

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏ

ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵔⴰⵏ

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAÏD

FACULTE DE MEDECINE

Dr. B. BENZERDJEB - TLEMCEN



جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان

كلية الطب - د. ب. بن زرجب

قسم طب الأسنان

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLOME

DE DOCTEUR EN MEDECINE DENTAIRE

Thème :

**LES FRACTURES INSTRUMENTALES EN ENDODONTIE : ÉTUDE DESCRIPTIVE DES CAS
RENCONTRES AU SERVICE D'ODONTOLOGIE CONSERVATRICE ENDODONTIE CHU
TLEMCEN**

Présenté par :

- ZEKRI CHOHRRA

- SAHEL CHAIMA

- SADOG MERWA

Soutenu publiquement le 09 Juillet 2025

Le Jury :

PR F. OUDGHIRI	Professeur en odontologie conservatrice et endodontie CHU Tlemcen	Président
PR I. BENYELLES	Maitre de conférences classe A en odontologie conservatrice et endodontie CHU Tlemcen	Examinatrice
DR F.Z. SENOUSI BREKSI	Maitre assistante en odontologie conservatrice et endodontie CHU Tlemcen	Examinatrice
DR B. HIMEUR	Maitre assistante en odontologie conservatrice et endodontie CHU Tlemcen	Encadrante

Année universitaire : 2024-2025

REMERCIEMENT

À Notre Présidente de Jury monsieur F. OUDGHIRI Professeur en odontologie
conservatrice et endodontie CHU Tlemcen

Vous nous faites le très grand honneur d'accepter la présidence de ce mémoire et nous vous
avez bien voulu nous témoigner.

Nous vous prions de trouver dans ce travail l'expression de notre plus profond respect.

Nous espérons nous montrer dignes de ce que vous nous avez transmis.

À Notre jury de mémoire Madame Le Docteur I. BENYELLES

Maitre de conférences classe A en odontologie conservatrice et endodontie CHU Tlemcen

C'est un honneur pour nous que vous acceptiez de siéger parmi nos jurys de mémoires on
vous remercie pour la qualité de l'enseignant que vous nous avez disposé tout au long de
notre cursus, vous nous avez permis de profiter pleinement de vos connaissances.

Veuillez recevoir ici notre grand respect et notre gratitude.

À Notre jury de Mémoire Madame Le Docteur FZ. SENOUSSE BREKSI

Maitre assistante en odontologie conservatrice et endodontie CHU Tlemcen

Nous vous remercions très chaleureusement d'avoir accepté de participer à notre jury de
mémoire

Nous vous prions de trouver dans ce travail l'expression de notre plus profond respect

Veuillez trouver ici le témoignage de notre plus grande gratitude

À notre Encadrante Madame Le Docteur B. HIMEUR

Maitre Assistante en odontologie conservatrice d'endodontie CHU Tlemcen

Nous sommes très honorées que vous ayez accepté de diriger cette thèse. Nous vous
remercions pour l'implication et la bienveillance dont vous avez fait preuve dans la direction
de ce travail.

Nous vous remercions également tout particulièrement pour le temps et la disponibilité que vous nous avez consacré.

Nous espérons avoir été à la hauteur de vos espérances. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de notre admiration et de notre gratitude.

Enfin nous voudrions exprimer toute notre gratitude et nos remerciements à toutes les personnes y ayant contribué de près ou de loin que ce soit sur le plan éducatif ou instructif

DEDICACE :

Louange à Dieu, louange infinie, Le très Haut qui m'a guidée avec sagesse vers le bon chemin, à Lui Fidèle, Le Tout-Puissant qui m'a impartie la patience, la ténacité et la santé requises pour tous ces années d'études, grâce à Sa grâce incommensurable, ce travail n'aurait pu voir le jour...

À Mes chères parent, mon père Zekri Mohammed, ma mère Matallah Djamila

Aucune dédicace exprimer ma gratitude envers vous, pour m'avoir soutenu depuis mon enfance à chaque étape de ma vie jusqu'à ce que je devienne ce que je suis aujourd'hui. Vos sacrifices, votre amour, vos conseils, tout ce que vous m'avez donnée... Je prie Allah de vous accorder la santé. Que Dieu vous protège toujours pour moi aussi longtemps que je vivrai...

À Mon frère Abdessamad et ma sœur Fatna

Mes compagnons de toujours, je vous remercie énormément pour vos encouragements, vos soutiens et votre amour. Je vous souhaite une vie pleine de réussite de succès et de bonheur...

À mes chères binômes Merwa et Chaima

J'ai l'honneur de travailler avec vous, je vous souhaite beaucoup de réussite dans votre vie...

À ma chère famille Zekri et Mattallah

À mes chères cousines Amina, Fatima, Zahra, mes chers amis de loin et de prêt Douaa, Bochra ...

À ceux qui sont chères à mon cœur...

Je vous dédie ce travail

ZEKRI CHOIRA

DEDICACE :

À mon père, Sahel Abdelhafid,

Ta sagesse, ton courage et ta foi m'ont toujours servi de repères. Merci pour tes sacrifices et ton amour inconditionnel. Que Dieu te comble de Ses bénédictions.

À ma mère, Draris Khalida,

Ton amour, ta patience et ton soutien sans faille ont été ma force dans les moments les plus difficiles. Ta tendresse m'a accompagné à chaque étape de ce parcours. Que Dieu te garde en bonne santé et te protège.

À mes sœurs, Marwa et Roumaïssa, et à mon frère, Abdelkader,

Merci pour votre présence, vos encouragements et vos prières. Vous avez été un soutien silencieux mais puissant.

À mon fils, Abderrahmane,

Tu es la source de ma force et de ma motivation et de mon émerveillement. Ta présence illumine ma vie et me rappellent ce qu'il y a de plus précieux en ce monde. Ce travail, aussi modeste soit-il, est dédié à toi. Qu'il soit le reflet de l'amour infini que je te porte, de l'admiration que j'ai pour la personne que tu es déjà, et de l'espoir immense que je nourris pour ton avenir.

Tu es, et seras toujours, ma plus grande fierté.

À mes chères collègues, Merwa et Chohra,

Merci pour votre complicité, votre bienveillance et votre soutien tout au long de ce parcours. Votre présence a rendu cette aventure plus douce et plus enrichissante. Que ce modeste travail soit le reflet de l'amour, des sacrifices et de la patience que vous m'avez tous offerts.

Enfin,

À toute la famille Sahel et Draris .Merci pour votre affection, vos prières, et votre soutien à chaque étape de ma vie. Ce travail est aussi le vôtre.

SAHEL CHAIMA

DEDICACE :

À moi-même

Je suis extrêmement fière d'avoir accompli ce dernier chapitre de mon parcours. Après des années de travail, de persévérance et de sacrifices, je savoure enfin le fruit de mes efforts. Ce diplôme est la preuve que la détermination permet de réaliser ses rêves. Je me rends hommage pour n'avoir jamais abandonné.

À ma magnifique Maman Fekiri Khadidja

Je suis très chanceuse et, si Dieu m'a mis le paradis sous les pieds des mères ce n'est pas pour rien, sans toi je n'aurais jamais pu réussir. Tu es l'amour le plus pur et le plus indéfectible que je connaisse. Je veux qu'un jour mes futurs enfants puissent être aussi fiers de moi que je le suis de toi. Je veux qu'ils me voient comme je te vois, un pilier solide dans les tempêtes, une source de réconfort dans les moments difficiles, une femme capable de tout par amour pour les siens. Tu m'as tout appris, tu as su me guider à bras ouverts et tu es restée présente quand mes choix ne te plaisaient pas forcément. Tu es un exemple de patience et de résilience. Ton conseil est un repère, ton amour est une ancre, et ton sourire est une renaissance.

À mon père Sadog Keddour

Tu m'as montré l'importance de la rigueur, tu m'as appris à être responsable et à ne jamais rien faire à moitié. Je te dois cette force de caractère qui m'a souvent aidée à garder le cap. Ton regard fier était mon moteur.

À ma sœur Narimene

Ma confidente, ma complice. Ton soutien m'a été précieux tout au long de ce parcours. Merci d'avoir toujours été là, avec ton écoute, tes mots rassurants et ta présence apaisante.

À ma sœur Soulef

Merci pour ton amour, ton énergie et ta présence. Tu es une source d'inspiration et de joie. Ton Humour et ta force m'ont portée dans les moments les plus durs.

À mon frère Abderrahman

Merci pour ton soutien, ton respect et ta générosité. Tu as toujours cru en moi et tu as su me donner la motivation d'avancer. Ton regard bienveillant m'a toujours donné confiance.

À mon petit frère Mohamed Chihebeddine

Ta tendresse et ton innocence m'ont toujours apporté de la légèreté dans les moments compliqués. Merci d'être ce petit rayon de soleil qui illumine mes journées.

À mes deux besties Chohra et Chaima

Vous êtes les étoiles de mon ciel. Merci pour vos encouragements, vos mots doux, vos rires et votre présence inébranlable. Vous avez embelli cette aventure par votre amitié sincère.

SADOG MERWA

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Endodonte ou cavité pulpaire d'une molaire supérieure.....	5
Figure 02 : Système Révo-S	10
Figure 03 : Le système ProTaper Universal.....	11
Figure 04 : Le système WaveOne	12
Figure 05 : Clichés retro alvéolaire montrent un fragment d'un instrument fracture dans le canal dentaire.....	14
Figure 06 : Schéma représentant la méthode de Schneider	16
Figure 07 : Schéma représentant à méthode de Cunningham et Senia	17
Figure 08 : Radiographie rétro-alvéolaire montrant la présence d'une calcification de la chambre pulpaire de la 36 et 37	19
Figure 09 : Les mouvements corrects à suivre lors l'utilisation de certains instruments manuels.....	20
Figure 10 : La fatigue cyclique et la fatigue torsionnelle	21
Figure 11 : La section de quelque instrument endodontique	22
Figure 12 : lime endodontique fracturé le long de la 46 sur cliché.....	25
Figure 13 : technique bissectrice.....	26
Figure 14 : Technique du parallélisme (Long cône)	26
Figure 15 : Technique à visée oblique	27
Figure 16 : Capteur numérique	28
Figure 17 : illustration d'un fragment fracturé au-delà de l'apex.....	35
.Figure 18 : Conséquences de la réalisation de l'accès direct sur les parois radiculaires, les cercles	35
Figure 19 : Formation de marches lors de la trépanation (a) (b) et d'épaulement lors de la création de la gorge avec des IUS (c).....	36
Figure 20 : Étapes de rattrapage de trajectoire canalaire faux canal (a), lime K8 précourbée (b), aménagement dentinaire (zones rouges) permet un accès visuel au canal (c, d), reprise de la trajectoire canalaire (e)	37

Figure 21 : Loupe simple	43
Figure 22 : Les télélopes.....	44
Figure 23 : vision sous microscope d'un instrument fracturé dans le canal disto vestibulaire d'une molaire maxillaire	44
Figure 24 : Microscope opératoire.....	44
Figure 25 : Les pinces qui peuvent être utilisé pour le retrait d'instrument fracture.....	46
Figure 26 : Technique By-pass	47
Figure 27 : Technique TUBE ET LIME en utilisant une aiguille	49
Figure 28 : Fabrication de LASSO	49
Figure 29 : ENDOCOWBOY	50
Figure 30 : Complexe GUTTA ramollie au chloroforme - instrument fracturée	51
Figure 31 : Le kit de Masserann	52
Figure 32 : Accès au fragment à l'aide d'une fraise ronde et d'un foret de Gates	52
Figure 33 : Dégagement et préhension du fragment.....	53
Figure 34 : Kit Endo Success™ : Inserts ET18D, ET20, ET25, ET25S, ETBD, ETPR	56
Figure 35 : le trajet de nerf trijumeau	59
Figure 36 : Illustrations radiographique de la position du foramen mentonnier	60
Figure 37 : Scalpels.....	61
Figure 38 : détacheur de Molt.....	61
Figure 39 : Pinces hémostatiques.....	61
Figure 40 : Détacheur de Woodson.....	61
Figure 41 : Fraises rondes en carbure	61
Figure 42 : détartreur ultrasonique.....	61
Figure 43 : curettes de Lucas	62
Figure 44 : curettes de Gracey	62
Figure 45 : Pince à racine.....	62

Figure 46 : Instruments ultrasoniques avec embouts spécifiques	62
Figure 47 : fraises Lindemann	62
Figure 48 : produit d'obturation MTA	63
Figure 49:L'os est éliminé au moyen d'une fraise boule neuve et aiguisée à grande vitesse sous aspersion continue d'eau stérile pour localiser l'apex de la dent.	66
Figure 50: Plateau de consultation	74
Figure 51 : La radiographie (RVG).....	74
Figure 52 : Répartition des patients selon les tranches d'âge	78
Figure 53 : Répartition de la population selon le sexe.....	79
Figure 54 : Répartition des patients selon le lieu de résidence par daïra.....	80
Figure 55 : Répartition des patients selon l'état général.....	81
Figure 56 : Répartition des motifs de consultation	82
Figure 57 : La répartition selon le caractère urgent de la consultation	83
Figure 58 : la répartition selon l'hygiène bucco-dentaire	84
Figure 59 : la répartition selon la dent	85
Figure 60 : La répartition selon l'arcade concernée.....	86
Figure 61 : La répartition selon la racine	87
Figure 62 : La répartition selon le canal	88
Figure 63 : La répartition selon la courbure radiculaire	89
Figure 64 : La répartition selon Le tiers radiculaire	90
Figure 65 : La répartition selon le type d'instrument	91
Figure 66 : La répartition selon la longueur de fragment fracturé.....	92
Figure 67 : La répartition selon le diagnostic initial	93
Figure 68 : La répartition selon le praticien.....	94
Figure 69 : La répartition selon l'expérience de praticien	95
Figure 70 : La répartition selon le type de traitement.....	96

Figure 71 : La répartition selon la méthode de retrait.....	97
Figure 72 : La répartition selon réussite de retrait	98
Figure 73 : La répartition selon l'utilisation d'aide visuel.....	99

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Tableau d'extraction des données.....	103
--	-----

LISTE DES ABREVIATIONS

C

CBCT : Tomodensitométrie Volumique à Faisceau Conique

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

E

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique

F

FI: Fracture Instrumentale

G

Grp : Groupe

I

Inf : Inferieur

IUS : Instrument Ulta Sonique

M

MTA : Mineral Trioxide Aggregate

Micro Ct : compacted tomographie

N

NiTi : Nickel-Titane

O

OCE : Odontologie Conservatrice et Endodontie

ORL : Oto-Rhino-Laryngologie

ORN : Ostéo Radio Nécrose

R

RVG : Radio Visio Graphie

S

SI : instrument séparé

SUP : Supérieur

SOMMAIRE

REMERCIEMENT.....	ii
DEDICACE.....	iv
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES TABLEAUX	xii
LISTE DES ABREVIATIONS.....	xiii
TABLE DES MATIERES.....	Erreur ! Signet non défini.
INTRODUCTION.....	1

CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE

1. Rappels anatomiques	4
1.1. Le réseau canalaire.....	4
1.2. La chambre pulpaire.....	4
1.3. Le canal radiculaire	4
1.4. Le foramen apical.....	5
1.5. La jonction cémento-dentinaire.....	5
1.6. Moyens d'étude de l'architecture endodontique	5
2. La biomécanique des instruments endodontiques	6
2.1. Les alliages employés dans la fabrication des instruments endodontiques.....	6
2.1.1. Alliages en aciers inoxydables	6
2.1.2. Alliages en nickel-titane.....	6
2.2. L'instrumentation en Endodontie	7
2.2.1. Les instruments d'accès à la chambre pulpaire et repérage des canaux	7
2.2.1.1. Instrumentation manuelle.....	7
2.2.1.2. Instrumentation mécanisée.....	8
2.2.2. Les instruments de préparation canalaire.....	8
2.2.2.1. Instrumentation manuelle.....	8

2.2.2.2. Instrumentation rotative	9
2.2.2.3. Instruments soniques et ultrasoniques	12
2.2.3. Les instruments pour obturation canalaire	12
2.2.3.1. Les instruments manuels.....	12
2.2.3.2. Les instruments mécanisés.....	13
3. Les étiologies de fracture instrumentale	14
3.1. La fracture instrumentale	14
3.2. Les étiologies de fracture instrumentales.....	14
3.2.1. Les étiologies liées à dent	15
3.2.1.1. La complexité canalaire	15
3.2.1.2. Anomalies de morphologies coronaires.....	19
3.2.2. Les étiologies liées au praticien	19
3.2.3. Les étiologies liées à l'instrument.....	21
3.2.3.1. Type d'instrument	21
3.2.3.2. L'utilisation répétée de l'instrument	22
3.2.3.3. Nombre de cycles de stérilisation et d'irrigation	22
3.2.3.4. Le type d'alliage	23
4. Diagnostic des fractures instrumentales	23
4.1. Les examens radiographiques	23
4.1.1. Radiographie conventionnelle.....	24
4.1.1.1. Technique rétro alvéolaire.....	25
4.1.1.2. Technique des plans parallèles.....	26
4.1.1.3. Technique de visée oblique	27
4.1.2. Radiographie numérisée et RVG.....	27
4.1.3. L'imagerie Cône Beam	28

5. Prévention et limitation des fractures instrumentales en endodontie	29
5.1. Évaluation préopératoire et planification du traitement.....	29
5.2. Analyse du niveau de difficulté et choix des instruments.....	30
5.3. Préparation adéquate de la cavité d'accès	30
5.4. Stabilité de la prise en main et technique d'utilisation	30
5.5. Inspection et entretien des instruments	30
5.6. Utilisation des moteurs à rotation continue.....	31
5.7. Application de la technique du Crown-Down.....	31
5.8. Rôle de l'irrigation et de la lubrification.....	31
5.9. Formation et expérience clinique	31
6. Les conséquences de la fracture instrumentale	32
6.1. Douleur et l'inconfort.....	32
6.2. Hémorragie.....	32
6.3. Obstruction du canal	32
6.4. Difficulté de récupération	33
6.4.1. Les difficultés.....	33
6.4.1.1. Localisation de la fracture dans le canal radiculaire	33
6.4.1.2. Morphologie du canal radiculaire	33
6.4.1.3. Nature de l'instrument fracturé	33
6.4.1.4. Visibilité opératoire.....	33
6.4.1.5. Accessibilité de la dent concernée	34
6.4.2. Les complications possibles lors de la récupération d'instrument fracturée	34
6.4.2.1. Échauffement	34
6.4.2.2. Fracture instrumentale secondaire	34
6.4.2.3. Extrusion du fragment instrumental.....	35
6.4.2.4. Fragilisation des parois radiculaires.....	35

6.4.2.5. Les butées canalaires.....	36
6.4.2.6. Faux canal	36
6.4.2.7. Déchirure apicale	37
6.5. L'infection	37
6.6. Les complications lors la chirurgie endodontique	37
6.6.1. Complications peropératoires	38
6.6.1.1. Hémorragie excessive	38
6.6.1.2. Lésion nerveuse	38
6.6.1.3. Perforation sinusienne.....	38
6.6.1.4. Fracture osseuse ou dentaire	38
6.6.2. Complications postopératoires immédiates	38
6.6.2.1. Douleur persistante ou aiguë.....	38
6.6.2.2. Œdème et ecchymoses	38
6.6.2.3. Infection et abcès	38
6.6.2.4. Déhiscence de la plaie.....	39
6.6.3. Complications postopératoires tardives	39
6.6.3.1. Récidive de l'infection apicale	39
6.6.3.2. Résorption radiculaire externe	39
6.6.3.3. Formation de cicatrices hypertrophiques	39
6.7. Risque de lésions péri apicales.....	39
6.8. Impact pronostique.....	39
6.9. Impact psychologique	39
6.10. Impact économique	39
6.11. Perte de temps et de ressources	40
6.12. L'évolution défavorable de l'incident : l'action en justice.....	40

7. La gestion des fractures instrumentales.....	40
7.1. Les Aides visuelles.....	42
7.1.1. Les loupes	42
7.1.2. Les téléloupes.....	43
7.1.3. Les microscopes	44
7.2. Les techniques de retrait d'instrument fracturée	45
7.2.1. Techniques manuelles	45
7.2.1.1. Technique des pinces	45
7.2.1.2. By-pass.....	46
7.2.1.3. Technique a tube et lime	47
7.2.1.4. Lasso	49
7.2.1.5. Gutta et chloroforme	50
7.2.2. Techniques rotatifs	51
7.2.2.1. La technique de Masserann.....	51
7.2.2.2. Les ultrasons	54
7.2.2.3. Le laser.....	56
7.2.3. Techniques chirurgicales	57
7.2.3.1. Les contre-indications de la chirurgie apicale.....	57
7.2.3.2. Les aides visuels utilisées en chirurgie endodontique	60
7.2.3.3. Les instruments utilisés en chirurgie endodontique.....	61
7.2.3.4. Les matériaux pour l'obturation rétrograde.....	62
7.2.3.5. La chirurgie endodontique	63

CHAPITRE II : *PARTIE PRATIQUE*

1. MATERIELS ET METHODES :	72
1.1. Type de l'étude	72
1.2. Objectifs de l'étude	72
1.2.1. Objectif principal	72
1.2.2. Objectifs secondaires	72
1.3. Population d'étude	72
1.3.1. Critères d'inclusion	72
1.3.2. Critère de non inclusion	73
1.3.3. Taille de l'échantillon	73
1.4. Lieu et période d'étude	73
1.5. Collecte des données	74
1.6. Saisie et analyse des données	75
1.7. Paramètres étudiés	75
1.7.1. Statistique descriptive	75
1.7.2. Identification :	75
1.7.3. Antécédents et pathologie associée	75
1.7.4. Données cliniques	75
2. RESULTATS	78
2.1. Résultats de l'analyse statistique	78
2.1.1. Age :	78
2.1.2. Sexe	79
2.1.3. Répartition des patients selon le lieu de résidence par daïra	80
2.1.4. Répartition des patients selon l'état général	81
2.1.5. Répartition des motifs de consultation	82
2.1.6. La répartition selon le caractère urgent de la consultation	83

2.1.7. La répartition selon l'hygiène bucco-dentaire	84
2.1.8. La répartition selon la dent.....	85
2.1.9. La répartition selon l'arcade concernée	86
2.1.10. La répartition selon la racine.....	87
2.1.11. La répartition selon le canal	88
2.1.12. La répartition selon la courbure radiculaire	89
2.1.13. La répartition selon Le tiers radiculaire	90
2.1.14. La répartition selon le type d'instrument	91
2.1.15. La répartition selon la longueur de fragment fracturé.....	92
2.1.16. La répartition selon le diagnostic initial	93
2.1.17. La répartition selon le praticien	94
2.1.18. La répartition selon l'expérience de praticien.....	95
2.1.19. La répartition selon le type de traitement.....	96
2.1.20. La répartition selon la méthode de retrait	97
2.1.21. La répartition selon réussite de retrait.....	98
2.1.22. La répartition selon l'utilisation d'aide visuel	99
2.2. Résultat d'analyse des études d'extraction des instruments fracturées	100
3. DISCUSSION	107
CONCLUSION.....	121
PERSPECTIVES.....	123
RECOMANDATIONS.....	123
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :.....	125
ANNEXES.....	136

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'endodontie est une discipline de la dentisterie qui se consacre au diagnostic, à la prévention et au traitement des affections de la pulpe dentaire et des tissus périradiculaires. Elle s'articule principalement autour de la prise en charge des canaux radiculaires, souvent nécessaire lorsque la pulpe est atteinte par une carie profonde, un traumatisme ou une fracture.

D'après la Haute Autorité de Santé (HAS), le traitement endodontique a pour but de soigner les lésions pulpaires et périapicales afin de restituer une dent pathologique en une structure fonctionnelle, saine et indolore au sein de l'arcade dentaire (1). Ce traitement repose sur des techniques spécifiques utilisant des instruments de préparation canalaire qui, malgré les évolutions technologiques, peuvent se fracturer durant les procédures (2). La fracture instrumentale demeure une complication redoutée en endodontie. Elle peut entraver la mise en forme et la désinfection complètes du système canalaire, deux étapes indispensables au succès du traitement (3). Ces fractures surviennent principalement lors de l'usage d'instruments en nickel-titane (NiTi), prisés pour leur flexibilité, mais vulnérables aux contraintes de torsion et à la fatigue cyclique.

Une revue systématique récente menée par Favaro et al. (2024) indique que la fréquence des fractures instrumentales en endodontie varie de 0,7 % à 7,4 %, avec une moyenne d'environ 1,6 %, touchant surtout les instruments en NiTi. La prévention de ces incidents requiert une connaissance approfondie des propriétés mécaniques des instruments, le strict respect des protocoles opératoires ainsi que l'utilisation d'équipements de contrôle de vitesse et de couple (4).

La formation continue et l'expérience clinique contribuent fortement à réduire les risques de fractures instrumentales. L'adoption des techniques modernes d'instrumentation et l'étude minutieuse de l'anatomie radiculaire grâce à l'imagerie avancée telle que le CBCT permettent d'anticiper les difficultés et d'adapter les stratégies de traitement (5).

Lorsqu'une fracture instrumentale survient, plusieurs options s'offrent au praticien, en fonction de quelques paramètres liés au fragment fracturé et à l'anatomie radiculaire. Dans certains cas, une tentative de dépose peut être envisagée en utilisant différentes techniques. La dépose d'un fragment fracturé est une procédure complexe et délicate, qui nécessite non seulement une expertise clinique, mais aussi un équipement adapté. Le recours à un spécialiste en endodontie peut être indiqué lorsque la situation dépasse les capacités techniques du praticien généraliste (3). Dans certain cas la dépose est impossible, dans ce cas le fragment

fracturé doit être bloquée aux parois canalaire, désinfectée puis l'obturation est réalisée. Plusieurs études ont montré que la présence d'un instrument fracturé n'altérerait pas nécessairement le pronostic de la dent traitée (2).

Ainsi, l'objectif principal de ce mémoire est d'étudier les fractures instrumentales en endodontie à travers une analyse descriptive des cas rencontrés au service d'odontologie conservatrice et endodontie du CHU de Tlemcen. Plus spécifiquement, il s'agit d'identifier les causes principales de ces fractures, d'évaluer les méthodes mises en œuvre pour leur retrait, et d'analyser leur impact sur le déroulement et le pronostic des traitements endodontiques. Ce travail vise également à confronter les données cliniques observées aux résultats de la littérature récente afin de proposer des recommandations pratiques contribuant à la prévention et à la gestion de ces incidents en pratique quotidienne.

Pour atteindre cet objectif, le premier chapitre présentera des rappels anatomiques, les propriétés des instruments endodontiques, les étapes de leur utilisation, ainsi que les causes, les méthodes diagnostiques, les moyens de prévention et les complications associées aux fractures instrumentales. Le deuxième chapitre exposera les résultats issus des cas cliniques pris en charge au service d'odontologie conservatrice et endodontie du CHU de Tlemcen, en les comparant aux données de la littérature récente concernant les méthodes d'extraction des instruments fracturés.

CHAPITRE I

REVUE DE LA LITTERATURE

CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTÉRATURE

1. Rappels anatomiques

Lorsqu'il s'agit de décider de réaliser un traitement endodontique, il est indispensable de prendre en compte l'anatomie de la dent concernée. Bien que chaque dent présente des caractéristiques uniques, des configurations morphologiques similaires peuvent être observées pour des types de dents identiques (Gutmann, 1992).

Il est essentiel que le praticien soit conscient de ces particularités anatomiques pour identifier les racines « à risque » et adapter sa stratégie thérapeutique en conséquence. Des informations peuvent être extraites de la radiographie préopératoire, qui doit être soigneusement analysée, mais la connaissance de l'anatomie dentaire par le praticien reste cruciale (6).

L'anatomie endodontique est un système très complexe. Selon Vertucci (2005), bien connaître cette anatomie est essentiel en endodontie, car elle influence directement la manière dont les traitements sont réalisés et leur succès (7).

1.1. Le réseau canalaire

En endodontie, les réseaux canaux désignent l'ensemble du système de canaux situés à l'intérieur de la racine dentaire, qui abrite la pulpe radiculaire. Ce système est hautement complexe et ramifié, variant d'une dent à l'autre, et même entre les racines d'une même dent (8).

1.2. La chambre pulpaire

La chambre pulpaire est la cavité anatomique centrale située dans la partie coronaire d'une dent, entièrement entourée de dentine, qui contient la portion coronaire de la pulpe dentaire. Elle communique avec les canaux radiculaires par les orifices pulpaires et s'étend jusqu'aux cornes pulpaires, qui suivent la morphologie des cuspidés dentaires (8).

1.3. Le canal radiculaire

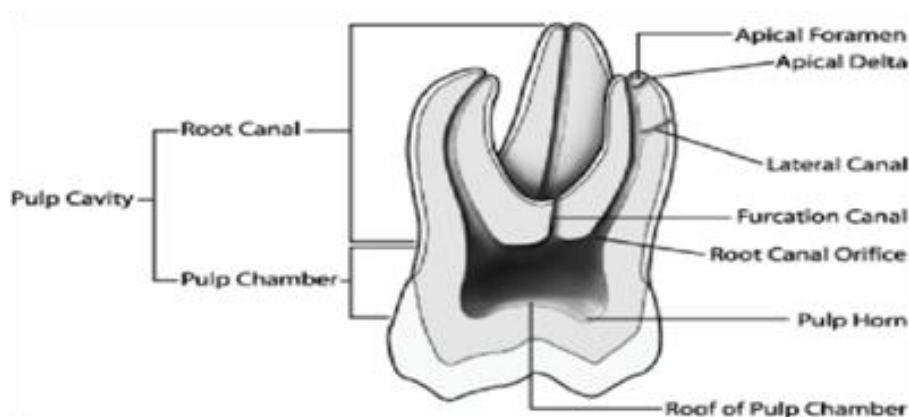
Le canal radiculaire est un conduit anatomique situé à l'intérieur de chaque racine dentaire, s'étendant du plancher pulpaire (dans la chambre pulpaire) jusqu'à l'apex radiculaire. Il assure la communication entre la dent et les tissus périapicaux (8).

1.4. Le foramen apical

Le rétrécissement du canal principal forme le cône dentinaire. Il s'oppose par son sommet au cône cémentaire. Sa base constitue le foramen apical et sa hauteur augmente au cours de la vie du fait d'une apposition cémentaire continue. La distance séparant le foramen de l'apex anatomique varie de 0,5 à 3 mm (9).

1.5. La jonction cémento-dentinaire

Qui d'un point de vue histologique représente la zone de séparation entre tissu pulpaire et désmodonte (passage du paquet vasculo-nerveux) [Burch 1972, Kuttler 1955, Vertucci 2005, Simon 2012]. D'un point de vue thérapeutique, cette jonction est importante car elle représente la limite théorique de tout traitement endodontique. Cette configuration apicale évolue tout au long de la vie. Elle peut être transformée par la production physiologique ou pathologique de dentine et de cément (rétrécissement canalaire et élargissement foraminal). Dans certaines conditions, elle peut même être détruite (9).



Source: Vertucci F.J. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. Endod Topics. 2005;10(1):3-29

Figure 01 : Endodonte ou cavité pulpaire d'une molaire supérieure.

1.6. Moyens d'étude de l'architecture endodontique

L'étude de l'anatomie canalaire repose sur des méthodologies :

In vivo : Analyse rétrospective des radiographies post-opératoires de traitements endodontiques finalisés.

Ex vivo : d'éléments dentaires extraits par :

- L'observation de la dent.
- L'observation microscopique.
- Section et observation macroscopique.

- Section et observation microscopique.
- Coloration.
- Obturation des canaux et décalcification de la dent.
- Obturation et traitement chimique de la dent pour la rendre transparente.
- Radiographie.
- Utilisation d'un produit de contraste.
- Micro CT.
- Cône Beam CBCT (10).

2. La biomécanique des instruments endodontiques

La gestion des fractures instrumentales repose sur une instrumentation soigneusement sélectionnée en fonction des caractéristiques anatomiques et cliniques du canal.

Les instruments utilisés sont généralement en acier inoxydable ou en nickel-titane (Ni-Ti). La technique peut être manuelle, impliquant des limes et des râpes que le praticien manipule directement, ou mécanisée, ou avec les instruments sonores et ultrasonores ce qui permet un gain de temps et une précision accrue.

2.1. Les alliages employés dans la fabrication des instruments endodontiques

2.1.1. Alliages en aciers inoxydables

Les aciers inoxydables sont des alliages métalliques à base de fer renfermant au moins 10 % de chrome.

Le chrome, présent comme élément d'addition, permet la création d'une barrière invisible d'oxyde de chrome qui protège le fer contre la plupart des corrosions.

Pour la réalisation des instruments endodontiques, les fabricants utilisent principalement les nuances 304 (des aciers inoxydables austénitiques. Il a un minimum de 18 % de chrome et 8 % de nickel, combinés avec un maximum de 0,08 % de carbone) et 303 (la nuance, la version optimale vis-à-vis du critère d'usinabilité des aciers inoxydables austénitiques grâce à l'ajout de l'élément soufre) (11).

2.1.2. Alliages en nickel-titane

Les alliages NiTi utilisés appartiennent à la famille des alliages à mémoire de forme AMF (Alliage à mémoire de forme).

La Composition de ces alliages : 44% Titane, 56% Nickel :

Les propriétés biologiques et mécaniques de NiTi :

Les propriétés biologiques et mécaniques du nickel-titane (NiTi) jouent un rôle essentiel dans la performance et la fiabilité des instruments endodontiques modernes.

Les majeures propriétés de NiTi sont la biocompatibilité, la flexibilité, l'efficacité de coupe, la résistance à la corrosion, la résistance à la stérilisation (12), l'effet de mémoire de forme qui permet aux dispositifs en Ni-Ti de « retenir » une certaine configuration et de retrouver par chauffage leur forme initiale grâce à la transition de phase entre deux structures cristallographiques. Une phase cristalline (désignée phase martensitique) stable en deçà d'une température critique donnée, et une phase austénitique qui devient stable au-delà de cette température critique. Il présente aussi une super-élasticité. Sous l'effet d'un stress mécanique, la structure cristalline de l'alliage passe de phase austénitique (rigide) à une phase martensitique (déformable) — appelée martensite induite par le stress (SIM).

Ce phénomène n'est pas une fracture, mais un changement réversible de structure interne (13–15).

2.2. L'instrumentation en Endodontie

Ils existent différents instruments utilisés en endodontie :

2.2.1. Les instruments d'accès à la chambre pulpaire et repérage des canaux

L'accès à la chambre pulpaire et le repérage précis des canaux radiculaires constituent des étapes fondamentales en endodontie, conditionnant le succès de l'exploration, du nettoyage et de l'obturation du système canalaire.

2.2.1.1. Instrumentation manuelle

Il existe :

a) Les sondes :

- Sonde N° « 17 » permet la détection des surplombs.
- Sonde 9, Sonde DG 16, Sonde de « Rhein » n 3 : permet le repérage des entrées canalaires.

b) Les excavateurs canalaires : Les excavateurs canalaires se distinguent des excavateurs ronds par : Leur angulation plus accentuée et leur segment inférieur plus long, efficaces pour la localisation des canaux.

2.2.1.2. Instrumentation mécanisée

- Une fraise boule diamantée montée sur turbine.
- Une fraise boule montée sur contre angle.
- Une fraise transmétal qui permet de traverser la couronne métallique ou l'infrastructure des couronnes céramo-métalliques.
- Une fraise boule en carbure de tungstène à long col pour dégager la vision.
- Une fraise Zekrya-endo (endoZ) de Maillefer (pointe mousse) qui permet d'élargir la cavité sans risque de perforation.
- Foret de Gates permet un marquage des orifices coronaires en pointant l'entrée canalaire et en effectuant un mouvement de brossage au retrait contre la paroi.
- Les inserts sonores ou ultrasonores permettent une élimination contrôlée de substance dentaire tout en dégageant le champ visuel du praticien.

