

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB –BLIDA 1-
FACULTE DE MEDECINE
DEPARTEMENT DE MEDECINE DENTAIRE

**Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme de
DOCTEUR EN MEDECINE DENTAIRE**

Intitulé :

**LES FRACTURES INSTRUMENTALES EN ENDODONTIE :
FACTEURS ETIOLOGIQUES ET PRISE EN CHARGE**

Présenté et Soutenu le 03/07/2023, par :

- ALLOUT CHAOUIA
- BELMEHDI MOHAMED ABI ESSAADAT
- NEMMOUCHI DJAZIA
- TAYANE RIHAB
- TELLACHE KHADIDJA

Promotrice : Dr. GRIBALLAH. M

Maître-assistante en Odontologie Conservatrice et Endodontie

LE JURY COMPOSE DE :

Présidente : DR. ZAIDI.A, Maître-assistante en Odontologie Conservatrice et Endodontie

Examinatrice : DR. BOUAKKAZ.S, Maître-assistante en Odontologie Conservatrice et Endodontie

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier DIEU le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

À cœur vaillant rien d'impossible

À conscience tranquille tout est accessible

Quand il y a la soif d'apprendre

Tout vient à point à qui sait attendre

Quand il y a le souci de réaliser un dessein

Tout devient facile pour arriver à nos fins

Malgré les obstacles qui s'opposent

En dépit des difficultés qui s'interposent

Les études sont avant tout

Notre unique est seul atout

Ils représentent la lumière de notre existence

L'étoile brillante de notre réjouissance

Comme un vol de gerfauts hors du charnier natal

Nous partons ivres d'un rêve héroïque et brutal

Espérant des lendemains épiques

Un avenir glorieux et magique

Souhaitant que le fruit de nos efforts fournis

Jour et nuit, nous mènera vers le bonheur fleuri

Aujourd'hui, ici rassemblés auprès des jurys

Nous prions Dieu que cette soutenance

Fera signe de persévérance

Et que nous serions enchantés

Par notre travail honoré

Au terme de ce travail, c'est un devoir agréable d'exprimer nos remerciements les plus sincères et les plus profonds :

*À notre promotrice, **Dr. GRIBALLAH. M***

Maître-assistante en Odontologie Conservatrice et Endodontie

Faculté de médecine département de médecine et chirurgie dentaire université de Blida1

Avec beaucoup d'émotions et de sincérité nous vous remercions d'avoir accepté de diriger notre travail, de nous encadrer, d'être à notre disposition, de nous avoir guidé avec ses remarques fructueuses et de son suivi, ainsi que la patience dont vous avez fait preuve avec nous et la précision des corrections apportées tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Ce travail est l'occasion de vous remercier pour la qualité et la précision de vos enseignements cliniques et théoriques. Nous vous sommes reconnaissants pour votre disponibilité, votre rigueur et vos précieux conseils. Nous souhaitons nous montrer digne de la confiance que vous nous accordez.

Nous avons eu le privilège de bénéficier de votre enseignement au cours de nos années d'étude. Qu'il nous soit permis de vous remercier et de vous présenter nos sentiments respectueux.

Nous sommes très heureuses d'exprimer notre profonde gratitude pour tous ses efforts qui nous ont permis de structurer et d'améliorer ce travail. Un grand merci à vous Dr, à travers ce travail ; veuillez trouver l'expression de notre profond respect ainsi que notre estime.

A Notre Présidente du Jury :

Docteur ZAIDI.A

Maître-assistante en Odontologie Conservatrice et Endodontie

Faculté de médecine département de médecine et chirurgie dentaire université de Blida 1

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider le jury de notre mémoire. Vous nous avez permis de profiter pleinement de vos connaissances, de vos conseils toujours avisés, de votre soutien ainsi que de votre bonne humeur.

Vos qualités pédagogiques et cliniques n'ont d'égales que votre gentillesse. Nous vous prions de trouver dans ce travail l'expression de notre profond respect, de notre gratitude et de nos sincères remerciements.

Au Docteur BOUAKKAZ.S, membre du Jury et examinatrice de notre mémoire

Maître-assistante en Odontologie Conservatrice et Endodontie

Faculté de médecine département de médecine et chirurgie dentaire université de Blida 1

Nous sommes très honorés par votre présence dans ce jury. Merci pour vos précieux conseils et votre gentillesse ont su nous guider jusqu'à ce jour. Votre disponibilité et votre bienveillance tout au long de ces années d'études. Puisse ce travail refléter notre sincère admiration et notre immense respect... Sincèrement, mille mercis.

Nos remerciements s'étendent également à tous nos professeurs, nos enseignants et nos résidents pour leurs encadrements et leurs efforts durant notre cursus afin de nous fournir la meilleure formation possible.

Qu'Allah le clément et le miséricordieux les récompensera pour cette noble mission.

Toute notre gratitude s'adresse à tous ces gens et à tous ceux qui d'une manière ou d'une autre a participé de près ou de loin à la réalisation et la réussite de ce travail. Notamment notre groupe de mémoire qui était vraiment un exemple de respect, amitié, sincérité et convivialité ce qui a rendu ce travail particulièrement agréable, sans oublier Pr. Hadji. Z Professeur au service d'odontologie conservatrice et endodontie, Pour votre rigueur et vos compétences qui permettent de chercher toujours à progresser. Nous avons eu l'honneur d'être parmi vos élèves et de bénéficier de votre riche enseignement.

Dédicaces

En tout premier lieu, je remercie le bon DIEU tout puissant, d'abord et avant tout, de m'avoir donné la force et le courage pour dépasser toutes les difficultés, la santé, la persévérance et la volonté de réaliser cet humble travail.

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers

A Ma Très Chère Mère

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse, à la lumière de mes jours, la force de mes efforts ma vie et mon bonheur maman que j'adore. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien inconditionnel tout au long du chemin parcouru, pour être toujours là dans les moments qui comptent pour moi. C'est grâce à vous si j'en suis là aujourd'hui, l'amour que vous me porter depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de tous les innombrables sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Puisse dieu, le très haut vous accorder santé, bonheur et longue vie.

A Mon Très Cher Père

A l'homme qui doit ma vie, mon père, qui a veillé tout au long de sa vie à me protéger et à m'encourager, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir. Je tiens à honorer l'homme que tu es, Celui qui as toujours cru en moi et qui m'a appris à avoir confiance en moi.

Mon ombre durant toutes mes années d'études, que ce travail traduise ma gratitude et mon affection. Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

A mes chères sœurs

*Spécialement ma bichette MAROÛA et mon petit frère MOHAMED AYOUB Puisse Allah vous protégez, et vous offre le bonheur, la santé, la chance et la réussite que vous méritez
Merci énormément.*

Un grand merci à ma tante « LOUIZA » qui m'a soutenue et encouragée durant ces années d'études. Tu es l'exemple à suivre, mon trésor, ma seconde mère, tu as su être là à chaque instant, me guider à tout moment m'aider à me relever, que Dieu vous offre la santé et le bonheur que vous méritez, toi, ton mari, mon cher tonton que j'estime beaucoup.

A mes chères copines NADIA, RIHAB, AYA, LYNA, et FARIDA des amies en or que j'ai la chance d'avoir à mes côtés presque à tout moment et à toute LA TEAM DENTAIRE Merci pour votre amitié.

Mon grand-père Tu n'es plus là mais t'es toujours dans nos pensées et dans nos cœurs, je te dédie ce travail car je sais que tu aurais été très fière de ce que je fais car tu as toujours aimé ce métier que j'ai choisis. Que Dieu t'accueille dans son vaste paradis.

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

KHADIDJA TELLACHE

Je dédie ce modeste travail à :

Ma petite famille (ma mère et mes frères) merci de m'avoir soutenu tout au long de ces années.

Mon cher époux, en témoignage de ma reconnaissance envers le soutien, les sacrifices, affection, compréhension, patience et tous les efforts qu'il a fait pour moi.

Mes deux enfants, ma princesse RAYHANA et mon petit bout de chou HAYDAR et ma chatte adorée Minoucha qui ne sont jamais loin de moi.

Ma belle-famille surtout ma petite belle-sœur YOUSRA.

Tous mes amies qui m'ont encouragé, et à qui je souhaite plus de succès, et spécialement à HALIMA, MARWA, AYA avec lesquelles je partage toujours les moments les plus délicats.

Mon groupe de mémoire : KHADIDJA, CHAOUIA, BOUTHEINA, MED.

Grande famille, YAMANDA, ANOUAR etc...

Mes enseignants pour leur patience, leur soutien et leurs encouragements.

Et tous ceux qui ont une relation de proche ou de loin avec la réalisation de ce travail.

Et à tous ceux que j'ai omis de citer.

Mes études se terminent enfin par cette thèse que j'espère vous plaira et vous rendra fiers de moi.

RIHAB TAYANE

Je dédie cet humble travail :

A ma famille :

A la prunelle de mes yeux, la meilleure des mamans, la source de ma force, et le fondement de mon succès.

Tu t'es sans relâche sacrifié pour nos études, ton bonheur a toujours été dans le nôtre, tu as sans cesse fait passer nos désirs avant tes besoins, tu as veillé chaque jour à nous offrir le meilleur et tu le fais encore, merci maman pour ton soutien sans répit durant toutes mes années d'études, je ne pourrai jamais te remercier assez. Merci pour tout.

A mon héros, mon cher père, mon modèle, celui qui a toujours cru en moi et qui m'a appris à avoir confiance en moi, tu m'as appris la persévérance, t'as toujours transmis ton savoir et tes connaissances, indiqué la bonne voie et le bon sens, tes conseils sont de vrais trésors, tu t'es sans cesse sacrifié pour nous offrir une vie parfaite. Merci pour tes encouragements, merci d'être présent à mes côtés à chaque fois que j'en ai besoin.

A mes frères : Riadh, Mohamed, Moatez, Ayoub, Abdelali, Nidal et notre petit Chahreddine, qui m'ont toujours apporté le soutien, sans que ma joie ne sera jamais complète.

A mes neveux et mes nièces, qui nous apportent le bonheur, la joie et l'ambiance, je vous adore mes petits anges.

A mes grand-mères qui prient toujours pour moi, mon bonheur, mon succès, et ma réussite dans mes études.

À mon maître Dr. Orabi salem Merouane, qui a pris le temps d'écouter mes préoccupations, de me guider sur le chemin de la Connaissance, ce fut un honneur d'apprendre tant de choses avec lui, je le remercie pour le Soutien dont il a fait preuve.

A mes chères copines : Nouha & Rania, qui malgré la distance m'as sans cesse encouragés, des amis en or que j'ai la chance d'avoir à mes côtés.

A mes collègues de travail : Rihab, khadidja, Chaouia et Mohamed, avec qui j'ai eu le plaisir de partager ce travail. Pour vos esprits professionnels et scientifiques, je vous suis reconnaissante. Merci

DJAZIA NEMMOUCHI

La présentation de ce modeste travail m'offre l'occasion d'exprimer ma vive reconnaissance à mes parents qu'ils m'ont soutenu, m'encourager, me supporter pendant toute ma vie, et je voudrais leur dire j'apprécie sincèrement votre amour, tendresse, et votre confiance que vous m'avez accordée et de m'avoir soutenu moralement dans mes moments difficiles.

A mes frères et sœurs, je vous remercie du fond du cœur pour votre motivation qui a été d'une importance capitale pour moi.

Je me tourne aussi vers toute ma famille, mes amis qu'ils m'ont donnés l'amour et le soutien moral.

Je tiens aussi à remercier mon groupe de mémoire, merci pour la coopération, le respect, et tous les bons moments qu'on a passé entre nous.

J'aimerais bien adresser un merci particulier à mes professeurs d'odontologie, merci pour vos conseils, vos aides, et votre temps que vous nous avez offert.

Enfin, nous espérons que notre modeste travail vous plaira, et qu'il sera bénéfique pour tous les étudiants de médecine dentaire.

CHAOUIA ALLOUT

Je dédie ce modeste travail

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

A mes frères et Mes sœurs

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

A mes meilleurs amis

A tous mes collègues

A tous ceux que j'aime je dédie ce travail.

M.BELMEHDI

TABLE DES MATIÈRES :

Introduction	1
Chapitre 01: rappels	
1.Généralité sur l'anatomie endodontique	4
1.1. Classification de l'anatomie radulaire	5
1.1.1classification de weine.....	6
1.1.2 classification de vertucci	6
1.1.3 classification de deus 1975	7
1.2 Description de l'anatomie endodontique clinique	8
1.2.1 Groupe incisivo-canin maxillaire	8
1.2.2 Prémolaires maxillaires	9
1.2.3 Première molaire maxillaire.....	9
1.2.4 Deuxième et troisième molaires maxillaires.....	10
1.2.5 Groupe incisivo-canin mandibulaire	11
1.2.6 Première prémolaire mandibulaire	11
1.2.7 Deuxième prémolaire mandibulaire	11
1.2.8 Première molaire mandibulaire	12
1.2.9 Deuxième et troisième molaires mandibulaires	12
1.3 L'anatomie radulaire et l'imagerie CBCT	13
1.4 La complexité de l'anatomie endodontique.....	14
1.4.1 Les isthmes	14
1.4.2 Les feuillets.....	15
1.4.3 Deuxième canal méso-vestibulaire des molaires maxillaires.....	15
1.4.4 Les canaux en c ou «c-shaped canal ».....	16
1.5 Variations ethniques	19
2.Rappel sur l'instrumentation en endodontie	20
2.1 Description générale d'un instrument endodontique	20
2.2 Alliages employés dans la fabrication des instruments endodontiques	20
2.2.1 Alliages en acier inoxydable.....	20
2.2.2 Alliages en nickel-titane	21
2.3 De l'acier inoxydable au nickel-titane	21
2.4 L'instrumentation endodontique	21
2.4.1 L'instrumentation endodontique manuelle	21
2.4.2 L'instrumentation mécanisée	25
2.5 Caractéristiques instrumentales	29

2.6.2 La conicité	29
2.6.3. L'hélicoïde	30
2.6.4 Le pas et l'angle d'hélice	30
2.6.5. Angle de coupe ou angle d'attaque	31
2.5.6 Longueur de la partie active et longueur totale de l'instrument	31
2.5.7. Autres caractéristiques des instruments	32
2.6. Avantages et limites des instruments en Ni-ti	32

Chapitre 02 : Généralité sur les fractures instrumentales en endodontie

1. Généralité sur les fractures instrumentales en endodontie	35
1.1 Définition de la fracture instrumentale	35
1.2 Fractures instrumentales au cours du te	35
1.3 Circonstance de la survenue de la fracture	36
1.4 Localisation de l'instrument fracturé	37
1.5 La relation entre l'instrument brisé et la survenue de la fracture	37
1.6 Fragments de divers instruments endodontiques dans les canaux radiculaires	38
2. Prévalence et incidence de la fracture instrumentale	40
3. Les aspects cliniques des fractures	42
3.1 Les fractures instrumentales en acier inoxydable	42
3.1.1 Les fractures des limes h	43
3.1.2 Les fractures des lime k	44
3.2 Les fractures instrumentales en ni-ti	45
4. Types de fractures instrumentales	46
4.1. Rupture ductile	46
4.2 Rupture fragile	47
5. Mécanisme de la fracture instrumentale	48
5.1. Fracture par torsion	48
5.2. Fracture par fatigue cyclique	50
5.3. Fractures combinées associant phénomène de torsion et fatigue cyclique	51

Chapitre 03 : les facteurs étiologique des fractures instrumentales

1. Les causes de fracture relatives a l'instrumentation	54
1.1 Paramètres relatifs à l'alliage métallique	54
1.1.1 l'acier inoxydable	54
1.1.2 le nickel titane	54
1.2 Paramètres relatifs a la géométrie de l'instrument	55

1.2.1 Diamètre et conicité instrumentale.....	56
1.2.2 La section de coupe	56
1.2.3 La longueur de la lame active	58
1.3 Procédé de fabrication et post traitement	58
1.3.1 Instrument usiné ou torsadé	58
1.3.2 Traitement de surface	59
1.4 Paramètres relatifs à la dynamique de l'instrument.....	60
1.4.1 La rotation continue	60
1.4.2 Le mouvement en réciprocité.....	61
1.5 Paramètres relatifs au nombre de cycle de stérilisation	62
1.6 Paramètres relatifs à l'irrigation	63
2. Les causes relatives aux facteurs dentaires	63
2.1. Les courbures radiculaires	63
2.2 Les contraintes coronaires	65
2.3. Contraintes radiculaires	66
3. Causes relatifs au praticien	66
3.1 Non-respect de protocole de fabricant	66
3.2.1 Mésusage	
3.2.2 Fréquence d'utilisation	67
3.2.3 Vitesse de rotation.....	68
3.3 Méconnaissance de l'anatomie endodontique	68
3.4 Négligence du protocole opératoire	69
3.4.1 Non-respect du mouvement de rotation continue/mouvement de réciprocité.....	70
Chapitre 04 : Prise en charge des fractures instrumentales	
1.1 Les mesures de prévention de p. Di fiore	73
1.2 Respect des contraintes anatomiques	73
1.3 Respect des impératifs instrumentaux.....	75
1.3.1 Vitesse adaptée aux instruments	75
1.3.2 Technique de préparation canalaire.....	75
1.3.3 Les avantages de cette technique crown-down sont les suivants	75
1.3.4 L'impact de l'irrigation canalaire.....	76
2.Communication avec le patient	76
2.1 Approche psychologique du patient.....	76
2.2. Devoir d'information.....	77
2.3Les règles générales d'une information	78
3. Retrait des instruments fracturés.....	79

3.1. Critères de choix de la technique employée	79
3.1.1 Compétences du praticien et moyens mis a sa disposition	79
3.1.2. Etat pathologique de la dent.....	80
3.1.3 Nature d'instrument fracturé.....	81
3.1.4 Localisation du fragment fracture	81
3.1.5 Possibilité de conduire un traitement endodontique sans retrait instrumental	83
3.1.6 Facteurs liés au patient	83
3.2. Evolution des moyens de retrait instrumental	84
3. 3 Démarche thérapeutique	85
3.3.1 Abstention thérapeutique	86
3.3.2 Les indications du retrait instrumental	87
3.3.3 Les contre-indications	88
3.3.4 Apport des aides optiques	88
3.3.5 Matériels et techniques	89
3.3.6 Autres techniques	103
3.3.7 Chirurgie endodontique	106
4 .Les complications	110
4.1 l'incidence des complications	111
4.1.1 perforation radiculaire	111
4.1.2 l'élimination excessive des tissus dentaires et fragilisation des parois radiculaires	112
4.1.3 fracture d'un deuxième instrument	113
4.1.4 deuxième fracture accidentelle du fragment original	114
4.1.5 délogement d'un fragment dans un autre canal radiculaire	114
4.1.6 extrusion du fragment au-delà de l'apex	115
4.1.7 lésions thermiques des tissus dentaires et parodontaux	116
5. Le pronostic	116
4.1 Effet d'un instrument fracturé sur le pronostic	118
4.2 L'impact des fractures instrumentales en endodontie sur les résultats du traitement.....	118
CAS CLINIQUES	120
CONCLUSION	131



INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'endodontie est la discipline de la médecine dentaire qui s'adresse à la morphologie, la physiologie et la pathologie de la pulpe dentaire et des tissus péri-radicaux.

Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), le traitement endodontique a pour objectif de traiter les maladies de la pulpe et du péri apex et ainsi de transformer une dent pathologique en une entité saine, asymptomatique et fonctionnelle sur l'arcade. [1]

Le traitement endodontique impose l'utilisation d'un plateau technique complexe, comprenant des instruments de mise en forme canalaire susceptibles de se fracturer. [2]

La fracture instrumentale est une complication entravant le bon déroulement du traitement endodontique. Elle peut empêcher l'achèvement de la mise en forme et l'assainissement du système canalaire, prérequis indispensables à la réussite du traitement endodontique. [3]

L'avènement de la préparation canalaire mécanisée et l'arrivée des alliages Super élastiques sur le marché dentaire, en fin des années 80, ont rendu le traitement endodontique plus accessible et reproductible pour le praticien. L'utilisation grandissante de cette instrumentation mécanisée en Nickel Titane (Ni-Ti), a cependant engendré une augmentation de la fréquence des accidents de fractures instrumentales [4].

L'apparition de l'alliage Nickel-Titane, d'abord en orthodontie, puis dans la conception des limes endodontiques a permis de simplifier le geste. Ce matériau extraordinaire grâce à ses propriétés hors normes a révolutionné l'endodontie. Auparavant manuelle, l'endodontie devient mécanisée. Le développement des limes en Ni-Ti ouvre la porte à l'ère de la rotation continue. Pas si simple, l'acte endodontique devient abordable, moins effrayant. [5]

La fracture instrumentale est une complication qui apparaît souvent accidentellement pendant la préparation canalaire et plus particulièrement dans les canaux fins et courbes, elle peut survenir également lors de l'obturation ou la désobturation canalaire, elle est souvent le résultat d'une faute opératoire. [6]

La Connaissance de l'anatomie endodontique, la maîtrise de l'instrumentation et le respect des différentes étapes du traitement endodontique, sont le fondement et la raison du succès du traitement endodontique.

INTRODUCTION

L'objectif de ce travail est de faire le point sur les causes des fractures instrumentales au cours d'un traitement endodontique, et les conditions de survenues de cette dernière. Ainsi que la prise en charge de ces fractures.

Le but de notre travail est de révéler des méthodes diagnostiques et thérapeutiques pour éliminer les débris instrumentaux, ainsi que des méthodes préventives pour éviter de telles complications.

En fin, nous décrirons les différentes techniques de déposes instrumentales aussi bien anciennes qu'actuelles.

En résumé, en disant que l'objectif principal de notre étude qu'avec de bon moyen et de bonne compétence nous pouvons arriver au bout d'une fracture instrumentale.



