

ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵓⵎⵎⴰⵔ ⵏ ⵔⵉⵎⴰⵏ

Université ABOUBAKR BELKAID

FACULTE DE MEDECINE

Dr. B. BENZERDJEB – TLEMCEM



جامعة أبو بكر بلقايد

كلية الطب

د.ب.بن زرجب – تلمسان

DEPARTEMENT DE MEDECINE DENTAIRE

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR
L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN MEDECINE DENTAIRE**

Thème

**Etude comparative *ex vivo* entre deux systèmes de retraitements
endodontiques orthogrades rotatifs :**

Le R-Endo® et le Re-EndoStar®

Présenté par :

BEKRATTOU Abdessamed

REGGAB Oussama Abdelkader

RAHMANI Ismahane

Soutenu le 25 Octobre 2020 Devant le jury constitué de :

Pr. F. OUDGHIRI :	Professeur en Odontologie Conservatrice et Endodontie -CHU Tlemcen Chef de service d'OCE – CHU Tlemcen Chef de département de médecine dentaire Faculté de médecine –Tlemcen	Président
Pr. I. BENYELLES :	Maitre de conférences -B- en OCE – CHU Tlemcen	Examinatrice
Dr. B. HIMEUR :	Maitre-Assistante en OCE- CHU Tlemcen	Examinatrice
Dr. D. GUENDOOUZ :	Maitre-Assistant en OCE CHU Tlemcen	Encadreur
Pr. N. CHABNI :	Professeure en Epidémiologie – CHU Tlemcen	Co-Encadreur

REMERCIEMENTS

A ALLAH

Le tout puissant, le miséricordieux

*Qui nous a donné la force, la volonté et le
courage pour surmonter les épreuves que nous
avons rencontrés tout au long de la réalisation de
ce mémoire.*

*A Notre Président de Jury du Mémoire Professeur
F.OUDGHIRJ Chef de Département de la Médecine
Dentaire et Chef de Service d'Odontologie Conservatrice/
Endodontie de la Clinique Dentaire B du CHU Tlemcen*

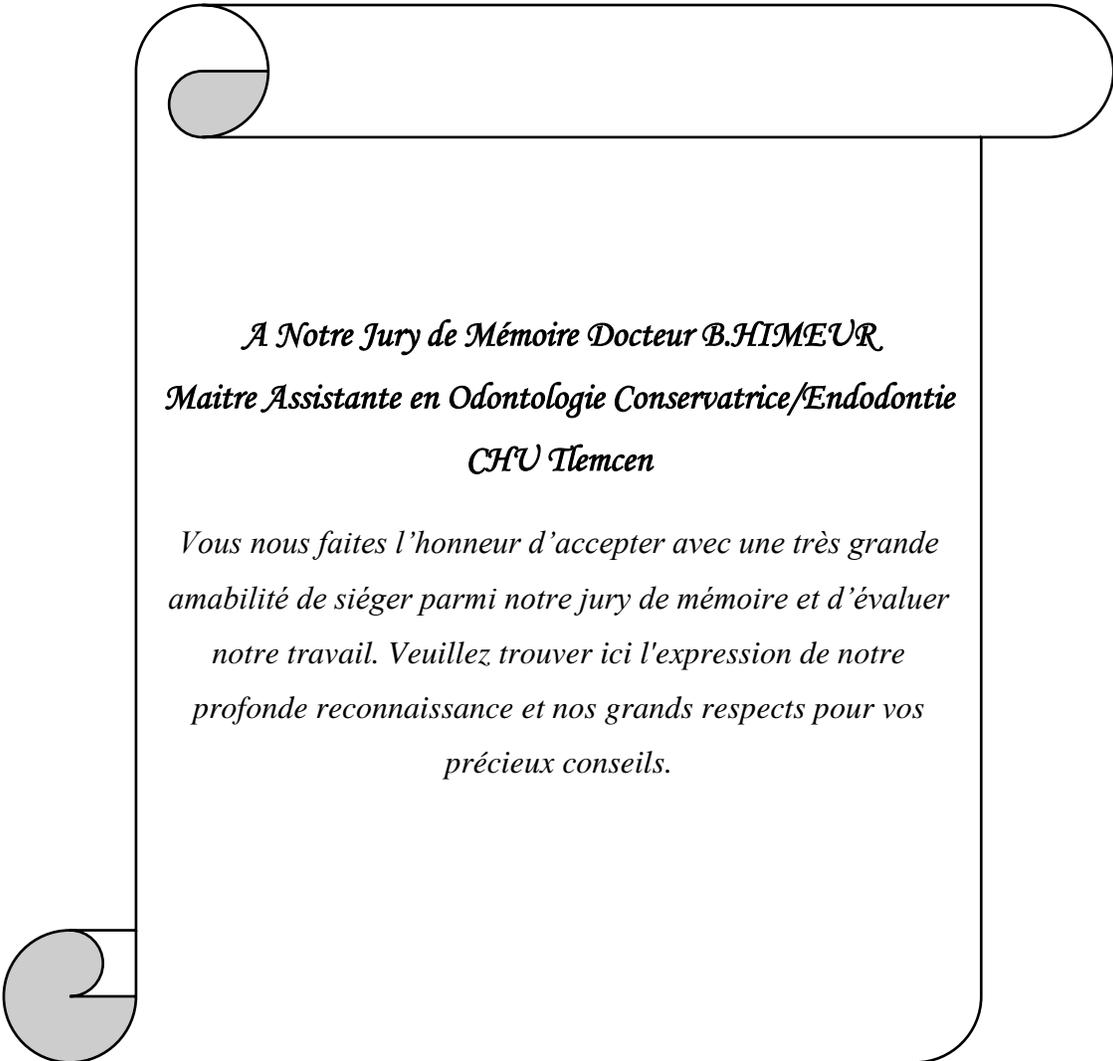
*Nous vous remercions pour l'honneur que vous nous faites en
acceptant de présider notre jury de mémoire. Vous nous avez
marqué par vos connaissances innombrables et votre façon
bien à vous d'enseigner.*

*Merci de nous avoir toujours fait confiance et de nous avoir
encouragé et de nous avoir facilité le travail au niveau de
votre service. Votre engagement auprès de vos étudiants, vos
compétences et votre humanité nous ont toujours
impressionné. Nous sommes tant appris grâce à vous.*

*Voyez dans ce travail l'expression de notre reconnaissance et
de notre plus profond respect.*

*A notre jury de mémoire Professeur I. BENYELLES
Maitre de conférences -B- en Odontologie
Conservatrice/Endodontie CHU Tlemcen*

Vous nous faites un très grand plaisir en étant que membre du jury. Nous avons pu apprécier tout au long de notre internat vos qualités humaines et professionnelles. On vous remerci pour votre soutien ainsi que votre aide dans la rédaction de notre mémoire. Veuillez trouver ici le témoignage de notre profond respect et de notre sincère reconnaissance.



*A Notre Jury de Mémoire Docteur B.HIMEUR
Maitre Assistante en Odontologie Conservatrice/Endodontie
CHU Tlemcen*

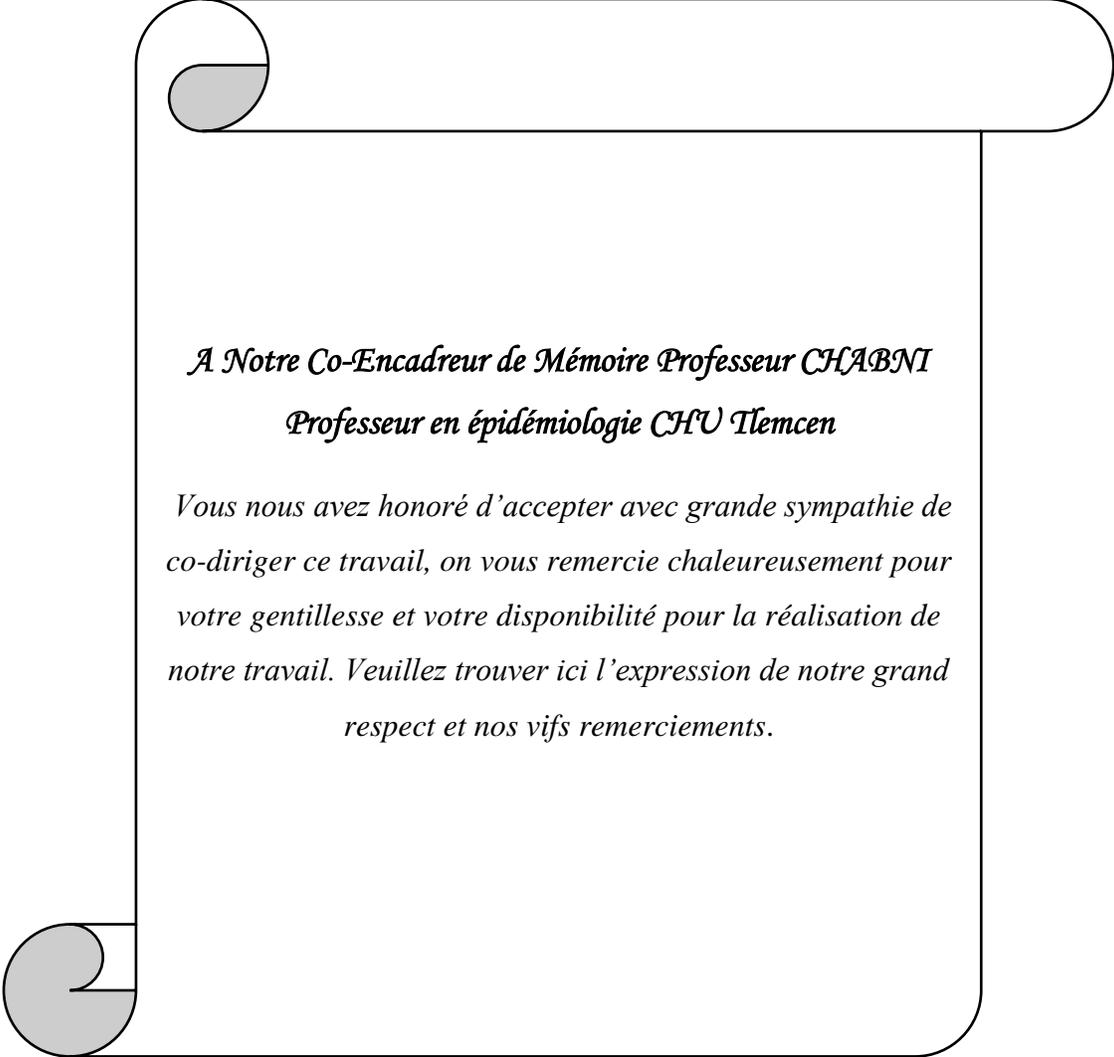
*Vous nous faites l'honneur d'accepter avec une très grande
amabilité de siéger parmi notre jury de mémoire et d'évaluer
notre travail. Veuillez trouver ici l'expression de notre
profonde reconnaissance et nos grands respects pour vos
précieux conseils.*

*A Notre Directeur de Mémoire Docteur D. GUENDOZ
Maitre-assistant en Odontologie Conservatrice/Endodontie
CHU Tlemcen*

Nous avons été très honorés en acceptant la Direction de notre travail. La grande qualité de votre enseignement, votre rigueur, ainsi que votre excellence dans la pratique chirurgicale ont été un exemple pour nous. Et nous vous remercions pour votre disponibilité et votre soutien tout au long de la rédaction de notre mémoire, l'attention et la patience dont vous avez fait preuve durant toute l'élaboration de ce travail.

Nous admirons vos connaissances presque encyclopédiques et votre goût pour la perfection, votre conscience professionnelle suscite le plus grand respect.

Que ce travail soit l'occasion pour nous de vous témoigner notre gratitude et notre profond respect. Nous sommes très fières d'avoir travaillé avec vous et de soutenir ce mémoire.



*A Notre Co-Encadreur de Mémoire Professeur CHABNI
Professeur en épidémiologie CHU Tlemcen*

*Vous nous avez honoré d'accepter avec grande sympathie de
co-diriger ce travail, on vous remercie chaleureusement pour
votre gentillesse et votre disponibilité pour la réalisation de
notre travail. Veuillez trouver ici l'expression de notre grand
respect et nos vifs remerciements.*

DEDICACES

Louange à Allah qui m'a guidé à ceci. Je n'aurais pu être guidé, si Allah ne l'avait pas fait. Louanges à Allah pour tous Ses Bienfaits : ceux que dont j'ai connaissance et ceux que j'ignore. Louanges à Allah quoiqu'il en soit, louanges qui soient à la hauteur de toutes ses faveurs ainsi que ma reconnaissance sur tout ce qu'Il m'a accordé, à moi et à toute sa créature.

Ce travail signe la fin d'un long trajet, un trajet que je n'aurais jamais pu faire sans l'aide de mes proches

A Ma Chère maman Chekkaf Khadidja : A la femme la plus merveilleuse du monde, comment ne pas commencer par celle qui m'a tout donné ; merci de m'avoir partagé les moments de panique et me rassurer dans les moments de doute ; merci pour votre soutien inconditionnel tout au long de mon parcours ; pour tes sourires ; tes prières ; pour votre confiance et votre encouragement et surtout pour tous les sacrifices que tu as fait depuis mon enfance, j'espère que tu es fière de ce que je suis aujourd'hui.

A Mon cher papa Rahmani Mohamed : A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père que j'aime. Merci de m'avoir soutenu tout au long de mes études merci pour votre confiance en moi ; vous m'avez donné de la force et la volonté pour combattre pour arriver à cette place.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Qu'ALLAH, le très haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie.

A Mon Très Cher Petit Poussin Doudi Mohamed Racim : C'est à toi mon adorable ange, ma joie, mon petit trésor que maman dédie ce travail pour te dire que tu resteras pour toujours le rayon du soleil qui égaye ma vie. Je t'aime mon bébé et je te souhaite tout le bonheur du monde.

A Mon cher Mari Doudi Aymen : Aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour l'amour, la tendresse et la gentillesse dont tu m'as toujours entouré.

Cher mari j'aimerais bien que tu trouves dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les plus sincères car grâce à ton aide et à ta patience avec moi que ce travail a pu voir le jour... Que dieu le tout puissant nous accorde un avenir meilleur.

A mes sœurs, Merci d'être toujours aussi présentes. Je sais que je peux toujours compter sur vos soutiens.

*Ahlem, comme tu me l'as dit un jour existe-il une sœur qui n'aime pas sa sœur ? Je t'aime **Ahmama Imane**, tu étais toujours un exemple pour moi, je voulais toujours être une médecin dentiste comme toi et voilà je le suis aujourd'hui grâce à tes conseils et ton encouragement. Une pensée à ton époux **Saidi Mustapha**, un frère que Dieu m'a offert et aussi à la petite princesse **Meriouma** qui apporte la joie à notre vie, qu'ALLAH te bénisse.*

*A tous les membres de ma famille **Rahmani et Chekkaf**, à mes oncles et mes tantes, mes cousins et mes cousines, veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.*

A ma grande mère, pour l'affection et le soutien tout le long de mes études. Qu'Allah te protège.

A toutes celles et à tous ceux qui me tiennent à cœur et qui ont quitté cette vie, paix à leur âme

*A toute ma Belle Famille **Douidi**, à mon beau père **Abdenacer** et ma belle-mère **Maliha**, vous êtes mes deuxièmes parents. Merci pour votre encouragement et votre soutien moral ; j'espère que vous êtes fière de votre belle fille.*

*Une spécial dédicace à mes chères **SAHNOUNE Hana** et **SEBIF Asma**, plus que des amies, vous êtes devenues mes sœurs, je vous souhaite tout le bonheur du monde. J'espère que j'étais et je reste un beau souvenir que vous sourirez à son mémoire. Je vous aime beaucoup.*

*Sans oublier mon binôme, **Oussama et Samad**, avec lesquelles j'ai partagé les moments de doute et de panique. Je vous souhaite toute la réussite dans l'avenir.*

A tous mes camarades de la promotion, je suis vraiment contente de vous avoir rencontré et d'avoir passé ces six années avec vous. Bonne chance à tous.

Je ne peux citer tout le monde mais je tiens à remercier toute personne ayant de loin ou de près facilité mon insertion dans le cursus. Je pense notamment aux enseignants, étudiants et personnels de la faculté dentaire de Tlemcen.

A toutes celles et tous ceux qui m'ont aidé dans mes études.

A tous ceux que je connais et que je n'ai pas pu citer.

À tous... MERCI

Ismahane. RAHMANI

Merci à dieu le miséricordieux de nous avoir guidé, de nous avoir donné la force pour accomplir ce travail et d'avoir fait qu'on arrive là où on en est aujourd'hui.

Je dédie ce travail :

A Ma Chère mère :

A la femme la plus merveilleuse du monde, comment ne pas commencer par celle qui m'a tout donné ; merci pour votre soutien inconditionnel tout au long de mon parcours ; pour tes sourires ; tes prières ; pour votre confiance et votre encouragement et surtout pour tous les sacrifices que tu as fait depuis mon enfance, j'espère que tu es fière de ce que je suis aujourd'hui.

A Mon père :

Merci de m'avoir soutenu tout au long de mes études merci pour votre confiance en moi ; vous m'avais donné de la force et la volonté pour combattre pour arriver à cette place.

A ma sœur et mon frère,

Pour leur encouragement et leur soutien moral ; merci de vos encouragements je vous souhaite une vie pleine de réussite.

A mes enseignants

Dr Guellil, Dr Allal, Dr Masli, Dr Mahouche, Dr Charif, Dr Belbachir et Dr Baba Ahmed et tous les autres, vous nous en avez appris beaucoup que dieu vous bénisse,

A tous mes amis

Nom par nom dans la crainte d'oublier quelqu'un parmi vous.

A mes collègues,

Confrères et consœurs de médecine dentaire, de médecine et de pharmacie, Aux assistantes des services de d'OCE et pathologie buccodentaire pour l'ambiance de joie et le sérieux indéfectible en toute circonstance que dieu vous garde.

Une dédicace distinguée pour mes compagnons de bataille Oussama et Ismahane

Toute personne ayant participé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.

BEKRATTOU ABDESSAMED

ALLAH... le plus grand qui m'a donné la force, le courage, et la patience d'endurer toutes les épreuves et arriver à ce jour.

Ma mère... « FODILI MALIKA » mon héroïne, ma reine, la meilleure femme au monde entier. Maman qui a sacrifié sa vie pour nous éduquer, qui s'est donnée de toute force jour et nuit pour faire de nous et de moi l'homme que je suis aujourd'hui. Des lignes écrites sur mon travail ne suffiront jamais pour t'expliquer à quel point je suis reconnaissant et aucun mot ne pourra te décrire à quel point je t'aime... j'espère que tu es aussi fière de moi. ALLAH te garde en bonne santé pour moi.

Mon père... tu as toujours cru en moi et un simple merci ne va absolument pas décrire ma gratitude, je n'ai qu'à prier le bon Dieu de te garder en bonne santé et te combler de bonheur et joie.

Mon grand-père « AHMED CHERIF ». ALLAH l'accueille dans son vaste paradis, l'homme fort qui m'a élevé sur les bons principes et manières, tu es toujours dans mes pensées et je prie toujours pour toi.

La prunelle de mes yeux Rania, ma sœur ma petite princesse bien aimé, tu étais et tu resteras toujours à mes côtés pour m'encourager et me donner la force d'avancer. Merci à toi et ta petite fille « SADJA » sachez que vous êtes ma joie de vivre.

Mes frères et sœurs. « INES, NARDJES, ABDENNOUR, et ABDELMALEK » mille mercis d'avoir été à mes côtés.

A toute ma famille du plus grand au plus petit grand merci à vous.

A mes amis « ABDELHAFID, SIDAHMED, KHALED, ABDELWAHID, ABDELLAH, OMAR, IBRAHIM et AHMED ». Grand merci à vous ma vie n'aurait jamais été pareil sans votre amitié que DIEU nous garde toujours réunis... je vous aime.

A ma promotion 2014-2020 félicitations à vous tous je vous souhaite que du succès et de la joie dans vos vies.

REGGAB OUSSAMA ABDELKADER

Sommaire

REMERCIEMENTS.....	I
DEDICACES	VIII
TABLE DES MATIERES	XIII
LISTE DES ABREVIATIONS	XVI
LISTE DES FIGURES.....	XVII
LISTE DES TABLEAUX	XXI
INTRODUCTION.....	1
REVUE DE LITTERATURE	3
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE RETRAITEMENT ENDODONTIQUE.	4
1. DEFINITION DU RETRAITEMENT ENDODONTIQUE :	4
2. OBJECTIFS DU RETRAITEMENT ENDODONTIQUE :	4
3. INDICATIONS DU RETRAITEMENT ENDODONTIQUE ORTHOGRADE :	5
4. CONTRE-INDICATIONS DU RETRAITEMENT ENDODONTIQUE ORTHOGRADE :	9
5. CRITERES DECISIONNELS DU RETRAITEMENT ENDODONTIQUE ORTHOGRADE :	10
5.1. ARBRE DECISIONNEL EN ABSENCE DE LIPOE :	10
5.2. ARBRE DECISIONNEL EN PRESENCE DE LIPOE :	12
6. PROCEDURE DU RETRAITEMENT ENDODONTIQUE ORTHOGRADE :	18
6.1. TEMPS CORONAIRE :	18
6.2. TEMPS RADICULAIRE :	31
7. GESTION DE COMPLICATIONS ANTERIEURES DU RETRAITEMENT ENDODONTIQUE ORTHOGRADE :	51
7.1. SUPPRESSION DES BUTEES :	51
7.2. GESTION DES INSTRUMENTS FRACTURES :	53
7.3. GESTION CLINIQUE DES PERFORATIONS : ⁽⁸¹⁾	62
8. PRONOSTIC DU RETRAITEMENT ENDODONTIQUE ORTHOGRADE :	65

CHAPITRE II : DIFFERENTS SYSTEMES ROTATIFS DE RETRAITEMENT ENDODONTIQUE ORTHOGRADE.....	67
1. RECOMMANDATIONS COMMUNES AUX DIFFERENTS SYSTEMES LORS DU RETRAITEMENT ORTHOGRADE :	67
2. LE SYSTEME PROTAPER® UNIVERSAL RETRAITEMENT :.....	69
3. LE SYSTEME MTWO® RETRAITEMENT :.....	73
4. LE D-RACE® (FKG®) :	75
5. LE SYSTEME R-ENDO® (MICRO-MEGA) :.....	77
6. LE SYSTEME RE-ENDO® (ENDOSTAR) :.....	81
PARTIE EXPERIMENTALE	86
MATERIEL ET METHODES.....	87
1. TYPE DE L'ETUDE :.....	88
2. PROBLEMATIQUE, BUT ET OBJECTIF DE L'ETUDE :.....	88
2.1. PROBLEMATIQUE :.....	88
2.2. BUT DE L'ETUDE :	88
2.3. OBJECTIFS :.....	89
3. MATERIEL :.....	89
3.1. SYSTEMES INSTRUMENTAUX UTILISES :.....	89
3.2. PROTOCOL EXPERIMENTAL POUR LA PREPARATION DES ECHANTILLONS :.....	91
4. PHASE DE RETRAITEMENT :.....	100
4.1. ESSAIS SUR ENDO TRAINING BLOCKS :	100
4.2. PROTOCOLE OPERATOIRE :	101
4.3. RADIOGRAPHIES POST-OPERATOIRES :	103
5. RECUEIL DE DONNEES :	103
5.1. ENREGISTREMENT DU TEMPS DE DESOBTURATION :	103
5.2. METHODES DE TRAITEMENT DES IMAGES RADIOLOGIQUES :	104
5.3. CONSTATATION D'ACCIDENTS LORS DE LA DESOBTURATION :	106
6. ANALYSE STATISTIQUE :	106
RESULTATS	107
1. TEMPS DE DESOBTURATION :	108
1.1. TEMPS NECESSAIRE AU CATHETERISME T1 :.....	108
1.2. TEMPS NECESSAIRE A LA DESOBTURATION T2 :	109
1.3. TEMPS TOTAL DE DESOBTURATION TT :.....	110

2. QUALITE DE DESOBTURATION :	111
2.1. ANALYSE INTRAGROUPE :	112
2.2. ANALYSE INTERGROUPE :	115
3. ACCIDENTS SURVENUS AU COURS DU RETRAITEMENT :	117
3.1. ABERRATIONS CANALAIRES :	117
3.2. FRACTURES / DEFORMATIONS INSTRUMENTALES.....	118
3.3. EXTRUSION DES DEBRIS :	118
DISCUSSION	119
1. LES LIMITES DE NOTRE ETUDE :	120
2. LES AVANTAGES DE NOTRE ETUDE :	121
3. DISCUSSION SUR LE MATERIEL ET LES METHODES :	122
4. DISCUSSION DES RESULTATS :	127
4.1. DISCUSSION SUR LES TEMPS DE DESOBTURATION :	127
4.2. DISCUSSION SUR LA QUALITE DE DESOBTURATION :	128
4.3. DISCUSSION SUR LES INCIDENTS DE RETRAITEMENT :	130
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	134
PERSPECTIVES.....	136
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	137

Liste des abréviations

CaOH2	: Hydroxyde de Calcium
CBCT	: Cone Beam Computed Tomography
CVI	: Ciment verre ionomère
LIPOE	: lésions inflammatoires périradicales d'origine endodontique
LT	: longueur de travail
Lime K	: lime Kerr
Lime H	: lime Hedström
Limes NI-TI	: limes en nickel titane
Min/mn	: Minutes
MD	: Mésio-Distal
MTA	: Agrégat de trioxyde minéral
NaOCl	: Hypochlorite de Sodium
RTE	: retraitement endodontique
Tr	: Tours
VL	: Vestibulo-Lingual

Liste des figures

Figure 1 Radiographie préopératoire nécessitant une nouvelle restauration prothétique et dont le traitement endodontique n'est pas satisfaisant. En l'absence de pathologie avérée le retraitement n'a pas été réalisé ⁽²⁹⁾	7
Figure 2 Radiographie six mois en postopératoire, montrant l'apparition d'une lésion malgré le fait que les canaux n'aient pas été pénétrés ⁽²⁹⁾	7
Figure 3 Arbre décisionnel du retraitement en absence de LIPOE ⁽²³⁾	11
Figure 4 Les retraitements sont indiqués dans les dents dont les canaux sont mal scellés lorsqu'une planification de traitement complexe est prévue ⁽³⁷⁾	11
Figure 5 Radiographie de suivi de 12 ans après retraitement et restauration finale.....	12
Figure 6 Arbre décisionnel du retraitement en présence de LIPOE ⁽²³⁾	13
Figure 7 Position de l'insert à ultra-sons pour obtenir une dispersion des ultra-sons dans l'axe de la préparation ⁽⁵⁶⁾	21
Figure 8 Exemple d'arrache couronne et de deux embouts de descellement ⁽¹⁹⁾	23
Figure 9 La force de descellement imposée par l'embout de l'arrache-couronne manuel ⁽¹⁹⁾	23
Figure 10 Le risque important de fracture radiculaire sur une dent porteuse d'une reconstitution à tenon ⁽¹⁹⁾	24
Figure 11 Safe Relax coffret complet ANTHOGRYR ⁽⁶¹⁾	24
Figure 12 Le Coronaflex ⁽⁶¹⁾	25
Figure 13 Protocole opératoire du Coronaflex ⁽⁶¹⁾	25
Le kit d'introduction comprend trois instruments à manche étroit avec des extrémités distales qui fournissent chacune une gamme de taille différente (Fig.14).....	26
Figure 15 Protocole opératoire du WAMKEY ⁽⁵⁹⁾	27
Figure 16 Protocole opératoire du METALIFT ⁽⁵⁹⁾	29
Figure 17 Des photographies cliniques démontrant l'utilisation du décolleur des couronnes et des bridges type Pastille de RICHWILL ⁽⁶³⁾	30
Figure 18 Protocole opératoire de dépose du tenon préfabriqué lisse avec le ProUltra ENDO ⁽⁵⁹⁾	32
Figure 19 : Protocole opératoire de dépose du tenon préfabriqué avec un pas vis ⁽¹⁹⁾	33
Figure 20 Le Screwpost extraction Kit propose quatre filières tournevis de tailles différentes ⁽¹⁹⁾	34

Figure 21 Protocole opératoire de dépose du tenon préfabriqué avec un pas vis à extrémité fracturée ⁽¹⁹⁾	34
Figure 22 Le déménageur Gonon® Universal ⁽¹⁹⁾	35
Figure 23 Protocole opératoire de dépose du tenon anatomique coulé avec l'extracteur de Gonon ⁽¹⁹⁾	37
Figure 24 Protocole opératoire de dépose du tenon fibré ⁽¹⁹⁾	39
Figure 25 Protocole opératoire de dépose du tenon en céramique par fraisage in situ ⁽¹⁹⁾	40
Figure 26 Le redressement et la relocalisation de l'accès coronaire ⁽¹⁹⁾	41
Figure 27 Endosolv "E" est un solvant pour l'eugénate à base pâtes alors que l'Endosolv "R" est le solvant pour les pâtes à base de résine ⁽⁵⁹⁾	43
Figure 28 Protocole opératoire d'élimination des pâtes solubles ⁽¹⁹⁾	46
Figure 29 Protocole opératoire d'élimination de la gutta percha ⁽¹⁹⁾	47
Figure 30 Protocole opératoire d'élimination des cônes d'argent ⁽¹⁹⁾	49
Figure 31 Le trait noir sur le stop permet de présenter la pointe de l'instrument précourbé en direction disto-palatine (vue indirecte dans le miroir) ⁽⁶⁵⁾	52
Figure 32 Passage de la butée mésiale. Noter l'extrémité de l'ancienne obturation située au niveau de la flèche de la courbure ⁽⁶⁵⁾	52
Figure 33 L'insert ET20 et l'insert ET25 du kit Endo Succes™ Retreatment ⁽⁶⁸⁾	53
Figure 34 Trousse de Masserann® au complet à gauche , et le Mini Kit à droite ⁽⁶⁸⁾	54
Figure 35 Le Microkit de Masserann ⁽⁶⁶⁾	54
Figure 36 Différentes étapes d'extraction d'un bris instrumental avec la technique de Masserann (source : bouchure trousse de Masserann® ⁽⁶⁸⁾	54
Figure 37 Schéma des extracteurs et du trépan du système Endo Extractor ⁽⁶⁸⁾	55
Figure 38 Composition du kit Meitrac I, Meisinger ⁽⁶⁸⁾	56
Figure 39 Mode d'action du kit Meitrac I (source : brochure Meisinger) ⁽⁶⁸⁾	56
Figure 40 Le Cancellier kit® (source : brochure Cancellier kit®, SybronEndo ⁽⁶⁶⁾).....	57
Figure 41 Le S.I.R ⁽⁶⁶⁾	57
Figure 42 Instrument Removal System®, Dentsply (d'après : brochure iRS® ⁽⁶⁸⁾).....	58
Figure 43 Le Système de Canal Finder®, Endothechnic, et son mode d'action ⁽⁶⁶⁾	58
Figure 44 Différentes étapes de retrait d'un bris instrumental selon la technique proposée par Terauchi ⁽⁷³⁾	59

Figure 45 Le Post Removal System® et la trousse de Gonon ⁽⁶⁸⁾	60
Figure 46 Kit Endo Rescue®, Komet ^{TM(66)}	60
Figure 47 Mode d'action du kit Endo Rescue® (source : brochure Komet) ⁽⁶⁶⁾	61
Figure 48 Différentes pinces à usage endodontique (source : Google image) ⁽⁶⁸⁾	61
Figure 49 Technique d'ablation d'un bris instrumental à l'aide d'un Laser ⁽⁶⁸⁾	62
Figure 50 Les instruments ProTaper Universal® de Maillefer, dédiés à la désobturation canalaire. De haut en bas, les instruments D1, D2 et D3 ⁽⁸⁶⁾	70
Figure 51 Désobturation du tiers coronaire avec le D1 ⁽⁸⁶⁾	72
Figure 52 Désobturation du tiers moyen avec le D2 ⁽⁸⁶⁾	72
Figure 53 Désobturation du tiers apical avec le D3 ⁽⁸⁶⁾	72
Figure 54 Système Mtwo® retraitement ⁽¹⁰⁾	73
Figure 55 Pointe active du Mtwo® R en MEB ⁽¹⁰⁾	73
Figure 56 : Mécanisme d'action du XP-endo® Finisher R ⁽⁹⁰⁾	76
Figure 57 Le protocole d'utilisation du système D-Race® proposé par FKG®.....	77
Figure 58 Séquence du système R-Endo® (Micro-Mega) : Rm, Re, R1, R2 et R3 ⁽⁹⁴⁾	79
Figure 59 La deuxième phase du protocole opératoire du système R-Endo® ⁽⁹⁴⁾	80
Figure 60 Le système RE Re-Endo® (ENDOSTAR) ⁽⁹⁶⁾	82
Figure 61 Séquence du système RE Re-Endo® (ENDOSTAR, Warsaw, Poland) ⁽⁹⁶⁾	83
Figure 62 Séquence de système R-Endo®.....	90
Figure 63 Séquence du système RE Re-Endo® (ENDOSTAR, Warsaw, Poland).....	91
Figure 64 : Radiographie permettant l'inclusion ou l'exclusion selon les critères prédéfinis	91
Figure 65 Nettoyage et conservation des dents.....	92
Figure 66 La détermination de la longueur canalaire.....	93
Figure 67 La suppression de la couronne et les interférences coronaires	93
Figure 68 La standardisation de la longueur de travail	94
Figure 69 Kit Stainless Steel K-files/H-files 25mm.....	95
Figure 70 Désinfection immédiate à l'hypochlorite de sodium et nettoyage canalaire avec sérum physiologique	96
Figure 71 Gutta percha 2% (GAPADENT® – Tianjin – China)	96
Figure 72 Ciment à base d'oxyde de zinc eugénol (AIREL PHARMA®, Champigny-sur-Marne, France).....	97

Figure 73 : Exemple de radiographie en incidence VL (A) et MD (B) après la phase d'obturation	98
Figure 74 La conservation des dents dans des bac à glaçon saturé en sérum physiologique à température ambiante après échantillonnage.	99
Figure 75 Endo Training Blocks	100
Figure 76 : Exemple de radiographie en incidence VL (A) et MD (B) après la phase de désobturation	103
Figure 77 Exemple d'une dent découpée virtuellement à partir des radiographies en incidence MD et VL.....	104
Figure 78 La technique d'analyse radiographique des débris canalaires.	105
Figure 79 Les temps moyens de travail pour chaque groupe	108
Figure 80 Pourcentage moyen des débris canalaires par portion canalaire.....	112
Figure 81 Pourcentage moyen des débris par portion canalaire au groupe R	112
Figure 82 Pourcentage moyen des débris par portion canalaire au groupe RE.....	113
Figure 83 Pourcentage moyen des débris par portion canalaire au groupe T	114
Figure 84 Pourcentage moyen de la totalité des débris canalaires PTotal dans chaque groupe...	115
Figure 85 Pourcentage moyen des débris canalaires du tiers coronaire PTC dans chaque groupe	116
Figure 86 Pourcentage moyen de débris canalaires du tiers moyen PTM dans chaque groupe...	116
Figure 87 Pourcentage moyen de débris canalaires du tiers apical PTA dans chaque groupe.....	117

Liste des tableaux

Tableau 1 Traitement canalaire évalué comme un résultat incertain : Signes cliniques et radiographiques ⁽¹⁸⁾	6
Tableau 2 Traitement canalaire évalué comme un échec avéré cliniquement et radiologiquement ⁽¹⁸⁾	8
Tableau 3 Tableau de classification pour la dépose des couronnes et des bridges ⁽⁵⁹⁾	20
Tableau 4 Torques recommandés par ENDOSTAR ⁽⁹⁶⁾	83
Tableau 5 Nombre d'utilisation recommandé pour un instrument RE Re-endostar ⁽⁹⁶⁾	84
Tableau 6 Les caractéristiques des torques de Système RE Re-Endo.....	102
Tableau 7 Comparaison des trois groupes par rapport au temps moyen nécessaire au cathétérisme T1.....	108
Tableau 8 Comparaison multiple des trois groupes par rapport au temps moyen nécessaire au cathétérisme T1.....	109
Tableau 9 Comparaison des trois groupes par rapport au temps moyen nécessaire à la désobturation T2.....	109
Tableau 10 Comparaison multiple des trois groupes par rapport au temps moyen nécessaire à la désobturation T2.....	110
Tableau 11 Comparaison des trois groupes par rapport au temps total TT.....	110
Tableau 12 Comparaison multiple des trois groupes par rapport au temps total TT.....	111
Tableau 13 Comparaison des trois groupes par rapport aux aberrations canalaire.....	117
Tableau 14 Comparaison des trois groupes par rapport aux fractures instrumentales.....	118
Tableau 15 Comparaison statistique des trois groupes par rapport à l'extrusion des débris.....	118

INTRODUCTION

La cause de la maladie post-thérapeutique est attribuée à la persistance de micro-organismes dans le système canalaire après le nettoyage et la mise en forme ou à la recolonisation de l'espace canalaire par des bactéries à la suite d'une micro-fuite coronaire ou apicale⁽¹⁾.

Récemment, il y a eu une augmentation du retraitement endodontique avec un taux de réussite qui varie de 74 à 98% ⁽²⁾, principalement en raison de l'importance accrue accordée à la préservation des dents ; y compris les cas dans lesquels le traitement endodontique a échoué⁽³⁾. Les procédures de retraitement endodontique non chirurgical constituent le premier choix pour éliminer ou réduire l'infection microbienne en cas d'échec de la thérapie radiculaire initiale⁽⁴⁾.

Le matériau d'obturation canalaire le plus couramment utilisé est la gutta percha en association avec un scellant canalaire. Par conséquent, le retraitement des canaux exige que la gutta percha et le scellant soient retirés des parois du canal et des ramifications anatomiques afin d'assurer un nettoyage complet du système canalaire lors de la préparation chimico-mécanique et de l'application de pansements antibactériens⁽⁵⁾.

Classiquement, l'élimination de la gutta percha à l'aide de limes à main avec ou sans solvant peut être un processus fastidieux, en particulier lorsque le matériau d'obturation radiculaire est bien compacté. Par conséquent, des systèmes NiTi ont été suggérés pour éliminer la gutta percha avec ou sans solvant ⁽⁶⁾, parce que des études ont montré leur efficacité et leur innocuité ^(7, 8), ainsi, le temps clinique⁽⁹⁾ et la fatigue de l'opérateur et du patient sont également réduits ⁽¹⁰⁾. Cependant, aucune de ces techniques n'est totalement efficace pour éliminer le matériau d'obturation ^(3, 11).

La plupart de ces instruments NiTi ont été conçus pour la préparation du canal radiculaire, tandis que certains systèmes récemment introduits ont été spécifiquement développés à des fins de retraitement ⁽¹²⁻¹⁴⁾, tels que les instruments de retraitement ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suisse), le système de retraitement D-RaCe (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suisse), le système d'instrumentation R-Endo (Micro-Mega, Besançon, France) et le système d'instrumentation Re-Endo® (ENDOSTAR, Warsaw, Poland). Confronté à tous ces instruments envahissant le marché, le chirurgien-dentiste va devoir choisir celui qui lui conviendra le mieux. Pour cela plusieurs questions vont se poser : Quel système est le plus efficace dans la désobturation canalaire ? Lequel est le plus rapide ? Lequel est le plus sûr d'utilisation ?

De nos jours, l'utilisation du système R-Endo qui s'est imposé vu son ancienneté et le système Re-Endo qui est moins connu mais présente l'avantage du coût abordable, prend de l'ampleur menant à penser qu'il n'y a pas de différence significative d'efficacité entre ces deux systèmes de retraitement endodontique rotatifs.