2.2.2. Les instruments de préparation canalaire

Les instruments de préparation canalaire jouent un rôle fondamental en endodontie, car ils permettent le nettoyage, le façonnage et la désinfection efficace du système canalaire en vue d'un traitement réussi.

2.2.2.1. Instrumentation manuelle

Les instruments de préparation canalaire manuelle désignent l'ensemble des outils utilisés à la main par le praticien pour nettoyer, modeler et élargir les canaux radiculaires, permettant ainsi un contrôle tactile précis et une meilleure adaptation aux particularités anatomiques du système endodontique.

a) Broche à canaux Reamer

Identifiée par un symbole triangulaire. Cet instrument normalisé présente une forme conique et est obtenu par torsion d'une matrice triangulaire en acier inoxydable. Sa lime a un pas long et un encombrement réduit. L'extrémité de la lime est une pyramide triangulaire et pointue (16).

Action : Appliquer une rotation d'un quart de tour dans le sens horaire puis traction en direction coronaire.

b) Limes K (kerr)

Les limes K existent en acier inoxydable et en Ni Ti, torsadées ou usinées de section carrée, le pas de ses instruments reste court donc il représente un grand nombre de spires

Leur action est principalement une rotation (rotation horaire antihoraire d'un 1/8 de tour) (17).

c) Limes H (Hedstrom) ou racleurs

Ce sont des instruments de mise en forme canalaire, très tranchant usiné à partir d'une ébauche à section ronde, fabriqué en acier inoxydable ou en NiTi leurs pas est court est constant. Elles servent essentiellement à l'élargissement après le passage de la lime K du même numéro.

Action : un mouvement de traction avec appui pariétal (16).

d) Instruments en NiTi

Ces instruments ont l'avantage d'être six fois plus flexibles que les instruments traditionnels en acier. Grâce à cette flexibilité, ils respectent l'anatomie radiculaire et suivent le trajet du canal sans nécessiter de pré-courbure. Cependant, leur capacité de coupe est inférieure à celle des instruments en acier inoxydable. Parmi eux, on trouve les limes K les limes H et les broches en NiTi.

Une phase initiale avec des instruments manuels est nécessaire (repérage des entrées canalaires et pénétration initiale) (18).

2.2.2.2. Instrumentation rotative

Au cours de la dernière décennie, les avancées dans le développement et l'optimisation des systèmes d'instrumentation rotative ont permis de simplifier les procédures de préparation des canaux radiculaires, diminuant ainsi les risques associés et réduisant la durée des interventions (19).

a) Système Révo-S

Il est composé d'une séquence de base de trois instruments (SC1, SC2, SU) et de trois instruments d'élargissement apical (AS30, AS35, AS40) (20).

Le système rotatif Révo-S® (Micro-Méga®, Besançon, France) est un ensemble d'instruments en NiTi conçu pour optimiser la préparation du canal radiculaire en endodontie. Grâce à son design innovant, notamment sa section transversale asymétrique, il permet une meilleure pénétration dans le canal tout en réduisant les contraintes mécaniques exercées sur l'instrument, limitant ainsi le risque de fracture.

La séquence de préparation avec le système Révo-S® débute par la pénétration initiale et la mise en forme préliminaire du canal. La lime SC1 (25/6%) est utilisée pour élargir le tiers cervical, facilitant l'accès au canal radiculaire et permettant une meilleure pénétration des instruments suivants. Elle est suivie de la lime SC2 (25/6%), conçue pour travailler sur toute la longueur du canal, avec une progression contrôlée vers le tiers apical tout en réduisant les contraintes exercées sur la dentine. Après cette phase, l'instrument SU (25/6%) est utilisé pour la récapitulation, le nettoyage, l'optimisant l'élimination des débris dentinaires et assurant un nettoyage efficace du canal. Enfin, la finition apicale est réalisée à l'aide des instruments AS30, AS35 et AS40, destinés à élargir et préparer le tiers apical en s'adaptant aux particularités anatomiques de chaque canal radiculaire (21) (22).



Source : DentalPrivé. Revo-S instrument rotatif endodontique. 2025.

Figure 02 : Système Révo-S

b) Le système Pro-Taper Universel

Est actuellement privilégié par la majorité des endodontistes pour les procédures d'instrumentation rotative. Ce système, composé d'instruments en alliage de nickel-titane (NiTi) à conicité progressive, visant à améliorer l'efficacité de coupe, la flexibilité et la sécurité du traitement. Les instruments Pro-Taper se distinguent par une section transversale triangulaire convexe, qui améliore l'action de coupe tout en réduisant le frottement entre la lime et la dentine.

De plus, ces instruments présentent des paramètres en spirale variables (inclinaison et pas) le long de leurs arêtes de coupe, diminuant ainsi le risque de rayures accidentelles sur la paroi du canal radiculaire. Cependant, il a été démontré que les améliorations observées dans la préparation des canaux ne sont pas uniquement dues à l'alliage NiTi ; un ensemble de facteurs a contribué aux propriétés et à la performance de l'instrument (23).

Le Pro-Taper présente 08 instruments : SX, S1, S2, F1, F2, F3, F4, F5

- Shaping files : pour la mise en forme : SX (pas de bague), S1 (violet), S2 (blanc).
- Finishing files : pour la finition : F1 (jaune), F2 (rouge), F3 (bleue), F4 (deux bagues noires), F5 (deux bagues jaunes).

La séquence de préparation avec le système ProTaper commence par la préparation de l'accès et la mise en forme coronale à l'aide de la lime SX, destinée à élargir la portion coronale du canal radiculaire et faciliter l'introduction des instruments suivants. Après son utilisation, une irrigation avec une solution désinfectante est effectuée. La mise en forme canalaire débute ensuite avec la lime S1, introduite jusqu'à environ 4 mm avant l'apex, puis utilisée sur toute la longueur de travail avec des mouvements doux de va-et-vient. La lime S2 est ensuite utilisée sur toute la longueur pour élargir progressivement le tiers apical. Une irrigation régulière est pratiquée à chaque étape, en vérifiant la perméabilité du canal à l'aide d'une lime fine (K10 ou K15). La phase de finition implique l'utilisation des limes F1 puis F2, et éventuellement F3 dans les canaux plus larges, pour adapter l'instrumentation à la morphologie du canal. Enfin, une irrigation finale abondante est réalisée pour éliminer les débris dentinaires, suivie d'un séchage minutieux avec des cônes de papier avant l'obturation. Cette séquence permet une mise en forme efficace et homogène du canal radiculaire (24).



Source : Dentsply Sirona. Système de limes rotatives ProTaper Gold, 2025.

Figure 03 : Le système ProTaper Universal

c) Le système WaveOne en NiTi

Le nouveau système WaveOne en NiTi, introduit par Dentsply Maillefer (25), est conçu pour être utilisé avec un moteur à mouvement alternatif.

Ce système se compose de trois limes à usage unique :

- Une lime petite (pointe ISO 21 et conicité de 6 %) pour les canaux étroits.
- Une lime primaire (pointe ISO 25 et conicité de 8 %) adaptée à la plupart des canaux.
- Une lime large (pointe ISO 40 et conicité de 8 %) pour les canaux plus larges.

Ces limes sont fabriqués à partir de l'alliage NiTi M-Wire (26). La lime primaire WaveOne présente la même taille de pointe et conicité que la lime Pro-Taper F2, mais avec une section de lames de coupe inversée et variable, offrant ainsi une coupe optimisée pour une efficacité accrue (27).

La séquence de préparation endodontique avec les instruments WaveOne débute par un accès cavitaire réalisé à l'aide d'une lime manuelle fine de type K10 ou K15. L'instrumentation canalaire se poursuit avec la lime WaveOne 40/0.06, à usage unique, en effectuant trois mouvements de picage successifs vers l'intérieur et l'extérieur jusqu'à atteindre la longueur de travail. L'irrigation est essentielle tout au long de la procédure, avec l'utilisation fréquente de solutions de NaOCl et d'EDTA pour éliminer les débris dentinaires. Enfin, un contrôle de la mise en forme est effectué, suivi d'un dernier rinçage et du séchage du canal (28).



Source : DENTSPLY MAILLEFER. Lime endodontique réciprocante WAVEONE®, 2025.

Figure 04 : Le système WaveOne

2.2.2.3. Instruments soniques et ultrasoniques

Diverses instrumentations sont proposées par les fabricants.

Il s'agit généralement d'inserts endodontiques montés sur des générateurs ultrasonores (inserts Pro-Ultra endo®).

Ces systèmes constituent le meilleur moyen d'irrigation et d'assainissement de la cavité endodontique, ils permettent une activation de l'irrigation pour une meilleure préparation chimio mécanique et une élimination optimale de la boue Dentinaire.

On peut récupérer des instruments fracturés par cette technique (29).

2.2.3. Les instruments pour obturation canalaire

Les instruments pour l'obturation canalaire jouent un rôle essentiel dans la phase finale du traitement endodontique, en permettant de sceller hermétiquement le système canalaire afin de prévenir toute réinfection et d'assurer le succès à long terme de la thérapie.

2.2.3.1. Les instruments manuels

Il existe plusieurs instruments (16).

a) Les fouloirs manuels pour condensation latérale "Spreaders"

Possède une extrémité pointue destinée Pour la condensation de la gutta percha à froid latéralement.

b) Les fouloirs manuels pour condensation verticale « Pluggers »

À extrémité plate, pour tasser verticalement la gutta percha à chaud.

c) Les « Heat Carriers »

Sont des instruments pointus qui ressemblent à une sonde type sonde de Rhein.

L'action : chauffés et ramollir la gutta percha, qui sera secondairement condensée avec les pluggers.

2.2.3.2. Les instruments mécanisés

Il existe plusieurs instruments (19).

a) Les bourre-pates rotatifs

Ils sont de type LENTULO® (Dentsply Maillefer) ou PASTINJECT® (Micro-Méga).

Ils se montent tous sur contre-angle, et sont utilisés dans le sens horaire uniquement et à vitesse lente (moins de 600 rpm).

b) Le LENTULO®

Il a une forme de vis sans fin dont les spires vont dans le sens inverse de la rotation horaire des moteurs.

c) PASTINJECT®

Même profil que le lentulo, mais dont l'ébauche est une lame plate torsadée et non plus un fil.

Instrument très efficace, nécessite une excellente butée apicale sous peine de dépassements fréquents.

d) Compacteur de Mac Spadden :

C'est un instrument normalisé, utilisé sur contre angle pour l'obturation des canaux radiculaire par condensation thermomécanique de la gutta percha.

Il est en acier inoxydable d'une forme similaire à celle d'une lime H inversée, elle est limitée aux portions rectilignes du canal.

3. Les étiologies de fracture instrumentale

Un nombre important d'accidents peuvent survenir au cours d'un traitement endodontique (30).

Ces accidents peuvent survenir à n'importe quelle étape du traitement endodontique et peuvent potentiellement entraîner un échec du traitement en réduisant l'efficacité de l'élimination des débris obstrués du canal, réduisant encore davantage la guérison et entrave ainsi la bute principale de traitement endodontique.

La fracture des instruments dans le canal radiculaire est l'une des erreurs procédurales les plus courantes rencontrées lors du traitement endodontique (31).

3.1. La fracture instrumentale

La fracture : du dictionnaire : Rupture avec effort, solution de continuité produite dans un corps : Fracture d'une porte, d'une serrure.

Alors la fracture instrumentale, c'est la rupture ou la séparation de l'instrument en fragments.



Source : Montero G. Fracture d'un instrument dans un canal radiculaire : radiographie préopératoire, 2025.

Figure 05 : Clichés retro alvéolaire montrent un fragment d'un instrument fracture dans le canal dentaire

3.2. Les étiologies de fracture instrumentales

La recherche a montré que l'incidence de la séparation des limes endodontiques est extrêmement variable (30).

La cause n'est pas singulière, il s'agit bien souvent d'un cumul de facteurs qu'il est possible de regrouper en trois grandes catégories, les facteurs liés à la dent, ceux liés au praticien et ceux liés à l'instrument lui-même (32).

La complexité anatomique d'une dent avec des canaux radiculaires courbes, de calcifications pulpaire ou d'autres anatomies inhabituelles, pose des défis supplémentaires à l'évolution de l'instrumentation, ce qui augmente le risque de fracture. Les malpositions dentaires peuvent entraîner un désalignement de l'axe et favoriser un risque accru de fracture des instruments. Le manque d'expérience de la part du praticien, en particulier en ce qui concerne la préparation de la cavité d'accès, la manipulation négligente des instruments et le manque de connaissance de la morphologie des canaux, constitue un facteur de risque très important. Une pression excessive et des mouvements incorrects peuvent entraîner la rupture des instruments. La conception, la section transversale et le matériau utilisé dans la fabrication de l'instrument affectent son intégrité structurelle et ses chances de fracture. Une surutilisation des instruments est une cause courante de casse ; par conséquent, la corrosion et les imperfections de surface provenant des cycles de stérilisation peuvent contribuer à la fragilité des instruments. Le type d'alliage utilisé doit également être pris en compte.

Une formation approfondie et le respect des protocoles établis sont tout aussi importants qu'une connaissance approfondie des facteurs pour minimiser la probabilité de fractures des instruments.

3.2.1. Les étiologies liées à dent

Certaines caractéristiques anatomiques de la dent jouent un rôle clé dans la survenue de ces incidents parmi eux :

3.2.1.1. La complexité canalaire

Parmi les causes les plus fréquentes de la fracture instrumentale on cite la complexité anatomique (33).

La complexité anatomique inclut les courbures canalaire, les calcifications pulpaire et la déviation de foramen apicale et toute morphologie radiculaire inhabituelle comme des anastomoses, des deltas apicaux, des canaux accessoires, des canaux latéraux, des connexions intercanalaires (34).

a) les courbures canalaire

Dans le dictionnaire, la ligne courbe s'infléchit sans contenir aucune portion de ligne droite.

Diverses courbures sont présentées sur la longueur du canal et la préparation des canaux radiculaires courbes devient un véritable défi pour le clinicien. L'évaluation préopératoire de la morphologie du canal radiculaire pour déterminer le degré de courbure est nécessaire

En utilisant la radiographie préopératoire périapicale ou bien la tomographie assistée par ordinateur à faisceau conique (CBCT) récemment, Il existe plusieurs méthodes de détermination de la courbure de canal radiculaire.

- La méthode de Schneider :

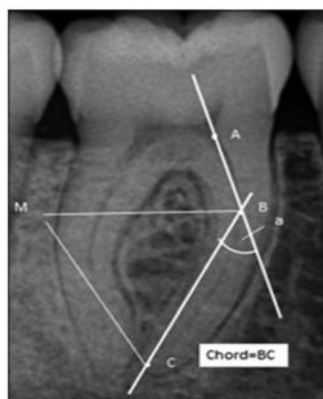
On va tracer 03 points, le point A le point de l'orifice canalaire, le point B c'est l'endroit où la déviation de canal commence et le point c le foramen apical.

Puis on va tracer 02 lignes, la première ligne lie entre le point A et le point B et la deuxième ligne lie entre le point B et le point C.

L'angle formé par l'intersection des 02 lignes est mesurée (montré dans le Schéma).

Si l'angle est inférieur à 5 degré le canal est droit, si l'angle est compris entre 5 et 20 degré le canal est modérément courbe et si l'angle est supérieur à 20 degré le canal est classé comme un canal sévèrement courbé.

Il existe aussi la méthode de Weine et Luteine qui sont des méthodes presque identiques à la méthode de Schneider.



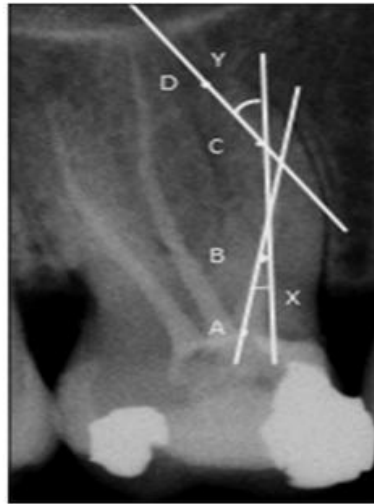
La source : Niazi FH, Baloch HR, Balani P. Une brève revue des méthodes utilisées pour déterminer la courbure des canaux radiculaires. J Restor Dent. 2015 Oct.

Figure 06 : Schéma représentant la méthode de Schneider

- La méthode de Cunningham et Senia :

Cette approche est différente car elle se concentre sur les canaux en forme de S et l'angle est mesurer séparément aux extrémités coronaires et apicales

On détermine : Le point au centre de l'orifice, le point B l'endroit où commence la déviation où la courbure au niveau coronaire, Le point C où commence la déviation au niveau apical et le point d c'est le foramen apical, Puis les lignes : la première ligne lie le point A et B et la deuxième ligne lie le point C et d, ainsi une 3^{ème} ligne qui lie entre le point C et le point B qui va déterminer l'angle Y (35).



Source : Balani P, Niazi FH, Rashid H. Une brève revue des méthodes utilisées pour déterminer la courbure des canaux radiculaires. J Res Dent. 2015;3(3):57-63

Figure 07 : Schéma représentant à méthode de Cunningham et Senia

L'architecture du système canalaire de la dent particulièrement les courbures radiculaires et le diamètre de canal radiculaire sont des facteurs qui peuvent augmenter le risque de fracture instrumentale (32).

La plupart de ces fractures se produisent dans les canaux radiculaires des molaires, à forte courbure (36) en particulier au niveau du canal mésiobuccal suivi par le canal mésiolingual en particulier dans les racines mésiales des molaires mandibulaires (37) précisément dans la jonction du tiers moyen et apical (38).

Une augmentation de la courbure du canal provoque un rétrécissement du canal dans cette zone augmentant ainsi le risque de fracture. À mesure que la fatigue de l'instrument augmente à cause de courbure canalaire prononcée (31).

Une augmentation de la sévérité du rayon de courbure et de l'angle autour duquel un instrument tourne réduira la durée de vie de l'instrument (39).

b) Les calcifications pulpaire

Les calcifications pulpaire appelées également dégénérescences calciques sont des agrégats calcifiés qui se produisent dans la pulpe dentaire. Ces masses de tissu calcifié peuvent être retrouvées à la fois au niveau de la chambre pulpaire ou des canaux radiculaires (40).

Les dégénérescences calciques existent dans la pulpe dentaire sous forme de petites particules microscopiques à de grandes masses qui peuvent oblitérer la quasi-totalité de la chambre pulpaire (41).

Il n'est pas clair actuellement de savoir si leur présence traduit une manifestation pathologique ou bien un développement physiologique normal de la pulpe dentaire (42).

Leur présence a été rapportée à la fois au niveau des dents saines que pathologiques, jeunes, matures ou même incluses (43).

La formation des calcifications pulpaire peut être causé par le vieillissement, les caries, les maladies parodontales, les interactions entre l'épithélium et le tissu pulpaire, les mouvements orthodontiques la prédisposition génétique et des facteurs idiopathiques.

Il n'y a pas d'études soutenant l'hypothèse selon laquelle le taux de calcifications augmente chez les sujets âgés, pourtant les calcifications pulpaire peuvent survenir à tout âge, sans différence significative entre les tranches d'âge.

Pour le sexe il est significativement supérieur chez les femmes, et il expliquer par les changements hormonaux que les femmes subissent, ainsi que par le bruxisme, qui constitue une irritation à long terme pour la denture et dont la prévalence augmente considérablement chez les femmes.

Pour le groupe des dents le plus touché par les calcifications c'était le groupe molaire a cause de volume important et la vascularisation abondante de la cavité pulpaire des molaires, ainsi que le stress occlusal élevé supporté par ce groupe des dents au moment de la mastication et leurs taux élevés de caries et restaurations.

La présence des pulpolithes de taille importante dans la chambre pulpaire pourrait bloquer l'accès au niveau des orifices canaux et modifier l'anatomie endodontique.

Les calcifications adhérentes pourraient dévier ou engager la pointe d'instruments endodontiques au cours de l'exploration canalaire, ce qui empêche leur progression facile en direction apicale, qui peuvent aboutir à des fractures instrumentales (44).



Source : Hage G, Zogheib C, Naaman A. Les dégénérescences calciques pulpaire et leur impact sur la thérapeutique endodontique. Actualités Odonto-Stomatologiques. 2016;277(4):217–28.

Figure 08 : Radiographie rétro-alvéolaire montrant la présence d'une calcification de la chambre pulpaire de la 36 et 37

3.2.1.2. Anomalies de morphologies coronaires

La malposition dentaire peut entraîner une erreur d'axe qui peut de surplus s'achever par une fracture instrumentale (32).

La malposition dentaire c'est lorsque les dents ont une position anormale sur les arcades ou établissent de mauvais contacts entre elles (Les versions, les rotations ...) (45).

3.2.2. Les étiologies liées au praticien

Les fractures instrumentales liées au praticien résultent principalement d'erreurs techniques, d'un mauvais choix d'instruments ou du non-respect des protocoles endodontiques.

a) L'expérience de praticien

La séparation des instruments se produit tout le temps, pas seulement chez les étudiants et les généralistes, mais même chez les cliniciens professionnels et chevronnés, malgré toutes les précautions prises (38).

Mais ces accidents sont liés fortement à un manque de connaissances professionnelles (38), l'incidence des fractures de limes est plus élevée chez les cliniciens inexpérimentés et moins informés (39), notamment on cite la réalisation incorrecte de cavité d'accès, l'utilisation incorrecte des instruments, la connaissance insuffisante de la morphologie du canal radiculaire et de ses variations (37).

La préparation de la cavité d'accès est une autre étape cruciale pour éviter la fracture des limes. Les parois de la cavité doivent permettre l'accès en ligne droite au tiers apical du canal à tous les types de limes ; sinon la lime se cassera (46).

D'autres raisons de séparation des instruments étaient le mouvement incorrect de la lime avec l'application d'une pression excessive (38) ou lorsque la pointe de l'instrument est coincée dans le canal alors que la tige est en mouvement ou continue de tourner (31).



Source : Tiradent. Les limes manuelles sont composées d'acier inoxydable ou de nickel-titane. Le NiTi a révolutionné l'endodontie grâce à sa flexibilité et sa résistance, 2025.

Figure 09 : Les mouvements corrects à suivre lors l'utilisation de certains instruments manuels

Ce dernier contribue aux fractures d'instrument dues à la fatigue torsionnelle qui se produit lorsqu'une partie de l'instrument se fixe au canal alors que la tige continue de tourner. La fracture se produit lorsque la limite élastique de l'alliage est dépassée.

Les processus, les conceptions et les protocoles de fabrication des instruments peuvent améliorer la résistance aux contraintes cycliques (résultant de la surutilisation), mais pas aux contraintes de torsion, car elles dépendent davantage de l'opérateur.

Les contraintes de torsion augmentent rapidement avec l'utilisation d'un grand instrument endodontique conique dans un canal radiculaire non préparé et à faible conicité, aussi lors de la préparation des canaux radiculaires complexes et rétrécis, où l'instrument est susceptible de subir des charges de torsion accrues.

De nombreuses études ont montré que les instruments ayant une masse métallique plus faible et de petites sections transversales ont généralement une résistance à la torsion plus faible.

Les limes NiTi conventionnelles présentent un risque de fracture plus élevé, Les instruments NiTi qui ont déjà été utilisés présentent un risque de fracture élevé en raison de leur résistance réduite aux contraintes de torsion.

Cela souligne la nécessité d'une formation et d'une éducation appropriées pour établir la bonne compétence (39).



Source : Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. Une revue des tests de fatigue cyclique des instruments rotatifs en nickel-titane. J Endod. 2009;35(11)

Figure 10 : La fatigue cyclique et la fatigue torsionnelle

3.2.3. Les étiologies liées à l'instrument

Les fractures d'instruments endodontiques peuvent être directement attribuées à des caractéristiques propres aux instruments eux-mêmes, on distingue :

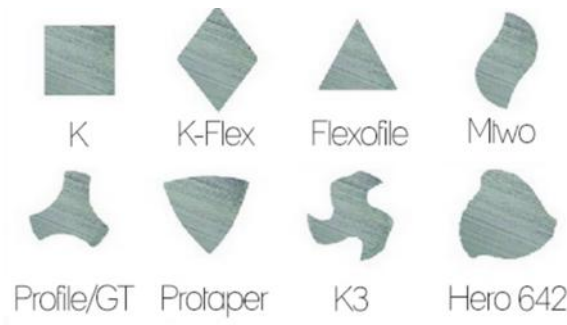
3.2.3.1. Type d'instrument

Il est important de noter que tout instrument endodontique peut se fracturer lors de son utilisation : sondes endodontiques, forets Gates Glidden, limes en acier inoxydable, limes en nickel-titane, embouts d'irrigation, embouts à ultrasons, écarteurs, fouloirs et autres

La situation la plus courante concerne les limes endodontiques (30).

Concernant la section de l'instrument, des recherches montrent que la conception et la section transversale de l'instrument sont des facteurs cruciaux dans la résistance à la fracture lorsque l'instrument est soumis à des charges de torsion et de flexion. Alors que les instruments avec une géométrie de section transversale triangulaire possèdent une meilleure résistance à la fracture que les instruments avec une section transversale carrée (39).

Ainsi que les instruments à section transversale en forme de losange sont moins résistants aux forces de flexion que les instruments à section carrée (31).



Source: Peters OA. Défis et concepts actuels dans la préparation des systèmes de canaux radiculaires : une revue. J Endod. 2004 Aug;30(8):559–67.

Figure 11 : La section de quelque instrument endodontique

3.2.3.2. L'utilisation répétée de l'instrument

L'utilisation multiple des limes (la surutilisation) (38), ou lorsque les instruments sont utilisés à leurs limites maximales de fatigue cyclique (figure 10) est la cause la plus fréquente de séparation ou de rupture de l'instrument (31).

L'extension et la compression répétées d'un instrument dans un canal courbé peuvent provoquer un écrouissage de l'alliage, créant ainsi une fatigue cyclique et un risque accru de fracture (39).

3.2.3.3. Nombre de cycles de stérilisation et d'irrigation

Les multiples cycles d'irrigation et de stérilisation provoquent des imperfections de surface et de la corrosion, augmentant ainsi les risques de séparation des limes (33).

Selon la documentation scientifique, la stérilisation dans le domaine dentaire est la stérilisation par la chaleur. La stérilisation par la chaleur implique l'utilisation d'autoclaves qui atteignent une température de 134 °C et qui avec l'action de la vapeur à une pression de 30 psi, stérilise les instruments (47).

La stérilisation à chaud peut entraîner des modifications des propriétés physiques et mécaniques des instruments dentaires. Ces modifications peuvent affecter les surfaces externes avec des phénomènes de micro-piqûres et de corrosion(48), une réduction de la capacité de coupe et/ou en influençant la résistance à la fatigue cyclique ou à la fatigue torsionnelle (49).

Nous avons observé que les procédures de stérilisation à chaud réduisaient le temps de torsion des instruments en NiTi, même si cela n'était pas statistiquement très significatif. En termes cliniques, cela indique un seuil de fatigue rotative réduit, augmentant ainsi le risque de fracture.

Le moment de torsion c'est la force nécessaire pour briser l'instrument

Pour les instruments en acier, il n'y a pas de changement dans la résistance à la fatigue de torsion, exprimée en termes de moment de torsion

Pour les nouveaux matériaux utilisés tel que les nouveaux fils M, les fils CM et les alliages EDM, ont une récupération de forme similaire après stérilisation thermique et une augmentation de la résistance à la fatigue de torsion (50).

3.2.3.4. Le type d'alliage

Les recherches suggèrent une incidence plus élevée de fracture pour les instruments rotatifs en NiTi par rapport aux limes en acier inoxydable (30).

La faible résistance à la traction et le faible rendement des instruments NiTi (par rapport aux instruments en acier inoxydable) (39), ainsi que la capacité d'être précurbée pour s'adapter efficacement aux canaux, ce qui les rend plus sensibles aux contraintes et aux déformations (31) et entraînent un risque de fracture plus élevé à des charges plus faibles (39).

4. Diagnostic des fractures instrumentales

Quand on parle d'une fracture d'instrument en endodontie, on veut simplement dire que l'instrument qu'on utilisait dans le canal racinaire s'est cassé ou s'est fracturé. Ça peut arriver quand on travaille sur le canal avec des outils comme des limes, des fraises ou des fichiers. Pour diagnostiquer ça, il faut suivre quelques étapes et prendre en compte certains signes cliniques.

4.1. Les examens radiographiques

L'examen radiographique en endodontie, c'est vraiment un outil super important pour faire un bon diagnostic, suivre l'évolution et traiter les problèmes liés aux tissus à l'intérieur des dents. Il permet de voir en détail la forme des canaux radiculaires, de repérer d'éventuelles anomalies, et d'orienter les interventions de manière plus précise. La radiologie, c'est une vraie mine d'informations qui aide énormément à diagnostiquer et à gérer les fractures instrumentales endodontiques, par exemple quand un instrument se casse dans un canal. Ça facilite aussi la planification et le suivi du traitement, pour être sûr que tout va bien après coup. D'où le terme examen complémentaire (51).

Voici les principales raisons pour lesquelles elle est essentielle dans de telles situations :

Localisation précise : La radiographie permet de localiser précisément l'instrument fracturé dans le canal radiculaire. Elle aide à déterminer s'il s'agit d'une fracture partielle ou totale et si des morceaux de l'instrument sont présents dans la racine ou l'apex.

Évaluation de la taille et de la position de la fracture : Elle offre une vue détaillée de la position de l'instrument fracturé, ce qui est indispensable pour décider de la meilleure approche thérapeutique, notamment s'il faut retirer ou laisser l'instrument en place (52).

Infection ou lésion périapicale : La radiographie permet de détecter des signes d'infection (comme un abcès ou une ostéite) ou des lésions périapicales qui peuvent résulter de la fracture instrumentale, surtout si elle entraîne une fuite des fluides ou une irritation de l'os (52).

Fractures dentaires : Si la fracture instrumentale est associée à une fracture dentaire ou à une autre pathologie, la radiographie peut aider à identifier ces autres problèmes.

Choix de l'approche thérapeutique : La radiographie aide à décider si l'instrument fracturé doit être retiré ou si un traitement conservateur, comme l'optimisation du traitement endodontique ou une intervention chirurgicale, est plus approprié.

Évaluation de la complexité du cas : En cas de fracture profonde ou difficile d'accès, la radiographie peut donner un aperçu de la complexité de la situation et aider à déterminer s'il est nécessaire d'utiliser des techniques avancées comme la chirurgie apicale ou la microscopie.

En fonction des doses de rayons X délivrée, on cite 3 méthodes d'imagerie médicale :

- Radiographie conventionnelle.
- Tomographie Volumique à Faisceau Conique - Cône Beam Computed. Tomographie (CBCT).
- Microtomographie – Micro Computed Tomographie (μ CT ou MCT).

4.1.1. Radiographie conventionnelle

La radiographie intra buccale est la technique d'imagerie la plus utilisée au quotidien en Odontologie puisqu'il s'agit de la méthode in vivo la plus rapide et la moins ionisante pour le patient. Les clichés rétro-alvéolaires donnent des infos supplémentaires pour le diagnostic clinique, surtout sur la forme des racines, des canaux, l'os et l'espace desmodontale (53).

L'image radiologique est une image bidimensionnelle résultant d'une interaction entre des rayons X et des tissus. La nature et la structure (numéro atomique, densité, etc.) constituent les éléments primordiaux caractérisant l'image radiologique.

La qualité de l'image, élément clé dans l'interprétation d'un cliché radiologique, repose sur plusieurs facteurs essentiels. Tout d'abord, la dose de rayons X émise doit être précisément adaptée au tissu examiné afin de garantir une image exploitable tout en minimisant l'exposition du patient. Ensuite, la procédure d'acquisition doit être rigoureusement respectée pour éviter toute déformation ou dégradation de l'image. Enfin, les appareils radiologiques doivent être correctement réglés selon les normes établies par le ministère de la Santé, afin de prévenir toute émission excessive de rayonnements, pouvant nuire à la fois à la qualité de l'image et à la sécurité du patient (54).



Source : Souter NJ, Messer HH. Complications associated with fractured file removal using an ultrasonic technique. J Endod. 2005.

Figure 12 : lime endodontique fracturée le long de la 46 sur cliché

4.1.1.1. Technique rétro alvéolaire

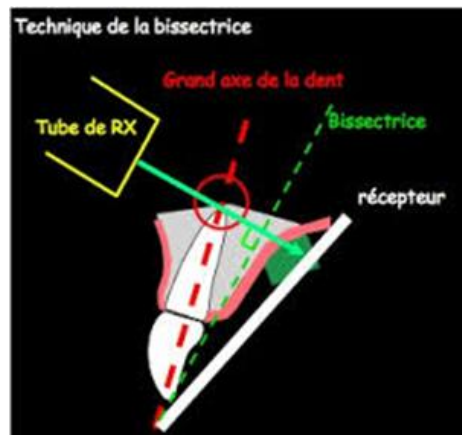
On décrit trois techniques :

a) Technique de la bissectrice (Méthode de DIECK)

Le rayonnement centré sur la région apicale est perpendiculaire à la bissectrice formée par le grand axe de la dent et le plan de film selon la règle d'isométrie de Ciezinski (52).

Pour cette technique, le film est tenu en bouche soit par une pince, soit par le patient lui-même à l'aide de son doigt (pas d'angulateur).

Quand on est perpendiculaire il n'y a pas de déformation de la dent. Si on a un angle inférieur à 90° on a un agrandissement de la dent et à l'inverse si l'angle est supérieur à 90° on a un raccourcissement de la dent (55).



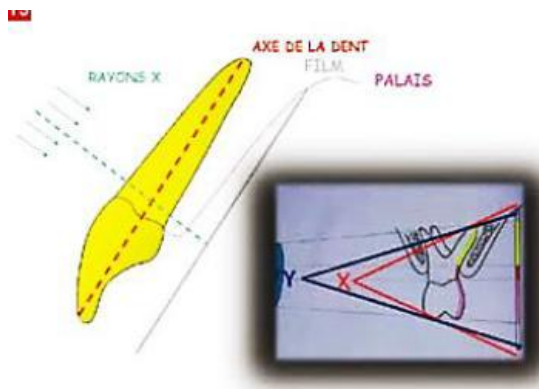
Source : Iannucci J, Howerton L, Beck M, Taylor R. Dental Radiography. 6th ed. Columbus (OH): Pearson; 2023.

Figure 13 : technique bissectrice

4.1.1.2. Technique des plans parallèles

La technique des plans parallèles est plus précise que celle de la bissectrice, car la radio est perpendiculaire au faisceau et parallèle à l'axe de la dent. Pour réaliser ces images.

Les clichés rétro-coronaires ou rétro-alvéolaires seront réalisés avec un angulateur de type Rinn © ou Eezee Grip-Rinn © qui permettent d'obtenir une orthogonalité du rayon incident avec le film ou le capteur, ce dernier étant parallèle au grand axe de la dent radiographiée. Cette technique diminue le risque de déformation des structures et permet une mesure fidèle à la réalité anatomique (56).



Source : Fitzgerald GM. Intraoral radiographic techniques (paralleling technique). In: White SC, Pharoah MJ, editors. Oral radiology: principles and interpretation. 6th ed. St. Louis (MO): Mosby; 2019.

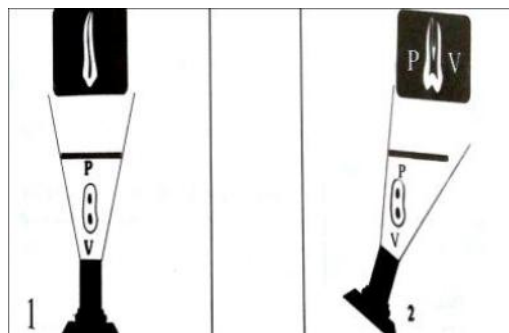
Figure 14 : Technique du parallélisme (Long cône)

4.1.1.3. Technique de visée oblique

En radiologie dentaire est utilisée pour obtenir des radiographies de la dentition lorsque la technique des plans parallèles ne peut pas être appliquée.