CHAPITRE 01 :
RAPPELS

1. Généralité sur l'anatomie endodontique

La connaissance de l'anatomie endodontique est indispensable à la réussite des thérapeutiques endodontiques. En effet, le praticien doit prendre en considération de nombreux facteurs lorsqu'ils sont connus, permettent de déjouer un grand nombre de difficultés, que ce soit dans la réalisation de la cavité d'accès ou dans l'identification des entrées et trajets canaux. [7]

Il est parfaitement admis aujourd'hui que l'anatomie radiculaire est très complexe. À ce jour la pratique des spécialistes en endodontie intègre parfaitement la gestion quotidienne de cette anatomie. La bonne compréhension des caractéristiques anatomiques associée à l'application de techniques cliniques sophistiquées permettra aux cliniciens de gérer correctement ce véritable défi. [8]

Pour réaliser un traitement adéquat, il est important que le clinicien ait une connaissance approfondie de l'anatomie du système endodontique conventionnel, mais également des aberrations anatomiques. Il devient alors impératif que tout praticien soit conscient de ces variations anatomiques et des aberrations plus ou moins fréquentes, afin de pouvoir les anticiper et adapter son approche thérapeutique le cas échéant. [8]

L'anatomie canalaire est étudiée par des techniques in vitro et in vivo. Les méthodes in vivo consistent à observer les radiographies post-opératoires de traitements complétés. [8]

Les méthodes in vitro utilisées sont :

01. L'observation de la dent.
02. L'observation microscopique.
03. Section et observation macroscopique.
04. Section et observation microscopique.
05. Coloration.
06. Obturation des canaux et décalcification de la dent.
07. Obturation et traitement chimique de la dent pour la rendre transparente.
08. Radiographie.
09. Utilisation d'un produit de contraste (Hypaque).
10. Micro CT.
11. Cône Beam CBCT. [8]

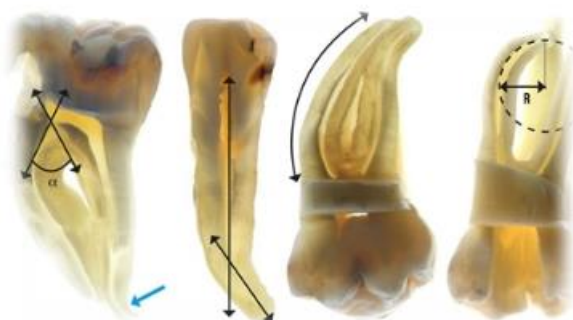


Figure 1 : L'anatomie endodontique.

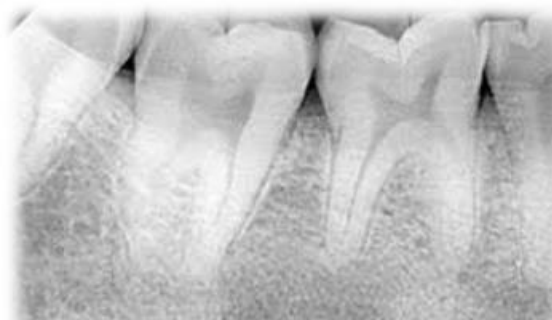


Figure 2 : Radiographie rétro alvéolaire des Molaires

Un à plusieurs canaux principaux peuvent exister par dent et par racine et dans la majorité des cas, ils présentent des courbures qui peuvent venir compliquer les procédures endodontiques. À partir du canal principal, il est possible de retrouver des canaux latéraux, des canaux accessoires, des connections inters canalaires et des deltas apicaux. On parle de « réseau canalaire ». [9]

1.1. Classification de l'anatomie radiculaire

La dent présente une cavité interne dans le noyau dentinaire «la cavité pulpaire» qui s'étend :

- ✓ Dans la couronne, pour former la chambre pulpaire qui contient la pulpe camérale qui peut être simple (les mono-radiculées) ou complexe (les pluri-radiculées).
- ✓ Dans la racine, pour former le canal pulpaire qui contient : la pulpe canalaire dont l'orifice apical du canal constitue le foramen apical.

La chambre pulpaire s'étend approximativement jusqu'au collet anatomique, et le canal rejoint, à partir de la chambre, l'extrémité de la racine en suivant son axe. Plusieurs canaux peuvent coexister au sein d'une même racine, par exemple au niveau de la racine mésiale des molaires inférieures, et de la racine unique de la deuxième prémolaire supérieure.

Cette division est arbitraire sur la plupart des dents mono-radiculées où la chambre et le canal sont en continuité. Sur les dents pluri-radiculées, en règle générale, la chambre pulpaire occupe le tiers du volume de la couronne et est délimitée par :

- ✓ Un plafond situé au niveau du tiers coronaire moyen, reproduisant la portion occlusale de la dent ;
- ✓ Un plancher de forme convexe, situé à 2 mm du collet anatomique, qui doit être ménagé lors de la trépanation des parois latérales.

Les canaux radiculaires offrent rarement un dessin régulier : ils sont souvent ovalaires, voire très aplatis et présentent des irrégularités de surface et de parcours. [10]

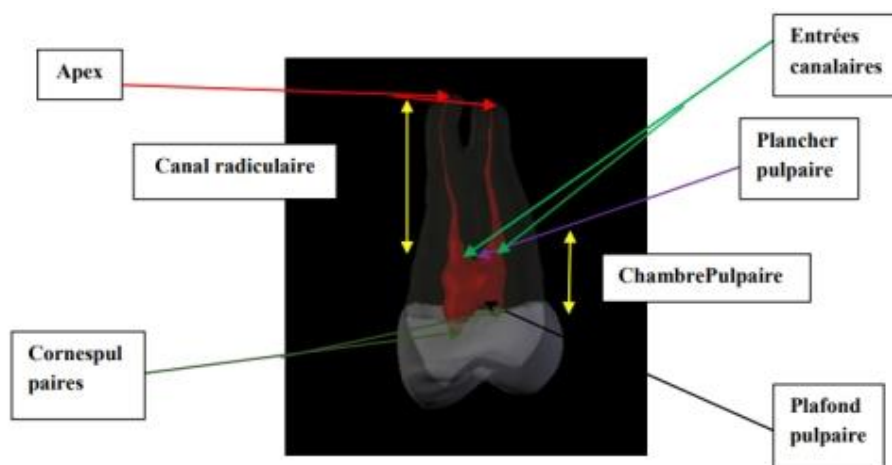


Figure 3 : Anatomie de la dent.

1.1.1. Classification de Weine

Franklin S. Weine, propose en 1969 la première classification endodontique définissant quatre configurations canales prédominantes. Deux données sont à retenir :

- Le nombre de canaux au niveau du plancher pulpaire ;
 - Le nombre de canaux au niveau de l'apex.
-
- ✓ Type I : un seul canal avec un seul orifice et un seul foramen apical (1-1) ;
 - ✓ Type II : deux canaux se rejoignant en un seul canal et présentant une seule sortie foraminale (2-1) ;
 - ✓ Type III : deux canaux distincts, de l'entrée Canalaire au foramen apical (2-2) ;
 - ✓ Type IV : un seul canal qui se divise en deux canaux distincts (2-3). [11]

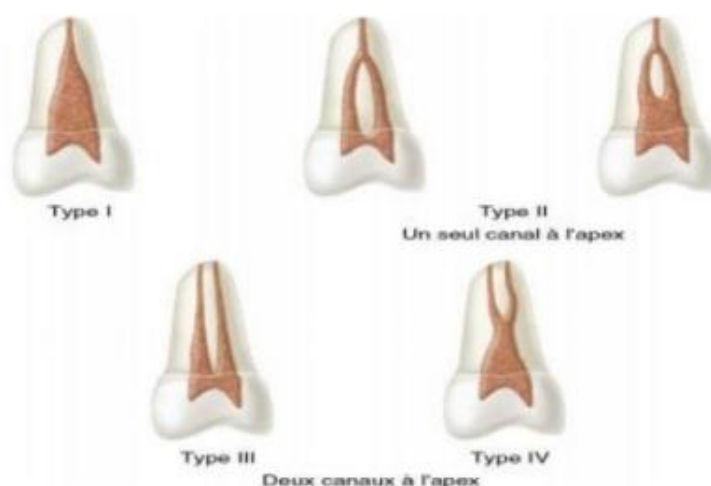


Figure 4 : Classification de Weine.

1.1.2 Classification de Vertucci

Cette classification constitue la référence la plus utilisée, par la plupart des auteurs contemporains pour classifier l'anatomie radiculaire.

La technique utilisant le colorant pour connaître la configuration canalaire des racines dentaires, a permis d'obtenir une vision précise de l'anatomie canalaire tridimensionnelle, elle permettait aussi de maintenir intacte la configuration originelle des canaux ainsi que la relation entre ces canaux radiculaires.

Vertucci relevait déjà à l'époque que la clé du succès du traitement endodontique était la connaissance de l'anatomie exacte des canaux radiculaires. Pour cet auteur, c'est l'anatomie qui dicte la localisation de la cavité d'accès ainsi que les premières limes utilisées.

Le dentiste doit en priorité (avant de commencer son traitement) étudier l'anatomie radiculaire au travers de la radiographie. Tous les canaux doivent être localisés, car la méconnaissance d'un canal est une des causes principales d'échec du traitement endodontique et notamment d'une fracture instrumentale.

CHAPITRE 01 : RAPPELS

- ✓ Type I : un seul canal avec un seul orifice et un seul foramen apical (1-1) ;
- ✓ Type II : deux canaux se rejoignant en un seul canal et présentant une seule sortie foraminale (2-1) ;
- ✓ Type III : canal unique se divisant en deux dans la partie moyenne ; les deux canaux se rejoignent dans le tiers apical pour (1-2-1) ;
- ✓ Type IV : deux canaux restant distincts jusqu'au tiers apical (2-2) ;
- ✓ Type V : un canal se divisant en deux canaux dans le tiers moyen ou apical (1-2) ;
- ✓ Type VI : deux canaux se rejoignant dans le tiers moyen, puis se redivisant dans le tiers apical (2-1-2) ;
- ✓ Type VII : un seul canal se divisant, puis se rejoignant et se divisant à nouveau (1-2-1-2) ;
- ✓ Type VIII : trois canaux restant distincts jusqu'au Tiers apical (3-3). [11]

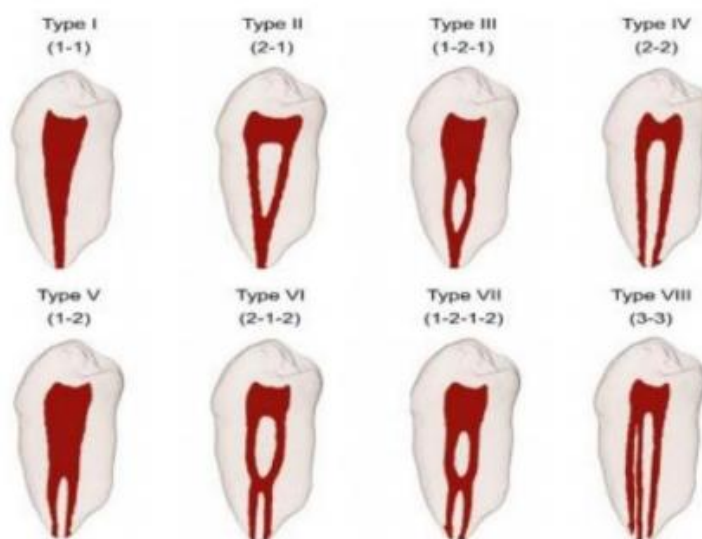


Figure 5 : classification de Vertucci.

1.1.3 Classification De Deus 1975

Le réseau canalaire peut être très complexe : canaux latéraux, anastomoses, ramifications apicales, sont souvent présents et rarement correctement nettoyés et mis en forme. Le plus souvent, le canal est décrit comme étant homothétique à la morphologie externe de la racine de la dent. Pourtant, il ne s'agit pas de canal unique mais d'un véritable système endodontique, puisque de nombreuses études ont montré l'existence d'un canal principal situé selon l'axe radiculaire, subissant d'éventuelles modifications de forme ou de volume, mais aussi d'autres canaux plus ou moins horizontaux. [12]

Deus en 1975 définit les différentes portes de sortie endodontiques vers le desmodonte suivant la topographie qu'elles occupent le long de la racine. [13]

- ✓ Le canal principal (A) La chambre pulpaire se prolonge dans la racine à travers le canal principal qui contient la majeure partie du tissu conjonctif pulpaire au sein de la racine ;

- ✓ Le canal latéral (B) Le canal latéral est une émanation du canal principal mettant en communication l'endodonte avec le desmodonte au niveau des deux tiers coronaires de la racine. Son axe est souvent perpendiculaire à l'axe du canal principal ;
- ✓ Le canal secondaire (C) Le canal secondaire naît à partir du canal principal au niveau du tiers apical de celui-ci. Son axe est plutôt oblique par rapport à celui du canal principal ;
- ✓ Le canal accessoire (D) Le canal accessoire est une branche latérale du canal secondaire.

L'importance de ces canaux latéraux et accessoires a été mise en évidence par l'observation des lésions latéro-radicales suite à une non-obturation de ces canaux. [14]

1.2 Description De L'anatomie Endodontique Clinique

Le traitement endodontique possède une spécificité parce qu'il est réalisé en majeure partie en aveugle. L'anatomie dentaire et l'anatomie endodontique sont considérées indispensables au bon déroulement de toutes les étapes de ce traitement. Le réseau endo-canalair est complexe et jamais rectiligne (courbures, divisions, coudes, crochets apicaux...etc.), il existe aussi des spécificités anatomiques en fonction de la dent et /ou de l'individu. [15]



Figure 6 : Variabilité de la cavité pulpaire pour chaque classe de dents.

1.2.1 Groupe incisivo-canin maxillaire

Ce groupe de dents mono-radiculées possède une trajectoire rectiligne. Seule l'incisive latérale présente une particularité notable : une courbure apicale orientée en disto-palatin. Cette difficulté est souvent non détectable à l'examen radiographique et doit toujours être prévenue par une pré-courbure des instruments endodontiques au moment de la négociation du tiers apical. Le canal unique a une section triangulaire qui a tendance à devenir circulaire dans la région apicale. La présence d'un second canal est exceptionnelle et est seulement décrite dans des rapports de cas. La présence de canaux latéraux est quant à elle beaucoup plus fréquente. [16]

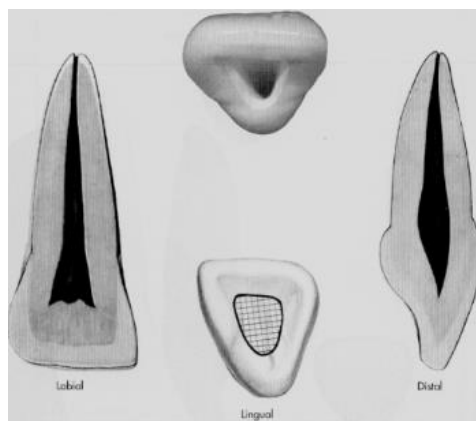


Figure 7 : planche anatomique de l'incisive centrale maxillaire.

1.2.2 Prémolaires maxillaires

Les prémolaires maxillaires peuvent être bi-radiculées (première prémolaire maxillaire) ou mono-radiculée (deuxième prémolaire maxillaire). Pourtant, des variations anatomiques majeures des deux prémolaires sont possibles allant de la présence d'un canal-une racine à trois canaux-trois racines. [9]

Cette dent comporte toujours deux canaux pulpaire : un canal vestibulaire et un canal lingual, visibles sur la coupe vestibulo-linguale. Ces deux canaux sont parallèles en présence de racines fusionnées. Le canal lingual est généralement le plus large. [17]

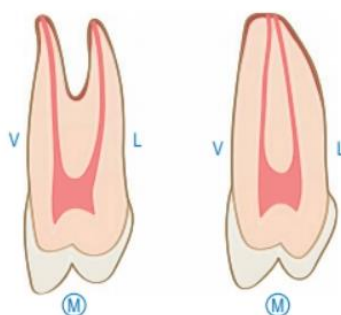


Figure 8 : Coupes vestibulo-linguales de la première prémolaire maxillaire.

Le canal pulpaire peut se dédoubler et donner naissance à un canal vestibulaire et un canal lingual. [17]

1.2.3 Première molaire maxillaire

L'anatomie canalaire de cette dent est particulièrement complexe et en fait une des dents les plus étudiées de l'arcade. Il est maintenant admis que la première molaire maxillaire présente au minimum quatre canaux :

- ✓ Le canal mésio-vestibulaire 1 (MV1) ;
- ✓ Le canal mésio-vestibulaire 2 (MV2) ;
- ✓ Le canal disto-vestibulaire;
- ✓ Le canal palatin.

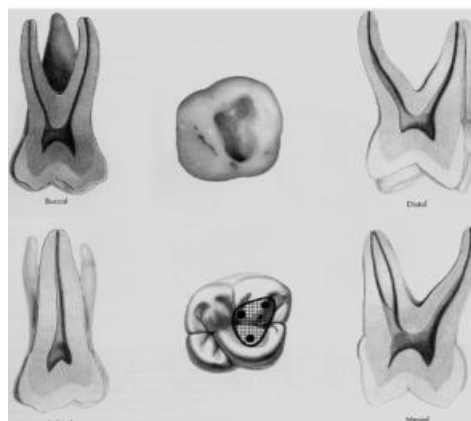


Figure 9 : planche anatomique de la première molaire maxillaire.

Outre cette anatomie canalaire référencée, de nombreuses variations sont possibles. Chacune des trois racines (mésio-vestibulaire, disto-vestibulaire et palatine) peut présenter des canaux supplémentaires. [9]

Dans la majorité des cas, les deux canaux mésio-vestibulaires, MV1 et MV2, se rejoignent à un niveau variable de la racine pour se terminer par un foramen unique et commun. [17]

1.2.4 Deuxième et troisième molaires maxillaires

L'anatomie canalaire tend à se simplifier et le MV2 est moins fréquent pour la deuxième molaire maxillaire que pour la première 60 % contre plus de 90 % selon Stropko. Il n'est pas rare de constater un alignement des trois canaux au niveau d'une deuxième ou d'une troisième molaire maxillaire. [9]

La variabilité anatomique de la troisième molaire est telle qu'il est difficile d'en faire une description moyenne réellement représentative. Il faut comparer l'anatomie de la cavité pulpaire de cette dent avec celle de chacune de ses deux voisines pour en évaluer la configuration. Les canaux sont généralement tubulaires, cependant ils peuvent, en cas de fusion des racines, ne former qu'un seul canal conique volumineux. [17]

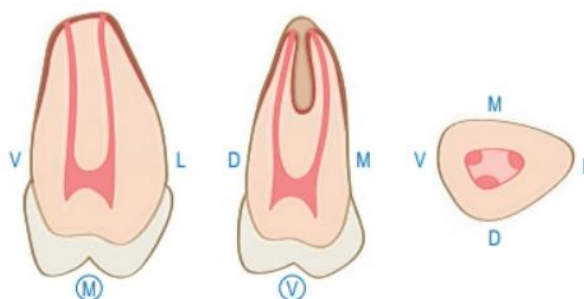


Figure 10 : Anatomie interne de la troisième molaire maxillaire droite.

1.2.5 Groupe incisivo-canin mandibulaire

La principale caractéristique est le faible volume de leurs couronnes. Cette finesse est aussi présente au sein de l'anatomie canalaire qui présente pourtant, dans la moitié des cas, deux canaux. Ceux-ci peuvent se rejoindre au niveau apical mais aussi rester indépendants sur toute la trajectoire canalaire.

La canine mandibulaire présente le plus souvent un canal mais peut être bifide. La section du canal unique est ovale et une courbure apicale distale est fréquemment retrouvée. [9]

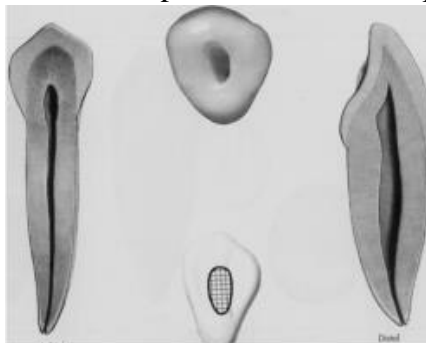


Figure 11 : planche anatomique de la première prémolaire mandibulaire.

1.2.6 Première prémolaire mandibulaire

Cette dent présente un fort taux d'échecs qui peut s'expliquer par l'importante variation anatomique qu'elle présente. Même si un canal unique est le plus fréquemment rencontré, la prémolaire mandibulaire peut en présenter deux ou trois avec des orientations abruptes rendant difficile leur négociation. [9]

On observe rarement deux racines distinctes et exceptionnellement trois racines. Le système canalaire de cette dent peut se révéler très complexe : le canal principal peut se diviser à tous les niveaux en deux, voire trois canaux. Lorsqu'il existe des ramifications, ces dernières peuvent s'orienter dans toutes les directions et à n'importe quels niveaux. [18]

1.2.7 Deuxième prémolaire mandibulaire

La deuxième prémolaire mandibulaire est souvent décrite comme une petite molaire, avec une couronne dans l'axe de la racine, une cuspide vestibulaire et deux cuspides linguales. Elle est généralement monoradiculée. On rencontre très rarement le cas de deux racines séparées. On observe le plus souvent un seul canal de section ovale, sa bifurcation étant moins fréquente. [18]



Figure 12 : Coupe vestibulo-linguale de la deuxième prémolaire mandibulaire.

1.2.8 Première molaire mandibulaire

Première dent à apparaître sur l'arcade, la première molaire mandibulaire est très souvent concernée par les traitements endodontiques. Elle présente deux racines (mésiale et distale) et une racine surnuméraire est parfois détectée en vestibulaire (radix paramolaris) ou linguale (radix entomolaris). La racine mésiale possède deux canaux (mésio-vestibulaire et mésio-lingual) et la racine distale un seul canal (distal).

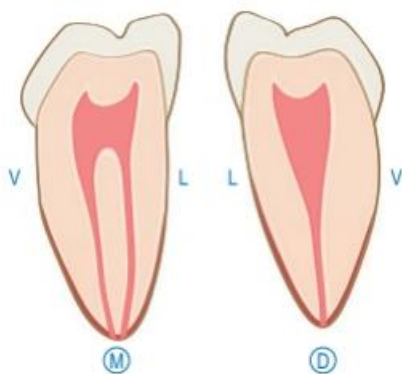


Figure 13 : Coupes vestibulo-linguales de la première molaire mandibulaire.