Pour une meilleure prise en charge, nous proposons cette étude qui a pour objectif principal de comparer l'efficacité du retraitement endodontique orthograde à l'aide de ces deux systèmes différents en rotation continue.

Ce travail se scinde en deux parties, une première partie théorique sur le retraitement en endodontie :

- Quand faut-il retraiter ?
- Comment retraiter ?
- Les difficultés du retraitement.

Et une deuxième partie expérimentale sur l'efficacité du nettoyage de deux systèmes d'instruments rotatifs exclusivement dédiés à la désobturation canalaire en rotation continue :

- R-Endo® (Micro-Mega, Besançon, France).
- RE Re-Endo® (ENDOSTAR, Warsaw, Poland).

REVUE DE LITTERATURE

Chapitre I : Généralités sur le retraitement endodontique.

1. Définition du retraitement endodontique :

Le glossaire de l'American Association of Endodontists ⁽¹⁵⁾ définit le retraitement endodontique (RTE) comme « Une procédure clinique qui consiste à retirer de la dent tous les matériaux d'obturation canalaire, puis à refaire le nettoyage, la mise en forme et l'obturation de l'ensemble des canaux radiculaires ».

« Cette procédure est entreprise lorsque le traitement initial apparaît inadéquat ou a échoué, ou lorsque le canal a été contaminé par une exposition prolongée à l'environnement intra oral ».

Garry B. Carr ⁽¹⁶⁾ donne une autre définition plus globale du retraitement endodontique en incluant toutes les options thérapeutiques de celui-ci : « Le retraitement endodontique est une procédure entreprise sur une dent qui a reçu une première tentative de traitement définitif ayant abouti à une situation qui requiert la mise en œuvre d'un nouveau traitement endodontique pour arriver au succès ».

2. Objectifs du retraitement endodontique :

Quelles que soient les insuffisances techniques ou les erreurs commises, tous les échecs sont directement liés à la présence des bactéries et leurs toxines dans le réseau canalaire ; ces irritants diffusent vers les tissus parodontaux par toutes les voies de communication disponibles (foramen apical, canaux latéraux, canaux secondaires ...).

Tout matériau restant va empêcher l'accession aux tissus nécrotiques et/ou aux micro-organismes présents responsables de l'échec initial et les protéger des actions mécaniques et chimiques nécessaires à leur élimination.

Lorsque l'indication est posée, l'objectif est de retirer les matériaux de l'espace canalaire, de tout mettre en œuvre pour atteindre, mettre en forme, réparer les défauts ou les anomalies d'origine pathologique ou iatrogène, nettoyer, désinfecter et obturer le ou les canaux ou la portion canalaire qui n'ont pas été concernés par le traitement initial et qui ont depuis été le siège d'une prolifération bactérienne⁽¹⁷⁾.

Selon l'ANDEM⁽¹⁸⁾, l'objectif de retraitement, comme lors du traitement initial, est de « Supprimer tout foyer infectieux potentiel ou déclaré et doit plus particulièrement viser à éliminer les micro-organismes qui ont résisté au traitement précédent ou qui ont ultérieurement colonisé l'endodonte de la dent ».

S. SIMON et W-J PERTOT⁽¹⁹⁾ évoquent ainsi comme objectifs : « L'élimination de ces bactéries, et la prévention de la percolation bactérienne par une obturation canalaire et coronaire étanche ». Tout ceci dans le but « D'assurer un succès à long terme et d'éviter l'apparition d'une pathologie ou une éventuelle récurrence. »

3. Indications du retraitement endodontique orthograde :

La systématisation de l'indication du retraitement endodontique est impossible ; chaque cas est un cas particulier qui nécessite une évaluation personnalisée. Ainsi que différentes études ont démontré que la décision d'entreprendre un retraitement endodontique est sujette à une variabilité intra et interindividuelle très importante. La décision de retraiter ou non est rarement consensuelle entre différents praticiens⁽²⁰⁾ et est souvent prise en fonction de critères propres au praticien plutôt qu'en fonction de critères objectifs raisonnés^(21, 22). Bien qu'il soit très difficile de suggérer une stratégie universelle facilitant la sélection des cas à retraiter, il existe un consensus à propos de certaines situations où un retraitement endodontique est nécessaire⁽²²⁾.

Après un examen clinique rigoureux qui élimine les causes d'échecs d'origine non endodontique (fêlure ou fracture, syndrome du septum, suroclusion, sinusite d'origine non dentaire, névralgie essentielle du trijumeau...), un retraitement doit être entrepris dans les cas suivants⁽²³⁾ :

3.1. Retraitement lié à un échec endodontique potentiel (indications d'ordre technique) :

Les dentistes sont souvent confrontés à des dilemmes cliniques lorsqu'ils envisagent de couronner ou de placer un tenon dans une dent avec un traitement canalaire qui a été interrompu ou jugé techniquement insuffisant (fig.1), ou lorsque l'obturation du canal radiculaire a été exposée pendant un certain temps à l'environnement buccal. Même si une lésion péri-apicale n'est pas apparente, il faut reconnaître que des microorganismes peuvent toujours être présents dans les canaux^(24, 25) et que des perturbations lors de l'intervention prothodontique peuvent permettre à des fluides nutritifs et / ou à de nouveaux micro-organismes de pénétrer dans la dent et de créer des conditions

de développement de la parodontite apicale (fig.2). Les conséquences peuvent être coûteuses si une nouvelle lésion apparaît sur une dent récemment restaurée, et dans tous les cas de reconstruction prothétique, la qualité de tout traitement antérieur du canal radiculaire doit être soigneusement inspectée, les patients informés des résultats et le retraitement non chirurgical considéré comme une option préventive.

Des précautions sont également nécessaires pendant le retraitement, des études révélant une association significative entre la sur-instrumentation / sur-obturation et le développement d'une lésion périapicale^(26, 27). Des efforts doivent donc être faits pour contenir les instruments et les matériaux d'obturation dans la dent.

Des études utilisant l'imagerie tridimensionnelle commencent à révéler qu'une proportion de dents obturées présentent des signes de destruction périapicale malgré des apparences normales sur les images intra-orales, bien que cela ne justifie pas actuellement l'utilisation de la tomodensitométrie à faisceau conique (CBCT) pour évaluer tous dents préalablement traitées par canal radiculaire avant reconstruction prothétique⁽²⁸⁾.

Tableau 1 Traitement canalaire évalué comme un résultat incertain : Signes cliniques et radiographiques⁽¹⁸⁾.

<i>Signes cliniques</i>	<i>Signes radiographiques</i>
- Symptômes intermittents non reproductibles	- Augmentation de l'espace desmodontal (> 1mm / < 2 mm)
- Sensations de tension ou impression de plénitude	- Raréfaction osseuse stationnaire ou en légère régression
- Léger inconfort à la percussion, à la palpation, et à la mastication	- Augmentation d'épaisseur de la lamina dura par rapport aux dents adjacentes
- Inconfort à la pression linguale	- Signes de résorption dont on ignore l'état évolutif ou non
- Besoin occasionnel de médication analgésique	- Densité de l'obturation avec vides particulièrement dans le tiers apical
	- Extension de l'obturation au-delà de l'apex anatomique



Figure 1 Radiographie préopératoire nécessitant une nouvelle restauration prothétique et dont le traitement endodontique n'est pas satisfaisant. En l'absence de pathologie avérée le retraitement n'a pas été réalisé⁽²⁹⁾.



Figure 2 Radiographie six mois en postopératoire, montrant l'apparition d'une lésion malgré le fait que les canaux n'aient pas été pénétrés⁽²⁹⁾.

3.2. Retraitement lié à un échec endodontique avéré (indications d'ordre pathologique) :

Dans les cas de retraitement liés à un échec endodontique avéré, ce dernier est objectivé par la présence d'une image radio-claire évoquant une lésion inflammatoire périradiculaire d'origine endodontique (LIPOE), associée ou non à des symptômes ou à des signes cliniques. Cette image radiographique est liée à une infection du réseau canalaire.

Tableau 2 Traitement canalaire évalué comme un échec avéré cliniquement et radiologiquement (18).

<i>Signes cliniques</i>	<i>Signes radiographiques</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Persistance des symptômes - Fistule ou tuméfaction récurrentes - Douleur à la percussion ou à la palpation, gêne à la mastication - Fracture dentaire non repérable - Mobilité excessive ou destruction évolutive des tissus de soutien - Impotence fonctionnelle de la dent - Sinusite en rapport avec la dent traitée - Adénopathie, fièvre 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la largeur de l'espace desmodontal (> 2 mm) - Absence de réparation osseuse ou augmentation de taille de la raréfaction osseuse - Absence de nouvelle lamina dura ou augmentation significative de la densité osseuse des tissus périradicaux - Apparition de nouvelles zones de raréfaction osseuse périradiculaire (raréfactions latérales) - Espace canalaire visiblement non obturé ou présence de vide au sein de l'obturation - Extrusion excessive de matériau d'obturation dans le périapex avec des vides manifestes dans la portion apicale du canal - Signes de résorption active associés à d'autres signes d'échecs radiographiques

4. Contre-indications du retraitement endodontique orthograde :

4.1. Contre-indications d'ordre général :

La Société Française de Chirurgie Orale met en garde sur le fait que la reprise d'un traitement endodontique présente un risque majoré d'entraîner une bactériémie⁽³⁰⁾.

En 2011, l'AFSSAPS a édité une mise à jour des recommandations pour la prescription des antibiotiques en pratique bucco-dentaire, qui sépare la population en trois groupes :

- Groupe A : Population générale.
- Groupe B : Patients immunodéprimés.
- Groupe C : Patients à haut risque d'endocardite infectieuse (prothèse valvulaire, antécédent d'endocardite infectieuse, cardiopathie congénitale cyanogène).

En raison de ce risque de bactériémie, le retraitement endodontique se fera sous antibioprofylaxie chez le groupe B et sera contre indiqué pour le groupe C⁽³¹⁾.

4.2. Contre-indications d'ordre local :

4.2.1. Considérations parodontales :

La maladie parodontale est le premier élément à analyser avant de poser l'indication d'un retraitement. Elle se caractérise par la présence d'une inflammation gingivale accompagnée d'une perte d'attache clinique de la dent au parodonte. Une atteinte trop importante compromet le pronostic de la dent et donc l'utilité d'un retraitement endodontique⁽³²⁾. Une maladie parodontale très grave ayant affaibli les tissus de soutien de la dent est une contre-indication à son retraitement⁽³³⁾.

4.2.2. Considérations cliniques :

Le RTE doit aussi répondre à certains critères de faisabilité avant d'être entrepris :

- Il faut s'assurer de pouvoir travailler à l'abri de la salive et donc de pouvoir poser un champ opératoire (digue) qui assurera l'étanchéité.
- L'intégralité du réseau canalaire doit être accessible à la désinfection.
- La dent doit avoir un bon pronostic de guérison : Le praticien doit l'apprécier en fonction de l'importance de la lésion péri-apicale, l'association avec une lésion parodontale, la mobilité...
- La présence de fêlures ou de fractures contre indique également le RTE⁽³⁴⁾.

4.2.3. Considérations d'ordre prothétique :

D'autres paramètres sont également à évaluer avant de tenter un RTE, comme l'utilité de la dent d'un point de vue esthétique et fonctionnel.

Le praticien doit envisager la restauration de la dent d'un point de vue prothétique et analyser l'anatomie radiculaire, le rapport racine/couronne et la restaurabilité de la dent après la dépose nécessaire des restaurations préexistantes.

Le manque de structure dentaire suffisant pour permettre la restauration fonctionnelle de la dent sur l'arcade est une contre-indication à son retraitement ⁽³³⁾.

5. Critères décisionnels du retraitement endodontique orthograde :

D'un point de vue analytique, le problème peut être structuré sous forme d'un arbre décisionnel qui illustre les différentes options cliniques et sert de base de réflexion pour la prise de décision. Il sert également à exposer les différentes options thérapeutiques au patient de façon à le faire participer à la prise de décision. Le patient sera d'autant plus impliqué dans l'acte thérapeutique qu'il aura été acteur de la prise de décision.

5.1. Arbre décisionnel en absence de LIPOE :

La structure de l'arbre décisionnel est dans ce cas assez simple (fig.3) : Doit-on intervenir à titre préventif ou non ?

La première situation correspond à une dent présentant des déficiences techniques dans le traitement primaire, mais il n'y a aucun signe ou symptôme clinique ou preuve radiographique d'échec. L'absence de lésion n'est pas toujours synonyme d'absence de micro-organismes dans le système canalaire⁽²⁵⁾. Lorsque les micro-organismes sont à un stade dormant, un équilibre peut exister entre les défenses de l'hôte et les irritants intra-canaux. Cet équilibre délicat peut être rompu par un changement de la flore microbienne ou de la résistance de l'hôte, ou par une recontamination microbienne par fuite coronaire en cas de restauration coronaire déficiente. En cas de scellement coronaire et / ou lorsque la restauration coronaire ne nécessite pas de remplacement, une surveillance radiographique et clinique peut être envisagée. Une étude de Van Nieuwenhuisen, Aouar et D'Hoore⁽³⁵⁾ a montré que, dans cette situation, une approche attentiste sur une période de six ans entraînait des complications dans à peine 2,8% des cas. En revanche, si une nouvelle restauration est prévue, ces cas doivent être considérés comme des défaillances potentielles⁽³⁶⁾ et

le retraitement doit être considéré comme prudent (fig.4-5) ⁽³⁷⁾. Cependant, il a été démontré que le retraitement de ces cas conduit à un échec dans 6% des cas ⁽²⁷⁾, principalement en raison d'une sur-instrumentation et d'une obturation excessive.

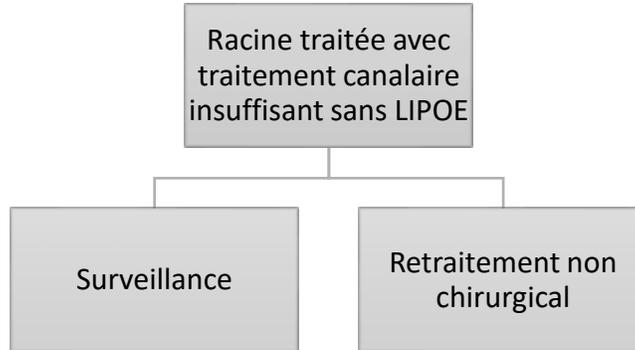


Figure 3 Arbre décisionnel du retraitement en absence de LIPOE⁽²³⁾



Figure 4 Les retraitements sont indiqués dans les dents dont les canaux sont mal scellés lorsqu'une planification de traitement complexe est prévue⁽³⁷⁾.



Figure 5 Radiographie de suivi de 12 ans après retraitement et restauration finale.

5.2. Arbre décisionnel en présence de LIPOE :

Cette situation correspond à une dent qui présente des signes radiographiques de LIPOE associés ou non à des symptômes et / ou à des signes cliniques. Dans cette situation et avant d'aborder la prise de décision, il sera nécessaire de poser trois questions :

- La lésion est-elle susceptible de guérir sans nouvelle intervention ?
- Le traitement doit-il être repris ?
- Si le traitement doit être repris, de quelle façon ?

Ces trois questions structurent l'arbre décisionnel (fig. 6).

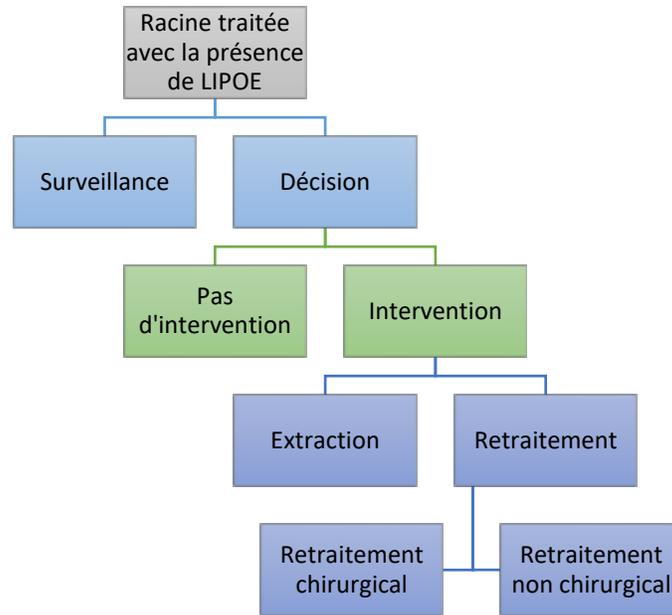


Figure 6 Arbre décisionnel du retraitement en présence de LIPOE⁽²³⁾

5.2.1. Première décision : Surveiller ou éventuelle intervention :

La prise de cette décision est en rapport avec la question : La lésion est-elle susceptible de guérir sans nouvelle intervention ?

Pour répondre à cette question, la qualité de l'obturation du canal radiculaire doit être évaluée et, si possible, des informations doivent être recueillies sur la manière et le moment du traitement initial.

Habituellement, lorsque la qualité du traitement semble adéquate, le processus de guérison aura lieu après une période minimale d'un an. Cependant, il a été démontré que certaines lésions ont besoin de dix ans ou plus pour guérir^(38, 39). Néanmoins, selon le consensus actuel, la plupart des lésions péri-radiculaires guérissent en quatre ans⁽³⁶⁾. Il est important de noter que, lorsque la contamination se produit pendant l'intra-canal procédures, la parodontite apicale se développe souvent rapidement, dans l'année suivant le traitement initial⁽⁴⁰⁾.

Dans ces cas, il ne faut pas s'attendre à une guérison et un retraitement est indiqué. Rarement, une petite radio-transparence peut être le résultat d'une réaction inflammatoire due aux effets toxiques de certains matériaux d'obturation canalaire.

5.2.2. Deuxième décision : Intervenir ou pas :

Si la lésion n'est pas supposée guérir, se pose le choix d'intervenir ou non. Avant de décider, il est nécessaire de répondre à trois questions :

1- Cette image représente-t-elle une lésion ?

Les résultats des examens histologiques pratiqués à partir de biopsies faites dans la région apicale montrent la présence d'un tissu pathologique (granulome ou kyste) dans environ 95% des cas ⁽⁴¹⁾. Ces réactions sont dues à la présence de toxines bactériennes présentes dans le canal ^(1, 25, 42) ou dans le périapex ^(43, 44).

Certaines images peuvent toutefois être associées à un défaut osseux non pathologique comme une cicatrice fibreuse résultant d'une chirurgie apicale ou à une étiologie non dentaire comme un cémentome.

2-Quels sont les risques si la lésion n'est pas traitée ?

Les risques de laisser une lésion péri-apicale sans traitement ne sont pas vraiment connus. Les répercussions sur l'état général ne sont pas négligeables. Sur le plan local, le risque possible d'apparition d'un épisode aigu est estimé à moins de 5 % par an ⁽⁴⁵⁾. Il est admis que la flore bactérienne présente dans les canaux des dents traitées est différente de celle présente lorsque la pulpe est nécrosée ⁽⁴²⁾ mais la relation avec le risque local n'est pas connue. Les faibles risques sur le plan local et sur le plan général sont la source d'appréciations très diverses du degré de gravité d'une LIPOE asymptomatique ⁽⁴⁶⁾.

3- Quels sont les risques liés à l'intervention ?

En clinique, pour réintervenir par voie coronaire, il est souvent nécessaire de déposer une couronne et un ancrage radiculaire. Cette opération peut fragiliser la structure dentaire ou provoquer une fracture et compromettre la conservation de la dent. Le retraitement chirurgical peut comporter des risques anatomiques comme la lésion du nerf dentaire inférieur par exemple.

5.2.3. Troisième décision : Retraitement ou extraction :

Lorsque le patient se présente avec une racine dévitalisée présentant une infection, cela nécessite forcément une intervention invasive afin de supprimer l'abcès. Deux choix s'offrent alors à nous : La reprise de traitement de racine ou l'extraction de la dent et la pose d'un implant dentaire.

Le choix de retraiter ou d'extraire tient essentiellement dans la réponse à ces questions : « La dent pourra-t-elle être restaurée de façon durable après le retraitement ? », « Le patient veut-il garder ses dents ? »

Certains facteurs ne peuvent, par nature, être mesurés objectivement mais sont importants pour l'établissement du plan de traitement :

- Les attentes du patient sont à identifier clairement et doivent participer à la prise de décision. Certains patients peuvent désirer la conservation absolue de leurs dents, d'autres y être indifférents ou exiger leur avulsion. Lorsque le patient souhaite préserver ses dents, il doit être informé des conséquences potentielles et des risques éventuels encourus.
- Si la reprise de traitement endodontique est décidée, les résultats du traitement envisagé doivent avoir un pronostic favorable à long terme.
- Les patients attendent un traitement adéquat, une restauration compatible avec la santé bucco-dentaire et de l'esthétique selon leur point de vue.
- L'aspect financier est inévitable, les solutions de remplacement prothétique implantaire d'une dent étant généralement plus onéreuses que celle de la prothèse conventionnelle ⁽⁴⁷⁾.
- Le bon suivi du traitement, quel que soit celui qui est envisagé, par le patient est essentiel. La masse bactérienne et la nature des bactéries présentes ont un impact important sur la progression des maladies parodontales et sur la conservation des dents au parodonte réduit stabilisé. Un contrôle de plaque efficace et une thérapeutique parodontale de maintien régulière sont donc des atouts pour l'amélioration du pronostic individuel ⁽⁴⁸⁾.
- les tissus péri-implantaires souffrent également de la présence de plaque dentaire en grande quantité et, chez les patients au contrôle de plaque inefficace et non motivés, peuvent s'y développer des péri-mucosites ou des péri-implantites ⁽⁴⁹⁾.

5.2.4. Quatrième décision : Retraitement orthograde ou rétrograde :

Les études de résultats cliniques comparant les procédures du retraitement chirurgical et non chirurgical n'ont pas montré de différence systématique ⁽⁵⁰⁻⁵²⁾ et, par conséquent, l'option choisie est basée principalement sur des facteurs spécifiques au cas tels que l'accessibilité au système canalaire, la qualité technique d'obturation des racines, une évaluation des risques et des coûts monétaires et des préférences du dentiste et du patient.

Une indication typique de retraitement non chirurgical est un cas « défaillant » dans lequel les canaux radiculaires sont mal scellés. S'il semble possible d'améliorer la qualité de l'instrumentation et d'obturation précédentes, une approche non chirurgicale devrait être envisagée, bien que les coûts monétaires augmentent si les couronnes, les bridges et les poteaux doivent être retirés et remplacés plus tard, et le retrait d'un poteau pourrait augmenter le risque de relâchement du bridge ou de fracture radiculaire. Les patients doivent recevoir suffisamment d'informations pour guider leurs décisions, et une voie non chirurgicale ou « orthograde » peut être rejetée par le patient s'il estime que les coûts ou les risques de la procédure sont inacceptablement élevés. En outre, le développement récent de techniques microchirurgicales moins invasives a remis en question la vision qui prévalait auparavant du retraitement non chirurgical comme l'option de première ligne pour gérer « l'échec endodontique ».

5.2.4.1. L'indication du retraitement orthograde :

- Dent stratégique dans le plan de traitement global.
- Délabrement coronaire autorisant la pose d'un champ opératoire étanche (avec reconstitution pré-endodontique si nécessaire) et la réalisation d'une restauration d'usage fonctionnelle et esthétique suite au retraitement.
- Ancienne restauration prothétique à refaire pour raisons esthétiques, fonctionnelles ou biologiques (examen clinique à confronter à l'examen radiographique).
- Présence d'un calage occlusal qui empêchera l'égression dentaire et qui participera aux remaniements osseux pour la cicatrisation périradiculaire.
- Absence de pathologie parodontale sévère associée (le parodonte doit être sain ou assaini).

La possibilité de la reprise du traitement par voie chirurgicale doit être également prise en compte. L'évolution dans la dernière décennie des technologies, des matériaux et des aides optiques a rendu l'endodontie chirurgicale plus prévisible et en a indirectement étendu les indications.

Il faut néanmoins garder à l'esprit que, sauf dans les cas d'accès favorable et anatomique peu complexes, l'obturation à retro ne concerne qu'une profondeur limitée de la partie apicale du canal, laissant ainsi le reste du réseau canalaire non nettoyé et non obturé. Cette technique peut donc s'avérer insuffisante pour éviter la percolation des irritants toxiques dans les tissus périapicaux qui conduira à terme à une récurrence.

Il va de soi que, parmi les indications d'endodontie chirurgicale citées ci-dessous, aucune ne constitue une indication d'intervention en première intention, et que le traitement chirurgical ne sera considéré qu'après un examen clinique minutieux permettant un diagnostic différentiel avec d'autres pathologies, telles que les fêlures verticales, et seulement après une tentative de retraitement par voie orthograde.

5.2.4.2. L'indication du retraitement rétrograde (53, 54):

5.2.4.2.1. Les indications anatomopathologiques :

Les calcifications totales du système canalaire, rendant les canaux indécélables et le traitement endodontique dangereux par les risques de perforations qu'il entraîne.

Les résorptions inflammatoires internes-externes communicantes rendant la portion apicale du canal impossible à négocier.

Certaines aberrations anatomiques où le nettoyage et l'obturation complète de l'ensemble du système canalaire sont impossibles, comme dans certains cas (dens in dente).

5.2.4.2.2. Les indications iatrogènes :

Dans les cas où l'échec résulte de manœuvres iatrogènes dans le tiers apical et qui ne peuvent être réparées par la voie orthograde uniquement (déchirure foraminale, associée ou non à un dépassement important de matériau d'obturation).

Dans ces cas, même si une chirurgie est indiquée, il est recommandé de réaliser, si possible, un retraitement par voie orthograde d'abord, afin d'assainir le système canalaire.

La chirurgie endodontique tire ses indications des limites techniques ou des échecs du retraitement par voie coronaire. Ainsi, sauf cas exceptionnel, l'approche non chirurgicale, bien que parfois plus longue et plus contraignante, doit être préférée à une approche chirurgicale de première intention.

6. Procédure du retraitement endodontique orthograde :

La stratégie clinique lors d'un RTE orthograde est devisée en deux temps :

- Le temps coronaire qui permet l'accès aux orifices canaux et la mise à nu du plancher pulpaire.
- Le temps radiculaire qui permet d'atteindre la longueur de travail souhaitée.

Le principe est d'éliminer la totalité des éléments empêchant la RTE, qu'ils soient coronaires ou radiculaires⁽⁵⁵⁾. Les procédés sont nombreux, aucun n'est universel, mais beaucoup sont complémentaires. C'est pourquoi, il est nécessaire de connaître les principaux, leur mise en œuvre et leurs indications.

6.1. Temps coronaire :

L'objectif du temps coronaire est de mettre à nu le plancher pulpaire, de rectifier la cavité d'accès endodontique, et d'objectiver les entrées canales dans leur totalité. Son principe est d'éliminer la totalité des matériaux étrangers de reconstitution⁽⁵⁶⁾ :

- Restauration plastique foulée.
- Ciments.
- Coiffe prothétique.
- Vis ou tenon d'ancrage.
- Restauration corono-radiculaire coulée.

6.1.1. Elimination des matériaux plastiques foulés :

L'élimination des restaurations coronaires plastiques correctes, sans ancrage radiculaire, n'est pas nécessaire voire même contre-indiquée. De telles restaurations vont faciliter l'obtention d'une cavité d'accès à quatre parois, la mise en place de la digue et la rétention d'obturation provisoire en interséance. Néanmoins, devant des restaurations coronaires défectueuses ou en présence d'ancrage radiculaire, la dépose des restaurations s'impose⁽⁵⁷⁾, pour excaver les lésions carieuses, évaluer et traiter les fuites coronaires et pour déposer les matériaux d'obturation des canaux radiculaires. .

Les matériaux de restauration (amalgames, composites, ciments verres ionomères) sont éliminés en bloc, sans morcellement excessif. L'obturation est d'abord séparée des parois dentinaires par

l'action clivante d'une fraise fissure turbine fine. Un insert à ultrasons fin et pointu, utilisé à forte puissance sous spray, est actionné au niveau de la tranchée, permet ensuite de mobiliser l'obturation et de la faire basculer hors de sa cavité. Si le radiogramme rétro-alvéolaire révèle la présence d'un ancrage radiculaire, il faut apporter la plus grande attention à ne pas détériorer la tête de celui-ci notamment s'il s'agit d'un « screw-post ». L'utilisation prolongée des ultrasons peut provoquer la fragmentation de l'obturation qui libère la tête de l'ancrage ou d'un cône d'argent. De cette manière, celle-ci est conservée intacte, ce qui facilite sa dépose ultérieure^(57, 58).

En cas de restauration à l'amalgame, et afin de limiter l'ingestion de mercure et de ses vapeurs par le patient, on s'efforcera de déposer l'obturation sous digue. Cependant, dans certaines situations cliniques, une aspiration chirurgicale à fort débit palliera l'absence d'isolement⁽⁵⁷⁾.

En cas de restauration au composite, la reconstitution est supprimée par usure avec un instrument rotatif utilisé sous spray abondant. La distinction entre le composite et le tissu dentaire peut être délicate en fonction de la teinte du matériau. Pour préserver un maximum de tissu dentaire, l'utilisation d'inserts sonores ou ultrasonores favorise la précision du geste, et surtout l'excellent contrôle visuel de l'acte.

6.1.2. Dépose d'éléments prothétiques :

Un élément prothétique peut être supprimé soit par un descellement ou par un démontage (tableau.3).

Le descellement est la procédure qui consiste à désintégrer le joint de scellement assurant la rétention de la couronne sur le moignon ; la structure prothétique est intégralement conservée. Solution de choix pour les couronnes provisoires, le simple descellement est rarement suffisant pour déposer un élément unitaire définitif. Le descellement est obtenu grâce à un choc ou une force extractrice qui provoque la fracture du joint de ciment.

Le démontage destructif consiste à couper à travers la couronne avec une fraise en carbure (fraise transmetallique).

Tableau 3 Tableau de classification pour la dépose des couronnes et des bridges⁽⁵⁹⁾.

Descellement	Conservateur	Les ultrasons L'arrache-couronne Arrache-couronne automatique : Safe Relax d'ANTHOGRYR Coronaflex de KAVO Pastille de RICHWILL Crown tractors
	Semi-conservateur	WAMkey Metalift
Démontage	Destructif	Fraises en carbure tungsten

6.1.2.1. Ultrasons :

Les ultrasons sont des ondes vibratoires élastiques, dont les fréquences sont comprises entre 15 Kilohertz et plusieurs centaines de Mégahertz. Les appareils dentaires émettent des ultrasons à des fréquences de l'ordre de 25000 à 32000 Hertz.

Les ultrasons vont venir en complément des différentes techniques de dépose que nous allons traiter, Il existe plusieurs types d'inserts qui sont en acier inoxydable, interchangeables et stérilisables.

Selon leurs formes, ils restituent différemment les ultrasons :

- Fin et courbé : Transmission dans les trois plans de l'espace.
- Fin et coudé : Transmission transversale des ondes (détartrage).
- Epais et peu courbé : Transmission dans l'axe (descellement).

En cas des restaurations coronaires périphériques coulées

La technique de descellement est semblable pour les couronnes métalliques ou céramo-métalliques.

L'insert est appliqué dans l'axe présumé de la préparation, afin que l'énergie ultrasonore se dissipe au mieux dans le sens du descellement. Il faut veiller à ne pas appuyer trop fort sur la surface prothétique pour éviter l'absorption de l'onde par la pièce à main (fig.7).

On rappelle que l'énergie ultrasonore se dégage toujours à la jonction dentine-ciment de scellement sur une épaisseur très faible.

En fonction du type de ciment, la liaison à l'hydroxyapatite de la dentine est chimique ou mécanique.

Les parois des tubulis sont soumises aux fortes vibrations pendant deux à trois minutes et finissent par céder.

On se rend compte de l'efficacité du système lorsqu'on voit apparaître de la boue cimentaire dans le sulcus gingival, signe de délitement du ciment.

Il faut agir tout de même avec précaution avec la céramique pour éviter de l'abîmer.

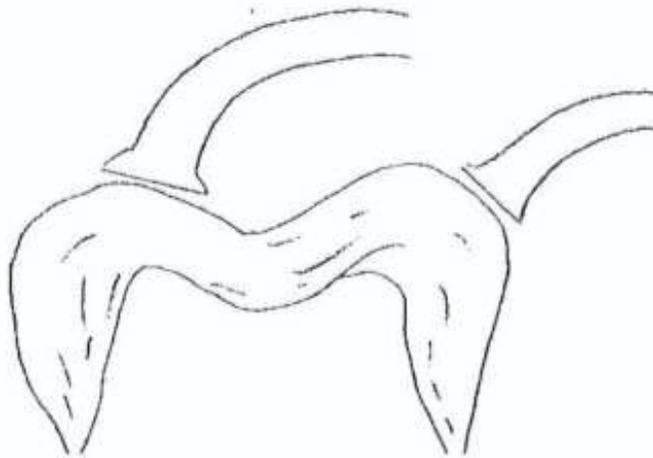


Figure 7 Position de l'insert à ultra-sons pour obtenir une dispersion des ultra-sons dans l'axe de la préparation⁽⁵⁶⁾

En cas des couronnes de type Richmond :

Si la facette est en résine, il faut l'enlever car celle-ci absorbe l'énergie ultrasonore.

L'insert est alors appliqué au sommet de la couronne de façon à placer l'onde incidente dans l'axe du tenon.

Cette couronne est ensuite déposée par traction et rotation dans l'axe du canal.

En cas d'un bridge :

On aborde chaque pilier du bridge séparément, et on les considère comme des couronnes unitaires.

Le descellement ultrasonore est applicable dans les cas suivants :

- Dent au parodonte sain : Une dent mobile absorbe une partie importante de l'énergie ultrasonore qui ne peut se dissiper au niveau du ciment de scellement.
- Ciment de scellement non résineux : Type orthophosphate de zinc. Les ciments résineux ne sont pas désintégrés mais échauffés lors du passage des ultrasons.
- Restaurations métalliques ou céramo-métalliques : Elles transmettent avec peu de perte les vibrations ultrasonores.
- Reconstructions en résine ou métallorésineuse : L'amortissement propre au module d'élasticité du matériau va empêcher la propagation de l'onde ; il convient donc d'éliminer cette couche de résine.
- Présence de couronnes coulées : Le descellement ultrasonore est préférable, car l'épaisseur du ciment y est faible. Au contraire, en cas de couronnes ajustées là où le ciment est plus épais, on choisit donc plutôt de les détruire.

A la mandibule, il faut parfois maintenir le menton pour éviter tout mouvement perturbateur⁽⁶⁰⁾.

6.1.2.2. L'arrache-couronne :

L'utilisation d'un arrache-couronne manuel avec les embouts conventionnels est fortement déconseillée pour la dépose des éléments unitaires scellés définitivement (fig.8). En activant la masselotte, une onde de choc amplifiée est transmise à la prothèse sur une seule des faces de la dent. L'inconvénient majeur est que la force est délivrée selon un axe imposé par l'embout, qui ne peut pas correspondre avec l'axe de descellement de la prothèse, puisque la force engendrée génère un mouvement de bascule (fig.9). Le risque de fracture d'un pan coronaire de la dent sous-jacente

est donc important. Si de surcroît la dent est porteuse d'un ancrage radiculaire, ce mouvement de bascule se transmet à la racine et peut provoquer une fêlure voire une fracture radiculaire (fig.10).



Figure 8 Exemple d'arrache couronne et de deux embouts de descellement⁽¹⁹⁾.



Figure 9 La force de descellement imposée par l'embout de l'arrache-couronne manuel⁽¹⁹⁾.



Figure 10 Le risque important de fracture radiculaire sur une dent porteuse d'une reconstitution à tenon⁽¹⁹⁾.

Des arrache-couronnes pneumatiques ou électriques sont également disponibles (fig.11), ces pièces à main se branchent sur le micromoteur ou l'air comprimé du fauteuil. Activés, ils délivrent des ondes de chocs répétées (jusqu'à vingt par seconde), dont la puissance et la fréquence sont modulables et contrôlables par l'utilisateur, et qui aboutissent à la désintégration du joint de scellement.



Figure 11 Safe Relax coffret complet ANTHOGRYR⁽⁶¹⁾.

Ces appareils, très efficaces, doivent être manipulés avec précaution surtout lors de l'utilisation des embouts rigides.

6.1.2.3. Le Coronaflex



Figure 12 Le Coronaflex⁽⁶¹⁾.

Le Coronaflex (fig.12) est une technique élégante et très utile pour effectuer le retrait du bridge. Cette méthode de suppression encourage une direction de traction axiale qui sert à atténuer les dommages à une prothèse. La procédure est facile, rapide et sûre, tout en étant confortable pour le patient. Le Coronaflex utilise de l'air comprimé pour produire des impulsions ultracourtes à la pointe de l'instrument pour briser le ciment de scellement. La méthode d'utilisation recommandée est la « technique du parachute ». Des fils métalliques sont bouclés à travers deux ou plusieurs embrasures du bridge, qui, à leur tour, sont reliés à une tige métallique. La pointe de la pièce à main pneumatique est ensuite placée contre la tige et, lors de l'activation, délivre une série de micro-impulsions qui rompent la liaison du ciment, permettant la suppression du bridge le long de son propre axe d'insertion(fig.13). De même, lorsqu'une dent est solidement enfoncée dans le parodonte, la technique du parachute est un moyen pratique de retirer un ancrage et un intermédiaire, en une seule pièce, d'une dent donnée ⁽⁶²⁾.



Figure 13 Protocole opératoire du Coronaflex⁽⁶¹⁾.

6.1.2.4. WAMKey :

Le WAMKey (WAM ; Aix en Provence, France, ou WAM ; Montréal, QC, Canada) est un système facile à utiliser et pratique pour retirer en toute sécurité la majorité des couronnes métalliques et/ou céramiques et bridges courts.

Le kit d'introduction comprend trois instruments à manche étroit avec des extrémités distales qui fournissent chacune une gamme de taille différente (Fig.14).



Figure 14 : WamKeys (WAM, Aix en Provence France, WAM, Montréal, QC, Canada)⁽⁵⁹⁾.

Trois étapes doivent être suivies (fig.15) :

Tout d'abord, une fente horizontale est créée avec une fraise transmétallique au milieu de la face vestibulaire de la couronne d'environ un millimètre en dessous de la rainure centrale de la surface occlusale de la restauration. Dans le cas d'une couronne céramo-métallique, une fraise ronde en diamant 016 (Komet) est utilisée avec irrigation à l'eau pour protéger la céramique et couper sous forme de cavité de classe V de black (conique) à travers la céramique et jusqu'à la sous-structure métallique(A).

Deuxièmement, une fraise transmétallique est utilisée pour couper le métal et créer une tranchée au milieu de la surface occlusale (B).

Troisièmement, un instrument WAMKey de taille appropriée est sélectionné, inséré dans cette tranchée, et tourné doucement pour élever la couronne à son axe (C-D)⁽⁵⁹⁾.