Dans cette technique, le rayon n'est pas perpendiculaire au film. En modifiant l'angle entre le film et le rayon incident, une déformation se crée, mais cela permet l'exploration de régions moins accessibles, plus profondes (54), par exemple, en raison de la visualisation des complications au niveau des canaux radiculaires, de racines superposées ou encore la localisation de dents incluses (52).

C'est ce type de cliché « dévié » que l'on utilise dans les incidences dysocclusales dans les clichés mordus (54).



Source : Johnson WT, Noblett WC. Clinical guide to endodontics. In: Cohen S, Hargreaves KM, editors. Pathways of the pulp. 9th ed. St. Louis: Mosby; 2006.

Figure 15 : Technique à visée oblique

4.1.2. Radiographie numérisée et RVG

La radiographie numérisée et la radiovisiographie (RVG) sont des techniques modernes d'imagerie médicale qui ont révolutionné le diagnostic en odontologie et en médecine dentaire.

Ces technologies permettent une capture précise et rapide des images, améliorant ainsi la qualité des soins et le confort du patient (52).

Les techniques restent les mêmes, mais au lieu d'utiliser un film radio classique, on utilise un capteur électronique (intra-buccal pour la RVG).

La RVG aide à diminuer la quantité de rayons, jusqu'à 80%, ainsi que le temps nécessaire puisque le développement est quasi immédiat (52).

L'image numérisée peut aussi être modifiée. Par exemple, on peut faire des zooms, améliorer certains détails, choisir une partie précise avec le fenêtrage ou encore inverser les couleurs.

La numérisation va permettre un archivage des clichés avec une qualité qui restera identique dans le temps (54).



Source: Cinar Aziman, Kristina Hellén-Halme, Xie-Qi Shi. A comparative study on image quality of two digital intraoral sensors. Dentomaxillofac Radiol. 2019 Oct;48(7)

Figure 16 : Capteur numérique

4.1.3. L'imagerie Cône Beam

La plupart des appareils de radiologie panoramique en 2D offrent désormais aussi une fonction 3D, appelée tomographie volumique. Grâce à la technologie cône beam, on peut obtenir des images en coupe dans différents plans, puis reconstituer un volume en 3D par deux techniques différentes (57).

Le CBCT utilise un faisceau conique de rayons X pour capturer des images volumétriques de la tête et des structures dentaires.

Les images sont créées numériquement pour montrer en 3D les dents, les os du maxillaire et les tissus autour.

Une étude a permis de mettre en évidence l'apport du cône beam dans la décision thérapeutique du praticien devant une fracture instrumentale, la possibilité d'analyser la dent ainsi que le fragment dans les trois dimensions oriente les praticiens à procéder la dépose ou non de fragment.

La radiographie rétro-alvéolaire préopératoire ne permet pas de situer précisément la position de l'instrument. A cause de la superposition des structures anatomiques,

Il n'est pas possible de savoir si l'instrument est fracturé dans le canal mesiovestibulaire ou dans le canal mésiolingual d'une molaire mandibulaire par exemple.

Le Cône Beam permet une localisation du fragment fracturé dans les trois sens de l'espace grâce aux coupes dans le sens axial, coronal et para-sagittal. Chaque coupe présente son intérêt dans l'analyse du fragment instrumental. La coupe axiale montre dans quel canal se trouve l'instrument fracturé. La coupe coronale permet de savoir si l'instrument se situe avant ou après la courbure. Sa position sera déterminante dans le choix de la technique de gestion de l'instrument. Le taux de dépose d'un instrument dans la partie coronaire est beaucoup plus élevé que dans la partie apicale. La coupe para-sagittale confirme les informations mais permet également de visualiser parfaitement la zone apicale (permet également de distinguer dans quel canal est cassé l'instrument ainsi que sa position selon l'apex).

Parfois, il n'est pas évident de savoir si un instrument dépasse l'apex sur une simple radiographie en 2D. Le CBCT permet de voir clairement l'apex, ce qui facilite le choix de la meilleure méthode pour l'enlever. La largeur de la partie supérieure du fragment est aussi importante. Si cette partie est large, il faut enlever plus de dentine radiculaire pour le dégager, ce qui augmente le risque de perforation ou de fragiliser la racine. Dans ces cas, il vaut mieux ne pas tenter le retrait. La longueur doit aussi être bien évaluée. Avec le CBCT, on peut mesurer précisément la taille de l'instrument, ce qui est beaucoup plus fiable qu'avec une radiographie en 2D, souvent déformée ou moins précise pour calculer la longueur du fragment. Pour des instruments très courts la technique du bypass sera préférée (58).

5. Prévention et limitation des fractures instrumentales en endodontie

La prévention est essentielle pour réduire les erreurs iatrogènes, notamment les fractures d'instruments endodontiques. L'application rigoureuse des recommandations suivantes permet de limiter ces incidents et d'optimiser la sécurité du traitement.

5.1. Évaluation préopératoire et planification du traitement

Un examen approfondi, à la fois clinique et radiographique, de l'anatomie dentaire est vraiment important. Ça aide à repérer d'éventuelles difficultés et à adapter la façon de travailler. En regardant bien, on peut voir si les racines ont des courbures, s'il y a des calcifications ou même des déchirures, ce qui influence le choix des instruments et des méthodes à utiliser. Mengchen Xu, Huiying Ren, Congrui Liu, Xinyu Zhao et Xiaoyan Li ont montré que les canaux radiculaires ont souvent des formes un peu irrégulières, ce qui rend leur préparation plus difficile, ce qui peut augmenter le risque de fracture instrumentale (59).

Une étude de Çapar et ses collègues en 2014 a montré que la façon dont les courbures du canal sont formées, notamment l'angle et le rayon, influence beaucoup la résistance des instruments en NiTi. Ça veut dire qu'il faut bien examiner ces aspects avant l'opération pour éviter tout problème.

En complément Dr. Iain Chapple recommande l'usage de CBCT (Cône Beam Computed Tomographie) pour une meilleure visualisation tridimensionnelle des canaux radiculaires, ce qui permet d'améliorer la précision du traitement et de limiter les risques de complications (60).

5.2. Analyse du niveau de difficulté et choix des instruments

La façon dont le canal radiculaire est compliqué influence la méthode qu'on utilise pour l'instrumenter. La position et le rayon de la courbure sont des facteurs déterminants dans le risque de fracture (61). L'utilisation de limes rotatifs est à proscrire dans les canaux très courbés ou délacés (McGuigan et al.2013). Selon Sattapan et al. (2000), les fractures instrumentales sont principalement dues à la fatigue cyclique et au stress de torsion.

5.3. Préparation adéquate de la cavité d'accès

Avoir un accès direct et facile jusqu'à l'apex rend la pose des instruments plus simple et évite de mettre trop de pression dessus. Agrandir l'entrée du canal avec des forets Gates-Glidden aide à faire avancer les instruments tournants plus facilement, tout en réduisant la torsion qu'ils subissent. Clark et Khademi (2010) soulignent que bien préparer la cavité d'accès est essentiel pour préserver l'état des instruments et augmenter les chances de réussite du traitement.

5.4. Stabilité de la prise en main et technique d'utilisation

Avoir un repose-doigt solide et confortable, c'est important pour bien contrôler les outils. Se guider avec un mouvement léger d'avant en arrière, en appuyant modérément en haut, permet de réduire la fatigue et d'éviter que les instruments ne se cassent (Li et al. 2011). En revanche, si on bouge de façon continue avec trop de pression, on risque de trop serrer et de casser l'outil prématurément (Parashos et al. 2004).

5.5. Inspection et entretien des instruments

Une inspection systématique des instruments avant, pendant et après leur utilisation, sous grossissement, permet de détecter toute déformation ou fissure précurseur de fracture. Les

instruments doivent être remplacés après un certain nombre d'utilisations selon les recommandations des fabricants (62).

5.6. Utilisation des moteurs à rotation continue

Les moteurs à rotation continue régulent le couple (Torque) et la vitesse de rotation. Un couple excessif peut entraîner la rupture de l'instrument. Certains moteurs sont équipés d'un système de désenclenchement automatique, inversant la rotation en cas de blocage (Gambarini, 2001). L'utilisation de moteurs à couple contrôlé réduit considérablement le risque de fracture instrumentale (63).

5.7. Application de la technique du Crown-Down

La technique du Crown-Down consiste à commencer par utiliser des instruments gros pour préparer la partie supérieure du canal avant de descendre vers la partie plus fine au niveau de la racine. Cette méthode limite les risques que l'instrument se casse, comme l'ont expliqué Blum et ses collègues en 1999. En utilisant cette approche, on réduit aussi la pression sur les instruments en NiTi, car on sait que les fractures se produisent surtout dans la zone de 1 à 3 mm en pointe (Zelada et al. 2002 ; Gabel et al. 1999). Dentsply (2010) recommande aussi cette méthode pour aider à prolonger la vie des instruments.

5.8. Rôle de l'irrigation et de la lubrification

L'utilisation des instruments crée souvent des bouchons de débris dentinaires et de tissus, ce qui augmente la pression sur les outils. Pour rendre tout ça plus facile, on peut utiliser beaucoup d'irrigation et des agents lubrifiants comme l'EDTA ou le peroxyde d'urée. Cela aide à diminuer la friction et les forces mécaniques qui peuvent casser les instruments. Des études, comme celle de Haapasalo en 2014, montrent que l'irrigation active aux ultrasons améliore la délogation des débris, ce qui limite aussi le stress sur les outils (Van der Sluis, 2007).

5.9. Formation et expérience clinique

Des recherches ont révélé que le taux de fractures est plus élevé chez les praticiens inexpérimentés utilisant des systèmes de rotation continue. La reconnaissance des signes de vissage et de blocage de l'instrument est essentielle pour limiter ces risques. Yared et al ont conseillé de faire une séance d'entraînement sur des dents déjà extraites avant de faire des tests en clinique. Berutti et al. (2003) insistent sur l'importance de la formation continue pour maîtriser les techniques de prévention des fractures (64).

La fracture instrumentale, c'est un problème qui peut arriver pendant un traitement de racines et qui peut compliquer la procédure. Une étude a montré que si le dentiste est conscient des risques et qu'il prend certaines précautions, le risque d'une fracture est très faible, autour d'une sur mille utilisations. L'adoption de ces recommandations permet d'optimiser la sécurité et l'efficacité des traitements endodontiques (65).

6. Les conséquences de la fracture instrumentale

L'impact de la fracture instrumentale en endodontie peut être significatif et avoir des conséquences à court et à long terme (66).

6.1. Douleur et l'inconfort

La fracture d'un instrument peut causer une douleur et un inconfort immédiats pour le patient, en particulier si l'instrument est coincé dans le canal radiculaire.

Les symptômes possibles liés à une complication endodontique incluent une douleur lancinante ou pulsatile, une sensibilité accrue lors de la mastication, un gonflement pouvant évoluer vers la formation d'un abcès, ainsi qu'une douleur localisée persistante.

6.2. Hémorragie

L'hémorragie canalaire est un saignement survenant à l'intérieur du canal radiculaire d'une dent.

Une hémorragie lors d'une fracture instrumentale endodontique peut être une situation préoccupante. Bien qu'assez rare, elle peut survenir et nécessite une gestion rapide et adaptée.

Si l'instrument brisé a perforé la paroi de la racine ou de la chambre pulpaire, cela peut entraîner une lésion des tissus environnants, provoquant un saignement, mais si l'instrument brisé atteint une zone vasculaire proche, cela peut causer un saignement important.

6.3. Obstruction du canal

L'obstruction du canal à cause d'une fracture d'un instrument en endodontie est assez fréquente. Ça peut vraiment compliquer la réussite du traitement. Quand un instrument se casse dans le canal, il peut bloquer l'accès aux parties plus loin, ce qui rend la désinfection et l'obturation beaucoup plus difficile, voire impossible.

6.4. Difficulté de récupération

La récupération d'un instrument cassé en endodontie n'est pas une tâche facile. Ça demande de la précision et beaucoup de patience, car plusieurs choses peuvent compliquer l'opération.

6.4.1. Les difficultés

Les contraintes rencontrées sont décrites dans ce qui suit :

6.4.1.1. Localisation de la fracture dans le canal radiculaire

La façon dont l'instrument cassé est placé influence vraiment à quel point il est difficile à retirer. Les fragments situés dans la portion coronaire du canal sont généralement plus accessibles et donc plus faciles à extraire. En revanche, ceux localisés dans la région apicale présentent des défis importants en raison de l'étroitesse, de la courbure accrue du canal et de la proximité avec les structures périapicales sensibles.

6.4.1.2. Morphologie du canal radiculaire

La configuration anatomique du canal influe directement sur la manœuvrabilité des instruments de récupération. Les canaux étroits ou présentant des courbures importantes augmentent le risque de perforation ou de fragilisation de la structure dentaire. De plus, les canaux calcifiés offrent peu d'espace opératoire, limitant ainsi la visibilité et la liberté de mouvement des instruments, ce qui accroît le risque d'échec ou de complications.

6.4.1.3. Nature de l'instrument fracturé

Les instruments en alliage nickel-titane (NiTi), bien que très utilisés pour leur flexibilité et leur mémoire de forme, sont plus complexes à extraire que ceux en acier inoxydable. Leur élasticité, combinée à leur capacité à se fragmenter de manière imprévisible, complique leur repérage et leur mobilisation à l'intérieur du canal.

6.4.1.4. Visibilité opératoire

La visualisation du fragment est souvent limitée en raison de la finesse des canaux radiculaires. L'utilisation d'un microscope opératoire est fortement recommandée, car elle permet d'améliorer la précision du diagnostic et la sécurité de la procédure en offrant un grossissement et un éclairage adéquats.

6.4.1.5. Accessibilité de la dent concernée

L'accès à la dent est un facteur déterminant, particulièrement dans les cas impliquant les molaires postérieures. La difficulté d'ouverture buccale, la profondeur de la cavité d'accès et la configuration occlusale réduisent l'espace opératoire, rendant les procédures de retrait plus complexes.

6.4.2. Les complications possibles lors de la récupération d'instrument fracturée

La récupération d'un instrument fracturé en endodontie est une procédure délicate qui comporte plusieurs défis et peut entraîner des complications. Ces complications peuvent affecter non seulement le traitement, mais aussi la viabilité de la dent et la santé des tissus environnants.

6.4.2.1. Échauffement

Selon la technique employée, différents degrés d'augmentation de température intra canalaire peuvent être enregistrés. La technique utilisant les inserts ultrasonores et le laser sont les techniques les plus susceptibles de provoquer une telle complication. Lorsqu'ils sont utilisés sans irrigation, les IUS provoquent un échauffement intra canalaire. Cette chaleur passe au parodonte en traversant la paroi de la racine et peut provoquer un processus inflammatoire, voire à terme la perte de la dent.

Les IUS de gros diamètre sont susceptibles d'engendrer un échauffement plus important que les IUS fins. Cela peut être expliqué par le fait que la surface de contact est plus grande lorsque le diamètre de l'insert est important. Les pièces à main ultrasonores disposant d'un système de refroidissement à air apparaissent comme une alternative intéressante.

De même, la chaleur dégagée suite à l'utilisation du Laser provoque une modification de structure de la dentine radiculaire (67).

6.4.2.2. Fracture instrumentale secondaire

La fracture d'un instrument en endodontie, quand elle se produit en essayant d'en enlever un autre déjà cassé dans le canal, est ce qu'on appelle une fracture instrumentale secondaire. En plus d'être une complication en soi, cela complique encore plus le traitement. C'est particulièrement vrai quand on utilise certaines techniques comme le tressage avec des limes en forme de H ou des IUS.

6.4.2.3. Extrusion du fragment instrumental

L'extrusion d'un fragment instrumental en direction apicale, voire au-delà de l'apex, se produit généralement lorsqu'une pression excessive est appliquée sur celui-ci. Si le fragment est mobile dans le canal, les vibrations des instruments ultrasoniques (IUS) peuvent le déplacer vers l'apex ou au-delà d'une courbure radiculaire. Cette nouvelle position peut nécessiter un changement de technique de retrait ou même une modification du plan de traitement (67).



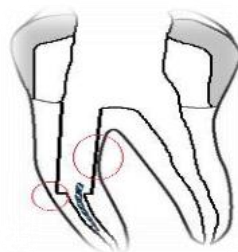
Source: Farid H, Khan FR, Rahman M. ProTaper rotary instrument fracture during root canal preparation: a comparison between rotary and hybrid techniques. Oral Health Dent Manag. 2013;12(1):50-55

Figure 17 : illustration d'un fragment fracturé au-delà de l'apex

6.4.2.4. Fragilisation des parois radiculaires

La plupart des auteurs s'accordent sur le fait que l'accès direct au bris instrumental ainsi que l'élargissement du tiers coronaire sont des prérequis indispensables au retrait du fragment.

Cela implique néanmoins la perte d'une quantité significative de dentine radiculaire pour accéder au fragment instrumental et le rendre visible. Cette intervention peut entraîner une fragilisation considérable de la racine, augmentant ainsi le risque de fracture radiculaire. Même si la destruction dentinaire est inévitable durant les manœuvres du retrait, elle doit être minimale et de manière à conserver l'axe initial du canal.



Source : Saad A. La fracture instrumentale en endodontie : conduite à tenir. Nancy (France), Université de Lorraine, Faculté d'Odontologie; 2017

.Figure 18 : Conséquences de la réalisation de l'accès direct sur les parois radiculaires, les cercles

6.4.2.5. Les butées canalaires

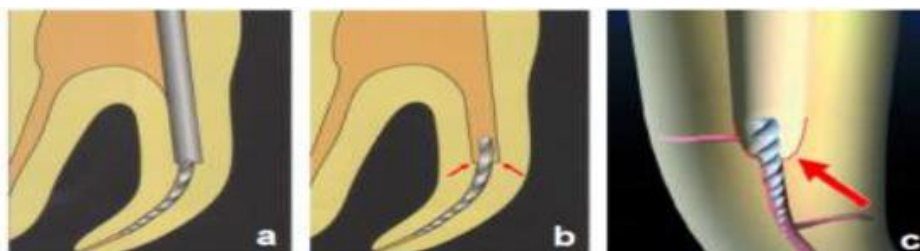
La formation d'une butée canalaire aussi appelée marche ou épaulement est de loin la complication la plus courante, elle est quasi systématique (67).

Si la butée est trop profonde ou trop grande, elle peut enlever trop de dentine, ce qui peut rendre la racine plus fragile. Cette fragilité peut rendre les racines plus vulnérables, surtout dans les dents avec des parois minces.

Si la préparation de la butée n'est pas bien contrôlée, elle peut entraîner une perforation de la paroi radiculaire, surtout si la butée est trop proche de l'apex ou si une force excessive est appliquée pendant la préparation.

Une butée mal positionnée peut également entraîner le dépassement des instruments ou des matériaux d'obturation au-delà de l'apex, ce qui peut provoquer des complications, comme l'extrusion de débris ou de gutta-percha dans les tissus péri apicaux, entraînant une inflammation ou une infection.

Une butée mal gérée peut compromettre l'efficacité du traitement, avec un risque accru d'infection persistante ou de résorption apicale. Elle peut également rendre plus difficile le retrait de l'instrument ou des matériaux si une fracture instrumentale se produit.



Source : Saad A. La fracture instrumentale en endodontie : conduite à tenir [thèse]. Nancy (France) : Université de Lorraine, Faculté d'Odontologie; 2017.

Figure 19 : Formation de marches lors de la trépanation (a) (b) et d'épaulement lors de la création de la gorge avec des IUS (c)

6.4.2.6. Faux canal

Une tentative de retrait forcée dans un axe différent de celui du canal peut entraîner la formation d'une fausse route. Il est fortement recommandé de réaliser plusieurs radiographies afin de vérifier la position et l'orientation des instruments pendant le traitement.

Lorsqu'il y a une butée, continuer à travailler avec des instruments durs et en exerçant une pression peut créer un faux chemin dans le canal. Ça peut affaiblir la racine et compliquer la

relation entre le parodonte et l'endodonte. Reprendre le vrai canal devient alors plus difficile, parce que les instruments ont tendance à suivre ce faux chemin plutôt que le vrai. Dans ce cas, l'utilisation d'instruments fins et pré-courbés permet de retrouver et de suivre correctement le trajet du canal (67).

6.4.2.7. Déchirure apicale

Une déchirure apicale endodontique fait référence à une lésion ou une rupture de la paroi radiculaire au niveau de l'apex, souvent causée par des manipulations imprudentes ou une instrumentation excessive durant un traitement endodontique. Cette déchirure peut survenir au cours de la mise en forme du canal, du retrait d'un instrument fracturé ou de l'obturation, et elle peut entraîner des complications importantes pour le pronostic de la dent.



Source : Saad A. *La fracture instrumentale en endodontie : conduite à tenir*. France, Université de Lorraine, Faculté d'Odontologie; 2017.

Figure 20 : Étapes de rattrapage de trajectoire canalaire faux canal (a), lime K8 pré-courbée (b), aménagement dentinaire (zones rouges) permet un accès visuel au canal (c, d), reprise de la trajectoire canalaire (e)

6.5. L'infection

Si le canal n'est pas correctement nettoyé et obturé en raison de la fracture, il peut rester des tissus infectés ou des débris à l'intérieur. Cela peut entraîner une infection persistante ou récurrente, nécessitant parfois une nouvelle intervention ou extraction de la dent.

6.6. Les complications lors la chirurgie endodontique

Dans certains cas, il peut être nécessaire de recourir à une chirurgie endodontique pour retirer le fragment d'instrument et traiter l'infection. Cette procédure est plus invasive et peut entraîner des complications supplémentaires.

Les complications chirurgicales en endodontie sont des événements indésirables qui peuvent survenir lors de procédures endodontiques chirurgicales, Ces complications peuvent

compromettre le succès de l'intervention et entraîner des conséquences locales ou systémiques pour le patient.

6.6.1. Complications peropératoires

Ce sont des complications qui surviennent pendant l'intervention chirurgicale.

6.6.1.1. Hémorragie excessive

Une blessure accidentelle des vaisseaux sanguins peut entraîner un saignement abondant. Une gestion inappropriée de l'hémostase peut compliquer la procédure.

6.6.1.2. Lésion nerveuse

Lors d'une chirurgie endodontique sur des dents proches de structures nerveuses (comme le nerf mandibulaire), une lésion peut causer une paresthésie ou une anesthésie persistante.

6.6.1.3. Perforation sinusienne

Lors de l'intervention sur des dents maxillaires postérieures, une perforation accidentelle du plancher sinusien peut entraîner une communication oro-sinusienne.

6.6.1.4. Fracture osseuse ou dentaire

L'utilisation excessive de force ou d'instruments inadaptés peut provoquer une fracture de la racine ou de l'os alvéolaire.

6.6.2. Complications postopératoires immédiates

Elles apparaissent peu de temps après l'intervention chirurgicale.

6.6.2.1. Douleur persistante ou aiguë

Une douleur postopératoire importante peut indiquer une inflammation excessive, une infection ou une lésion nerveuse.

6.6.2.2. Œdème et ecchymoses

Fréquents après une intervention, ils résultent de la manipulation des tissus mous ou de l'hémorragie.

6.6.2.3. Infection et abcès

Une contamination bactérienne pendant l'intervention peut provoquer une infection secondaire.

6.6.2.4. Déhiscence de la plaie

Une mauvaise cicatrisation ou des sutures inadéquates peuvent entraîner une réouverture de la plaie.

6.6.3. Complications postopératoires tardives

Ces complications apparaissent après la cicatrisation initiale et peuvent compromettre le succès à long terme de l'intervention.

6.6.3.1. Récidive de l'infection apicale

La persistance d'un foyer infectieux peut entraîner une réinfection, nécessitant une nouvelle intervention ou une extraction.

6.6.3.2. Résorption radiculaire externe

Peut survenir en réponse à une agression excessive lors de la chirurgie.

6.6.3.3. Formation de cicatrices hypertrophiques

Peut altérer l'esthétique ou la fonction, surtout dans la région antérieure.

6.7. Risque de lésions péri apicales

La fracture instrumentale peut entraîner des réactions immunitaires autour de l'instrument fracturé et développement des lésions péri apicales telles que des hématomes, des œdèmes ou des fistules en raison de la pression exercée sur les tissus péri apicaux.

6.8. Impact pronostique

Diminution significative du taux de succès du traitement.

6.9. Impact psychologique

Stresse pour le patient.

Anxiété face un traitement supplémentaire.

Perte de confiance envers le praticien.

6.10. Impact économique

Coûts supplémentaires de traitement.

Temps clinique prolongé.

Potentielles complications financières.

6.11. Perte de temps et de ressources

La fracture d'un instrument peut nécessiter une intervention supplémentaire pour récupérer l'instrument brisé, ce qui peut entraîner une perte de temps et de ressources pour le praticien et le patient.

6.12. L'évolution défavorable de l'incident : l'action en justice

Lorsqu'un patient vient consulter un praticien, tout un système se met en marche. En effet, le professionnel de santé doit respecter plusieurs règles afin de prodiguer ses soins dans des conditions optimales. Le respect de toutes ces obligations n'élimine pas le risque de la fracture. Afin de se défendre face à un litige, le praticien possède plusieurs recours. Il est cependant possible que le patient ayant subi un préjudice puisse bénéficier d'une indemnisation.

Démographiquement au 1er février 2010, sur 39 901 chirurgiens-dentistes en France, 90 % sont installés en secteur libéral soit 36 101 personnes tandis que 10 % sont salariés (dentistes conseils, salariés hospitaliers, etc...) soit 3 800 membres (Ordre National des chirurgiens-dentistes). En l'occurrence cette section juridique concerne uniquement les affaires entre patient et praticien libéral (65).

7. La gestion des fractures instrumentales

La probabilité de fracture des instruments lors du traitement des canaux radiculaires a déjà été estimée à l'échelle mondiale entre 0,7 % et 7,4 %. Ce risque, bien que faible, demeure difficile à éliminer complètement, même pour des dentistes et endodontistes expérimentés (68).

Les fractures instrumentales, en particulier ceux fracturées dans le tiers apical du canal, rendent difficile l'élimination complète de l'infection dans le canal radiculaire, où l'infection résiduelle peut facilement se transformer en réinfection.

Plusieurs options de traitement sont disponibles pour gérer les instruments fracturés :

Traiter le reste du canal tout en laissant l'instrument fracturé en place ou l'abstention.

Traiter le canal en contournant le fragment fracturé.

Retirer le fragment fracturé sans approche chirurgicale.

Retirer le fragment fracturé à l'aide d'une approche chirurgicale.

L'abstention de récupération des FI en endodontie peut parfois être une option thérapeutique, en fonction de plusieurs facteurs cliniques. Elle est indiquée lorsque le fragment est situé dans la partie apicale du canal radiculaire, surtout si le canal est étroit, incurvé ou difficile d'accès, et que l'instrument ne compromet pas l'obturation ni la désinfection du reste du canal. Cette approche peut également être justifiée si l'extraction du fragment comporte un risque élevé de perforation, d'amincissement ou de fragilisation excessive de la dent. L'abstention doit cependant être une décision réfléchie, fondée sur une évaluation rigoureuse des risques et bénéfices pour le patient.

Le développement de techniques avancées, associé à l'utilisation des ultrasons et du microscope opératoire dentaire, permet d'obtenir des résultats satisfaisants. Une gestion efficace des instruments fracturés dans le canal radiculaire repose sur des connaissances solides, des compétences cliniques approfondies et une expérience significative (69).

Le retrait des FI est donc l'option préférée de la majorité des cliniciens dans de tels cas(70). Diverses approches techniques ont été développées pour gérer ce problème, bien qu'aucune procédure normalisée ne permette actuellement un retrait systématiquement sûr et efficace. Parmi ces techniques figurent l'utilisation d'embouts ultrasonores, de pinces endodontiques, de limes endodontiques et de creux systèmes d'extraction à base de tubes (71)(72).

Lors de la création d'un chemin droit à travers le canal radiculaire pour retirer la partie cassée de l'instrument, différents degrés de tissus dentaires sont enlevés, ce qui augmente le risque de perforation latérale et de fracture radiculaire (73). Par conséquent, les techniques de dérivation qui consistent à conserver l'instrument fracturé et à le contourner pour sceller la butée apicale. Cependant, le taux de succès des techniques de pontage reste un sujet de débat dans le domaine du traitement des canaux radiculaires (74).

Le retrait des FI dépend de :

- L'infection du canal radiculaire.
- Du type d'instrument.
- La position du fragment dans le canal, apicale ou coronaire, avant ou après la courbure.
- La longueur et la largeur du fragment.
- L'anatomie radiculaire, dépressions, courbure, largeur.

- La présence d'un espace entre le SI et les parois du canal radiculaire (la possibilité de passer à côté de l'instrument) facilite le processus d'élimination.

Le retrait des FI est plus prévisible dans les dents maxillaires et les dents antérieures que dans les dents mandibulaires et les dents postérieures (75).

Les instruments manuels, tels que les limes Hedstroem sont plus difficiles à retirer que les limes K en raison de leur engagement plus prononcé dans la dentine (76).

Les instruments rotatifs NiTi sont plus sensibles à la séparation que les instruments rotatifs Instruments à main en acier inoxydable, en raison de leur tendance à s'enfiler dans les parois canalaire (77).

Il est également important de prendre en compte la largeur de la partie coronaire du fragment. Plus ce dernier est large, plus la quantité de dentine radiculaire à éliminer pour le dégager est importante. Le risque de perforation ou de fragilisation de la racine est donc accru. Une contre-indication au retrait peut alors être posée. La longueur doit également être évaluée. Un long fragment peut se situer de part et d'autre de la courbure. Même en dépassant dans le péri-apex, le fragment peut être déposé si un accès visuel direct est possible (71).

La facilité de retrait d'un instrument dépend de sa position dans le canal. Dans les tiers moyen et coronaire, le taux de réussite est élevé, tandis que dans le tiers apical, l'extraction est plus complexe. Le facteur clé réside dans la position de l'instrument par rapport à la courbure du canal, ainsi que dans le degré et le rayon de cette courbure. Lorsque la partie coronaire du fragment se trouve en dessous de la courbure et qu'un accès visuel direct est impossible, les chances de réussite du retrait diminuent considérablement (71).

Avant de finaliser tout plan de traitement, il est essentiel que le praticien informe le patient de toutes les options thérapeutiques disponibles, en détaillant les risques et les avantages associés à chacune. Une fois que le patient a donné son accord pour un plan spécifique, le clinicien doit s'assurer d'obtenir un consentement éclairé par écrit (78).

7.1. Les Aides visuelles

Parmi lesquelles on retrouve :

7.1.1. Les loupes

Les loupes simples également appelées flip-up, qui se caractérisent par la présence d'un seul élément grossissant pour les deux yeux allant de x 1 à x 3. Ce sont les systèmes de

grossissement les plus utilisés en omnipratique (79). L'utilisation de loupes à faible grossissement impose des distances de travail très réduites. Par conséquent, la vision binoculaire sous loupe devient difficilement compatible avec les distances de travail couramment utilisées dans la pratique clinique.

La loupe est donc quasi inutilisée en odontologie. L'alternative réside alors dans les télélopes.



Source: Siegel DM. The precision binocular loupe. J Dermatol Surg Oncol. 1989 Apr;15(4):388.

Figure 21 : Loupe simple

7.1.2. Les télélopes

Associant des loupes à un télescope, offrent une distance de travail adaptée tout en maintenant un niveau de grossissement optimal. Le rôle principal de la loupe n'est pas de grossir directement l'objet observé, mais de le projeter dans un plan éloigné correspondant au plan de netteté du télescope. C'est ce dernier qui génère le grossissement effectif.

Il existe deux principes de télélopes :

- Systèmes de Galilée.
- Systèmes de Kepler.



Source : Siegel DM. The precision binocular loupe. J Dermatol Surg Oncol. 1989 Apr;15(4):388.

Figure 22 : Les téléloupes

7.1.3. Les microscopes

En odontologie, les microscopes opératoires utilisés sont des stéréo-microscopes de type galiléen, combinant une loupe et un système optique binoculaire. Le niveau de grossissement varie selon les marques, généralement entre x4 et x40. Ces microscopes sont équipés d'un éclairage coaxial aligné avec la ligne de visée, garantissant une observation sans zones d'ombre ni éblouissement.



Source : Aide visuelles en endodontie. In : Simon S, Machetou P, Pertot WJ. ENDODONTIE. Rueil-; 2012. p463—480

Figure 23 : vision sous microscope d'un instrument fracturé dans le canal disto vestibulaire d'une molaire maxillaire

Le microscope opératoire optimise les chances de succès dans le retrait des instruments fracturés au sein des canaux radiculaires en offrant une visualisation détaillée de la partie coronaire du fragment. Cette amélioration de la visibilité permet une application précise et contrôlée de la technique de dépose, minimisant les risques de perforations canalaire et autres complications iatrogènes (80).



Source : Carpentier F, Machtou P. Le microscope opératoire en endodontie : bénéfices cliniques et limites. Rev Odont Stomatol. 2008.

Figure 24 : Microscope opératoire

7.2. Les techniques de retrait d'instrument fracturée

Le retrait d'un instrument fracturé constitue un acte délicat et complexe en endodontie, dont le succès dépend de nombreux facteurs tels que la localisation du fragment, la morphologie canalaire et l'équipement utilisé. Plusieurs techniques peuvent être mises en œuvre.

7.2.1. Techniques manuelles

Les techniques manuelles représentent une approche conservative pour le retrait d'un instrument fracturé, particulièrement indiquée lorsque le fragment est visible dans la partie coronaire ou médiane du canal. L'objectif est d'éviter les procédures invasives tout en conservant la structure dentinaire.

7.2.1.1. Technique des pinces

L'utilisation des pinces pour l'ablation d'instruments endocanalaire fracturés est relativement réduite : elle est indiquée uniquement si la partie coronaire du fragment fracturé est accessible. L'extrémité de fragment est dégagée sur quelques millimètres, avec une fraise long col ou des inserts ultrasoniques

Puis avec la pince il suffit de tenir le fragment puis réaliser des mouvements doux détraction et de rotation légère alternativement à droite et à gauche, pour le sortir.

Ces pinces ont toutes la particularité d'avoir des mors très fins. Certaines ont été détournées de leur utilisation première comme la pince porte-aiguille de Castroviejo, utilisée par les ophtalmologistes en microchirurgie ou encore la pince hémostatique de Halstead. D'autres ont été spécialement conçues à cet effet : la pince n°1206 de Martin¹, la pince de Huey la pince de Stieglitz ou encore le File Extractor² (Stille, Stockholm, Suède (81).



Figure 1 : Pince de Castroviejo, C-Med Surgical ¹



Figure 2 : Pince de Huey, Obtura-Spartan ¹⁷



Figure 3 : Pince de Halstead, C-Med Surgical ¹



Figure 4 : Pince de Stieglitz, Nova ⁴⁶

Source : Cossais S. Techniques d'ablation des instruments endocanalaire fracturés [thèse]. Nantes : Université de Nantes ; 2006.

Figure 25 : Les pinces qui peuvent être utilisé pour le retrait d'instrument fracture

Cette technique présente plusieurs inconvénients tel que Le risque de traumatisme des tissus environnants (muqueuses, os, ligaments) en raison de la pression exercée ou d'une manipulation, le risque d'endommagement du fragment par une mauvaise préhension ou une pression excessive peut fracturer davantage fragment, le risque pour le praticien si glissement de l'instrument les risques de blessure personnelle sont accrurent.

7.2.1.2. By-pass

La technique by-pass est une technique de retrait des instruments fracturés non chirurgicale manuelle, consiste à insérer une lime de faible diamètre (K8, K10, K15) dans le canal afin de passer à côté du fragment fracturé pour le libérer.