1.2.9 Deuxième et troisième molaires mandibulaires

La deuxième molaire mandibulaire présente le plus souvent les mêmes caractéristiques que la première molaire c'est à dire deux racines (74%), une racine mésiale avec deux canaux et une racine distale avec un canal. Ainsi, les deux racines peuvent être coalescentes partiellement ou totalement, engendrant une configuration canalaire en C (canal en arc de cercle, 7,6% des cas selon Weine). Cette dent peut aussi n'avoir qu'une seule racine (25%) ou encore présenter exceptionnellement trois racines, deux mésiales et une distale (1%). [19] On observe un rapprochement des orifices des canaux mésiaux, parfois jusqu'à leur fusion. [9]

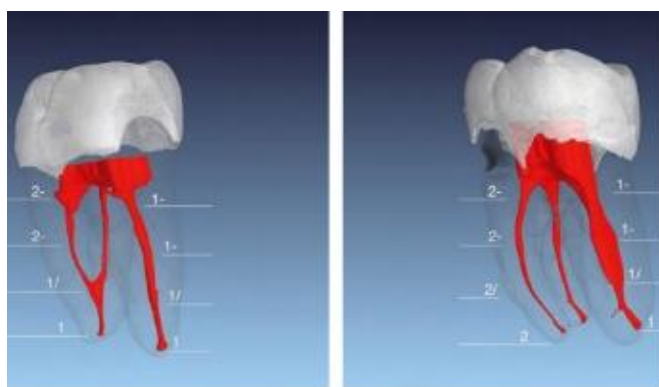


Figure 14 : la configuration du canal radiculaire des deuxièmes molaires mandibulaires.

La variabilité de l'anatomie de la cavité pulpaire de la troisième molaire est telle qu'il est difficile d'en faire une description moyenne. Les canaux sont souvent tubulaires, avec un canal mésial et un canal distal, ou deux canaux mésiaux et un canal distal. [17]

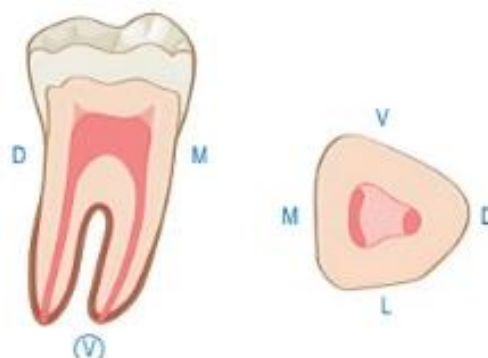


Figure 15 : Coupes vestibulo-linguales de la troisième molaire mandibulaire droite.

1.3 L'anatomie radicaire et l'imagerie CBCT

L'identification in vivo de formes anatomiques et de configurations de canaux radiculaires plus complexes peut être meilleure à l'aide de l'imagerie CBCT. De nombreux rapports démontrent les avantages significatifs de CBCT par rapport à l'imagerie radiographique traditionnelle pour la détection et la gestion d'une grande variété anatomique et morphologique des dents et des racines. [20]

La radiologie joue un rôle essentiel et indispensable en endodontie. Elle éclaire ce qui serait autrement des zones sombres et cachées et permet aux dentistes de visualiser des zones non accessibles par d'autres moyens de diagnostic. [21,22]

La technologie du Cône Beam CBCT a révolutionné plusieurs aspects de la dentisterie. Son utilisation pour le diagnostic des lésions des tissus durs et pour le traitement sont bien connus. Plusieurs études sont actuellement menées avec cette technologie pour identifier l'anatomie canalaire, à la fois in vitro et in vivo. Cette approche semble très prometteuse et l'utilisation routinière de cette technologie en endodontie, pour appréhender l'anatomie endodontique, s'imposera probablement de façon évidente. [8]

C'est une méthode d'imagerie tridimensionnelle qui offre la possibilité de visualiser les dents individuelles dans n'importe quelle vue, plutôt que les vues prédéfinies « par défaut ». Par conséquent, le CBCT peut être un outil puissant dans le diagnostic endodontique, la planification du traitement et le suivi. [23]

L'application de l'imagerie CBCT a eu un impact pratiquement sur tous les aspects de l'endodontie. La capacité de visualiser en trois dimensions une dent avant le traitement endodontique est une réalité avec cette technologie. Il a été signalé que le balayage CBCT était aussi précis dans l'identification de la racine et une méthode fiable de détection du canal dentaire. [20]

L'utilisation de systèmes CBCT est certainement recommandée. Contrairement aux techniques radiographiques conventionnelles, dans lesquelles la superposition de structures anatomiques empêche la détection de petits composants. Le CBCT est capable d'identifier non seulement chaque canal radicaire, mais aussi la présence possible d'un second canal mésio-vestibulaire en première molaire maxillaire. [21]

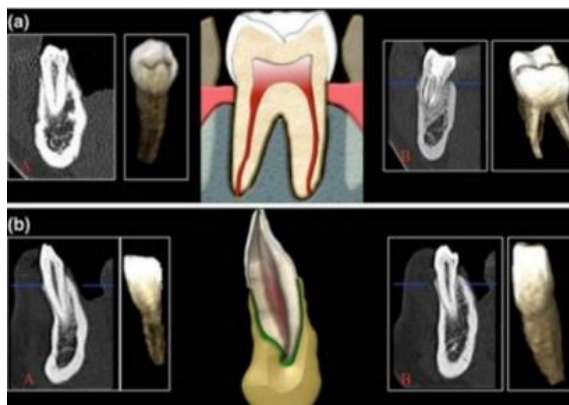


Figure 16 : CBCT montrant la reconstruction et l'illustration anatomique des dents.

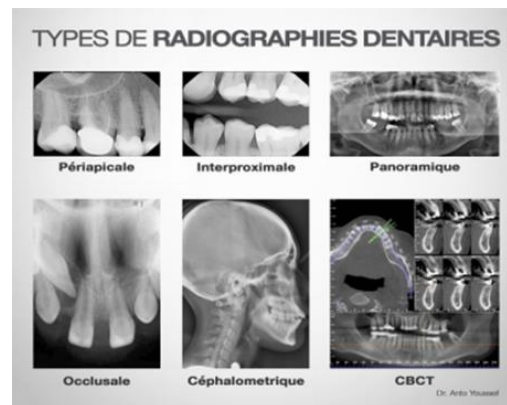


Figure 17 : types de radiographies Dentaires.

L'imagerie tomographique à faisceau conique (CBCT) peut surmonter le chevauchement des structures, permettant une évaluation précise de la morphologie dentaire et le diagnostic des complications endodontiques, et mettant en évidence l'emplacement des instruments fracturés. Les images tomographiques permettent une évaluation tridimensionnelle de l'emplacement et de la morphologie de l'instrument fracturé à l'intérieur du canal radiculaire. [24]

1.4 La complexité de l'anatomie endodontique

Les aberrations anatomiques en endodontie sont très fréquemment rencontrées dans un exercice quotidien de la fonction. Le praticien doit en permanence être à la recherche de canaux supplémentaires et être conscients des risques d'anatomies particulières lorsqu'il réalise le traitement endodontique d'une dent.

1.4.1 Les isthmes

Un isthme (anastomose transversale) est une variante anatomique trouvée dans les canaux radiculaires, et il est défini comme une communication étroite en forme de ruban entre deux canaux radiculaires, contenant de pulpe ou des tissus dérivés de la pulpe. On peut trouver l'isthme dans chaque racine contenant deux ou plusieurs canaux, tout comme les racines fusionnées.

La première molaire mandibulaire est la dent la plus susceptible d'avoir des isthmes, dans 87.9% des cas, spécialement dans sa racine mésiale. On les distingue régulièrement dans la deuxième molaire mandibulaire (66.3%), la première molaire maxillaire (60.8%), la deuxième prémolaire maxillaire (50.5%), la première molaire maxillaire (46.5%), les premières prémolaires maxillaires et mandibulaires (18.8%), on les retrouve le plus souvent au niveau du tiers moyen et apicale de la racine. Les isthmes sont moins fréquents chez les personnes âgées à cause de l'apposition de la dentine secondaire qui va combler ces espaces. [25]

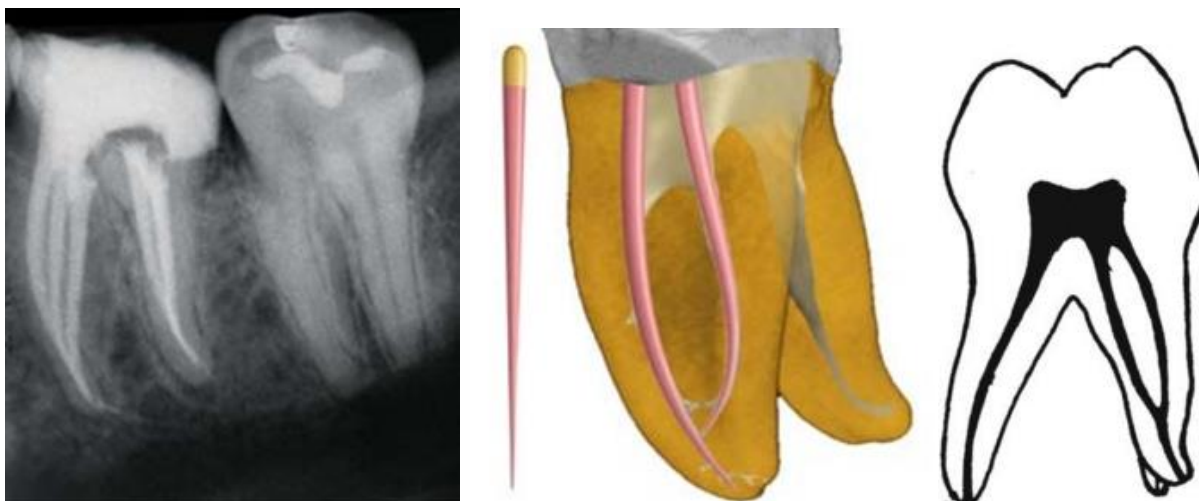


Figure 18 : des images montrant la convergence des canaux au sein de la même racine pour former un isthme.

1.4.2 Les Feuilletts

Les feuilletts sont des extensions pulpaires depuis un canal vers l'extérieur de la racine, où la pulpe va se rétrécir. Contrairement aux isthmes, ils n'aboutissent pas à un autre canal, on peut les retrouver dans n'importe quelle dent et n'importe quel canal. Cliniquement, il est difficile d'utiliser des moyens mécaniques pour nettoyer et mettre en forme ces zones inaccessibles. [26]



Figure 19 : une image montrant la difficulté d'atteindre les feuilletts apicaux avec une lime endodontique No10.

1.4.3 Deuxième canal méso-vestibulaire des molaires maxillaires

La première molaire maxillaire est considérée comme la dent la plus volumineuse, elle possède une anatomie très complexe des canaux radiculaires, elle a suscité plus de recherches et d'investigations cliniques que toute autre dent, à cause du fort taux d'échec des traitements endodontiques sur cette dent. Ce taux d'échec s'explique par la présence d'un deuxième canal

dans la racine méso-vestibulaire, qu'on appelle couramment « MV2 ». De nombreuses études cliniques ont démontré que la tomographie volumique à faisceau conique (CBCT) est un outil crucial pour évaluer l'anatomie du canal radicaire, notamment pour l'identification du « MV2 ». Son incidence signalée selon plusieurs études utilisant l'imagerie CBCT est de l'ordre de 96%. Cependant, la détection clinique des « MV2 » dans les molaires maxillaires est de l'ordre de 40%, elle est beaucoup plus faible que celle des rapports de laboratoire. Ceci s'explique par la difficulté à les localiser et à les instrumenter. L'emplacement du « MV2 » est variable. Il est généralement situé mésialement ou directement sur la ligne entre le canal méso-vestibulaire (ou « MV1 ») et l'entrée du canal palatin. Il se caractérise par une double courbure, ce qui le rend particulièrement difficile à négocier. Son diamètre est très étroit. La présence d'isthme est fréquente entre « MV1 » et « MV2 ». [27,28]



Figure 20 : Exemples de reconstitution d'une première molaire supérieure obtenue à partir d'images provenant d'un CBCT montrant l'aire canalaire du canal MV1 ; MV2 disto-vestibulaire (DV) et palatin (P).

1.4.4 Les canaux en C ou «C-shaped canal »

L'une des plus importantes variations anatomiques est la configuration « C » du système canalaire. Les canaux en forme de « C » ont été d'abord documentés dans la littérature endodontique par Cooke et Cox en 1979. Ils existent principalement dans les deuxièmes molaires mandibulaires, mais peuvent aussi être trouvés dans d'autres dents. [15]

Leur nom vient de la forme particulière de leur anatomie canalaire qui, sur une coupe transversale de leur racine, ressemble à la lettre « C ». Leur caractéristique anatomique principale est la présence d'un orifice en forme de ruban qui forme un arc de 180° (ou plus) qui relie les canaux radiculaires principaux, ce qui les rend difficiles à diagnostiquer et à traiter en se basant sur la radiographie en deux dimensions. [29]

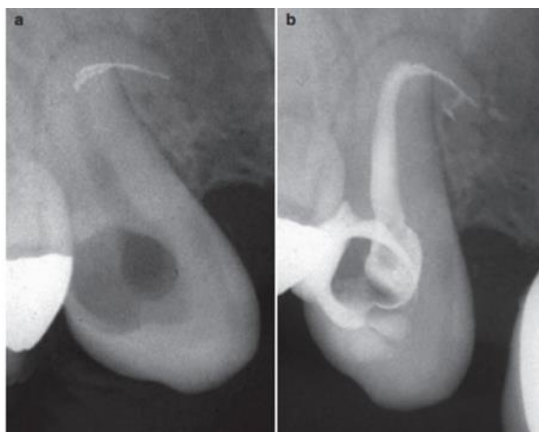


Figure 21 : (a) Deux fragments d'instruments NiTi au tiers apical dans un canal fortement courbé (canal en c).
 (b) obturation jusqu'aux fragments. Notez que certains scellants ont extrudé à travers les foramina apical et latéral (avec l'aimable autorisation du Prof. P. Beltes)

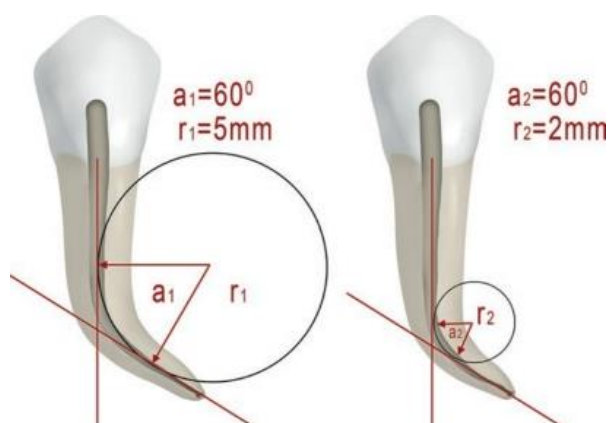


Figure 22 : Angle et rayon de courbure mesurés selon (Pruett et al.1997). Les deux racines les canaux ont le même angle ($a_1 = a_2 = 60^\circ$) mais des rayons de courbure différents ($r_1 = 5 \text{ mm}$, $r_2 = 2 \text{ mm}$)



Figure 23 : obturation canalaire du canal MV (Le fragment de l'instrument peut être vu au tiers apical du canal en c)

CHAPITRE 01 : RAPPELS

Tableau 1 : Variations et aberrations anatomiques rencontrées dans des racines dentaires. [8]

DENT	VARIATIONS/ABERRATIONS ANATOMIQUES POSSIBLES
Incisive centrale maxillaire	Deux canaux, canaux latéraux dans plus de 60 % des dents (Kasahara et coll., 1990).
Incisive latérale maxillaire	Deux canaux, courbure palatine.
Canine maxillaire	Deux canaux (Vertucci 1984) canaux latéraux.
Première prémolaire maxillaire	Trois canaux (MésioVestibulaire, DistoVestibulaire et Palatin) (Carns et Skidmore, 1973 ; Nallapati 2003).
Deuxième prémolaire maxillaire	Trois canaux (MésioVestibulaire, DistoVestibulaire et Palatin) (Carns et Skidmore, 1973 ; Nallapati 2003).
Première molaire maxillaire	Deux canaux MésioVestibulaire dans la majorité des cas. Occasionnellement trois canaux MésioVestibulaires, deux canaux DistoVestibulaires, et deux canaux Palatin (Kulild et Peters, 1997 ; Wolcott et coll., 2005 ; Stropko 1999 ; Christie et coll., 1991).
Deuxième molaire maxillaire	Deux canaux MésioVestibulaires, canaux en « C » (Yang et coll., 1988).
Incisives mandibulaires	Deux canaux se rejoignant dans le tiers apical (Vestibulaire et Lingual). Occasionnellement deux canaux distincts (Benjamin et Dowson, 1974).
Canine mandibulaire	Deux canaux. (Vestibulaire et lingual) (Vertucci 1984).
Première prémolaire mandibulaire	Deux à trois canaux. MésioVestibulaire, DistoVestibulaire et Lingual. Occasionnellement Canal en « C » (Vertucci 1978 ; Barrett 1925 ; Nallapati 2005).
Deuxième prémolaire mandibulaire	Deux à trois canaux. MésioVestibulaire, DistoVestibulaire et Lingual. Occasionnellement Canal en « C » (Rodig et Hulsmann, 2003 ; Nallapati 2005).
Première molaire mandibulaire	Quatre à six canaux. Trois canaux mésiaux et trois canaux distaux. Radis Entomolaris avec racine distale indépendante (Al-Nazhan 1999 ; Pomeranz et coll., 1981 ; Demoor et coll., 2004 ; Fabra-Campos 1989).
Deuxième molaire mandibulaire canal	Quatre à cinq canaux. Trois canaux mésiaux. Deux canaux distaux, en « C » (Seo et Park, 2004 ; Ng et coll., 2001).

REMARQUE

Nous rappelons que certaines courbures radiculaires font parties de la complexité de l'anatomie canalaire.

Une courbure canalaire importante va rendre l'accès au tiers apical plus long et plus complexe pour le praticien. Il peut exister des courbures radiculaires dans le sens mésio-distal facilement visible à la radio rétro alvéolaire. Mais aussi des courbures dans le sens vestibulo-palatin/lingual qui sont quant à elles plus difficile à appréhender car non visible sur un cliché retro alvéolaire classique mais visible sur un CBCT ou cliché excentré, ceci peut entraîner une cause supplémentaire d'une fracture instrumentale en endodontie.

1.5 Variations ethniques

De nombreuses variations anatomiques et morphologiques de l'anatomie des dents existent dans le monde. Certaines de ces variations fréquentes ont été associées à des populations géographiques spécifiques et/ou patrimoine ethnique. [20]

Il existe une forte corrélation entre l'origine ethnique des patients et le nombre d'aberrations anatomiques (Chopra et Bal, 1989).

Radix Entomolaris, qui correspond à une racine distale supplémentaire sur une molaire mandibulaire, est fréquemment rencontrée sur les populations orientales et les Esquimaux (Demoor et coll., 2004).

Les prémolaires à 2 et 3 canaux sont plus fréquemment rencontrées dans les populations d'origine africaine (Nallapati 2003 ; Nallapati 2005 ; Wolcott et coll., 2005).

Les canaux en « C », quant à eux, concernent plus fréquemment les populations d'origine Chinoise, Coréenne, et Indienne (Seo et Park, 2004 ; Ng et coll., 2001).

La symétrie bilatérale est une forme d'aberration anatomique. Plus l'aberration est rare, plus la symétrie est importante (Sabala et coll., 1994).

L'expérience du clinicien est un facteur important pour la localisation et le traitement des dents présentant une anatomie atypique. Plus le clinicien est expérimenté et optimise sa formation, plus les chances de localisation de canaux supplémentaires sont importantes (Stropko 1999 ; Corcoran 2007). [8]

2. Rappel sur l'instrumentation en endodontie

L'endodontie constitue une des disciplines odontologiques où l'instrumentation est très variée et omniprésente. La préparation ou la mise en forme canalaire est une des étapes initiales du traitement endodontique. En effet, associée à une irrigation abondante et adaptée, elle reste indispensable pour atteindre les objectifs biologiques et mécaniques. [30]

Il existe actuellement une très grande variété d'instruments sur le marché, constitués d'acier inoxydable ou de nickel-titane (Ni-Ti), utilisés avec des techniques manuelles et/ou mécanisées, encore appelées assistées.

Malgré le développement des systèmes mécanisés, l'instrumentation manuelle reste d'actualité, car les techniques assistées nécessitent généralement une phase initiale manuelle, notamment pour le repérage des entrées canalaire et la perméabilisation des canaux. Les trois instruments de référence de l'instrumentation manuelle sont toujours les limes K et H ainsi que les broches, généralement constituées d'acier inoxydable et répondant à la norme ISO (International Standard Organisation). [31]

Chaque instrument possède un ensemble de paramètres géométriques le caractérisant : la section, le diamètre apical, la conicité, mais également l'angle d'hélice, l'angle de coupe et l'angle de pointe. [32]

2.1 Description générale d'un instrument endodontique

Tous les instruments endodontiques sont constitués de trois parties :

- ✓ Un manche, pour la préhension manuelle de l'instrument ou son adaptation sur un contre angle ;
- ✓ Une tige, qui est l'ébauche du fil métallique à partir duquel est fabriquée la partie travaillante de l'instrument. la tige est fixée dans le manche. Il existe différents types de section : ronde, triangulaire, carrée ;
- ✓ Une lame active, qui est la partie travaillante de l'instrument, la section de celle-ci correspond au profil de coupe, qui varie selon l'instrument considéré. [33]



Figure 24 : une lime endodontique.

2.2 Alliages employés dans la fabrication des instruments endodontiques

2.2.1 Alliages en acier inoxydable

Les aciers inoxydables sont des groupes de métaux à base de fer contenant au moins 10 % de chrome. La présence du chrome comme élément d'addition permet la création d'une barrière invisible d'oxyde de chrome qui protège le fer contre la plupart des corrosions.

Cette couche est trop fine pour être visible, ce qui signifie que le métal reste brillant. Pour la réalisation des instruments endodontiques, les fabricants utilisent principalement les nuances 304 et 303 (désignation américaine American Iron and Steel Institute [AISI]). [34]

L'acier inoxydable de type 304 (ou Z2CN18-10 selon la désignation Afnor) appartient à la série T300 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.

Il est défini en tant qu'alliage austénitique chrome nickel. La nuance 303 (ou Z10CNF18-09 selon la désignation Afnor), quant à elle, est la version optimale vis-à-vis du critère d'usinabilité des aciers inoxydables austénitiques grâce à l'ajout de l'élément soufre. Enfin, ces deux nuances ont de bonnes propriétés mécaniques. [35]

2.2.2 Alliages en nickel-titane

Les alliages Ni-Ti utilisés appartiennent à la famille des alliages à mémoire de forme (AMF) [12]. Les AMF exhibent des comportements mécaniques tout à fait particuliers par rapport aux alliages métalliques classiques. Les différentes particularités de leur comportement mécanique s'expliquent par un changement de phase solide-solide de type martensitique. Lorsque ces matériaux sont sollicités à une température supérieure à leur température caractéristique AF (AUSTENITE FINISH), ils se déforment de manière réversible jusqu'à des niveaux de déformation pouvant atteindre 8 %. On parle de comportement super-élastique. Cette propriété rend ces alliages attractifs dans le cadre de la réalisation d'instruments dentaires.