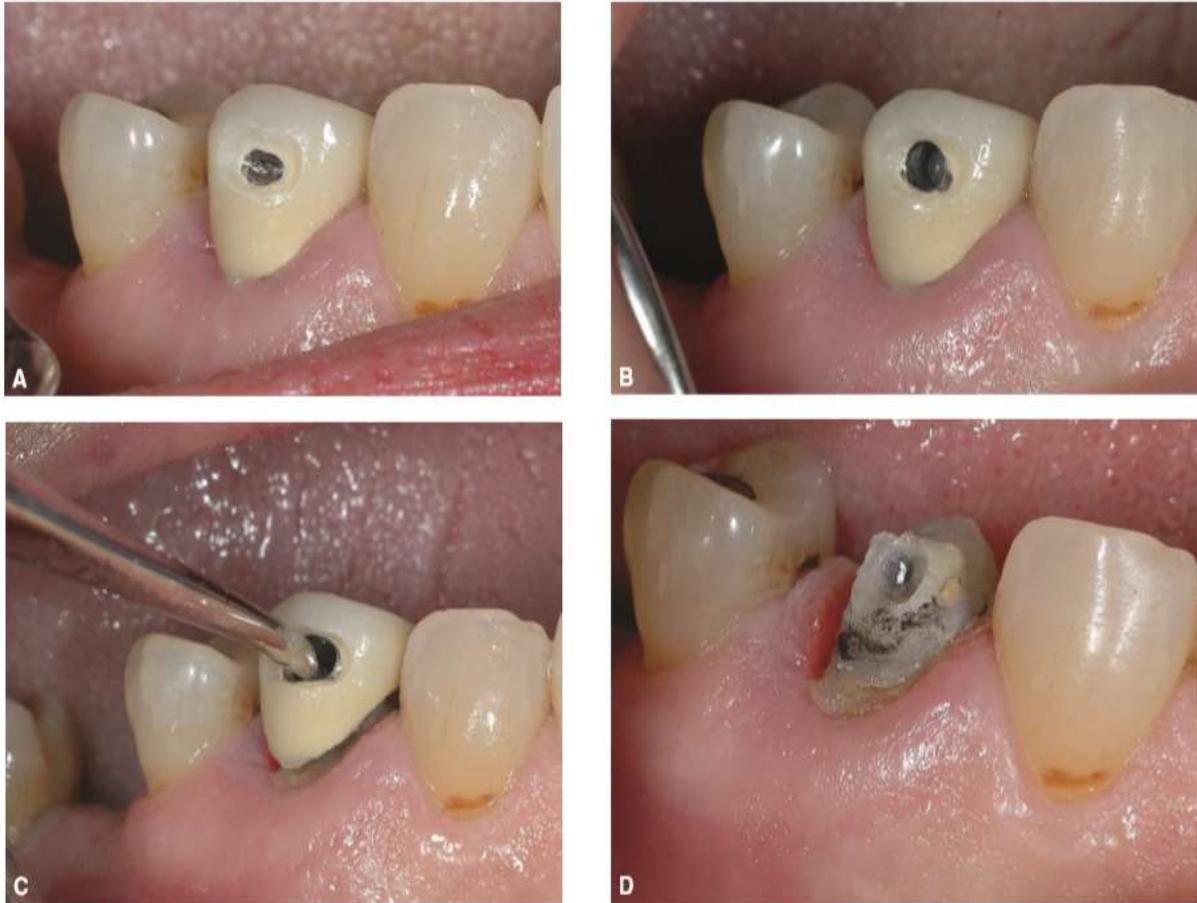


Figure 15 Protocole opératoire du WAMKEY⁽⁵⁹⁾.

6.1.2.5. *Metalift*[™] :

Le Metalift (Classic Practice Resources; Baton Rouge, Louisiane, États-Unis) (fig.16A) est conçu pour retirer en toute sécurité les inlays, les onlays, les trois quarts des couronnes, couronnes et bridges fixes afin que ces restaurations puissent être réutilisées, si on le souhaite⁽⁵⁹⁾. Le kit comprend tous les éléments nécessaires au démontage des couronnes et des bridges, dans le cas d'une couronne céramo-métallique ou bridge.

- La fraise cylindrique diamantée est utilisée pour perforer la céramique et exposer le métal sous-jacent (fig.16B)
- À l'aide du grossissement, créer un trou pilote avec une petite fraise ronde en carbure à travers le métal et la structure solide (fig.16C).

- Un foret hélicoïdal est utilisé pour créer un canal de précision dans le métal qui correspond exactement à la taille de l'instrument Metalift à utiliser plus tard dans la cinquième étape (fig.16D).
- Sur le fond, le matériau de la sous-structure est soigneusement enlevé en contact du métal afin de ne pas endommager le canal et pour éviter d'enfiler l'instrument Metalift dans la structure des dents.
- L'instrument Metalift est fileté à travers le métal jusqu'à ce que son extrémité distale entre en contact avec la dent et la rotation se poursuit pour soulever la couronne (fig.16E et F).

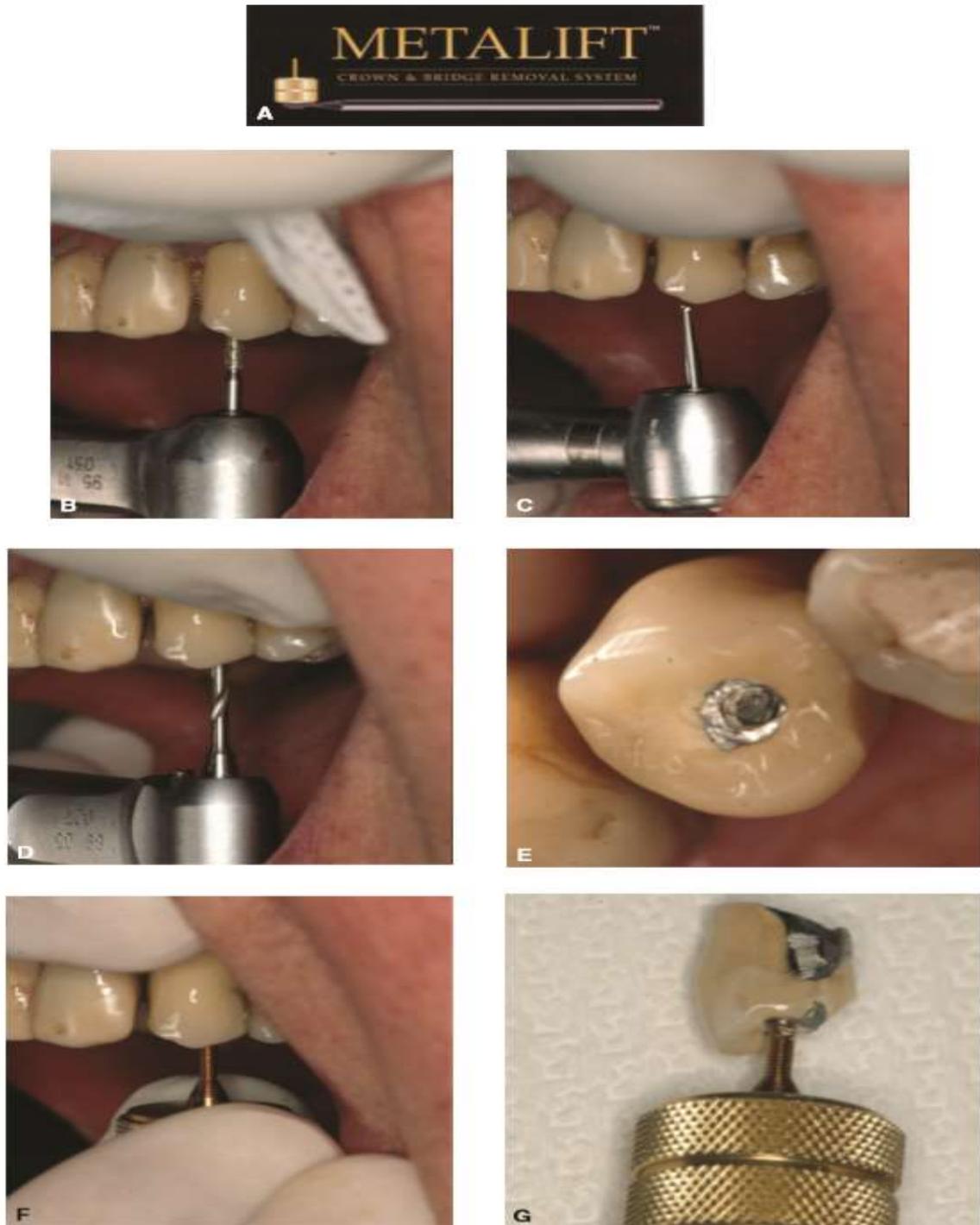


Figure 16 Protocole opératoire du METALIFT⁽⁵⁹⁾.

6.1.2.6. Pastille de RICHWILL :

Une résine thermoplastique hydrosoluble est disponible qui peut être adoucie dans de l'eau chaude et ensuite placée sur la dent. On demande au patient de mordre et de comprimer le bloc de résine à environ deux tiers de l'épaisseur originale de la pâte. Lorsque la résine a refroidi, elle durcit et on demande au patient d'ouvrir sa bouche rapidement, ce qui entraîne le descellement de la restauration coronaire(fig.17)⁽⁶³⁾.



Figure 17 Des photographies cliniques démontrant l'utilisation du décolleur des couronnes et des bridges type Pastille de RICHWILL⁽⁶³⁾.

6.2. Temps radiculaire :

6.2.1. Dépose des éléments radiculaires :

6.2.1.1. Dépose du tenon préfabriqué lisse :

Sont considérés comme « tenons lisses », les tenons préfabriqués sans pas de vis. En réalité, ils sont rarement totalement lisses, mais présentent une striation plus ou moins complexe dans laquelle s'insinue le ciment de scellement afin d'améliorer la rétention. En général en acier inoxydable, ils peuvent également être fabriqués en Titane. Le tenon peut être cylindrique, conique, ou cylindro-conique. À cause du parallélisme des parois, un tenon cylindrique sera plus délicat à déposer qu'un tenon cylindro-conique ou conique.

Après suppression du matériau de reconstitution coronaire, la tête du tenon est délicatement dégagée avec des inserts ultrasonores. Le descellement d'un tenon est obtenu par destruction du ciment ; l'utilisation des ultrasons est le moyen le plus simple et le plus rapide. Un insert massif (Insert ET PR®, Satelec France) ou présentant une boule à son extrémité (ProUltra® n°1 - Maillefer) utilisé à la puissance maximale du générateur, est placé sur la tête du tenon. L'énergie est ainsi transmise le long du tenon, et les vibrations provoquent la destruction du joint de scellement. L'insert est utilisé sans spray et est déplacé avec un mouvement de va-et-vient sur toute la hauteur accessible du tenon. L'insert ne doit jamais rester immobile.

Lorsque le tenon commence à être mobilisé, il est délicatement récupéré avec une précelle(fig.18). Dans le cas des tenons lisses, la moindre mobilisation du tenon indique son descellement ; il n'est donc pas nécessaire de prolonger les vibrations plus longtemps. L'énergie transmise par l'insert est transformée en chaleur ; utilisé sans spray, il n'y a pas de refroidissement possible. Il est donc important de vérifier et de contrôler l'échauffement de l'insert et du tenon en s'arrêtant régulièrement, afin de ne pas dépasser la température critique à la surface de la racine qui pourrait provoquer des lésions périapicales irréversibles⁽¹⁹⁾.

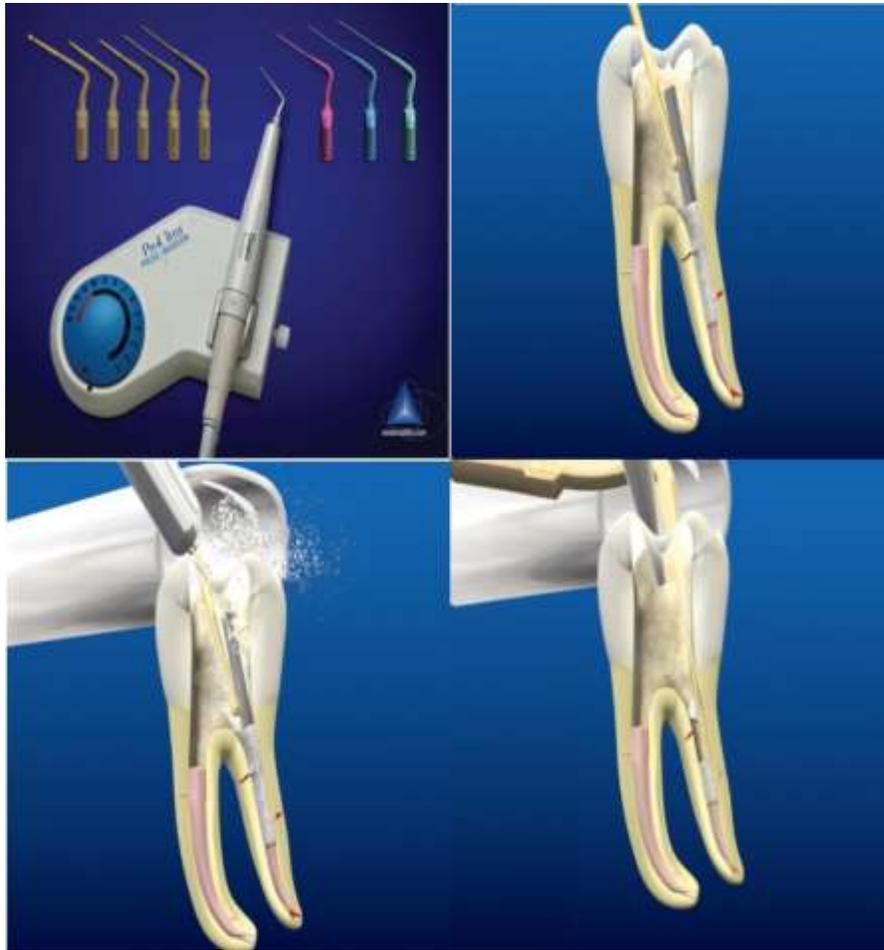


Figure 18 Protocole opératoire de dépose du tenon préfabriqué lisse avec le ProUltra ENDO⁽⁵⁹⁾.

6.2.1.2. Dépose du tenon préfabriqué avec un pas vis :

Il est en général facilement repérable sur une radiographie. Les plus couramment rencontrés sont les tenons types screw-post®, mais d'autres tenons présentent également un pas de vis (Flexipost®). Le vissage des tenons dans la dentine du canal radiculaire est de moins en moins utilisé comme élément de rétention, à cause des microfissures générées lors de la mise en place. Le pas de vis est dorénavant exploité comme élément de rétention secondaire ; enduit de ciment, il crée une réelle rétention mécanique.

Avant de descendre un tenon présentant un pas de vis, il n'est pas possible de savoir si celui-ci a été vissé dans le canal, ou simplement scellé ; mais dans les deux cas de figure, la procédure reste la même. Il est impossible de supprimer ce type de tenon par traction sans risquer de le fracturer. Le seul moyen de le déposer est de le dévisser.

Après avoir dégagé minutieusement le tenon, l'insert ultrasonore de descellement, activé à forte puissance (ProUltra® n°1) est placé sur sa tête. Tout en gardant le contact de l'instrument sur le tenon, un mouvement dans le sens antihoraire permet d'obtenir son dévissage(fig.19).

Des instruments, type tournevis manuels sont également disponibles pour dévisser ce type de tenons (fig.20).

La difficulté majeure dans cette situation est la préservation de la tête du tenon lors de son dégagement. La fragilité de l'alliage implique d'effectuer le dévissage avec précaution. La tête du tenon est d'abord dégagée ; un trépan calibreur permet d'adapter son diamètre à celui d'une filière. La filière est alors vissée sur la tête du tenon dans le sens antihoraire, ce qui entraîne le dévissage du tenon⁽¹⁹⁾.

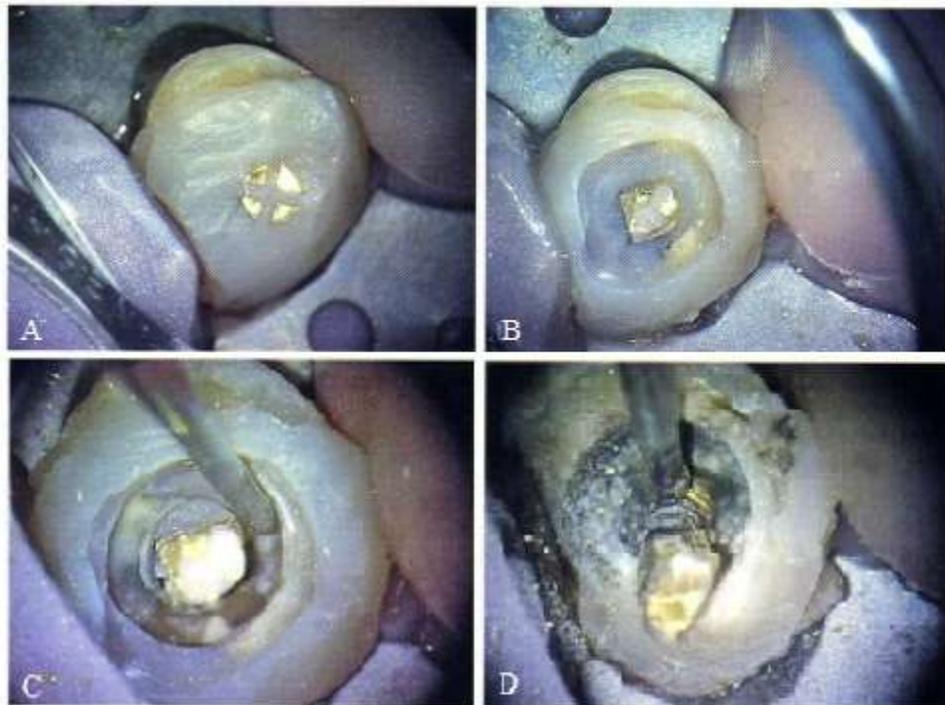


Figure 19 : Protocole opératoire de dépose du tenon préfabriqué avec un pas vis⁽¹⁹⁾.

A. La tête du tenon vissé est minutieusement dégagée avec une fraise.

B. Puis, un insert ultrasonore (ProUltra n°2 ou 3) afin de ne pas endommager la tête du tenon.

C. L'insert ultrasonore (ProUltra n°1) utilisé à puissance maximale est posé d'en continu sur la tête du tenon et est animé d'un mouvement de rotation dans le sens antihoraire.



Figure 20 Le Screwpost extraction Kit propose quatre filières tournevis de tailles différentes⁽¹⁹⁾.

En cas de fracture de l'extrémité coronaire du tenon, les inserts ProUltra® n°2 et 3 permettent d'abord de créer une tranchée de deux ou trois mm autour du fragment fracturé (fig.21A et fig.21B). Un insert boule est alors utilisé à puissance maximale en tournant dans le sens antihoraire afin de dévisser le fragment (fig.21C et fig.21D). Cette manœuvre doit préserver au maximum le tissu dentaire.

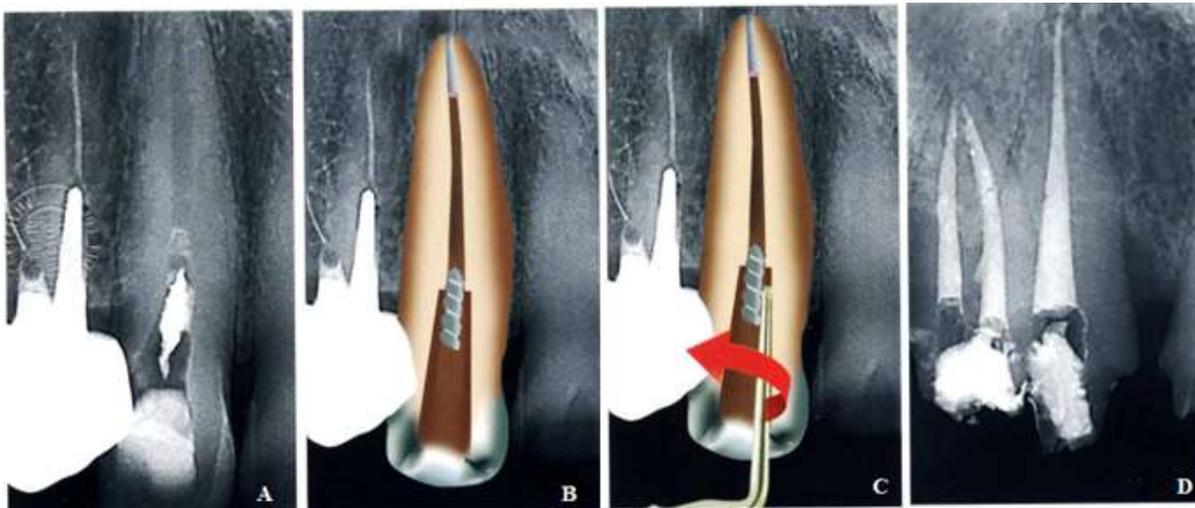


Figure 21 Protocole opératoire de dépose du tenon préfabriqué avec un pas vis à extrémité fracturée⁽¹⁹⁾.

6.2.1.3. Dépose du tenon anatomique coulé :

Le tenon anatomique a la particularité de s'adapter parfaitement à la forme du logement dans lequel ou il a été scellé. Sa rétention, et donc la force nécessaire pour obtenir son descellement, est d'autant plus importante quand le tenon est ajusté. Plus la longueur et le diamètre du tenon augmentent, plus la surface de scellement est importante. Les parois résiduelles étant fines, la dent reste particulièrement fragile. Un tenon cylindrique, large, long et adapté sera plus difficile à déposer

qu'un tenon conique, court et fin. Le tenon anatomique est principalement rencontré dans les reconstitutions par inlay-core ou par couronne monobloc. Comme pour le descèlement d'un tenon préfabriqué, la partie coronaire est dégagée par meulage par des fraises adaptées. La nature de l'alliage conditionne le temp et la difficulté du meulage. Cette étape est réalisée avec un contre-angle rouge sous spray abondant, et les fraises type transmétal sont renouvelées aussi souvent que nécessaire ; la reconstitution coronaradiculaire est ainsi transformée en tenon unitaire. Les vibrations aux ultrasons peuvent suffire pour desceller chaque élément ; en aucun cas le tenon ne doit être mobilisé latéralement avec une pince, le risque de fracture radiculaire étant trop important.

Actuellement, la méthode de dépose repose sur la technique de l'extracteur de Gonon® (fig.22) :

L'extracteur de Gonon® a été conçu pour déposer les tenons scellés. Récemment modifié, il est composé de quatre filières en acier inoxydable (au lieu d'acier carbone). Le sens de vissage des filières est inversé (ce qui permet aussi leur utilisation manuelle pour dévisser des tenons préfabriqués avec pas de vis). Enfin, un code couleur facilite l'utilisation du système.

Le principe d'utilisation est d'exercer une traction sur le tenon en prenant appui sur la dent elle-même. Par la conception même de l'extracteur, et grâce aux rondelles métalliques et en silicone fournies dans le coffret, la force d'extraction est toujours exercée dans l'axe de désinsertion⁽⁵⁸⁾. Correctement utilisé, l'extracteur de Gonon permet de déposer les tenons non vissés dans plus de 99,4 % sans risque de fracture radiculaire ⁽⁶⁴⁾.



Figure 22 Le déménageur Gonon® Universal⁽¹⁹⁾.

Technique d'utilisation⁽¹⁹⁾ :

1. L'inlay-core, ou la couronne monobloc, doit d'abord être transformé, par fraisage, en un tenon unique, afin d'en adapter le diamètre et la forme (cylindrique) à celui des filières à utiliser.
2. La pointe du tenon est ensuite émoussée avec la fraise diamantée.
3. Le diamètre du tenon est jaugé afin de sélectionner, parmi les quatre filières disponibles, celle qui correspond à la taille du tenon.
4. Avec le trépan correspondant à la filière choisie, le tenon est calibré sur toute sa partie émergente (fig.23).
5. Sur la filière sont placées (du mandrin vers l'extrémité) (fig.23B) :
 - a. Une rondelle plate en laiton.
 - b. Une rondelle en acier convexe (si les bords de la racine ne sont pas réguliers).
 - c. Une rondelle en silicone (au contact de la dent).
6. La filière est alors vissée sur le tenon, sans force excessive, en tournant dans le sens antihoraire ; un pas de vis est ainsi créé par la filière dans le métal du tenon (fig.23C).
7. L'ensemble est vibré en plaçant un insert ultrasonore sur la filière.
8. L'extracteur de Gonon® est positionné et la molette tournée lentement et régulièrement dans le sens horaire. La rotation de la molette entraîne l'écartement des mors de l'extracteur : Le mors inférieur prend appui sur la dent, et le mors supérieur exerce une traction sur la filière, et par extension sur le tenon, dans le même axe (fig23D).
9. Le descellement se fait d'un coup bref et le retraitement endodontique peut alors être réalisé (fig.23E et fig.23F).

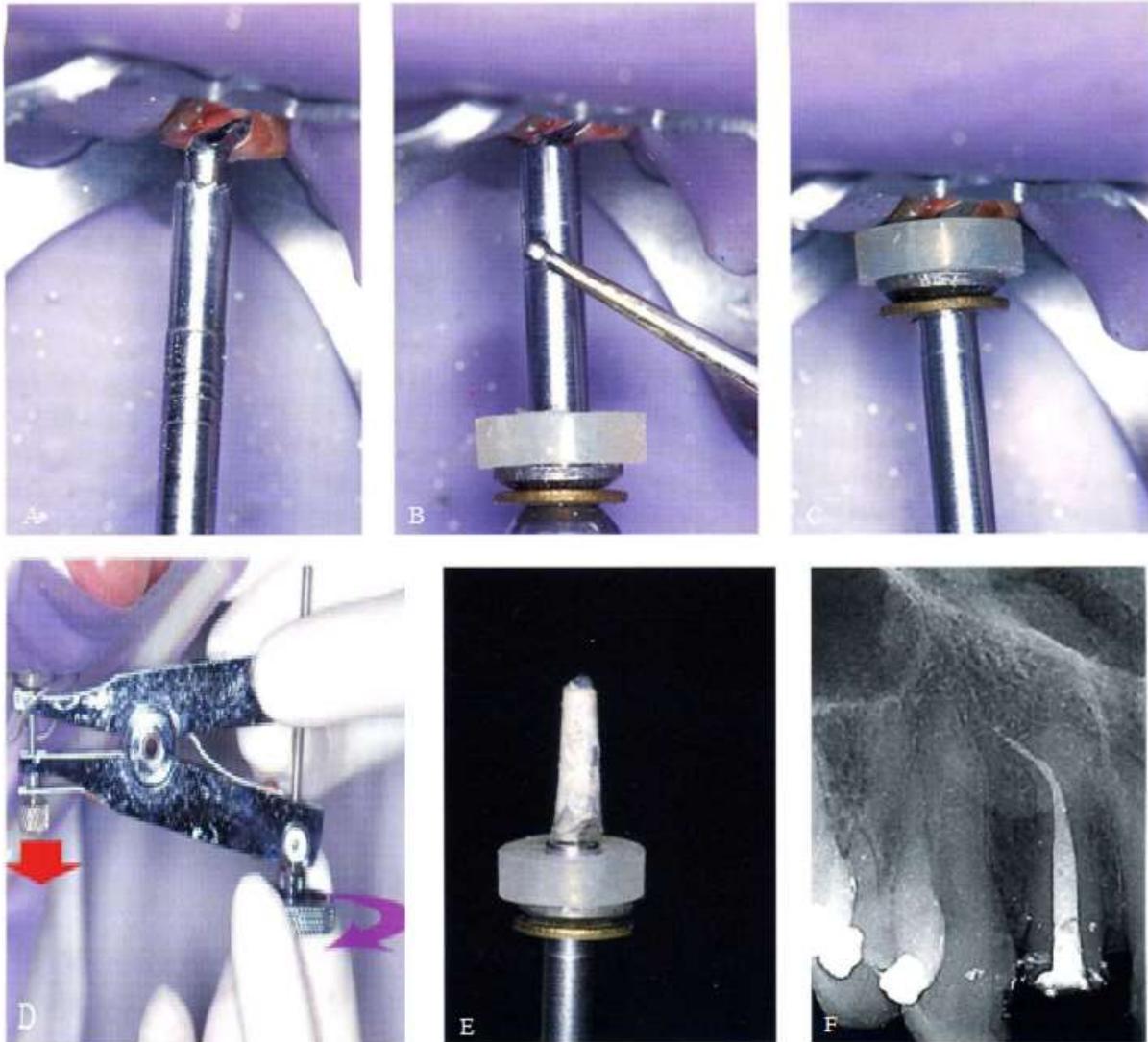


Figure 23 Protocole opératoire de dépose du tenon anatomique coulé avec l'extracteur de Gonon⁽¹⁹⁾.

6.2.1.4. Dépose du tenon fibré :

Depuis quelques années, les tenons non métalliques sont de plus en plus utilisés pour la réalisation des reconstitutions corono-radiculaires collées. Ces tenons sont composés de fibres de carbone (tenons noirs) ou de quartz (tenons blancs), tendues parallèlement entre elles, noyées dans une matrice résineuse. Quelle que soit leur composition, ces tenons ne sont pas radio-opaques, et l'image radiographique ressemble à celle d'un canal vide. Collés dans le logement préparé à les recevoir, ils ne peuvent être démontés, et sont supprimés par fraisage (fig.24A à fig.24B).

Technique d'élimination des tenons fibrés⁽¹⁹⁾ :

1. La reconstitution coronaire est supprimée et la chambre pulpaire est complètement nettoyée. Contrairement aux tenons métalliques, la tête du tenon n'est pas conservée (fig.24C).
2. À l'entrée du canal, un avant-trou est réalisé au milieu du tenon avec une fraise boule de petit diamètre (fig.24D).
3. La longueur du tenon est évaluée sur la radiographie préopératoire et est reportée avec un stop en silicone sur un foret de Gates n° 1.
4. La tête du foret de Gates est placée dans le pré-trou puis mise en rotation à 800 tours/min ; la tête du foret s'engage lentement dans l'épaisseur du tenon, entre les fibres (fig.24E).
5. Le trajet, ainsi réalisé dans l'épaisseur du tenon, est alors élargi avec des forêts de Gates n° 2, n°3 puis n° 4 (fig.24F), permettant au traitement d'être réalisé (fig.24G et fig.24H).

Certains auteurs préconisent l'utilisation d'inserts ultrasonores pour supprimer ces tenons ; leur utilisation sur les tenons en fibres de carbone est longue et délicate car elle génère une poussière noire désagréable.

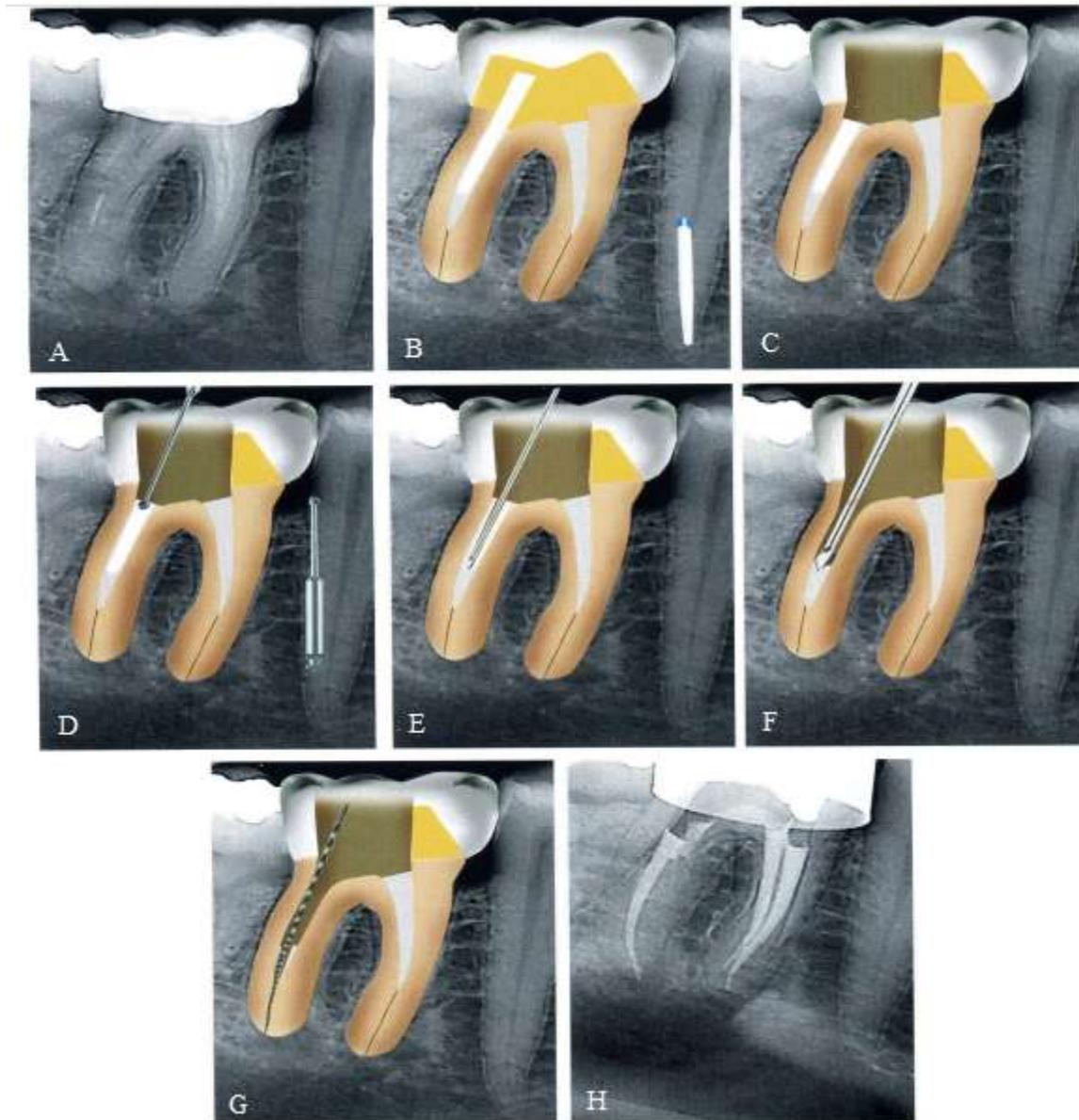


Figure 24 Protocole opératoire de dépose du tenon fibré ⁽¹⁹⁾.

6.2.1.5. Dépose du tenon en céramique :

Les tenons en céramique sont collés dans le canal. Leur élimination est difficile, car ils ne peuvent pas être décollés ; la dureté du matériau rend impossible toute possibilité de filetage, de vibration aux ultrasons, ou de préhension. La seule solution pour les supprimer est le fraisage *in situ* (fig.25A à fig.25F). Cette opération est délicate, et doit impérativement être réalisée avec des loupes ou un microscope. Des radiographies peropératoires permettent de contrôler l'axe de fraisage et d'éviter

une perforation radulaire. Les fraises diamantées ou en carbure de tungstène doivent être renouvelées aussi souvent que possible. Le meulage du tenon est fait sous spray abondant pour éviter tout échauffement engendré par le fraisage de la céramique, préjudiciable aux tissus parodontaux ⁽¹⁹⁾.

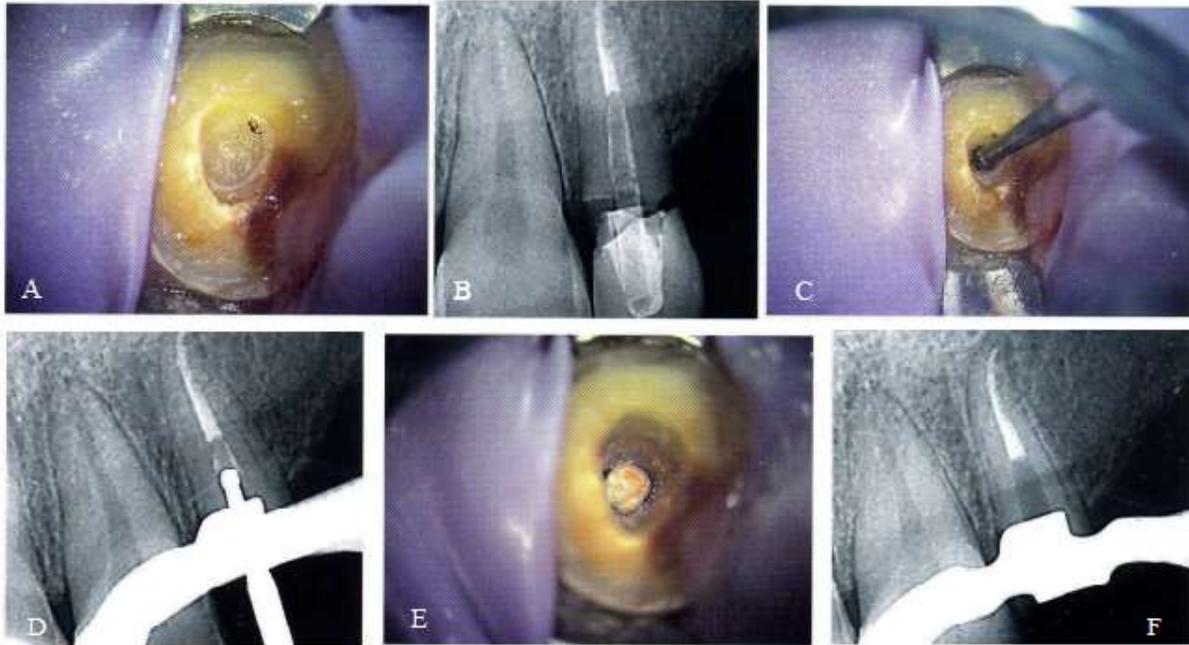


Figure 25 Protocole opératoire de dépose du tenon en céramique par fraisage in situ⁽¹⁹⁾.

A et B : Vue clinique et radiographie préopératoire d'une incisive latérale avec un tenon en céramique fracturé.

C : Le tenon est meulé délicatement avec une fraise en carbure de tungstène utilisée avec un contre-angle bague rouge, à grande vitesse, et sous spray abondant.

D : La progression de l'instrument est contrôlée par des radiographies qui permettent de vérifier l'axe de fraisage.

E : De proche en proche, le tenon est supprimé complètement, permettant un accès au matériau d'obturation endodontique.

F : Radiographie postopératoire.

6.2.2. Elimination des matériaux d'obturation intracanaux et accès aux foramina apicaux :

La phase de désobturation est régie par des règles simples qui doivent être scrupuleusement respectées afin d'éviter des complications supplémentaires, et ce quel que soit le choix de la technique :

- a. Dès les premiers millimètres de pénétration, l'entrée canalaire doit être redressée et relocalisée afin d'assurer un accès direct au canal, et permettre à la pointe des instruments de travailler de manière contrôlée lors de la désobturation (fig.26A et fig.26B). Si cette relocalisation n'est pas réalisée, les instruments sont gainés coronairement et leur pointe ne peut pas travailler dans l'axe du canal (fig.26A), faisant courir le risque d'une butée ou d'une perforation latérale. La relocalisation est réalisée à l'aide de foret de Gates ou d'instruments nickel-titane de conicité majorée, dédiés à cette utilisation. À ce stade, les instruments employés pour la relocalisation des entrées canalaire ne doivent jamais être forcés apicalement, mais insérés dans le canal sur deux ou trois mm de profondeur, puis utilisés avec un mouvement de retrait, en appui sur la paroi qu'il est nécessaire d'éliminer⁽¹⁹⁾.