Après avoir prendre la radiographie qui localise l'instrument fracturé, les limes K sont utilisées avec un mouvement en quart de tour autour de l'instrument, elles sont souvent vérifiées car elles subissent de nombreuses contraintes et la fracture par fatigue cyclique est augmentée.

L'utilisation d'EDTA est recommandée aussi pour faciliter l'élimination de la dentine adjacente à l'instrument fracturé, de retrouver la perméabilité canalaire, et ainsi permettre à la solution d'hypochlorite de sodium d'agir et de passer au niveau du tiers apical à proximité du fragment fracturé jusqu'à la longueur de travail (58).

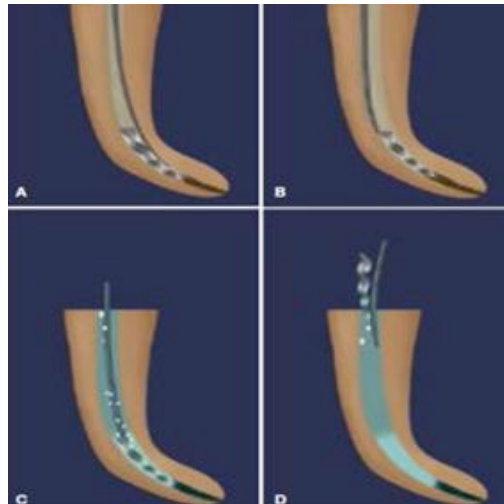
Une fois le passage des limes est obtenu et vérifié, l'irrigation avec l'hypochlorite de sodium permet de faire remonter l'instrument fracturé au dernier moment grâce aux turbulences liquides (82).

Cette approche permet soit de débloquer et retirer le fragment, soit de le maintenir coincé dans les parois canalaire. Selon une étude, il n'y a pas de différence de contamination bactérienne entre une racine obturée sans instrument fracturé et une racine obturée avec un instrument laissé in situ. L'obturation peut être effectué alors sans fragment fracture ou avec, et ce dernier est intégré dans le matériau d'obturation sans compromettre les chances de guérison (58).

C'est une solution économique, ne nécessitant pas d'aides optiques, et se révèle peu mutilante. Elle est particulièrement indiquée pour les fragments de petite taille situés au-delà d'une courbure canalaire, rendant un accès visuel direct impossible.

Elle est efficace sur les dents présentant des canaux larges ou de forme ovale comme le canal distal des molaires mandibulaire ou le canal palatin des molaires maxillaires. Les prémolaires ont un taux de succès inférieur aux molaires. Le taux de succès est également plus élevé au maxillaire qu'à la mandibule (83).

Toutefois, elle est déconseillée pour les fragments longs, car elle présente un risque accru de perforation ou de nouvelle fracture instrumentale intracanaulaire. Par ailleurs, le taux de succès de cette technique demeure incertain et sa reproductibilité limitée (83).



Source : Van der Vyver PJ, Vorster M, Jonker CH. Modern considerations when approaching fractured endodontic instruments – Part 2: A review of the literature and clinical techniques, 2020.

Figure 26 : Technique By-pass

7.2.1.3. Technique à tube et lime

Technique à tube et lime c'est une technique utilisant un tube et une lime H. La lime H vient bloquer l'extrémité du fragment à l'intérieur du tube préalablement positionné sur l'extrémité du fragment, puis retirer (83).

Les tubes obtenus à partir d'aiguilles d'injection ou hypodermiques sont couramment utilisées pour retirer les instruments cassés du canal radiculaire ou des tubes à composite fluide

Dans les conditions cliniques, avant d'utiliser cette méthode, une analyse approfondie de la position du fragment cassé de l'outil dans la cavité canalaire doit être effectuée pour déterminer s'il sera possible de la réaliser.

La situation idéale c'est lorsqu'il existe un espace libre autour de l'instrument cassé pour placer le tube, et lorsque l'accès à l'instrument est en ligne droite, mais, de telles situations sont très rares.

Le plus souvent, le fragment de la lime cassée doit être exposé, par exemple à l'aide d'ultrason puis la technique du tube et lime peut être lancée.

Le dentiste doit s'assurer que le diamètre intérieur de l'aiguille et le diamètre extérieur de la lime cassée correspondent bien, différentes aiguilles d'injection coupées doivent être essayé et choisi selon le diamètre extérieur de la lime cassée.

Les limes de type K, est respectivement d'environ 18 et 86 μm , les limes de type H, ces espaces sont respectivement d'environ 19 et 148 μm .

Plus la surface (lime-tube) est grande, plus grande est la probabilité de succès clinique.

La lime utilise pour la technique est de préférence la lime H mais selon quelque auteur on peut utiliser la lime K (84).

La technique se déroule tout d'abord par enlever le bord tranchant de l'aiguille jusqu'à obtenir un bord plat à l'aide d'une fraise monte sur turbine puis on s'assurer que la lime H de préférence 25 peut entrer dans la cavité de l'aiguille. On plie l'aiguille en fonction de la distance à laquelle se trouve l'instrument cassé et à l'angle de plie un petit trou est réalisé toujours à l'aide de la fraise. On introduit la partie souhaitée de l'aiguille à l'intérieur de canal et lorsqu'on sent que l'instrument cassé est entré dans la cavité de l'aiguille, nous insérons la lime à partir de trou supérieur et avec des mouvements de retrait on essaye de coller l'instrument cassé à la paroi de la cavité de l'aiguille, puis le retirer en retirant le complexe tube-lime- instrument fracture.

C'est une technique peu délabrant, très bon marché et reproductible, peu couteuse, qui fait appel à l'équipement disponible dans tout cabinet d'omni pratique (84).



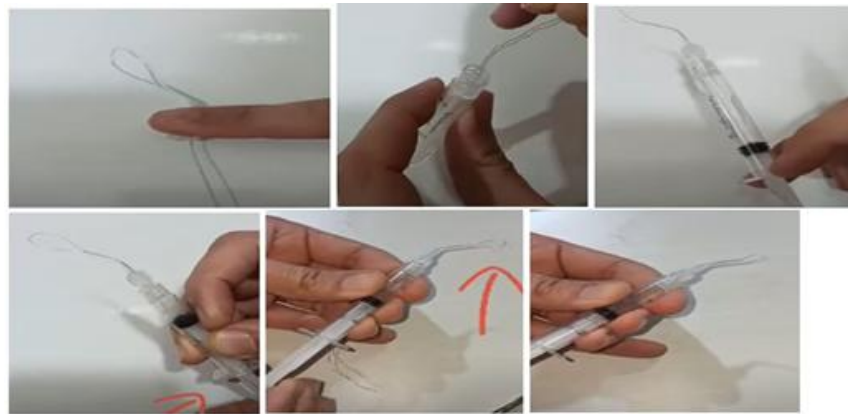
Source: Dr/mina moheb. Custom Extractor For separated file (broken file retrieval), 2025.

Figure 27 : Technique TUBE ET LIME en utilisant une aiguille

7.2.1.4. Lasso

La technique du lasso est dérivée de l'orthodontie. Elle consiste à passer une boucle métallique un petit fil ou un dispositif flexible, comme un micro-lasso à l'intérieur d'un tube creux afin d'attraper l'extrémité du fragment fracture. La boucle est serrée autour de fragment et l'ensemble est retiré délicatement (85). C'est une technique minutieuse qui demande de la patience et une bonne dextérité.

Pour utiliser cette technique il faut que le fragment est libre ainsi que visible, pour cette technique on a besoin d'un fils en aciers fin et une seringue, on fabrique une boucle a l'aide de fil, elle est inséré à l'intérieur de tube de l'aiguille comme il est présente au-dessous dans les figures.



Source : Kusumoto K. Fractured file removal using ultrasonics and microscope , 2020.

Figure 28 : Fabrication de LASSO

Après le rayon boucle est adapté selon le fragment, insérer dans le canal puis retirer à l'aide de fils fixe sur la seringue.

Cette technique prend du temps, a fin de corriger ce problème des dispositifs ont été conçu. Tel que l'EndoCowboy et le Loupward. Ils ont le même principe que la technique traditionnelle.

Le nouvel EndoCowboy® est un instrument endodontique nouvellement fabriqué, c'est un outil Micro-Lasso dérivé de technique lasso traditionnel que prendre beaucoup de temps pour le retrait de l'instrument fracturé, il est réglable avec précision et il permet de retirer les limes même en profondeur dans le canal grâce à un accès mini-invasif.

Une pointe de seulement 0,4 mm avec un fil standard de 0,1 mm aide à respecter l'anatomie naturelle tout en retirant l'instrument fracturé.

Avec une petite pointe ultrasonique est utilisé pour pré-desserrer l'instrument cassé, un petit espace circulaire doit être créé autour de la partie supérieure de l'instrument fracturé. Lorsqu'on peut voir un léger mouvement de l'instrument, l'EndoCowboy® est appliqué.

La pointe de l'EndoCowboy® peut être pliée selon les besoins pour un meilleur accès. La micro-boucle doit être placée autour de la pointe supérieure de fragment et ensuite être fermée.

L'instrument est maintenu et la boucle et peut être retiré (l'assistant ferme la boucle via la molette de réglage à l'arrière de l'EndoCowboy®).

Avec cette conception, le médecin peut se concentrer pleinement sur le bon placement de la boucle et n'a pas besoin de bouger pour fermer la boucle. De plus, la tension de la boucle est constante et n'a pas besoin d'être maintenue par le médecin. Le mécanisme réglable avec précision garantit un retour parfait de la tension de la boucle. Avec un mouvement doux similaire au mouvement d'extraction d'une dent, la lime peut être facilement retirée du canal radiculaire (86).



Source: Köhrer DM, Köhrer PC. The Idea. EndoCowboy®, 2020.

Figure 29 : ENDOCOWBOY

7.2.1.5. Gutta et chloroforme

Cette technique manuelle simple utilise un cône de gutta ramollie au chloroforme avec des limes H de diamètre compris entre 8 et 15/100 de mm.

Le cône de gutta percha est ramolli en le trempant 30 secondes dans du chloroforme, puis introduit dans le canal, laissé en place 3 minutes le temps de durcir, puis retiré avec la lime H doucement avec des mouvements de rotation horaire et antihoraire, il va remonter avec ces mouvement e fragment fracture (83).



Source : François T. Gestion des fractures instrumentales en endodontie [thèse]. Lyon : Université Claude Bernard Lyon 1, UFR d'Odontologie; 2015

Figure 30 : Complexe GUTTA ramollie au chloroforme - instrument fracturée

7.2.2. Techniques rotatifs

Les techniques rotatives de retrait reposent sur l'utilisation d'instruments ou de systèmes mécaniques capables de désengager un fragment fracturé par des mouvements de rotation contrôlés. Ces dispositifs contribuent à une optimisation du temps opératoire tout en limitant la fatigue du praticien et les manipulations prolongées à l'intérieur du canal.

7.2.2.1. La technique de Masserann

Inventé en 1966 par le Dr. Masserann, le kit de Masserann a marqué une étape importante dans l'évolution des techniques endodontiques. Il s'agit de la première méthode utilisant des microtubes.

Cette technique, devenue une référence incontournable dans le domaine, a posé les bases de nombreuses méthodes modernes de retrait d'instruments fracturés. Le kit de Masserann a ainsi inspiré le développement d'approches ultérieures intégrant des technologies avancées et des matériaux de pointe pour améliorer l'efficacité et la sécurité des procédures. Telles que les systèmes ultrasoniques, Systèmes de tubes combinés à des crochets, les dispositifs à mémoire de forme et les techniques assistées par microscope opératoire (87).

Se compose de 14 fraises trépan creuses (tailles 11-24) d'un diamètre de 1,1 à 2,4 mm et de deux extracteurs (88).



Source : GIMA S.p.A. Kit d'instruments endodontiques. Dans: Catalogue GIMA International 2024. GIMA; 2024

Figure 31 : Le kit de Masserann

a) L'accès au fragment

L'entrée canalaire est élargie en utilisant une fraise ronde. Un foret de Gates permet de créer un accès droit vers le fragment. Permettant d'introduire le microtube jusqu'à la localisation du fragment fracturé (80).



Source : Velasco J. Manejo de errores en la preparación de conductos. Clínica Dental Joaquín Velasco . 2008

Figure 32 : Accès au fragment à l'aide d'une fraise ronde et d'un foret de Gates

b) Le dégagement du fragment

Un espace autour de l'extrémité coronale du fragment est créé à l'aide de différentes tailles de fraises de trépan par des lents mouvements de rotation dans le sens antihoraire pour creuser une tranchée d'environ 4mm de profondeur autour du fragment. Les trépan de Masserann peuvent s'utiliser manuellement à l'aide du manche moleté court, ou sur un contre-angle réducteur (entre 300 et 600 tr/min) (71) (80).

c) Préhension et extraction du fragment

L'extracteur, en position ouverte, est introduit jusqu'à la zone exposée du fragment. Une fois en place, il est maintenu de manière stable, tandis que le visage de l'écrou permet de verrouiller le fragment par compression entre les parois internes du tube et le pointeau interne (80).



Source : Velasco J. Manejo de errores en la preparación de conductos. Clínica Dental Joaquín Velasco . 2008

Figure 33 : Dégagement et préhension du fragment

Le retrait du fragment s'effectue par rotation, selon les spécifications suivantes :

Dans le sens antihoraire : pour les instruments canaux.

Dans le sens horaire : pour les instruments d'obturation, tels que les lentulos et les thermocompacteurs, ainsi que pour les fragments de limes des systèmes WaveOne® et Reciproc®. Ces systèmes présentent un pas d'hélice inversé par rapport aux autres instruments de rotation mécanisés.

Cette distinction est essentielle pour assurer une extraction efficace et éviter tout dommage au matériel ou aux structures environnantes (88).

d) Avantages de l'approche de masserann

Le principal avantage du kit Masserann est le retrait rapide de l'instrument fracturé, sans nécessiter de chauffage ou de déplacement supplémentaire du fragment vers l'apex (89).

Ce système est efficace dans certaines situations, notamment lorsque les instruments fracturés sont situés dans des zones facilement accessibles sur les dents antérieures avec des canaux droits et larges et pour les instruments fracturés dans le tiers coronaire (90). D'autre part, l'utilisation du kit Masserann est plus limitée dans les dents postérieures présentant des racines fines et incurvées, en particulier lorsqu'il s'agit de fragments fracturés situés dans les tiers moyen ou apical de la racine. En effet, les forêts du kit Masserann augmentent le risque de perforation des canaux incurvés, ce qui rend leur utilisation plus complexe et moins adaptée dans ces situations cliniques délicates (91).

Par ailleurs, l'efficacité globale de ce kit a été considérée comme inférieure à celle des ultrasons, qui offrent une meilleure précision et un contrôle plus fin lors de l'extraction d'instruments fracturés, notamment dans les situations complexes (92).

7.2.2.2. Les ultrasons

Les ultrasons sont utilisés en endodontie depuis les années 1960, mais ce n'est qu'à partir des années 1990, avec l'introduction du microscope opératoire, que de véritables instruments ultrasonores spécifiquement dédiés à cette discipline ont vu le jour (54).

Parmi ces outils, les inserts Satelec® (Actéon™) figurent parmi les plus populaires et les plus largement utilisés à l'échelle mondiale. L'introduction d'un nouvel alliage, le Titane-Niobium, a révolutionné le domaine en permettant la conception d'inserts longs, fins et dotés d'une grande résistance. Ces instruments, illustrés en figure 34, assurent une transmission optimale des ultrasons, répondant ainsi aux exigences élevées des procédures endodontiques modernes (93).

Retrait des fragments fracturés dans le canal radiculaire :

Le retrait des fragments fracturés au sein des canaux radiculaires constitue une procédure délicate qui exige précision et maîtrise des techniques endodontiques avancées.

a) Création de l'accès visuel au fragment

L'accès initial peut être préparé en utilisant des limes manuelles. En augmentant progressivement le diamètre jusqu'à 0,40 mm. Ce qui favorise une préparation conservatrice et sécurisée du canal. Une fois cet accès obtenu, des forets de Gates Glidden de tailles croissantes (n°1, 2, et 3) peuvent être employés pour élargir et lisser les parois du canal, tout en respectant sa courbure naturelle et en minimisant les risques de déviation ou de perforation (94).

b) Utilisation d'instruments spécifiques pour le retrait des fragments

Plusieurs instruments sont conçus pour extraire les fragments bloqués à différents niveaux du canal radiculaire :

Insert ET20 : Cet instrument ultrasonique est idéal pour retirer les fragments situés dans la portion coronaire du canal. Il libère la partie coronaire du canal afin de mettre en évidence le fragment et offre une rigidité suffisante pour dégager efficacement les instruments coincés dans cette zone.

Constitué d'acier, l'insert ET20, d'une longueur de 20 mm et d'une conicité de 6 %, offre une excellente maniabilité et une efficacité optimale pour le retrait des instruments fracturés.

Insert ET25 : Cet outil, en titane-niobium, est un instrument très fin, de 20 mm de longueur et à conicité de 3 %. Spécifiquement conçu pour accéder aux fragments localisés dans les tiers médian et apical du canal radiculaire.

Ces instruments doivent être utilisés sous microscope opératoire afin d'assurer une visibilité maximale grâce à un fort grossissement, créer une petite gorge tout autour du bris instrumental. De plus, leur utilisation s'effectue en mode sec, c'est-à-dire sans irrigation continue par eau, afin de maintenir une vision directe et non perturbée du champ opératoire.

c) Technique opératoire pour dégager le fragment

Les inserts ultrasoniques ET20 et ET25 agissent en transmettant des vibrations mécaniques précises et contrôlées au fragment fracturé. La procédure consiste à créer une gorge autour du fragment, ce qui permet de le libérer progressivement de son ancrage dans les parois canalaire. Cette manœuvre réduit les forces de friction et facilite son déplacement.

Une fois que la tête du fragment est suffisamment dégagée, l'énergie vibratoire est appliquée de manière concentrée, ce qui amplifie l'intensité des vibrations transmises au fragment. Cela provoque un désengagement progressif du fragment, le rendant ainsi mobilisable et extractible (95).

d) Précautions spécifiques pour les fragments difficiles d'accès

Lorsque le fragment est localisé dans une région difficilement accessible, comme le tiers apical, il peut être nécessaire de pré-courber légèrement l'insert ET25. Cette courbure doit être effectuée avec prudence pour préserver l'intégrité structurelle de l'instrument. Toutefois, cette pratique reste exceptionnelle et doit être limitée à des situations où aucune autre option n'est viable.

- Bonnes pratiques à respecter :

Un insert ne doit jamais être pré-courbé plusieurs fois afin d'éviter les microfissures ou la rupture de l'instrument.

La manipulation doit être réalisée sous contrôle visuel permanent pour limiter les risques d'endommager les parois canalaire ou d'altérer la dentine péri-cervicale.

L'opérateur doit régulièrement évaluer la progression du dégagement et ajuster la force vibratoire et l'angle d'application en fonction de la résistance rencontrée.

e) Avantages de l'approche ultrasonique

Les inserts ET20 et ET25 offrent une combinaison optimale de finesse, précision et efficacité grâce à leur capacité à transmettre des vibrations ciblées sans exercer de pression excessive. Comparée aux méthodes conventionnelles, cette approche réduit les risques de complications telles que la perforation ou la création de faux canaux, tout en augmentant les chances de récupération complète du fragment fracturé.

Parmi la plupart des études réalisées, la méthode utilisant des inserts ultrasonores montre systématiquement de bons résultats pour les fragments situés dans la courbure canalaire. La possibilité de créer un accès visuel direct est le facteur le plus important pour la réussite de cette méthode (94).



Source : Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. J Endod. 2007

Figure 34 : Kit Endo Success™ : Inserts ET18D, ET20, ET25, ET25S, ETBD, ETPR

7.2.2.3. Le laser

Une étude a démontré que le laser Nd:YAP, dans certaines conditions, permet la vaporisation d'un instrument fracturé, à condition que la fibre optique soit en contact direct avec le fragment. Cependant, une attention particulière doit être portée afin d'éviter une surchauffe des parois radiculaires adjacentes.

Par ailleurs, une autre étude *in vitro* évaluant l'efficacité du laser Nd:YAG dans le retrait d'instruments fracturés a rapporté un taux de succès inférieur à 55 %, avec un risque élevé de perforation ou de lésions du parodonte par surchauffe.

En raison de ces risques importants, l'utilisation de ces systèmes laser n'est pas trop recommandée pour l'extraction de fragments instrumentaux (83).

7.2.3. Techniques chirurgicales

Les techniques chirurgicales représentent la dernière issue des retraits d'instruments fracturés.

Lorsque toutes les méthodes précédemment citées ont échoué, ou que l'éclat instrumental est inaccessible par voie orthograde (96), Ce type de situation peut compliquer le traitement classique et entraîner une persistance de l'infection ou une lésion péri apicale.

L'ultime solution avant l'extraction de la dent en cause est l'abord chirurgical.

L'endodontiste chirurgien compétent emprunte des techniques au parodontiste, au chirurgien buccal et au dentiste restaurateur, intégrant ces compétences dans l'art de la chirurgie endodontique (20).

L'endodontiste chirurgien doit posséder une connaissance approfondie de l'anatomie et une compréhension claire des principes biologiques sous-jacents à la gestion des tissus mous et durs, y compris une compréhension de la cicatrisation des plaies chirurgicales. Ces exigences ont fait de la chirurgie endodontique une compétence hautement disciplinée (20).

La chirurgie endodontique a évolué pour devenir une microchirurgie endodontique. Ce changement fondamental et radical a élargi l'éventail des options thérapeutiques. L'utilisation du microscope opératoire dentaire pour la magnification et l'éclairage, ainsi que des endoscopes dans certains cas, combinée à l'application de techniques microchirurgicales, permet des incisions précises, des décollements délicats de lambeaux, de petites ostéotomies et des rétro-cavités (97).

Un diagnostic précis en chirurgie endodontique nécessite une détermination exacte des causes de l'échec endodontique et la certitude du chirurgien que cet échec peut être corrigé par une procédure chirurgicale appropriée. Il est fondamental de comprendre que la chirurgie endodontique ne doit pas être utilisée comme substitut à un traitement non chirurgical négligent (20).

7.2.3.1. Les contre-indications de la chirurgie apicale

7.2.3.1.1. Contre-indications d'ordre médical absolu :

Patient à haut risque d'endocardite infectieuse.

Patient a risque majeur d'OSTEORADIONECROSE (ORN).

Patient présentant un trouble important du rythme cardiaque ou ayant subi un infarctus du myocarde inférieur à un an.

7.2.3.1.2. Contre-indications d'ordre médical relatif :

L'hypertension artérielle.

L'angine de poitrine.

Les patients sous anticoagulants.

L'infarctus du myocarde.

L'épilepsie.

Anémie, leucémie et patients immunodéprimés.

Diabète fragile.

7.2.3.1.3. Contres indications anatomiques :

a) Les risques attenants au maxillaire supérieur

L'arcade maxillaire est anatomiquement proche de 2 types de cavités aériennes majeures du massif facial : le sinus maxillaire et les fosses nasales. Leur proximité avec les racines des dents maxillaires peut être une difficulté supplémentaire à la planification d'une chirurgie péri apicale.

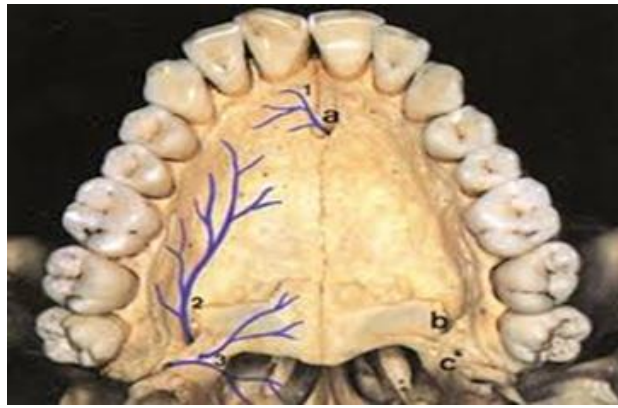
De la même manière, la vascularisation et l'innervation de cette arcade peuvent présenter un obstacle aux traitements chirurgicaux (98).

- La proximité sinusienne

Les sinusites maxillaires sont des infections fréquentes de la sphère ORL. On retrouve une étiologie dentaire dans environ 10% des cas. L'extension des infections dentaires dans le sinus maxillaire est possible en raison de la proximité des racines des dents postérieures avec le bas fond sinusien. Un geste chirurgical peut être indiqué dans un deuxième temps afin de restaurer la fonction sinusienne .

- Proximité des fosses nasales

Lors de la chirurgie, si l'intégrité de la muqueuse nasale est respectée, les conséquences sont insignifiantes. En revanche, si une effraction de la muqueuse nasale intervient, on peut engendrer des épistaxis (98).



Source : Carpentier P. Les voies sensitives trigéminales : un guide pour l'anesthésie. Actualités Odonto-Stomatologiques. 2008;243:207-223.

Figure 35 : le trajet de nerf trijumeau

b) Les risques au maxillaire inférieur

- Molaires mandibulaires.

La corticale externe est trop épaisse et les racines sont inclinées en lingual, rendant l'accès difficile (MERINO, 2009). Il s'agit toutefois d'une contre-indication relative.

- Racines linguales.

L'accès aux apex est quasiment impossible (KIM, PECORA, RUBINSTEIN, 2001). Toutefois, l'accès aux racines palatines, quoique techniquement plus compliqué, est néanmoins possible par des praticiens aguerris.

Implication de structures neurovasculaires et cavités osseuses voisines.

Lorsque la lésion est trop proche du nerf dentaire inférieur, du trou mentonnier, du nerf grand palatin, il est parfois préférable d'extraire la dent afin d'éviter de léser ces structures. (WALTON, 2003).



Source: Kim ST, Hu KS, Song WC, Kang MK, Kim HJ. Location of the mandibular canal and the topography of its neurovascular structures. J Craniofac Surg. 2009

Figure 36 : Illustrations radiographique de la position du foramen mentonnier

7.2.3.1.4. Contres indications parodontaux

Mobilité dentaire importante (MERINO, 2009).

Support parodontal diminué, avec risque de création d'une lésion endo-parodontale. (MERINO, 2009).

7.2.3.1.5. Autres

Patient non motivé : Lorsque le patient n'est pas motivé, il est parfois préférable de ne pas réaliser l'intervention (European Society of Endodontology, 2006).

Etat bucco-dentaire défavorable : Il est préférable de ne pas réaliser de chirurgie apicale chez un patient ayant une hygiène bucco-dentaire insuffisante ou chez qui de nombreux soins sont à réaliser. (European Society of Endodontology, 2006).

Praticien inexpérimenté (MORROW et RUBINSTEIN, 2002).

7.2.3.2. Les aides visuels utilisées en chirurgie endodontique

- Mini-miroir.
- Des micros miroirs 10 fois plus petits qu'un miroir de bouche traditionnel ont été conçus spécialement pour la chirurgie endodontique .
- Loupe et télé- loupe.
- Le Microscope opératoire (comme on a cité précédemment).

7.2.3.3. Les instruments utilisés en chirurgie endodontique

La chirurgie endodontique, comme l'apicectomie ou d'autres interventions, demande d'employer des instruments spéciaux pour être sûr d'être précis et d'avoir un bon résultat. Voici une liste des principaux instruments utilisés dans ce domaine, classés par étapes de la procédure:

a) Instruments pour l'accès chirurgical



Source : Malik NA. Essentials of Oral and Maxillofacial Surgery. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2012

Figure 37 : Scalpels



Source : Safe Implant. Décolleur de Molt. Montreuil 2024.

Figure 38 : détacheur de Molt



Source : PMD Médical. Pince hémostatique Halsted droite ou courbe; 2020.

Figure 39 : Pinces hémostatiques



Source : Hu-Friedy. Instruments de modelage et de sculpture, 2025.

Figure 40 : Détacheur de Woodson

b) Instruments pour l'ostéotomie



Source : Coveto. Fraise boule en carbure de tungstène pour turbine et contre-angle, 2025.

Figure 41 : Fraises rondes en carbure



Source : Guilin Co., Ltd. Ultrasonic dental scaler PT-A™, 2025.

Figure 42 : détartreur ultrasonique



Source : Hygitech. Curettes Lucas dentelées ; 2025.

Figure 43 : curettes de Lucas



Source : Hu-Friedy. Curettes spécifiques de Gracey, 2025.

Figure 44 : curettes de Gracey



Source : Déve F, pince racine inférieure; 2025

Figure 45 : Pince à racine

c) Instruments pour la préparation rétrograde :



Source: Mehl A. Significant influence of scaler tip design on root substance loss resulting from ultrasonic scaling: a laser-profilometric in vitro study, 2004.

Figure 46 : Instruments ultrasoniques avec embouts spécifiques



Source : Prima DG. Fraise chirurgicale Lindemann à coupe droite, 2025.

Figure 47 : fraises Lindemann

7.2.3.4. Les matériaux pour l'obturation rétrograde

Plusieurs matériaux sont utilisés selon les techniques et les indications cliniques.

7.2.3.4.1. MTA

Le matériau de réparation radiculaire ProRoot® MTA est une poudre composée de fines particules hydrophiles qui s'agglomèrent en présence d'humidité. L'hydratation de la poudre forme un gel colloïdal qui devient une barrière solide et étanche en durcissant. Il faut compter un délai de quatre semaines pour un durcissement complet (99).

En chirurgie endodontique comme matériau d'obturation à rétro l'utilisation du MTA dans les obturations à rétro provoque la formation du ciment au contact du matériau et la régénération des tissus péri radiculaires jusqu'à un état de quasi normalité (100).



Source : Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. J Endod. 1995

Figure 48 : produit d'obturation MTA

7.2.3.4.2. Biodentine

L'est commercialisé sous deux formes : une poudre grise ou une poudre blanche. Il est composé de 50 à 75% d'oxyde de calcium et de 15 à 25% d'oxyde de silicium. Ses 2 composants forment 70-95% du ciment auquel on ajoute de l'oxyde de Bismuth pour le rendre radio-opaque. Lors de l'hydratation, le ciment va former un gel d'hydrate de silicate (101).

Ses caractéristiques sont :

Régénération du ciment.

Hémostatique.

Forte barrière étanche.

Inducteur de tissu minéralisé (101).

7.2.3.5. La chirurgie endodontique

L'apicectomie peut être définie comme l'amputation chirurgicale de l'apex d'une dent.

Parmi les indications de cette dernière nous avons les FI apicale inaccessible par voie orthograde.

La procédure d'apicectomie a été introduite pour éliminer la région apicale de la racine d'une dent et d'assurer une fermeture hermétique (102).

7.2.3.5.1. Étapes de l'apicectomie

Il n'existe pas de procédure chirurgicale prédéterminée adaptée à toutes les situations cliniques. Plusieurs facteurs variables interdépendants doivent être évalués au cas par cas et

soigneusement pris en compte avant toute tentative de prise en charge chirurgicale. Ces facteurs sont les suivants :

a) L'emplacement de la dent dans l'arcade

Cela détermine dans une large mesure le degré d'accessibilité à la zone. Il est également influencé par le degré d'ouverture de la bouche.

Il est évident que l'accès est le même, que l'on ait recours à la chirurgie traditionnelle ou à la microchirurgie, mais avec la microchirurgie, la vision est vraiment meilleure, parce qu'on utilise un éclairage très précis et un grossissement adapté.

b) L'anatomie de la dent et en particulier l'anatomie de la racine et du canal radiculaire avec le fragment

Avec le fragment. Ceci détermine en grande partie le type d'approche chirurgicale à suivre. Par exemple, il n'est pas possible de traiter par hémisection un fragment dans la racine proximale d'une molaire mandibulaire lorsque toutes ses racines sont fusionnées, c'est-à-dire une dent en forme de C.

c) L'emplacement du fragment dans le canal radiculaire.

d) La présence d'une maladie péri apicale.

e) L'état du parodonte.

f) L'évaluation clinique globale.

g) Les compétences et l'expérience de l'opérateur et l'arsenal disponible.

7.2.3.5.2. Gestion des tissus mous

Le lambeau chirurgical vise à garantir un accès optimal à la lésion. Réalisé en pleine épaisseur, ses bordures doivent reposer sur un os sain. Sa conception tient compte des caractéristiques des tissus parodontaux, de la quantité de gencive attachée et de la préservation de l'esthétique initiale. Afin d'améliorer l'accès au tiers apical, une incision de décharge verticale est souvent nécessaire. Plusieurs types de lambeaux peuvent être utilisés selon la situation clinique : triangulaire, trapézoïdal, avec incision sulculaire ou à distance (103).

a) le lambeau « triangulaire »

Ce type de lambeau est le lambeau de base, utilisé dans la majorité des chirurgies. Il est formé d'une incision horizontale associée à une seule incision verticale. Il intègre généralement 2 papilles au maxillaire et au moins 3 à la mandibule mais peut être modifié, comme vu précédemment, en fonction du volume de la lésion (104).

Le lambeau « triangulaire » peut être élargi par une deuxième incision verticale en lambeau « rectangulaire » qui permet une bonne mobilisation des tissus mous. Un des inconvénients possibles est l'apparition ultérieure d'une récession gingivale,(96)- après l'incision horizontale et les incisions verticales bilatérales de soulagement, la trajectoire du lambeau de Ochsenbein-Luebke s'étend dans la gencive attachée. On obtient une zone très fine de gencive attachée et la résorption osseuse peut s'étendre jusqu'au niveau de l'incision horizontale (96).

Les lames utilisées pour réaliser les incisions sont principalement des lames froides. Il en existe plusieurs types : les lames 15, 15c ou les microlames. La lame 15 reste actuellement celle principalement utilisée dans les chirurgies endodontiques (105).

7.2.3.5.3. Gestion des tissus durs

L'accès au tiers apical se fait en traversant la corticale osseuse. L'ostéotomie doit être suffisamment large pour permettre l'élimination complète des tissus mous de la lésion péri-radriculaire, assurer la visualisation du tiers apical et faciliter l'accès aux instruments de préparation ultrasonore. Lorsqu'une fenestration osseuse est déjà présente en raison de la lésion, il reste néanmoins essentiel de réajuster l'accès pour qu'il soit optimal (104).

L'ostéotomie doit répondre à deux choses importantes : avoir une bonne vision du site à opérer et pouvoir accéder complètement à la zone. La taille de l'ostéotomie dépend donc de ces deux critères.

Toutefois, il est important de veiller à être aussi conservateur que possible, car la taille de l'ostéotomie est directement liée à la vitesse de guérison (105).

Pour réaliser l'ostéotomie apicale, on utilise généralement une pièce à main chirurgicale équipée d'une irrigation et montée sur un micromoteur. Une fraise boule en carbure de tungstène est utilisée à la fois pour pénétrer la corticale osseuse et pour façonner les parois de la cavité (105).

7.2.3.5.4. Gestion du tiers apical (106)

La résection apicale consiste à biseauter l'extrémité apicale de la racine. Souvent, cette étape fait partie intégrante de la chirurgie apicale.

La portion apicale est sélectionnée avec une fraise fissure conique à grande vitesse accompagnée d'une copieuse irrigation de solution saline. Orienter le biseau avec un angle proche de 0 degré dans le sens vestibulo-lingual pour offrir la visibilité maximale sur l'apex

radiculaire. En général, le volume radiculaire sectionné dépend du jugement de l'opérateur qui a décidé la résection apicale.

La longueur de résection apicale est généralement de 3mm. Cette longueur peut changer selon plusieurs choses.

En éliminant cette portion le fragment fracturé logé dans cette dernière est éliminer directement(104).



Source : Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF, Lévy G. Endodontie : principes et pratique. 5e éd. Paris : Elsevier Masson ; 2016

Figure 49: L'os est éliminé au moyen d'une fraise boule neuve et aiguisée à grande vitesse sous aspersion continue d'eau stérile pour localiser l'apex de la dent.