La composition chimique des alliages Ni-Ti allie 50 % de nickel et 50 % de titane, mais peut enregistrer des variations de quelques pourcents. Il n'est pas recommandé de référencer la composition pour spécifier un alliage Ni-Ti, car de faibles variations de cette dernière peuvent entraîner des modifications importantes de propriétés. On préfère définir un alliage à mémoire de forme, et en particulier un AMF de type Ni-Ti, par ses températures caractéristiques de transformation. [31]

2.3 De l'acier inoxydable au nickel-titane

La négociation des courbures canalaire peut s'avérer extrêmement difficile avec des instruments usinés en acier inoxydable, à partir du diamètre 25/100 mm, une lime en acier présente une mémoire élastique relativement importante pouvant induire des déviations de la trajectoire canalaire. Par ailleurs, la norme ISO impose une conicité de 2% à tous ces instruments, ce qui ne facilite pas l'obtention d'une préparation régulièrement conique du canal. Les améliorations technologiques des instruments en acier n'ont pas suffi à répondre aux nouveaux critères de préparation canalaire. Il faut remonter à la fin des années 80 pour que Walia crée les premiers instruments endodontiques en alliage de nickel et de titane, obtenus à partir de fils orthodontiques. [36]

2.4 L'instrumentation endodontique

2.4.1 L'instrumentation endodontique manuelle

L'instrumentation endodontique manuelle est la technique de préparation canalaire la plus ancienne. Même si elle a beaucoup évolué ces dernières années et a tendance à céder du terrain face aux techniques assistées, elle reste toujours d'actualité car ces dernières nécessitent généralement une phase initiale réalisée par les instruments manuels, notamment pour le

repérage des entrées canalaires et la pénétration initiale (perméabilisation) des canaux. Les premiers instruments dédiés à l'endodontie ont été conçus au début du XXe siècle 1917. [3]

2.4.1.1 Instruments manuels en acier

Il s'agit essentiellement des limes K et H, ainsi que les broches endodontiques et le tire-nerf. La majorité de l'instrumentation endodontique manuelle traditionnelle répond à la norme ISO [14] qui confère à ces instruments des caractéristiques communes :

- ✓ Correspondance entre le diamètre de pointe et un code couleur (06 rose, 08 gris, 10 violet, 15 blanc, 20 jaune, etc...).
- ✓ La progression des diamètres de pointes entre deux instruments successifs.
- ✓ La conicité de 2%.
- ✓ La longueur de la partie active est de 16mm
- ✓ La longueur totale des instruments varie entre 21mm, 25mm, 31mm. [38]

2.4.1.1.1 Le tire-nerf

Le tire-nerf est un élément pour enlever le nerf, pas un élément pour élargir les canaux. Il est formé d'une pointe métallique conique surélevée par des écailles métalliques. De cette façon, les tire-nerfs pénètrent dans le canal proprement, mais quand ils en sortent, ils sont accrochés au tissu pulpaire, le tirent et l'extraient du canal. Pour cette utilisation, on utilise un tire-nerf plus épais qui s'insère plus librement dans le canal. Toujours à l'intérieur de la carcasse, sinon le risque de fracture de la carcasse augmente considérablement. Ils sont aussi connus sous le nom de sondes barbelées et doivent être à usage unique. Le mode opératoire de cet instrument semble aujourd'hui désuet. [39]



Figure 25 : Le tire-nerf.

2.4.1.1.2 Les limes (ou lime K "Kerr")

Elle est fabriquée par usinage ou par torsion antihoraire d'une matrice à section généralement carrée, ces instruments possèdent un angle d'hélice important et un grand nombre de lames.

Elles sont fabriquées par usinage ce qui majore leur résistance en torsion, mais amplifie également le risque de fracture instrumentale car l'instrument se fracture avant de se déformer. Initialement destinées à être utilisées avec un mouvement de translation axiale, elles peuvent également être utilisées en rotation dans la technique des forces équilibrées. [39]

Les limes manuelles en acier restent indispensables lors du traitement endodontique. Elles sont actuellement principalement utilisées pour la négociation initiale (cathétérisme), La vérification de la perméabilité du foramen tout au long des manœuvres de mise en forme canalaires, le

jaugeage du foramen à la fin de la mise en forme, pour toute anatomie ne permettant pas l'utilisation d'une instrumentation mécanisée et/ou nécessitant une précurbure.

Action : principalement en translation (va et vien) et/ou rotation (rotation horaire de 1/8 de tour). [40]

Les limes restent des instruments plus rigides que les broches, par conséquent plus efficaces en pénétration. C'est pourquoi les limes K sont très fréquemment utilisées lors de la préparation canalaire, particulièrement dans les phases de repérage et de perméabilisation, dont elles restent les instruments de choix. Elles peuvent également être employées pour l'élargissement. [31]



Figure 26 : lime k (Kerr)

2.4.1.1.3 Racleur (lime H "Hedström")

Ce sont des instruments de mise en forme canalaire, très tranchant usiné à partir d'une ébauche à section ronde (chapeau chinois renversé) leurs pas est court (s'apparente à une vis à bois) avec un angle de coupe de 90°. Ils servent essentiellement à l'élargissement après le passage de la lime K du même numéro. Elle est d'une grande efficacité en traction pure. [39]

En effet, ils ont un profil en empilement hélicoïdal de « troncs de cône à pointe apicale ». Cette faible épaisseur de métal à la jonction de chaque cône, associée à un angle d'hélice de 60 ° en moyenne, justifie leur emploi en traction pure, car s'ils sont très tranchants, les racleurs restent également particulièrement fragiles. [33]



Figure 27 : lime H (Hedström)

2.4.1.1.4. Broches

Elle possède une matrice triangulaire torsadée de section triangulaire, la principale différence avec la lime K repose dans le nombre de spires moins important à un angle d'hélice plus petit et un pas plus espacé.

Initialement destinées à être utilisées avec un mouvement de rotation d'un quart de tour et retrait, elles ont surtout été utilisées pour la technique de l'enveloppe. [40]

CHAPITRE 01 : RAPPELS

Actuellement les broches ne sont plus utilisées et pour toutes les manœuvres de cathétérisme, on leur préfère les limes K.










Le profil de ces instruments implique plutôt une utilisation en rotation qu'en translation lors de la préparation canalaire. [41]

Il s'agit d'un instrument de faible encombrement, adapté à l'élimination de déchets organiques et minéraux pendant les phases terminales de préparation et de finition, ainsi qu'aux retraitements endodontiques. [33, 42]

Actuellement les broches ne sont plus utilisées et pour toutes les manœuvres de cathétérisme, on leur préfère les limes K.

Il est à noter que ces trois types d'instruments endodontiques sont les plus fréquemment employés, par les praticiens durant la totalité de la phase de préparation canalaire en endodontie manuelle, jusqu'aux diamètres 30 ou 35 ; ou encore durant la phase de perméabilisation (pénétration initiale) en endodontie mécanisée, jusqu'aux diamètres 15 ou 20. Des instruments de diamètre plus important peuvent également être utilisés en cas de nécessité. [31]

Tableau 2 : Les trois instruments manuels de référence : lime K, lime H et broche n°35.

Instruments	Lime K	Lime H	Broche
Photographie			
Radiographie			
Profil et section			

Les instruments endodontiques manuels en acier inoxydable permettent la préparation canalaire avec de bons résultats aussi bien en termes de mise en forme, que de nettoyage, et ce avec un risque de fracture instrumentale relativement faible dans les canaux peu courbés (Schäfer et coll. 2000) [9], de plus leur efficacité de coupe est significativement supérieure à celle des limes NiTi manuelles (Schäfer et Hope, 1995, Schäfer 1996, Tepel et Schäfer, 1996). [43]

Mais ces instruments présentent une faible flexibilité ce qui augmente le risque de déplacement de la trajectoire canalaire initiale, création de butée et des épaulements et des perforations.

2.4.1.2 Instruments manuels en Ni-Ti

Depuis quelques années, des instruments endodontiques manuels en alliage Ni-Ti, qui présentent l'avantage d'être six à huit fois plus flexibles que les instruments traditionnels en acier, sont proposés par certains fabricants. [44]

Les propriétés mécaniques du Ni-Ti, et notamment la super élasticité, font de celui-ci un excellent alliage pour les instruments endodontiques.

Puisqu'ils sont très flexibles, ces instruments parviennent à respecter l'anatomie et à suivre le trajet canalaire initial sans la nécessité d'une pré-courbure préalable, laquelle serait de toute manière sans effet sur un alliage super élastique. Les instruments manuels en Ni-Ti ont toutefois

l'inconvénient de présenter, de manière générale, une moindre efficacité de coupe que ceux en acier inoxydable, du fait même des propriétés du Ni-Ti.

Les instruments manuels en Ni-Ti commercialisés de nos jours possèdent souvent une lame active parfaitement identique à celle des instruments destinés à la rotation continue. Ils existent parfois dans les deux versions (par exemple, les instruments Quantec® et K3®, ProTaper® et Heroapical®). Seul leur manche change quand il est destiné à la préhension manuelle. En conséquence, comme les instruments mécanisés utilisés en rotation continue, ils ne respectent pas la norme ISO, ayant des conicités bien supérieures à 2 %. Parallèlement à cette version manuelle des instruments Ni-Ti utilisés en rotation continue, il existe également des instruments Ni-Ti manuels correspondant aux instruments traditionnels en acier. [31]

2.4.1.2.1. Les limes Ni-Ti manuelles issues d'un système de rotation continue

Les Pro taper manuels présentent les mêmes caractéristiques que les ProTaper rotatifs, mais ils seront utilisés pour la mise en forme des crochets apicaux ou des multiples courbures avec la technique de Roane.

Les efforts et la progression des instruments sont contrôlés par l'opérateur afin de limiter les blocages, butées et autres bris d'instrument imprévus. Le manche de ces instruments est plus large que les instruments conventionnels ce qui confère à l'opérateur un couple plus élevé lors de l'utilisation. [45]



Figure 28 : limes Ni-Ti issues du système Pro Taper®

2.4.2. L'instrumentation mécanisée

L'instrumentation endodontique mécanisée fait appel à une assistance motorisée (contre angle), laquelle permet le mouvement de rotation des instruments en acier ou en Ni-Ti à des vitesses variables.

2.4.2.1 Instruments rotatifs en acier

Depuis le milieu des années 1960, différents systèmes ont été développés afin de permettre une utilisation mécanisée des instruments, comme par exemple les instruments montés sur contre angle Giromatic® (Micro-Méga®), Mais ces systèmes mécanisés ne permettaient pas de résoudre les problèmes associés à la mise en forme canalaire, puisque les instruments utilisés

étaient en acier et que l'élargissement du canal nécessitait leur animation dans un mouvement vertical de va et vient. [38]

Cette catégorie d'instruments est essentiellement représentée par les forêts. Ils sont destinés à l'élargissement de la partie coronaire du canal, afin de redresser les courbures, d'éliminer les interférences sur les instruments et ainsi de favoriser l'accès instrumental au tiers apical sans complication. Ils ont également pour objectif de permettre une meilleure condensation des cônes de gutta-percha pendant la phase de remplissage canalaire. [32]

Il existe de nombreuses variétés de forêts pouvant être utilisés en endodontie : coniques, cylindro-coniques, forets pilotés. Les forêts les plus répandus restent les forêts de Gates Glidden® et les forêts Largo®. [46]

2.4.2.1.1 Les forêts de Gates®

Ils sont de forme elliptique. Ils ont une section en triple U avec des méplats radians et une pointe mousse. [41]

Ils existent en 15 mm et 19 mm de longueur, les plus courts bénéficiant d'un accès facilité aux dents postérieures. Ils existent en six diamètres différents, numérotés de 1 (une rainure sur le manche) à 6 (six rainures sur le manche) ; de 0,5 mm à 1,5 mm de diamètre. La vitesse de rotation préconisée pour ces forets est de 600 t/min à 800 t/min. [56]



Figure 29 : les forêts de Gates Glidden®

2.4.2.1.2 Les forêts Largo®

Ils présentent des parois coupantes parallèles. Ils sont disponibles sur le marché avec ou sans pointe mousse. Ils restent plus rigides et plus agressifs que les forêts précédentes. [46]

Ils existent également en six diamètres différents, numérotés de 1 à 6 (également avec des rainures sur leur manche) ; de 0,7 mm à 1,7 mm de diamètre. La vitesse de rotation préconisée pour ces forets est de 1 000 t/min à 1 200 t/min.

L'utilisation des forêts doit toujours rester limitée à la portion rectiligne des canaux. Le risque de perforation devient majeur s'ils sont utilisés pour franchir une courbure canalaire ou pour une action de coupe latérale [9]. Avec le développement de la rotation continue, ces instruments cèdent de plus en plus la place à ceux en Ni-Ti. Ces derniers sont constitués par des instruments courts de forte conicité, destinés à assurer la même fonction et de façon plus sécurisée (Alpha Opener®, Endoflare®, K3 orifice opener®, Introfile ConeFlex®, ProTaper SX®).

Ce type d'instruments est parfois intégré dans les séquences de préparation canalaire proposées par les fabricants de systèmes mécanisés faisant appel à l'alliage Ni-Ti. [31]



Figure 30 : Les forêts Largo®

2.4.2.1.3. Instruments montés sur le contre angle Giromatic® (Micro-Mega®)

Ce contre angle génère un mouvement de quarts de tour alternatifs, 3000 fois par minute (environ 20 fois plus qu'en technique manuelle). Les quarts de tour alternatifs diminuent considérablement les contraintes instrumentales et donc le risque de fracture.

Divers instruments sont compatibles avec le contre angle Giromatic® tels : Giro-Pointer®, Giro-Files®, Rispi®, Heli-giro-files®.



Figure 31 : le contre-angle Giromatic® (Micro-Mega®)

2.4.2.1.4. L'Endo-Express®

Le système Endo-Express® (mis au point par Deutsch et Musikant) associe :

Un mouvement alternatif de douzième de tour (30°). Il réduit ainsi les contraintes instrumentales en respectant le principe des forces équilibrées. [39] Il permet d'éviter le risque de vissage ou de gainage de l'instrument, d'évacuer les débris plus efficacement et assurer un centrage permanent de la lime, ce qui garantit un meilleur respect de la trajectoire canalaire. La fatigue cyclique et la contrainte en torsion sont fortement diminuées. [47]

2.4.2.2 Instruments Endodontiques Ni-Ti En Rotation Continue

L'instrumentation manuelle ne pouvait être considérée comme satisfaisante dans tous les cas. Par ailleurs, sa faible conicité et sa faible élasticité ne permettaient pas de préparer de façon optimale tous types de canaux. À partir de ce constat, divers auteurs et fabricants se sont intéressés à de nouveaux instruments. Parallèlement, de nouveaux concepts de préparation ont vu le jour. Marshall et Papin ont défini en 1980 le concept de préparation canalaire

Corono-apicale (crown-down). [48] Ce concept de référence a été initialement employé en instrumentation manuelle et ensuite appliqué, à partir des années 1990, à l'instrumentation assistée, divers systèmes endodontiques faisant appel à des instruments en Ni-Ti, employés en rotation continue, se sont développés. [25]

Les systèmes de rotation continue proposent des séquences opératoires différentes. Certains adaptent la séquence à utiliser en fonction de la configuration anatomique du canal, alors que d'autres privilégient la simplicité en proposant une seule et même séquence.

Cependant la plupart des fabricants d'instruments s'accordent et recommandent une préparation corono-apicale inspirée de la technique manuelle « crown down ». Cela consiste en un élargissement des entrées canalaire visant à supprimer les interférences avec un instrument à forte conicité, puis les 2/3 coronaires, et le 1/3 apical sont préparés avec des instruments à conicité décroissante. La raison principale à l'utilisation de cette approche, est d'éviter à l'instrument d'avoir une trop grande surface de contact avec les parois canalaire responsable de la friction (effet de gaine), et ainsi réduire l'incidence de fracture par torsion.

La gestion correcte des parties canalaire cervicales permet d'aborder le tiers apical correctement, concernant l'alliage Ni-Ti par ses propriétés mécaniques intéressantes, autorise la conception d'instruments à forte conicité favorables à une application mécanisée du concept de préparation corono-apicale. La tendance actuelle étant à la réduction du nombre de limes pour la mise en forme canalaire, les industriels ont donc développé des instruments dits « uniques » permettant un travail contrôlé, et sans pression. [45]

2.4.2.2.1 le système protaper universal (dentsply-maillefer)

Le système complet comprend 8 instruments qui existent en version mécanisée ou manuelle.

Les Shaping Files, au nombre de 3 (SX pour la relocalisation des entrées canalaire, puis S1 et S2, présentent une conicité variable croissante et sont destinées à l'ouverture de la trajectoire canalaire. Les Shaping Files présentent une section triangulaire convexe. Les cinq Finishing Files sont destinées à la finition apicale, et présentent des conicités variables décroissantes avec une conicité importante sur les 3 premiers millimètres apicaux. La conicité s'inverse à partir du 4ème mm, conférant à l'instrument une meilleure flexibilité par rapport à une conicité constante. Ces instruments présentent à partir du F3, une section triangulaire concave, diminuant la masse centrale et contribuant ainsi à plus de flexibilité. [49]



Figure 32 : LE SYSTEME PROTAPER UNIVERSAL (DENTSPLY-MAILLEFER)

2.5 Caractéristiques instrumentales

2.5.1. Les normes ISO

La majorité de l'instrumentation endodontique manuelle traditionnelle répond à la norme ISO 3630-1. Pour établir cette norme, l'organisation internationale des standards (ISO) a travaillé en collaboration avec la Fédération dentaire internationale (FDI) et l'ADA (American dental association) Plusieurs spécifications (28 et 58 ANSI/ADA) ont été établies et révisées depuis les années 1970.

Elles imposent le métal à utiliser, mais également un certain nombre de paramètres, tels que les dimensions des instruments associées à un code couleur, ainsi qu'une conicité fixe de 2%. Le progrès technologique dans la production des instruments Ni-Ti a permis de les fabriquer par des procédés d'usinage avec des changements significatifs dans la configuration de la partie active, des variations de l'angle hélicoïdal, l'angle de coupe, et différentes augmentations de conicité dans le même instrument, ne suivant plus les normes ISO publiées en 1958 pour les instruments manuels.

Les premiers instruments rotatifs en Ni-Ti toujours avec les normes ISO de conicité 02%, ont été introduits en 1992 par Dr. John Mc Spadden. Deux ans plus tard Dr Johnson a introduit des systèmes rotatifs comme le Profile. 04% et le Profile. 06%, brisant le paradigme de longue date de fabrication des instruments endodontiques exclusivement avec une conicité standard de 02%. [50]

COLOR	ISO Numbering	ISO Numbering	ISO Numbering
PINK 	6	—	—
GREY 	8	—	—
PURPLE 	10	—	—
WHITE 	15	45	90
YELLOW 	20	50	100
RED 	25	55	110
BLUE 	30	60	120
GREEN 	35	70	130
BLACK 	40	80	140

Figure 33 : Les normes ISO.

2.6.2 La conicité

La conicité traduit une variation de diamètre par millimètre, le long d'un volume (instrument ou canal). Si la conicité est constante le diamètre augmente régulièrement de la pointe de l'instrument vers la base de la partie active. [51]

Des instruments peuvent avoir un même diamètre de pointe mais des conicités différentes, La norme ISO impose aux instruments endodontiques une progression de diamètre de deux centièmes de millimètre tous les millimètres linéaires en partant de la pointe de l'instrument. On parle alors d'une conicité de 2%. Si cette progression est de 4 centièmes de mm par incrément de 1mm on parlera de 4% de conicité. Cette conicité est en général constante, ceci signifie que la progression de diamètre est régulière. Il a également été mis au point des instruments à conicité variables présentant plusieurs conicités différentes sur la partie active, permettant d'optimiser leur efficacité tout en diminuant les contraintes mécaniques.

En d'autres termes, plus on s'éloigne de la pointe et plus le diamètre de l'instrument augmente. Ceci lui confère un profil qui rappelle celui de la Tour Eiffel (conicité variable progressive). [52]

La conicité des instruments Ni-Ti est primordiale : on retrouve des instruments à conicité nulle (ex : LightSpeed®), constante (ex : RaCe®) et variable (ex : ProTaper®). Une tendance plus récente vise à inverser la conicité de l'instrument : c'est le cas du système S-Apex® (FKG) dont la conicité décroît depuis la pointe vers la base de l'instrument. Le système ProTaper® est caractérisé par une conicité importante à la pointe qui diminue ensuite. Par exemple, la lime F1 présente une extrémité de 3mm avec une conicité de 7% puis retrouve une conicité constante de 5%. [53]



Figure 34 : conicité majorée de système PRO TAPER.

2.6.3. L'hélicoïde

Lors de la fabrication d'un instrument endodontique de mise en forme, qu'il soit obtenu par torsion ou par usinage d'une tige d'acier ou d'une tige en Nickel-Titane (NiTi), le sens d'enroulement et d'orientation des lames va déterminer l'hélicoïde de l'instrument et son sens d'utilisation. La plupart des instruments présentent une hélicoïde horaire c'est-à-dire que les lames vont s'enrouler autour du grand axe de gauche à droite lorsqu'on l'on tient par le manche et que l'on regarde vers la pointe. Certains instruments NiTi récents vont présenter une hélicoïde inverse (Wave One™, Reciproc®) non pas pour leur conférer des propriétés particulières mais pour les utiliser avec un mouvement spécifique (mouvement alternatif transversal asymétrique).

Le sens de disposition des lames va déterminer le mode de pénétration de l'instrument dans le canal sous l'effet de la rotation. En effet deux instruments dont l'hélicoïde est inverse ont la même capacité de coupe si on considère un mouvement de traction leur progression apicale se fera après élargissement par le limage pariétal.

2.6.4 Le pas et l'angle d'hélice

Le pas est l'élément fondamental qui définit le mode d'utilisation de l'instrument. Il s'agit de la distance entre deux crêtes de lame (deux spires successives). Il détermine directement la progression linéaire de l'instrument lorsqu'il subit une rotation axiale de 360°. En d'autres termes, plus les lames sont espacées, plus le pas est long et la progression issue d'une rotation horaire de l'instrument sera importante. La surface de dentine « balayée » ou sectionnée sera aussi plus importante. Il est généralement variable au sein d'un même instrument.