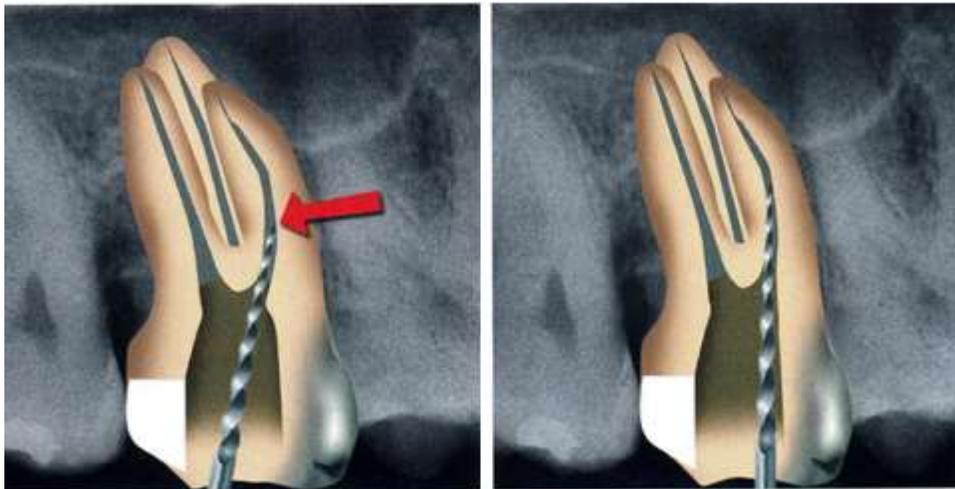


Figure 26 Le redressement et la relocalisation de l'accès coronaire⁽¹⁹⁾.

- b. Le matériau d'obturation doit être éliminé latéralement au fur et à mesure de la progression des instruments dans le canal ; ceci évite le refoulement du matériau dans la région périapicale.

- c. Les instruments doivent être régulièrement essuyés avec une compresse afin de maintenir leur efficacité, de vérifier la présence de matériau dans les spires et d'observer tout signe de dés spiralisation, précurseur de fracture.
- d. Dès que la progression est bloquée, les limes ne doivent être jamais forcées, une radiographie permet de visualiser la cause au blocage. La poussée apicale en rotation lors du blocage est la principale cause de la création de perforations iatrogènes lors des reprises de traitement. Deux cas de figures peuvent alors se présenter :
 - Il subsiste du matériau dans le canal et le blocage est dû à l'utilisation d'un instrument de diamètre trop important.
 - La limite de l'ancienne obturation a été atteinte, et la poursuite de la pénétration de l'instrument est empêchée par une butée ou par une calcification naturelle du canal.

Dans les deux cas, des limes plus fines précourbées permettent de poursuivre la désobturation ou de passer la butée afin de tenter de retrouver la perméabilité du canal⁽¹⁹⁾.

6.2.2.1. Élimination des pâtes d'obturation :

Une fois la cavité d'accès redessinée, le plancher nettoyé, et les canaux supplémentaires recherchés, une sonde droite est utilisée pour tester la dureté du matériau d'obturation. Une goutte de solvant est déposée dans la chambre pulpaire à l'aide d'une pipette spéciale et la sonde permet de tester son action sur le matériau. Bien qu'il subsiste encore des canaux obturés avec des résines insolubles, la majorité des pâtes d'obturation utilisées actuellement sont à base d'oxyde de zinc-eugénol et sont solubles dans la plupart des solvants disponibles⁽¹⁹⁾ :

- Solvants à base d'acétate d'éthyle (DPC7®, Dentsply - DMS IV®, Maillefer).
- Solvants à base de tétrachloréthylène (Endosolv E®(fig.27), Septodont - Désocclusol®, Pierre Rolland).
- Essence d'orange (Dentsply).
- Xylène.



Figure 27 Endosolv "E" est un solvant pour l'eugénate à base pâtes alors que l'Endosolv "R" est le solvant pour les pâtes à base de résine⁽⁵⁹⁾.

6.2.2.1.1. Élimination des résines insolubles :

Si le matériau d'obturation s'avère insoluble (résine phénoplaste ou bakélite), la technique de désobturation consiste à fragmenter le matériau en utilisant une combinaison d'inserts et de limes ultrasonores de diamètre 20/100 ou 25/100 (Satelec) dont l'extrémité a été sectionnée afin de les rendre plus agressives, dans la partie coronaire du canal.

Les inserts permettent de désintégrer le matériau sur les premiers millimètres, puis les limes ultrasonores permettent de désobturer un peu plus loin dans le canal.

Les instruments ultrasonores ne doivent être utilisés que dans les portions rectilignes du canal, et sous contrôle visuel.

Les premiers millimètres désobturés, des limes manuelles en acier, précurbées en fonction de la courbure du canal, permettent de travailler plus apicalement.

Les résines utilisées étant souvent plus dures que la dentine canalaire, il est impossible de se fier à sa sensibilité tactile pour guider la progression et la poussée des instruments. Ainsi, ce travail, souvent long, fastidieux et dangereux (surtout dans le cas de canaux courbes) doit être accompagné de prises régulières de radiographies, orthogonales et excentrées, afin de vérifier que l'instrument progresse toujours dans l'axe du canal et d'éviter toute fausse route et perforation. Parfois, du fait de la méthode mise en œuvre pour ce type d'obturation, la portion coronaire du matériau est la plus dense, et après avoir éliminé aux ultrasons les premiers millimètres, la progression dans le canal s'avère sans difficulté particulière⁽⁵⁹⁾.

6.2.2.1.2. Élimination des pâtes solubles :

La procédure repose sur l'utilisation de quantités plus ou moins importantes de solvants et d'instruments suffisamment rigides, en choisissant leur diamètre par rapport à celui du canal, pour permettre une pénétration en rotation et en poussée. Le principe est d'utiliser les instruments de plus gros diamètre, dans un premier temps, pour désobturer le canal coronairement et permettre aux instruments plus fins de désobturer la partie plus apicale, dans un second temps. Tous les instruments possédant une certaine rigidité, qu'ils soient manuels en acier ou rotatifs en nickel-titane (avec un avantage certain de rapidité pour ces derniers), seront efficaces pour l'élimination des matériaux solubles.

La quantité de solvant à utiliser dépend de la dureté et de la composition du matériau. Une quantité trop importante rendra le matériau trop liquide et empêchera son élimination par les instruments. Le matériau doit être rendu suffisamment mou pour permettre aux instruments de « mordre », mais doit en même temps rester suffisamment dur pour permettre son élimination sous forme de « copeaux », surtout dans le cas d'utilisation d'instruments rotatifs en nickel-titane.

- S'il s'agit d'un canal obturé sur toute la longueur, la désobturation est rapide et ne présente aucune difficulté. Néanmoins, toutes les précautions doivent être prises pour prévenir l'extrusion de matériau dans les tissus périapicaux.
- S'il s'agit d'un canal où l'obturation s'arrête à distance de l'apex, deux cas de figures peuvent se présenter :

- La portion canalaire située apicalement à l'obturation est perméable, et il n'y a pas de calcification et/ou de butée. Cette portion n'en sera pas moins explorée et perméabilisée avec des limes manuelles en acier de petit diamètre.

- Une butée a été créée à l'extrémité de l'ancienne obturation lors de la précédente tentative de traitement, et la portion canalaire apicale peut éventuellement être calcifiée. Ces cas peuvent en outre être compliqués par la présence de courbures visibles ou non à la radiographie. Dans ces cas, les instruments rotatifs nickel-titane ne seront d'aucun secours pour retrouver la perméabilité canalaire.

La désobturation peut être réalisée⁽¹⁹⁾ :

Avec des limes manuelles en acier :

Pour les praticiens non équipés en instruments nickel-titane rotatifs, l'instrument manuel de choix est la lime H (racleur), qui possède une pointe relativement agressive et qui permet d'éliminer latéralement la pâte par mouvement de traction, au fur et à mesure de sa progression dans le canal. Un foret de Gates est d'abord utilisé pour désobturer l'entrée canalaire (sur deux ou trois mm maximum) et relocaliser l'entrée des canaux du côté opposé à la furcation (fig.28A, fig.28B), permettant ainsi d'une part d'assurer un accès direct aux instruments manuels et d'autre part de créer un réservoir coronaire plus important. Une goutte de solvant est déposée dans l'espace ainsi créé, et une lime H de 21 mm de long (dont le diamètre est choisi en fonction du diamètre du canal) est alors utilisée pour progresser dans le canal (fig.28C). Au fur et à mesure de la progression, les parois latérales sont nettoyées et le canal irrigué à l'hypochlorite de sodium. Le canal est séché, du solvant y est rajouté et la lime est réutilisée. Dès que cette première lime commence à bloquer et refuse d'avancer plus apicalement, elle est remplacée par une lime de diamètre inférieur (fig.28D et fig.28E). Dès que deux limes successives refusent de progresser, une radiographie de contrôle est réalisée. En cas de présence de butée, une lime K de petit diamètre, précurbée est utilisée pour retrouver la perméabilité canalaire et établir la longueur de travail (fig.28F, fig.28G). La partie apicale du canal peut alors être mise en forme, nettoyée et obturée (fig.28H).

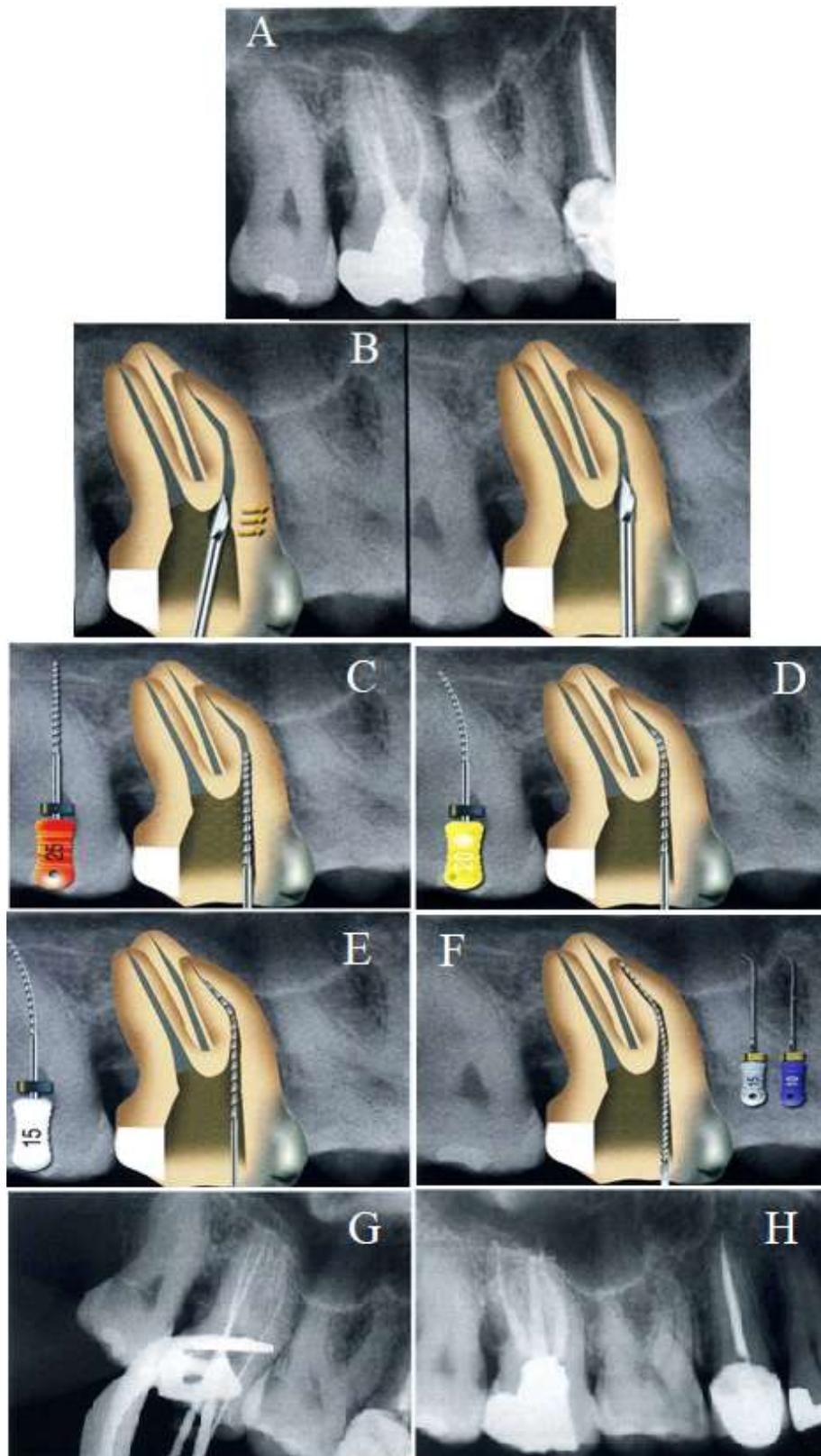


Figure 28 Protocole opératoire d'élimination des pâtes solubles⁽¹⁹⁾.

Avec des limes rotatives nickel-titane en technique corono-apicale :

Bien que des instruments rotatifs nickel-titane spécifiques à la désobturation canalaire aient été récemment mis sur le marché (système R Endo de MicroMéga, instruments ProTaper® Universal Retraitement de Maillefer), la majorité des systèmes nickel-titane rotatifs actuellement disponibles, utilisés en techniques coronoapicales (Hero 642, FlexMaster, Hero Shaper, MTwo, ProFile, K3...) permettent la désobturation canalaire, à partir du moment où le matériau présent dans le canal est soluble⁽¹⁹⁾.

6.2.2.2. Élimination de la gutta-percha :

L'élimination de la gutta percha ne pose en général pas de problème et est plus facile que celle des autres matériaux, surtout si elle n'a pas été compactée à chaud. S'il s'agit d'une technique monocône ou de condensation latérale de gutta à froid, l'utilisation de solvant est déconseillée ; sous l'effet du solvant, le cône de gutta et le ciment qui l'entoure se transforment en magma collant difficile à éliminer. Si la gutta présente une masse coronaire compacte, un foret de Gates est utilisé sans solvant afin de redresser l'entrée si nécessaire, et de désobturer le canal sur quelques millimètres (fig.29A). Ensuite, la meilleure technique est celle qui consiste à utiliser une lime H de diamètre adéquat, poussée et vissée légèrement dans le canal, le long du cône de gutta, afin de l'accrocher et de le retirer en une seule pièce (fig.29B). Une fois la gutta retirée, les canaux sont mis en forme, nettoyés et obturés (fig.29C et fig.29D)⁽¹⁹⁾.



Figure 29 Protocole opératoire d'élimination de la gutta percha⁽¹⁹⁾.

L'utilisation des instruments nickel-titane rotatifs permet également dans certains cas d'accrocher les cônes de gutta et de les retirer sans difficulté. Dans le cas où la gutta est présente sous la forme d'une masse compacte, les instruments manuels ou les instruments rotatifs en nickel-titane utilisés de la même façon que décrit précédemment pour la désobturation des pâtes, s'avèrent très efficaces et permettent son élimination sans difficulté. Pour l'élimination de la gutta, certains auteurs ont préconisé l'utilisation d'instruments rotatifs en nickel-titane, sans solvant, à des vitesses comprises entre 700 à 1200 tours/min. Utilisés à cette vitesse, les instruments ramollissent la gutta percha en la réchauffant, et le dessin des instruments facilite sa remontée en direction coronaire. Cette technique est dangereuse à cause des risques de vissage et/ou de fracture de l'instrument accrues à des vitesses aussi élevées, et ne présente aucun avantage majeur par rapport aux méthodes plus « contrôlées »⁽¹⁹⁾.

Quelle que soit la technique utilisée (nickel titane en rotation continue ou limes acier manuelles), il est très important de respecter la règle suivante : Dès qu'un instrument n'avance plus, il ne doit pas être forcé.

Dans ce cas, après avoir vérifié qu'il reste du matériau dans le canal (pour s'assurer que la cause du blocage n'est pas une butée), un peu de solvant est rajouté, et un instrument de diamètre inférieur est utilisé pour avancer plus apicalement dans le canal. Continuer à pousser un instrument en direction apicale alors qu'il est bloqué risque de provoquer sa fracture, mais risque également de créer ou accentuer une butée existante voire d'aboutir à une perforation radiculaire.

6.2.2.3. Élimination des cônes d'argent :

La règle est de ne jamais tenter de retirer d'emblée un cône d'argent. Si un cône ne semble pas adapté à la morphologie d'un canal dans les deux tiers coronaires - où il est généralement enrobé de pâte d'obturation - il peut en revanche être bien ajusté dans la partie apicale du canal. La plupart des cônes sont souvent corrodés et donc fragilisés. Tirer sur l'extrémité coronaire, sans un minimum de préparation préalable, risque de conduire à sa fracture⁽⁵⁸⁾.

La procédure pour retirer un cône d'argent est la suivante⁽⁵⁸⁾ :

- Le matériau de restauration coronaire est retiré prudemment à l'aide de fraises puis avec des inserts ultrasons, afin de ne pas risquer de sectionner l'extrémité des cônes qui dépassent dans la chambre

pulpaire (fig.30A et fig.30B). Le nettoyage du plancher pulpaire est réalisé à l'aide des inserts ultrasons.

- Du solvant est déposé dans la chambre pulpaire, et des limes manuelles sont utilisées dans le canal le long du cône d'argent afin d'éliminer la pâte d'obturation (fig.30C).

- Le ciment éliminé, une lime ultrasonore de diamètre 15/100 est introduite le long du cône et activée sous irrigation abondante (fig.30D). Les vibrations ultrasonores peuvent être parfois suffisantes pour désinsérer le cône d'argent et le faire remonter ; quand le cône est très mobile, son extrémité coronaire peut être saisie avec précaution à l'aide d'une pince à mors très fins (pince de Stieglitz), d'un IRS® (Maillefer) ou d'un extracteur de la trousse de Masserann® (MicroMéga) (fig.30E et fig.30F).

- Si le cône résiste au retrait, il ne doit surtout pas être tracté en force. Dans ce cas, les inserts ultrasonores sont appliqués directement sur la pince ou sur l'extracteur en place.



Figure 30 Protocole opératoire d'élimination des cônes d'argent⁽¹⁹⁾.

6.2.3. Négociation de la partie non traitée du canal :

Après désobturation du canal, et si l'obturation initiale s'arrête à distance de l'apex, deux situations peuvent se présenter :

- La portion apicale du canal est perméable et une lime de petit diamètre (08/100 ou 10/100), pénètre plus ou moins facilement, ces canaux ne posent généralement pas de problème.
- Il existe une butée au niveau de l'ancienne obturation, avec une calcification éventuelle de la partie apicale du canal ; aucune mise en forme du canal n'est envisageable à ce stade.

La négociation de la partie non traitée du canal dépend de l'accès coronaire, de la qualité de la désobturation préalable, de la dimension de la butée et de la calcification de la portion apicale : La mise en forme coronaire doit permettre une insertion sans encombre des instruments, et un contrôle parfait de leur extrémité pour pouvoir envisager la négociation de la partie inaccessible du canal.

Il faut toujours présumer de l'existence d'une butée à l'extrémité de l'ancienne obturation, et ne jamais essayer de forcer des limes droites et de gros diamètre à ce niveau, au risque de transformer la butée en faux canal puis en perforation radiculaire.

Par ailleurs, il est illusoire de tenter de passer une butée avec un instrument rotatif en nickel-titane : L'instrument rotatif travaille toujours sur le côté opposé à la courbure et ne fait qu'aggraver la butée existante. Le franchissement de la butée et la perméabilisation de la portion non préparée du canal se font à l'aide d'une lime fine (10/100, 08/100 voire 06/100) dont l'extrémité est précourbée sur trois ou quatre mm, en association avec un gel chélatant et en présence d'hypochlorite de sodium, et ce, toujours après avoir élargi et nettoyé la portion coronaire du canal ⁽⁵⁸⁾. Dans ces cas, les limes C+ en longueur 18 mm (ou éventuellement 21 mm) (Maillefer) s'avèrent très utiles. Ces limes, actuellement disponibles en quatre diamètres (06, 08, 10 et 15/100) possèdent une résistance à la flexion plus élevée que celle de limes classiques de même diamètre. Elles sont donc moins déformées au niveau de leur pointe lors de la recherche canalaire.

La butée étant créée par un instrument qui se redresse du côté opposé à la courbure, en conséquence, la pointe précourbée de l'instrument est toujours orientée du côté de la courbure, en gardant à l'esprit que les courbures vestibulaires et linguales ne sont pas visibles à la radio⁽¹⁹⁾.

7. Gestion de complications antérieures du retraitement endodontique orthograde :

7.1. Suppression des butées :

Une butée peut être suspectée lorsque l'obturation précédente ne dépasse pas ou se situe aux environs de la flèche de la courbure du canal. C'est pendant la désobturation qu'elle est confirmée.

La gestion de la butée repose sur deux étapes : Passage et effacement. Ces étapes sont effectuées à l'aide d'instruments manuels acier dont l'extrémité est précourbée.

Un instrument type C+® est intéressant pour la rigidité accrue que lui confère sa conicité plus importante (4 %) dans les faibles diamètres : 06, 08, 10, 15. L'utilisation de la marque figurant sur le stop en silicone (soit un trait noir, soit une encoche) permet de repérer l'orientation spatiale de la pointe précourbée de l'instrument, lorsque cette dernière sonde la butée à la recherche de l'engagement. En effet, seul le stop est visible par l'oeil de l'opérateur, l'orientation de la pointe de l'instrument dans le canal est contrôlée par cette marque "extra-coronaire" : La marque du stop en silicone est positionnée à 180°, c'est-à-dire opposée à la pointe (fig.31).

Lorsque le canal est engagé et la butée franchie, la "marche" est effacée par appui-traction de la lime K. Le passage est confirmé en utilisant les instruments de diamètre supérieur et de façon sérielle.

L'instrument de plus gros diamètre n'est utilisé que lorsque la liberté de l'instrument de petit diamètre est totalement acquise. L'arrêt de la séquence sérielle est atteint lorsque la butée admet le passage d'un instrument NiTi tenu manuellement. Ce dernier est alors monté sur le contre-angle réducteur et la mise en forme est complétée (fig.32)⁽⁶⁵⁾.



Figure 31 Le trait noir sur le stop permet de présenter la pointe de l'instrument précourbé en direction disto-palatine (vue indirecte dans le miroir)⁽⁶⁵⁾.



Figure 32 Passage de la butée mésiale. Noter l'extrémité de l'ancienne obturation située au niveau de la flèche de la courbure⁽⁶⁵⁾.

7.2. Gestion des instruments fracturés :

L'instrument fracturé est une difficulté réelle lors du retraitement. L'objectif est bien évidemment son retrait pour pouvoir effectuer le cathétérisme et le parage de la partie canalaire obstruée⁽⁶⁶⁾.

7.2.1. Technique manuelle : le by-pass

Cette technique consiste à réaliser le contournement du fragment instrumental ; lime ou broche ; sous irrigation abondante de solution chélatante par la lime K numéro 15 précourbée après évasement de la portion coronaire du canal. Ceci n'est possible que si l'instrument n'est bloqué que sur une partie de sa circonférence⁽⁶⁷⁾.

Une fois le passage obtenu par les limes K, l'utilisation de limes H va permettre parfois le retrait de l'instrument.

7.2.2. Les inserts ultrasonores :

Les inserts Satelec® (Actéon™) sont les plus connus et les plus utilisés aujourd'hui dans le monde.

Dans le secteur de l'endodontie, l'arrivée d'un nouvel alliage, le Titane-Niobium, a permis de fabriquer des inserts longs, fins et tout aussi résistants. Ils transmettent de façon idéale les ultrasons.

Pour le retrait des fragments fracturés, il faut tout d'abord créer un accès visuel direct au fragment. Cela peut se faire avec des limes manuelles jusqu'à un diamètre de 0,40 mm, puis avec des forêts de Gates Glidden de taille 1, 2 et 3⁽⁶⁶⁾.

Il existe différentes formes et tailles d'inserts, les plus couramment utilisés pour le retrait de bris instrumental sont l'ET 20 et l'ET 25 (Endo Success™ *Retreatment*, Satelec Aceton) (fig.33).

L'insert ET 20 est utilisé sur la partie coronaire tandis que l'ET 25 long et fin, permettra l'accès aux régions plus apicales (fig.33)⁽⁶⁸⁾.



Figure 33 L'insert ET20 et l'insert ET25 du kit Endo Succes™ *Retreatment*⁽⁶⁸⁾.

En présence de plusieurs canaux, les entrées canalaires des canaux non concernés sont protégées par de petites boulettes de coton, l'instrument fracturé pourrait lors de sa désinsertion passer dans un autre canal⁽⁶⁸⁾.

7.2.3. Les techniques à microtubes :

7.2.3.1. La trousse de Masserann :

Développé par Masserann, en 1966, qui a rendu de grands services pendant plus de 40 années⁽⁶⁹⁻⁷¹⁾, cette technique n'est plus d'actualité aujourd'hui vu le degré de mutilation de ses gros instruments barbares.

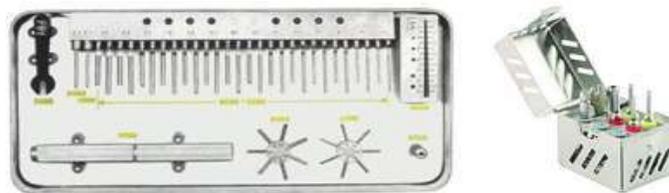


Figure 34 Trousse de Masserann® au complet à gauche , et le Mini Kit à droite⁽⁶⁸⁾.



Figure 35 Le Microkit de Masserann⁽⁶⁶⁾.

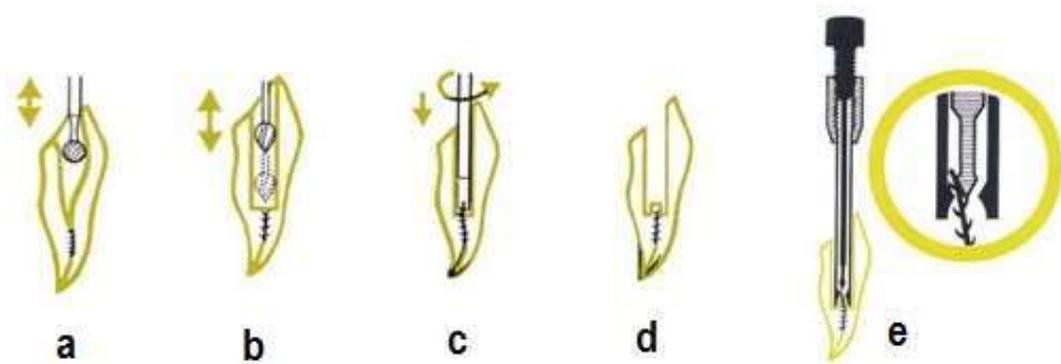


Figure 36 Différentes étapes d'extraction d'un bris instrumental avec la technique de Masserann (source : bouchure trousse de Masserann®⁽⁶⁸⁾).

7.2.3.2. Le système *Endo Extractor* :

Ce Kit contient un seul trépan unique de 0,8 mm de diamètre interne et trois extracteurs de 0,3, 0,5 et 0,8 mm de diamètre sur leur partie active (extrémité en étoile) et 1,5 mm de diamètre externe au niveau du tube (fig.37). Comme la technique de Masserann, le trépan sert à créer la gorge autour de l'instrument fracturé. Ensuite, l'extracteur vient coincer le fragment entre les dents de l'étoile à l'extrémité du tube. Une colle cyanoacrylate est utilisée comme agent de liaison pour maintenir le fragment dans la lumière du tube. L'extracteur est ensuite retiré en faisant des mouvements de rotation dans le sens antihoraire⁽⁶⁸⁾.

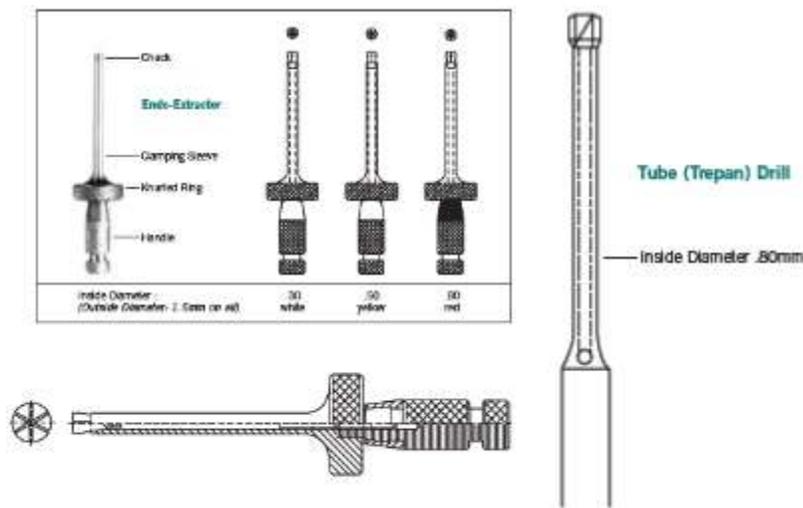


Figure 37 Schéma des extracteurs et du trépan du système *Endo Extractor*⁽⁶⁸⁾.

7.2.3.3. Le système *Endo Safety* :

Le système *Endo Safety*®, Imaginé par Meisinger, cette technique a également repris l'idée de Masserann, mais elle se veut moins délabrante grâce aux trépan plus fins. Il existe trois kits de diamètres différents : Le Meitrac I, II et III. Le premier destiné aux instruments de faible diamètre (jusqu'à 0,5 mm), les deux autres pour les instruments de diamètre plus important mais aussi les cônes d'argent et les tenons radiculaires.

Chaque kit comprend deux extracteurs et un ou deux trépan de diamètre correspondant (fig.38). L'extracteur est composé d'un tube rigide dont la lumière se rétrécit vers l'extrémité. Dans cette lumière vient glisser un pointeau cylindrique creux coupé verticalement dans les trois derniers millimètres pour donner quatre bras rétentifs servant à la préhension du bris instrumental⁽⁶⁸⁾.



Figure 38 Composition du kit Meitrac I, Meisinger ⁽⁶⁸⁾.

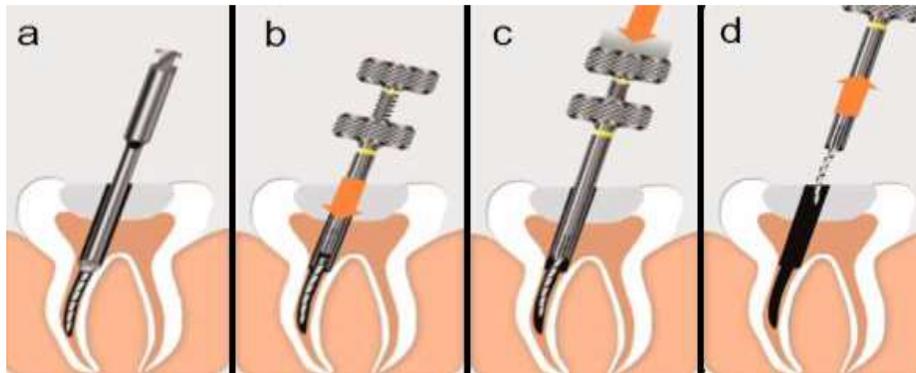


Figure 39 Mode d'action du kit Meitrac I (source : brochure Meisinger) ⁽⁶⁸⁾.

7.2.3.4. Le système Cancellier de SybronEndo® :

Ce système a été inventé pour retirer les fragments fracturés de limes en acier inoxydable.

C'est un système à microtubes possédant quatre diamètres disponibles de 0,5 – 0,6 – 0,7 et 0,8 mm montés sur un manche (fig.40). L'instrument doit être dégagé sur au moins trois mm de hauteur. De l'adhésif cyanoacrylate est mis en place sur l'extrémité du microtube, lui-même disposé sur l'extrémité du fragment à déposer. Le temps de séchage est de cinq minutes. Le fragment est retiré dans un mouvement de traction douce ⁽⁶⁶⁾.

Cette technique est utile pour retirer des bris instrumentaux libres dans le canal, elle est peu efficace lorsque l'instrument est engagé dans la dentine ou lorsqu'il est situé dans une courbure ⁽⁶⁸⁾.



Figure 40 Le Cancellier kit® (source : brochure Cancellier kit®, SybronEndo⁽⁶⁶⁾).

7.2.3.5. Le S.I.R.: Separated Instrument Removal®:

Le SIR utilise le même principe que le système Cancellier. Il utilise des tubes creux à usage unique présentant différentes tailles(fig41). Le kit contient cent microtubes. L'adhésif appliqué est couplé à un accélérateur⁽⁶⁶⁾.



Figure 41 Le S.I.R⁽⁶⁶⁾.

7.2.3.6. Le système IRS® Instrument Removal System® :

Le Kit IRS® inspiré lui aussi de la technique de Masserann est indiqué lorsque la technique des ultrasons s'est avérée être un échec dans un canal droit ou légèrement courbe ⁽⁷²⁾. Ce kit renferme deux tubes de diamètres différents (0,8 et 1 mm) avec deux codes couleurs : Le noir, large, est conçu pour travailler dans les deux premiers tiers canaux, et le rouge, plus fin, utilisé en tiers apical.

Le tube est biseauté à 45° au niveau de son extrémité libre et présente une fenêtre latérale à ce niveau (fig.42). Deux diamètres ont été rajoutés au kit (0,4 mm jaune et 1,4 mm vert) pour élargir son champ d'action⁽⁶⁸⁾.

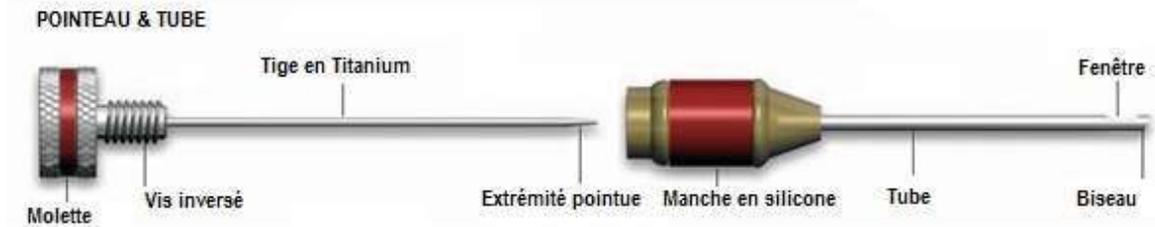


Figure 42 Instrument Removal System®, Dentsply (d'après : brochure iRS®⁽⁶⁸⁾).

7.2.3.7. Le Système de Canal-Finder ® :

Le Canal Finder System® est un contre-angle endodontique. Il fut le premier à produire une séquence partiellement modifiable. La lime montée sur ce contre-angle est animée d'un mouvement, vertical de 0,3 à 1 mm d'amplitude et d'une rotation alternée de 90° (fig.43). Suivant la résistance exercée sur la lime, le mouvement vertical s'amointri jusqu'à devenir nul.

Son utilisation a été recommandée pour l'extraction de fragments de limes de conicité 2%, ou de 4% mais avec plus de difficultés⁽⁶⁹⁾.

Ce système était populaire à ses débuts. Mais le taux de succès était inférieur à 30% et présentait un grand risque de perforation. Il n'est plus utilisé car les résultats obtenus sont très inférieurs à ceux avec les méthodes actuelles⁽⁶⁶⁾.

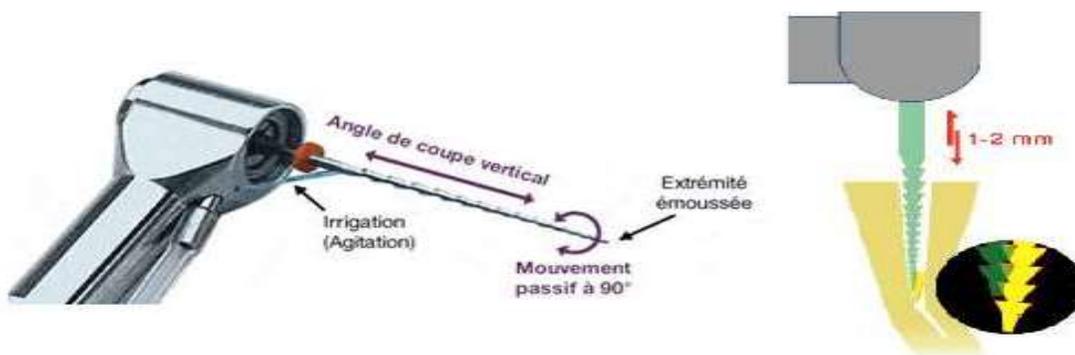


Figure 43 Le Système de Canal Finder®, Endothechnic, et son mode d'action⁽⁶⁶⁾.

7.2.3.8. *Terauchi File Retrieval Kit*® :

Mise au point par Terauchi, cette technique se base sur la manœuvre du lasso.

L'accès direct est aménagé à l'aide de forets à col flexible (fig.44b). Une tranchée est réalisée avec le trépan ou des Inserts Ultrasonores autour du bris instrumental, elle doit être d'au moins 0,7 mm de profondeur (fig.44c). La boucle est ajustée puis introduite dans le canal et emmenée au contact du bris instrumental (fig.44d). Avec une assistance optique, la boucle est placée autour de la tête du fragment puis serrée.

Tout en maintenant la bouclé fermée, l'instrument est retiré en tirant avec des gestes secs en direction coronaire (fig.44e)⁽⁷³⁾.

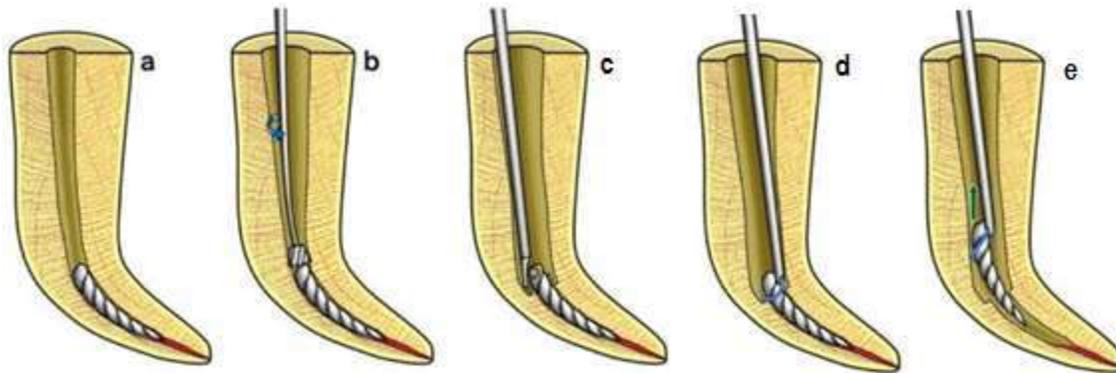


Figure 44 Différentes étapes de retrait d'un bris instrumental selon la technique proposée par Terauchi ⁽⁷³⁾.

7.2.3.9. *Post Removal System*® (PRS)® :

Le kit est inspiré de la trousse de Gonon (utilisé pour déposer les ancrages radiculaires) et dont la mise en place est assez proche (fig.45). Cette technique est indiquée lorsque la dépose à l'aide des ultrasons a échoué sur des instruments fracturés dont le diamètre est supérieur ou égal à 0,6 mm.

Le PRS® contient : Une fraise transmétallique, cinq tarauds (0,6 à 1,60 mm) destinés à préparer le fragment sur sa partie coronaire, cinq extracteurs, un tube espaceur, la barre de torque et des rondelles en caoutchouc pour protéger la dent durant la dépose. Les tarauds du PRS® sont plus fins que ceux de la trousse de Gonon. Même si le plus fin est de 1,5 mm de diamètre externe, leur usage est uniquement réservé aux fragments dépassant ou à fleur de l'entrée canalaire⁽⁶⁸⁾.



Figure 45 Le Post Removal System® et la trousse de Gonon⁽⁶⁸⁾.

7.2.3.10. Le système Endo Rescue® :

Le kit Endo Rescue est basé sur le même principe que les méthodes à microtubes. Ce kit présente certaines améliorations. La première concerne la taille des trépan et des forêts, également appelés pointeurs. Les diamètres externes des pointeurs sont de 0,7 – 0,9 et 1,1 mm. Les trépan sont de taille correspondante et leurs diamètres internes sont respectivement 0,4 - 0,5 et 1,1 mm. Le plus gros foret est donc de diamètre inférieur au moins large des extracteurs du microkit de Masserann. Les diamètres correspondants entre les trépan et pointeurs permettent un délabrement minimum.