PROBLEMATIQUE

PROBLEMATIQUE

La fracture instrumentale demeure l'un des incidents techniques les plus redoutés en endodontie moderne en raison de son impact direct sur le succès thérapeutique et le pronostic à long terme de la dent traitée (3). Elle peut survenir de manière imprévisible à n'importe quelle étape du traitement endodontique, que ce soit lors de l'exploration initiale, de la mise en forme canalaire ou au cours de l'obturation. Cet incident est préoccupant, car il peut entraîner l'obstruction du système canalaire, compromettre la désinfection, favoriser l'apparition ou la persistance d'une infection péri-apicale et potentiellement conduire à l'échec du traitement endodontique (4).

Malgré les avancées technologiques, telles que l'introduction des instruments en nickel-titane (NiTi), l'utilisation de moteurs rotatifs à vitesse contrôlée et le recours à l'imagerie tridimensionnelle comme le Cone Beam (CBCT), la survenue de fractures instrumentales reste fréquente dans la pratique clinique quotidienne, en particulier chez les praticiens débutants ou face à des anatomies canalaires complexes (5). La prévention de ces fractures implique une bonne connaissance des propriétés mécaniques des instruments, une compréhension des particularités anatomiques des canaux et l'application rigoureuse des protocoles opératoires recommandés (1,2).

Dans le contexte du service d'odontologie conservatrice et endodontie du CHU de Tlemcen, ces fractures représentent une problématique quotidienne nécessitant une analyse afin de mieux comprendre leur fréquence, leurs causes et leurs modalités de prise en charge dans la pratique clinique réelle. En effet, il est indispensable de disposer de données descriptives locales afin d'identifier les types d'instruments les plus concernés, de recenser les facteurs anatomiques et opératoires contribuant à leur survenue, et de décrire les méthodes de gestion et les techniques de retrait utilisées dans le service pour traiter ces incidents.

Ainsi, ce travail se propose de réaliser une étude descriptive des fractures instrumentales en endodontie observées au service d'odontologie conservatrice et endodontie du CHU de Tlemcen sur une période déterminée, afin de répondre aux questions suivantes : Quels sont les instruments endodontiques les plus concernés par les fractures dans la pratique du service ? Quels sont les facteurs cliniques et anatomiques associés à leur survenue ? Quelles sont les méthodes de gestion et de retrait mises en œuvre pour traiter ces fractures dans le service, et quels sont les résultats obtenus dans les cas pris en charge ?

La réalisation de cette étude permettra de dresser un état des lieux des fractures instrumentales en endodontie dans le service d'OCE CHU Tlemcen, d'identifier les éventuelles lacunes dans la prévention et la prise en charge de ces incidents, et de proposer des recommandations pratiques adaptées au contexte local afin d'améliorer la qualité des traitements endodontiques et d'en optimiser le pronostic.

CHAPITRE II :
PARTIE PRATIQUE

MATERIELS ET METHODES

1. MATERIELS ET METHODES :

1.1. Type de l'étude

Il s'agit d'une étude descriptive transversale portant sur les fractures instrumentales survenues chez les patients pris en charge dans le service d'OCE de Tlemcen. Cette étude est complétée par une revue systématique ciblée de la littérature scientifique portant sur les techniques de retrait des instruments fracturés.

1.2. Objectifs de l'étude

1.2.1. Objectif principal

Évaluer les cas de fractures instrumentales survenues dans le service d'odontologie conservatrice et endodontie (OCE) de Tlemcen.

1.2.2. Objectifs secondaires

- Identifier les types d'instruments les plus fréquemment fracturés.
- Déterminer les facteurs cliniques et anatomiques associés à la survenue de fractures instrumentales.
- Étudier les techniques de retrait employées et leur taux de succès.
- Évaluer l'impact de l'expérience du praticien et des méthodes préventives sur la survenue de fractures.
- Explorer l'usage des nouvelles technologies dans la gestion des fractures instrumentales en se basant sur une revue systématique des techniques les plus utilisées pour le retrait des instruments fracturés.

1.3. Population d'étude

Notre étude a concerné les patients présentant des fractures instrumentales endodontiques qui ont été admis au service d'OCE de Tlemcen.

1.3.1. Critères d'inclusion

Tout sujet répondant au critère suivant inclus au service d'odontologie conservatrice endodontie du CHU DE Tlemcen :

- Patient présenté au service ayant une fracture instrumentale confirmée par imagerie.

- Dossier clinique complet et accessible des patients ayant une fracture instrumentale.
- Accord préalable du patient concernant l'exploitation de ses données dans un cadre d'étude.

1.3.2. Critère de non inclusion

- Dossiers incomplets ou inexploitable.
- Fractures survenues en dehors du contexte endodontique (ex. : traumatisme).
- Refus de participation.
- Patient non coopérant.

1.3.3. Taille de l'échantillon

L'enquête a été menée auprès d'un échantillon de 17 patients présentant une fracture instrumentale faite accidentellement au niveau du service d OCE ou bien diagnostiqué fortuitement lors de la consultation pour une urgence, un traitement endodontique ou un traitement prothétique.

1.4. Lieu et période d'étude

L'étude a été réalisée au niveau de service d OCE de la clinique dentaire B de Tlemcen entre juillet 2024 et juin 2025.

Matériels

Pour consultation, on utilise :

- Fauteuil dentaire.
- Plateau de consultation, tambour et haricot.
- La radiographie (RVG).



Source : service d'OCE de clinique dentaire B de Tlemcen

Figure 50: Plateau de consultation

Pour la collecte des données :

- Fiche de consultation.
- Fiche clinique.

1.5. Collecte des données

Les informations recueillies ont été reportées sur un questionnaire.

Le questionnaire débute par une section visant à recueillir des informations générales sur le praticien. Il lui est demandé de préciser son grade (interne, résident, généraliste, spécialiste, etc.), ses années d'expérience en endodontie, la fréquence mensuelle de traitements endodontiques réalisés, ainsi que son niveau de formation spécifique dans ce domaine. La suite du questionnaire explore différents aspects liés aux fractures instrumentales. Le praticien est interrogé sur les cas de fracture instrumentale rencontrée, les instruments concernés, leur diamètre, le niveau de fracture et les causes perçues. L'impact de l'anatomie radiculaire est également abordé, notamment en ce qui concerne les types de dents les plus susceptibles de FI.

Une autre partie s'intéresse aux étapes opératoires jugées critiques dans la survenue des fi. La gestion des fractures est ensuite explorée, incluant les stratégies adoptées, les techniques de retrait utilisées, le taux de réussite et les complications observées. Des questions sont également posées sur les mesures préventives mises en place, telles que le choix des instruments



Source : service d'OCE de clinique dentaire B de Tlemcen

Figure 51 : La radiographie (RVG).

ou les techniques d'irrigation. Enfin, le questionnaire se termine par une section consacrée aux nouvelles technologies en endodontie et leur intérêt perçu dans la prévention et la gestion des fractures instrumentales.

1.6. Saisie et analyse des données

La saisie et l'analyse des données ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS 17 et Excel 2017 après codage des variables pour pouvoir exploiter ces outils statistiques nous on permit d'analyser les données recueillies.

1.7. Paramètres étudiés

1.7.1. Statistique descriptive

Calcul des pourcentages pour les variables qualitatives et calcul des moyennes pour les variables quantitatives.

1.7.2. Identification :

- Age : variable quantitative continue :
- Tranche d'âge : (15-25ans), (26-36ans), (37-47ans), (48-58ans).
- Sexe : variable qualitative avec deux modalités : masculin, féminin.
- Lieu de résidence : variable qualitative nominale avec 6 modalités selon la Daïra (Tlemcen, Sebdou, Chetouan, Meghnia, Nedrouma et Remchi).

1.7.3. Antécédents et pathologie associe

- Etat général personnel : variable qualitative nominale avec 06 modalités (Rien à signaler, diabétique, HTA, cardiopathie, maladie thyroïdienne, femme allaitante).

1.7.4. Données cliniques

- Motif de consultation : variable qualitative nominale avec 04 modalités (Douloureux, fonctionnel, esthétique, prothétique).
- Consultation en urgence : variable qualitative avec 02 modèles (Oui, non).
- Hygiène bucco-dentaire : variable qualitative nominale avec 02 modalités : (Bonne, mauvaise).
- le groupe des dents concernées : variable qualitative avec 06 modalités (grp incisivo-canine sup, grp prémolaire sup, grp molaires sup, grp incisivo-canine inf, grp prémolaire inf, grp molaire inf).

- L'arcade concerne : variable qualitative avec 02 modalités : (Maxillaire, mandibulaire).
- La racine : variable qualitative avec 05 modalités : (Monoradiculé, mésial, distale, palatine, vestibulaire).
- Le canal concerné : variable qualitative avec 08 modalités : (Principal dent monoradiculé, mesiovestibulaire 1, mesiovestibulaire 2, distovestibulaire, vestibulaire, distolingual, mesiolingual, palatine).
- La courbure radiculaire : variable qualitative avec 02 modalités : (Droit, courbe).
- Le tiers concerné par la fracture : variable qualitative avec 03 modalités : (coronaire, moyen, apical).
- Type d'instrument fracturé : variable qualitative avec 06 modalités : (Lime K, Lime H, Lime mécanisée, Aiguille d'irrigation, Lentulo, Non identifiée).
- Longueur de fragment : variable quantitative continue avec 03 modalités : (0.5-2 mm) (2-4mm) (supérieur à 4).
- Diagnostic initial : variable qualitative a été posé en référant à la classification de BAUME, avec 02 modalités : (Catégorie 3 de BAUME, catégorie 4 de BAUME).
- Praticien : variable qualitative avec 02 modalités : (libéral, étatique).
- L'expérience de praticien : variable qualitative avec 04 modalités : (Etudiant, résident, dentiste généraliste, dentiste spécialiste).
- Type de traitement : variable qualitative avec 02 modalités : (Initial, retraitement).
- Méthode de retrait : variable qualitative avec 06 modalités : (abstention, ultrason, Bypass, chirurgie endodontique, loupwird, autres).
- Réussite de retrait : variable qualitative avec 02 modalités : (Oui, non).
- L'utilisation d'aide visuel : variable qualitative avec 02 modalités : (Oui, non).

RESULTATS

2. RESULTATS

2.1. Résultats de l'analyse statistique

2.1.1. Age :

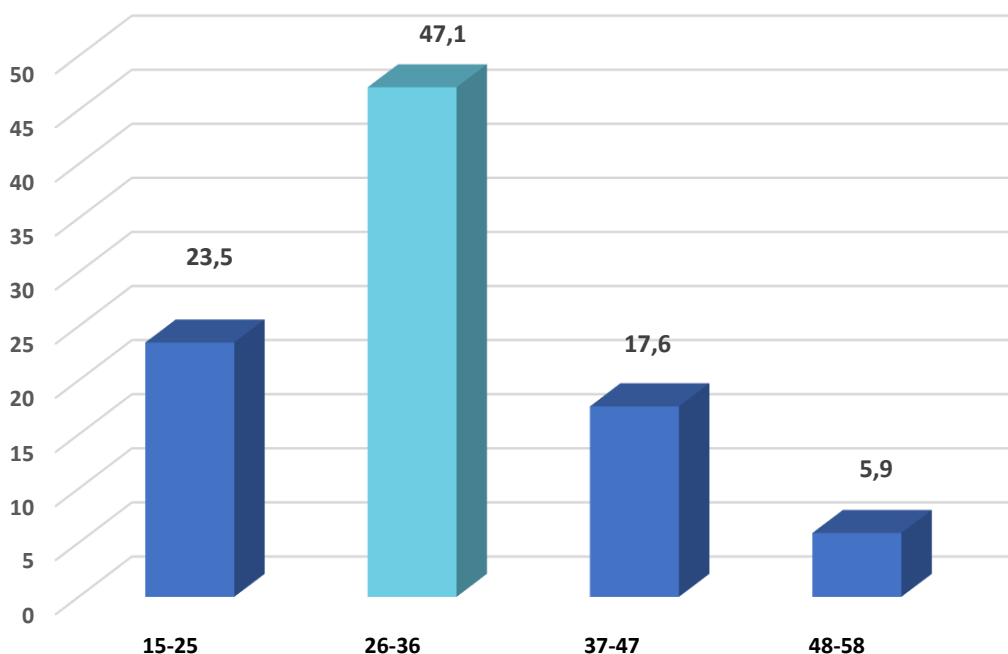


Figure 52 : Répartition des patients selon les tranches d'âge

Ce graphique décrit la distribution par tranche d'âge chez le patient. La tranche des adultes âgés de 26 à 36 ans avec un pourcentage de 47,1 % arrive nettement en tête. Elle est suivie par la tranche de 15 à 25 ans avec un pourcentage de 23,5 %. Puis celle de 37 à 47 ans avec un pourcentage de 17,6 %. Enfin la tranche la moins représentée est celle des 48-58 ans avec un pourcentage de 5,9 %.

2.1.2. Sexe

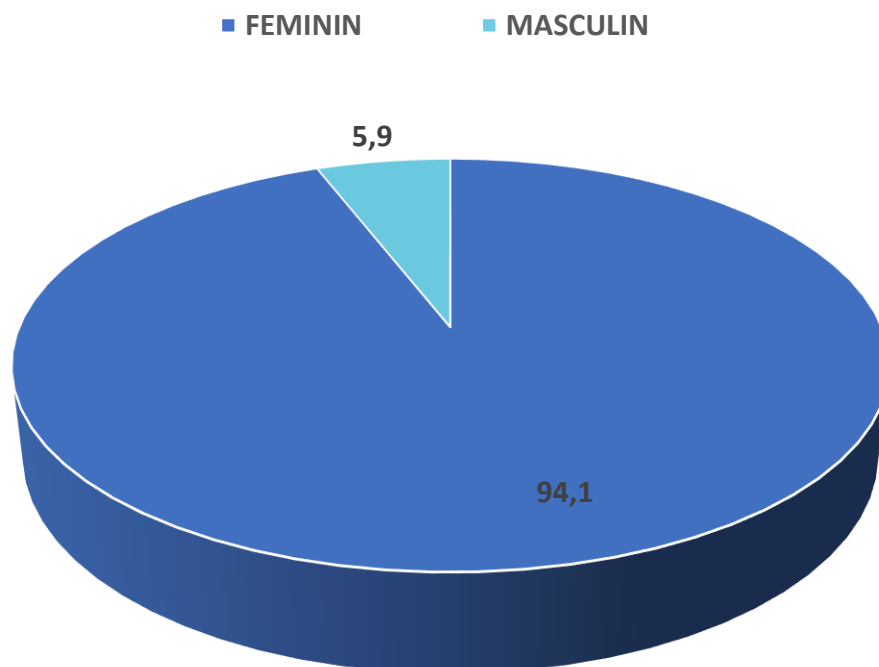


Figure 53 : Répartition de la population selon le sexe

Ce graphe concerne la répartition par sexe, l'échantillon étudié était composé majoritairement de femmes, représentant 94,1 % de la population totale. La proportion d'hommes était nettement plus faible, estimée à seulement 5,9 %.

2.1.3. Répartition des patients selon le lieu de résidence par daïra

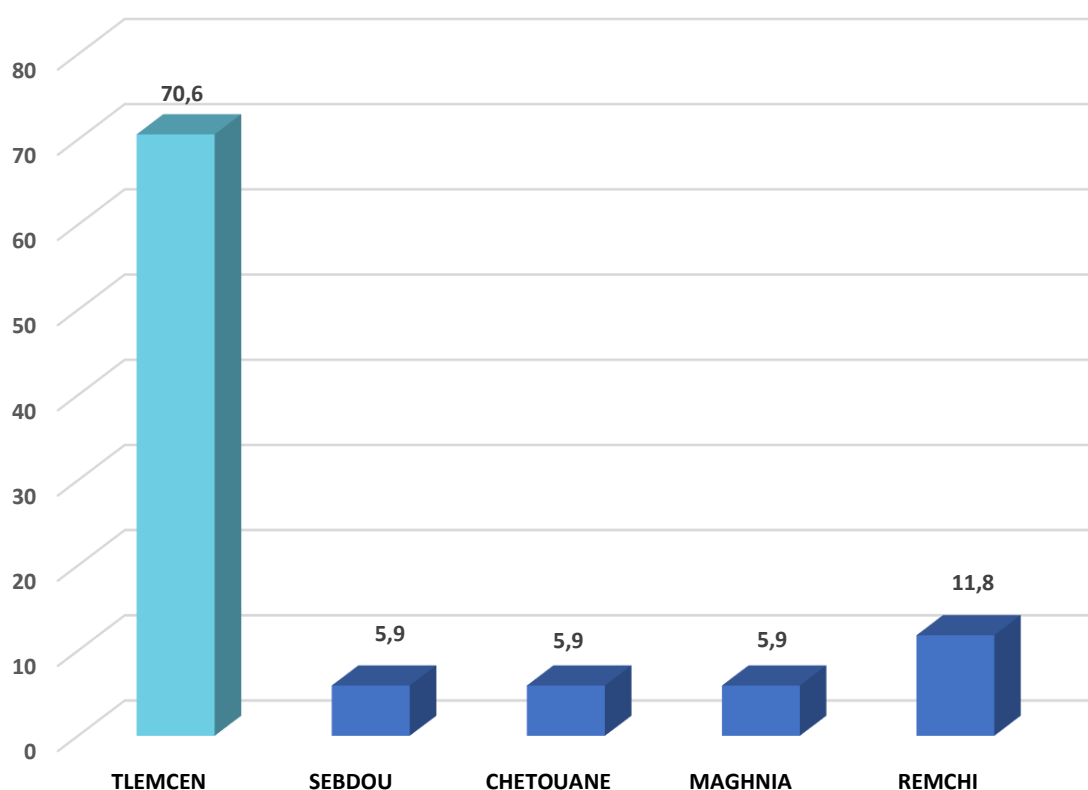


Figure 54 : Répartition des patients selon le lieu de résidence par daïra

Selon l'analyse de la répartition géographique par daïra, il apparaît que la majorité des patients résident à Tlemcen avec un pourcentage de 70,6 %. La daïra de Remchi occupe une position intermédiaire avec 11,8 % des participants. En revanche, les daïra de Sebdu, Chetouane et Maghnia affichent chacune une représentation équivalente et c'est la plus faible avec un pourcentage de 5,9 %.

2.1.4. Répartition des patients selon l'état général

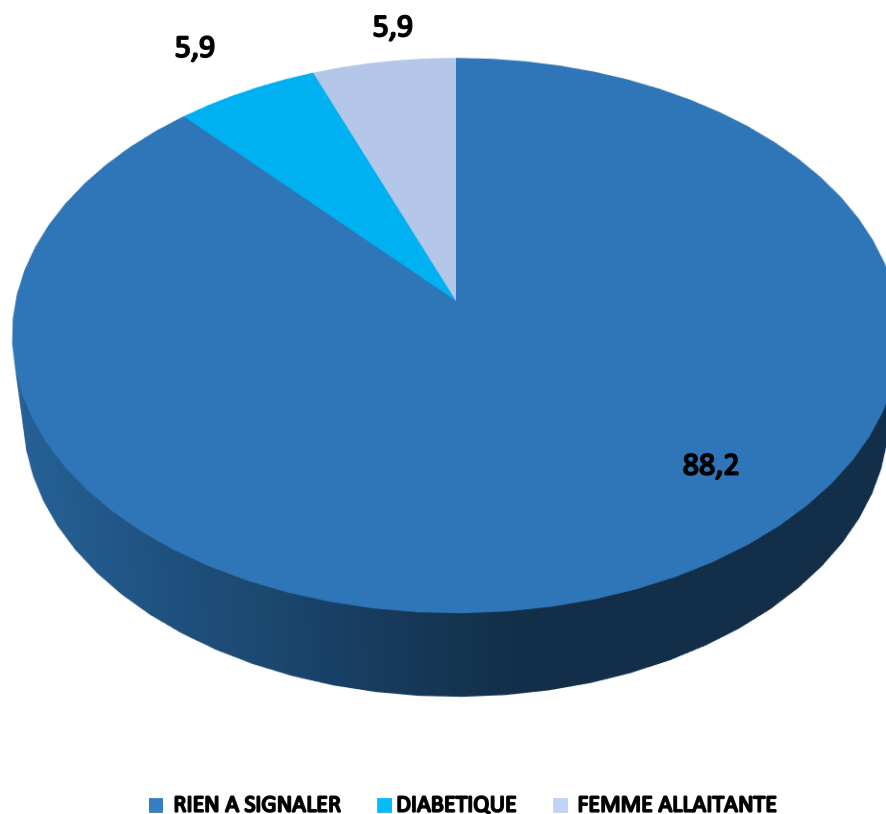


Figure 55 : Répartition des patients selon l'état général

Selon l'analyse de l'état général des patients, il apparaît que la majorité de la population étudiée ne présente aucune pathologie systémique particulière. En effet, 88,2 % des patients sont classés dans la catégorie « Rien à signaler ». Ils sont suivis par les patients diabétiques et les femmes allaitantes représentent chacun 5,9 % de l'échantillon.

2.1.5. Répartition des motifs de consultation

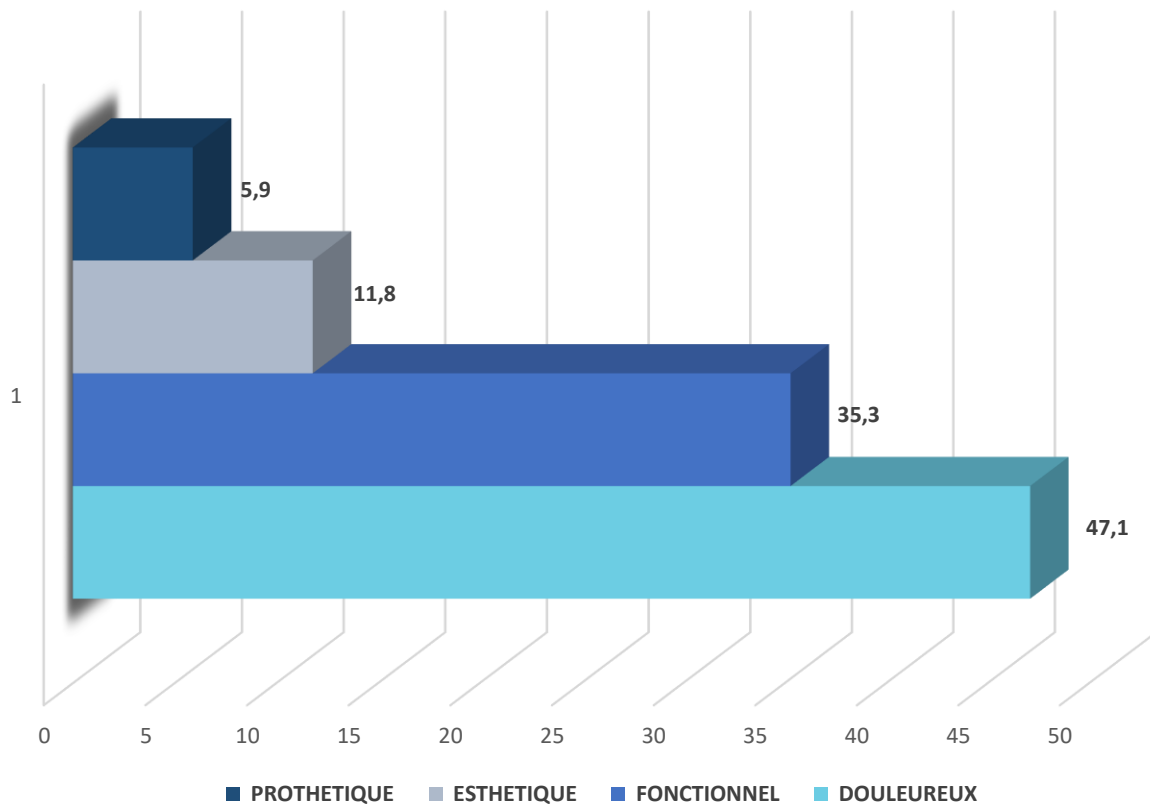


Figure 56 : Répartition des motifs de consultation

Selon l'analyse de la répartition des motifs de consultation des patients étudiés, on note que la douleur constitue la principale raison de consultation, avec un pourcentage 47,1 %. Elle est suivie par le motif fonctionnel, qui représente 35,3 %, puis par le motif esthétique avec 11,8 %. La proportion la plus faible est observée pour la consultation à visée prothétique, qui ne constituent que 5,9 %.

2.1.6. La répartition selon le caractère urgent de la consultation

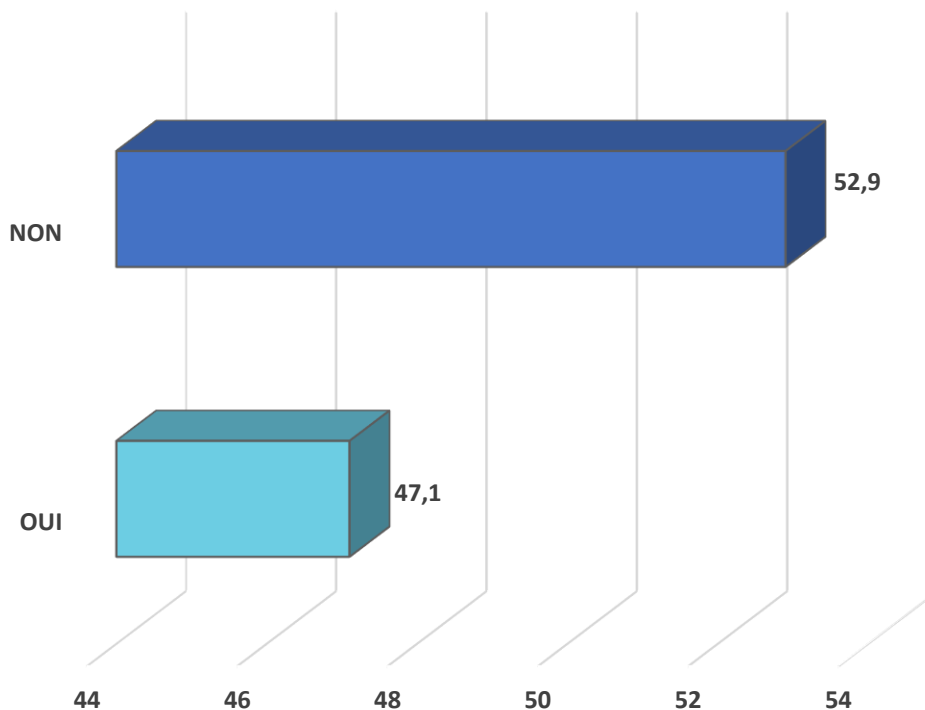


Figure 57 : La répartition selon le caractère urgent de la consultation

Selon analyse du caractère urgent de la consultation, l'étude révèle que 47,1 % des consultations ont été réalisées dans un contexte d'urgence, tandis que 52,9 % ne relevaient pas d'une situation urgente.

2.1.7. La répartition selon l'hygiène bucco-dentaire

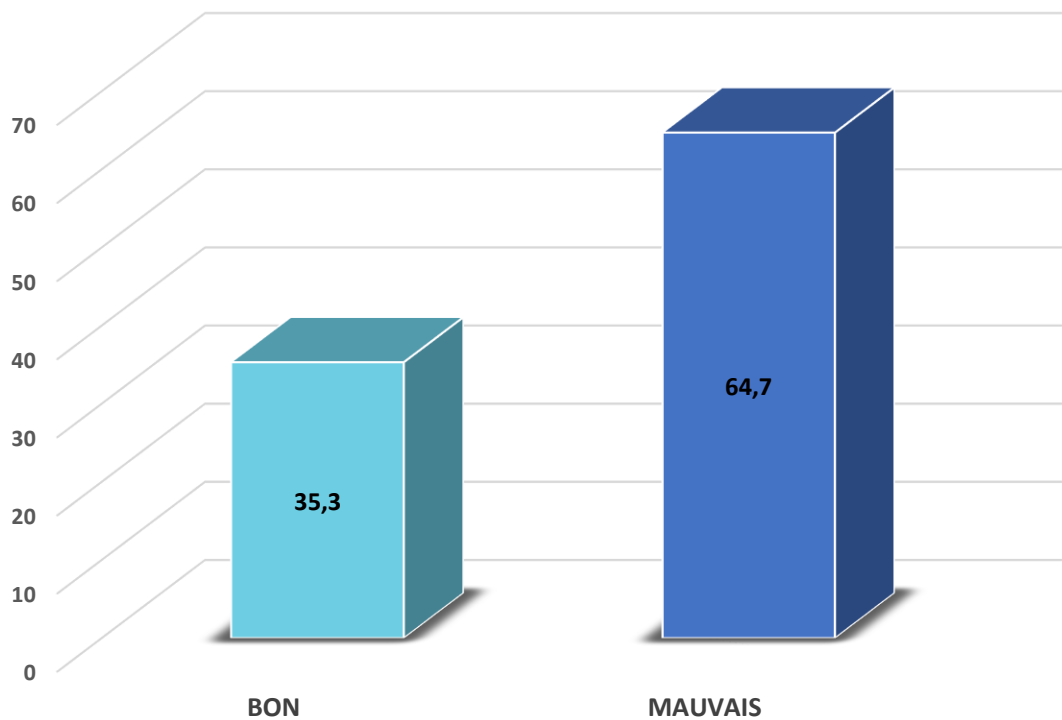


Figure 58 : la répartition selon l'hygiène bucco-dentaire

Selon l'analyse de l'hygiène bucco-dentaire des patients inclus dans l'étude, il ressort que la majorité d'entre eux présentent une mauvaise hygiène, ce qui correspond à un pourcentage de 64,7 %, tandis qu'une proportion plus faible, représentant 35,3 % des patients, affiche une bonne hygiène bucco-dentaire.

2.1.8. La répartition selon la dent

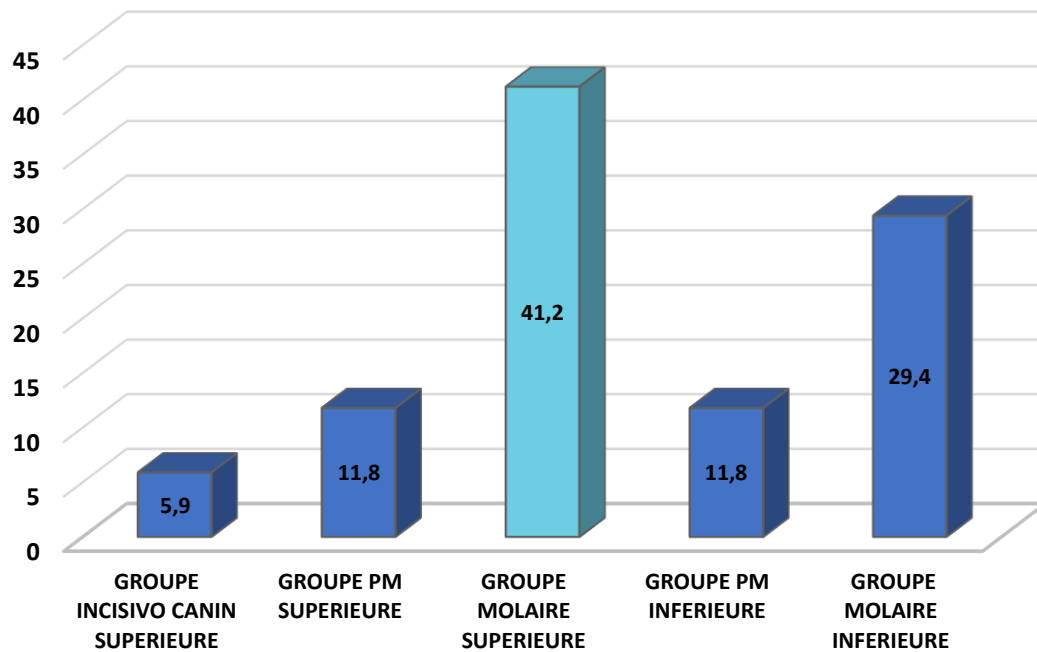


Figure 59 : la répartition selon la dent

Selon l'analyse du graphe de la dent, il apparaît que le groupe molaire sup est le plus susceptible à la fracture instrumentale avec un pourcentage de 41,2% suivie par le groupe molaire inf avec un pourcentage de 29,4%. Le groupe pm soit sup ou inf chacun représente 11,8% et group incisivo-canin sup est la plus faible avec un pourcentage de 5,9%.

2.1.9. La répartition selon l'arcade concernée

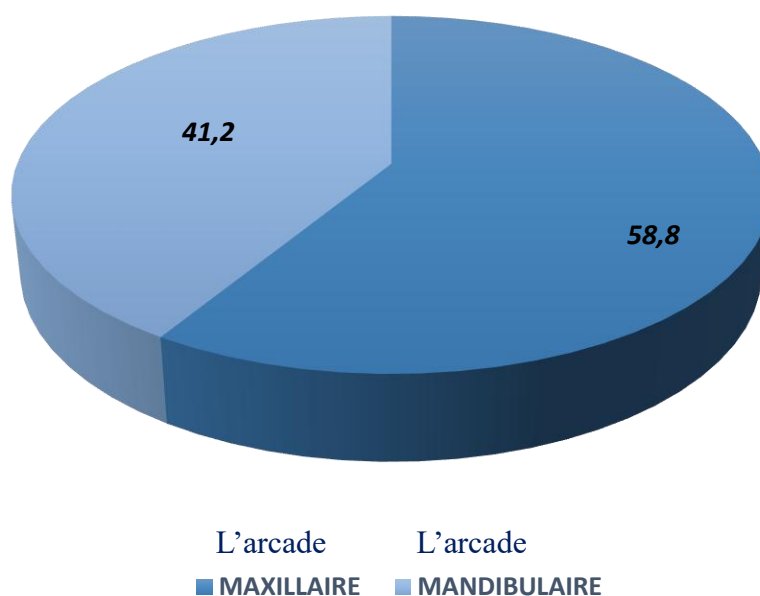


Figure 60 : La répartition selon l'arcade concernée

Selon l'analyse de la répartition par arcade dentaire, il apparaît que l'arcade maxillaire est la plus fréquemment concernée, avec un pourcentage de 58,8 % des cas. L'arcade mandibulaire représente en deuxième lieu 41,2 % des situations.

2.1.10. La répartition selon la racine

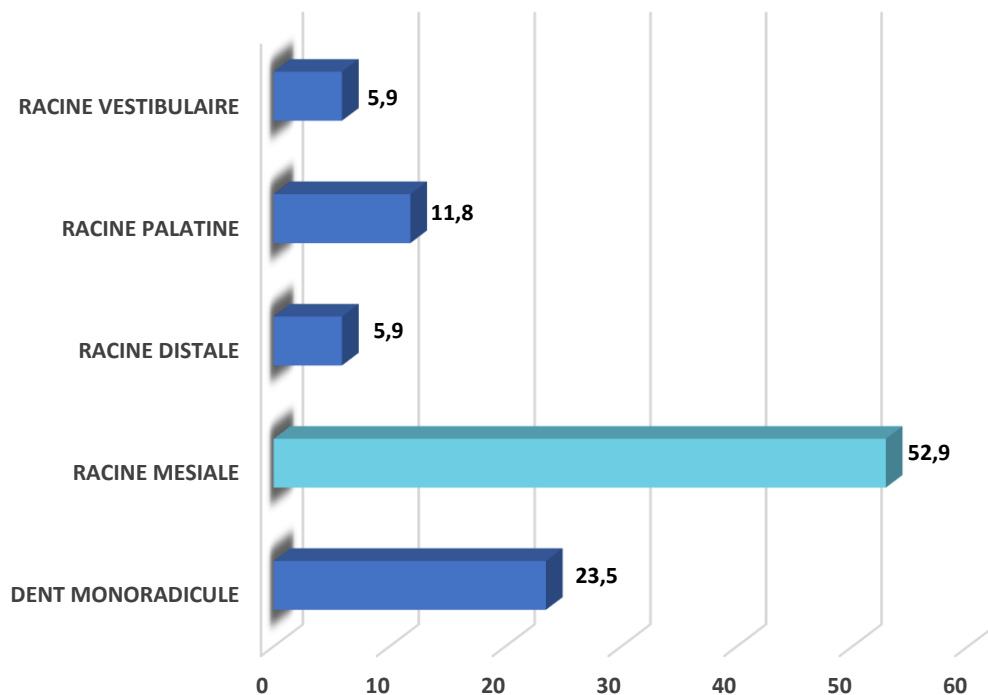


Figure 61 : La répartition selon la racine

L'analyse du graphe qui concerne la racine la plus susceptible pour les fractures instrumentales montre que la racine mésial est le plus prédominant avec un pourcentage de 52,9% suivie par la racine principale des dents mono radiculé avec un pourcentage 23,5% .la racine palatine représente 11,8% à la fin la racine distale et la racine vestibulaire représentent 5,9%.