Utilisé en rotation continue le pas d'hélice aura une influence sur la flexibilité de l'instrument et son aptitude à l'effet de vissage.

Les broches ont un pas plus long que les limes K et par conséquent moins de crêtes mais elles sont plus sécantes en rotation que les limes K. En revanche les limes K présentent plus de crêtes et seront plus sécantes en traction. Le pas est en relation directe avec l'angle d'hélice qui est l'angle formé par l'axe des lames et l'axe longitudinal de l'instrument il aura une influence sur l'évacuation des débris et la tendance au vissage en rotation continue.

En manuel, plus l'angle est fermé (60° pour les limes H) plus l'instrument est actif en traction, plus l'angle est ouvert (20° pour les broches) plus l'instrument est actif en rotation.

Plus l'angle d'hélice est important plus le pas est court, plus il est faible plus le pas est long et correspond à un instrument plus sécant en rotation. Le pas et l'angle d'hélice influence par ailleurs la flexibilité et l'effet de vissage d'un instrument. [51]



Figure 35 : l'angle d'hélice d'une lime H

2.6.5. Angle de coupe ou angle d'attaque

Représente l'angle formé par les lames et les parois canalaires, il est donc associé directement à l'efficacité de coupe des instruments. Un angle légèrement positif permet à la fois un effet de coupe suffisant et une réduction des risques de blocage en favorisant le retrait des débris en direction coronaire. [54]

L'angle de coupe intervient dans l'efficacité travaillante des instruments. Si on considère un mouvement de traction, le racleur est plus actif qu'une broche. Si on considère un mouvement de rotation, la broche est plus active que le racleur. La lime k est active en traction et rotation. C'est un instrument de référence en endodontie. [51]

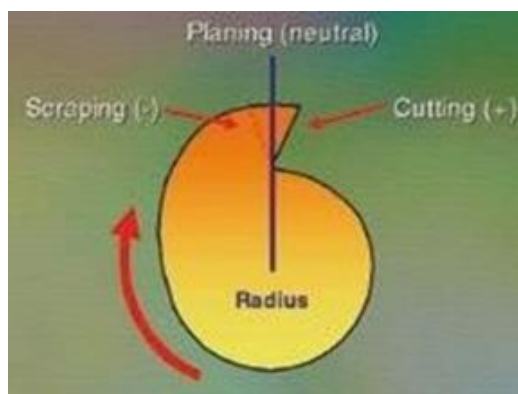


Figure 36 : Angle de coupe.

2.5.6 Longueur de la partie active et longueur totale de l'instrument

Les dimensions des instruments NI-TI sont spécifiques à chaque système. Il existe des instruments appelés openers de très forte conicité mais très courts, conçus pour élargir les

entrées canalaires. Par exemple, l'Endoflare® de diamètre 25/100 mm et de conicité 12% (Micro-Mega) présente une partie travaillante de 10 mm. Le PreRaCe® existe en diamètres 30/100, 35/100 et 40/100 mm de conicités respectives 6%, 8% et 10%.

Les autres instruments ont des parties travaillantes de longueur variable. A titre d'exemple, le système LightSpeed® présente une partie travaillante extrêmement courte de 2 mm comparé au système HERO Shaper® dont la partie travaillante mesure 12 mm ou 16 mm. [48]

La longueur de l'ensemble « tige lame active » des instruments en acier peut être de 19 mm, 21 mm, 25 mm, 27 mm ou encore de 31 mm, la lame active seule devant mesurer 16 mm.



Figure 37 : instruments HERO Shaper®, PreRaCe® et LightSpeed®

2.5.7. Autres caractéristiques des instruments

- ✓ Le symbole : Il est inscrit sur le manche de l'instrument. Un carré représente une lime K, un triangle une broche et un cercle un racleur. Un carré rempli à moitié représente une lime K manuelle en Nickel-Titane.
- ✓ Le stop : Il est en silicone ou en caoutchouc, et présente un trait noir ou une encoche destinés à matérialiser le côté vers lequel la pointe de l'instrument est orientée lorsqu'il a été préalablement pré courbé. [39]

2.6. Avantages Et Limites Des Instruments En Ni-Ti

L'utilisation d'instruments endodontiques Ni-Ti en rotation continue a incontestablement permis une amélioration de la qualité des préparations, un abord plus aisé des cas complexes, une meilleure ergonomie et des complications per- et postopératoires moindres. À ceci différentes raisons :

La super élasticité du Ni-Ti favorise le respect de l'anatomie canalaire lors de la préparation et permet de maintenir la constriction apicale en minimisant les phénomènes d'évasement et/ou de transport. Le risque d'erreurs peropératoires telles que la butée, le faux canal, ou encore la perforation, est plus réduit. [56]

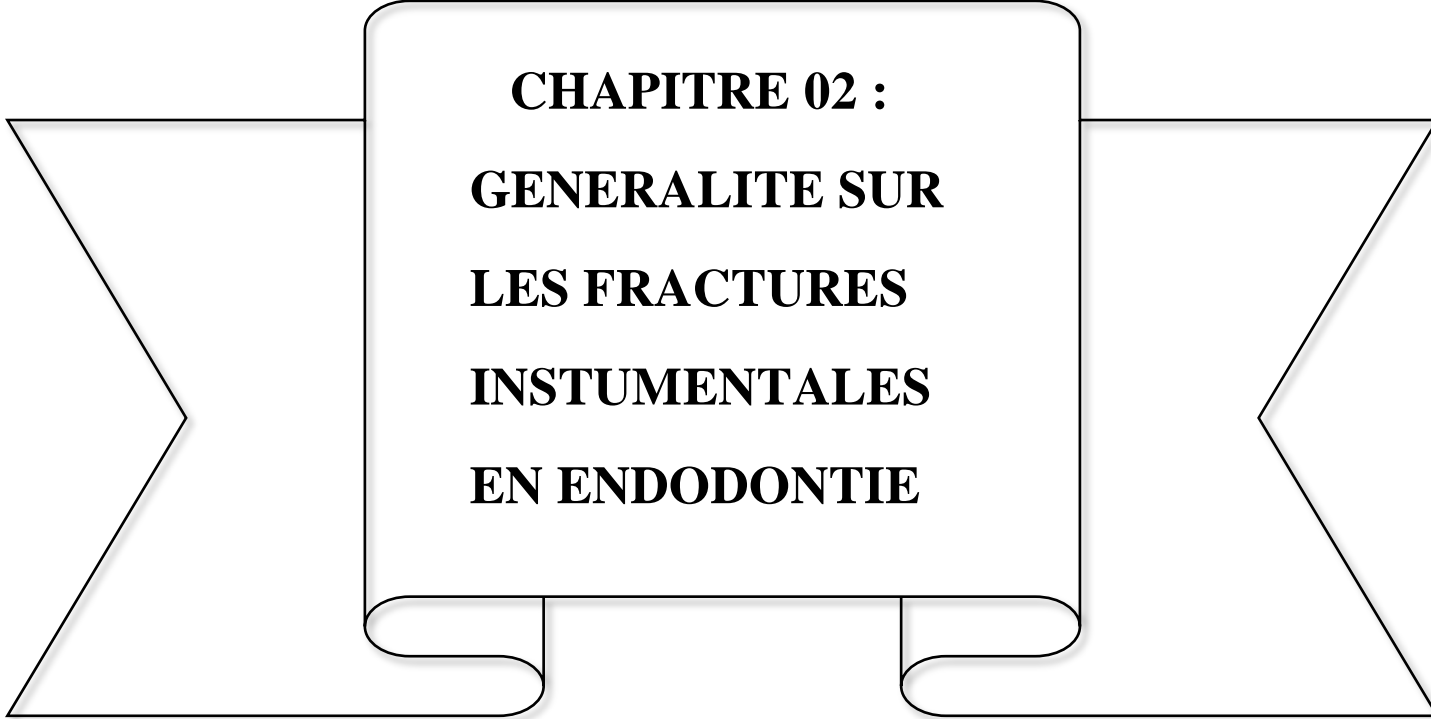
Le trajet canalaire initial et le centre de gravité de la dent sont mieux respectés. [31]

La conicité augmentée de l'instrument permet une préparation corono-apicale optimale sur les plans mécanique (meilleur parage et évacuation améliorée des débris) et chimique (irrigation facilitée et profonde). [31] Toutefois, la conicité majorée a pour inconvénient de rendre rigides les instruments de gros diamètre et d'augmenter les risques d'erreurs peropératoires. Afin d'y pallier et pour diminuer le phénomène de vissage, diverses solutions ont été envisagées :

CHAPITRE 01 : RAPPELS

- ✓ Diminution progressive du pas de l'instrument et/ou augmentation de l'angle d'hélice sur la partie apicale, « concept du pas adapté » ou encore mise au point d'instruments à conicité variable, permettant la réduction du risque de blocage par diminution des surfaces de contact entre l'instrument et les parois dentinaires ;
- ✓ L'amélioration de l'évacuation par voie coronaire et une moindre extrusion au niveau péri apical permettent de diminuer le risque de complications per- et post-opératoires ;
- ✓ Le nombre réduit d'instruments, les séquences bien établies, l'utilisation d'une assistance (mécanisation de la technique) et la rapidité de réalisation rendent la préparation plus ergonomique et moins fatigante qu'avec une instrumentation manuelle, aussi bien pour le patient que pour le praticien [32].
- ✓ Par ailleurs, l'emploi de ces techniques assistées est tout à fait compatible avec les règles d'hygiène et d'asepsie.
- ✓ De plus, elles peuvent être employées pour le traitement des dents temporaires.

Enfin, les instruments de préparation Ni-Ti sont aussi adaptés pour le retraitement la limite d'utilisation des instruments Ni-Ti est constituée par la présence de fortes courbures Le degré de courbure est défini radiologiquement en utilisant les critères de Schneider. Le risque de fracture instrumentale est majeur lors de la préparation des canaux comportant des courbures sévères. [32] L'instrument en fonction subit d'importantes contraintes en flexion, liées à l'anatomie, et en torsion, liées à l'effet de gaine contre les parois. Cependant, la proportion de chaque mode de fracture reste controversée.



CHAPITRE 02 :
GENERALITE SUR
LES FRACTURES
INSTUMENTALES
EN ENDODONTIE

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

1. Généralité sur les fractures instrumentales en endodontie

1.1 Définition de la fracture instrumentale

La fracture est la séparation ou la fragmentation d'un corps solide en deux ou Plusieurs parties sous l'action de contraintes. L'endommagement passe par la Formation (phase d'amorçage), et la propagation (phases de croissance et de Coalescence) de cavités au sein du matériau avant d'aboutir à la fracture. [57] C'est un accident opératoire fréquent. [58]

Le fragment d'instrument fracturé constitue un obstacle supplémentaire qui complique la séquence thérapeutique pour le praticien, et compromis le résultat final. [59]

La fracture instrumentale ne peut pas toujours être évitée. Le respect des différents moyens de prévention de la fracture n'élimine pas la possibilité à l'instrument endodontique de se rompre lorsqu'il se retrouve engainé dans le canal dentaire.

Il est nécessaire d'insister sur la complexité du processus de fracture instrumentale. Ce phénomène fait intervenir des facteurs combinés et hybrides. [5]

La taille et la localisation du fragment fracturé, l'anatomie du canal radiculaire, et le gadget utilisé influencent le succès de la prise en charge des instruments endo-canaux fracturés. [60]

Les informations concernant l'anatomie de la dent et de son système canalaire ne peuvent pas être intégralement définies dans la pratique quotidienne. Le traitement endodontique conserve ses lettres de noblesse et sa difficulté. [5]

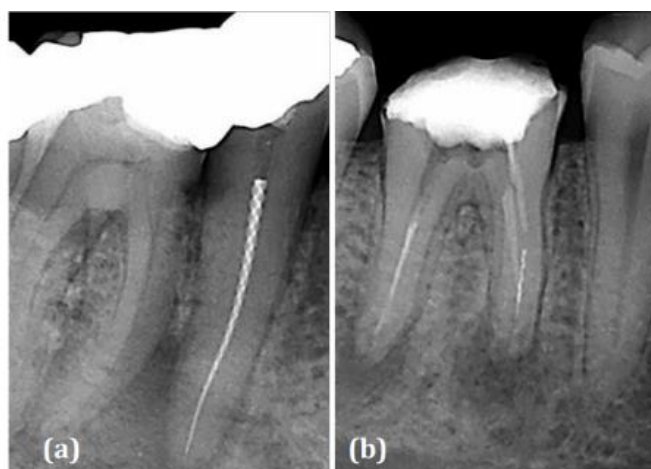


Figure 38 : Exemples de fractures instrumentales.

(a) Fracture instrumentale sur toute la longueur canalaire au cours d'un traitement initial avec présence de LIPOE ; (b) Fracture instrumentale ancienne au niveau du tiers médian de la racine mésiale avec présence de LIPOE et susceptible de compliquer une ré intervention.

1.2. Fractures instrumentales au cours du TE

La fracture instrumentale est un incident iatrogène qui complique et compromet le traitement endodontique [61]. Tout d'abord, qui n'a jamais cassé un instrument endodontique ? Sans doute celui qui n'a jamais fait de traitement endodontique. [62]

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

Tout praticien pratiquant l'endodontie a été ou sera un jour confronté à une fracture instrumentale intra-canaulaire au cours d'un TE. Celle-ci constitue un obstacle rendant difficile, voire impossible la mise en forme et la désinfection du système endo-canaulaire. [3]

La FI complique la procédure de soin endodontique en obstruant l'accès canalaire, en retardant la fin du traitement et en affectant l'expérience du soin dentaire du patient. Il est de la responsabilité professionnelle du praticien d'acquérir la formation, les compétences et la compréhension des techniques et instruments actuels pour limiter le risque de fracture. [63]

Lors de la réalisation du traitement, une sensation de fracture d'instrument est ressentie par le praticien ou alors l'instrument retiré du canal présente un fragment en manque, une radiographie doit être réalisée afin de confirmer le diagnostic et la situation de l'instrument dans le canal. [64]

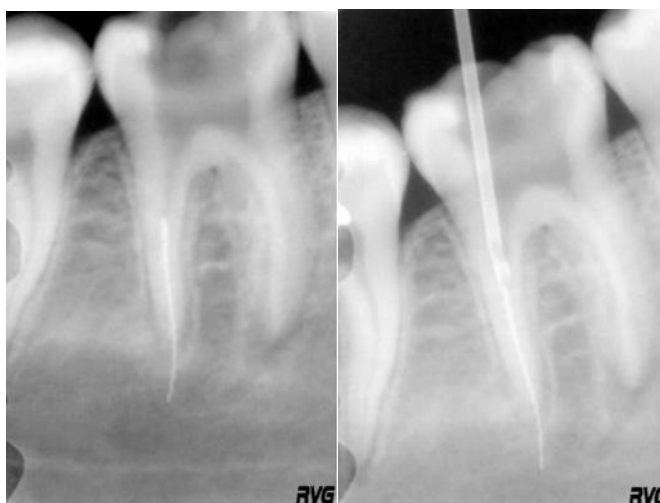


Figure 39 : Extraction d'un instrument fracturé.

Le dentiste qui n'a pas fracturé la pointe d'un alésoir, d'une lime ou d'une broche, n'a pas traité beaucoup de canaux radiculaires. Quand on accepte le défi d'un canal courbé, étroit ou tortueux, on assume aussi le risque de fracture des instruments. Compte tenu du diamètre délicat de l'extrémité de l'instrument qui devrait couper une substance aussi dure que la dentine, il est remarquable que si peu d'instruments de canal radiculaire sont cassés. C'est aussi un hommage au sens tactile et au doigté de l'opérateur.

Qui n'a pas senti la douleur, l'angoisse, la mortification causée par la rupture d'un instrument ? Ce moment de remords dure des jours jusqu'à ce qu'il s'estompe avec le temps. [65] Ces paroles sages et émouvantes ont été publiées par le Dr Louis I. Grossman il y a près de 15 ans et pourtant « la douleur, l'angoisse et la mortification » continuent de nous affliger.

1.2 Circonstance de la survenue de la fracture

Le praticien peut se retrouver dans deux situations distinctes :

- ✓ Soit l'accident survient au moment du traitement, dans ce cas la décision thérapeutique sera en fonction de l'avancée du traitement.

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

- ✓ Soit le fragment fracturé est découvert dans le canal d'une dent déjà traitée, celle-ci peut être symptomatique lorsqu'elle est infectée ou alors asymptomatique ou le bris est découvert fortuitement lors d'un examen radiologique de routine. [64]

1.3 Localisation de l'instrument fracturé

- ✓ **Fracture en partie dans la chambre pulpaire** : Situation relativement rare, l'instrument est facilement accessible.
- ✓ **Fracture avant la courbure** : Dans cette position l'instrument se trouve dans la portion rectiligne du canal.
- ✓ **Fracture au niveau de la courbure** : Les risques de complication lors de l'accès à l'instrument sont plus prononcés.
- ✓ **Fracture au-delà de la courbure** : Les tentatives de retrait dans ces conditions sont fréquemment à l'origine de complications.
- ✓ **Fracture au-delà de l'apex** : Soit le fragment se présente en partie dans le canal, soit le fragment est totalement au-delà de l'apex. [64]

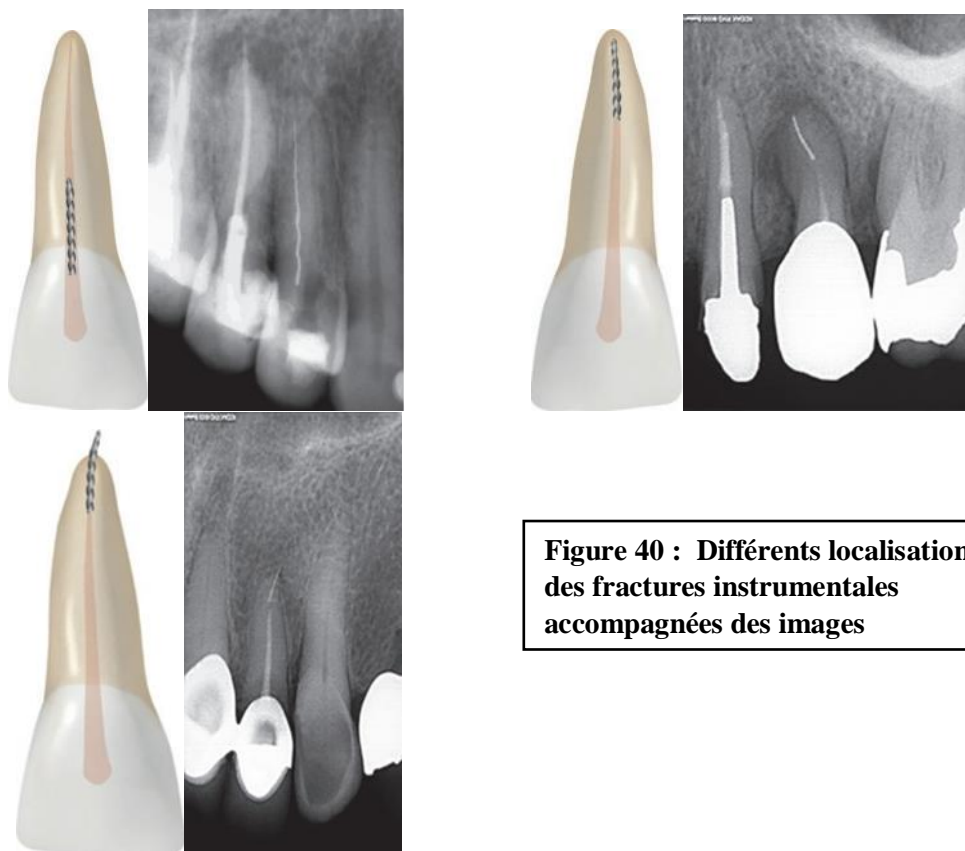


Figure 40 : Différentes localisations des fractures instrumentales accompagnées des images

1.5 La relation entre l'instrument brisé et la survenue de la fracture

Pourquoi, où et comment l'instrument s'est-il brisé ? Pour répondre à ces différentes questions, il faudra tout d'abord reconnaître l'instrument brisé : s'agit-il d'un instrument en acier conventionnel comme un racleur, une lime, un bourre-pâte, un thermo-compacteur, un tire-nerf, ou bien s'agit-il d'un instrument en Ni-Ti ?

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

Cette identification est primordiale, car elle permet de comprendre une des causes de la fracture. Les principales causes de fractures instrumentales sont l'usure de l'instrument, la fatigue de l'alliage, une mauvaise utilisation ou une utilisation forcée de l'instrument. De même, un accès incorrect et/ou une anatomie défavorable.

La plupart de ces fractures se produisent dans les canaux radiculaires des molaires, à forte courbure. Le risque de fracture instrumental s'accroît avec le dommage causé par le stress excessif lié à l'utilisation abusive des instruments en présence d'interférence coronaire et de perméabilité canalaire insuffisante. [66]

L'adaptation d'un instrument au cas par cas, en raison des différences existantes, entre chaque système instrumental et entre des instruments d'un même système est indispensable. [5]

1.6 Fragments de divers instruments endodontiques dans les canaux radiculaires



Figure 41 : fragments des limes endodontiques au niveau des canaux radiculaires des molaires.



Figure 42 : Fragment d'une aiguille spirale d'irrigation dans le canal MV d'une molaire.

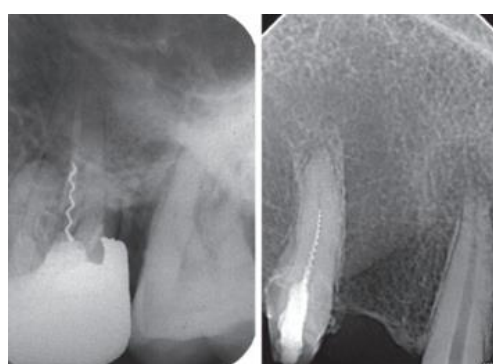


Figure 43 : Fragments de charges en D'un bourre pate de lentulo.

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES



Figure 44 : Canal radulaire avec instrument Fracturé (fragment de pointe en argent.)