Enfin, les pointeurs possèdent un nouveau design. Leur extrémité présente une surface concave délimitée par les trois arêtes de coupe (fig.46). Cette surface vient prendre appui sur le fragment à retirer en se centrant au-dessus. Ils permettent ainsi de préparer une surface de positionnement pour le trépan. Le délabrement se limite donc au strict nécessaire⁽⁶⁶⁾.



Figure 46 Kit Endo Rescue®, Komet™⁽⁶⁶⁾.

Le protocole du kit Endo Rescue® est le suivant (fig.47) :

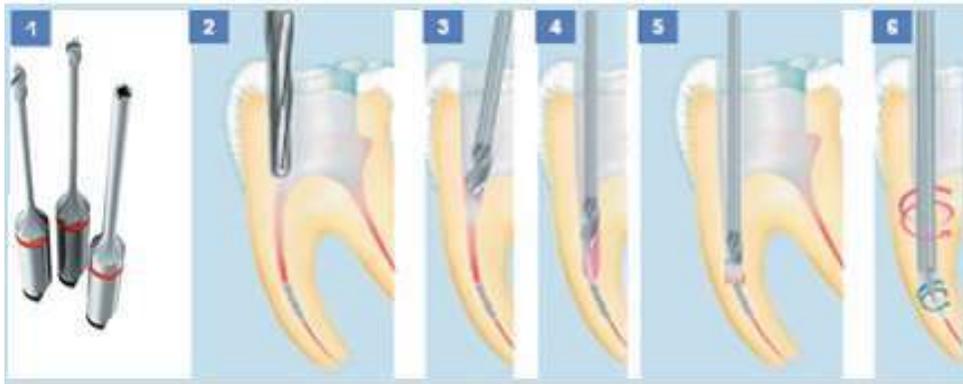


Figure 47 Mode d'action du kit Endo Rescue® (source : brochure Komet)⁽⁶⁶⁾.

7.2.4. Technique avec pinces :

Elles sont généralement utilisées en première intention lorsqu'une partie de l'instrument dépasse de l'entrée canalaire. Il existe des pinces dont l'utilisation a été détournée (pince de Catroviejo® modifiée) et d'autre dédiées à l'usage endodontique (Endo Forceps®, Roydent) (fig.48). Elles possèdent toutes des mors miniaturisés pour une meilleure préhension. Pour cela, il est parfois nécessaire d'éliminer la dentine autour du fragment à l'aide des ultrasons. L'instrument est maintenu fermement et retiré avec des gestes de rotation de faible amplitude et de traction⁽⁶⁸⁾.



Figure 48 Différentes pinces à usage endodontique (source : Google image)⁽⁶⁸⁾.

7.2.5. Technique avec laser :

Une étude a montré que l'utilisation du laser optique Nd:YAP permet, dans certaines conditions, de vaporiser l'instrument. La fibre optique doit être placée au contact du fragment. Il faut toutefois veiller à ne pas provoquer de surchauffe des parois radiculaires environnantes.

Une autre étude a testé *in-vitro* le laser Nd-YAG pour la dépose d'instruments fracturés. Les résultats obtenus sont inférieurs à 55 % et les risques de perforation ou de lésion du parodonte par surchauffe sont très importants⁽⁶⁶⁾.

Cette technique consiste à entourer le fragment avec un tube isolant en laiton dont les parois internes sont tapissées d'étain, puis à envoyer des rayons laser dans la lumière du tube (fig.49a). Le laser fait fondre l'étain et solidarise le fragment avec le tube (fig.49b). Après refroidissement, le tube est retiré à l'aide de mouvements de rotation (fig.49c).

Des études supplémentaires sont nécessaires avant que cette technique ne soit disponible pour une utilisation clinique routinière⁽⁶⁸⁾.

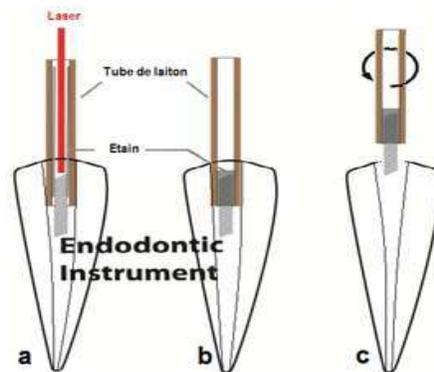


Figure 49 Technique d'ablation d'un bris instrumental à l'aide d'un Laser ⁽⁶⁸⁾.

7.3. Gestion clinique des perforations :

Différentes solutions thérapeutiques s'offrent à nous selon le type de perforation en question, la dent concernée, l'intérêt stratégique qu'elle représente dans le traitement global du patient, les pathologies associées (fracture, lésion péri-apicale...)⁽⁷⁴⁾ :

- *Elongation coronaire, traction orthodontique.
- *Obturation de perforation (précédée ou pas d'un abord chirurgical).
- *Amputation radiculaire.

7.3.1. Perforation du plancher :

Les perforations du plancher sont en général de formes rondes et assez faciles à obturer. Celles d'origine carieuse ont un mauvais pronostic et nécessitent souvent une thérapeutique chirurgicale type avulsion, amputation radiculaire, séparation radiculaire.

Celles d'origine iatrogène, doivent être obturées dans la séance pour diminuer le plus possible le risque de contamination bactérienne.

Mise en place clinique :

- Ampliation des canaux sous irrigation abondante à l'hypochlorite de sodium.
- Obturation à la gutta en protégeant la perforation avec un pellet de coton pour éviter la fuite de pâte à canaux dans le parodonte.
- Obturation de la perforation au MTA chargé dans le MTA Gun.
- Reconstitution coronaire définitive (si le site a été obturé avec Biodentine® la reconstitution aura pu se faire dans la même séance).
- Radiographie pour surveiller l'apparition d'une lésion inter radiculaire en regard de la perforation plus un examen clinique.

7.3.2. Perforation du tiers coronaire :

Elles sont faciles d'accès mais le pronostic est moins bon que celles du tiers moyen ou apical en raison de la possible communication avec le sulcus et donc une contamination bactérienne plus probable. Elles peuvent être supra ou infra crestale :

7.3.2.1. *Supra crestale :*

- Réaliser une élongation coronaire (qui peut se limiter à une simple gingivectomie ou nous amener à toucher l'os).
- Obturation de la perforation avec du CVI puis intégrer la perforation dans la reconstitution prothétique définitive.

7.3.2.2. *Infra crestale :*

Vérifier la persistance de la table osseuse externe en plaçant un instrument à bout mousse dans la perforation puis palper en vestibulaire de la dent concernée si l'instrument est perceptible, dans ce cas vérifier la communication avec le sulcus.

Os vestibulaire conservé et pas de communication avec le sulcus en périphérie :

- Ampliation et nettoyage du canal sous irrigation abondante.
- Nettoyer la perforation avec des inserts ultra sonores et maintenir à sec avec une éponge hémostatique.
- Obturation du canal et section de la gutta sous le niveau de la perforation.
- Obturation de la perforation avec du MTA ou Biodentine®.

Communication avec le sulcus :

Traction orthodontique afin de repositionner la perforation en supra crestale puis obturation de celle-ci comme précédemment décrit ou abord chirurgical.

- Réaliser un lambeau de pleine épaisseur.
- Remodeler l'os afin de mettre en évidence l'accès à la perforation.
- Réaliser l'hémostase (étape très importante).
- Scellement de la perforation avec un matériau à prise rapide pour une étanchéité immédiate.

En l'absence de corticale osseuse vestibulaire et en présence d'une communication avec le sulcus, le MTA n'est pas recommandé. En effet, celui-ci se délite et est évacué par le sulcus avant d'avoir pu achever sa prise. Le CVI l'est plus mais il n'y aura pas de réattache du desmodonte sur le CVI, le pronostic dépendra donc de l'ampleur de la perforation.

7.3.3. Gestion des perforations du tiers moyen :

7.3.3.1. De petit diamètre :

Dans ce cas, le canal est obturé avec de la Gutta à l'instar d'un canal latéral ou d'un delta apical. L'utilisation de la thermo compaction permettrait dans ces cas à la Gutta chaude de fuser dans les canaux accessoires.

7.3.3.2. De gros diamètre :

Les perforations de gros diamètre du tiers moyen se produisent en général lors de la préparation de logement de tenon ou moins souvent avec des fraises en recherchant un canal. Dans cette situation, il faut avant tout faire une séance de l'hydroxyde de calcium, l'obturation définitive étant impossible la première séance en raison du saignement engendré par la perforation. Ici, on obturera au MTA ou Biodentine®

7.3.4. Gestion des perforations du tiers apical :

Ces perforations sont souvent provoquées en apical d'un canal courbe. Nous sommes alors en présence d'une perforation au niveau de la paroi externe de la racine créée par un instrument trop rigide pour suivre la courbure engendrant ainsi un faux canal.

Le traitement consistera à retrouver le canal principal puis à obturer celui-ci en plus du faux canal par projection de ciment de scellement à l'instar d'un canal accessoire.

La recherche du canal principal peut s'avérer une tâche assez ardue, les instruments ayant tendance à retomber dans le faux canal.

Une surveillance est mise en place avec des examens radiologiques et cliniques (vérifier l'absence de lésion en regard des canaux et l'absence de symptomatologie).

Si la dent est symptomatologique, on envisage la résection apicale.

8. Pronostic du retraitement endodontique orthograde :

Le retraitement endodontique orthograde est loin d'être une thérapeutique toujours couronnée de succès. Ainsi, et ce malgré le fait que tous les critères de faisabilité peuvent être réunis sur les plans local et général, dans la reprise de traitement canalaire, le praticien doit tenir compte de nombreux paramètres et faire face à de nombreuses difficultés qui peuvent compromettre le potentiel de succès de la thérapeutique⁽⁷⁵⁾.

8.1. L'état préopératoire de la dent :

Dans la reprise de traitement canalaire, l'état préopératoire des dents est un facteur clé affectant le pronostic de la thérapeutique.

En l'absence d'infection endodontique, et lorsque le retraitement est conduit dans des conditions aseptiques par des praticiens expérimentés, les erreurs de procédure et les complications peuvent être totalement évitées permettant des taux de succès pouvant atteindre jusqu'à 100%.

Néanmoins, ce taux de succès diminue en cas de présence de parodontite apicale.

Ces pourcentages de succès, moins importants que pour les dents sans parodontite apicale, trouvent leur explication dans le fait que le contrôle de l'infection endodontique dans la reprise de traitement canalaire, devient plus difficile. En effet, les bactéries siégeant au niveau de l'interface parois

canalaire/ matériaux d'obturation peuvent rester <<protégées>> par les résidus des matériaux d'obturation canalaire pouvant persister au niveau du système endodontique, entretenant ainsi l'inflammation périapicale.

D'autres part, les canaux déjà traités peuvent être endommagés par les manœuvres instrumentales antérieures ou bloqués par des calcifications intracanales résultant d'un phénomène inflammatoire, empêchant l'accès à la totalité du système endodontique, contrariant ainsi une désinfection optimale.

8.2. Restauration coronaire définitive de la dent :

La restauration coronaire de la dent sujette à la reprise de traitement endodontique est aussi un facteur déterminant dans le pronostic. En effet, il est désormais établi que l'obturation canalaire seule ne constitue pas une barrière suffisante contre les bactéries de la cavité buccale, la restauration coronaire constitue un complément indispensable à l'obturation canalaire pour l'étanchéité et la pérennité du traitement.

8.3. Habilité de l'opérateur :

Un autre facteur déterminant dans la réussite du retraitement endodontique orthograde est l'habilité du praticien.

L'expérience endodontique du clinicien et son habitude à gérer des retraitements endodontiques difficiles sont des critères prépondérants de succès.

Chapitre II : Différents systèmes rotatifs de retraitement endodontique orthograde.

1. Recommandations communes aux différents systèmes lors du retraitement orthograde :

La déformation et la fracture des instruments endodontiques en NiTi représentent un risque majeur lors du retraitement canalaire. L'utilisation des instruments rotatifs demande une connaissance importante aussi bien en théorie qu'en pratique. Le praticien doit maîtriser les propriétés et les limites des instruments utilisés, et doit également adapter, aux cas cliniques, le système d'instruments rotatifs ⁽⁷⁶⁾.

1.1. Respect des contraintes anatomiques :

- La prise de radiographie est indispensable pour évaluer l'anatomie de la dent. Une radiographie préopératoire est primordiale pour connaître les limites de la restauration coronaire, le nombre et la forme de canaux de la dent. La prise d'un second cliché radiographique est une précaution supplémentaire au bon déroulement de la désobturation canalaire. La radiographie avec l'instrument en place permet d'établir la longueur de travail.

- La mise en forme d'une cavité d'accès idéale qui va permettre une désobturation et surtout une progression des instruments sans contraintes ni interférences. Les interférences rencontrées par l'instrument en NiTi augmentent les risques de fracture par fatigue. Selon l'orientation des entrées canalaires, la cavité d'accès peut être plus ou moins retouchée. La désobturation canalaire par rotation continue n'en sera que plus simple et se fera en toute sécurité lorsque la cavité d'accès est idéalement préparée.

- Préparation des entrées canalaires par les forets Gates Glidden qui sont les instruments universellement utilisés pour les traitements endodontiques mécanisés. Ces instruments sont reconnus par leur capacité à évaser la partie coronaire du canal. Ils améliorent ainsi l'accès aux instruments. Cependant, certains systèmes sont équipés de limes rotatives dévolues à cet élargissement coronaire. L'alternance lime manuelle/lime mécanisée est également nécessaire pour un évasement suffisant de l'entrée canalaire, et cette précaution est d'autant plus indispensable quand le diamètre de l'entrée canalaire est réduit ⁽⁷⁷⁾.

- L'amélioration de la cavité d'accès impose la question de la conservation d'un pan dentinaire. Il est établi que l'amélioration de la cavité d'accès permet d'obtenir un accès en ligne directe de l'instrument depuis l'entrée coronaire jusqu'à l'apex ⁽⁷⁸⁾. Ce trajet en ligne droite limite les contraintes sur l'instrument et par conséquent les risques de fractures. L'obtention des quatre murs permet de conserver un repère pour l'établissement de la longueur de travail et de maintenir les irrigants canaux en place. Malgré l'amélioration et l'élargissement coronaire des entrées canales, la lime peut parfois être confrontée à des courbures qui mettent à mal la propriété de flexibilité de l'instrument. Ces contraintes supplémentaires décuplent le risque de fracture. Le praticien est alors confronté à un choix délicat : Soit privilégier le maintien des irrigants canaux et le repère fourni par les pans de la dent pour la longueur de travail, soit provoquer le délabrement volontaire d'un mur de la dent pour permettre d'une part une insertion de la lime en limitant les contraintes sur cette dernière et d'autre part une augmentation de la visibilité. La notion de bénéfice/risque est alors engagée.

Il apparaît clairement que la limitation du risque de fracture prend le pas sur la conservation d'un pan dentinaire. Le praticien doit alors engager une procédure de délabrement volontaire de la dent malgré ses convictions.

1.2. Respect des impératifs instrumentaux :

- L'utilisation des instruments de rotation continue à des vitesses faibles diminue sensiblement le risque de fracture de l'instrument ⁽⁷⁹⁻⁸²⁾. Le respect de la vitesse d'utilisation des limes recommandée par le fabricant permet de doubler son efficacité en termes de durée de préparation et aussi de diviser par deux le taux de déformation ⁽⁸³⁾. La vitesse de rotation des limes endodontiques en NiTi dépend d'un compromis à trouver entre l'efficacité de coupe et le risque de fractures. Il faut donc privilégier le premier et minimiser le second.

- Les systèmes de désobturation canalaire ont été conçus pour être utilisés en combinaison avec la technique Crown Down.

Le Crown Down consiste en une mise en forme canalaire depuis la portion cervicale en direction de l'apex. Il fait appel à l'utilisation d'instruments en nickel-titane de conicités décroissantes à mesure que l'on progresse vers l'apex. Cela permet l'élimination des interférences du tiers coronaire puis du tiers moyen, facilitant ainsi la progression des instruments de faible conicité vers la région apicale.

- L'instrument en Nickel-Titane possède une forte résistance à la corrosion. Darabara et al montrent également que la propagation des micro-cracks peut être accélérée par l'action combinée du stress subi par l'instrument et du phénomène de corrosion dû à la solution d'irrigation ⁽⁸⁴⁾.

En effet, cette accumulation de débris dentinaires dans le canal risque de provoquer des bouchons dentinaires mais aussi de verrouiller l'instrument dans le canal et d'aboutir à sa fracture.

Le nettoyage de l'instrument après chaque utilisation dans un canal est donc essentiel pour limiter ce risque ⁽⁸⁵⁾.

2. Le système Protaper® universal retraitement :

2.1.Présentation du système Protaper® universal ⁽⁸⁶⁾ :

Le système ProTaper® Universal retraitement (Maillefer) comprend trois instruments de désobturation, D1, D2 et D3 (Fig.50) de longueur croissante, et d'une conicité variable décroissante.

L'instrument D1, présente une longueur de 16 mm et une pointe de 30/100e. La conicité est de 9 % sur les trois premiers millimètres et de 7 % sur le reste de la lime. C'est le seul des trois instruments à présenter une pointe active qui permet de « mordre » dans le matériau d'obturation.

L'instrument D2 présente une longueur de 18 mm et une pointe non active de 25/100e. La conicité de 8 % sur les trois premiers millimètres passe à 6 % sur le reste de la lame active.

L'instrument D3 présente une longueur de 22 mm et une pointe non active de 20/100. La conicité est de 7 % sur les trois premiers millimètres et passe à 6 % sur le reste de lame active.

Cette conicité décroissante permet à chaque instrument d'être plus actif par sa pointe, tout en évitant l'effet de vissage et le blocage au niveau coronaire. Ils présentent un manche court (11 mm) de forme standard qui permet leur utilisation sur tous les contre-angles réducteurs.



Figure 50 Les instruments ProTaper Universal® de Maillefer, dédiés à la désobturation canalaire. De haut en bas, les instruments D1, D2 et D3⁽⁸⁶⁾.

2.2. Protocole d'utilisation⁽⁸⁶⁾ :

Avant de retirer le matériau d'obturation canalaire (Gutta percha, obturateur avec support, pâte) :

- Examiner attentivement trois radiographies prises à des angles d'incidence différents.
- Évaluer la densité du matériau d'obturation par rapport à la largeur, à la longueur et à la courbure du canal.
- Accéder à la chambre pulpaire puis noter les dimensions (circonférences) du matériau d'obturation au niveau de ou des orifices.
- Sur la base des résultats de l'examen clinique et radiographique, choisir la technique de désobturation la mieux appropriée.
- Sans toucher à la dentine, retirer le matériau d'obturation de façon progressive, en utilisant le concept « Crown Down ».
- Extraction de la gutta percha ou de l'obturateur avec support.
- Si vous avez opté pour une désobturation rotative : Sélectionnez la basse vitesse (plage : 500 tr/min.) qui permettra une pénétration efficace dans le matériau d'obturation canalaire et une extraction de celui-ci tout aussi efficace.

- Sans aller dans la dentine, introduire délicatement la lime ProTaper® D1 – qui est en rotation – dans la gutta percha de façon à générer de la friction et à créer une vague de chaleur puis extraire du canal le matériau d’obturation. Ne jamais engager la lime D1 dans une courbure canalaire.
- Ressortir souvent cette lime D1 pour enlever les débris de matériau d’obturation incrustés dans ses spires.
- Continuer avec la lime D1 (ou une lime de retraitement ProTaper® qui puisse se loger passivement entre les parois dentinaires) jusqu’à ce qu’il ne reste plus de matériau d’obturation dans le tiers coronaire du canal(fig.51).
- Sélectionner la lime ProTaper® D2 adéquate puis la passer une ou plusieurs fois pour extraire le matériau d’obturation présent dans le tiers médian du canal(fig.52). Utiliser un mouvement de brossage pour ôter le matériau des parois canalaire.
- Sélectionner la lime ProTaper® D3 adéquate, l’introduire – sans forcer – dans le matériau d’obturation situé en profondeur (tiers apical du canal) puis extraire ce dernier(fig.53).
- Continuer avec la lime D3 tant qu’il y a encore des débris de matériau d’obturation entre ses spires quand on la ressort du canal.
- Si le matériau d’obturation est près de l’extrémité du canal, utiliser des limes manuelles fines et un gel chélatant pour négocier et sécuriser le reste du canal.
- Après évaluation du couloir, procéder à la mise en forme et à la finition du canal avec des limes manuelles ou rotatives (limes nickel-titane ProTaper®).

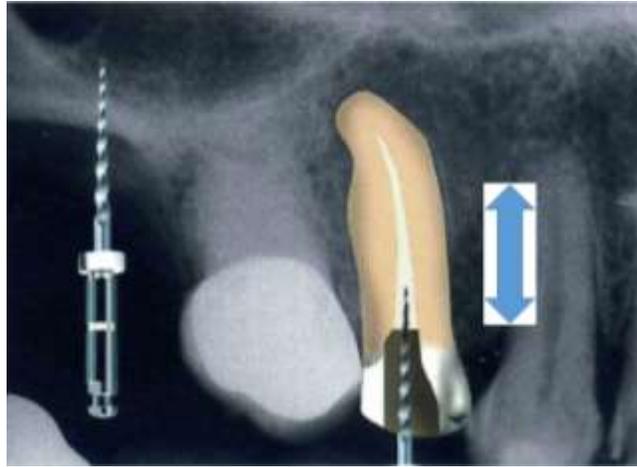


Figure 51 Désobturation du tiers coronaire avec le D1⁽⁸⁶⁾



Figure 52 Désobturation du tiers moyen avec le D2⁽⁸⁶⁾



Figure 53 Désobturation du tiers apical avec le D3⁽⁸⁶⁾

3. Le système Mtwo® retraitement :

3.1.Présentation du système Mtwo® retraitement :

Les limes de retraitement Mtwo® sont conçues spécifiquement pour l'élimination du matériau d'obturation canalaire. Le retraitement des obturations à base de support est également possible. Les limes de retraitement offrent les caractéristiques de conception suivantes :

Une pointe de coupe et un angle hélicoïdal constant qui assurent la progression facile de l'instrument dans la gutta percha, sans qu'il soit nécessaire d'exercer une pression, s'utilisent après avoir ouvert l'accès au canal par un forêt de Gates et nettoyer le tiers coronaire.

Ces limes en NiTi sont disponibles en :

5%, 15/100 - Longueur 21mm - pointe active.

5%, 25/100 - Longueur 21mm - pointe active.



Figure 54 Système Mtwo® retraitement⁽¹⁰⁾.



Figure 55 Pointe active du Mtwo® R en MEB⁽¹⁰⁾.

Elle existe aussi en 7%, 25/100 - Longueurs 21mm et 25mm – avec des pointes non actives pour canaux larges. La partie active est de 16mm pour toute la séquence.

C'est une instrumentation simple et efficace qui permet un gain de temps par rapport aux autres systèmes ⁽¹⁰⁾.

3.2. Protocole d'utilisation⁽⁸⁷⁾ :

Mtwo® instruments de reprise de traitement 15/.05 et 25/.05.

Vitesse de rotation recommandée : 280 tr/min.

- Ouvrir l'accès au canal au moyen d'un forêt de Gates ou d'un instrument à ultrason et éliminer la gutta du tiers coronaire. Si nécessaire, ramollir la gutta à l'aide d'un solvant (par exemple l'huile d'eucalyptus (Eucalyptol Dentsply France)).
- Positionner la pointe de l'instrument de retraitement Mtwo® sur la gutta et le mettre en rotation. Les limes de retraitement Mtwo® ont une pointe active qui permet à l'instrument de progresser facilement dans la gutta sans pousser.
- Utiliser les instruments de reprise de traitement Mtwo® sans pression vers l'apex.
- Éliminer progressivement l'obturation canalaire en effectuant des mouvements de va-et-vient sur toute la circonférence.
- Utiliser un instrument manuel (par exemple une lime C) de diamètre ISO 08 afin de pénétrer le canal sur toute sa longueur de travail.
- Lorsque la longueur de travail a été établie jusqu'à l'apex au moyen d'une lime manuelle flexible de petit diamètre, préparer le canal au diamètre ISO 15 sur toute la longueur de travail.
- Continuer la préparation à l'aide des instruments de traitement Mtwo® jusqu'à obtenir la taille souhaitée.

4. Le D-Race® (FKG®) :

4.1. Présentation du système D-Race ® :

Ce sont des limes en nickel titane sans traitement de surface qui sert à désobturer la plupart des canaux, quelle que soit l'obturation : Gutta percha, tuteurs, pâte, matériaux à base de résine. Le système D-Race enlève une grande partie de l'ancien matériel d'obturation avec seulement deux instruments, en économisant du temps et en augmentant la sécurité du traitement⁽⁸⁸⁾.

La particularité de ce système réside en partie sur sa vitesse de rotation qui diffère des autres séquences opératoires en rotation continue. En effet, la lime DR1 doit s'utiliser à 1 000 tours/min avec un torque de 1,5 N/cm, son usage est exclusivement dédié au tiers coronaire.

Une fois l'accès dégagé avec le DR1, le deuxième instrument, DR2, est utilisé jusqu'à la longueur de travail.

La lime DR2 doit être utilisée avec une vitesse de 600 tours/min avec un torque de 1 N/cm. Son usage est dédié pour progresser jusqu'à la longueur de travail. Elle va subir de nombreuses contraintes, son usage est donc unique⁽⁸⁸⁾.

La séquence opératoire se compose de deux limes :

- Lime DR1 : Elle possède une pointe active pour faciliter l'attaque du matériau d'obturation dans les premiers millimètres. Son diamètre de pointe est de 30/100 avec une conicité constante de 10%. Sa longueur est courte : 8mm.
- Lime DR2 : Contrairement à la lime DR1, sa pointe est inactive. Son diamètre de pointe est de 25/100, avec une conicité constante de 4% et une longueur de 16mm.

La gamme a été complétée par le XP-endo® Finisher R afin de mieux finaliser la désobturation des canaux courbes.

Il est en NiTi avec une bonne flexibilité du fait de sa finesse et une résistance à la fatigue cyclique. Sa capacité d'expansion et sa forme faucille lui permettent de nettoyer les zones difficilement accessibles (zones courbes et ovales). Sa flexibilité lui permet d'entrer en contact et gratter la surface de la dentine et/ou le matériau d'obturation sans changer la forme originelle du canal⁽⁸⁹⁾.

XP-endo® Finisher R : 0%, #30/100, 21 ou 25mm, s'utilise de 800 à 1000 tr/min, couple : 1 N/cm.

Il est à usage unique.

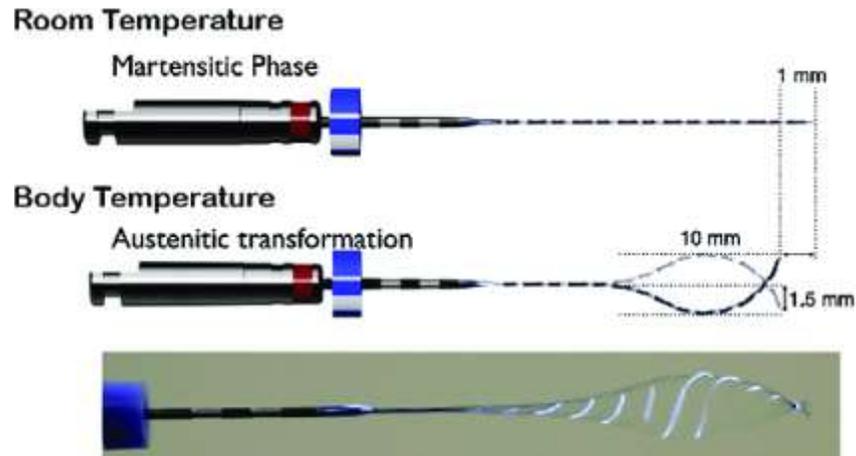


Figure 56 : Mécanisme d'action du XP-endo® Finisher R ⁽⁹⁰⁾

L'avantage du D-Race® réside dans le gain de temps avec seulement deux instruments mais aussi dans la sécurité grâce à sa pointe inactive qui prévient le risque de fausse route (lime DR2)⁽⁹¹⁻⁹³⁾.

4.2. Protocole d'utilisation ⁽⁸⁸⁾ :

- Une appréciation précise de l'anatomie du canal est très importante.
- Trouver l'entrée du canal et accéder au matériel d'obturation.
- Préparer si nécessaire une cavité d'un à deux mm avec DR1 et verser du solvant pour ramollir le matériel d'obturation. Au besoin, utiliser un plugger chaud ou des ultrasons.

Le protocole proposé par le fabricant comporte deux étapes principales :

- Préparation du tiers coronaire :

Engager le DR1 en rotation à 1000 tr/min (couple conseillé 1.5 N/cm) dans le matériel d'obturation. La pointe active du DR1 facilite la pénétration initiale.

- Pour travailler le tiers médian et apical :

Insérer le DR2 en rotation à 600 tr/min. (1 N/cm). Ne pas forcer le passage, nettoyer et contrôler régulièrement la lime.

Continuer de progresser apicalement aussi longtemps que du matériel d'obturation reste visible sur la lime. Si besoin, ajouter du solvant pour faciliter l'enlèvement du matériel d'obturation.

Établir la LT finale et terminer la mise en forme avec des instruments Race NiTi standard i-race.



Figure 57 Le protocole d'utilisation du système D-Race[®] proposé par FKG[®]

5. Le système R-Endo[®] (Micro-Méga) :

5.1. Présentation du système R-Endo[®] :

La ligne R-Endo[®], issue du Laboratoire de Recherche et Développement de MICRO-MEGA[®], est un concept global dédié au retraitement, parfaitement adaptée aux matériaux d'obturation rencontrés le plus souvent lors des retraitements endodontiques (RTE): Gutta percha et pâte d'obturation.

Efficacité, flexibilité, rapidité, nettoyage pariétal des canaux radiculaires, respect de la trajectoire canalaire initiale, pointe inactive sur tous les instruments de la séquence pour éviter tout risque de fausse route ou de perforation, sont les atouts majeurs de ces limes qui peuvent être utilisées en toute sécurité. Elles permettent aussi un accès apical aux irrigants, seuls garants de la désinfection de la zone apicale, ainsi que la mise en forme canalaire pour une obturation tridimensionnelle sans qu'aucune méthode de mise en forme complémentaire ne soit nécessaire⁽⁹⁴⁾.

Avec ce système, la tête de la lime s'intègre totalement dans le contre-angle, en diminuant les vibrations et en optimisant le champ visuel opératoire.

Les limes R-ENDO[®] sont spécialement étudiées en termes de conicités, pas et longueurs pour assurer un accès progressif à chaque niveau de l'espace radiculaire.

5.2.Séquence du système R-Endo® :

Ce système comporte un instrument manuel et quatre limes de désobturation nickel-titane utilisées en rotation continue.

La lime manuel Rm® appartenant au système R-endo® est une lime spécialement dédiée au retraitement. Elle a pour but de réaliser une fracture de la pellicule dure du matériau d'obturation. Elle possède une conicité de 4%, un diamètre de pointe de 25/100 et une longueur de 17mm. C'est une véritable dague qui permet d'amorcer le traitement canalaire en guidant les instruments au centre du matériau ^(58, 95).

Les instruments suivants, en nickel-titane, utilisés en rotation continue avec un contre-angle endodontique réducteur, sont utilisés selon la séquence suivante :

- La lime Re, d'une conicité de 12% et un diamètre apical de 25/100ème va redresser les parois de la cavité d'accès, éliminer les éventuels surplombs dentinaires tout en retirant les premiers millimètres de matériaux d'obturation.
- La lime R1, d'une conicité de 8% et un diamètre apical de 25/100ème va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers coronaire.
- La lime R2, d'une conicité de 6% et un diamètre apical de 25/100ème va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers moyen.
- La lime R3, d'une conicité de 4% et un diamètre apical de 25/100ème va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers apical.

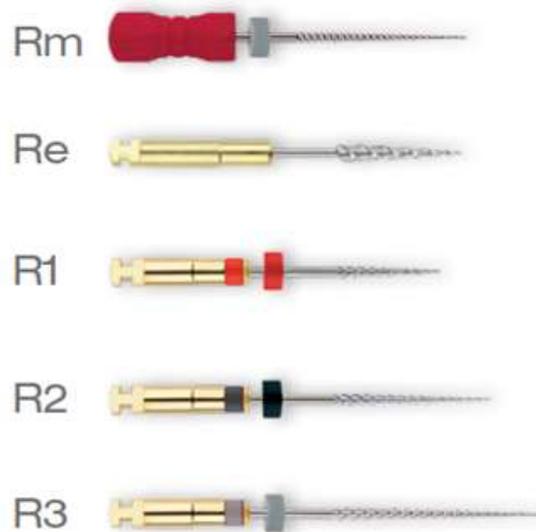


Figure 58 Séquence du système R-Endo® (Micro-Mega) : Rm, Re, R1, R2 et R3⁽⁹⁴⁾

5.3. Conseils et recommandations du fabricant :

Nombre d'utilisations recommandés pour un instrument :

Cinq à huit canaux pourront être retraités avec les limes R-Endo. Cependant, au même titre que les HERO Shaper ou les HERO 642, toute contrainte importante fatiguera l'instrument qui devra être écarté. Une observation scrupuleuse des limes après stérilisation permettra d'éliminer toutes celles qui présentent une déspiralisation. Donc tout dépend de la difficulté du canal traité et des contraintes imposées à chaque lime.

Stérilisation :

Comme toutes les limes NI-TI, les cycles de stérilisation ne fatiguent pas l'instrumentation.

Remarques importantes :

Les limes R-Endo ont une pointe passive. Une pression excessive ne permet pas le cathétérisme du canal radiculaire si la lumière de ce dernier n'est pas ouverte. Les risques de fausse route et de vissage pourraient être augmentés par une pression trop importante dans un axe erroné.

La nécessité du solvant s'impose dès lors que la pâte d'obturation est trop dure pour pouvoir être facilement destructurée par la lime RM ou éliminée par les instruments R1 et R2.

L'utilisation du solvant devra être limitée en quantité afin de ne pas reproduire trop de boue difficile à éliminer. Par contre, le solvant devra être renouvelé fréquemment.

La vitesse de rotation doit être constante mais sa valeur peut être laissée à l'appréciation du praticien. Une plage de vitesse entre 350 et 400 tours/min est correcte. Cependant, comme pour tout instrument NITI, plus les conicités seront grandes, plus la vitesse devra être réduite.

5.4. Protocole opératoire ⁽⁹⁴⁾ :

- Première phase : Analyse préopératoire :
 - Radiographie préopératoire.
 - Pose de la digue.
 - Dépose des restaurations coronaires et des ancrages radiculaires.
 - Réaménagement des voies d'accès.
 - Analyse visuelle et tactile du ou des matériaux d'obturation.
 - Choix du solvant.
- Deuxième phase : Séquence opératoire : Un protocole en cinq étapes majeures :

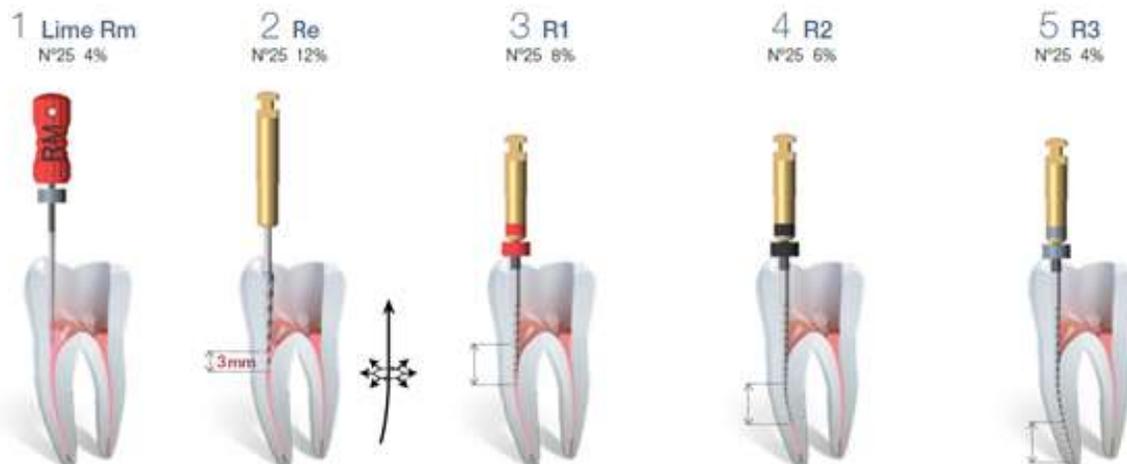


Figure 59 La deuxième phase du protocole opératoire du système R-Endo®⁽⁹⁴⁾

- Lime Rm :

Un quart de tour en pression apicale.

Retrait.

- Lime Re :

Pénétration intra canalaire d'un à trois mm sans forcer.

Contrôle de la pression apicale arrêté dès que l'instrument force pour entrer.

Remonter en appui pariétal.

- Lime R1 :

Pénétration intra canalaire par actions répétées de poussées apicales contrôlées (pousser-retenir).

Travail du tiers coronaire au début du tiers moyen.

- Lime R2 :

Pénétration intra canalaire par actions répétées de poussées apicales contrôlées (pousser-retenir).

Travail du tiers moyen au début du tiers apical sans aller plus loin que la lime MMC n10.

- Lime R3 :

Pénétration intra canalaire par actions répétées de poussées apicales contrôlées (pousser-retenir).

Descendre à la limite de travail ou à proximité selon l'anatomie.

6. Le système Re-Endo® (ENDOSTAR) :

6.1. Présentation du système RE Re-Endo® :

Endostar RE Re-Endo® Rotary System est un système mécanique utilisé pour enlever efficacement les anciennes obturations du canal au cours du retraitement canalaire. Le Kit se compose de quatre instruments de tailles et conicités différentes marqués de numéros de 1 à 4. Ce système a été conçu pour être utilisé en combinaison avec la méthode de "Crown Down".

Ces instruments sont plus agressifs et doivent être utilisés avec des moteurs endodontiques standards à une vitesse comprise entre 150 et 300 tours/min.

Ils enlèvent très facilement la gutta percha, donnant la possibilité au praticien de faciliter le retraitement endodontique.



Figure 60 Le système RE Re-Endo® (ENDOSTAR)⁽⁹⁶⁾

6.2.Séquence du système RE-Endo®⁽⁹⁶⁾ :

Le Kit se compose de quatre instruments avec une conicité de 04 à 12 de la taille 30, marqués de numéros de 1 à 4 :

Deux limes en forme de K avec une section carrée (des broches modifiées), avec quatre extrémités tranchantes, une forme spirale libre et une bonne élasticité.

Deux limes en forme de S avec deux extrémités tranchantes placées de façon symétrique à 180° de l'axe de symétrie (comme une composition de deux limes H), qui coupent le canal sous un angle de 90°. Elles assurent une découpe excellente de la dentine. Elles ont la pointe non-coupante et une très bonne élasticité.

- La lime 1, 12/30 de 17 mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers coronaire jusqu'au tiers moyen.
- La lime 2, 08/30 de 25 mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers moyen jusqu'au tiers apical.
- La lime 3, 06/30 de 25 mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers apical.
- La lime 4, 04/30 de 25 mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers apical.