2.1.11. La répartition selon le canal

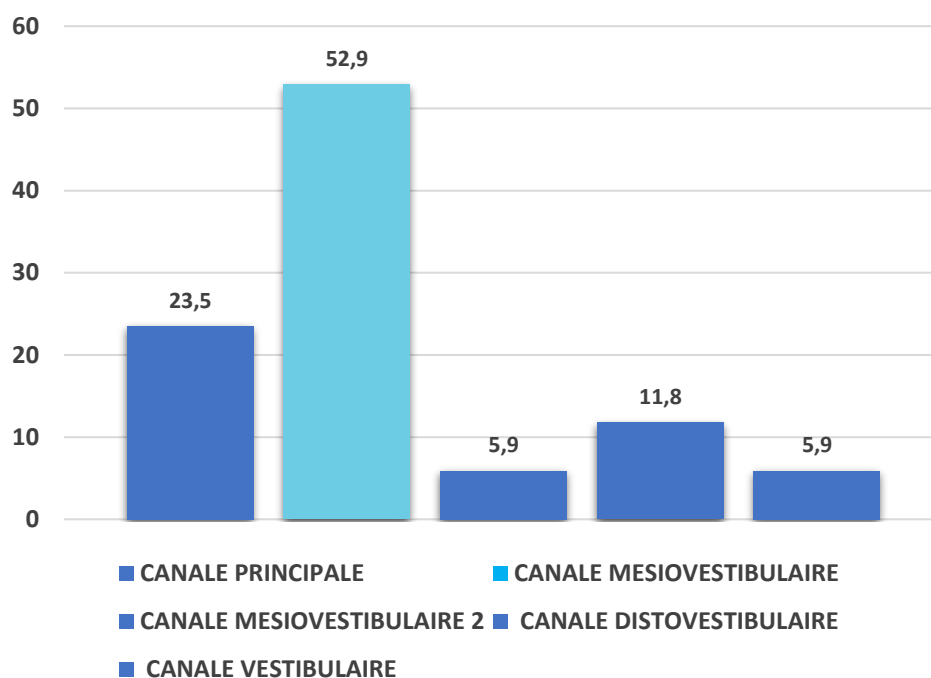


Figure 62 : La répartition selon le canal

Selon l'analyse du graphe du canal concerné, il apparait que le canal mesiovestibulaire est le plus susceptible à la fracture instrumentale avec un pourcentage de 52,9% suivie du canal principal des dents mono radiculé avec 23,5%. La racine distovestibulaire représente 11,8 % et enfin la racine vestibulaire et mesiovestibulaire 2 représentent chaque une 5,9 %.

2.1.12. La répartition selon la courbure radiculaire

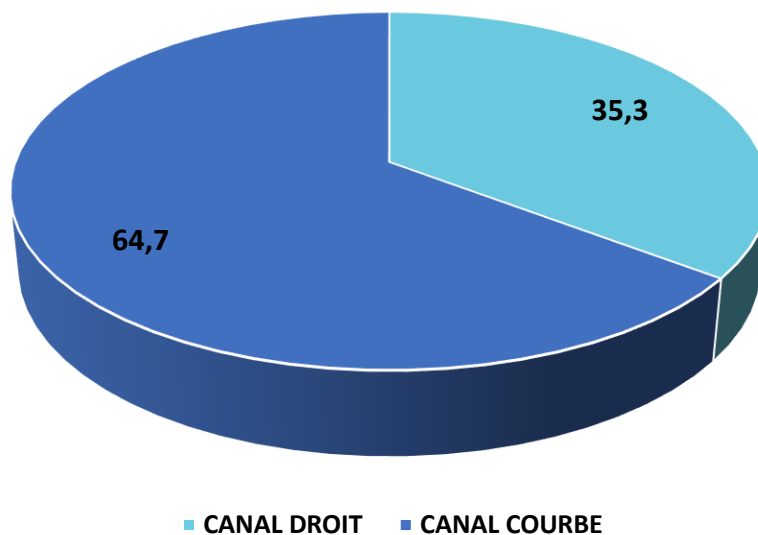


Figure 63 : La répartition selon la courbure radiculaire

L'analyse du graphe circulaire de la courbure radiculaire montre que les dents présentées dans cette étude sont plus courbées avec un pourcentage de 64,7 % en comparaison avec les dents droites qui représentent 35,3%.

2.1.13. La répartition selon Le tiers radiculaire

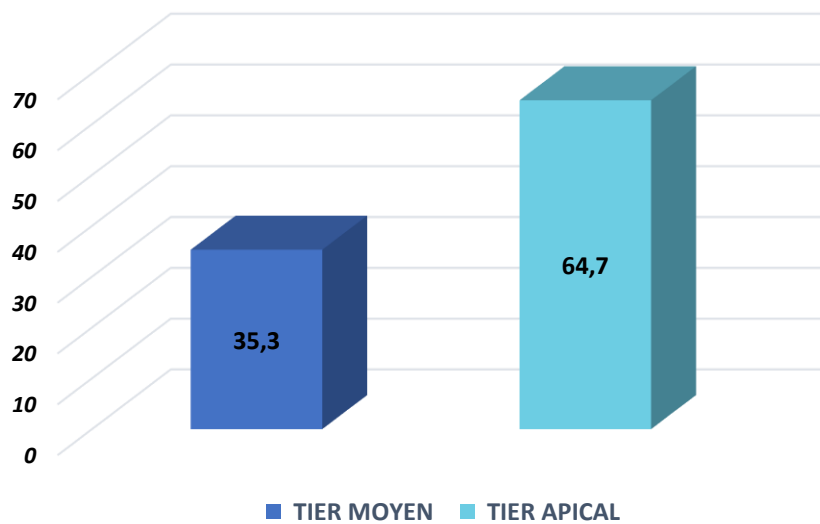


Figure 64 : La répartition selon Le tiers radiculaire

Selon l'analyse de la répartition en fonction du niveau de localisation de fragment fracturée, il apparaît que le tiers apical de la racine est le plus prédominant avec un pourcentage de 64,7 %. En comparaison, le tiers moyen est impliqué dans 35,3 % des cas et y a aucune fracture dans le tiers coronaire.

2.1.14. La répartition selon le type d'instrument

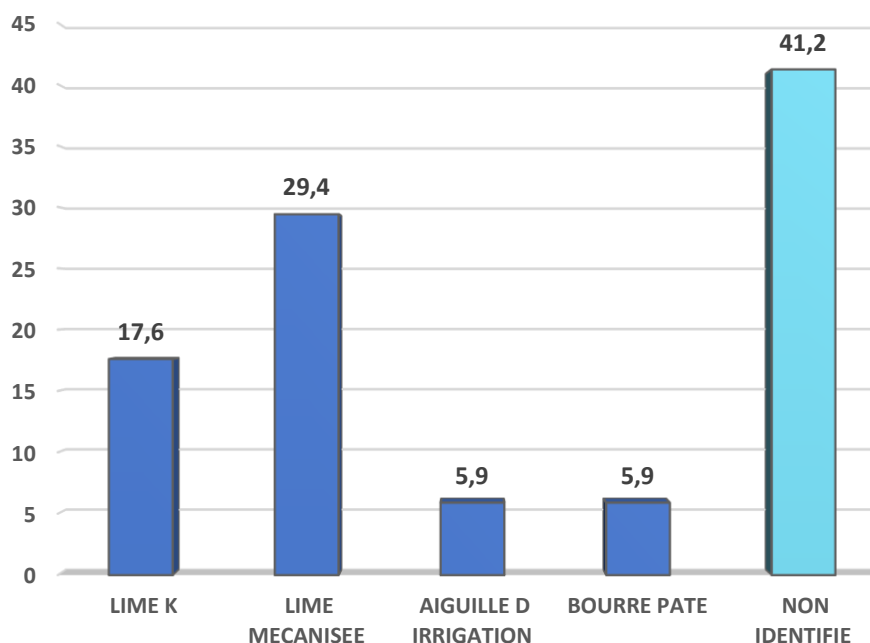


Figure 65 : La répartition selon le type d'instrument

Concernant analyse du type d'instrument impliqué dans les cas de fracture, l'étude révèle que la majorité des instruments n'ont pas pu être identifiés avec précision, représentant 41,2 % des cas. Les limes mécanisées sont les plus fréquemment mentionnés parmi les instruments identifiés, avec un taux de 29,4 %, suivies par les limes K à 17,6 %. Les aiguilles d'irrigation et les Lentulo représentent chacune 5,9 % des cas.

2.1.15. La répartition selon la longueur de fragment fracturé

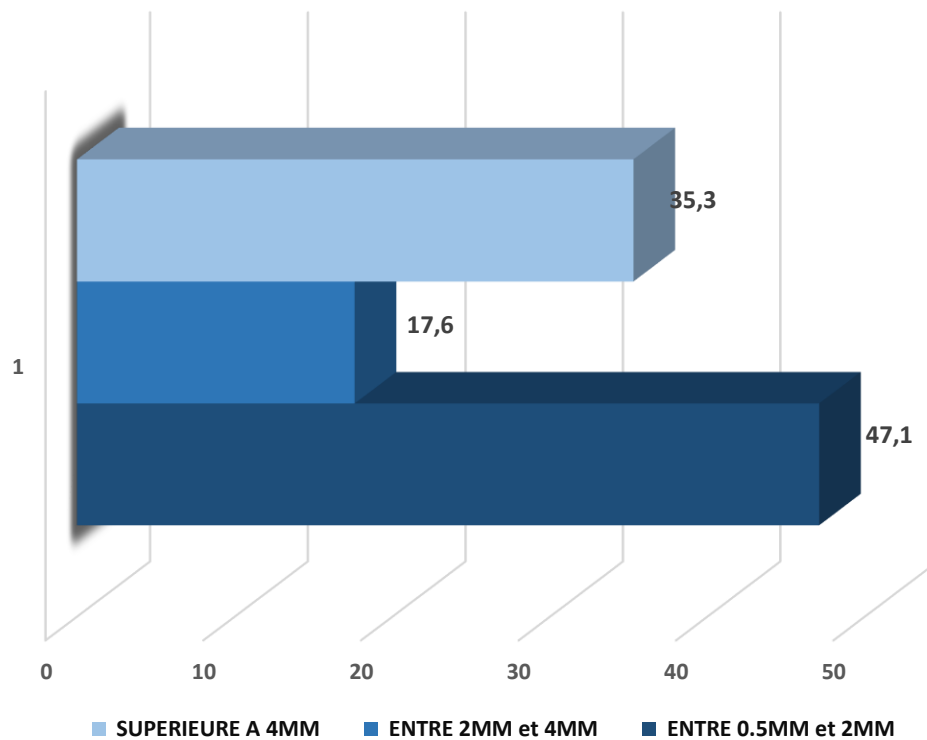


Figure 66 : La répartition selon la longueur de fragment fracturé

Selon l'analyse de la répartition selon la longueur du fragment fracturé, la majorité des cas concernent des fragments de taille comprise entre 0,5 mm et 2 mm avec un pourcentage de 47,1 %. Les fragments de longueur supérieure à 4 mm constituent 35,3 % des cas, tandis que les fragments mesurant entre 2 mm et 4 mm sont les moins fréquents, avec un pourcentage de 17,6 %.

2.1.16. La répartition selon le diagnostic initial

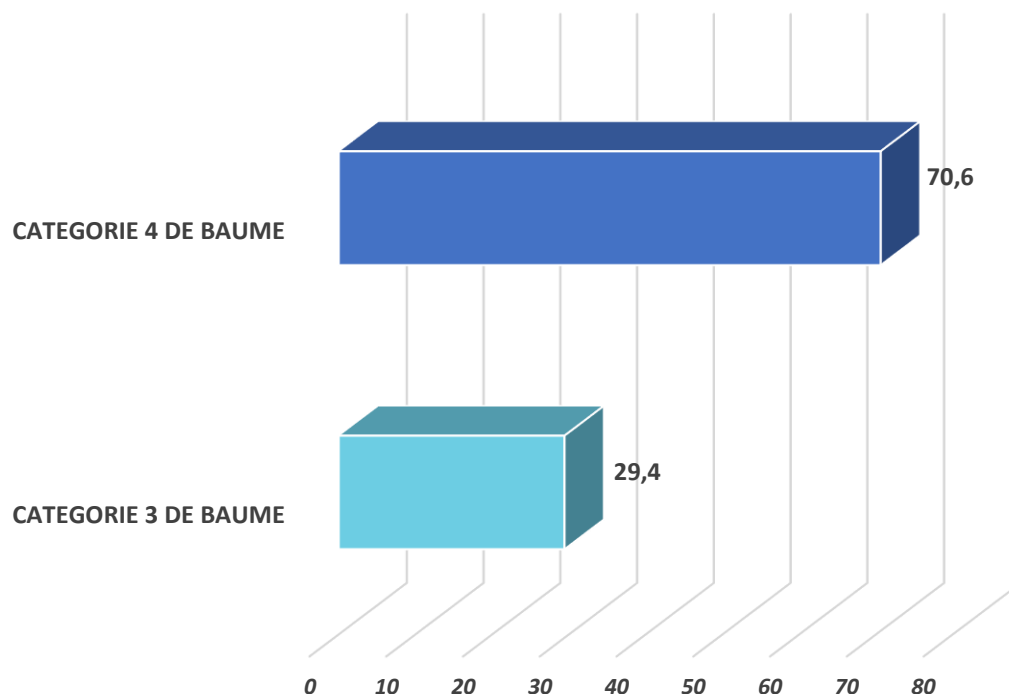
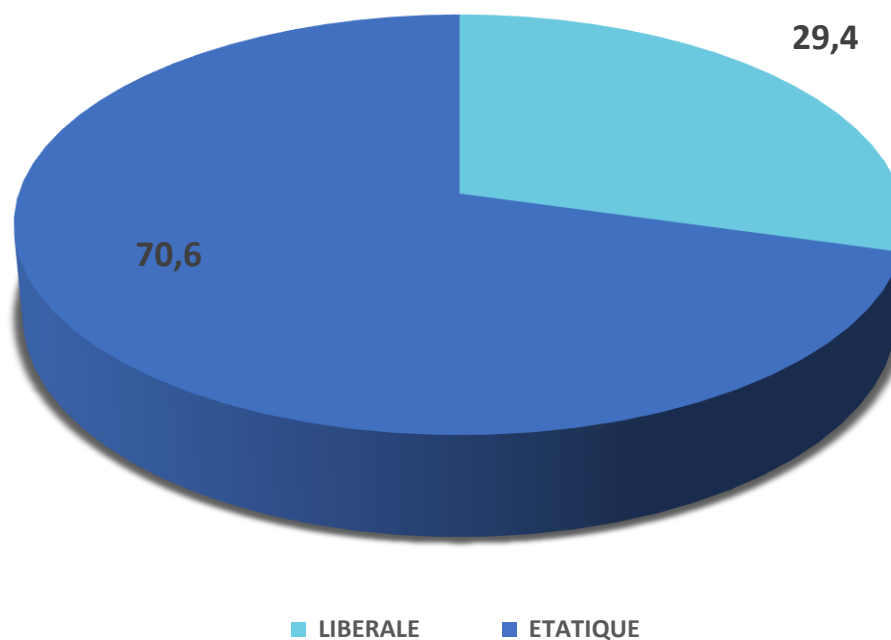


Figure 67 : La répartition selon le diagnostic initial

Selon l'analyse de la répartition selon le diagnostic initial, on constate que la catégorie 4 de Baume est largement prédominante, avec un pourcentage de 70,6 %. Elle est suivie par la catégorie 3 de Baume, qui représente 29,4 %.

2.1.17. La répartition selon le praticien**Figure 68 : La répartition selon le praticien**

Selon l'analyse de la répartition des praticiens selon le type d'exercice du praticien, on constate que l'activité libérale est la prédominante, avec un pourcentage de 70,6 %. Elle est suivie par les praticiens exerçant en milieu étatique, qui représente 29,4 %.

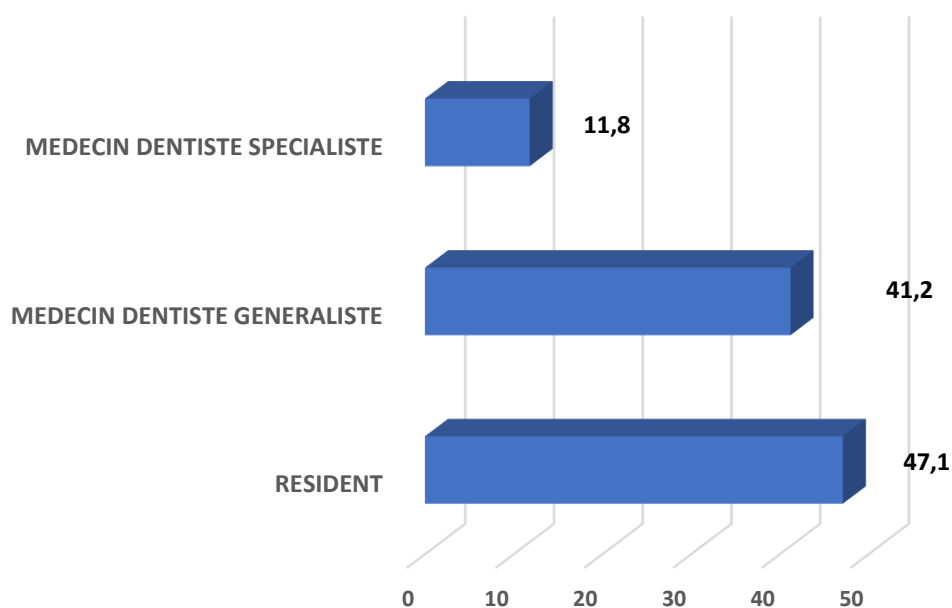
2.1.18. La répartition selon l'expérience de praticien

Figure 69 : La répartition selon l'expérience de praticien

Selon l'analyse de l'expérience du praticien, les résidents représentent la plus grande proportion des cas, avec 47,1 % de l'échantillon. Ils sont suivis par les dentistes généralistes avec un pourcentage de 41,2 %, tandis que les dentistes spécialistes n'interviennent que dans 11,8 %.

2.1.19. La répartition selon le type de traitement

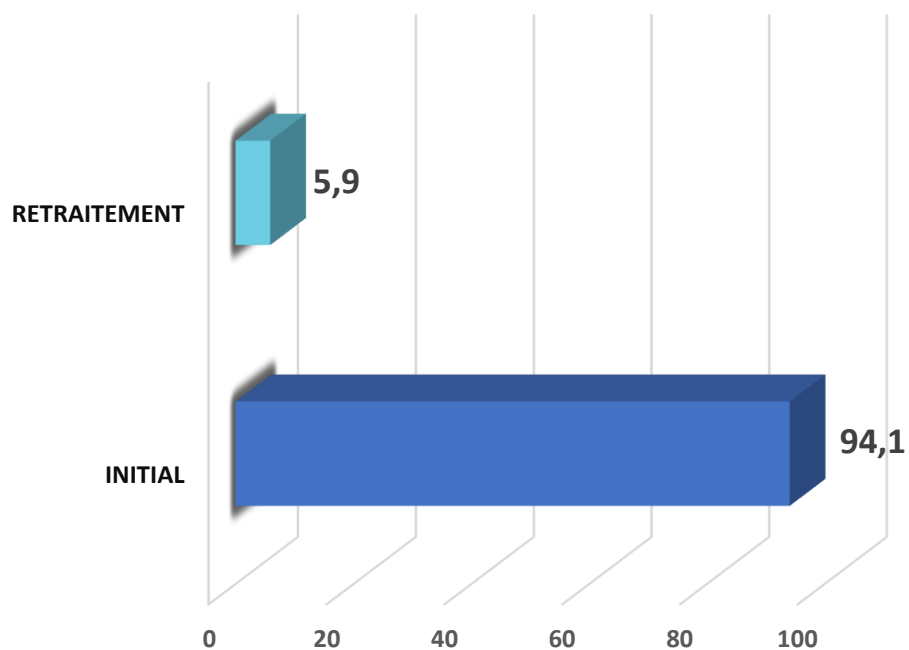


Figure 70 : La répartition selon le type de traitement

Selon l'analyse du type de traitement endodontique réalisé. La grande majorité des cas correspondent au traitement initial, représentant 94,1 % de l'échantillon. Les retraitements ne concernent que 5,9 %.

2.1.20. La répartition selon la méthode de retrait

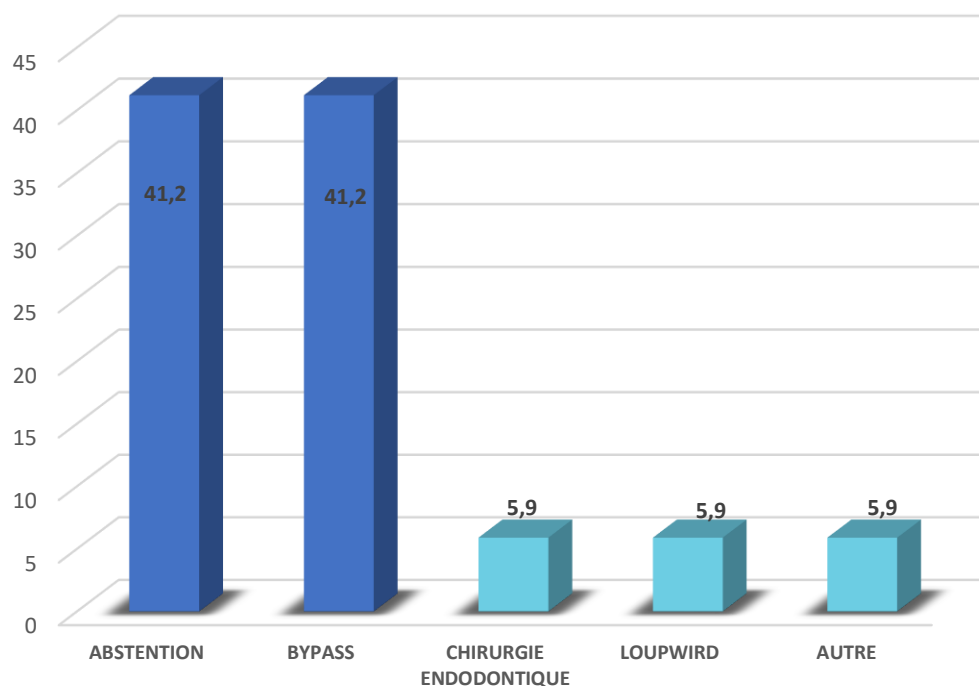
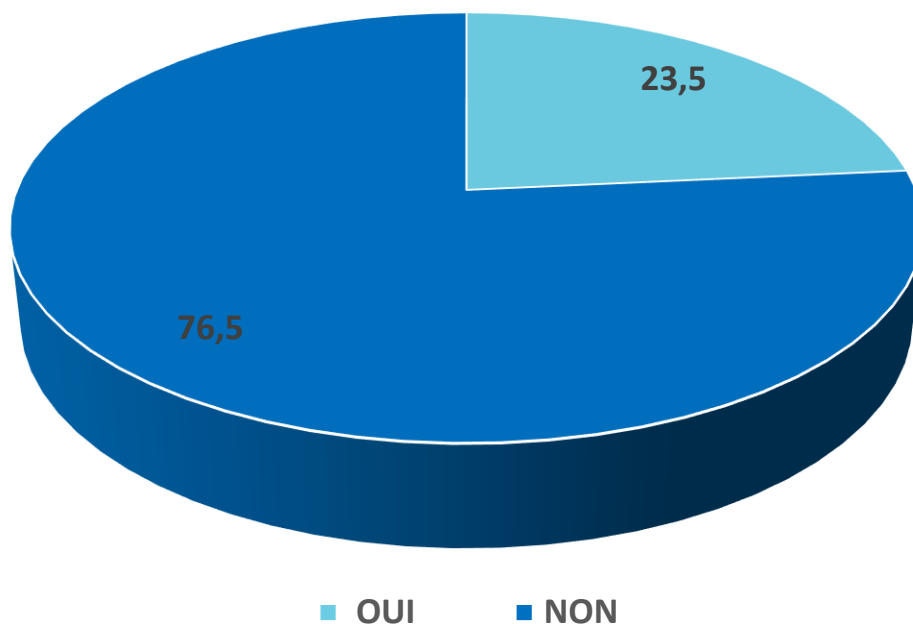


Figure 71 : La répartition selon la méthode de retrait

L'analyse du graphique de la méthode de retrait des fragments fracturés, deux approches principales sont égales : l'abstention et le bypass, chacune représente 41,2 % des cas. Les autres méthodes comme la chirurgie endodontique, loup wird, et des autres techniques, sont chacune utilisées dans 5,9 % des situations.

2.1.21. La répartition selon réussite de retrait**Figure 72 : La répartition selon réussite de retrait**

Selon l'analyse des résultats en termes de réussite du retrait, il apparaît que la majorité des cas avec un pourcentage de 76,5 %, indique l'échec de retrait. À l'inverse, seulement 23,5 % de cas ont été considérés comme réussis.

2.1.22. La répartition selon l'utilisation d'aide visuel

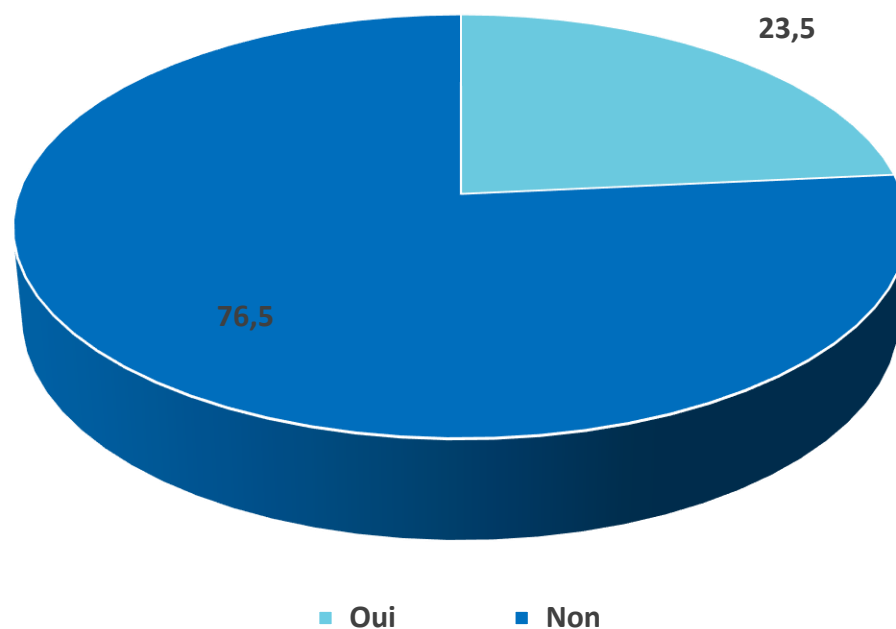


Figure 73 : La répartition selon l'utilisation d'aide visuel

En ce qui concerne l'utilisation d'un système d'aide visuel, il apparaît que cette pratique reste peu courante parmi les praticiens de l'échantillon étudié. En effet, seulement 23,5 % des cas ont été traités avec un dispositif visuel, tandis que 76,5 % des traitements ont été réalisés sans aide visuelle.

2.2. Résultat d'analyse des études d'extraction des instruments fracturés

La fracture d'instruments endodontiques est une complication redoutée au cours des traitements canaux, susceptible de compromettre le pronostic thérapeutique si elle empêche l'accès ou le nettoyage adéquat du système canalaire. Afin de réduire ces risques, de nombreuses techniques et dispositifs ont été développés au fil des années pour faciliter la récupération des fragments fracturés, allant des systèmes ultrasonores aux kits spécialisés tels que le Terauchi File Retrieval Kit ou l'utilisation de microtubes associés à des adhésifs.

Dans le cadre de ce mémoire, une revue systématique a été réalisée afin de rassembler et de comparer les principales études publiées entre 2015 et 2025 portant sur les méthodes de retrait des instruments fracturés en endodontie. Cette synthèse vise à évaluer l'efficacité comparative de ces techniques, leurs taux de succès, leurs limites, les types de dents concernés, les matériaux utilisés ainsi que les conditions expérimentales (in vivo, in vitro, ex vivo), afin de fournir une vision globale et actualisée des stratégies de gestion de cette complication clinique.

Parmi 45 articles récoltés, nous avons retenu 17 articles éligibles.

Méthodologie de recherche

Sources de données :

La recherche a été effectuée dans les bases de données PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, en utilisant des combinaisons de mots-clés :

- “Instrument fracture retrieval”
- “Endodontic file separation”
- “Ultrasonic removal endodontics”
- “Terauchi File Retrieval Kit”
- “Microtube endodontics”
- “Endodontic procedural accidents”.

Période : Janvier 2015 à Mai 2025.

Langues : Uniquement articles en français et en anglais.

Types d'études incluses :

- Études cliniques randomisées contrôlées (RCT).

- Études cliniques non randomisées.
- Études comparatives.
- Études expérimentales in vitro, ex vivo.
- Revues systématiques si incluant données primaires détaillées.

Critères d'inclusion

- Études publiées entre 2015 et 2025 portant sur le retrait des instruments fracturés en endodontie.
- Études rapportant des taux de succès, types de dents concernées, type d'instruments fracturés, techniques utilisées et leurs résultats.
- Études utilisant des techniques ultrasonores, systèmes spécialisés (Terauchi, Masserann, microtubes, techniques adhésives, etc.) ou tout autre dispositif innovant.
- Études incluant des données quantitatives comparables (taux de succès, durée, complications).

Critères d'exclusion

- Études publiées avant 2015 ou après mai 2025.
- Commentaires, posters sans données primaires exploitables.
- Études sans mention des taux de succès ou données quantitatives claires.
- Articles ne portant pas sur le retrait mais uniquement sur la prévention des fractures instrumentales.
- Études animales non transposables aux conditions cliniques humaines.

Objectif de cette revue systématique descriptive

L'objectif de cette synthèse est de fournir une vue d'ensemble des méthodes de retrait des instruments fracturés, d'évaluer leur efficacité et leurs limites dans différents contextes cliniques, et d'identifier les approches les plus prometteuses pour améliorer la prise en charge de cette complication en endodontie.

Le tableau présenté ci-après regroupe les résultats de cette revue systématique, permettant une comparaison structurée des différentes techniques disponibles, de leurs taux de succès et

des contextes d'utilisation, afin d'offrir aux praticiens une référence actualisée pour orienter leurs choix thérapeutiques face à une fracture instrumentale.

Tableau 01 : Tableau d'extraction des données.

Auteur	ANEEs	Type d'étude	Taille d'échantillon	Dent	Fragment Facturée	TECHNIQUE	Temp (médian)	Définition du succès	Temps de Success
Pierre et al. (Wohlgemuth et al.,) (107)	2015	<i>Ex vivo</i> Étude comparative	$n = 36$	Première et deuxième molaires	Lime k 10 15 20	Système GentleWave	10.44 min	Récupération	Globale : 72 % Apical : 61,3 % Racine médiane : 83,3 %
Himani et al. (Garg & Grewal,) (108)	2016	<i>Ex vivo</i> Étude comparative	$n = 40$	Première et deuxième molaires mandibulaires	Protaper F2	Ultrasonique avec plateforme de staging utilisant des pointes ProUltra et EMS.	Proultra: 63.89 min EMS: 50.22 min	Récupération	Globale : 87.5 % Courbure légère :100 % Courbure modérée : 90.9 % Courbure sévère : 80,95 %
Musale et al. (Musale et al.,)(109)	2016	<i>In vivo</i> Rapport de cas	$n = 1$	Molaire primaire inférieure	Lime H	Ultrasonic	NM	Récupération	100% succès
Yang et al. (Yang et al.,)(110)	2017	<i>Ex vivo</i> Étude comparative	$n = 43$	Molaires mandibulaires	Lime k 25/06	Ultrasonore avec plateforme de staging utilisant un microtube ou une fraise trépan avec microtube	Ultrasonic/ microtube: 25 min Fraise de Trépan/ microtube: 9 min	Récupération	Globalement :: 46%
Xu et al. (Xu et al.,)(111)	2017	<i>Ex vivo</i> Étude comparative	$n = 23$	Molaires mandibulaires	K3 25/06	Fraise Microtrepan et/ou microtube	NM	Récupération	Globalement :100%
Alireza et al. (Adl et al.,)(112)	2017	<i>Ex vivo</i> Étude comparative	$n = 60$	Première molaire mandibulaire	Flex Master, K3, RaCe et Hero Shaper #30/.04	By pass à l'aide des limes K 8,10,15	30 min	Bypass en moins de 30 min	Globalement : 91.6%
Arya et al. (Arya et al.,)(113)	2019	<i>In vivo</i>	$n = 3$	- canine maxillaire - Prémolaire maxillaire - mandibulaire	Limes Ni-Ti manuelles et rotatives	Récupération par ultrasons	NM	Récupération	Globalement : 100 %
Meidyawati et al. (Meidyawati et al.,)(114)	2019	<i>Rapport de cas in vivo</i>	$n = 1$	Première molaire mandibulaire	Lime k Manuel	Micro-pinces	NM	Récupération	100%

Arslan et al. (Arslan et al.),(115)	2020	<i>In Ex vitro Étude comparative</i>	$n = 30$	Blocs de dentine	Instruments rotatifs apicaux de 5 mm avec différentes conicités. .	Des pointes ultrasoniques avec différents coniques et une évaluation du temps d'activation qui conduit à une fracture secondaire et à un échec du processus de récupération utilisant des instruments 25/.08 K3XF, 25/.06 K3XF et 25/.04 K3XF.	NM	Non survenue de fractures secondaires des pointes ultrasoniques	Taper.08 % fracturé moins de .06 % et .04 %.
Yue X et al. (Meng et al.),(116)	2020	<i>Ex vivo Étude comparative</i>	$n = 69$	NM	Groupe acier inoxydable et groupe nickel titatium. (n = 23 chacun)	- Système de retrait d'instruments (IRS), système de micro-récupération et de réparation (MRetR) et MRetR avec microtube modifié - évaluer différentes durées d'exposition sur Processus de récupération	NM	Récupération	• longueur 0.50 mm, MRetR >IRS et MRetR système ($p < .001$) • longueur 1.00 mm, MRetR système et modifié MRetR > IRS groupe ($p < .01$) • longueur 1.5 mm tous égaux
Pruthy (117)	2020	<i>Etude experimentale in vitro</i>	$N = 80$	Molaires mandibulaires	Instrument rotative niti protaper F1	- Système ultrasonique pointe ultrasoniques proultra - Technique terauchi : limes terauchi avec kit de recuperation d'instruments terauchi (tfrk)	PU : 1/3 coronaire = 17.9 min 1/3 moyen = 46.4 min TFRK : 1/3 coronaire = 15.3 min	74 sur 80 (92.5 %)	• PU : 90% • Coronaire 20/20 (100%) • Moyen 16/20(80%) • Limes Terauchi : 95% • Coronaire 20/20(100%) • Moyen 18/20 (90%)
Akshay Khandelwal Kavalipurapu Venkata Teja Ajitha Palanivelu Jerry Jose)(118)	2021	NM	$n = 4$ 4 patients Avec 5 instruments fracture	Molaires	Limes (1 en acier les 4 autres en NiTi)	Ultrasons sous microscope opératoire.	20-30 minutes	3 instruments sont retirés et 2 non	60 % Succès = seulement retrait complet de l'instrument 3/5 instruments retirés

Terauchi Y(119)	2021	In vitro comparative study	$N = 128$	NM	• Lime manuelec en aciers inoxydable type H =40 • Lime k =14 • Instrument rotatif en NiTi =73 • Lentulo =1	• Système ultrasonique • Technique de la boucle • Xp shaper	8 sec – 32.4 min	89.8 %	• Les ultrasons : 114 / 128 • Technique de boucle : 13/128 • Xp shaper 1/128
Vicente faus – matoses et ai(120)	2022	Etude experimental in vitro	$N= 40$ (20 par groupe)	NM	Instrument rotatif niti	• Pointes ultrasonique (US) • Dispositif endo rescue (ER)	NM	NM	• Groupe US : 8 fracture extraites (1 mesiobuccale et 7 distaux) • Groupe ER : 3 fracture extraite (distaux)
Kaveh Nasir Et Karl-Thomas Wrbas (121)	2023	NM	$n = 128$	molaires prémolaires dents antérieures	NM	• Embouts ultrasoniques TFRK-12/6/S, des boucles métalliques ou XP Shaper (individuellement ou en combinaison) •	221 secondes	NM	89,8 % des instruments fracturés ont été retirés avec succès en utilisant principalement les embouts ultrasoniques
Malentacca et all (122)	2023	étude rétrospective	$N=158$	NM	NM	• Technique de l'aiguille ou pontage	NM	NM	• 131 de réussite • 9 contournés • 18 échoués
Nasim hashemi et ai(123)	2025	Etude experimental in vitro	$N=80$	Racines des canines extraite	Limes k 20en niti	• Microtube + colle cyanocrylate (gr 1) • Resine composite photopolymerisable (gr2) • Fil metalique (gr3) • Arbre interne (gr4) • Laser (gr5)	NM	NM	• Gr 1 et 4 ont montré une force d'extraction significativement plus eleve ($p<0.001$)7 • Gr 2 et 5 ont montré des forces plus faible • ($p<0.001$)8

DISCUSSION

3. DISCUSSION

Les limites de l'étude

- La taille réduite de l'échantillon.
- Sous-déclaration par les praticiens de certains cas de fracture instrumentale,
- La grève qui a duré plus de 2 mois.
- Absence de systèmes informatiques de collecte ou d'archivage des données cliniques et l'usage encore courant des dossiers papier rend difficile la consultation et l'exploitation efficace des données cliniques nécessaires à l'étude.
- Manque de temps pour la collecte des données.
- Manque des systèmes d'extraction des fractures d'instruments endodontique.
- Disponibilité restreinte des praticiens pour répondre aux questionnaires ou participer à l'enquête.