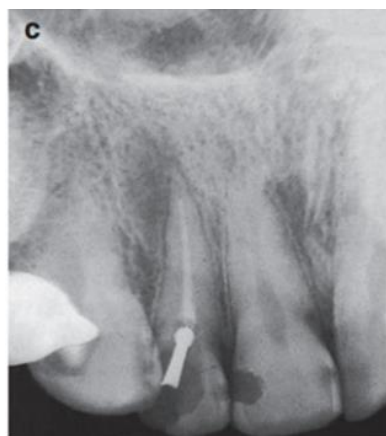


Figure 45 : fracture d'une fraise au niveau De l'entrée.



Figure 46 : Particules d'amalgame dans le canal D et un fragment d'instrument dans le canal MV D'une deuxième molaire mandibulaire droite.



Figure 47 : Fragment de l'extrémité entaillée d'une aiguille d'irrigation dans une canine.



Figure 48 : Fragment d'une brosse inter-dentaire dans la 12 exposée, conseillé par Son médecin-Dentiste pour nettoyer le canal.

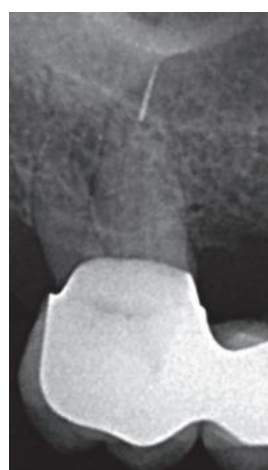


Figure 49 : Une deuxième molaire maxillaire avec un petit fragment d'une lime H #30.

2. Prévalence et incidence de la fracture instrumentale

Tout traitement endodontique, qu'il soit initial ou de ré-intervention, présente un risque de fracture instrumentale peropératoire [67]. Les études épidémiologiques établissent que la prévalence des traitements endodontiques concernés par une FI est de 1,6% pour les instruments manuels, et de 1% pour les instruments rotatifs en Nickel-Titane (Ni-Ti). [68]

La littérature relève un taux d'incidence d'environ 0,7 à 7,4% des traitements endodontiques pour les instruments en acier inoxydable, et aux alentours de 0,4 à 5% pour les instruments en Ni-Ti. La fréquence de fracture des instruments rotatifs en Ni-Ti serait légèrement plus faible que celle des instruments manuels en acier inoxydable.

Depuis quelques années, certains de ces instruments en Ni-Ti peuvent être utilisés avec un mouvement de réciprocité, plutôt que de rotation continue et cette dynamique permettrait une diminution de l'incidence de la FI. [69]

La FI apparaît comme une complication relativement peu fréquente mais non négligeable car elle influence fortement la suite de soin et le pronostic de conservation de la dent. [70,71,72]

Malgré la pléthore d'améliorations métallurgiques considérables dans l'instrument, sa conception, la composition de l'alliage et le processus de fabrication, la défaillance des limes lors de l'instrumentation reste une préoccupation majeure. Les instruments endodontiques sont l'étranger objets les plus fréquemment retrouvés dans le canal radiculaire, soit en cas de retraitement soit en mésaventure dans les traitements initiaux. Une revue de la littérature a révélé une prévalence de rétention des instruments fracturés entre 0,7 et 7,4 % dans les dents subissant un traitement de canal. [73]

La fracture de l'instrument est un incident indésirable et gênant, qui frustre à la fois les praticiens et les patients. Cela peut arriver même aux cliniciens expérimentés qui suivent les mesures préventives les plus appropriées. La fracture de l'instrument peut se produire dans les dents antérieures et postérieures, mais il est le plus souvent signalé dans les molaires, avec un taux similaire de fractures au maxillaire et à la mandibule. Parmi les molaires, il est particulièrement signalé que se produisent des canaux dans les racines mésiales des molaires mandibulaires.

La grande majorité des fractures instrumentales se produisent dans le tiers apical de la racine du canal. La probabilité de fracture de la lime dans la zone apicale était estimée à 33 fois supérieure par rapport au tiers coronaire du canal, et presque six fois plus grand par rapport au tiers médian du canal radiculaire (Iqbal et coll. 2006).

L'incidence des fractures d'instruments endodontiques est encore une zone d'incertitude, d'une part parce que les nombreuses études qui ont évalué ce phénomène offrent des résultats variables et parfois contradictoires et d'autre part et surtout, parce que les taux d'incidence résultent d'études avec plusieurs méthodologies non comparables.

Le taux d'incidence global rapporté des instruments à main fracturés varie entre 0,25 et 6 %. L'introduction des instruments en Ni-Ti, qui sont aujourd'hui devenus un pilier dans la grande majorité d'endodontie et de médecine générale, et ont apporté une nouvelle dimension à la pratique de l'endodontie malgré leurs qualités indéniablement favorables, n'ont pas abouti dans une élimination du problème. La perception commune est que les instruments en Ni-Ti ont une incidence de défaillance plus élevée que les instruments manuels. En revanche, sur la base des

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

meilleures preuves cliniques disponibles, ils indiquent que la fréquence de rupture des instruments rotatifs en Ni-Ti peut en fait être inférieur à celui des limes en acier.

Le taux d'incidence des instruments rotatifs en Ni-Ti varie fortement selon le type d'instrument (marque, taille, conicité, forme de la section transversale et conception de l'instrument), l'évaluation de l'incidence des fractures, l'opérateur, la méthodologie utilisée et plusieurs autres variables qui diffèrent parmi les travaux expérimentaux. Ces différences ressortent clairement des études qui ont étudié l'incidence des fractures des instruments rotatifs après utilisation, ainsi que dans des études in vivo. [73]

Tableau 3 : Incidence de la fracture instrumentale dans la littérature [74]

Auteurs / Année / Pays	Opérateurs	Durée	Instrument	Conditions	IF
Al-Fouzan et al 2003 Arabie Saoudite	2 endodontistes	1 an	Profile (set)	- In vivo - Chaque set de ProFile utilisé pour traiter 5 molaires - 1457 canaux traités.	4,6 %
Cheung et al 2005 Chine	Etudiants	17 mois	Protaper S1	- In vivo - 122 ProTaper utilisés	22 %
Di Fiore et al 2006 USA (New York)	360 étudiants		Profile	- In vitro - 2880 Profiles utilisés sur 1440 canaux simulés dans des blocs de résine - 2880 Profile utilisés sur 1440 canaux (720 dents extraites)	0,36 %
Ungerechts et al 2014 Norvège	Etudiants de l'université de Bergen	10 ans : de août 1997 à juin 2006	Lime manuel en acier inoxydable et en NiTi	- In vivo - 3854 limes, chaque lime utilisée juste pour un canal	1 %
Plotino et al 2015 Italie	3 dentistes (les auteurs de l'article)	30 mois	Reciproc	- In vivo - 1696 Reciproc, chaque instrument utilisé pour préparer seulement une dent	0,47 %
Gambarini et al 2016 Italie	3 endodontistes	15 mois	Twiste File Adaptative TFA	- In vivo - 120 packs de TFA (soit 360 instruments), chaque pack utilisé pour préparer 3 molaires.	0,83 %
Shen et al 2016 Chine	Endodontistes	21 mois de septembre 2010 à mai 2012	K3	- In vivo - 2397 instruments utilisés pour 30 canaux maximum	3,59 %
Alfouzan et al 2018 Arabie Saoudite	Dentistes	5 ans (janvier 2010 à novembre 2015)	K3	- in vivo - 12867 cas	1,41 %

IF = incidence de fracture

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

3. Les aspects cliniques des fractures

Les évolutions rapides de l'instrumentation endodontique tant en matière de design instrumental et de composition, que de dynamique des instruments, ont permis ces dernières décennies de faciliter les procédures endodontiques. Alors que la fracture instrumentale continue à constituer une problématique importante en endodontie.

L'avènement de la rotation continue à l'aide des instruments rotatifs nickel-titane (Ni-Ti) dans les années 90, a permis des avancées considérables en matière de facilité et reproductibilité des préparations canalaires. Ces derniers offrent de nombreux avantages par rapport aux instruments classiques en acier inoxydable, Il a cependant été reproché à ces instruments de présenter un risque élevé de fracture par rapport aux instruments manuels, ces fractures pouvant avoir des répercussions directes sur le taux de succès des traitements endodontiques. [75]

Le mouvement de rotation continue était directement incriminé dans ces taux de fracture. [76] La compréhension des caractéristiques de l'alliage de l'instrument est importante, surtout lorsque le risque de fracture instrumentale est considérable. Cela permet d'apprécier la résistance de chaque instrument à la fracture. [77]

La fracture d'un instrument endodontique est traditionnellement considérée comme un événement rare, Cependant, une perception récente d'augmentation de l'incidence des fractures avec les instruments rotatifs au nickel-titane (Ni-Ti) est apparue. Néanmoins, aucune étude n'a répondu de façon concluante à la question de savoir quand les instruments radiculaires sont plus susceptibles de se fracturer. [78]

3.1 Les fractures instrumentales en acier inoxydable

Les instruments endodontiques manuels en acier inoxydable permettent la préparation canalair avec de bons résultats, aussi bien en termes de mise en forme (surfaçage canalair et conicité), que de nettoyage et ce, avec un risque de fracture instrumentale relativement faible dans les canaux peu courbés. [79]

La faible flexibilité et la mémoire élastique (redressement de l'instrument avec la contrainte) des instruments en acier inoxydable augmentent le risque de :

- ✓ Déplacement de la trajectoire canalair initiale ;
- ✓ Redressement des courbures ;
- ✓ Ovalisation ou déplacement du foramen apical (transport interne ou externe) ;
- ✓ Création de butées et d'épaulements ;
- ✓ Perforations.

Ceci est particulièrement vrai lorsque le diamètre des instruments utilisés dépasse 25/100 mm. Aujourd'hui, la norme ISO 3630 exige que tous les instruments en acier soient en acier inoxydable. Leur conicité de 2% permet leur utilisation comme instrument de perméabilisation, ils peuvent être précourbés pour pouvoir suivre la trajectoire canalair. Leur inconvénient majeur est leur rigidité, elle est la cause de transport canalair, de déchirure apicale ou de fausse route, surtout à fort diamètre de pointe. [77]

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

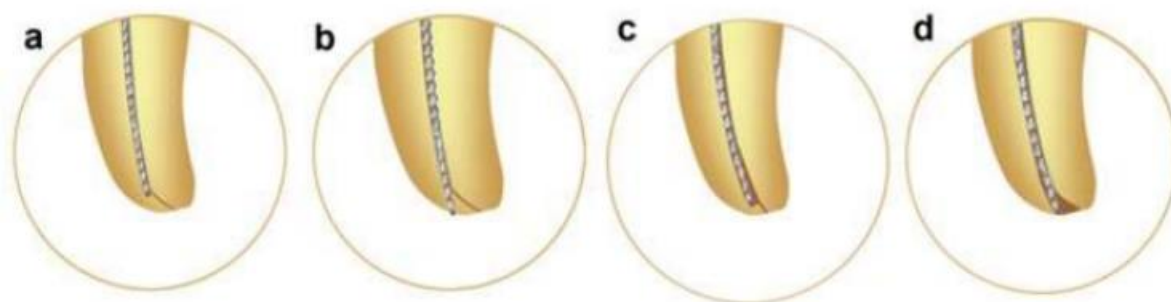


Figure 50 : Représentation schématique des complications potentielles dues à la rigidité de l'instrument endodontique en acier inoxydable.

Butée (a), perforation (b), déplacement interne (c) ou déchirure du foramen apical (d).

Retenons que toute lime en acier inoxydable, avec un blocage canalaire de la pointe, suivi d'une rotation horaire ou anti horaire déforme la lime de manière visible peut conduire à la fracture. Cette fracture est progressive lors d'une rotation dans le sens horaire, suivi d'une désérialisation de la lime. Les instruments fins se fracturent plus facilement sous le fait de la contrainte développée par la résistance dentinaire et suite à leur usage répété. [80]

La fracture instrumentale signifie une augmentation insupportable de l'effet de gaine qui est un paramètre englobant les contraintes exercées sur l'instrument par les parois amélo-dentaires produites par la résistance pariétale sur les lames de l'instrument. Elle survient généralement à la suite d'une torsion alors que l'instrument se trouve en blocage très souvent au niveau de la courbure apicale. [81]

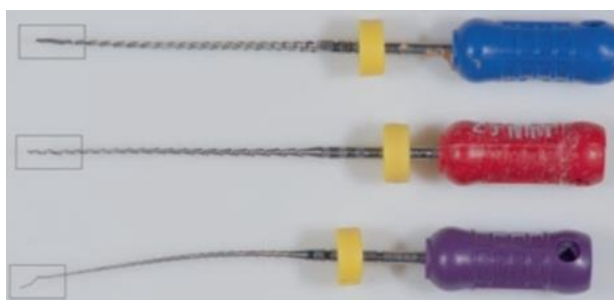


Figure 51 : Instruments manuels en acier avec distorsion et endommagement de la partie coupante qu'il faut les jeter.

3.1.1 Les fractures des limes H

Pour déterminer les défaillances mécaniques, un grand nombre des limes H de diamètre 8 – 40 (selon la norme ISO) jetées à cause de fracture ou déformation, sont collectées à partir des cabinets dentaires et classés selon leurs diamètres, et leurs aspects macroscopiques, et le pourcentage de fracture ou déformation est déterminé pour chaque diamètre.

- ✓ Les limes de diamètre 8-15 ont une déformation plastique élevée ;

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

- ✓ Les limes de diamètre 20 : uniquement 20% présentent une déformation plastique et le reste sont jetées à cause de fracture ;
- ✓ Les instruments avec un grand diamètre 30, 35,40 sont jetés uniquement à cause des fractures.

Pour les limes H de petit diamètre, la déformation plastique est observée près de l'extrémité de coupe impliquait que la charge pendant l'utilisation clinique a dépassé le point de rendement de l'alliage utilisé mais n'a jamais atteint la résistance à la rupture. Des analyses réalisées par le microscope optique ; ont fourni des renseignements important sur les mécanismes de fracture.

L'analyse des limes cliniquement fracturées par le SEM révèle la présence de striations, qui est la caractéristique de la rupture par fatigue. Une fissure provenant de la surface de coupe se propage lors de l'utilisation clinique et cause la rupture finale des limes H. [73]

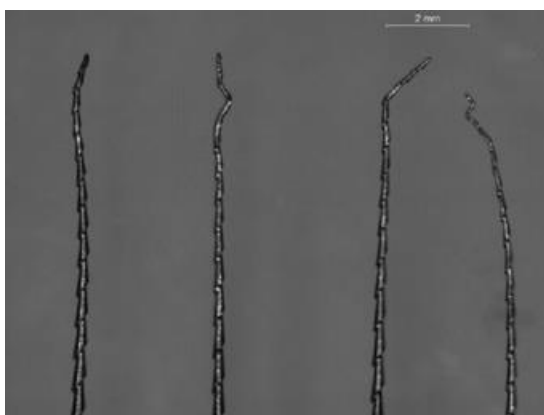


Figure 52 : Image montrant limes H effacées après utilisation clinique due à une déformation plastique

3.1.2 Les fractures des lime K

Les limes K sont rejetées en grand nombre en raison de déformation plastique, et seule une fraction d'entre eux a été fracturée en bouche. Sotokawa a testé 2328 limes K jetées de section carrée et triangulaire et trouvé un taux inférieur à 2% qui présente des limes fracturées.

La différence avec les limes H, c'est que les limes K ont une plus grande rigidité, résistance à la flexion et à la torsion, en raison de leur section transversale qui est plus épaisse que celle des limes H.

Sotokawa a conclu que les fissures de fatigue prenant naissance dans les coins de la section transversale des limes K, diminuent la zone de résistance, conduisant à leur fracture catastrophique. [73]

REMARQUE : Les instruments en acier-inoxydables jouissent d'une efficacité de coupe bien supérieure à celle des instruments en nickel-titane, mais sont peu flexibles et leur mémoire élastique augmente le risque de déformation apicale. Cependant, leur utilisation est encore actuellement indispensable pour mener à bien le cathétérisme, la récapitulation instrumentale et pour s'assurer de la vacuité canalaire tout au long de la préparation. [82]

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

3.2 Les fractures instrumentales en Ni-Ti

La fracture des instruments endodontiques en Ni-Ti (Nickel-Titane) représente un risque majeur lors du traitement canalaire. [5] Les systèmes d'instruments en Nickel-Titane sont tous, dans des proportions variables, sensibles à la fracture. [5]

Les alliages en nickel-Titane appartiennent à la famille des alliages à mémoire de forme (AMF). La particularité de cet alliage est de présenter un comportement différent des alliages métalliques classiques. [83]

L'alliage nickel titane possède deux propriétés : une "hyper" élasticité (déformation de manière réversible) et une mémoire de forme. Mais il présente aussi l'inconvénient majeur d'une faible résistance à la rupture lors d'un usage répété, ce qui aboutit à la fracture (nombre trop important de compressions/tensions ou blocage de l'extrémité en rotation). [84]

La révolution du nickel-titane, dont les propriétés mécaniques permettent de mieux respecter les courbures et ainsi de préserver les trajectoires canales originelles tout en assurant une préparation conique et régulière, s'est rapidement accompagnée d'une mécanisation de l'instrumentation canalaire. [72]

Les études de Sattapan ont montré que 55% des fractures d'instrument en Ni-Ti étaient dus à une flexion excessive induisant des forces alternatives de compression/décompression, aboutissant finalement à une rupture.

Les autres fractures sont majoritairement causées par un « effet de gaine » créant alors un blocage instrumental et donc une fracture par torsion.

Les zones de rupture sont souvent dues à des défauts de surface qui, conjugués aux contraintes engendrées par la rotation continue, peuvent provoquer des micro-craquelures menant parfois à la fracture instrumentale. (Sattapan et coll., 2000)

L'utilisation d'instruments endodontiques NiTi en rotation continue a permis une amélioration incontestable de la qualité des préparations canales, un abord facilité des cas complexes, une meilleure ergonomie, une diminution des complications per- et post-opératoires et surtout une meilleure reproductibilité. [82]



Figure 53 : Défauts de rotation Signalés sur des instruments Ni-Ti aboutant à une fracture imminente.

Les instruments rotatifs Ni-Ti présentent un taux de fracture similaire à celui des instruments manuels, il faut souligner que la fracture des deux matériaux est rarement comparée de façon égale dans la même étude, car les instruments à main sont utilisés initialement pour créer une

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

trajectoire de descente seulement, avec le reste de l'instrumentation complétée par des instruments rotatifs. [78]

Les instruments rotatifs Ni-Ti sont décrits comme étant défectueux, soit en raison d'une fatigue cyclique et d'une défaillance en torsion, soit une combinaison des deux. [78] La forte incidence des fractures instrumentales représente un réel problème.

Il a été noté que les instruments à conicité variable se fracturent tandis que les instruments à conicité constante se déforment. Les instruments à conicité variable fracturent plus rapidement et avec un nombre moins important de rotations que les instruments à conicité constante. [85]

La conicité instrumentale a également fait l'objet d'investigations. Des études portant sur les cycles de fatigues avant la fracture ont démontré que les instruments de forte conicité (6 %) ont plus tendance à fracturer rapidement que les instruments de faible conicité (4 %). Les instruments à conicité variable présentent un pourcentage de fracture supérieur aux instruments à conicité constante (21 % contre 7 % respectivement). [86]

La limite élastique des instruments Ni-Ti est haute. Au-delà de cette limite, la lime fracture quasi instantanément. Lors de la rotation de l'instrument dans le canal, la lime est sujette à des cycles de fatigue menant à la déformation puis à la rupture. La majorité des fractures se produit lorsque l'instrument se verrouille dans le canal et que les forces consécutives s'exerçant dessus dépassent ses limites mécaniques. [5]

4. Types de fractures instrumentales

La fracture est la conséquence finale de l'endommagement du matériau. En mécanique des matériaux on parle de rupture. Les alliages peuvent se fracturer selon différentes manières déterminant le type de rupture. [57] Habituellement, deux types de ruptures sont retrouvés : la rupture ductile et la rupture fragile.

Afin de connaître le type de rupture d'un matériau, il est nécessaire d'examiner son faciès fractographique au microscope électronique à balayage (MEB). Il est en effet impossible de déterminer le type de fracture à partir des considérations mécaniques macroscopiques. Souvent, les deux types de rupture peuvent coexister. [77]

La fractographie consiste en l'étude microscopique des surfaces de rupture d'une pièce, en vue de préciser l'amorçage et la propagation de l'endommagement, et ainsi définir "l'histoire" de la rupture de la structure étudiée (solllicitations, conditions d'environnement...). Actuellement, il est possible d'identifier les causes d'une rupture pour des structures métalliques sur la base de clichés types.

4.1. Rupture ductile

La ductilité est la capacité d'un matériau à subir une déformation plastique avant sa rupture. [83] Sous l'effet de contraintes, des micro-lacunes se forment à l'intérieur du matériau. Au fur et à mesure que la force de déformation augmente, les lacunes augmentent de taille et se rejoignent, c'est la fracture ductile. [87]

À l'échelle microscopique, la rupture ductile présente en général un aspect granuleux, avec des cupules et éventuellement des inclusions d'une forme très distinctive donnant une image de « fossettes ». [88]

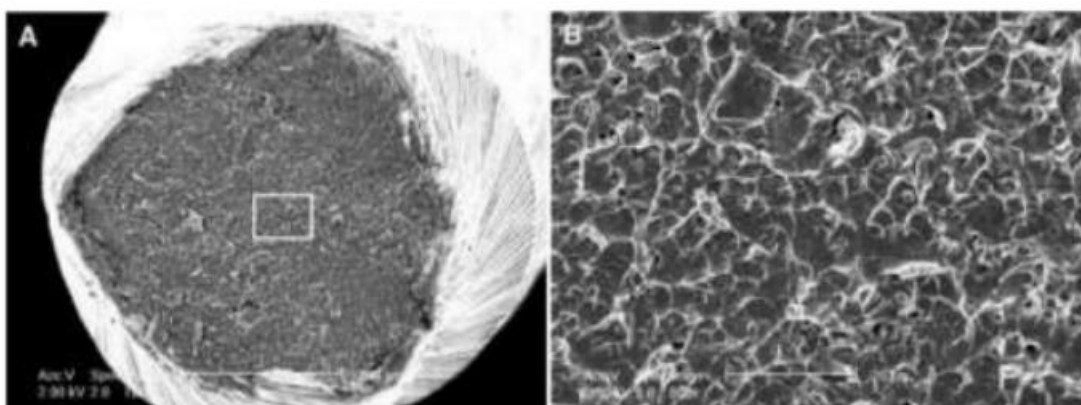


Figure 54 : Aspect microscopique (MEB) d'une fracture ductile (A). Aspect en relief marqué par des micros lacunes (points noirs) et des fossettes (B).