Figure 61 Séquence du système RE Re-Endo® (ENDOSTAR, Warsaw, Poland)⁽⁹⁶⁾

6.3. Conseils et recommandations du fabricant :

Les limes doivent être utilisées à une vitesse variante entre 150 et 300 rotations/minute. Les caractéristiques des torques sont citées dans le tableau ci-dessous à titre indicatif uniquement et peuvent varier selon les préférences de chaque utilisateur et la capacité du moteur endodontique utilisé. Il ne faut pas dépasser la limite des torques avancés qui diffère d'un instrument à l'autre. Si les options, par défaut, du torque ne peuvent être modifiées, il faut veiller à sélectionner un niveau qui ne dépasse pas la limite recommandée.

Tableau 4 Torques recommandés par ENDOSTAR⁽⁹⁶⁾

Numéro de la lime	Torque Ncm	Numéro de la lime	Torque Ncm
1 (12/30)	3.0 – 4.0	3 (06/30)	1.0 - 2.0
2 (08/30)	2.0 – 3.0	4 (04/30)	0.5 – 1.0

Nombre d'utilisation recommandé pour un instrument :

Les limes peuvent être utilisées cinq à dix fois au maximum en fonction de la taille (voir Tableau) et doivent être contrôlées par le praticien avant chaque utilisation pour s'assurer qu'elles n'ont pas été endommagées lors du dernier usage. Par conséquent, elles ne doivent pas être courbées, déformées ou usées et doivent être solidement attachées à la pièce à main. Si la lime a subi une grande force de torsion, en particulier dans les canaux courbés, elle ne doit être utilisée qu'une seule fois.

La lime peut se briser à l'intérieur du canal au cas où le nombre d'utilisation recommandé est dépassé.

Toujours se débarrasser de la lime qui semble être endommagée.

Tableau 5 Nombre d'utilisation recommandé pour un instrument RE Re-endostar⁽⁹⁶⁾

Numéro de la lime	1	2	3	4
Nombre d'utilisation	10	10	5	5

Stérilisation :

Produits non stériles. Il faut les stériliser avant l'usage. Les instruments peuvent être stérilisés plusieurs fois dans un autoclave à vapeur sous température de 134°C. Le temps de stérilisation recommandé varie entre 35-40 minutes. Les instruments peuvent être désinfectés à l'aide de désinfectants doux et lavés dans les laveuses à ultrasons.

Stockage :

Les instruments doivent être stockés à température ambiante, dans un environnement propre, sec et sans poussière.

Remarques importantes :

- Utiliser l'instrument sans forcer, en faisant des mouvements de haut en bas.
- Le travail avec la lime doit être de courte durée. Utiliser toujours des agents lubrifiants pendant la désobturation des canaux.
- Les limes sont très pointues et doivent être utilisées avec prudence, sans forcer et sans trop les enfoncer dans le canal.
- Utiliser le modèle et le nombre d'instruments nécessaire à un cas clinique particulier.
- Contrôler la fréquence d'utilisation de l'instrument.
- Avant usage, démarrer les Instruments à l'extérieur de la cavité buccale et s'assurer qu'il n'y ait aucune déformation, fissure ou rayure sur la lime. Se débarrasser des limes usagées.

6.4. Protocole opératoire ⁽⁹⁶⁾ :

- Poser une digue (recommandé).
- S'assurer d'avoir un accès au canal rempli par la gutta percha.
- Ajouter quelques gouttes de chloroforme ou une autre solution pour dissoudre la gutta percha.
- Utiliser les instruments Endostar RE Re Endo Rotary System numérotés de 1 à 4, en travaillant selon la méthode de "Crown Down". Utiliser les instruments successivement, en commençant avec la lime n°1.
- Utiliser l'instrument 1 et enlever la gutta dans le tiers ou les deux tiers du canal. Si l'instrument est trop large, utiliser des instruments moins larges de taille 2, 3 ou 4.
- Utiliser un instrument plus petit pour enlever la gutta dans la partie suivante du canal.
- Rincer le canal après chaque utilisation de la lime.
- Nettoyer les limes des résidus dentinaires.
- Répéter la procédure jusqu'à atteindre l'apex. Irriguer abondamment.
- S'assurer qu'il n'y ait plus aucun résidu de l'ancienne gutta percha dans le canal, pour cela, il est conseillé de prendre une radio.
- Procéder à un nettoyage final du canal. Le chloroforme ne peut être utilisé à cette étape. Rincer à l'aide de solutions utilisées habituellement dans le traitement endodontique.
- L'utilisation excessive du chloroforme peut présenter un risque pour le patient, par conséquent, la substance doit être utilisée avec prudence.

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

1. Type de l'étude :

Une étude expérimentale analytique *ex vivo* de comparaison entre deux systèmes spécifiques au retraitement endodontique orthograde en rotation continue.

Durée d'étude : De Septembre 2019 à Janvier 2020

Lieu d'étude : Laboratoire d'Odontologie Conservatrice et Endodontie de la faculté de médecine dentaire-Tlemcen.

2. Problématique, but et objectif de l'étude :

2.1.Problématique :

Le retraitement endodontique est un acte de plus en plus fréquent dans l'exercice libéral d'omni-pratique. Il constitue une solution de choix efficace suite à l'échec endodontique.

L'utilisation d'instruments manuels en acier inoxydable est la technique la plus ancienne. Cependant, il est très chronophage et de par sa complexité éventuelle et son risque associé, le retraitement endodontique manuel est souvent un acte appréhendé par le chirurgien dentiste. Pour pallier à cela, des instruments en nickel titane en rotation continue ont été développés. Cependant, les risques de fracture, déformation instrumentale, fausse route et de perforation sont amplifiés.

De nombreux fabricants ont développé des systèmes de retraitement endodontique qui ont pour objectif de faciliter l'acte en cabinet dentaire et diminuer les accidents survenus au cours de cet acte. Confronté à tous ces instruments disponibles sur le marché algérien, le chirurgien dentiste se trouvera devant une panoplie de choix de l'instrument ce qui laisse perplexe. Pour cela, plusieurs questions vont se poser : Quel système est le plus efficace dans la désobturation canalaire ? Lequel est le plus rapide ? Lequel offre la meilleure qualité de désobturation ? et lequel présente les moins risques d'accidents ?

2.2.But de l'étude :

Le but essentiel de notre travail est de connaître s'il y a une différence significative entre deux systèmes rotatifs spécifiques au retraitement endodontique disponibles et couramment utilisables par nos confrères : Le système R-Endo® et le système Re-Endo® ; en matière d'efficacité, de rapidité et de sécurité.

Hypothèse H_0 : Il n'y a pas de différence significative d'efficacité entre les deux systèmes de retraitement endodontique rotatifs.

2.3.Objectifs :

2.3.1. Objectif principal :

L'objectif principal est de comparer l'efficacité du retraitement endodontique orthograde à l'aide de deux systèmes différents en rotation continue. Il s'agit donc de comparer deux groupes d'échantillants différents :

Groupe R : R-Endo® (Micro-Mega, Besançon, France).

Groupe RE : Re-Endo® (ENDOSTAR, Warsaw, Poland).

2.3.2. Objectifs secondaires

- Comparer le temps d'utilisation pour chaque instrument :
 - T1 : Le temps nécessaire pour atteindre l'apex.
 - T2 : Le temps au bout duquel on ne remonte plus de gutta percha ou de ciment sur les limes.
 - T0 : Le temps total de désobturation par addition des temps T1+T2.
- Évaluer la qualité de désobturation pour chaque échantillant.
- Répertorier les incidents et les accidents de parcours.

3. Matériel :

3.1.Systèmes instrumentaux utilisés :

3.1.1. Système R-Endo® :

Le système R-Endo® se présente en deux séquences :

Plaquette de cinq instruments R-Endo® assortis InGeT® comporte un instrument manuel Rm® et quatre limes de désobturation nickel-titane (La lime Re, R1, R2, R3) utilisées en rotation continue.

Plaquette de trois instruments R-Endo® assortis classics comporte trois limes de désobturation nickel-titane (La lime R1, R2, R3) utilisées en rotation continue qui sera utilisée dans notre étude.

Les instruments suivants (fig.62), en nickel-titane, sont utilisés selon la séquence suivante en rotation continue avec un contre-angle endodontique réducteur :

- La lime R1, d'une conicité de 8% et un diamètre apical de 25/100ème de mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers coronaire.
- La lime R2, d'une conicité de 6% et un diamètre apical de 25/100ème de mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers moyen.
- La lime R3, d'une conicité de 4% et un diamètre apical de 25/100ème de mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers apical.

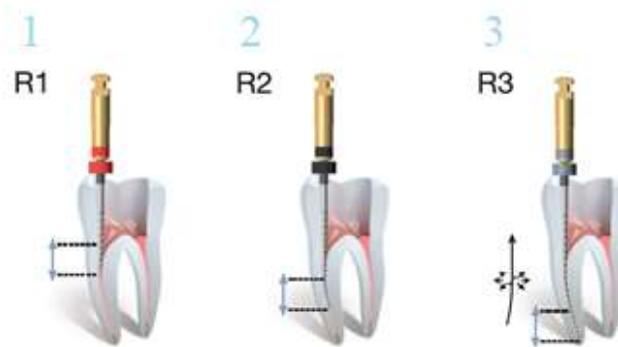


Figure 62 Séquence de système R-Endo®

3.1.2. Système RE Re-Endo® :

Le Kit se compose de quatre instruments (fig.63) avec une conicité de 04 à 12 de la taille 30, marqués de numéros de 1 à 4 :

- La lime 1, 12/30 de 17 mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers coronaire jusqu'au tiers moyen.
- La lime 2, 08/30 de 25 mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers moyen jusqu'au tiers apical.
- La lime 3, 06/30 de 25 mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers apical.
- La lime 4, 04/30 de 25 mm va retirer les matériaux d'obturation dans le tiers apical.

La vitesse de rotation de la pièce à main doit être constante durant le traitement canalaire et doit varier entre 150-300 RPM.



Figure 63 Séquence du système RE Re-Endo® (ENDOSTAR, Warsaw, Poland)

3.2. Protocol expérimental pour la préparation des échantillons :

3.2.1. La sélection des échantillons :

Cette étude est réalisée sur des dents naturelles extraites afin de nous rapprocher de la réalité clinique. Pour cela, des dents humaines monoradiculées extraites pour des raisons prothétiques, parodontales et orthodontiques ont été sélectionnées parmi des incisives et canines maxillaires ou mandibulaires ainsi que parmi des prémolaires mandibulaires et des deuxièmes prémolaires maxillaires. Des radiographies préopératoires mésio-distales ont été prises pour chaque racine (fig.64) afin de retenir trente dents selon des critères d'inclusions et d'exclusions ci-dessous.



Figure 64 : Radiographie permettant l'inclusion ou l'exclusion selon les critères prédéfinis

3.2.1.1. Critères d'inclusion :

Les dents sélectionnées doivent répondre à certains critères :

- Monoradiculées.
- Un canal unique droit ou ayant une courbure canalaire inférieure à 20° (Radiographie dans le sens mésio-distal pour exclure les dents bicanalaires).
- Matures avec un apex complètement fermé.
- Une longueur radiculaire supérieure ou égale à 17mm.

3.2.1.2. Critères d'exclusion :

- Canal avec une courbure sévère (>20°).
- Isthme ou canal ovalaire.
- Traitement endodontique initial préexistant.
- Résorption interne ou externe.
- Carie atteignant le réseau canalaire.
- Fracture ou fêlure radiculaire.

3.2.2. La standardisation des longueurs canalaires :

Une fois les dents sélectionnées, elles ont été nettoyées à l'aide d'un détartreur ultrasonique afin d'éliminer les tissus mous et le tartre des surfaces dentaires, puis elles sont stockées dans une solution de formaldéhyde à 3% à température ambiante(fig.65).

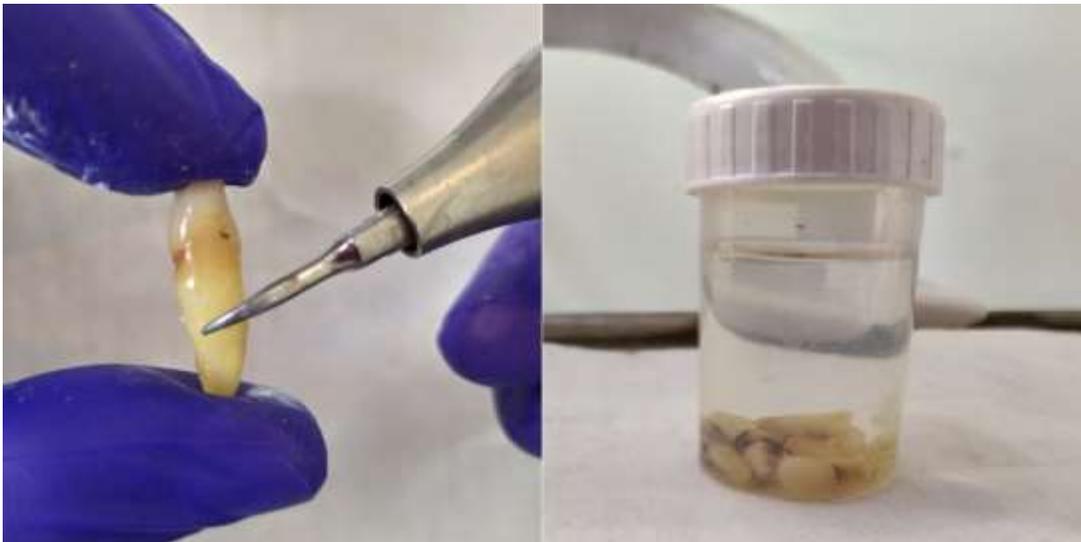


Figure 65 Nettoyage et conservation des dents

Chaque dent est coupée dans le sens transversal afin de standardiser la longueur canalaire des dents à 17 mm et d'obtenir un repère plat.

Pour cela, une lime MMC 10/100^{ème} a été introduite dans le canal jusqu'à l'apparition de sa pointe au niveau de l'apex. On soustrait 0,5mm pour déterminer la longueur du canal (fig.66).



Figure 66 La détermination de la longueur canalaire

Ensuite, avec un disque diamanté monté sur pièce-à-main, la dent a été découronnée afin d'obtenir une longueur de travail égale à 17mm (fig.67).



Figure 67 La suppression de la couronne et les interférences coronaires

La suppression de la couronne et la limitation de la longueur des racines de l'échantillon à 17mm (fig.68) assurent aussi l'accès facile au réseau canalaire radiculaire, en évitant les interférences coronaires permettant ainsi la réalisation des préparations canalaires et des obturations initiales similaires.



Figure 68 La standardisation de la longueur de travail

3.2.3. Mise en forme canalaire :

La préparation canalaire des dents était réalisée par un seul opérateur avec une technique manuelle standardisée en utilisant un couplage des limes K et des limes H (fig.69), avec une irrigation abondante par l'hypochlorite de sodium à 2.5% entre chaque passage instrumental à l'aide d'une seringue d'irrigation. La préparation se fait jusqu'à la longueur de travail (LT) déterminée, c'est-à-dire 17mm, de façon à préparer le foramen apical pour permettre la visualisation des dépassements de gutta percha lors du retraitement endodontique.



Figure 69 Kit Stainless Steel K-files/H-files 25mm

Après le cathétérisme à la lime MMC 10/100ème, la mise en forme initiale du canal s'effectue selon le protocole suivant :

- Passage de la lime K (1/8 de tour-retrait) puis la lime H (raclage) 15/100 (Sbenzben Denco Medical Co®, Athènes, Grèce) jusqu'à la LT.
- Passage de la lime K (1/8 de tour-retrait) puis la lime H (raclage) 20/100 (Sbenzben Denco Medical Co®, Athènes, Grèce) jusqu'à la LT.
- Passage de la lime K (1/8 de tour-retrait) puis la lime H (raclage) 25/100 (Sbenzben Denco Medical Co®, Athènes, Grèce) jusqu'à la LT.
- Passage de la lime K (1/8 de tour-retrait) puis la lime H (raclage) 30/100 (Sbenzben Denco Medical Co®, Athènes, Grèce) jusqu'à la LT.
- Passage de la lime K (1/8 de tour-retrait) puis la lime H (raclage) 35/100 (Sbenzben Denco Medical Co®, Athènes, Grèce) jusqu'à la LT.

A la fin de la mise en forme, un rinçage final était réalisé avec un sérum physiologique (fig.70).

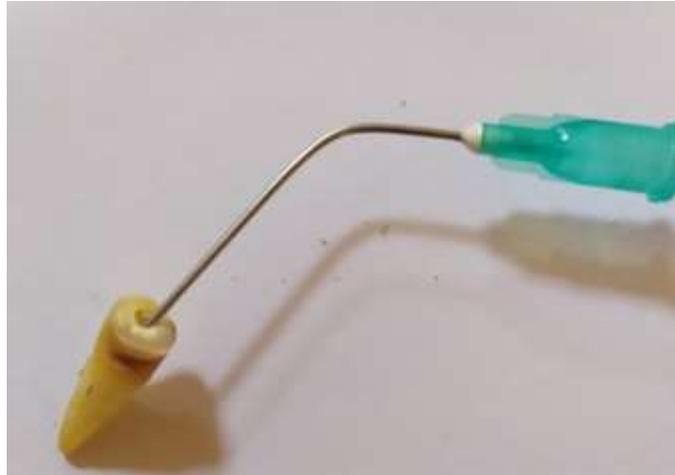


Figure 70 Désinfection immédiate à l'hypochlorite de sodium et nettoyage canalaire avec sérum physiologique

3.2.4. Obturation canalaire :

L'obturation canalaire des dents est réalisée par la technique mixte au mono-cône calibré selon le diamètre de la lime maitresse, pour des raisons de simplicité opératoire.

Des cônes de gutta percha de 35/100 avec une conicité de 2% sont utilisés (GAPADENT® – Tianjin – China) (fig.71), avec le ciment de scellement, nous utiliserons un ciment à base d'oxyde de zinc eugénoï (AIREL PHARMA®, Champigny-sur-Marne, France) (fig.72).



Figure 71 Gutta percha 2% (GAPADENT® – Tianjin – China)



Figure 72 Ciment à base d'oxyde de zinc eugénol (AIREL PHARMA®, Champigny-sur-Marne, France)

Les dents ont été obturées selon le protocole suivant :

- Essayage du maître cône en milieu humide.
- Séchage du canal avec des pointes de papiers stériles 35/100 avec une conicité de 4%, (GAPADENT® – Tianjin – China) jusqu'à l'obtention d'un assèchement total du canal.
- Induction du ciment dans le canal à l'aide d'un bourre-pâte de lentulo en réalisant plusieurs apports.
- Mise en place du maître cône enduit du ciment dans le canal jusqu'à la LT.
- Coupure du maître cône à l'entrée du canal par une spatule chauffée à rouge.
- L'accès coronaire est obturé temporairement par eugénate (AIREL PHARMA®, Champigny-sur-Marne, France).

Les dents sont ensuite conservées dans un milieu saturé en sérum physiologique à température ambiante pendant un mois, afin de garantir la prise optimale du ciment endodontique.

3.2.5. Radiographie préopératoire :

Des radiographies, en incidences vestibulo-linguales et mesio-distales, de chaque dent sont réalisées (fig.73) afin de vérifier la bonne obturation des traitements endodontiques préalablement faits.

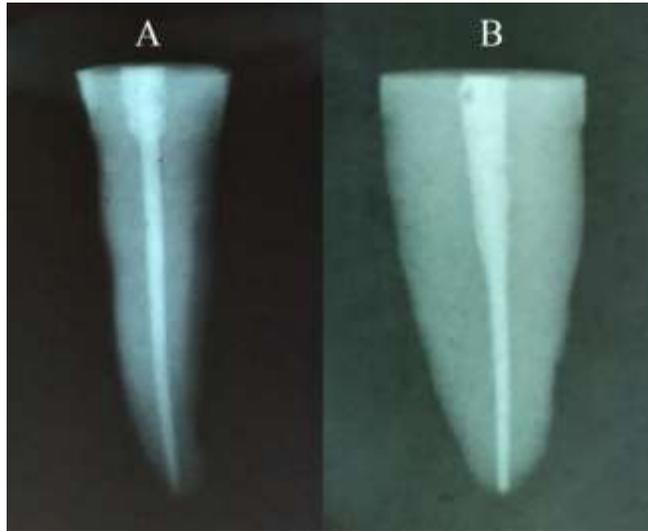


Figure 73 : Exemple de radiographie en incidence VL (A) et MD (B) après la phase d'obturation

3.2.6. La randomisation :

Les dents sont réparties en trois groupes de dix dents, créés par randomisation des échantillons, en fonction des systèmes de retraitement endodontique (fig.74) :

- Groupe R : La désobturation canalaire par le système R-Endo®.
- Groupe RE : La désobturation canalaire par le système Re-Endo®.
- Groupe T : (Groupe témoin) La désobturation est faite manuellement par les limes H.

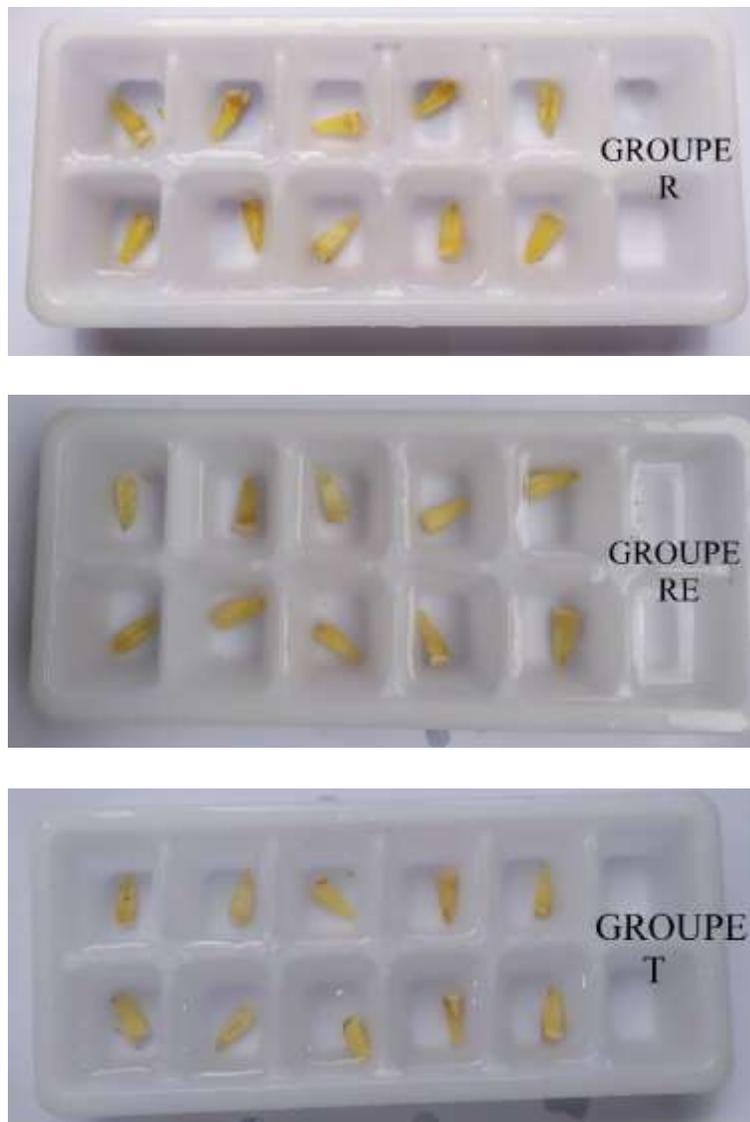


Figure 74 La conservation des dents dans des bac à glaçon saturé en sérum physiologique à température ambiante après échantillonnage.

Les dents de chaque échantillon sont ensuite numérotées de 1 à 10 et en attribuant une fiche de renseignement pour chacune. (Voir annexe)

4. Phase de retraitement :

La désobturation des dents est effectuée par un seul opérateur indépendant de l'étude qui s'est exercé sur des simulateurs en résine.

Chaque système est utilisé sur un groupe de dix dents en respectant les protocoles d'utilisation du fabricant. Chaque instrument est remplacé par un nouveau après son utilisation successive dans quatre canaux.

On considère que le retraitement est terminé :

- Lorsque on atteint la LT avec l'absence de matériau d'obturation dans les spires du dernier instrument.
- Absence de matériau d'obturation dans la solution d'irrigation.
- Perméabilité retrouvée à la lime 10/100ème.

4.1. Essais sur Endo Training Blocks :

Avant d'entamer la désobturation canalaire sur les trois groupes, l'opérateur effectue une simulation de désobturation canalaire sur Endo training Blocks (fig.75) avec les systèmes rotatifs étudiés, afin de se familiariser avec l'utilisation de ces systèmes.



Figure 75 Endo Training Blocks

4.2. Protocole opératoire :

4.2.1. Aménagement des voies d'accès :

Sur chaque dent, l'accès aux orifices canaux est libéré par dégagement des deux mm coronaires de l'obturation canalaire à l'aide d'une fraise boule en carbure de tungstène de diamètre 10/12 montée sur contre-angle.

4.2.2. Protocole opératoire du Groupe R :

La désobturation est réalisée selon le protocole suivant :

- Un solvant à base d'eugénol pure (AIREL PHARMA®, Champigny-sur-Marne, France) a été utilisé. Une goutte de solvant a d'abord été placée dans la cavité d'accès pour ramollir le matériau d'obturation, puis deux ou trois gouttes supplémentaires sont rajoutées au cours de la désobturation après chaque changement d'instrument.
- Une lime k en acier inoxydable (taille 10, conicité 0,04) a été utilisée avec une pression d'un quart de tour, dirigée vers l'apex pour créer un chemin, permettant ainsi le centrage et l'alignement de l'instrument suivant.

Les instruments rotatifs ont été utilisés à une vitesse de 400 tr/min avec un moteur endo radar woodpeker avec localisateur d'apex intégré.

- La lime R1 (taille 25 conicité, 0,08) a été utilisée pour retirer les matériaux d'obturation dans le tiers coronaire avec un torque de 3N/CM.
- La lime R2 (taille 25, conicité 0,06) a été utilisée pour retirer les matériaux d'obturation dans le tiers moyen avec un torque de 1.5N/CM.
- La lime R3 (taille 25, conicité 0,04) a été utilisée pour retirer les matériaux d'obturation dans le tiers apical avec un torque de 0.8N/CM.
- Temps T1 obtenu.
- Un mouvement circonférentiel de la lime R3 du tiers apical au tiers coronaire pour terminer l'élimination du matériau d'obturation du canal radiculaire jusqu'à ce que l'instrument ressorte propre.
- Temps T2 obtenu.
- Lors de l'enlèvement du matériel, les canaux radiculaires ont été irrigués avec de NaOCl à 2,5% après chaque instrument.

- La préparation a été jugée terminée lorsqu'il n'y avait pas de matériau d'obturation couvrant les instruments et lorsque la solution d'irrigation semblait exempte de débris.
- Radiographies en incidence vestibulo-linguale et mesio-distale.

Tous les instruments ont été nettoyés régulièrement et utilisés dans quatre canaux radiculaires avant d'être jetés.

4.2.3. Protocole opératoire du Groupe RE :

La désobturation est réalisée selon le protocole suivant :

- Un solvant à base d'eugénole pure (AIREL PHARMA®, Champigny-sur-Marne, France) a été utilisé. Une goutte de solvant a d'abord été placée dans la cavité d'accès pour ramollir le matériau d'obturation, puis deux ou trois gouttes supplémentaires ont été appliquées si nécessaire au cours de la désobturation.
- Les instruments rotatifs ont été utilisés à une vitesse variable entre 150 et 300 rotations/minute avec un moteur endo radar woodpeker avec localisateur d'apex intégré, en travaillant selon la méthode de "Crown Down"
- Les caractéristiques des torques sont citées dans le tableau ci-dessous (tableau.6).

Tableau 6 Les caractéristiques des torques de Système RE Re-Endo

Numéro de la lime	Torque (Ncm)	Numéro de la lime	Torque (Ncm)
1 (12/30)	3.0 - 4.0	3 (06/30)	1.0 – 2.0
2 (08/30)	2.0 – 3.0	4 (04/30)	0.5 - 1.0

- L'instrument 1 (conicité 12/30) a été utilisé dans le tiers coronaire du canal.
- L'instrument 2 (conicité 08/30) a été utilisé dans le tiers moyen du canal.
- L'instrument 3 (conicité 06/30) et 4 (conicité 04/30) ont été utilisés dans le tiers apical du canal jusqu'à la LT.
- Temps T1 obtenu.
- Un mouvement circonférentiel du dernier instrument atteignant l'apex pour terminer l'élimination du matériau d'obturation du canal radiculaire jusqu'à ce que l'instrument ressorte propre.

- Temps T2 obtenu.
- Lors de la désobturation, les canaux radiculaires sont irrigués avec de NaOCl à 2,5% après chaque instrument.
- Radiographies en incidence vestibulo-linguale et mesio-distale.

Tous les instruments ont été nettoyés régulièrement et utilisés dans quatre canaux radiculaires avant d'être jetés.

4.3. Radiographies post-opératoires :

Une fois toutes les dents désobturées, des radiographies numériques bidimensionnelles sont réalisées dans le sens mésio-distal et vestibulo-lingual avec un capteur RVG (fig.76). Ces dernières serviront à calculer les débris de matériau d'obturation après la désobturation canalaire.

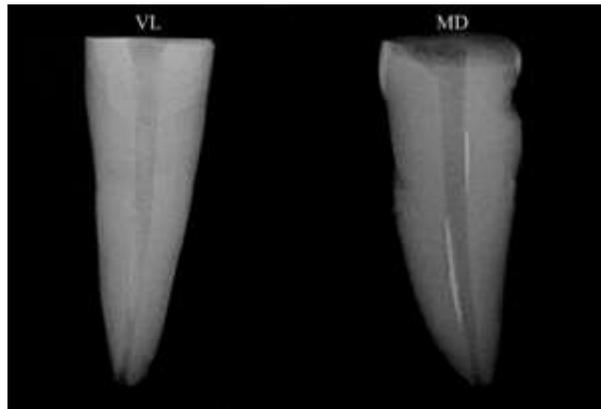


Figure 76 : Exemple de radiographie en incidence VL (A) et MD (B) après la phase de désobturation

5. Recueil de données :

Les données expérimentales ont été notifiées sur une fiche d'enquête comportant les éléments suivants (voir annexe) :

5.1. Enregistrement du temps de désobturation :

Chaque temps de désobturation a été chronométré en secondes. Le chronométrage a été suspendu pendant le temps d'irrigation et de changement d'instrument. Le temps est enregistré lorsque les critères de désobturation précédemment déterminés sont atteints.

- Le temps 1 (T1) : Temps nécessaire au cathétérisme. Il est obtenu lorsqu'un instrument pénètre jusqu'à la LT=17mm

- Le temps 2 (T2) : Temps nécessaire à la préparation canalaire. Il est obtenu lorsque le dernier instrument ressort totalement propre du canal, ne remontant donc plus de débris.
- Le temps total (TT) de désobturation est l'addition de T1 et T2.

5.2.Méthodes de traitement des images radiologiques :

Après chaque désobturation (T2), et à l'aide des radiographies numériques bidimensionnelles, une analyse des surfaces de résidus de matériaux d'obturation est réalisée dans le sens mésio-distal et vestibulo-palatin.

Pour procéder à cette analyse quantitative, la quantité de débris résiduels est mesurée à l'aide d'un logiciel d'imagerie, Image J (National Institute of Health, Bethesda, MD, USA), les débris de ciment et de la gutta percha sont identifiés grâce à leur radio-opacité. Un seul observateur va donc utiliser cette différence de radio-opacité pour délimiter les surfaces de débris de matériaux d'obturation persistant après retraitement canalaire.

Les racines sont ensuite départagées en trois tiers (coronaire, moyen et apical) en éliminant une portion coronaire de deux mm dont la désobturation a été réalisée par une fraise boule, chaque portion faisant cinq mm par l'intermédiaire de la fonction règle d'Image J et sont évaluées séparément(fig.77).

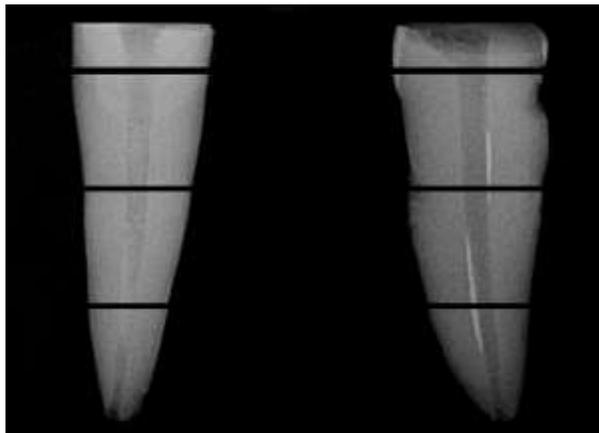


Figure 77 Exemple d'une dent découpée virtuellement à partir des radiographies en incidence MD et VL

Logiciel Image J va permettre la mesure de deux types de surfaces en mm² (Fig.78) :

- L'aire de chaque tiers canalaire est identifiée et automatiquement donnée en mm² par le logiciel Image J.
- L'aire des débris de matériau d'obturation (Gutta percha/ciments) dans chaque tiers est identifiée, et mesurée de la même manière.

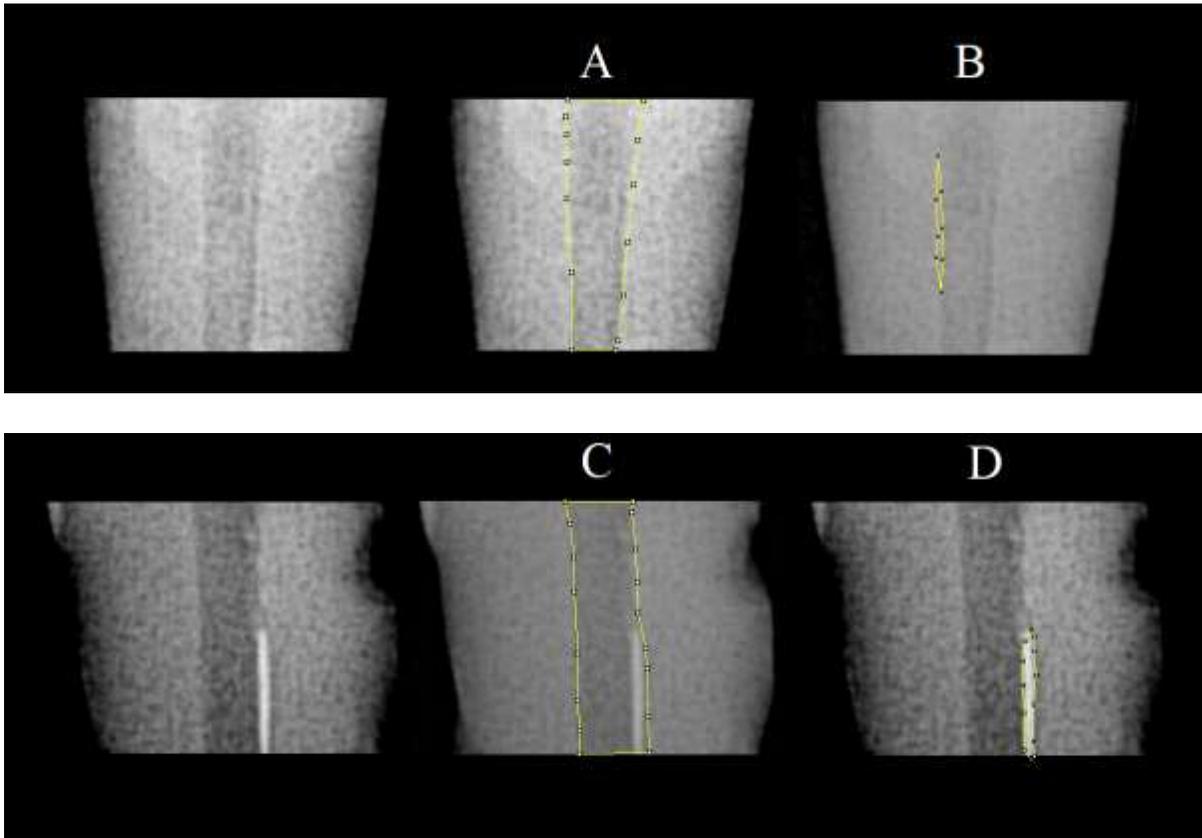


Figure 78 La technique d'analyse radiographique des débris canalaires.

Les valeurs obtenues permettant de calculer les pourcentages de matériaux d'obturation non désobturés dans le sens vestibulo-palatin et dans le sens mésio-distal en utilisant l'équation :

$$\text{Le pourcentage \% de résidus de matériau persistant} = \text{Aire des résidus de matériau persistant B+D (mm}^2\text{)} \times 100 / \text{Aire du canal A+C (mm}^2\text{)}$$

Cette technique d'analyse de débris canalaires a déjà été décrite dans d'autres études et a fait ses preuves(12, 97-99).

5.3. Constatation d'accidents lors de la désobturation et d'extrusions des débris :

La présence d'aberrations ou de fractures instrumentales est notée de façon binaire : Le chiffre 1 pour incident, et le chiffre 0 correspond à aucun incident.

En ce qui concerne la quantification de débris extrudés, nous n'avons pas de moyen de quantifier ces derniers, nous avons donc décidé de les noter sur un mode binaire aussi : Présent/absent. Ces derniers étant visualisés à l'œil nu pendant le passage des instruments dans les dents tenues à la main.

6. Analyse statistique :

L'analyse statistique, a été réalisée à l'aide du logiciel SPSS® AN IBM COMPANY®.

Nous avons utilisé le test statistique ANOVA à un facteur Post hoc Tukey, pour comparer les moyennes de temps de désobturation, le test de corrélation pour comparer la qualité de désobturation intragroupe, le test statistique ANOVA à un facteur pour comparer la qualité de désobturation intergroupe, et un test de KHI-deux, pour analyser les différences d'apparition d'accidents ou d'extrusions de débris.

Ces tests statistiques permettent de déterminer s'il existe une différence significative au risque $\alpha=0,05$ entre les trois groupes.

RESULTATS

Les résultats de cette étude sont présentés en trois parties. D’abord, l’analyse des temps de désobturation. Ensuite, l’analyse de la qualité de désobturation, et enfin, nous étudierons les aberrations, les accidents et les extrusions de débris.

1. Temps de désobturation :

Ce graphique résume les temps moyens pour chaque groupe (fig.79) :

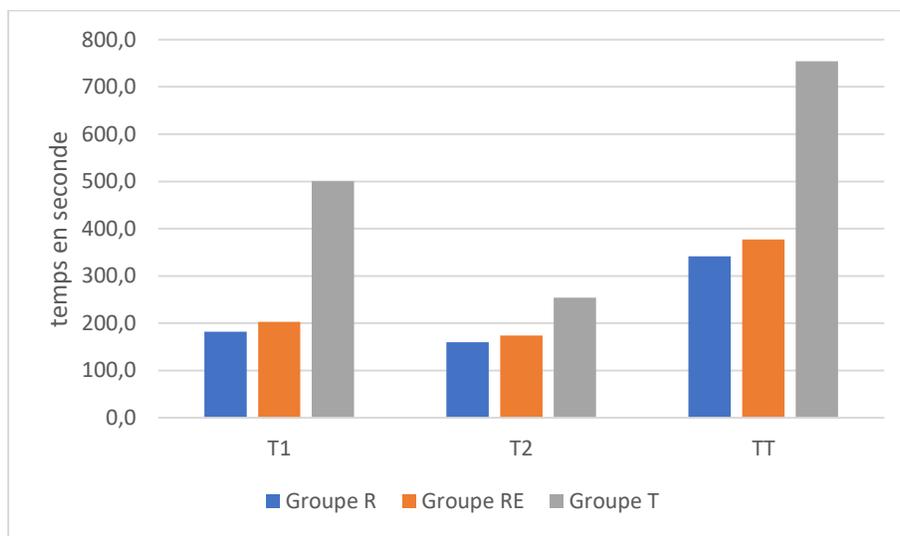


Figure 79 Les temps moyens de travail pour chaque groupe

1.1. Temps nécessaire au cathétérisme T1 :

Une différence significative du temps T1 nécessaire pour atteindre l'apex entre les trois groupes a été retrouvée (P = 0) (tableau.7).