Notre étude a été menée auprès de 17 patients âgés de plus de 18 ans qui se sont présentés au service d'odontologie conservatrice endodontie du Centre Hospitalo-Universitaire de Tlemcen.

L'intérêt de notre étude était d'évaluer les cas de fractures instrumentales survenues dans le service d'odontologie conservatrice et endodontie (OCE) de Tlemcen, et analyser leur gestion à partir de sur une revue systématique des techniques les plus utilisées pour le retrait des instruments fracturés.

Notre étude a démontré une prédominance féminine avec un sexe ratio de 0,026. La tranche d'âge la plus consultée est entre 26 et 36 ans.

Le taux de réussite de retrait d'instrument fracturée d'après notre étude était un taux 23.5 %, alors que le taux d'échec était 76.5%.

DISCUSSION D'ANALYSE STATISTIQUE

La répartition des FI en fonction de sexe

Les résultats de notre étude révèlent une prédominance du sexe féminin (94,1 %) par rapport au sexe masculin (5,9 %), avec une sex-ratio de 0,062.

La prédominance du sexe féminin observée dans notre étude pourrait s'expliquer par une meilleure observance des soins et un recours plus fréquent aux consultations dentaires chez les

patientes, car les femmes accordent généralement plus d'attention à leur santé bucco-dentaire, sont plus réceptives aux recommandations médicales et consultent plus régulièrement les praticiens pour des soins préventifs ou curatifs.

Nos résultats ne concordent pas avec les résultats de (Hassan H, Ali SM et al. 2023) qui a démontré que les fractures instrumentales ont été signalées par 67,4 % chez les hommes contre 37,2 % chez les femmes (124).

La répartition des FI en fonction de l'âge

Les fractures instrumentales en endodontie peuvent survenir à n'importe quel âge. Dans notre étude la tranche d'âge majoritaire était entre 26ans et 36ans.

Cette prédominance peut être expliquée par plusieurs causes. En effet, à cet âge, les individus possèdent généralement les moyens financiers ce qui leur donne un accès aux soins dentaires, et ils disposent de la conscience de l'importance de la santé bucco-dentaire pour des raisons à la fois médicales et esthétiques. En plus à cet âge les individus possèdent un mode de vie plus actif (stress, alimentation déséquilibrée, consommation de café, tabac, etc.) ce qui peut aggraver les problèmes bucco-dentaires et conduire à une consultation plus régulière.

Comparable à l'étude de (Patnana AK, Chugh A et al . 2020), nos résultats ne coïncident pas avec les résultats de cette étude qui a démontré que le pourcentage de fractures de lime était maximal dans le groupe d'âge de plus de 60 ans (125).

La répartition des FI en fonction de lieu de résidence par Daïra

Nos résultats démontrent que la majorité des malades proviennent de la Daïra de Tlemcen, avec un pourcentage de 70.6 %. Les autres sujets ont été parvenus des autres Daïras avec un pourcentage de 29.5%.

Cette prédominance s'explique par la proximité du CHU, situé dans la Daïra de Tlemcen, ce qui rend l'accès aux soins plus facile et le déplacement plus court pour les patients de cette région.

Les résultats sont concordants avec une autre étude faite au niveau du service d'odontologie conservatrice endodontique CHU Tlemcen qui mit en évidence une répartition similaire, soulignant l'importance de la proximité dans le recours aux soins spécialisés. (126).

La répartition des FI en fonction de l'état général

Parmi 17 patients, seuls 2 patients présentent une altération de l'état générale avec un pourcentage de 11,8%, représentée par une patiente diabétique et une femme allaitante chacune représente 5.9%.

Ces résultats expliquent qu'il n'y a pas de lien direct entre l'état général du patient et la survenue de fractures instrumentales en endodontie, car ces fractures sont surtout dues à des facteurs techniques, anatomiques et opératoires, indépendants des conditions systémiques du patient.

La répartition des FI en fonction de motif de consultation et le type de prise en charge

La douleur a représenté le motif de consultation le plus important avec un taux de 47,1%.

Cette situation est étroitement liée à la forte proportion de consultations en urgence observée dans notre étude, représentant près de la moitié des cas.

Ces deux répartitions sont étroitement liées et traduisent un comportement de recours aux soins centré principalement sur la gestion de la douleur. En effet, la majorité des patients ne consultent qu'à un stade symptomatique avancé, souvent sous l'effet d'une douleur aiguë, ce qui conduit à des consultations en urgence. Ce schéma de prise en charge tardive est généralement associé à un manque de sensibilisation à la prévention, à un accès limité aux soins réguliers, ou encore à une faible valorisation de la santé bucco-dentaire.

Nos résultats en accord avec ceux de l'étude de (BOUCHOUKA K, MERRAD D et al . 2020) qui démontre que la douleur représente le motif de consultation principal, avec un pourcentage de 49,87 % (127).

La répartition des FI en fonction de l'hygiène buccodentaire

Parmi les patients étudiés la majorité d'entre eux présentent une mauvaise hygiène, ce qui correspond à un pourcentage de 64,7 %.

Cela peut s'expliquer par le fait qu'une mauvaise hygiène bucco-dentaire favorise l'apparition de lésions carieuses profondes, souvent négligées ou traitées tardivement. Cette situation conduit fréquemment à des atteintes pulpaires nécessitant un traitement endodontique. En effet, les dents présentant des destructions coronaires avancées ou des infections chroniques posent souvent des défis techniques, comme des canaux difficiles d'accès, calcifiés ou rétrécis, ce qui augmente le risque d'erreurs opératoires, notamment celui de fracture instrumentale.

La répartition des FI en fonction de la dent

Selon notre étude, le groupe de dent le plus susceptible d'avoir une FI est le groupe des molaires supérieurs avec un pourcentage de 41.2%, suivi par le groupe de molaires inférieurs avec un pourcentage de 29.4%.

Ces résultats peuvent s'expliquer par des facteurs anatomiques tels que la complexité des systèmes canaux, le nombre accru des canaux des molaires supérieurs, l'accès plus difficile lors des traitements endodontiques des molaires supérieurs, ainsi que les difficultés de manipulation des instruments dans ces zones.

Nos résultats diffèrent de celles rapportées par les résultats (Hassan H, Ali SM et al. 2023) qui démontrent que le groupe des molaires mandibulaires ont la plus forte incidence de FI parmi tous les autres groupes avec un pourcentage de 77.06 % (124), et l'étude de de (Alamoudi RA, Alfarran A et al. 2024) qui a signalée que 53,7 % des instruments fracturée se sont produits au niveau des molaires mandibulaires, suivis de 42,6 % au niveau des molaires maxillaires (128).

D'autre part les résultats de (Natanasabapathy V, Varghese A et al .2025) qui démontre que les FI se produisaient plus souvent sur les dents postérieures que sur les dents antérieures. (129).

La répartition des FI en fonction de l'arcade

Notre étude met en évidence une prédominance des fractures instrumentales au niveau de l'arcade maxillaire, avec une incidence de 58,8 %.

Cela est à cause de la complexité anatomique des molaires maxillaires, qui présentent souvent trois racines avec des canaux très courbés et l'incidence du deuxième canal mésio-vestibulaire dans la racine mésio-vestibulaire, parfois en courbures doubles ou en S, ce qui accroît le stress mécanique et la fatigue des instruments. De plus, l'accès difficile et la visibilité réduite dans cette région diminuent le contrôle tactile du praticien, augmentant ainsi le risque de fracture.

Les résultats de notre étude sont en désaccord avec les recherches de (Natanasabapathy V, Varghese A et al. 2025) qui démontre que les FI se produisent le plus souvent sur l'arcade mandibulaire que sur l'arcade maxillaire (129), et les résultats de la recherche de (Machado.R, C. Mendes, et al. 2022) qui démontrent que les fractures instrumentales sont observées au niveau mandibulaire qu'au maxillaire (130).

La répartition en fonction de la racine

Les résultats de notre étude révèlent que la racine mésiovestibulaire de groupe molaire est la plus confrontée au FI avec un pourcentage de 52,9%.

Ces résultats peuvent s'expliquer par la complexité anatomique des racines mésiovestibulaires, caractérisées par des canaux fins, et présentant des courbures prononcées dans les plans bucco-lingual et mésio-distal. Cette configuration particulière expose les instruments endodontiques à des contraintes mécaniques importantes, générant des phénomènes de fatigue cyclique et de torsion, notamment au niveau des zones courbées. De plus, l'accès limité et les difficultés liées à l'instrumentation de ces canaux augmentent le risque d'erreurs techniques, faisant de la racine mésiale une zone critique en endodontie.

Nos résultats concordent avec les résultats d'une étude réalisée par (Patnana AK, Chugh A et al. 2020) qui démontrent que l'incidence des FI dans la racine mésiovestibulaire était maximale 62 % du total des fractures des molaires maxillaires, suivie par la racine mésiovestibulaire des molaires mandibulaires avec un pourcentage de 31 % (125), et l'étude Clinique de (Suter B. 2017) qui a démontré que les FI se produisent le plus souvent dans les racines mésiovestibulaires des molaires inférieures et supérieures (131).

La répartition de FI en fonction de canal

Les résultats de notre étude montrent que le canal mésiovestibulaire est le plus concerné par les FI avec un pourcentage de 52.9%.

Cela peut s'expliquer par le fait que ce canal est souvent étroit, courbé et long. Il présente fréquemment des doubles courbures (au tiers cervical et au tiers apical), ce qui augmente les contraintes sur les instruments. Il contient aussi un second canal accessoire (MV2), parfois difficile à détecter ou à préparer correctement, ce qui complique encore plus le traitement. Il est parfois mal dégagé, avec un accès visuel et mécanique limité, cela peut conduire à une pression excessive ou des mouvements inappropriés de l'instrument.

Les résultats de notre étude coïncident avec les résultats de (Alamoudi RA, Alfarran A et al. 2024) qui a démontré que la fréquence la plus élevée des FI a été enregistrée au niveau du canal mésiovestibulaire avec un pourcentage de 35,2 % (128), et les résultats de l'étude de (Suter B. 2017) qui a démontré que la probabilité des FI dans le canal mésiovestibulaire est trois fois plus élevée comparativement au canal mésio-lingual ou distovestibulaire (131).

La répartition des FI en fonction de la courbure radiculaire

Les résultats de notre étude révèlent que les canaux courbe ont un risque plus élevé d'avoir une FI que les canaux droits avec un pourcentage de 64.7%.

Cela peut s'expliquer par le fait que la courbure du canal radiculaire entraîne une flexion des instruments endodontiques durant leur utilisation. Cette déformation engendre des tensions mécaniques dans les zones les plus incurvées, exposant les limes à une fatigue répétée. L'outil se plie et se relâche à chaque rotation ou impact, entraînant la création progressive de microfissures dans le métal. Ces microfissures finiront par se propager au fil du temps, dégradant la structure de l'instrument, ce qui provoque des ruptures brusques et imprévues. En outre, dans des canaux étroits et fortement courbés, les instruments peuvent se bloquer, ce qui les rend susceptibles à un couple de rotation trop élevé, augmentant ainsi notablement les risques de fracture.

Ces résultats confirment les observations (Patnana AK, Chugh A et al. 2020) qui démontre que l'incidence maximale de FI a été observée dans les canaux avec des courbures avec un pourcentage de 57%(125), et l'étude de (Alfouzan K, Jamleh A. 2018) qui a révélé que 56,6 % FI se produisaient dans des canaux sévèrement courbés, avec une prédominance dans le tiers apical des canaux radiculaires (132).

La répartition de FI en fonction de tiers

D'après notre étude 64.7% des FI se produisent au niveau de tiers apicale.

Cela s'explique par le fait que la zone apicale est anatomiquement complexe, fréquemment courbée et étroite, exposant ainsi les instruments à des contraintes mécaniques élevées. La difficulté d'accès à cette zone de la racine accroît la probabilité d'erreurs techniques. En outre, les instruments connaissent une fatigue cyclique importante dans ces courbures, ce qui augmente le risque de fracture, surtout en cas d'utilisation inadéquate ou de réutilisation excessive.

Nos résultats concordent avec les résultats de (Patnana AK, Chugh A et al. 2020), qui a révèle que la majorité des fractures ont été observées dans le tier apical, à moins de 2 mm de l'apex avec un pourcentage de 37 % et à l'apex avec un pourcentage de 35 % (125), et l'étude de (Suter B. 2017) qui a révélé que les fractures instrumentales étaient maximales avec un pourcentage de dans le tier apical 41% (131), et l'études de (Tzanetakis, Giorgos N et al. 2008) qui a démontré que le pourcentage des instruments fracturés dans le tiers apical était le plus important 52,5 % (133).

La répartition des FI en fonction de type d'instrument

Les résultats de notre étude montrent que l'instrument endodontique le plus fracturée est la lime mécanisée avec un pourcentage de 29.4%.

Cela s'explique par le fait que les limes mécaniques, notamment celles en nickel-titane (NiTi), sont soumises à des contraintes importantes lors de leur utilisation dans les canaux radiculaires. En raison de leur rotation ou oscillation à grande vitesse, ces instruments subissent à la fois une fatigue cyclique liée à la flexion répétée dans les canaux courbés, et une fatigue par torsion lorsqu'ils se coincent ou rencontrent une résistance excessive. La combinaison de ces contraintes, associée à la nature plus flexible mais aussi plus fragile du NiTi par rapport aux limes manuelles en acier inoxydable, rend les limes mécaniques plus susceptibles à la fracture instrumentale, surtout si elles sont utilisées de manière prolongée ou dans des canaux très courbés.

Nos résultats coïncident avec les résultats trouvés par (Rathod, Pratik et al. 2024) qui révèlent que lors de la préparation canalaire les instruments rotatifs ont tendance à se fracturer beaucoup plus que les instruments manuelles avec un risque de 1,68 % à 2,4 % par rapport à 0,25 % (134), et l'étude de (Nassar, Sulfia et al. 2022) qui ont trouvé que les limes manuelles NiTi présentent plus de résistance à la fracture par rapport à tous les systèmes de limes rotatives et alternatives (135).

La répartition des FI en fonction de la longueur de fragment fracturé

D'après notre étude la longueur de fragment fracturé la plus retrouvée est la longueur qui varie entre 0,5mm et 2mm avec un pourcentage de 47.1%.

Ces résultats s'expliquent par le fait que la fracture des instruments endodontiques sur une longueur de 0,5 à 2 mm est fréquente parce que c'est la partie qui correspond souvent à une section proche de l'extrémité active ou le bout de l'instrument, qui pénètre le plus profondément dans le canal spécialement dans les zones les plus contraignantes du canal, et où la fatigue mécanique s'accumule le plus rapidement et les fractures se produisent.

Les résultats de notre étude ne concordent pas avec l'étude de (Gencoglu N, Helvacioğlu D. 2009), qui démontre que la longueur d'instruments fracturés la plus courante est 2,5 mm (136), et l'étude de (Feghali M, Xhajanka E et al. 2021) qui révèle que la longueur moyen d'instrument fracturé par torsion est 2,5 mm et longueur moyen d'instrument fracturé par flexion est 3,35 mm (137).

Répartition des FI selon l'expérience de praticien

Selon les résultats de notre étude 47,1% des FI sont fait par les résidents.

Ce taux relativement élevé peut s'expliquer par d'une part, bien que les résidents aient déjà une formation clinique avancée, leur expérience pratique reste limitée par rapport à celle de praticiens confirmés. L'utilisation d'instruments rotatifs, qui sont plus sensibles à la technique, nécessite une maîtrise fine des paramètres opératoires (pression, vitesse, torque, etc.) et une bonne appréciation de l'anatomie canalaire, compétences qui s'acquièrent avec l'expérience. D'autre part, les cas traités par les résidents en milieu universitaire sont souvent complexes ou référés, ce qui augmente le risque de complications techniques, dont les fractures instrumentales. Enfin, une pression académique ou un stress lié à l'apprentissage peut également influencer négativement la performance clinique.

Nos résultats sont en accord avec ceux de (Shao.T, Guan.R et al. 2024), qui démontre que les résidents présentaient une incidence de FI de 1,3 %, contre 1 % chez les spécialistes et cette différence suggère que les praticiens moins expérimentés peuvent être associés à un risque légèrement accru de FI (138).

Répartition de FI selon le type de traitement

Selon les résultats de notre étude, les FI étaient élevée lors du traitement canalaire initial avec un pourcentage de 94,1%.

Cela est expliquer par le fait que les fractures instrumentales surviennent plus souvent lors des traitements initiaux en raison d'une anatomie canalaire encore inconnue, d'un manque de pré-élargissement, d'erreurs techniques. En retraitement, bien que les conditions soient souvent plus complexes, le praticien agit avec plus de prudence, bénéficie d'informations sur le traitement précédent, ce qui réduit légèrement le risque de fracture.

Nos résultats s'opposent d'une part avec les résultats (Alfouzan K, Jamleh A. 2018) qui a révèle que l'incidence des fractures était plus élevée lors des cas de retraitement avec un pourcentage de 2,96 % et alors que lors du traitement canalaire primaire était juste 0,74 % (132), d'autre part l'étude de (Tzanetakis, Giorgos N et al. 2008) qui a révélé que la fréquence des fractures était plus élevée dans les cas de retraitement par rapport au taux respectif de thérapies initiales (133). Finalement l'étude de (Alamoudi RA, Alfarran A et al. 2024) a démontrent qu'il n'y a aucune différence statistiquement significative dans l'incidence de la séparation d'instruments entre les cas initiaux 53,7 % et les cas de retraitement 46,3 % (128).

Répartition des FI selon la méthode de retrait

Les résultats de notre étude montrent que la méthode la plus utilisée pour le retrait d'instrument fracturée était Bypass avec un pourcentage de 41,2%.

Cela est expliqué par le fait que cette méthode est minimement invasive et préserve l'intégrité radiculaire. Elle présente un bon taux de succès, surtout lorsque le fragment est visible ou situé dans le tiers coronaire ou moyen. Le bypass est une option de choix en première intention face à une fracture instrumentale.

Notre étude ne coïncide pas avec l'étude de (SHIYAKOV, Kalin .K et al. 2014) qui a démontré que le taux de réussites des ultrasons était plus important que le taux de réussite de bypass avec un pourcentage de 84,61% (139).

Répartition des FI selon réussite du retrait

Les résultats de notre étude montrent que le taux le plus élevé c'est pour l'échec du retrait avec un pourcentage de 76.5 %.

Cette situation résulte d'un ensemble de contraintes anatomiques, techniques et matérielles qui restreignent considérablement les options d'intervention. Effectivement, la position apicale du fragment, la courbure prononcée du canal, la calcification ou la mauvaise accessibilité rendent fréquemment l'extraction mécanique du fragment difficile, voire risquée. En outre, l'absence d'outils spécialisés comme le microscope opératoire, ainsi qu'un déficit d'expertise dans les méthodes de retrait, amplifient les problèmes rencontrés.

En effet, essayer d'éliminer le fragment peut mettre le patient en danger de complications iatrogènes, comme la perforation radiculaire, l'amincissement excessif des parois ou le déplacement du fragment vers l'apex, altérant donc le pronostic de la dent. C'est pourquoi, dans certaines situations, la meilleure approche consiste à éviter le fragment ou à le maintenir en place sous observation, tant que les buts de désinfection peuvent être réalisés.

Notre résultat est en désaccord avec l'étude de (Vivekananda Pai AR, Mir S, Jain R. 2013) qui a montré que le taux de réussite du retrait des instruments est allé de 55 % à 87 % dans la littérature endodontique (140).

Répartition des FI selon l'utilisation d'aides visuelles

Notre étude montre que lors du retrait des instruments endodontiques fracturés seulement 23,5 % des cas ont été traités avec un dispositif visuel.

Cela s'explique par le manque d'équipement dans certains services, en particulier dans les structures publiques, limite l'accès à ces dispositifs souvent coûteux, l'utilisation efficace de ces outils nécessite une formation spécifique que tous les praticiens n'ont pas reçue, le recours à l'aide visuelle peut allonger le temps opératoire, ce qui peut être un frein dans des contextes cliniques où le rythme de travail est soutenu. Aussi, il est possible que certains praticiens sous-estiment l'importance du contrôle visuel dans la gestion des fractures instrumentales, ce qui souligne la nécessité d'une meilleure sensibilisation à l'apport de ces technologies dans la pratique endodontique moderne.

Nos observations diffèrent de celles rapportées par l'étude de (Peters OA, Boessler C, Zehnder M. 2012) qui a montré que le taux de réussite du retrait ou du contournement des instruments fracturés était de 85,3 % lorsque le fragment était visible à l'aide d'un microscope opératoire, contre seulement 47,7 % lorsque le fragment n'était pas visible (141).

DISCUSSION D'ANALYSE DES ETUDES D'EXTRACTION DES INSTRUMENTS FRACTUREES

La gestion des instruments fracturés en endodontie demeure un défi clinique majeur. Le tableau ci-joint met en lumière une diversité de techniques et de résultats, tant en conditions ex vivo, in vitro qu'in vivo, illustrant l'évolution des approches et leur efficacité relative.

Conception des études

Les études recensées se répartissent entre modèles ex vivo, in vivo, expérimentaux et rapports de cas. Les études ex vivo, telles que celles de Wohlgemuth et al. (2015)(107), Xu et al. (2017)(111), ou Arslan et al. (2020)(115), offrent un environnement contrôlé permettant des comparaisons directes entre les méthodes. Elles facilitent également la standardisation des paramètres, tels que la longueur des fragments ou la courbure des canaux. Toutefois, ces modèles restent éloignés des conditions cliniques, où l'anatomie radiculaire, l'accès limité, et la visibilité jouent un rôle crucial. Les études in vivo (Arya et al., 2019(113) ; Meidyawati et al., 2019(114) ; Akshay Khandelwal et al., 2021(118)) apportent une perspective plus réaliste, bien que leur nombre limité et la faible taille des échantillons (parfois réduits à un seul cas) nuisent à leur puissance statistique. Les études rétrospectives, comme celle de Malentacca et al. (2023)(122), permettent quant à elles une évaluation du succès en situation clinique réelle, mais au prix d'une hétérogénéité des techniques et instruments utilisés.

Caractéristiques des instruments fracturés et leur localisation

Le type d'instrument fracturé joue un rôle déterminant dans les chances de récupération. Les instruments en nickel-titane (NiTi), plus fréquemment utilisés aujourd'hui, présentent une plus grande flexibilité mais sont aussi plus susceptibles à la fracture par fatigue cyclique. Les limes K, H et rotatifs, en acier ou en NiTi, ont été les plus souvent rapportés. Les études de Terauchi (2021) (119) et Garg & Grewal (2016) (108) mettent en évidence l'influence du matériau sur la méthode choisie. La localisation du fragment est tout aussi cruciale. Les fragments situés dans le tiers coronaire ou moyen sont plus accessibles et présentent des taux de récupération plus élevés (jusqu'à 100 % dans certaines études comme Pruthy, 2020) (117). En revanche, ceux situés dans le tiers apical, surtout dans des racines courbées, posent un défi considérable. La courbure canalaire est un autre facteur limitant. Garg & Grewal (2016) (108) ont montré que les taux de succès diminuaient de 100 % (courbure légère) à 80,95 % (courbure sévère).

Méthodes de récupération : efficacité comparée**Techniques ultrasoniques**

Les ultrasons représentent l'approche la plus couramment utilisée. Utilisées seules ou sous microscope opératoire, elles permettent de vibrer le fragment pour le désengager. Terauchi (2021) (119) et Xu et al. (2017) (111) rapportent des taux de succès supérieurs à 85 % avec cette technique, en particulier lorsque combinée à une plateforme de staging. Toutefois, l'activation ultrasonique excessive peut entraîner une fracture secondaire, comme le souligne Arslan et al. (2020)(115).

Systèmes micro tubes et fraises de trépan

La combinaison d'un micro tube avec une fraise de trépan permet d'entourer le fragment et de le dégager mécaniquement. Yang et al. (2017)(110) ont obtenu un taux global de récupération de 46 %, alors que Xu et al. (2017)(111), avec une méthode similaire mais mieux maîtrisée, atteignaient 100 %. Cette disparité souligne l'importance de l'expertise opératoire.

Systèmes hybrides : TFRK et IRS

La technique Terauchi (TFRK) utilise une combinaison d'ultrasons et d'outils spécifiques (crochets, limes modifiées). Pruthy (2020) (117) a comparé TFRK aux ultrasons classiques et a observé un taux de succès de 95 %, contre 90 % pour l'approche standard. Les systèmes IRS et

MRetR (Meng et al. 2020) (116) montrent également des résultats prometteurs, particulièrement sur les fragments courts (<1 mm).

Techniques alternatives : laser, colle, boucle métallique

Plus récemment, Hashemi et al. (2025)(123) ont évalué des méthodes innovantes, comme l'utilisation de colle cyanocrylate, de résine photopolymérisable ou encore de laser. Le groupe utilisant des microtubes associés à de la colle a présenté une force d'extraction significativement plus élevée. En revanche, la résine et le laser ont montré des résultats moins efficaces. La technique de la boucle métallique, testée par Terauchi (2021) (119), reste marginale, avec des succès ponctuels.

Comparaison des taux de succès

Les taux de réussite varient de façon importante selon les études, les méthodes et les cas cliniques : • Techniques ultrasoniques : 60 à 100 %, selon l'emplacement du fragment et la visibilité. • Méthodes microtubes/fraise de trépan : 46 à 100 % (Yang vs. Xu). • TFRK et IRS : 89,8 % à 95 %, selon les protocoles. • Colle, laser : résultats encore expérimentaux, mais prometteurs pour certains montages (Hashemi, 2025) (123) • Contournement : une alternative lorsque la récupération échoue (Malentacca et al.2023) (122). Il apparaît clairement que la réussite est maximale pour les fragments coronaires et diminue pour les zones apicales, les canaux fins et les courbures sévères.

Limites méthodologiques des études analysées

La principale limite des études ex vivo reste l'absence de contraintes cliniques réelles. La visibilité, les saignements, les mouvements du patient, ou encore la fatigue de l'opérateur ne sont pas simulés. Les tailles d'échantillons varient énormément (de 1 à 158 cas), ce qui rend difficile la généralisation des résultats. De plus, la définition du « succès » n'est pas uniformisée : certaines études définissent la réussite par le retrait total du fragment, d'autres par la possibilité de poursuivre le traitement. Enfin, peu d'études intègrent des suivis à long terme post-récupération, ce qui limite l'évaluation du véritable impact clinique.

Implications cliniques et recommandations pratiques

Les données analysées permettent d'orienter les décisions cliniques selon le contexte :

- En cas de fracture dans le tiers coronaire : les ultrasons seuls sont souvent suffisants.

- En tiers moyen ou apical : préférer une approche combinée (plateforme de staging, microtube, TFRK).
- En présence de courbure sévère ou de canal fin : prudence accrue, envisager le contournement.
- La récupération sous microscope opératoire augmente significativement les chances de succès. Il est impératif de toujours évaluer le risque de perte dentinaire excessive, de fracture secondaire ou de perforation avant toute tentative de récupération.

CONCLUSION

CONCLUSION

La fracture instrumentale représente l'une des complications en endodontie, tant en raison de ses conséquences cliniques que de son influence sur le pronostic du traitement. Ce phénomène peut compromettre l'objectif principal de traitement endodontique, qui est la désinfection du système canalaire. Cependant des cas de cicatrisation avec des fragments cassés ont été notés, surtout lorsque la désinfection coronaire a été effectuée correctement.

L'apparition d'une fracture instrumentale est influencée par divers éléments, concernant tant l'instrument, la méthode chirurgicale, la structure dentaire, et encore le praticien lui-même.

La prise en charge d'une fracture instrumentale dépend de divers facteurs, et plusieurs techniques de retrait sont évoquées pour l'extraction d'instrument fracturé, allant de l'emploi de systèmes ultrasoniques à des approches plus invasives telles que la chirurgie apicale, et dans certaines situations le contournement de fragment fracturé si son extraction implique un risque plus élevé que le bénéfice anticipé. La sélection de la stratégie est également influencée par l'analyse du pronostic général et les aptitudes du praticien.

Ces méthodes ont été élaborées dernièrement grâce à l'application de nouvelles techniques comme les microscopes opératoires qui augmentent de manière significative les taux de réussite.

La prévention reste la meilleure approche. Elle s'appuie sur une connaissance détaillée de l'anatomie dentaire, une expertise sur les techniques d'instrumentation, et un respect strict des consignes d'utilisation des instruments. En plus la formation continue des praticiens, l'optimisation des matériaux et l'évolution des conceptions d'instruments constituent aussi des facteurs clés pour diminuer ces incidents.

La fracture instrumentale reste une complication redoutée en endodontie, elle peut être gérée avec succès dans de nombreux cas, à condition d'une évaluation rigoureuse, d'un matériel adapté et d'une stratégie thérapeutique individualisée et le praticien doit être préparé à faire face à cette éventualité.

La communication avec le patient reste essentielle, lui expliquer la situation, le risque, les options thérapeutiques et le pronostic permet de maintenir une relation de confiance et de favoriser l'adhésion au traitement.

Loin d'être un échec définitif, la fracture instrumentale peut devenir, si elle est bien maîtrisée, une simple étape du traitement endodontique moderne.

PERSPECTIVES
ET
RECOMANDATION

PERSPECTIVES

- Études cliniques à long terme : Mener des recherches sur le pronostic à long terme des dents conservées avec un fragment fracturé non retiré, en lien avec la qualité de la désinfection.
- Amélioration des protocoles préventifs : Développer et valider des protocoles cliniques de prévention
- Formation et simulation : Intégrer des programmes de simulation virtuelle ou sur dents artificielles pour entraîner les praticiens à gérer les fractures instrumentales
- Nouveaux matériaux et designs d'instruments : Encourager le développement d'instruments plus résistants à la fatigue cyclique et torsionnelle, avec des alliages innovants (ex : NiTi traité thermiquement).

RECOMMANDATIONS

À la lumière des résultats obtenus et de l'analyse des cas de fractures instrumentales, plusieurs recommandations peuvent être formulées afin de réduire l'incidence de cette complication et améliorer la qualité des traitements endodontiques :

- Respecter strictement les protocoles cliniques d'instrumentation
- Maîtriser la courbure et la morphologie canalaire avant instrumentation
- Utiliser des instruments de haute qualité et à usage unique lorsque possible
- Adopter une stratégie d'irrigation efficace et continue
- Former continuellement les praticiens
- Mettre en place un protocole de gestion des fractures

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Allout C, Belmehdi MAE, Nemmouchi D, Tayane R, Griballah M (promotrice). Les fractures instrumentales en endodontie facteurs étiologiques et prise en charge, Université de Blida 1, Faculté de Médecine; 2023
2. Lin C, Xu L, Chen Y xi, Liang Y, Chen X lin, Lin Y, et al. A statistical model for predicting the retrieval rate of separated instruments and clinical decision-making. *Journal of Dental Sciences*. 1 déc 2015;10(4):423-30.
3. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of Endodontics*. 1 oct 1990;16(10):498-504.
4. Spili P, Parashos P, Messer HH. The Impact of Instrument Fracture on Outcome of Endodontic Treatment. *Journal of Endodontics*. 1 déc 2005;31(12):845-50.
5. Eble A. La fracture des instruments d'endodontie en Nickel-Titane. UHP - Université Henri Poincaré; 2010.
6. Droulers L. Endodontique à minima: concept. *Rev Odont Stomatol*. 2017;46(1):16–30.
7. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic topics*. 2005;10(1):3-29.
8. AURIOL M.M. Histologie du complexe pulpodentinaire. 2000.
9. Jérôme Michetti. Segmentation endodontique sur des images scanner 3D : méthodes et validation. 2019;104.
10. Nallapati S. Anatomie canalaire et traitement endodontique. *Rev Odont Stomatol*. 2010;39(4):239-262.
11. Darabara M, Bourithis L, Zinelis S, Papadimitriou GD. Assessment of elemental composition, microstructure, and hardness of stainless steel endodontic files and reamers. *J Endod*. Juill 2004; 30(7):523-6.
12. Zanza A, D'Angelo M, Reda R, Gambarini G, Testarelli L, Di Nardo D. An Update on Nickel-Titanium Rotary Instruments in Endodontics: Mechanical Characteristics, Testing and Future Perspective-An Overview. *Bioengineering (Basel)*. 16 déc 2021; 8(12):218.
13. Thompson SA. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *Int Endodontic J* [Internet]. Juill 2000 [cité 5 Nov 2024]; 33(4):297-310.
14. Anil S, Neelakantan P, Nassif W. Evolution of Nickel–titanium Alloys in Endodontics. *The Journal of Contemporary Dental Practice* . nov 2017;18(11):1090-6.