4.2 Rupture fragile

Un matériau fragile est un matériau qui supporte peu la déformation plastique, il est donc peu ductile. [89] La rupture fragile peut se présenter sous deux aspects, selon que la fissure qui génère la fracture traverse les grains, elle est dite intergranulaire ou les contourne, dans ce cas elle est dite transgranulaire ; les grains correspondent aux entités structurelles d'un matériau.

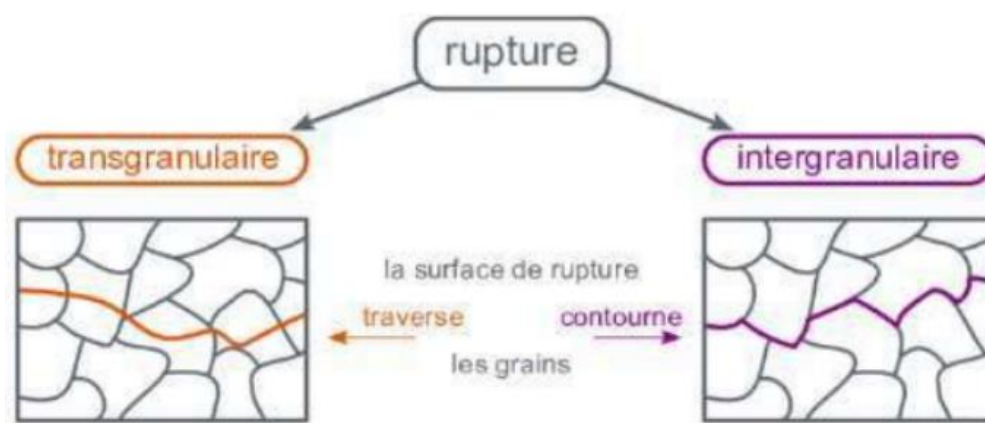


Figure 55 : Types de fracture fragile.

La rupture transgranulaire dite par clivage se traduit par une rupture des grains suivant des plans cristallographiques simples. La surface est plane et brillante, sans zone d'amorçage ni de direction de propagation. À l'échelle microscopique, le profil de rupture présente des rivières de clivage.

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

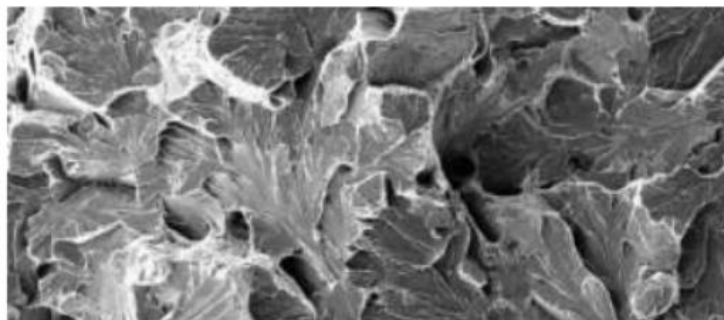


Figure 56 : Faciès d'une rupture fragile transgranulaire en MEB.

La rupture intergranulaire correspond à la décohésion des grains, la fissure suit à un trajet bordant les limites des grains. Elle naît généralement à partir d'un défaut métallurgique, acquis lors du traitement thermique du matériau. Au MEB, l'image présente des polyèdres juxtaposés correspondant à la surface des grains. [87]

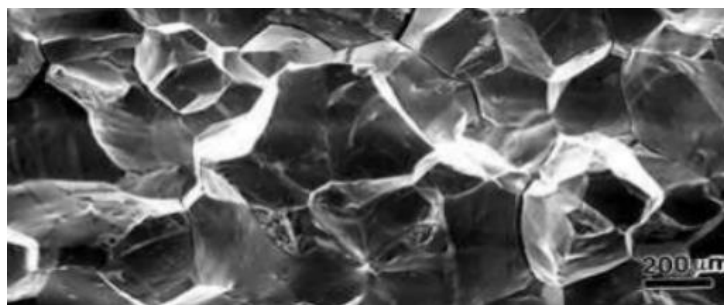


Figure 57 : Faciès d'une fracture fragile inter-granulaire vu au MEB.

5. Mécanisme de la fracture instrumentale

La raison d'une fracture est double : la fatigue cyclique et les micros défauts métallurgiques de fabrication. [83] les instruments en acier inoxydable, de par la présence des signes de fatigue visibles sur l'instrument, la fracture peut être évitée la plupart du temps. À l'inverse, sur les instruments en Ni-Ti, la fracture peut se produire sans aucun signe précurseur visible de fatigue. [89] Ainsi, même les instruments en Ni-Ti dits à usage unique sont sujets à des fractures. [74]

5.1. Fracture par torsion

La torsion est la déformation subie par un corps que l'on soumet à l'action de deux couples opposés agissant dans des plans parallèles. Lorsque le diamètre de l'instrument est proche de celui du canal, la surface de contact est grande. De plus, l'accumulation de débris dentinaires lors de l'instrumentation augmente les forces de friction. La force axiale exercée par le praticien pour faire progresser l'instrument apicalement vient s'ajouter, augmentant le risque de blocage et de fracture de celui-ci.

Lorsque l'instrument s'engaine dans le canal, il est immobilisé au niveau d'une partie (souvent la pointe), tandis que la partie la plus coronaire continue de subir des forces rotationnelles. Si

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

la force en torsion est maintenue, la déformation élastique devient plastique. Dès lors, la fracture peut intervenir plus ou moins rapidement, c'est une rupture ductile.

À très grande vitesse ou à forte valeur de couple (torque), le praticien ne pourra pas prévoir la fracture. Il est donc impératif d'utiliser l'instrument en mouvement corono-apical avec une faible pression, de le nettoyer et de l'inspecter avant et après chaque passage. Les instruments fracturés par torsion montrent des signes de fatigue avant leur rupture (déroulement ou surenroulement des spires). Ces signes sont absents dans les cas de fractures par flexion. [90]

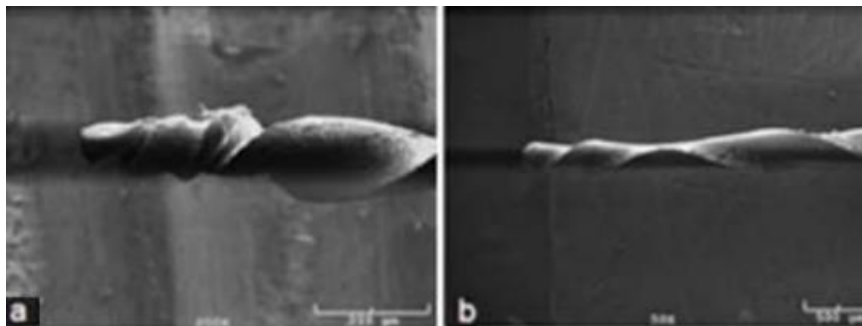


Figure 58 : Image au MEB montrant les déformations plastiques sur des limes soumises à une force de torsion : surenroulement (a) et déroulement (b) des spires

Cliniquement, les fractures en torsion sont les plus fréquentes. [91] Elles surviennent lorsque l'instrument est forcé dans un canal entraînant un blocage de la pointe ou un gainage du corps de l'instrument alors que le moteur continue de tourner. Ces déformations sont parfois visibles à l'œil nu et elles peuvent alors être anticipées en examinant l'instrument avant et après chaque utilisation. Ce contrôle visuel peut être amélioré par l'utilisation d'aides visuelles (loupes, microscope opératoire) permettant un grossissement. Cependant, il peut parfois être compliqué par le design propre de l'instrument. Les instruments présentant des défauts doivent être immédiatement jetés. [91]

Une fracture par torsion se produit lorsqu'une extrémité de l'instrument ou une autre partie de l'instrument est verrouillée dans le canal, dont la limite élastique du métal est dépassée par le couple du serrage, le matériau subit une déformation plastique permanente, lorsque les contraintes sont encore supérieures, la rupture de la pointe devient inévitable. L'augmentation du diamètre, de la conicité de l'instrument, augmente la résistance à la torsion. [92]

Lors de l'application d'une torsion sur un instrument, celui-ci subit une déformation élastique. Si l'effet de torsion s'arrête l'instrument peut reprendre sa forme initiale à condition que sa limite élastique n'ait pas été atteinte. Si la limite élastique est atteinte, la déformation devient permanente et peut aboutir à terme à la fracture. [72]

]

La fracture par torsion est directement liée aux contraintes exercées sur l'instrument. Si la force exercée est appropriée, la déformation par torsion sera réversible. Or, si elle est exagérée, elle deviendra permanente et la rupture instrumentale aura lieu selon un mode ductile.

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

La résistance à la déformation par torsion est pour le Ni-Ti 2 à 4 fois supérieure à celle de l'acier inoxydable. Passée cette limite, l'instrument se déforme par dés spiralisation avec un risque de fracture majoré. [76]

La limite entre la fracture par fatigue cyclique et la fracture par torsion n'est pas toujours nette. En effet, l'accumulation de fatigue cyclique réduit la résistance à la torsion de l'instrument. [93] En matière de fréquence, 56% des cas de fractures instrumentales sont en torsion et 44% en flexion. [90] De manière générale, pour un alliage donné, les facteurs qui augmentent la résistance de l'instrument à la torsion sont [94] :

- ✓ Augmentation du diamètre ;
- ✓ Augmentation de la conicité ;
- ✓ Augmentation du volume de la section de coupe.

La fracture par torsion survient rarement dans le cas de l'instrumentation manuelle. La sensation tactile permet au praticien de stopper le travail à la moindre contrainte en torsion.

5.2. Fracture par fatigue cyclique

C'est la répétition de ces contraintes dues à l'anatomie radiculaire et au réseau endodontique qui entraînent ce type de fracture. Ce cycle répété de compression/tension, causé par la rotation dans les canaux incurvés, augmente la fatigue cyclique de l'instrument au fil du temps et peut être un facteur important dans la rupture de l'instrument.

La fracture par fatigue cyclique est due à l'alternance de contraintes répétées en flexion de compression/traction au sein d'un canal courbe : compression à l'intérieur de la courbure et traction à l'extérieur de celle-ci. L'anatomie canalaire et le nombre d'utilisation des instruments sont des facteurs prépondérants à sa survenue. En effet, le risque est majoré selon le degré de courbure et le rayon de courbure. [89,95] Plus le rayon de courbure est faible et plus la vitesse de rotation est élevée, plus le risque de fracture est élevé. [72]

Une défaillance par fatigue cyclique se produit de façon inattendue sans aucun signe de déformation permanente antérieure. Cela se produit en raison des cycles de tension/compression alternés auxquels les instruments sont soumis lorsqu'ils sont fléchis dans la région de courbure maximale du canal. [96]

La fracture en fatigue cyclique survient lors d'une utilisation prolongée de l'instrument dans une courbure ou d'utilisations successives aboutissant à une usure de l'alliage. Ce type de fracture survient sans déformation permanente préalable visible à l'œil nu, elles sont donc plus difficiles à prévoir que les fractures en torsion. [91,94]

Plus la courbure canalaire est marquée et la vitesse de rotation élevée, plus le risque de fracture en fatigue cyclique est important. La réalisation d'un pré-élargissement canalaire (manuel ou mécanisé) permettra de limiter les contraintes exercées sur l'instrument. [94,97]

La diminution du diamètre et de la conicité de l'instrument augmente la résistance à la fatigue cyclique. [94,98]

De plus, la résistance à la fatigue est inversement proportionnelle à l'augmentation des diamètres et des conicités des instruments. [89,91] Elle reste cependant plus élevée pour les instruments en NiTi que pour les instruments en acier inoxydable. [99] L'utilisation prolongée d'un instrument entraîne la perte progressive de ses capacités de travail dans le canal. C'est

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

pourquoi il est préférable de respecter une durée d'utilisation limitée pour chaque instrument et de les jeter après plusieurs utilisations. [91]

Avec le temps, des signes de fatigues (craquelures, microfissures, micro-fêlures) vont apparaître sur la surface de l'instrument, Ces irrégularités et défauts de surface agissent comme des concentrateurs de contraintes et prédisposent l'instrument à la fracture par fatigue cyclique. [91] l'usure des lames de l'instrument avec le temps diminue son efficacité de coupe. Le praticien aura tendance à appuyer davantage sur l'instrument pour compenser ce manque d'efficacité, ce qui représente un facteur de risque supplémentaire de fracture. [90]

Parallèlement, d'autres facteurs de risques sont à prendre en considération : la corrosion (liée aux produits utilisés lors de l'irrigation canalaire et la stérilisation des instruments) et les hautes températures auxquelles sont soumises les limes lors de la stérilisation. [72] Ces deux facteurs sont absents dans le cas de l'instrumentation à usage unique.

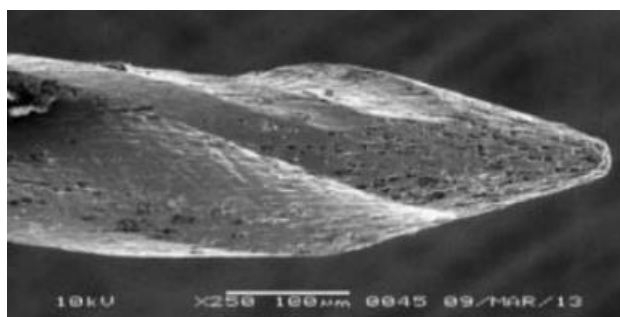


Figure 59 : Image au MEB de la pointe d'un instrument en NiTi montrant des microcavités de surface après plusieurs cycles de stérilisation

Il est cependant impossible de déterminer de manière précise le nombre maximal d'utilisation d'un instrument qui dépendra des contraintes subies par celui-ci au cours de la mise en forme qui ne sont pas objectivables. Pour pallier ce problème, mais également pour des questions d'hygiène, c'est aujourd'hui de plus en plus l'usage unique qui est préconisé. [100,101] C'est le cas pour les instruments utilisés en réciprocité (gamme Wave One® et Reciproc®) pour lesquels l'usage unique est la règle : la stérilisation de ces instruments entraîne une dilatation de la bague autour du mandrin rendant impossible leur réinsertion dans la tête du contre-angle en vue d'une seconde utilisation.

La fatigue cyclique reste un problème prédominant, malgré les changements fréquents de caractéristiques et de sections des instruments endodontiques, qui en ont améliorés leur résistance. [102]

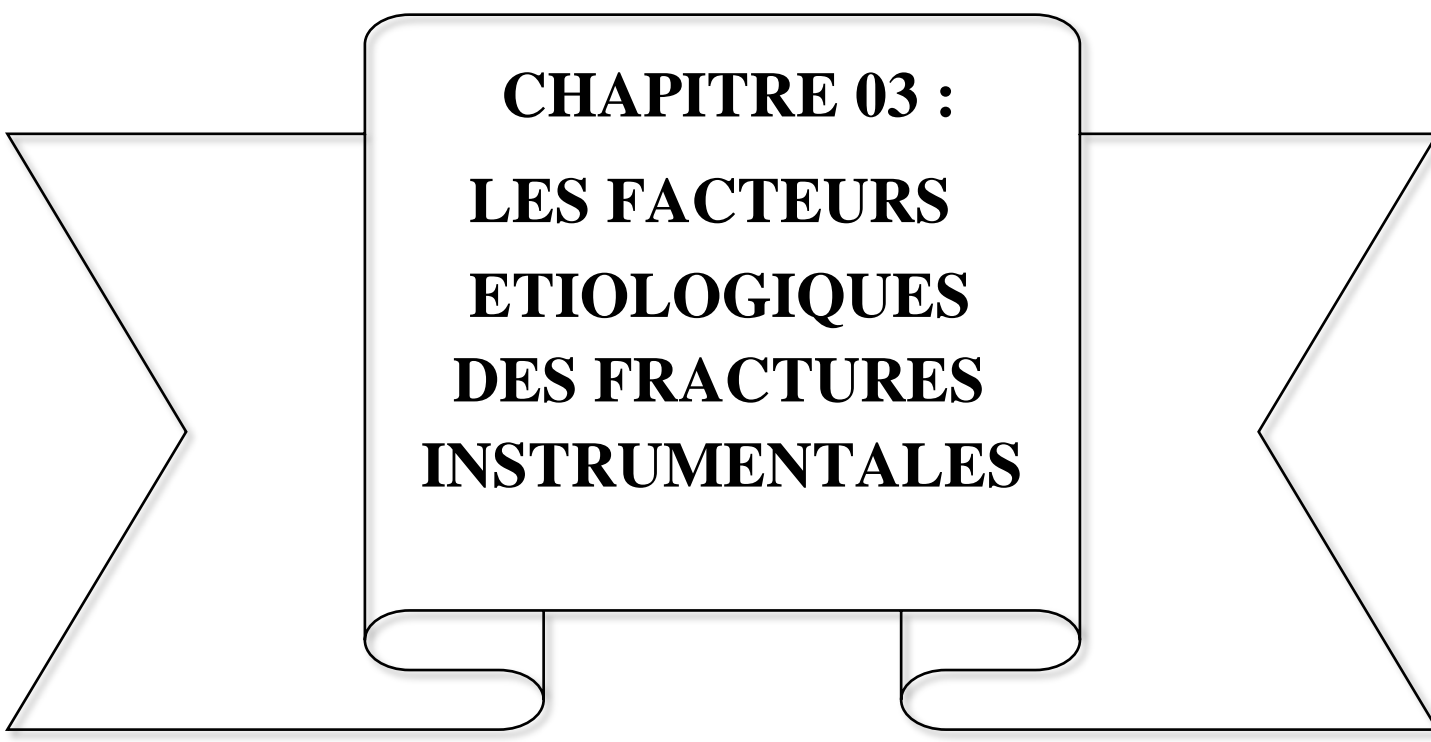
5.3. Fractures combinées associant phénomène de torsion et fatigue cyclique

Le phénomène de fracture est multifactoriel et les deux types de fracture peuvent se combiner dans la rupture instrumentale. Du point de vue clinique, même si cela reste difficilement objectivable, il est acquis que les fractures instrumentales peuvent résulter d'une addition des phénomènes décrits ci-dessus.

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LES FRACTURES INSTRUMENTALES

Une faible charge de torsion peut réduire considérablement la résistance à la fatigue cyclique des instruments. De la même manière, l'accumulation de fatigue cyclique après chaque utilisation réduit la résistance à la torsion de l'instrument, notamment pour les instruments de diamètre et de conicité importants. [94,103]

Il est en effet impossible de déterminer le type de fracture à partir des considérations mécaniques macroscopiques. Souvent, les deux types de fractures peuvent coexister.



CHAPITRE 03 :
LES FACTEURS
ETIOLOGIQUES
DES FRACTURES
INSTRUMENTALES

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Le traitement endo-canal peut nécessiter l'utilisation d'une variété d'instruments y compris les limes, les alésoirs, les aiguilles d'irrigation les fouloirs...etc. Ces instruments peuvent se fracturer à l'intérieur du canal radulaire pendant leur utilisation. Plusieurs facteurs ont contribué à la fracture de ces instruments, comme par exemple des facteurs dentaires, facteurs liés au praticien, liés aux instruments...etc. Ces facteurs ont été basés uniquement sur des études cliniques in vitro de meilleure qualité. [73]

1. Les causes de fracture relatives à l'instrumentation

Les matières premières, la conception et le processus de fabrication peuvent avoir un impact significatif sur la fracture instrumentale (Alapati et al. 2005 ; McSpadden 2007). Un exemple qui a été décrit depuis plusieurs décennies, lorsqu'un grand nombre de dentistes s'étaient plaints de la fracturation des limes en acier inoxydable, d'une certaine taille fabriquée par une seule entreprise. Ces incidents ont été attribués à des erreurs de fabrication (Lilley et Smith 1996) qui ont été ensuite corrigées. [73]

1.1 Paramètres relatifs à l'alliage métallique

Les propriétés mécaniques des instruments endodontiques varient d'un instrument à l'autre, cela est dû en particulier à la différence dans leur composition métallique et leur design (Madarati et coll ; 2008). Cette différence conditionne la manière et l'efficacité de coupe de la dentine, mais aussi leur résistance à la déformation et à la fracture. [72]

1.1.1 L'acier inoxydable

Les instruments en acier inoxydable ont une rigidité, une résistance à l'usure et une efficacité de coupe supérieure à celle des instruments en Ni-Ti, mais leur tendance à se redresser dans les canaux à cause de leur faible flexibilité les rend plus propice à la fracture. De plus dans ce type d'alliage, la fracture est due le plus souvent par la fatigue du métal, sous l'effet de la contrainte développée par la résistance dentinaire et l'usage répété ou le non mis au rebut des limes. [6]

1.1.2 Le nickel Titane

Comme il est mentionné auparavant, l'association du Nickel et du Titane, qui sont deux éléments avec des propriétés distinctes, permet d'obtenir un alliage dit "à mémoire de forme", ce dernier peut exister sous différentes phases. Leur organisation atomique peut s'effectuer selon une phase appelée austénite, dont les atomes sont dispersés selon une organisation cubique décalée. Ces mêmes atomes peuvent également s'organiser en phase martensitique par une transformation appelée transformation martensitique. [104]

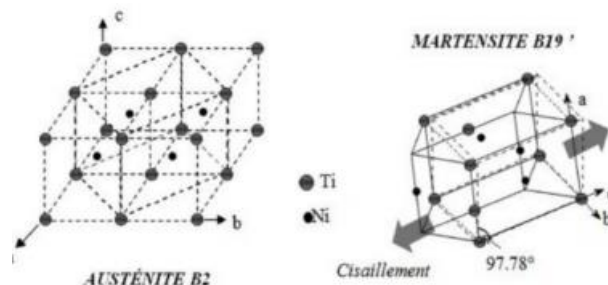


Figure 60 : structure de l'austénite et le martensite d'un alliage Ni-Ti.

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Cette transformation est caractérisée par un déplacement collectif et coopératif des atomes, inférieur à la distance interatomique. Chaque atome se déplace vers une nouvelle position grâce au déplacement des atomes voisins. [104]

La transformation martensite peut être induite soit thermiquement par abaissement de température, soit mécaniquement par l'application d'une contrainte.

La déformation sous contrainte s'exerce tout d'abord dans le domaine de déformation élastique de l'austénite. Si la contrainte est maintenue, la transformation martensitique commence. L'instrument devient super flexible et acquiert sa super-élasticité.