Tableau 7 Comparaison des trois groupes par rapport au temps moyen nécessaire au cathétérisme T1

Groupes	T1	Écart type	F	P value
Groupe R	181,8	77.578	44,753	,000
Groupe RE	203.2	59.675		
Groupe T	500.2	107.949		

1.1.1. Comparaison multiple de T1 entre les trois groupes

Comme présenté dans le tableau 8 :

- Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes R-RE (P value = 0.838).
- Il y a une différence significative entre les deux groupes R-T (P value = 0). Le cathétérisme se fait de manière plus rapide dans le groupe R que le groupe T de 318.4 secondes en moyenne.
- Il y a une différence significative entre les deux groupes RE-T (P value= 0). Le cathétérisme se fait de manière plus rapide dans le groupe RE que le groupe T de 297 secondes en moyenne.

Tableau 8 Comparaison multiple des trois groupes par rapport au temps moyen nécessaire au cathétérisme T1

(I) groupe	(J) groupe	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	P value
Groupe R	Groupe RE	-21,400	37,623	,838
	Groupe T	-318,400*	37,623	,000
Groupe RE	Groupe R	21,400	37,623	,838
	Groupe T	-297,000*	37,623	,000
Groupe T	Groupe R	318,400*	37,623	,000
	Groupe RE	297,000*	37,623	,000

1.2. Temps nécessaire à la désobturation T2 :

Une différence significative du temps T2 au bout duquel on ne remonte plus de gutta percha ou de ciment sur les limes entre les trois groupes a été retrouvée (P=0) (tableau.9).

Tableau 9 Comparaison des trois groupes par rapport au temps moyen nécessaire à la désobturation T2

Groupes	T2	Écart type	F	P value
Groupe R	159,70	40,213	13.014	,000
Groupe RE	174,10	36,556		
Groupe T	253,90	54,607		

1.2.1. Comparaison multiple de T2 entre les trois groupes

Comme présenté dans le tableau 10 :

- Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes R-RE ($P = 0.752$).
- Il y a une différence significative entre les deux groupes R-T ($P = 0$). La désobturation se fait de manière plus rapide dans le groupe R que le groupe T de 94.2 secondes en moyenne.
- Il y a une différence significative entre les deux groupes RE-T ($P = 0.001$). La désobturation se fait de manière plus rapide dans le groupe RE que le groupe T de 79.8 secondes en moyenne.

Tableau 10 Comparaison multiple des trois groupes par rapport au temps moyen nécessaire à la désobturation T2

(I) groupe	(J) groupe	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	P value.
Groupe R	Groupe RE	-14,400	19,892	,752
	Groupe T	-94,200*	19,892	,000
Groupe RE	Groupe R	14,400	19,892	,752
	Groupe T	-79,800*	19,892	,001
Groupe T	Groupe R	94,200*	19,892	,000
	Groupe RE	79,800*	19,892	,001

1.3. Temps total de désobturation TT :

Une différence significative du temps total de désobturation par addition des temps T1 et T2 entre les trois groupes a été retrouvée ($P = 0$) (tableau.11).

Tableau 11 Comparaison des trois groupes par rapport au temps total TT

Groupes	TT	Écart type	F	P value
Groupe R	341,50	75,781	66.427	,000
Groupe RE	377,30	91,896		
Groupe T	754,10	97,002		

1.3.1. Comparaison multiple de TT entre les trois groupes

Comme présenté dans le tableau 12 :

- Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes R-RE (P = 0.643).
- Il y a donc une différence significative entre les deux groupes R-T (P = 0). Le cathétérisme et la désobturation se font de manière plus rapide dans le groupe R que le groupe T de 412.6 secondes en moyenne.
- Il y a donc une différence significative entre les deux groupes RE-T (P = 0). Le cathétérisme et la désobturation se font de manière plus rapide dans le groupe RE que le groupe T de 376.8 secondes en moyenne.

Tableau 12 Comparaison multiple des trois groupes par rapport au temps total TT

(I) groupe	(J) groupe	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	P value.
Groupe R	Groupe RE	-35,800	39,663	,643
	Groupe T	-412,600*	39,663	,000
Groupe RE	Groupe R	35,800	39,663	,643
	Groupe T	-376,800*	39,663	,000
Groupe T	Groupe R	412,600*	39,663	,000
	Groupe RE	376,800*	39,663	,000

2. Qualité de désobturation :

Nous avons analysé des pourcentages d'aire canalaire présentant des débris.

Le graphique suivant résume les pourcentages moyens de débris canaux par tiers canalaire et pour le canal complet par groupe(fig.80).

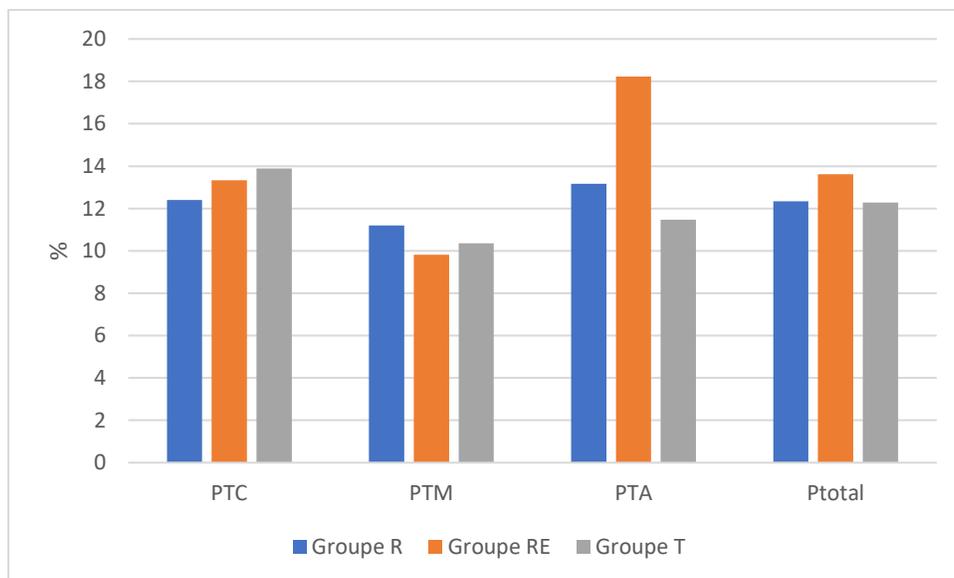


Figure 80 Pourcentage moyen des débris canaux par portion canalaire

2.1. Analyse intragroupe :

2.1.1. Groupe R :

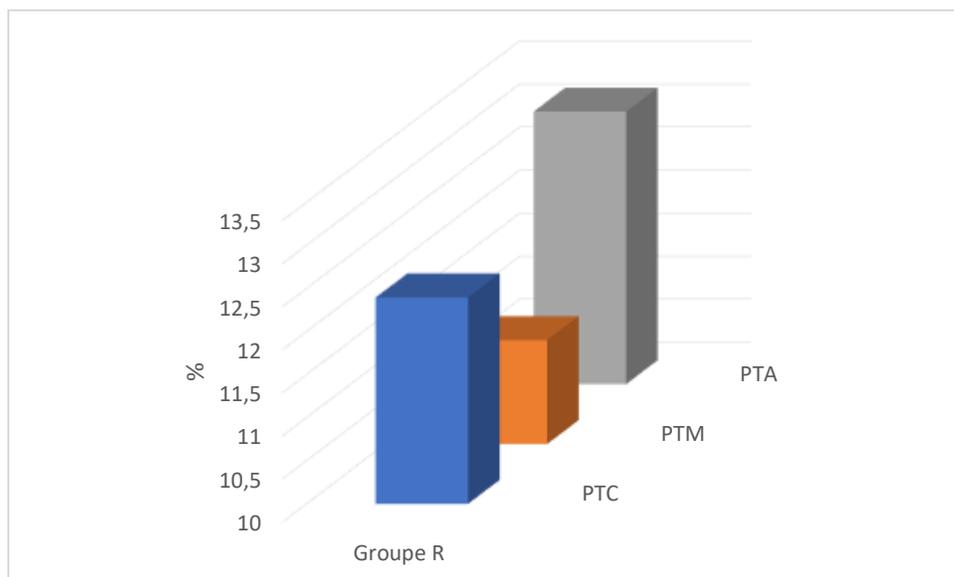


Figure 81 Pourcentage moyen des débris par portion canalaire au groupe R

Il n'y a pas de différence significative statistique entre les trois tiers canaux du groupe R ($P = 0.516$).

2.1.2. Groupe RE :

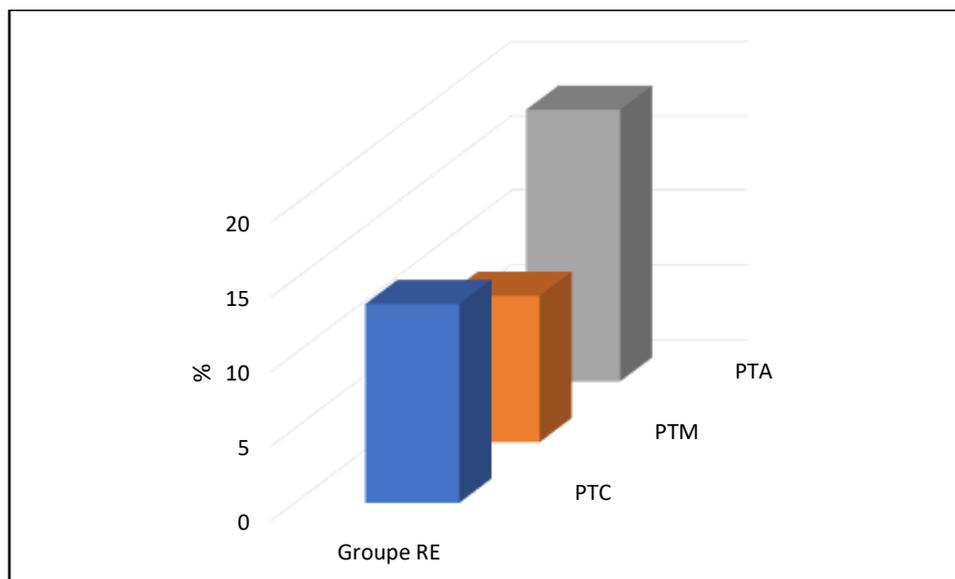


Figure 82 Pourcentage moyen des débris par portion canalaire au groupe RE

Il n'y a pas de différence significative entre le tiers coronaire et le tiers apical du groupe RE ($P = 0.858$)

Il n'y a pas de différence significative entre le tiers coronaire et le tiers moyen du groupe RE ($P = 0.876$).

Une différence significative entre le tiers moyen et le tiers apical du groupe RE a été trouvée ($P = 0.032$). Le tiers moyen est plus propre que le tiers apical.

2.1.3. Groupe T :

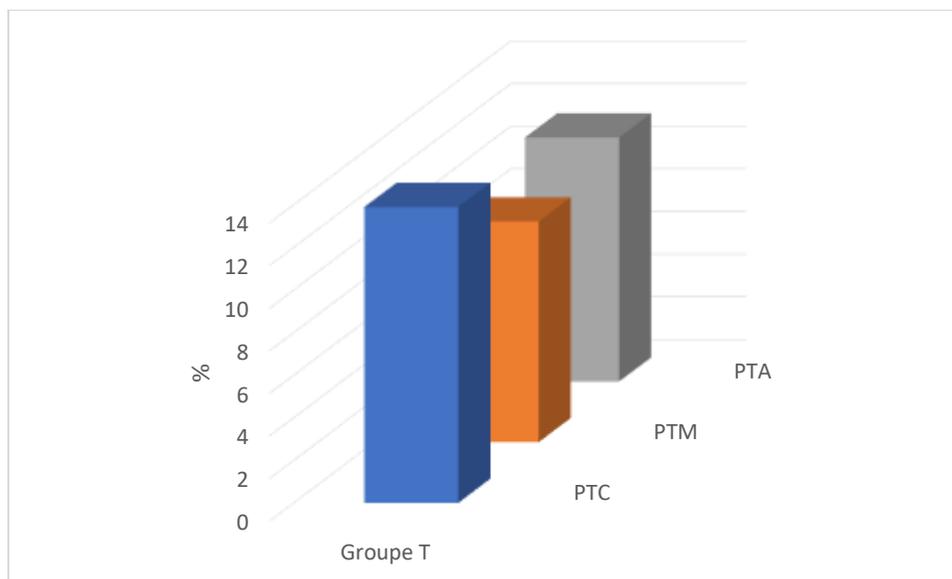


Figure 83 Pourcentage moyen des débris par portion canalaire au groupe T

Il n'y a pas de différence significative statistique entre les trois tiers canaux du groupe T ($P = 0.528$).

2.2. Analyse intergroupe :

2.2.1. Canal complet :

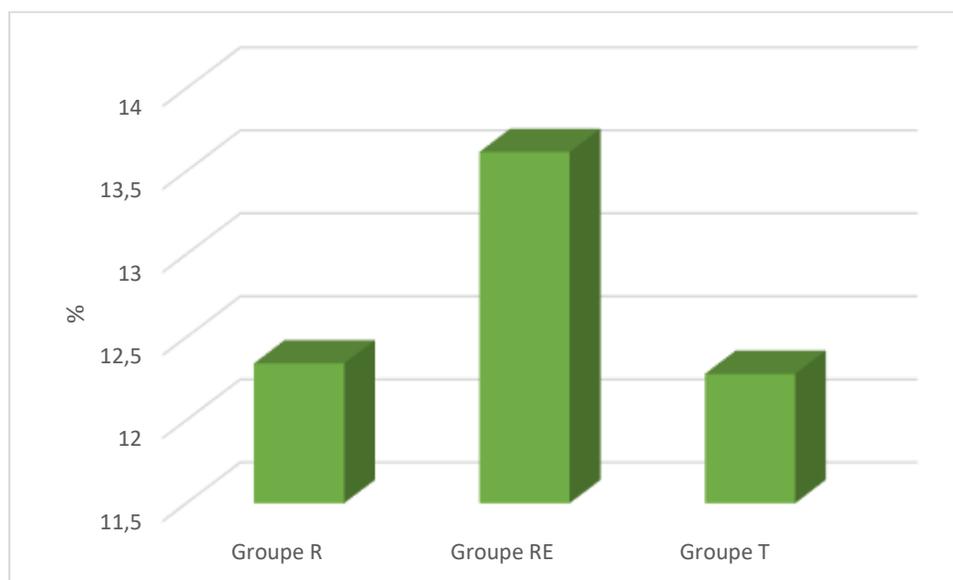


Figure 84 Pourcentage moyen de la totalité des débris canalaires P_{Total} dans chaque groupe

Il n'y a pas de différence significative statistique entre les trois groupes par rapport au pourcentage de la totalité des débris canalaires P_{Total} ($P = 0.807$).

2.2.2. Tiers coronaire :

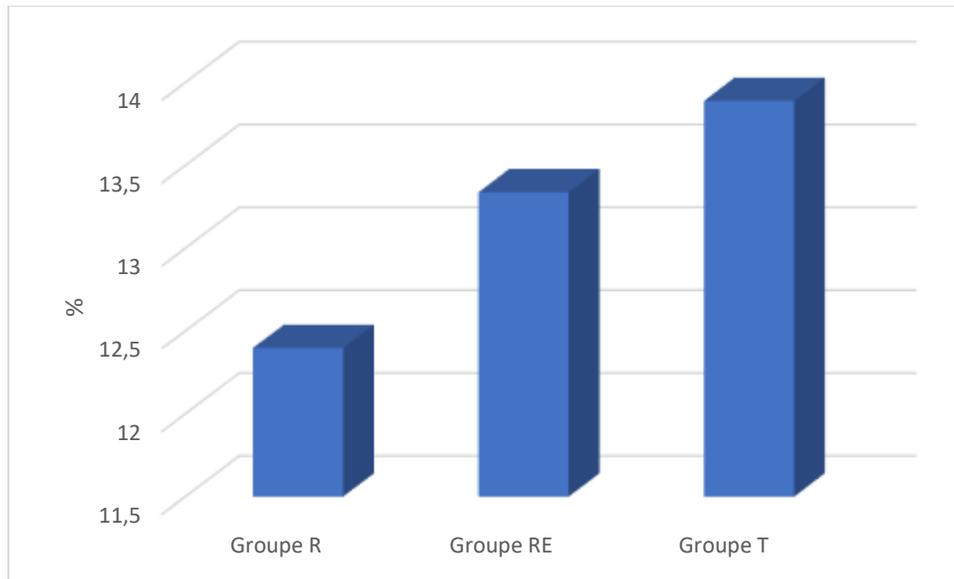


Figure 85 Pourcentage moyen des débris canaux du tiers coronaire PTC dans chaque groupe

Il n'y a pas de différence significative statistique entre les trois groupes par rapport au pourcentage des débris canaux du tiers coronaire PTC ($P = 0.910$).

2.2.3. Tiers moyen :

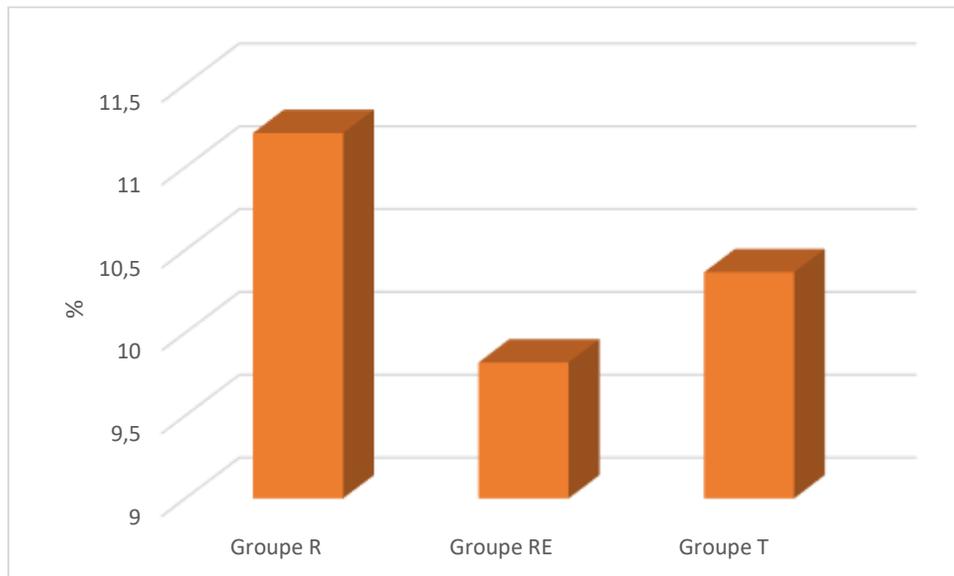


Figure 86 Pourcentage moyen de débris canaux du tiers moyen PTM dans chaque groupe

Il n'y a pas de différence significative statistique entre les trois groupes par rapport au pourcentage des débris canaux du tiers moyen PTM ($P = 0.930$).

2.2.4. Tiers apical :

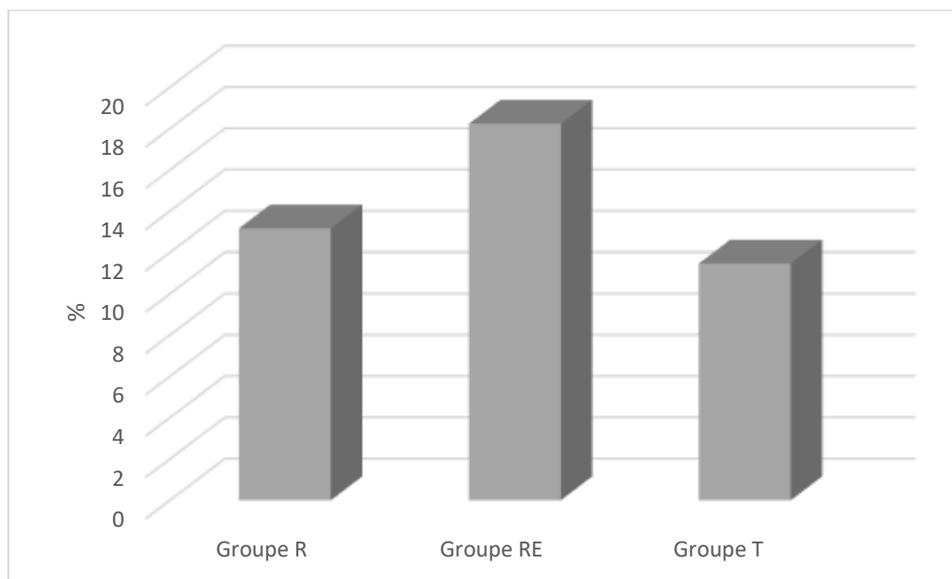


Figure 87 Pourcentage moyen de débris canaux du tiers apical PTA dans chaque groupe

Il n’y a pas de différence significative statistique entre les trois groupes par rapport au pourcentage des débris canaux du tiers apical PTA (P = 0.206).

3. Accidents survenus au cours du retraitement :

3.1. Aberrations canales :

Tableau 13 Comparaison des trois groupes par rapport aux aberrations canales

		Aberration		Total
		Absent	Présent	
Groupe R	Effectif	7	3	10
	% dans groupe	70,0%	30,0%	100,0%
Groupe RE	Effectif	9	1	10
	% dans groupe	90,0%	10,0%	100,0%
Groupe T	Effectif	7	3	10
	% dans groupe	70,0%	30,0%	100,0%
Total	Effectif	23	7	30
	% dans groupe	76,7%	23,3%	100,0%

Il n’y a pas de différence significative entre les trois groupes (P=0.475).

3.2. Fractures / déformations instrumentales.

Tableau 14 Comparaison des trois groupes par rapport aux fractures instrumentales

			Accidents		Total
			Absent	Présent	
Groupe R	Effectif		7	3	10
	% dans groupe		70,0%	30,0%	100,0%
Groupe RE	Effectif		10	0	10
	% dans groupe		100,0%	0,0%	100,0%
Groupe T	Effectif		7	3	10
	% dans groupe		70,0%	30,0%	100,0%
Total	Effectif		24	6	30
	% dans groupe		80,0%	20,0%	100,0%

Il n'y a pas de différence significative entre les trois groupes (P=0.153).

3.3. Extrusion des débris :

Tableau 15 Comparaison statistique des trois groupes par rapport à l'extrusion des débris

			Extrusions		Total
			Absent	Présent	
Groupe R	Effectif		2	8	10
	% dans groupe		20,0%	80,0%	100,0%
Groupe RE	Effectif		2	8	10
	% dans groupe		20,0%	80,0%	100,0%
Groupe T	Effectif		4	6	10
	% dans groupe		40,0%	60,0%	100,0%
Total	Effectif		8	22	30
	% dans groupe		26,7%	73,3%	100,0%

Il n'y a pas de différence significative entre les trois groupes (P=0.506).

DISCUSSION

Le but du retraitement endodontique orthograde est de rétablir la santé des tissus périapicaux en peu de temps après un traitement inefficace ou une réinfection d'un système de canal radiculaire obturé. Cette procédure peut révéler des tissus nécrotiques résiduels ou des bactéries qui peuvent être responsables d'une inflammation périapicale persistante.

Le succès du retraitement endodontique orthograde dépend de l'élimination des tissus nécrotiques, des bactéries et du matériel d'obturation infecté tel que la gutta percha et les ciments des canaux radiculaires de manière sûre, efficace et rapide.

Le but de notre travail expérimental est d'évaluer l'efficacité des deux systèmes rotatifs spécifiques au retraitement endodontique orthograde : Le système R-Endo® et le système RE-Endostar® pour éliminer les matériaux d'obturation des canaux radiculaires.

Le système R-Endo® de Micro-Mega est un concept global dédié au retraitement, qui a déjà fait ses preuves, il est efficace, rapide et économique selon la littérature. Cette méthode permet de désobturer et de mettre en forme le canal radiculaire, sans qu'aucune méthode de mise en forme complémentaire ne soit nécessaire.

Le système RE-Endo® d'Endostar est un concept nouveau dédié aussi au retraitement orthograde, une nouvelle séquence émergeant le marché algérien.

À l'heure actuelle, les données sur l'efficacité du système Re-endostar, restent insuffisantes voire rares d'où notre intérêt à étudier ce nouveau concept qui est disponible et moins coûteux.

Les deux systèmes ont été comparés en termes de trois critères d'évaluation :

- Le temps d'utilisation pour chaque système.
- La qualité d'obturation pour chaque système.
- Les incidents et les accidents de parcours survenus.

1. Les limites de notre étude :

Durant notre étude, nous étions confrontés à de nombreuses difficultés :

Ce qui justifie le nombre limité de l'échantillon est :

- La durée de l'étude n'était pas suffisante pour le recrutement d'un nombre important des dents.
- Les dents utilisées dans ce travail devraient être saines et extraites pour un but prothétique, orthodontique ou parodontal ce qui a rendu le processus de recrutement difficile et long.
- L'absence des systèmes rotatifs du retraitement utilisés dans ce travail au niveau de la clinique dentaire.
- Absence des sources de financement et le petit budget attribué à l'étude.
- L'inaccessibilité aux services pour l'étude suite aux événements récents de la pandémie de la COVID19.

L'expérience de l'opérateur : Malgré un entraînement préalable réalisé avec un endo-training bloc pour une prise en main des instruments, aucun des deux systèmes n'ait été utilisé auparavant par l'opérateur, on peut donc estimer que les particularités propres à chaque système n'étaient pas totalement acquises lors des préparations.

Une obturation verticale à chaud et une analyse volumique tridimensionnelle à l'aide des radiographies par CBCT n'ont pas été possible en raison du manque des moyens nécessaires pour l'effectuer.

Le manque de ressources bibliographiques sur ce sujet constituait une limite pour l'avancement de nos travaux de recherche.



2. Les avantages de notre étude :

Notre travail de recherche est une étude expérimentale. L'avantage de ce type d'étude est que toute différence observée entre les groupes à comparer est attribuée à l'intervention.

3. Discussion sur le matériel et les méthodes :

3.1. Pour la sélection des échantillons :

Notre étude s'est portée sur des dents naturelles et a donc exclu l'utilisation des simulateurs en résine qui présentent l'intérêt de standardisation de diamètre, longueur et rayon de courbure du canal. Toutefois, les simulateurs en résine ne peuvent pas représenter les conditions cliniques en raison :

- Des différences de texture, de surface, de dureté et de section de la dentine.
- Les aberrations canalaires peuvent survenir plus souvent quand clinique.
- La friction des instruments génère la chaleur pouvant entraîner le ramollissement de la résine.

Nos systèmes instrumentaux ont été testés sur trente dents humaines extraites monoradiculées, sans courbures canalaires accentuées, avec formation radiculaire complète et absence de carie ou de fracture. Ces critères ont permis d'éviter les biais de sélection en standardisant les échantillons.

Les dents sélectionnées ont été choisies parmi des incisives, des canines et des prémolaires mono-canalaires. Malgré des critères d'inclusion et d'exclusion, il est établi que ces dents ne présentent pas tout à fait les mêmes caractéristiques. En effet, en considérant les variations anatomiques (volume et forme canalaire), nous avons randomisé les échantillons en séparant les incisives et canines d'un côté et les prémolaires de l'autre côté (six incisives et canines et quatre prémolaires dans chaque groupe). Cela a permis de minimiser le biais de sélection par la stratification.

Le nombre des dents traitées pour chaque groupe reste trop faible et ne permet pas donc d'avoir des résultats transposables à grande échelle, cela constitue une faible limite pour notre expérimentation, il s'agit d'un biais de représentation.

3.2. Pour la standardisation des échantillons :

Les dents ont été découronnées pour obtenir des LT standardisées, et un protocole identique pour la préparation des canaux radiculaires a été appliqué. Cette technique a déjà été utilisée dans d'autres études et a fait ses preuves⁽¹⁰⁰⁾. Bien que la découronnasson ne reflète pas la situation clinique et puisse améliorer le résultat du retraitement en facilitant l'accès au canal radiculaire, elle permet la standardisation des échantillons en éliminant certaines variables, telles que l'anatomie de la couronne et la longueur du canal radiculaire, offrant ainsi une comparaison plus fiable des techniques de retraitement proposées⁽¹⁰¹⁾.

3.3.La mise en forme endodontique :

Une seule technique de mise en forme a été protocolisée pour tous les canaux dans le but de respecter le principe de standardisation, et aussi afin d'éviter des biais de méthodologie et d'obtenir une meilleure reproductibilité. Les canaux radiculaires ont été préparés par un seul opérateur manuellement avec la technique sérielle, car cette technique est moins mutilante en respectant les structures dentaires et qui permet de se rapprocher de la réalité clinique en simulant une préparation insuffisante des canaux radiculaires. En effet, une sous préparation apicale est souvent retrouvée dans les dents nécessitant une reprise de traitement. Cette technique est utilisée dans d'autre étude^(91, 102, 103).

L'opérateur indépendant a ensuite réalisé un protocole d'irrigation standard pour tous les canaux, avec de d'hypochlorite de sodium à 2,5% et un rinçage final par sérum physiologique.

3.4.L'obturation endodontique de l'échantillon :

La plupart des études expérimentales précédentes ont utilisé des dents obturées par la technique de condensation latérale à froid lors du traitement endodontique initial^(8, 103-105) ce qui ne crée pas une masse homogène de gutta percha, mais a tendance à emprisonner des flaques de scellant entre les cônes de gutta percha. Il a également tendance à entraîner une meilleure condensation dans les tiers médian et coronaire plutôt que dans le tiers apical⁽¹⁰⁶⁾.

L'obturation endodontique des canaux dans cette étude est réalisée par une technique de monocône^(90, 107). Cette technique reste insuffisante et ne permet pas d'obturer l'ensemble du réseau canalaire, mais elle est facile d'exécution, ce qui justifie également la nécessité de retraiter la dent. En effet, une obturation incomplète du réseau canalaire est souvent sujette de retraitement endodontique⁽⁹⁷⁾.

Une obturation verticale à chaud est définie comme la technique de référence en endodontie et qui a été recommandée dans la deuxième étape de l'étude de Toronto⁽¹⁰⁸⁾, mais n'a pas été possible en raison de manque des moyens nécessaires pour l'effectuer, car elle procurant une obturation tridimensionnelle dense et homogène, dont la densité et l'exhaustivité de l'obturation radulaire du canal ont pu être vérifiées par des radiographies dans le sens bucco-lingual et mésio-distal pour chaque dent, et donc plus difficile à désobturer que dans les autres techniques. L'intérêt était d'obturer complètement les canaux radiculaires avec de la gutta percha et du scellant et ainsi offrir un plus grand défi pour son élimination ultérieure.

3.5. La désobturation :

Deux systèmes rotatifs spécifiques au retraitement endodontique orthograde R-Endo® et Re-Endo® et des limes manuelles, couramment utilisées par les chirurgiens dentistes, ont été utilisés pour la désobturation des canaux radiculaires.

Les étapes de retraitement des dents ont été réalisées par un seul manipulateur. Donc Il semble évident que le biais interopérateur, dépendant des compétences différentes de chacun, est négligeable.

Un solvant à base d'eugénoï pure a été utilisé, une goutte a été placée dans la cavité d'accès pour ramollir les matériaux d'obturations, puis des gouttes supplémentaires ont été appliquées, si nécessaire, au cours de la désobturation, une irrigation abondante à l'hypochlorite de sodium à 2,5% au cours de la mise en forme et après chaque passage instrumental.

L'utilisation du solvant dans cette étude a été dans le but de ramollir l'obturation et faciliter l'action des instruments due à l'absence des pointes actives dans la séquence R-Endo® et les deux premières limes de système Re-Endo®. Cependant, des résultats d'une étude récente de Bhagavalda en 2017⁽¹⁰⁹⁾ n'ont montré aucune plus grande efficacité d'élimination de matière lors de l'utilisation des solvants. On pourrait donc conclure que son utilisation dans le retraitement avec les systèmes rotatifs pourrait ne pas être nécessaire, sauf que cette étude comparait deux systèmes rotatifs avec des caractéristiques différentes par rapport aux systèmes utilisés R-Endo® et Re-Endo®.

Les instruments ont été utilisés quatre fois, ceci afin de limiter le risque de fracture instrumentale et permet d'éviter aussi un biais par l'usure des instruments. Cependant, certains instruments ont été manipulés moins de quatre fois, lorsque notamment une complication particulière s'est produite, exemple : Modification instrumentale (dé ou sur-spiralisation), fractures... ceci ayant abouti à l'exclusion de l'instrument de l'étude et donc à son renouvellement.

Notre critère d'évaluation clinique pour arrêter le retraitement endodontique rotatif est basé sur la visualisation d'une lime rotative sans résidus de matériaux d'obturation endodontique, bien que, des études antérieures aient montré que le manque de matériaux d'obturation sur les instruments n'est pas un critère valide pour démontrer l'élimination complète du matériau d'obturation des parois du canal *in ex vivo* et *in vivo*⁽¹⁰²⁾.

3.6. Discussion sur le recueil des données :

Dans notre étude, trois types de données ont été recueillis :

Temps de désobturation : Chaque temps de désobturation a été chronométré en secondes.

Le chronométrage a été suspendu pendant le temps d'irrigation, de changement d'instrument et le nettoyage des spires. Le temps est enregistré lorsque les critères de désobturation déterminés sont atteints.

- Atteindre la LT avec l'absence de matériau d'obturation sur le dernier instrument.
- Absence de matériau d'obturation dans la solution d'irrigation.
- Perméabilité retrouvée à la lime 10/100^{ème}.

Qualité de désobturation : Dans la présente étude, il n'a été possible de faire qu'une évaluation semi-quantitative de la quantité de débris restants. L'évaluation était subjective et la performance de l'observateur est connue pour être variable.

Différentes méthodologies ont été rapportées lors de l'évaluation du matériau d'obturation restant, y compris le clivage longitudinal des dents⁽¹¹⁰⁾ qui peut déplacer les restes de matériau d'obturation endodontique⁽⁹⁹⁾, association du clivage longitudinal et transversal pour l'évaluation en tiers⁽¹⁰⁰⁾, et le clivage et les enregistrements photographiques^(111, 112). En 1997, Hülsmann & Stotz ont utilisé l'examen visuel par clivage et la photographie en association avec l'examen radiographique. Le problème avec la coupe des dents est qu'elle peut perturber le matériau d'obturation restant et qu'elle est imprévisible⁽⁹⁹⁾.

L'évaluation du matériau d'obturation endodontique restant dans cette étude a été réalisée par la méthode rapportée par Barletta & Lagranha en 2002⁽¹¹³⁾ sans clivage longitudinal et avec des radiographies numériques en deux dimensions dans le sens mésio-distale et vestibulo-lingual. La mesure des débris résiduels a été effectuée au moyen d'un logiciel d'imagerie Image J (national Institute of Health Bethesda, MD, USA) qui nous a permis de calculer à la fois la surface canalaire en pixel, puis la quantité de matériaux résiduels. Cette méthode est plus fiable que la division des racines en raison de la possibilité de perdre les débris résiduels^(9, 99, 114). Cependant, la détermination de la « region of interest » (ROI) se réalise manuellement (absence de contour actif), il existe donc un risque de subjectivité lié à cette détermination de la région canalaire. En effet, un seul examinateur était chargé d'examiner et calculer les surfaces de résidus de matériaux d'obturation dans le sens mésio-distal et vestibulo-palatin pour diminuer ce biais.

Ainsi que, cette méthode présente d'autres limites, car les images radiographiques ne fournissent que des informations bidimensionnelles sur une structure tridimensionnelle et peuvent être sujettes à un grossissement et une distorsion. De plus, les fines couches de débris peuvent également ne pas être suffisamment radio-opaques pour être détectées⁽⁹⁹⁾.

Constatation d'accidents lors de la désobturation :

La présence d'aberrations ou de fractures instrumentales est notée de façon binaire : Le chiffre 1 pour incident et le chiffre 0 correspond à aucun incident.

La quantification des débris extrudés n'a pas été possible en raison de la conception à contre-pression nulle, la gravité peut avoir transporté l'irrigant hors du canal. C'est un inconvénient connu des conceptions *in vitro* sans résistance périapicale.

En effet, nous avons décidé de les noter sur un mode binaire aussi : Absent/présent. Ce dernier étant visualisé à l'œil nu pendant le passage des instruments dans les dents tenues à la main.

4. Discussion des résultats :

4.1. Discussion sur les temps de désobturation :

Classiquement, l'élimination de la gutta percha à l'aide de limes manuelles avec ou sans solvant peut être un processus fastidieux et chronophage, en particulier lorsque le matériau d'obturation des racines est bien condensé. L'avènement des instruments NiTi a amélioré la technique d'élimination de la gutta percha et réduit le temps nécessaire pour le faire.

Cette étape s'est concentrée sur la capacité des systèmes de retraitement R-Endo® et Re-Endo® à éliminer le plus rapidement possible les matériaux d'obturation des canaux radiculaires dans les cas de retraitement endodontique orthograde.

Statistiquement, aucune différence significative n'est mise en évidence entre le R-Endo® et le Re-Endostar® aux trois temps comparés (T1, T2, TT). Les résultats non significatifs entre ces deux systèmes rotatifs présentés dans notre étude peuvent être expliqués par la taille faible des échantillons (Dix dents par groupe).

Même si une significativité n'a pas été obtenue et en se basant juste sur une simple observation, les résultats ont montré que les instruments de retraitement R-Endo® prenaient moins de temps à retirer les matériaux d'obturation que les instruments Re-Endo®. Ces résultats peuvent être expliqués par le passage d'un instrument en plus dans le groupe RE (trois limes dans le système R-Endo® et quatre limes dans le système Re-Endostar®), ou par l'incidence de la vitesse de rotation des instruments (400 tours/min dans le R-Endo® et entre 150 et 300 tours/min pour le Re-Endostar®).

En plus, des temps significativement plus courts sont mis en évidence pour le R-Endo® et le Re-Endostar® en comparant à l'instrumentation manuelle.

La raison de cette observation semble être la plastification de la gutta percha due à l'instrumentation rotative⁽⁸⁾, qui se traduit par une pénétration et une récupération plus faciles et rapides de la gutta percha ramollie⁽⁷⁾.

Beaucoup d'études s'accordent pour dire que les instruments rotatifs de retraitement endodontique (Rotation continue ou Réciprocité) ont montré une plus grande rapidité dans le retrait de matériaux d'obturation vis-à-vis du retraitement endodontique manuel^(103, 105, 115, 116). Hypothèse vérifiée aussi dans cette étude.

En conclusion de notre étude sur le temps de désobturation, les systèmes en rotation continue restent évidemment plus rapides que l'instrumentation manuelle, et que le système R-Endo® reste néanmoins le plus rapide de toutes les techniques évaluées.

4.2. Discussion sur la qualité de désobturation :

4.2.1. Discussion de l'analyse intragroupe :

4.2.1.1 Groupe R :

Statistiquement, aucune différence significative n'est mise en évidence entre les trois tiers canalaires du groupe R utilisant le système R-Endo®.