15. Tabassum S. NiTi Rotary Systems: What's New. Eur Endod J [Internet]. 2019;
16. Lamouche V. Les différentes formes des limites apicales de la préparation endodontique (revue de littérature et discussion). 2014.
17. Mathieu Boyer. La mise en forme canalaire : le point en 2015.
18. Ferreri, Thibault Sergent. Évaluation du respect des trajectoires canalaire lors du cathétérisme : comparaison entre instrumentation manuelle et instrumentation mécanisée. 2013;
19. Muñoz E, Forner L, Llena C. Influence of operator's experience on root canal shaping ability with a rotary nickel-titanium single-file reciprocating motion system. J Endod. avr 2014;40(4):547-50.
20. Pertot WJ, Simon S. Le traitement endodontique. Quintessence international; 2003.
21. Basrani B, Roth K, Sas G, Kishen A, Peters OA. Torsional profiles of new and used Revo-S rotary instruments: an in vitro study. Journal of Endodontics. 2011;37(7):989-92.
22. Lopes DS, Pessoa MAV, Aguiar CM. Assessment of the Centralization of Root Canal Preparation with Rotary Systems. Acta Stomatol Croat. sept 2016;50(3):242-50.
23. Neto F, Ginjeira A. Comparative analysis of simulated root canals shaping, using ProTaper Universal, Next and Gold. Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial. 2016;57(2):82-6.
24. Aguiar CM, Câmara AC. Radiological evaluation of the morphological changes of root canals shaped with ProTaper™ for hand use and the ProTaper™ and RaCe™ rotary instruments. Australian Endodontic Journal. 2008;34(3):115-9.
25. Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddell C, West J. The WaveOne single-file reciprocating system. Roots. 2011;1(1):28-33.
26. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/. 04 rotary instruments. Journal of endodontics. 2008;34(11):1406-9.
27. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, et al. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. J Endod. avr 2012;38(4):505-9.
28. Topcu KM, Karatas E, Ozsu D, Ersoy I. Efficiency of the Self Adjusting File, WaveOne, Reciproc, ProTaper and hand files in root canal debridement. Eur J Dent. juill 2014;8(3):326-9.
29. Nouri S. L'instrumentation en endodontie. Paris: Éditions Dentaire; 2023

30. Amza O, Dimitriu B, Suciuc I, Bartok R, Chirila M. Etiology and Prevention of an Endodontic Iatrogenic Event: Instrument Fracture. *Journal of Medicine and Life*. sept 2020;13(3):378.
31. Dhamija P, Dhawan A, Tanwar N, Pruthi PJ, Duhan J. Demystifying failures behind separated instruments: A review. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2022;12(6):574–81.
32. Karimi M, Merini HE, Dhaimy S, Jabri M, Ouazzani AE. Fractures des instruments au cours du traitement endodontique: techniques de retrait et moyens de prévention. *African Journal of Dentistry & Implantology* . 2013 ;(2)
33. Gondal SMF, Imran K, tu Zahra SF, Yousaf A, Mehmood F, Rasheed D. Opinions and Attitudes of Dental Practitioners towards Intracanal Separation of Endodontic Instruments. *Age (Mean\pmSD)*. 2024;28:6-35.
34. Azzaoui Z, Zinebboulefred E. L'irrigation en endodontie : données actuelles. University of Tlemcen; 2012 Jun 1
35. Niazi F, Baloch H. A brief review of the methods used to determine the curvature of root canals, 2015.
36. François T. Gestion des fractures instrumentales en endodontie [thèse]. Lyon (FR) : Université Claude Bernard Lyon 1; 2015.
37. Pedir SS, Mahran AH, Beshr K, Baroudi K. Evaluation of the Factors and Treatment Options of Separated Endodontic Files Among Dentists and Undergraduate Students in Riyadh Area. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*. 1 mars 2016;10(3):ZC18.
38. Shilpa-Jain DP, Santosh SS, Archana D, Smita S, Saumya-Rajesh P, Velmurugan N. Knowledge-, attitude-, and practice-based survey on instrument separation and its management among endodontists and postgraduates in India - A cross-sectional web-based questionnaire. *Saudi Endodontic Journal*. avr 2021;11(1):80.
39. Pillay M, Vorster M, van der Vyver PJ. Fracture of endodontic instruments - Part 1: Literature review on factors that influence instrument breakage. *South African Dental Journal*. nov 2020;75(10):553-63.
40. Hamasha AAH, Darwazeh A. Prevalence of pulp stones in Jordanian adults. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1 déc 1998;86(6):730-2.
41. Baghdady VS, Ghose LJ, Nahoom HY. Prevalence of pulp stones in a Teenage Iraqi Group. *Journal of Endodontics*. 1 juin 1988;14(6):309-11.

42. Goga R, Chandler NP, Oginni AO. Pulp stones: a review. *International Endodontic Journal*. 2008;41(6):457-68.
43. Ranjitkar S, Taylor JA, Townsend GC. Calcifications of the pulp chamber: prevalence and implicated factors. *Clin Oral Investig*. 2009;13(3):209–15.
44. Karimi Z, Chala S, Nassri S, Sakout M, Abdallaoui F. Les dégénérescences calciques pulpairees et leur impact sur la qualité du traitement endodontique : étude radiographique. *Actual Odonto-Stomatol* [Internet]. 2016 [cité 2024 nov 23];(277):44–50
45. Assurance Maladie. Mauvaise position des dents : définition et conséquences [Internet]. Paris : ameli.fr; 27 mars 2024.
46. Dewan H, Gopikrishna V, Kandaswamy D. Gestion d'un instrument séparé comme accident de procédure en endodontie en utilisant la technique de contournement assistée par l'EDTA (C₁₀H₁₆N₂O₈) et la méthode d'élimination ultrasonique. Étude in vitro [Internet]. 2020 [cité 2024 nov 10]
47. Raju TBVG, Garapati S, Agrawal R, Reddy S, Razdan A, Kumar SK. Sterilizing Endodontic Files by four different sterilization methods to prevent cross-infection - An In-vitro Study. *J Int Oral Health*. déc 2013;5(6):108-12.
48. Grassi FR, Pappalettere C, Di Comite M, Corsalini M, Mori G, Ballini A, et al. Effect of different irrigating solutions and endodontic sealers on bond strength of the dentin-post interface with and without defects. *Int J Med Sci*. 2012;9(8):642-54.
49. Plotino G, Costanzo A, Grande NM, Petrovic R, Testarelli L, Gambarini G. Experimental Evaluation on the Influence of Autoclave Sterilization on the Cyclic Fatigue of New Nickel-Titanium Rotary Instruments. *Journal of Endodontics*. 1 févr 2012;38(2):222-5.
50. Dioguardi M, Sovereto D, Aiuto R, Laino L, Illuzzi G, Laneve E, et al. Effects of Hot Sterilization on Torsional Properties of Endodontic Instruments: Systematic Review with Meta-Analysis. *Materials*. janv 2019;12(13):2190.
51. Wagner M. Traitement non-chirurgical des perforations dentaires iatrogènes par la pose de Biodentine™ : réalisation de vidéos pédagogiques [thèse]. Lille (FR) : Université de Lille, Faculté de Chirurgie Dentaire; 2019.
52. Faculté de Médecine de l'Université Constantine 3. Exploration radiologique [Internet]. Constantine (DZ) : Université Constantine 3; 2024 [cité 2025 mai 24].
53. Fouillen KJ. Étude des effets de la préparation canalaire à l'aide de la microtomographie: analyse comparative innovante de 3 systèmes rotatifs en NiTi.

54. Koerperich C. Intérêt de la tomographie volumique à faisceau conique dans le diagnostic des pathologies du sinus maxillaire d'origine dentaire [thèse]. Nancy : Université Henri Poincaré Nancy 1; 2010
55. Université de Constantine 3, Faculté de Médecine. Radiographie panoramique [Internet]. Constantine : Université de Constantine 3; 2021
56. Felizardo R, Thomas A, Foucart JM. Techniques radiographiques utiles en orthodontie. *Orthod Fr.* mars 2012;83(1):11-22.
57. Demolon I. Cone Beam et avancées diagnostiques en dentisterie. Première partie. *Rev Odont Stomat* [Internet]. 2013;42:82–106.
58. Lesieur C. L'apport du cone beam dans la gestion des instruments endodontiques fracturés. 12 févr 2019;65.
59. Xu M, Ren H, Liu C, Zhao X, Li X. Systematic review and meta-analysis of root morphology and canal configuration of permanent premolars using cone-beam computed tomography. *BMC Oral Health.* 4 juin 2024;24(1):656.
60. le rôle de l'imagerie 3D dans le diagnostic endodontique et la planification du traitement : une revue systématique. *Journal of Dental Care.*
61. Alkhouja F. Maîtriser l'instrumentation endodontique. [Internet]. 2016
62. Abdelmomen I. Influence des traitements thermiques sur les performances et la tenue en service des instruments endodontiques [thèse de doctorat en mécanique des matériaux]. Nancy (France) : Université de Lorraine ; 2023
63. Gutmann JL. Commentary: Cognitive Dissonance in Endodontics: Perspectives and Comments. *Journal of Endodontics.* 1 nov 2003;29(11):713.
64. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and Direct Observation of Experimental Lesions in Bone: I†. *Journal of Endodontics.* 1 nov 2003;29(11):702-6.
65. Eble A. La fracture des instruments d'endodontie en Nickel-Titane [thèse]. Nancy (France): UHP-Université Henri Poincaré; 2010.
66. Madarati AA, Watts DC, Qualtrough AJE. Opinions and attitudes of endodontists and general dental practitioners in the UK towards the intra-canal fracture of endodontic instruments. Part 2. *International Endodontic Journal.* 2008;41(12):1079-87.
67. Saad A. La fracture instrumentale en endodontie: conduite à tenir. *Rev Odont Stomatol.* 2009;38(3):137–50
68. Chai R, Jiang X, Ma R, Zhang Q, Yang E, Zhang A. Different strategies for treating intracanal fractured instruments in a single tooth: A case report. *Exp Ther Med.* nov 2024;28(5):411.

69. RATHI, Chanchal, CHANDAK, Manoj, MODI, Richa, et al. Management of separated endodontic instrument: 2 case reports. *Med Sci*, 2020, vol. 24, p. 1663-8.
70. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PMH. Management of intracanal separated instruments. *J Endod*. mai 2013;39(5):569-81
71. Gencoglu N, Helvacioglu D. Comparison of the different techniques to remove fractured endodontic instruments from root canal systems. *Eur J Dent*. avr 2009;3(2):90-5.
72. Alrahabi M, Gabban H. Management of foreign object in the root canal of central incisor tooth. *Saudi Endod J*. 2014;4(3):154.
73. Tikhonova S, Booij L, D'Souza V, Crosara KTB, Siqueira WL, Emami E. Investigating the association between stress, saliva and dental caries: a scoping review. *BMC Oral Health*. 13 mars 2018;18(1):41.
74. Chai R, Jiang X, Ma R, Zhang Q, Yang E, Zhang A. Different strategies for treating intracanal fractured instruments in a single tooth: A case report. *Exp Ther Med*. nov 2024;28(5):411
75. Shen Y, Peng B, Cheung GSP. Factors associated with the removal of fractured NiTi instruments from root canal systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. nov 2004;98(5):605-10.
76. Cujé J, Bargholz C, Hülsmann M. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. *Int Endod J*. juill 2010;43(7):545-54.
77. Suter B, Lussi A, Sequeira P. Probability of removing fractured instruments from root canals. *Int Endod J*. févr 2005;38(2):112-23.
78. AL-ATTAS MH, AL-NAZHAN SA, AL-HARBI MS. Retrieval of Separated Instruments from Root Canal Space: A Case. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*. 2019;13(9).
79. Iskander S. Intérêts des aides optiques en chirurgie dentaire: Analyse d'un questionnaire. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire, Université ...; 2015.
80. François T. Gestion des fractures instrumentales en endodontie [thèse]. Lyon : Université Claude Bernard Lyon 1, UFR d'Odontologie; 2015
81. Cossais S. Techniques d'ablation des instruments endocanalaire fracturés [thèse]. Nantes : Université de Nantes ; 2006.
82. Karimi M, Merini HE, Dhaimy S, Jabri M, Ouazzani AE. FRACTURES DES INSTRUMENTS AU COURS DU TRAITEMENT ENDODONTIQUE:

- TECHNIQUES DE RETRAIT ET MOYENS DE PREVENTION. African Journal of Dentistry & Implantology [Internet]. 2013 [cité 27 déc 2024];(2)
83. François T. Gestion des fractures instrumentales en endodontie [thèse]. Lyon : Université Claude Bernard Lyon 1, UFR d'Odontologie; 2015
 84. Olczak K, Grabarczyk J, Szymański W. Removing Fractured Endodontic Files with a Tube Technique—The Strength of the Glued Joint: Tube-Endodontic File Setup. *Materials*. janv 2023;16(11):4100.
 85. AL-ZAHRANI, Mohammad S. et AL-NAZHAN, Saad. Retrieval of separated instruments using a combined method with a modified vista dental tip. *Saudi Endodontic Journal*, 2012, vol. 2, no 1, p. 41-45.
 86. Köhrer DM, Köhrer PC. The Idea. EndoCowboy®. <https://endocowboy.com/the-idea/>. Publié en 2020.
 87. Rahimi M, Parashos P. A novel technique for the removal of fractured instruments in the apical third of curved root canals. *Int Endod J*. mars 2009;42(3):264-70.
 88. Umre U, Sedani S, Nikhade PP, Mishra A, Bansod A. The Good Old Masserann Technique for the Retrieval of a Separated Instrument: An Endodontic Challenge. *Cureus*. sept 2023;15(9):e45811.
 89. Terauchi Y, Ali WT, Abielhassan MM. Present status and future directions: Removal of fractured instruments. *Int Endod J*. mai 2022;55 Suppl 3:685-709.
 90. Okiji T. Modified usage of the Masserann kit for removing intracanal broken instruments. *J Endod*. juill 2003;29(7):466-7.
 91. Yoldas O, Oztunc H, Tinaz C, Alparslan N. Perforation risks associated with the use of Masserann endodontic kit drills in mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. avr 2004;97(4):513-7.
 92. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment--case selection and technique. 3. Retreatment techniques. *J Endod*. nov 1990;16(11):543-9.
 93. Dieras F. *Satelec Tip Book*. Mérignac (FR) : ACTEON Group – Satelec®; 2024.
 94. Shiyakov KK, Vasileva RI. SUCCESS FOR REMOVING OR BYPASSING INSTRUMENTS FRACTURED BEYOND THE ROOT CANAL CURVE – 45 CLINICAL CASES. *JofIMAB*. 19 août 2014;20(3):567-71.
 95. Kayat B, Michonneau JC. Inserts à ultrasons en endodontie conventionnelle. 2007;
 96. EBLE, Arnaud. La fracture des instruments d'endodontie en Nickel-Titane. 2010. Thèse de doctorat. UHP-Université Henri Poincaré.

97. Jebril A. Management of fractured endodontic instruments: a clinical guide. *Br Dent J.* juin 2018;224(12):920-920.
98. GROSSI, Vanina. L'endodontie chirurgicale: routine ou traitement d'exception?. 2017.
99. Dentsply Maillefer. ProRoot® MTA – Mode d'emploi [Internet]. 2016
100. CHALA, Sanaa, ABOUQAL, Redouane, et RIDA, Sana. Apexification of immature teeth with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: systematic review and meta-analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2011, vol. 112, no 4, p. e36-e42.
101. DORIGNY, Jennifer. Biodentine™: concepts d'adhésion et d'étanchéité. 2017.
102. Mahmood T. A Study of Apicectomies [thèse]. Glasgow : University of Glasgow ; 1991.
103. Jouanny G, Khayat BG. La chirurgie endodontique : une solution très conservatrice. *Le Fil Dentaire*. 2010;(56):26-27.
104. GROSSI, Vanina. L'endodontie chirurgicale: routine ou traitement d'exception?. 2017.
105. Broome M, Jaques B, Monnier Y. Les sinusites d'origine dentaire : diagnostic et prise en charge. *Revue Médicale Suisse*. 2008;4(173):2080-4.
106. Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF. *Endodontics: principles and practice*. Fifth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier, Saunders; 2015. 1 p.
107. Wohlgemuth P, Cuocolo D, Vandrangi P, Sigurdsson A. Effectiveness of the GentleWave System in Removing Separated Instruments. *J Endod.* nov 2015;41(11):1895-8.
108. Garg H, Grewal MS. Cone-beam Computed Tomography Volumetric Analysis and Comparison of Dentin Structure Loss after Retrieval of Separated Instrument by Using Ultrasonic EMS and ProUltra Tips. *J Endod.* 2016;42(11):1693-1698.
109. Pk M, Sc K, As S. Broken instrument retrieval with indirect ultrasonics in a primary molar. *Eur Arch Paediatr Dent.* févr 2016;17(1):71-4.
110. Yang Q, Shen Y, Huang D, Zhou X, Gao Y, Haapasalo M. Évaluation de deux techniques de tréphine pour l'élimination des instruments rotatifs en nickel-titane fracturés des canaux radiculaires. *J Endod.* 2017; 43(1):116-120.
111. Xu J, He J, Yang Q, Huang D, Zhou X, Peters OA, et al. Accuracy of Cone-beam Computed Tomography in Measuring Dentin Thickness and Its Potential of Predicting the Remaining Dentin Thickness after Removing Fractured Instruments. *J Endod.* sept 2017;43(9):1522-7.
112. Adl A, Shahravan A, Farshad M, Honar S. Success Rate and Time for Bypassing the Fractured Segments of Four NiTi Rotary Instruments. *Iran Endod J.* 2017;12(3):349-53.

113. Arya, Ashtha & Arora, Anshul & Thapak, Gourav. Retrieval of separated instrument from the root canal using ultrasonics: Report of three cases. *Endodontology*. (2019).
114. Meidyawati, Ratna, Suprastiwi, Endang, Setiati, Hasti Dwi, Récupération de limes brisées dans la première molaire inférieure droite à l'aide d'un instrument à ultrasons et de micro-pinces endodontiques, *Rapports de cas en dentisterie*, 2019, 7940126
115. Arslan H, Doğanay Yıldız E, Taş G, Akbıyık N, Topçuoğlu HS. Duration of ultrasonic activation causing secondary fractures during the removal of the separated instruments with different tapers. *Clin Oral Investig*. janv 2020;24(1):351-5.
116. Meng Y, Xu J, Pradhan B, Tan BK, Huang D, Gao Y, et al. Microcomputed tomographic investigation of the trepan bur/microtube technique for the removal of fractured instruments from root canals without a dental operating microscope. *Clin Oral Investig*. mai 2020;24(5):1717-25.
117. Pruthi PJ, Nawal RR, Talwar S, Verma M. Comparative evaluation of the effectiveness of ultrasonic tips versus the Terauchi file retrieval kit for the removal of separated endodontic instruments. *Restor Dent Endod*. mai 2020;45(2):e14.
118. M Khandelwal, Akshay & Teja, Kavalipurapu & Palanivelu, Ajitha & Jose, Jerry. Management of separated instruments in root canal using ultrasonics -a case series. 8. 4702-4706. 2021.
119. Terauchi Y, Sexton C, Bakland LK, Bogen G. Factors Affecting the Removal Time of Separated Instruments. *J Endod*. août 2021;47(8):1245-52.
120. Faus-Matoses V, Burgos Ibáñez E, Faus-Llácer V, Ruiz-Sánchez C, Zubizarreta-Macho Á, Faus-Matoses I. Comparative Analysis of Ease of Removal of Fractured NiTi Endodontic Rotary Files from the Root Canal System—An In Vitro Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. janv 2022;19(2):718.
121. Nasiri, Kaveh & Wrbas, Karl-Thomas. Management of separated instruments in root canal therapy. *Journal of Dental Sciences*. 18. 10.1016/j.jds.2023.
122. Malentacca A, Zaccheo F, Rupe C, Lajolo C. Endodontic Clinical Outcome after Separated Instrument Removal Using a Spinal Needle Technique: A Retrospective Study of Thirty Years of Clinical Experience. *J Endod*. août 2023;49(8):980-9.
123. Hashemi N, Aminsobhani M, Kharazifard MJ, Hamidzadeh F, Sarraf P. Comparison of the pull-out force of different microtube-based methods in fractured endodontic instrument removal: An in-vitro study. *BMC Oral Health*. 2 janv 2025;25:1.

124. Hassan H, Ali SM, Chaudhry AA, Riaz S, Khawar B, Aziz S. Endodontic procedural errors and their reporting and referral among dental graduates working at dental institutes in Punjab: a cross-sectional study. *Khyber Med Univ J.* 2023;15(2):96-100.

125. Patnana AK, Chugh A, Chugh VK, Kumar P. The incidence of nickel-titanium endodontic hand file fractures: A 7-year retrospective study in a tertiary care hospital. *J Conserv Dent.* 2020;23(1):21-5.

126. Bensaber A, Souidi A. Motifs de consultation en odontologie pédiatrique : étude épidémiologique au service d'odontologie conservatrice endodontie du CHU de Tlemcen [mémoire de fin d'études]. Tlemcen (Algérie) : Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen, Faculté de Médecine, Département de Médecine Dentaire ; 2019.

127. BOUCHOUKA K, MERRAD D, HAMMADA Y, MERSAOUI S, HECHILI D, NEMMOUR S, IKHELEF F, TAOUTAOU H, TELGHAMTI H. Les motifs de consultation en médecine dentaire [mémoire de fin d'études]. Constantine (Algérie) : Université Salah Boubnider Constantine 3, Faculté de Médecine, Département de Médecine Dentaire ; 2020.

128. Alamoudi RA, Alfarran A, Alnamnakani B, Howait M, Alghamdi NS, Ain TS. Assessment of incidence, management and contributory factors of root canal instrument separation in an endodontics post-graduate program: a retrospective clinical study. *Niger J Clin Pract.* 2024;27(1):16–21

129. Natanasabapathy V, Varghese A, Karthikeyan PKA, Narasimhan S. Pattern of endodontic instrument separation and factors affecting its retrieval: a 10-year retrospective observational study in a postgraduate institute. *Restor Dent Endod.* 2025 Feb;50(1):e7.

130. Machado, R., de Souza Júnior, C., Mendes, B.L. et al. Incidence of fracture of ProDesign Logic system instruments: A cross-sectional retrospective study. *Sci Rep* 12, 7897 (2022)

131. Suter B. Présentation succincte des fractures d'instruments endodontiques : Incidence, localisation, options thérapeutiques et pronostic. *Swiss Dent J.* 2017 Mar 24;127(3):238–41.

132. Alfouzan K, Jamleh A. Fracture of nickel titanium rotary instrument during root canal treatment and re-treatment: a 5-year retrospective study. *Int Endod J.* 2018 Feb;51(2):157–63.

- 133.** Tzanetakakis, Giorgos N et al. "Prevalence and management of instrument fracture in the postgraduate endodontic program at the Dental School of Athens: a five-year retrospective clinical study." *Journal of endodontics* vol. 34,6 (2008): 675-8.
- 134.** Rathod, Pratik et al. "Management of an Intracanal Separated Instrument in the Lower Right First Molar: A Case Report." *Cureus* vol. 16,6 e63418. 28 Jun. 2024
- 135.** Nassar, Sulfia et al. "Comparative Evaluation of Fracture Resistance of Endodontically Treated Bicuspid Instrumented With Hand Files, TruNatomy, ProTaper Next, ProTaper Gold, and WaveOne - An In vitro Study." *Journal of pharmacy & bioallied sciences* vol. 14,Suppl 1 (2022)
- 136.** Gencoglu N, Helvacioğlu D. Comparison of the different techniques to remove fractured endodontic instruments from root canal systems. *Eur J Dent.* 2009;3(2):90-95.
- 137.** Feghali M, Xhajanka E, Di Nardo D, et al. Incidence of Different Types of Intracanal Fracture of Nickel–Titanium Rotary Instruments: A Systematic Review. *J Contemp Dent Pract.* 2021;22(4):427–434.
- 138.** Shao, T., Guan, R., Zhang, C. et al. Influence of operator's experience on complications of root canal treatment using contemporary techniques: a retrospective study. *BMC Oral Health* 24, 96 (2024)
- 139.** SHIYAKOV, Kalin K.; VASILEVA, Radosveta I. Success for removing or bypassing instruments fractured beyond the root canal curve—45 clinical cases. *Journal of IMAB—Annual Proceeding Scientific Papers*, 2014, 20.3: 567-571.
- 140.** Vivekananda Pai AR, Mir S, Jain R. Récupération d'une obstruction métallique du canal radiculaire d'une prémolaire à l'aide de la technique de Masserann. *Contemp Clin Dent.* 2013; 4(4):543-546
- 141.** Peters OA, Boessler C, Zehnder M. Comparative assessment of torque, force and preparation quality of ProTaper rotary and manual instrumentation in curved root canals. *J Endod.* 2012;38(2):139–43

ANNEXES

ANNEXES :**Annexe 01 : Fiche d'enquête****1. Information générale sur le praticien :**

- Grade :
 - ☐ Externe
 - ☐ Interne
 - ☐ Médecin dentiste
 - ☐ Résident
 - ☐ Assistant
 - ☐ Maître-assistant
 - ☐ Professeur
- Le nombre d'année d'expérience en endodontie :
 - ☐ 1 ans
 - ☐ 2 ans
 - ☐ 3 ans
 - ☐ Plus
- La fréquence de traitement endodontique réaliser par mois :
 - ☐ Moins d'une fois par mois
 - ☐ Entre 1 fois et 5 fois par mois
 - ☐ Plus de 5 fois par mois
- Avez-vous un diplôme universitaire ou suite à une formation en endodontie ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
- Est-ce que votre formation est encore continue en endodontie ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non

2. Concernant la fracture instrumentale :

- Avez-vous fracturé déjà où être confronté face à un instrument endodontique fracturé dans un canal ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
- Quelle est la nature de l'instrument fracturé ?
 - ☐ Manuel
 - ☐ Mécanisé
 - ☐ Aucune
- Si manuel :
 -  Quelle est sa nature ?
 - ☐ Lime k
 - ☐ Lime h
 - ☐ Broche
 - ☐ Aucune
 -  Son diamètre est :
 - ☐ 06 – 08
 - ☐ 10 – 15
 - ☐ 20-25
 - ☐ 30 -35

- ☐ 40
- ☐ aucune
- Si rotatif :
 -  Sa nature est :
 - ☐ Lime s1
 - ☐ Lime s2
 - ☐ Lime s3
 - ☐ Lime f1
 - ☐ Lime f2
 - ☐ Lentulo
 - ☐ Foret
 - ☐ aucune

3. Concernant le niveau de la fracture instrumentale il est :

- ☐ Coronaire
- ☐ Moyenne
- ☐ Apicale
- ☐ Aucune

4. Les causes perçus :

- Quel est selon vous la principale cause de ces fractures ?
 - ☐ L'anatomie radiculaire
 - ☐ L'instrument utiliser
 - ☐ La technique opératoire
 - ☐ Autres
- Citez-les : Votre réponse

.....

.....

.....

.....

.....

5. Concernant l'anatomie radiculaire :

- L'anatomie radiculaire joue-t-elle un rôle dans les fractures instrumentales ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
- Quel type des dents sont plus susceptible de présenter des fractures instrumentales ?
 - ☐ Les incisives
 - ☐ Les canines
 - ☐ Les molaires
 - ☐ Les prémolaires
- Expliquer-vous : Votre réponse

.....

.....

.....

.....

.....

6. Concernant la technique opératoire

- Pendant quelle étape vous êtes confronté une fracture instrumentale ?
 - ☐ Préparation canalaire
 - ☐ Obturation canalaire
 - ☐ Aucune

7. La gestion :

- Comment procédez-vous lorsque vous êtes confronté à une fracture instrumentale ?
 - ☐ Le Retrait
 - ☐ La Chirurgie
 - ☐ Observation
 - ☐ Autres
- Quelle technique vous-avez utiliser pour le retrait ?
 - ☐ Bypass
 - ☐ Trousse de Masseran
 - ☐ Retrait instrumental à l'aide d'inserts ultrasoniques
 - ☐ Retrait chirurgical
 - ☐ aucune
- Avez-vous réussi dans la technique de retrait ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
- Avez-vous observez des complications lies à ces fractures ?
 - ☐ Infection
 - ☐ Douleur persistante
 - ☐ Échec de traitement
 - ☐ Aucune

8. Mesures préventives :

- Quelles sont les techniques que vous utilisez pour prévenir les fractures instrumentales :
 - ☐ Technique de préparation canalaire
 - ☐ Choix d'instrument
 - ☐ Technique d'irrigation
 - ☐ Autre
- Citez-les : Votre réponse

.....

.....

.....

.....

.....

9. Les nouvelles techniques :

- Etes-vous intéressé par utilisation de nouvelles technologies pour réduire le risque de fracture :
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
- Quelle technique vous intéresse le plus :
 - ☐ L'utilisation de microscope
 - ☐ Système d'analyse 3D
 - ☐ Autre

Résumé :

Introduction : Les fractures instrumentales représentent une complication fréquente et redoutée en endodontie, pouvant compromettre le succès du traitement canalaire. Leur survenue dépend de plusieurs facteurs. La compréhension et la connaissance des règles de base de l'endodontie permet d'éviter toute complication.

Objectif : Évaluer les cas de fractures instrumentales survenues dans le service d'odontologie conservatrice et endodontie (OCE) de Tlemcen, et analyser leur gestion en se basant sur d'une revue systématique de littérature portant sur les études publiées de 2015 à 2025, évaluant les techniques de la gestion des fractures instrumentales les plus utilisées en endodontie

Matériel et méthode : Etude descriptive transversale a été menée auprès de 17 patients ayant une fracture instrumentale qui ont été présentés au service d'OCE, l'analyse des données ont été effectués à l'aide du logiciel SPSS version 2017 et L'Excel 2021

Une revue systématique ciblée de la littérature scientifique portant sur les techniques de retrait des instruments fracturés.

Résultat : De 17 patients. Nous avons noté une prédominance féminine un effective 16 (94,1%). Les patients étaient avec un sexe ration de 0,062. La tranche d'âge de 26 ans à 36 ans était la plus représentée soit 47,1%. Le groupe de dent le plus susceptible à la FI était le groupe de molaire supérieur (41,2 %), l'arcade le plus concerné par la FI était l'arcade mandibulaire (58,8%) , la racine la plus susceptible à la FI était la racine mésiale (52,9 %), le canal le plus susceptible à la FI était le canal mésio-vestibulaire (52,9%) , les canaux courbe sont plus susceptibles d'avoir la FI (64,7%), le tier apicale était le plus susceptible d'avoir la FI (64,7%) , le type d'instrument le plus fracturée était les limes mécanisées (29,4%) , la longueur de fragment fracturée la plus rencontrée était entre 0.5 mm et 2 mm (47,1%), les résidents font beaucoup plus de FI (47,1%) , la méthode de retrait la plus utilisée pour le retrait d'instrument fracturée était le bypass (41,2%) , le taux de réussite des technique de retrait était plus élevée que l'échec (76,5%).

Conclusion : La fracture instrumentale représente une complication fréquente mais non systématiquement compromettante en endodontie. Une gestion adaptée permet souvent de préserver le pronostic de la dent traitée.

Mots clés : fracture instrumentale, endodontie, instruments endodontiques, canaux radiculaires, complications endodontiques

Abstract :

Introduction : Instrument fracture is a frequent and dreaded complication in endodontics, potentially compromising the success of root canal treatment. Its occurrence depends on several factors. Understanding and adhering to the basic principles of endodontics helps prevent such complications.

Objective : To evaluate cases of instrument fractures that occurred in the Conservative Dentistry and Endodontics (CDE) Department of Tlemcen, and to analyze their management based on a systematic literature review of studies published between 2015 and 2025, assessing the most commonly used techniques for managing instrument fractures in endodontics.

Materials and Methods : A cross-sectional descriptive study was conducted with 17 patients who experienced instrument fracture and presented to the CDE department. Data analysis was performed using SPSS software (version 2017) and Excel 2021. A targeted systematic review of scientific literature was also conducted on techniques for the retrieval of fractured instruments.

Results : Among the 17 patients, a female predominance was observed with 16 patients (94.1%), yielding a sex ratio of 0.062. The most represented age group was 26–36 years (47.1%). The most affected tooth group was the upper molars (41.2%), while the mandibular arch was the most involved (58.8%). The mesial root (52.9%) and the mesiobuccal canal (52.9%) were most susceptible to instrument fracture. Curved canals were more likely to experience fracture (64.7%), and the apical third was the most frequent location (64.7%). The most frequently fractured instruments were mechanized files (29.4%). Fragment lengths of 0.5 mm to 2 mm were the most common (47.1%). Residents were more frequently involved in cases of instrument fracture (47.1%). The most used retrieval method was bypassing (41.2%), and the success rate of retrieval techniques was higher than the failure rate (76.5%).

Conclusion: Instrument fracture is a common but not necessarily compromising complication in endodontics. With appropriate management, the prognosis of the treated tooth can often be preserved.

Keywords: instrument fracture, endodontics, endodontic instruments, root canals, endodontic complications

المخلص :

مقدمة : تُعدّ الكسور الأداة من المضاعفات الشائعة والمخيفة في علاج جذور الأسنان، حيث يمكن أن تُعرض نجاح المعالجة اللبية للخطر. ويعتمد حدوثها على عدة عوامل، وإن فهم قواعد العلاج اللبي والالتزام بها يساهم في الوقاية من مثل هذه المضاعفات.

الهدف : تقييم حالات الكسور الأداة التي وقعت في مصلحة طب الأسنان التحفظي وعلاج الجذور بجامعة تلمسان، وتحليل طرق التعامل معها بالاعتماد على مراجعة منهجية للأدبيات العلمية المنشورة بين 2015 و2025، والتي تناولت أكثر التقنيات استخداماً في التعامل مع كسور الأدوات داخل القنوات الجذرية.

المواد والطريقة : تم إجراء دراسة وصفية مقطعية شملت 17 مريضاً تعرضوا لكسر أداة داخل الجذر، وتم استقباليهم في مصلحة علاج الجذور. تم تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS إصدار 2017 وبرنامج Excel إصدار 2021. كما أجريت مراجعة منهجية للأدبيات العلمية حول تقنيات إزالة الأدوات المكسورة.

النتائج : من بين 17 مريضاً، كانت الغالبية من الإناث بعدد 16 مريضة (94.1%)، بنسبة جنسية بلغت 0.062. وكانت الفئة العمرية الأكثر تمثيلاً من 26 إلى 36 سنة (47.1%).

أكثر الأسنان عرضة للكسور كانت الأضراس العلوية (41.2%)، وكانت الفك السفلي الأكثر تأثراً (58.8%).

الجذر الأنسي كان الأكثر عرضة للكسر (52.9%)، وكذلك القناة الدهليزية الأنسية (52.9%).

القنوات المنحنية كانت أكثر عرضة لحدوث الكسر (64.7%)، وكان الثالث القمي من الجذر هو الموضع الأكثر شيوعاً للكسر (64.7%).

الأدوات الأكثر تعرضاً للكسر كانت المبادر الميكانيكية (29.4%).

الطول الأكثر شيوعاً للقطعة المكسورة كان بين 0.5 مم و2 مم (47.1%).

المقيمون هم الأكثر تسبباً في حدوث الكسور (47.1%).

أكثر الطرق استخداماً في إزالة الأداة المكسورة كانت تقنية التجاوز (Bypass) بنسبة (41.2%)، وكانت نسبة النجاح في إزالة الأدوات أعلى من نسبة الفشل (76.5%).

الخاتمة : تُعتبر الكسور الأداة من المضاعفات المتكررة، لكنها لا تؤدي بالضرورة إلى فشل العلاج اللبي. فإدارة المناسبة للحالة قد تضمن الحفاظ على تشخيص الأسنان المعالجة.

الكلمات المفتاحية : كسر أداة، علاج لب الأسنان، أدوات علاج الجذور، القنوات الجذرية، مضاعفات لبية