Bien que statistiquement non significatif, les tiers moyens sont les plus propres par rapport au reste du canal, ainsi que les tiers apicaux du groupe R sont les moins propres comparés aux deux tiers coronaires.

4.2.1.2 Groupe RE :

Inversement, une différence significative entre les tiers moyens et les tiers apicaux canalaires du groupe RE utilisant le système Re-Endostar® est mise en évidence, qui montre une diminution de l'efficacité du système dans les tiers apicaux par rapport aux tiers moyens. Cependant, aucune différence significative entre les tiers coronaires et les tiers apicaux du même groupe n'a été trouvée.

Bien que statistiquement non significatif, les tiers moyens sont les plus propres par rapport au reste du canal et les tiers apicaux du groupe RE sont les moins propres comparés aux deux tiers coronaires.

4.2.1.3 Groupe T :

Statistiquement, aucune différence significative n'est mise en évidence entre les trois tiers canalaires du groupe T utilisant le retraitement endodontique manuel.

Malgré l'absence d'une signification, les deux tiers apicaux du groupe T sont plus propres que le tiers coronaire.

Bien que statistiquement non significatif, Le tiers apical avait un pourcentage moyen du matériau d'obturation restant supérieur au tiers moyen et au tiers cervical dans les deux groupes R et RE. Ces résultats peuvent être dues à la variabilité anatomique accrue et une difficulté

d'instrumentation dans la région. L'existence des courbures, même si elle est faible ($<20^\circ$), dans de nombreux plans, de rainures profondes et de dépressions sur les parois dentinaires du tiers apical pourraient bien expliquer la présence de ces zones moins instrumentées rendant impossible le guidage d'instruments NiTi contre ces zones^(8, 9).

Dans la littérature, on n'a pas trouvé une étude qui compare entre le système R-Endo® et le système Re-Endo® donc on s'est basé sur l'étude de Gergi⁽¹⁰²⁾, dont les résultats étaient cohérentes avec les nôtres, contrairement aux conclusions de Masiero et Barletta⁽¹¹⁴⁾ et Fariniuk⁽⁹⁵⁾, qui ont rapporté que les instruments rotatifs laissent une plus petite quantité de matériau d'obturation au tiers apical par rapport aux deux tiers coronaires. En revanche, cette contradiction peut être due à l'attribution d'une forme ronde aux canaux radiculaires et que les systèmes utilisés dans ces études sont différents aux systèmes utilisés dans la nôtre.

En conclusion, Les systèmes rotatifs R-Endo® et le Re-Endo® sont moins performants au tiers apical qu'aux tiers coronaire et moyen.

4.2.2. Discussion de l'analyse intergroupe :

Dans les limites de la présente étude, les résultats ont montré que tous les limes aidaient à éliminer les matériaux d'obturation. Cependant, aucune des techniques étudiées n'a permis d'éliminer complètement le matériau d'obturation des canaux radiculaires. Cette observation était cohérente avec celles des études précédentes sur l'efficacité du retraitement dans lesquelles divers matériaux d'obturation radiculaire et technique de retraitement étaient utilisés^(9, 13, 91, 92, 95, 114, 116-120).

Aucune différence significative n'a été retrouvée entre les trois groupes par rapport aux débris résiduels existants dans le canal complet et même pour les tiers coronaires, moyens et apicaux.

Bien que statistiquement non significatif,

- Dans le tiers coronaire : Le système R-Endo® a été plus efficace par rapport au système RE-Endo® et l'instrumentation manuelle respectivement.
- Dans le tiers moyen : Le système RE-Endo® a été plus efficace par rapport à l'instrumentation manuelle et au système R-Endo® respectivement.
- Dans le tiers apical : L'instrumentation manuelle a été plus efficace par rapport au système R-Endo® et au système RE-Endo® respectivement.

En concluant, que l'instrumentation manuelle est plus performante dans la partie apicale que les deux systèmes mécaniques de retraitement où il a été retrouvé plus de matériaux, sans néanmoins trouver des résultats significatifs, cette conclusion est en corrélation avec les études récentes de Jaiswal⁽¹²¹⁾.

- Dans le canal complet : Le système R-Endo® et l'instrumentation manuelle ne montrent pas une différence importante avec un écart de pourcentage de 0.06% en faveur de l'instrumentation manuelle, au contraire ces deux derniers semblent plus performants que le système RE-Endo®.

Des études précédentes ont permis d'arriver à certaines conclusions semblables à notre étude. Les études de Gergi⁽¹⁰²⁾ et Fenoul⁽¹⁴⁾ ne trouvent pas de différences significatives dans le retrait de matériau d'obturation entre les limes Hedström et le R-endo®. Plus, récemment Kaşıkçı Bilgi et al⁽¹²²⁾ ont comparé dans la même étude l'instrumentation manuelle, le R-Endo® et le Reciproc®. Ils en ont conclu que les systèmes R-Endo® semblaient laisser plus de matériau d'obturation après un retraitement que l'instrumentation manuelle sans néanmoins trouver de résultats significatifs. Cette même conclusion peut être tirée de l'étude ci présente.

Conclusion : Les systèmes rotatifs et les limes manuelles utilisés dans cette étude *ex vivo* ont laissé des matériaux d'obturation à l'intérieur du canal radiculaire. Les limes de retraitements manuelles ont laissé moins de débris résiduels suivis des limes de retraitement R-Endo® et des limes RE-Endo® sans néanmoins trouver de résultats significatifs.

4.3. Discussion sur les incidents de retraitement :

4.3.1. Les fractures instrumentales et les aberrations :

Les systèmes NiTi rotatifs sont plus rapides que les instruments manuels pour éliminer les matériaux d'obturation des racines. Ils diminuent également la fatigue du patient et de l'opérateur. Cependant, leurs inconvénients comprennent une incidence plus élevée de fracture et plus de biomatériaux d'obturation endodontique restant après le retraitement.

Notre étude a comparé les aberrations et les fractures instrumentales pendant le retraitement orthograde des instruments R-Endo® et Re-Endo® in *ex vivo*.

Aucune étude antérieure n'a comparé ces incidents de procédure entre le système R-Endo® et le système Re-Endo®.

Des études antérieures ont étudié et comparé l'efficacité des instruments rotatifs NiTi dans l'élimination des matériaux d'obturation, et en général, ils ont signalé un risque élevé de fracture des instruments NiTi avec un matériau d'obturation canalaire résiduel sur les parois dentinaires^(9, 123). D'autres études ont généralement évalué le retrait du matériau d'obturation lors du retraitement canalaire et la présence de débris d'obturation avec le système R-Endo® et d'autres systèmes rotatifs^(102, 115, 123-125), mais leur comportement mécanique n'a pas été complètement évalué.

Dans cette étude, statistiquement, il y a aucune différence significative entre les trois groupes par rapport au nombre d'aberrations canalaires, de fractures ou de déformations instrumentales, qui peut être en raison de faible nombre de l'échantillon.

Bien que statistiquement non significatif, le nombre d'aberrations semble plus important pour le système R-Endo® en comparaison avec le système Re-Endo® et l'instrumentation manuelle.

Ainsi, les instruments RE-Endo® étaient plus résistants à la fatigue cyclique que les instruments R-Endo® et l'instrumentation manuelle.

- Le groupe R présente trois fractures instrumentales intéressant la lime R3 qui peuvent être dues à la vitesse de rotation 350-400 tr/mn et la longueur importante de la lime (de 25 mm).
- Le groupe RE ne présente aucun instrument rotatif cassé, probablement en raison de l'utilisation d'un moteur à faible vitesse constante de 200 tr/mn.
- Le groupe T présente trois fractures instrumentales intéressantes des limes 20 et 25.

Ces fractures sont dues certainement à des erreurs iatrogéniques d'utilisation (utilisation dans les canaux courbes, vitesse trop rapide et précipitation dans les procédures)

En outre, chaque séquence instrumentale ne préparait que quatre canaux radiculaires et l'application de solvant a également contribué à éviter les erreurs iatrogènes telles que les instruments cassés.

La rigidité des instruments manuels, qui est un inconvénient majeur des instruments en acier inoxydable, peut être la raison de leur fracture.

Les instruments rotatifs sont quant à eux soumis à la fatigue en torsion. Celle-ci survient dans les canaux droits et courts quand la pointe de l'instrument se bloque dans le matériau d'obturation alors que le moteur continue le mouvement de rotation. Cela entraîne une fatigue de l'instrument causant ainsi sa fracture.

Le torque, quoique controversé, est un autre élément important à prendre en compte pour réduire les fractures en torsion. Il peut se définir comme la résistance de l'instrument qui est transmise de la paroi canalaire à la rotation du moteur. Pour éviter le vissage de l'instrument conduisant à la fracture par torsion, il est recommandé d'exercer un mouvement lent et doux avec tous les instruments actuels en NiTi. C'est le cas dans le système Re-Endo® Star où le contrôle du torque généré lors de la préparation canalaire est important inversement au R-Endo® où le torque n'est pas recommandé.

De même, l'élasticité des limes du système Re-Endo® lui offre une résistance importante à la fracture et à la déformation instrumentale.

En conclusion, les résultats de cette étude ont montré que les instruments Re-Endo® étaient plus résistants à la fatigue cyclique que les instruments R-Endo® et les instruments manuels. Bien que statistiquement non significatif.

4.3.2. Débris extrudés :

Au cours des procédures de retraitement, l'extrusion de débris infectés dans les tissus périradiculaires peut être l'une des causes de la douleur postopératoire. L'extrusion microbienne dans le tissu périradulaire a le potentiel de provoquer des maladies systémiques graves telles que l'endocardite, les abcès cérébraux et la septicémie, en particulier chez les patients fragilisés. Les facteurs affectant l'extrusion des débris comprennent: La perméabilité apicale⁽¹²⁶⁾, la dureté dentinaire⁽¹²⁷⁾, la quantité et le débit d'irrigant⁽¹²⁸⁾, la taille de la lime apicale finale⁽¹²⁹⁾ et les techniques d'instrumentation⁽¹³⁰⁾.

À notre connaissance, aucune étude antérieure n'a comparé l'extrusion de débris entre les systèmes R-Endo® et RE-Endo®, qui sont nettement différents dans leur conception.

Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les trois groupes par rapport aux débris extrudés au-delà de l'apex. Cependant, une différence statistiquement non significative a été observée dans l'extrusion des débris entre l'instrumentation manuelle et les deux systèmes rotatifs, dont l'extrusion apicale des débris était moindre pour l'instrumentation manuelle.

Selon les résultats obtenus, l'extrusion des débris s'est produite au dépend du type d'instrument utilisé qui était plus pour les systèmes rotatifs que pour l'instrumentation manuelle.

Mollo et al⁽¹³¹⁾ ont évalué visuellement le matériau extrudé à travers le foramen pendant la procédure de retraitement réalisée à l'aide de deux instruments NiTi rotatifs du systèmes de retraitement (Mtwo® et R-Endo®) et des limes Hedstrom. Ils ont observé que le système R-Endo® causait moins d'extrusion apicale des débris que les limes H. Ceci est dû au fait que les limes R-Endo® utilisées ont une section transversale triangulaire qui réduit la zone de contact entre l'instrument et les parois dentinaires. Pendant la procédure de retraitement, les débris sont positionnés entre les lames apicales et transportés coronairement dans l'instrument rotatif à la manière d'une tarière, ce qui aide à diminuer la quantité de débris extrudés. Tandis que la technique utilisée avec le groupe d'instrument manuel incorpore une action de limage push-pull. L'action de limage push-pull des limes H agit comme un piston, ce qui présente un risque de pompage des débris à travers le foramen apical.

Le résultat obtenu dans cette étude qui contredit l'étude de Mollo et al⁽¹³¹⁾ peut être dû au faible nombre des échantillons, l'absence de la contre pression périapicale ou que les particularités propres à chaque système n'étaient pas totalement acquises lors des préparations par l'opérateur.

Dans notre étude, les trois groupes ont provoqué l'extrusion des débris apicaux avec l'absence d'une différence significative. Bien que statistiquement non significatif, les débris extrudés étaient moins présents dans le groupe T utilisant les limes de retraitement manuelles.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le retraitement endodontique orthograde fait partie intégrante de la dentisterie depuis des années et l'est d'autant plus de nos jours. Les moyens mis à disposition et les chances de succès après un premier échec endodontique en font une étape incontournable et non négligeable dans l'approche thérapeutique de nos patients. Ainsi donc, il convient à chaque praticien de faire un choix dans l'acquisition d'un système de retraitement endodontique parmi les multiples possibilités sur le marché.

Concernant les méthodes d'évaluation *ex vitro*, elles permettent de déterminer l'efficacité d'un système de retraitement et d'en comparer plusieurs entre eux. Pour cela, l'analyse de trois critères d'efficacité semble indispensable : La capacité de désobturation, le temps de désobturation et la sûreté de l'instrument. De plus, malgré les avantages de chacune, il faut bien faire attention aux limites associées pouvant conduire à plus au moins de biais dans les résultats obtenus.

Dans le cadre de l'étude expérimentale, il est montré qu'aucun système de retraitement endodontique n'est parfait. Là aussi, chacun possède ses avantages et ses limites et c'est avant tout au praticien de choisir le système avec lequel il est le plus à l'aise. Cependant, l'évolution perpétuelle de l'endodontie va inévitablement nous proposer des instruments visant toujours plus de perfection et facilitant au mieux cet acte du retraitement endodontique. Il convient donc de régulièrement suivre ces évolutions afin de faire profiter, aux praticiens comme aux patients, de ces futures avancées.

Perspectives

Cette étude avait pour but de tester l'efficacité de deux systèmes rotatifs différents spécifiques pour le retraitement endodontique en rotation continue.

Pour cela, ces instruments ont été testés sur des dents humaines extraites sans courbures. Leur efficacité dans les canaux courbes n'a donc pas été testée, il serait donc intéressant d'évaluer ce point dans une future étude.

Une obturation verticale à chaud, définie comme la technique de référence en endodontie, n'a pas été possible en raison du manque des moyens nécessaires pour l'effectuer. Car elle procure une obturation tridimensionnelle dense et homogène, et donc plus difficile à désobturer que dans les autres techniques. Il serait donc intéressant d'offrir un plus grand défi aux systèmes comparés dans une future étude.

L'expérience de l'opérateur : Malgré un entraînement préalable réalisé avec un endo-training bloc pour une prise en main des instruments, on peut estimer que les particularités propres à chaque système n'étaient pas totalement acquises lors des préparations ; D'où l'intérêt de faire une simulation sur des dents naturelles et d'augmenter le nombre des dents destinées aux apprentissages.

Dans la présente étude, il n'a été possible de faire qu'une évaluation semi-quantitative de la quantité de débris restants en deux dimensions, qui présente plusieurs limites. Il serait donc intéressant d'évaluer les débris résiduels par évaluation volumique à l'aide des radiographies tridimensionnelles ou par CBCT dans une future étude.

Cette étude a démontré qu'aucune différence significative dans plusieurs comparaisons, en raison du nombre limité de l'échantillon d'où l'intérêt d'augmenter dans le futur le nombre d'échantillonnage.

Comme perspective future, d'autres études pourront confirmer ou infirmer l'avantage du retraitement rotatif et ainsi généraliser son enseignement durant la graduation et en post graduation.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

1. Nair PR, Sjögren U, Krey G, Kahnberg K-E, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *Journal of endodontics*. 1990;16(12):580-8.
2. Cohen S, Hargreaves KM, Berman L. *Cohen's Pathways of the Pulp*. Mosby Elsevier. 2011:602-54.
3. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *Journal of endodontics*. 2008;34(11):1370-3.
4. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 2: treatment planning for retreatment. *Journal of endodontics*. 1988;14(12):607-14.
5. Keles A, Koöseoglu M. Dissolution of root canal sealers in EDTA and NaOCl solutions. *The Journal of the American Dental Association*. 2009;140(1):74-9.
6. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. *Journal of Endodontics*. 1990;16(11):543-9.
7. Bramante C, Betti LJIEJ. Efficacy of Quantec rotary instruments for gutta-percha removal. 2000;33(5):463-7.
8. Hülsmann M, Bluhm VJIEJ. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. 2004;37(7):468-76.
9. Schirrmeister JF, Wrbas K-T, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig EJOS, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology,, Endodontology. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. 2006;101(4):542-7.
10. Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CHJJoE. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. 2008;34(4):466-9.
11. Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, Montebugnoli L, Piana G, Prati CJJoE. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermafil: a scanning electron microscope study. 2009;35(10):1433-40.
12. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XYJIEJ. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. 2008;41(4):288-95.
13. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante AS, et al. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. 2010;36(11):1870-3.
14. Fenoul G, Meless G, Perez FJIEJ. The efficacy of R-Endo® rotary NiTi and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and Resilon. 2010;43(2):135-41.
15. Endodontists AAO. *Glossary of endodontic terms* 8th edition. 2016.
16. Cohen S, Burns RJSL. *Pathways of the Pulp*. Mosby. 7th ed. St. Louis: Mosby; 1998. 531 - 67 p.
17. Ruddle CJ. Nonsurgical retreatment. *Journal of Endodontics*. 2004;30(12):827-45.
18. ANDEM. recommandations et références dentaires agence nationale pour le développement de l'évaluation médicale; paris1996.
19. Simon S, Pertot W-J. *La reprise du traitement endodontique: Quintessence international*; 2006.
20. Aryanpour S, Van Nieuwenhuysen JP, D'Hoore WJIEJ. Endodontic retreatment decisions: no consensus. 2000;33(3):208-18.
21. Kvist T, Reit CJIEJ. The perceived benefit of endodontic retreatment. 2002;35(4):359-65.

22. Friedman SJET. Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). 2002;1(1):54-78.
23. Simon S, Machtou P, Pertot W-JJÉC. JPIO Endodontie. 2012.
24. Engstrom BJOR. The significance of Enterococci in root canal treatment. 1964;15:87-105.
25. Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist TJJej. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. 1998;31(1):1-7.
26. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Engstrom BJJoe. Influence of apical overinstrumentation and overfilling on re-treated root canals. 1979;5(10):310-4.
27. BERGENHOLTZ G, LEKHOLM U, MILTHON R, HEDEN G, ÖDESJÖ B, ENGSTRÖM BJEJoOS. Retreatment of endodontic fillings. 1979;87(3):217-24.
28. Petersson A, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, et al. Radiological diagnosis of periapical bone tissue lesions in endodontics: a systematic review. 2012;45(9):783-801.
29. Simon S. L'endodontie de A à Z: Traitement et retraitement. Cdp ed2018. 320 p.
30. la Société Française de Chirurgie Orale. Prise en charge des foyers infectieux bucco-dentaires aout 2012. p. 251 - 314.
31. Lesclous PJMBCB. Prescription des antibiotiques en pratique bucco-dentaire-Recommandations Afssaps 2011. 2011;17(4):334-46.
32. Silva-Boghossian CM, Colombo APV, Tanaka M, Rayo C, Xiao Y, Siqueira WLJPo. Quantitative proteomic analysis of gingival crevicular fluid in different periodontal conditions. 2013;8(10).
33. Torabinejad M, Walton RE, Fouad A, Lévy G. Endodontie: Principes et pratique: Elsevier Masson; 2016.
34. ADF. Association dentaire française. Commission des dispositifs médicaux.Le retraitement endodontique. 2006.
35. Van Nieuwenhuysen JP, Aouar M, D'HOORE WJJej. Retreatment or radiographic monitoring in endodontics. 1994;27(2):75-81.
36. Friedman SJEE, prevention, periodontitis toa. Treatment outcome and prognosis of endodontic therapy. 1998:367-401.
37. J AAoPDJIE. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. 2006;39:921-30.
38. Strindberg LZJAOS. The dependence of the results of pulp therapy on certain factors-an analytical study based on radiographic and clinical follow-up examination. 1956;14:1-175.
39. Fristad I, Molven O, Halse AJJej. Nonsurgically retreated root filled teeth—radiographic findings after 20–27 years. 2004;37(1):12-8.
40. Ørstavik DJJej. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. 1996;29(3):150-5.
41. Spatafore CM, Griffin JA, Keyes GG, Wearden S, Skidmore AJJoe. Periapical biopsy report: an analysis over a 10-year period. 1990;16(5):239-41.
42. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren UJOS, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology,, Endodontology. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. 1998;85(1):86-93.
43. Sunde P, Tronstad L, Eribe E, Lind P, Olsen IJDT. Assessment of periradicular microbiota by DNA-DNA hybridization. 2000;16(5):191-6.
44. Tronstad L, Barnett F, Riso K, Slots JJDT. Extraradicular endodontic infections. 1987;3(2):86-90.

45. Marques M, Moreira B, Eriksen HJIEJ. Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in an adult, Portuguese population. 1998;31(3):161-5.
46. Ree M, Timmerman M, Wesselink PJEJ. An evaluation of the usefulness of two endodontic case assessment forms by general dentists. 2003;36(8):545-55.
47. Rustemeyer J, Bremerich AJJoo, surgery m. Patients' knowledge and expectations regarding dental implants: assessment by questionnaire. 2007;36(9):814-7.
48. Axelsson P, Nyström B, Lindhe JJJocp. The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults: results after 30 years of maintenance. 2004;31(9):749-57.
49. Albrektsson TO, Johansson CB, Sennerby LJP. Biological aspects of implant dentistry: osseointegration. 1994;4(1):58-73.
50. Allen RK, Newton CW, Brown Jr CEJJoE. A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases. 1989;15(6):261-6.
51. Kvist T, Reit C. Results of endodontic retreatment: a randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. Journal of endodontics. 1999;25(12):814-7.
52. Del Fabbro M, Taschieri S, Testori T, Francetti L, Weinstein RLJCDoSR. Surgical versus non-surgical endodontic re-treatment for periradicular lesions. 2007(3).
53. Friedman S. la sélection du cas en vue du retraitement endodontique. Réa Clin. 1996: 265-79.
54. Ward JR, Parashos P, Messer HHJJoE. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study. 2003;29(11):756-63.
55. BARETY J, LAURENT M, LEFEVRE M. Dépose des éléments prothétiques fixés. Cah Prothèse. 1989;68:7-15.
56. Ferrari J-L, Bachelard B, Lasfargues J-J. Dépose des matériaux et des ancrages coronoradiculaires. INFORMATION DENTAIRE. 1996:291-304.
57. Wong R. Conventional endodontic failure and retreatment. Dental Clinics of North America. 2004;48(1):265-89.
58. Machtou P. Le retraitement non chirurgical. Guide clinique: Endodontie. Cdp ed. Paris1993. p. 215 – 37.
59. Rotstein I, Ingle JI. Ingle's Endodontics: PMPH USA; 2019.
60. Albou S. Les différentes techniques de dépose en prothèse fixée sur dents naturelles et implants: UHP-Université Henri Poincaré; 2005.
61. Machtou P R. Non-surgical retreatment2010.
62. Hörsted-Bindslev P, Reit C. Textbook of Endodontology: Blackwell; 2010.
63. Patel B. Endodontic Treatment, Retreatment, and Surgery: Mastering Clinical Practice: Springer; 2016.
64. Castrisos T, Abbott PVJIEJ. A survey of methods used for post removal in specialist endodontic practice. 2002;35(2):172-80.
65. GLIKPO M, BUKIET F. Eliminer les matériels et matériaux, renégocier.
66. DE PLDDE. Gestion des fractures instrumentales en endodontie.
67. KARIMI M, EL MERINI H, DHAIMY S, JABRI M, EL OUAZZANI AJAJoD, Implantology. FRACTURES DES INSTRUMENTS AU COURS DU TRAITEMENT ENDODONTIQUE: TECHNIQUES DE RETRAIT ET MOYENS DE PREVENTION. (2).
68. Saad A. La fracture instrumentale en endodontie: conduite à tenir. 2017.
69. Hülsmann M. Methods for removing metal obstructions from the root canal. 1993;9(6):223-37.

70. Feldman G, Solomon C, Notaro P, Moskowitz EJTJotADA. Retrieving broken endodontic instruments. 1974;88(3):588-91.
71. Fors U, Berg J-OJJoe. A method for the removal of broken endodontic instruments from root canals. 1983;9(4):156-9.
72. Ruddle CJSJLCM. Non surgical retreatment In: Cohen S, Burms RC, eds, pathway of the pulp. 2002;200:875-929.
73. Terauchi Y, O'Leary L, Suda H. Removal of Separated Files from Root Canals With a New File-removal System: Case Reports. Journal of Endodontics. 2006;32(8):789-97.
74. Ghazi R. Les perforations dentaires iatrogènes: conduite à tenir en 2015: Université Toulouse III-Paul Sabatier; 2015.
75. SAKOUT M. Dr. Bouchra CHRAIBI, Professeur.
76. Eble AJAo-s. Prévenir et traiter la fracture des instruments endodontiques en NiTi (Nickel-Titane). 2012(258):151-60.
77. Blum J, Machtou P, Ruddle C, Micallef JJJoe. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. 2003;29(9):567-75.
78. Bertrand M. Anatomie canalaire et radriculaire. Cours Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie. 2005.
79. Dietz DB, Di Fiore PM, Bahcall JK, Lautenschlager EPJJoe. Effect of rotational speed on the breakage of nickel-titanium rotary files. 2000;26(2):68-71.
80. Li U-M, Lee B-S, Shih C-T, Lan W-H, Lin C-PJJoe. Cyclic fatigue of endodontic nickel titanium rotary instruments: static and dynamic tests. 2002;28(6):448-51.
81. Yared G, Bou Dagher F, Machtou PJIEJ. Failure of ProFile instruments used with high and low torque motors. 2001;34(6):471-5.
82. Zelada G, Varela P, Martín B, Bahillo JG, Magán F, Ahn SJJoe. The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments. 2002;28(7):540-2.
83. Daugherty DW, Gound TG, Comer TLJJoe. Comparison of fracture rate, deformation rate, and efficiency between rotary endodontic instruments driven at 150 rpm and 350 rpm. 2001;27(2):93-5.
84. Darabara M, Bourithis L, Zinelis S, Papadimitriou GJJej. Susceptibility to localized corrosion of stainless steel and NiTi endodontic instruments in irrigating solutions. 2004;37(10):705-10.
85. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini DJJoe. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. 2004;30(4):228-30.
86. dentsplysirona. [Available from: <https://www.dentsplysirona.com/en-ca/products/endodontics/retreatment.html/Endodontics/Retreatment-%26-Special-Cases/Retreatment-Files/ProTaper-Universal-Retreatment-Files/p/TUL-PTURTDAST/c/CAT-00087002.html>].
87. VDW-DENTAL. [Available from: <https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Service/Informationsmaterial/Gebrauchsanweisungen/VDW-Dental-Mtwo-DFU-DE-EN-ES-FR.pdf>].
88. fkg. [Available from: https://www.fkg.ch/sites/default/files/201506_fkg_notice_no102_drace_web.pdf].
89. Noventa C. Désobturation endodontique: méthodologie d'étude par imagerie microtomographique à rayons X: Université Toulouse III-Paul Sabatier; 2018.
90. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira Jr JFJJoe. Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single-or rotary

- multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-Endo Finisher. 2016;42(7):1114-9.
91. Marques da Silva B, Baratto-Filho F, Leonardi D, Henrique Borges A, Volpato L, Branco Barletta FJ*Jej*. Effectiveness of ProTaper, D-RaCe, and Mtwo retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. 2012;45(10):927-32.
92. Topçuoğlu HS, Demirbuga S, Tuncay Ö, Pala K, Arslan H, Karataş EJJ*oe*. The effects of Mtwo, R-Endo, and D-RaCe retreatment instruments on the incidence of dentinal defects during the removal of root canal filling material. 2014;40(2):266-70.
93. Rödigi T, Hausdörfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann MJ*Jej*. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals—a micro-computed tomography study. 2012;45(6):580-9.
94. micro-mega. [Available from: <https://micro-mega.com/mm-endobook>. .
95. Fariniuk LF, Westphalen VPD, Silva-Neto UXd, Carneiro E, Baratto Filho F, Fidel SR, et al. Efficacy of five rotary systems versus manual instrumentation during endodontic retreatment. 2011;22(4):294-8.
96. endostar. [Available from: <http://www.endostar.eu/fr/telecharger?download=54:instructions-d-utilisation-endostar-re-re-endo-rotary-system>.
97. Ersev H, Yılmaz B, Dinçol M, Dağlaroğlu RJ*Jej*. The efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment instrumentation to remove single gutta-percha cones cemented with several endodontic sealers. 2012;45(8):756-62.
98. Schirrmeister J, Meyer K, Hermanns P, Altenburger M, Wrbas KTJ*IEJ*. Effectiveness of hand and rotary instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. 2006;39(2):150-6.
99. Ferreira J, Rhodes J, Pitt Ford TJ*IEJ*. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. 2001;34(4):267-74.
100. Imura N, Kato A, Hata GI, Uemura M, Toda T, Weine FJ*IEJ*. A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. *International Endodontic Journal*. 2000;33(4):361-6.
101. Barletta FB, Rahde NdM, Limongi O, Maranhao Moura AA, Zanesco C, Mazocatto G, et al. In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Journal of the Canadian Dental Association*. 2007;73(1).
102. Gergi R, Sabbagh CJ*IEJ*. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. 2007;40(7):532-7.
103. Garg A, Nagpal A, Shetty S, Kumar S, Singh KK, Garg AJ*Joc*, et al. Comparison of time required by D-RaCe, R-Endo and Mtwo instruments for retreatment: an in vitro study. 2015;9(2):ZC47.
104. Betti LV, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RBJOS, *Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, Endodontology*. Efficacy of Profile. 04 taper series 29 in removing filling materials during root canal retreatment—an in vitro study. 2009;108(6):e46-e50.
105. Rödigi T, Reicherts P, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann MJ*IEJ*. Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. 2014;47(10):942-8.
106. Nguyen TJ*Potp*. Obturation of the root canal system. 1994;6:219-71.

107. Martins MP, Duarte MAH, Cavenago BC, Kato AS, da Silveira Bueno CEJ. Effectiveness of the protaper next and reciproc systems in removing root canal filling material with sonic or ultrasonic irrigation: a micro-computed tomographic study. 2017;43(3):467-71.
108. Farzaneh M, Abitbol S, Lawrence HP, Friedman S. Treatment outcome in endodontics—the Toronto Study. Phase II: initial treatment. 2004;30(5):302-9.
109. Bhagavaldas MC, Diwan A, Kusumvalli S, Pasha S, Devale M, Chava DC. Efficacy of two rotary retreatment systems in removing Gutta-percha and sealer during endodontic retreatment with or without solvent: A comparative in vitro study. 2017;20(1):12.
110. Friedman S, Moshonov J, Trope M. Residue of gutta-percha and a glass ionomer cement sealer following root canal retreatment. 1993;26(3):169-72.
111. Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. 1987;13(9):453-7.
112. Hülsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. 1997;30(4):227-33.
113. Barletta F, Lagranha S. Análisis comparativo in vitro de diferentes técnicas de desobturación de conductos radiculares. 2002;20(6):189-96.
114. Masiero A, Barletta F. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. International Endodontic Journal. 2005;38(1):2-7.
115. Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. 2008;41(3):191-6.
116. Zuolo A, Mello Jr J, Cunha R, Zuolo M, Bueno C. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. 2013;46(10):947-53.
117. Vidučić D, Jukić S, Karlović Z, Božić Ž, Miletić I, Anić I. Removal of gutta-percha from root canals using an Nd: YAG laser. 2003;36(10):670-3.
118. Azar MR, Safi L, Nikaein A. Comparison of the cleaning capacity of Mtwo and Pro Taper rotary systems and manual instruments in primary teeth. 2012;9(2):146.
119. de Azevêdo Rios M, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, De Martin AS, Kato AS, et al. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. 2014;40(4):543-6.
120. Saad AY, Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri N. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. 2007;33(1):38-41.
121. Jaiswal KR, Meenal G, Akolkar K, Roshan S, Kolhe S, Aher G. Efficacy of Three Retreatment Systems Mtwo, Protaper-R, and R-Endo in Removing Gutta-Percha from Root Canal as Compared to Manual Instrumentation: An In Vitro Study. 2015;7(11):80.
122. Kaşıkçı Bilgi I, Kösele İ, Güneri P, Hülsmann M, Çalışkan M. Efficiency and apical extrusion of debris: a comparative ex vivo study of four retreatment techniques in severely curved root canals. 2017;50(9):910-8.
123. Çelik Ünal G, Üreyen Kaya B, Taç A, Keçeci A. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. 2009;42(4):344-50.
124. Só MVR, Saran C, Magro ML, Vier-Pelisser FV, Munhoz M. Efficacy of ProTaper retreatment system in root canals filled with gutta-percha and two endodontic sealers. 2008;34(10):1223-5.
125. Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. 2008;34(11):1381-4.

126. Deonizio MDA, Sydney GB, Batista A, Pontarolo R, Guimarães PRB, Gavini GJBdj. Influence of apical patency and cleaning of the apical foramen on periapical extrusion in retreatment. 2013;24(5):482-6.
127. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı GJOS, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, Endodontology. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. 2006;101(2):250-7.
128. Ghivari SB, Kubasad GC, Chandak MG, Akarte NJJocdJ. Apical extrusion of debris and irrigant using hand and rotary systems: A comparative study. 2011;14(2):187.
129. Pawar AM, Pawar M, Metzger Z, Thakur BJJocdJ. Apical extrusion of debris by supplementary files used for retreatment: An ex vivo comparative study. 2016;19(2):125.
130. Silva EJNL, Sá L, Belladonna FG, Neves AA, Accorsi-Mendonça T, Vieira VT, et al. Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: assessment of the apically extruded material. 2014;40(12):2077-80.
131. Mollo A, Botti G, Principi Goldoni N, Randellini E, Paragliola R, Chazine M, et al. Efficacy of two Ni-Ti systems and hand files for removing gutta-percha from root canals. 2012;45(1):1-6.

Annexes

Département de médecine dentaire TLEMCEN

Laboratoire d'odontologie conservatrice / Endodontie

Fiche de renseignement

N° d'enregistrement : Date : / / 2020

Groupe : R (R-endo®) RE (RE-endo®) T (Témoin)

Type de la dent :

Incisive , Canine , Prémolaire La courbure canalaire : $\theta < 10^\circ$, $10^\circ < \theta < 30^\circ$, $\theta > 30^\circ$ Temps de désobturation :

T1	T2	TT

Qualité de désobturation :

Tiers	Coronaire	Moyen	Apical
Nombre de débris			
Pourcentage de désobturation			

Accident survenu au cours du retraitement :

	Aberrations	Fracture	Extrusion des débris
Accident			

Difficulté rencontrée au cours de la désobturation :

.....

.....

Tableau des résultats obtenus lors de l'expérimentation :

Groupe R

Groupe	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
T1	339	177	263	99	190	214	127	126	194	89
T2	109	146	181	101	161	119	221	194	194	171
TT	448	323	444	200	351	333	348	320	388	260
PTC	5,85	6,28	18,77	22,34	17,34	6,34	12	4,09	10,65	20,31
PTM	9,98	12,74	21,44	7,12	13,81	10,74	0	13,38	5,11	17,72
PTA	0	5,34	12,27	0	12,7	23,85	13,59	20,16	16,83	26,91
PT	6,25	8,34	18,31	12,88	15,12	11,93	8,84	10,62	10,41	20,73
Aberration	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Fracture	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Extrusion	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

Groupe RE

Groupe	RE1	RE2	RE3	RE4	RE5	RE6	RE7	RE8	RE9	RE10
T1	280	233	283	222	164	182	150	115	147	256
T2	182	167	238	176	176	194	137	110	150	211
TT	462	400	521	398	340	376	287	225	297	467
PTC	12,04	2,7	35,26	17,96	2,43	16,87	12,94	8,29	16,51	8,36
PTM	1,85	3,04	0	19,25	0	13,44	25,47	10,17	15,47	9,52
PTA	3,07	3,24	8,77	30,57	22,01	27,24	21,26	18,98	30,05	17,15
PT	7,07	2,92	19,01	21,08	6,47	18,17	19,21	11,48	19,89	10,85
Aberration	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fracture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Extrusion	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1

Groupe T

Groupe	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
T1	622	602	615	490	632	402	409	346	458	426
T2	241	184	218	180	261	234	285	265	326	345
TT	863	786	833	670	893	636	694	611	784	771
PTC	20,25	7,72	5	19,12	15,45	25,66	5,5	11,87	13,41	14,9
PTM	3,98	30,71	4,7	0	4,42	16,8	12,16	9,37	17,97	3,53
PTA	7,05	1,68	5,12	10	13,98	12,03	13,7	19	13,05	19
PT	12,34	14,03	4,94	11,36	11,48	19,86	9,67	12,86	14,71	11,53
Aberration	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Fracture	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Extrusion	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1

Résumé

Objectif : L'objectif principal est de comparer l'efficacité du retraitement endodontique orthograde à l'aide de deux systèmes en rotation continue, le système R-Endo® (Micro-Mega, Besançon, France) et le Re-Endo® (ENDOSTAR, Warsaw, Poland).

Méthodologie : Il s'agit d'une étude expérimentale *in vivo* qui consiste à comparer la qualité, la rapidité et les incidents de désobturation effectuée par deux systèmes «R-Endo® versus Re-Endo®». L'étude s'est déroulée au sein du laboratoire OCE de la faculté de médecine dentaire Tlemcen, de Septembre 2019 à Janvier 2020. Un échantillon de trente dents humaines monoradiculées réparties selon une randomisation en trois groupes. Chaque système a été utilisé dans un groupe en plus d'un groupe témoin. Les paramètres de désobturation étudiés étaient : Le temps par chronométrage, la qualité par une technique radiologique deux dimensions et les incidents notés de façon binaire. Les données ont été analysées statistiquement en utilisant le test Anova post hoc Tukey, de corrélation et le khi-deux.

Résultat : Il n'y a pas eu de différence significative entre les deux systèmes rotatifs de retraitement orthograde (p value > 0,05). Bien que statistiquement non significative, le système R-Endo® a montré de meilleurs résultats en termes d'efficacité et de rapidité mais avec plus de fractures instrumentales.

Conclusion : il est montré qu'aucun système de retraitement endodontique n'est parfait. Chacun possède ses avantages et ses limites et c'est avant tout au praticien de choisir le système qui convient le mieux.

Mots clés : retraitement endodontique orthograde *ex vivo* - désobturation canalaire – systèmes rotatifs - R-Endo® - Re-Endo®.

Abstract

Aim: To compare the effectiveness of orthograde endodontic retreatment using two rotary systems, the R-Endo® system (Micro-Mega, Besançon, France) and the Re-Endo® (ENDOSTAR, Warsaw, Poland).

Methodology: This is an experimental study that compares the quality, speed and incidents during the removal of root canal filing material using two rotary systems "R-Endo® and Re-Endo®".

The study was realized in the OCE's dental laboratory of the Tlemcen university between September 2019 to January 2020. thirty extracted human single-rooted teeth randomly divided into three groups of 10 specimens each, each system was used in one group in addition to a control group. Time required for retreatment recorded in seconds, effectiveness removal root filling assessed by a two-dimensional radiological technique and incidents noted in binary fashion. Data were statistically analyzed using Anova post hoc Tukey, correlation and Khi-square test.

Result: There was no significant difference between the two rotary orthograde reprocessing systems (p value > 0.05). However, the R-Endo® system showed better results in terms of efficacy and speed but with more instrumental fractures.

Conclusion: it has been shown that no endodontic retreatment system is perfect. Each has its advantages and limitations and it is above all up to the practitioner to choose the system that is best suited to them.

Key words: *ex vivo* orthograde endodontic retreatment - root canal désobturation - rotary systems - R-Endo® - Re-Endo®.