La principale limite du comportement superélastique concerne les chargements cycliques. En effet l'accumulation de cycles de déformation jusqu'à une transformation martensitique totale ou partielle induit, d'une part la plastification du matériau qui entraîne une déformation rémanente non réversible, d'autre part le blocage de la transformation inverse de certaines variantes de martensite qui va réduire la déformation maximale réversible. Enfin, un endommagement qui conduit à un nombre de cycles très limité. (Duval 2009). [105]

Cela signifie donc que la rupture instrumentale due à la fatigue sera un des principaux inconvénients des AMF lors de leur utilisation en endodontie. (Haikel et al. 1999; Yared et al. 1999; Gambarini 2001; Yared et al. 2003; Ullmann et Peters 2005; Cheung et al. 2005; Vieira et al. 2008; Madarati et al. 2008). [106]

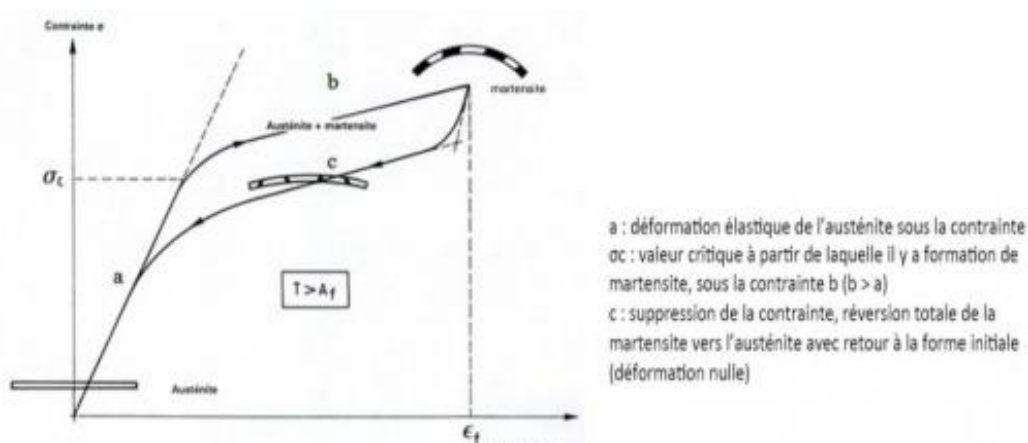


Figure 61 : déformation élastique de l'austénite sous l'effet d'une contrainte.

1.2 Paramètres relatifs à la géométrie de l'instrument

Les instruments endodontiques présentent de nombreux paramètres les caractérisant parmi lesquels se trouvent : diamètre de pointe, conicité, section de coupe et la longueur de la lame active. Ces caractéristiques influencent directement les performances mécaniques des instruments. [107]

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

1.2.1 Diamètre et conicité instrumentale

Les instruments en acier inoxydable de faible diamètre ont l'avantage d'être flexibles permettant une meilleure négociation des courbures. Cependant, ils sont particulièrement sensibles aux forces exercées par l'opérateur et se déforment facilement. [108]

Des études qui ont été faites sur les fractures des instruments du système Pro Taper Universal ®, montraient que plus une lime est de diamètre et conicité élevés, plus elle est plus rigide.

Sa résistance à la fatigue cyclique est donc diminuée, entraînant donc une augmentation de fracture. A l'inverse, les limes de plus petits diamètres sont plus résistants à la fatigue en comparaison à celles de plus gros diamètres, mais elles sont plus susceptibles à la fracture par torsion. [109,110]

File size	Separation number	Number of teeth (%)	Number of canals (%)
SX	2	873 (0.2)	2070 (0.1)
S1	16	2654 (0.6)	6154 (0.3)
S2	10	2654 (0.4)	6154 (0.2)
F1	11	2654 (0.4)	6154 (0.2)
F2	20	2654 (0.8)	6154 (0.3)
F3	11	1257 (1.0)	2856 (0.4)
Total	70	2654 (2.6)	6154 (1.1)

Figure 6

1.2.1.1 La conicité

Les instruments à forte conicité sont très résistants à la torsion mais peu flexibles ce qui les rend moins résistants à la fracture par fatigue cyclique. En effet, la conicité de l'instrument semble affecter significativement le temps de travail avant fracture par fatigue, ce temps est inversement proportionnel à la conicité de l'instrument (Haïkel et coll., 1999). [95]

Une étude réalisée sur des limes de même marque et de même diamètre apical a montré que les limes de conicité 4% sont plus résistantes à la fatigue cyclique que les limes de conicité 6%. [111]

On résume que :

- ✓ La conicité d'une lime est corrélée à son diamètre.
- ✓ La résistance à la fatigue cyclique augmente parallèlement à la diminution de la conicité.

1.2.2 La section de coupe

Il s'agit d'un point spécifique de la géométrie instrumentale qui est d'une importance capitale pour les propriétés mécaniques de l'instrument endodontique [144], et qui a une influence sur la répartition de la contrainte au sein de l'instrument lors du travail canalaire sur la résistance à la fatigue cyclique et la rigidité instrumentale etc. Rappelons que tous les instruments en acier inoxydable ont une section de coupe constante et symétrique et elle prend une forme carrée, triangulaire, ronde, ou rhomboïdale, en fonction du type de l'instrument.

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

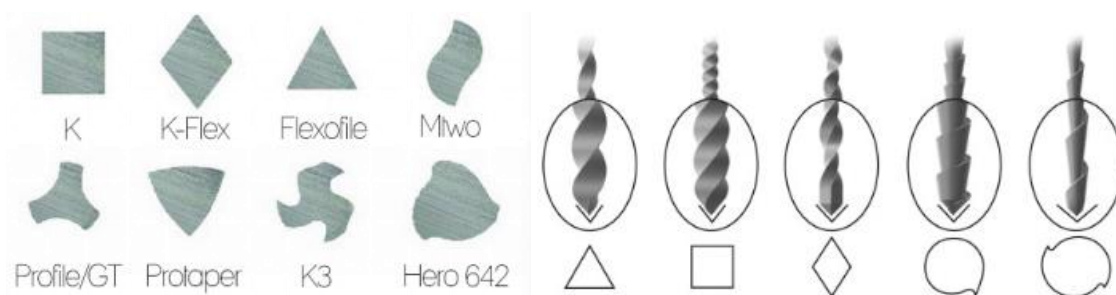


Figure 63 : les différentes sections de coupe des instruments manuels en endodontie.

Une étude a rapporté que les instruments manuels avec une section de coupe rhomboïde étaient moins résistants à la flexion en comparaison aux instruments à section de coupe carrée. [112] D'autre part, l'étude montre que les limes de section de coupe triangulaire (Limes K ou Broche) sont plus résistants à la fracture que celles présentant une section de coupe ronde (limes H). Les auteurs avancent que cela est dû à la différence de volume de section de coupe de ces différents types d'instruments.

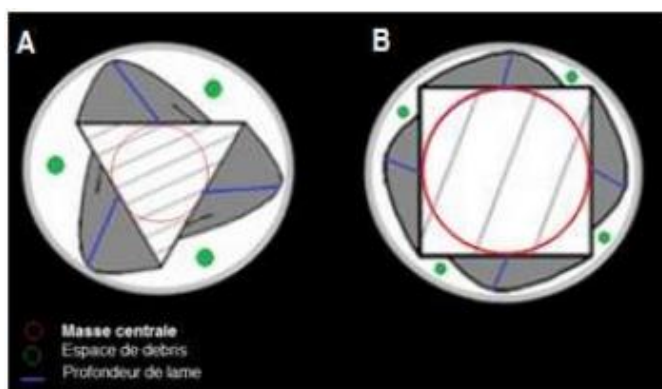


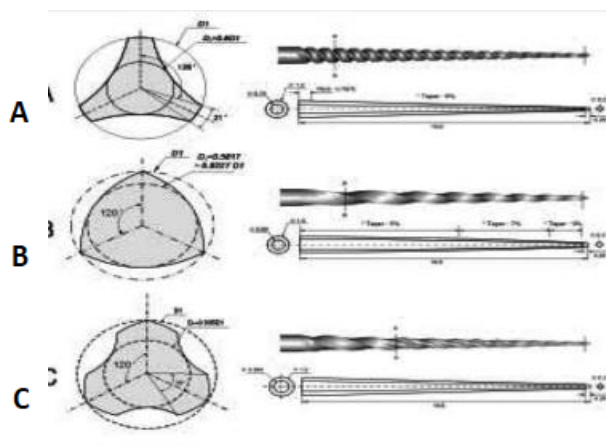
Figure 64 : représentation schématique de deux sections de coupe différentes ; Section triangulaire avec lames profondes, masse centrale réduite avec un large espace de libération de débris (A) ; Section carrée avec des lames peu profondes mais un noyau central conséquent (B).

Concernant les instruments en Ni-Ti, la section de coupe peut prendre n'importe quelle forme selon les propriétés mécaniques que le fabricant veut leur donner.

A diamètre égale, deux limes peuvent avoir une surface de section transversale différente. Les limes de type RaCe® ont une section triangulaire et de surface inférieure aux limes ProFiles®, lesquelles ont une section en U avec méplats radiants. Cette géométrie confère une résistance à la fatigue et à la torsion plus importante pour les limes Profile® en comparaison aux limes RaCe®. [113]

De même, la forme rectangulaire de ProTaper Next® observé en coupe transversale lui confère une meilleure résistance à la torsion par augmentation de sa surface. [114]

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES



**Figure 65 : Section de coupe et la géométrie longitudinale des trois limes Ni-Ti :
A: Profile .06/ # 30, B; ProTaper F3, C ProTaper Universal F3.**

1.2.3 La Longueur De La Lame Active

En règle générale, plus l'instrument est long, plus il est flexible réduisant ainsi le risque de la fracture par flexion. Inversement, plus l'instrument est court, plus il est rigide et résistant à la torsion (Wolcott et coll., 2006). [115]

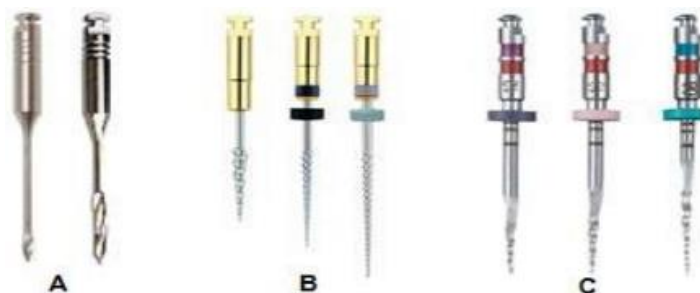


Figure 66 : Différentes longueurs d'instruments. Foret de Gates et foret de Largo (A) ; R-endo[®], MICRO-MEGA (B) (les tiges ont la même longueur, seule la longueur de la lame active change) ; Twisted File[®], SybronEndo (C) (source : Brochure respectives des instruments cités)

1.3 Procédé de fabrication et post traitement

1.3.1 Instrument usiné ou torsadé

Une étude a établi une relation entre la méthode de fabrication et la résistance des instruments à la fracture par flexion. Dans le groupe des instruments torsadés, l'étude a enregistré un angle de flexion plus important sur les instruments avec un grand nombre de spires. Inversement, dans le groupe des instruments usinés, un angle de flexion plus grand est enregistré sur les instruments avec un petit nombre de spires (Schäfer et Tepel, 2001). [112]

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Tableau 4 : comparaison des caractéristiques des instruments Ni-Ti torsadés et usinés

Instrument torsadés	Instrument usinés
Plus grande flexibilité et plus grande résistance à la fracture. (Gambarini et al. 2008 ; Gambarini et al. 2009 ; Testarelli et al. 2009)	Ductilité diminuée (Seto, Nicholls et Harrington 1990)
Plus résistants à la fatigue (Seto et al. 1990 ; Gutmann et Gao 2012; Elnaghy 2014)	Présence de micro fractures dues à l'usinage. (Gutmann et Gao 2012)
Plus sensibles à la fatigue après stérilisation en autoclave. (Hilfer et al. 2011)	Etat de la surface irrégulier (Gutmann et Gao 2012)

1.3.2 Traitement de surface

Les efforts des fabricants ont porté sur le développement de procédés permettant d'améliorer les propriétés physique de l'instrument, parmi ces procédés, on trouve l'électropolissage et le traitement thermique, ce dernier augmente significativement la résistance à la fatigue cyclique et la flexibilité (Johnson et al., 2008; Gao et al., 2010; Pereira et al., 2012; Hieawy et al., 2015; Zupanc et al., 2018). [38]

1.3.2.1 L'électropolissage

C'est une technique très utilisée dans le domaine biomédical pour la finition des instruments (Shabalovskaya et al. 2008). Elle consiste à oxyder les instruments afin de régulariser leur surface et la rendre plus homogène. (Gutmann et Gao, 2012)

Plusieurs études concluent que l'électro polissage n'améliore pas la résistance à la fatigue cyclique (Bui et coll., 2008 ; Tsujimoto et coll., 2014), voire qu'il la diminue (Peters et coll., 2007). D'autres études viennent contredire ces affirmations et démontrent l'effet positif du traitement de surface sur la résistance à la fatigue cyclique (Anderson et coll., 2007 ; Johnson et coll., 2008 ; Gao et coll., 2010 ; Praisarnti et coll., 2010). Enfin, l'électropolissage ne semble pas apporter davantage de résistance à la fracture par torsion (Barbosa et coll., 2008 ; Bui et coll., 2008).

Pour plus de performances, Dentsply utilise la *Blue Technology*TM. Selon ce procédé, la lime est recouverte par une fine couche de Titane oxydé améliorant davantage sa résistance à la fatigue L'alliage traité selon cette technique présente une couleur bleu (Vortex Blue[®], Denstply). L'étude de Nguyen et coll. a comparé la résistance à la fatigue de trois types de limes usinées traitées différemment. Elle montre la supériorité des limes Vortex Blue[®] (*Blue Technology*TM) sur les limes ProTaper[®] (*M-Wire*TM) et ProTaper Next[®] (*Super Elastic Wire*TM)

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

(Nguyen et coll., 2014). [116]

1.3.2.2 Traitement thermique

Le traitement thermique vise à améliorer les propriétés mécaniques des différents métaux et alliage, en modifiant les températures de transformation martensitique, par des procédés de chauffe des instruments à température, temps et pression bien déterminés.

Ce type de traitement est réalisé sur des instruments fabriqués par usinage et sans défauts (électro polissage par exemple). [117]

En 2007, Tulsa Dental Specialties™ (Dentsply), a introduit un nouveau procédé de traitement thermique, l'alliage est appelé M-Wire™ (Shen et coll., 2013). Les instruments issus de cet alliage ont une proportion supérieure en cristaux martensitiques, une flexibilité accrue et une résistance majorée à la fatigue cyclique (Alapati et coll., 2009 ; Pereira et coll., 2013 ; Braga et coll., 2014 ; Pérez-Higueras et coll., 2014) pouvant aller jusqu'à 400% par rapport aux alliages traités de façon conventionnelle (Johnson et coll., 2008).

Le traitement thermique des alliages NiTi majore la flexibilité et la résistance à la fatigue cyclique. Ce gain de flexibilité permet, avec un moindre risque, la préparation des canaux courbes. La résistance à la fatigue améliore l'endurance de l'instrument et allonge sa durée de vie. Peu d'améliorations ont été faites concernant la résistance des instruments à la torsion.

Liste De Quelques Systèmes Ni-Ti Rotatifs Avec Ou Sans Traitement Thermique

Systèmes Ni-Ti rotatifs sans traitement thermique

- ✓ Système Profile® (Dentsply-Maillefer)
- ✓ Système HERO 642® (Coltène-Micro Méga)
- ✓ Système HEROShaper® (Coltène-Micro Méga)
- ✓ Système FlexMaster® (Dentsply-VDW)

Systèmes Ni-Ti rotatifs avec traitement thermique

- ✓ Système Twisted File ® (SybronEndo)
- ✓ Système One curve® (Coltène-Micro Méga)
- ✓ Système 2Shape® (Coltène-Micro Méga)

1.4 paramètres relatifs à la dynamique de l'instrument

Les systèmes de mise de forme mécanisés à ce jour disponibles reposent sur de types de dynamiques instrumentales : La rotation continue et le mouvement de réciprocité.

1.4.1 La rotation continue

Dans la rotation continue les instruments tournent dans le sens horaire en permanence à vitesse lente et constante entre 250 à 600 tours par minute [48]. On a plusieurs systèmes qui sont utilisés en rotation continue, parmi eux on trouve le système : ProTaper (Dentsply-Maillefer), ProTaper GOLD (Dentsply-Maillefer) MTWO (Dentsply-Maillefer) ...etc.

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Les limes utilisées en rotation continue sont particulièrement sujettes à la fracture par flexion (Cheung, 2007 ; Zinelis et coll., 2010). Le risque est d'autant plus important que la conicité est grande (Cheung, 2007 ; Generali et coll., 2014). Il est donc proscrit d'utiliser les instruments en rotation continue pour préparer les canaux avec une courbure très marquée (Dietz et coll., 2000 ; Yared et coll., 2002 ; Gao et coll., 2010). [118]

1.4.2 Le mouvement en réciprocity

La réciprocity actuellement utilisée avec les instruments en NiTi est la réciprocity asymétrique. Il existe de nombreuses variantes de ce mouvement, comme par exemple le mouvement de réciprocity oscillant complet, qui est basé sur un mouvement dans le sens horaire/anti horaire des instruments avec des angles de réciprocity d'égale amplitude, et le mouvement de réciprocity partiel ou asymétrique.

Ce mouvement était proposé par Yared en 2008, comme une nouvelle technique de préparation canalaire utilisant un seul instrument (au début c'est le ProTaper F2) animé d'un mouvement de réciprocity partiel.

Actuellement deux principaux instruments utilisant ce mouvement : le système Reciproc® (VDW, MUNICH, Allemagne), et le système Wave One® (Dentsply-Maillefer, Ballaigus, Suisse). [119]

En réciprocity la fatigue survient en de multiples points sur la lime contrairement à la rotation continue, lors de laquelle un seul site subit une fatigue répétée. [120] La réciprocity est revendiquée pour toujours fonctionner sous la limite élastique des instruments, ce qui allonge la résistance à la fatigue cyclique en comparaison à leur usage conventionnel en rotation continue.



Des études in Vitro qui ont été réalisées par plusieurs auteurs pour faire comparer les instruments animés d'un mouvement de rotation continue avec des instruments dédiés d'un mouvement réciproque, on va prendre comme exemple l'étude de De-Deus et al., en 2008 dont l'objectif est d'évaluer la résistance à la fatigue cyclique d'un même instrument soumis à deux types de mouvement rotation continue et réciprocity en utilisant comme un test l'instrument de type ProTaper F2.

Le test de résistance à la fatigue cyclique (RFC) est réalisé dans un canal artificiel fabriqué en acier inoxydable, en tenant compte la taille, conicité de l'instrument testé avec trois groupes expérimentaux :

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- ✓ G1: RC avec 250tr/min
- ✓ G2: RC avec 400tr/min
- ✓ G3: RC avec 400tr/min

Les résultats montrent le nombre moyen de cycles avant fracture :

- ✓ G1: 160 cycles
- ✓ G2: 120 cycles
- ✓ G3: 630 cycles

RFC : REC > RC

Conclusion :

Le mouvement de réciprocité améliore la RFC par rapport à la rotation continue.

La cinématique du mouvement est un facteur déterminant dans la RFC. [121]



Figure 68 : exemple de dispositif expérimental simulant un canal artificiel.

Concernant le phénomène de torsion peu d'étude ont été réalisées. Du fait une seule étude était réalisée en comparant le système Wave One® et le Reciproc®.

Le mouvement des limes en réciprocité est composé d'une rotation anti-horaire de 170° alternée avec une rotation horaire de 50° pour le système Reciproc®. Le système Wave-One® avec le même système est composé d'un mouvement de réciprocité de 150° dans le sens anti-horaire et de 30° dans le sens horaire. Dans cette étude, les limes des deux systèmes sont bloqués à différentes hauteurs puis mises en rotation. Pour chaque test, les limes résistent à la fracture par torsion au moins jusqu'à un angle de rotation de 170 degrés. Or, la force des moteurs dédiés à l'usage de ces deux systèmes de mouvement de réciprocité n'excède pas la force nécessaire pour déformer les limes. Les limes de ces deux systèmes ne pourraient théoriquement pas se fracturer selon un phénomène de torsion. [122]

En concluant que les instruments en NiTi utilisés en réciprocité ont un plus faible risque de fracture. [123]

1.5 Paramètres relatifs au nombre de cycle de stérilisation

Plusieurs cycles de stérilisation peuvent induire des altérations sur les surfaces des limes endodontiques, notamment des corrosions, et peuvent également augmenter leur rugosité de

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

surface , peut être en raison de changements dans la couche passive d'oxyde de titane qui recouvre les surfaces.

Cependant ces altérations de surface n'ont pas été clairement liés à une fracture de l'instrument, ils peuvent donc ne pas être cliniquement pertinents.

La chaleur sèche et la stérilisation en autoclave ne semblent pas avoir des effets négatifs sur la résistance à la fatigue cyclique de plusieurs types de limes Ni-Ti, mais cela n'est pas vrai pour tous les types.

Des résultats incohérents ont également été publiés concernant la résistance à la torsion, avec certains limes ne montrant aucun effet et d'autre montrant une diminution [73].

1.6 Paramètres relatifs à l'irrigation

La lubrification diminue la friction entre deux objets solides. Il est impératif d'utiliser les instruments de cathétérisme et de préparation canalaire dans des canaux baignés de solution d'irrigation pour réduire la friction et éliminer les débris (Grossman, 1969).

Des conclusions contradictoires ont été rapportées quant aux effets des différents irrigants sur les instruments endodontiques (Stokes et coll.,1999 ; Darabara et coll., 2004).

La plupart des études a signalé différents degrés de corrosion sur la surface des instruments utilisés. Ce sont des zones de faiblesse et des lieux de prédilection pour la formation de défauts types craquelures, microfêlures et microcavités. En pratique, l'hypochlorite de sodium (NaOCl) est de loin l'irrigant le plus utilisé, ses effets sur les instruments endodontiques ont été largement étudiés. Une étude récente a montré qu'un instrument immergé dans une solution de NaOCl à 5,25% de concentration voyait sa résistance à la fatigue cyclique significativement diminuer (Berutti et coll., 2006). [124]



Figure 69 : corrosion des limes en NiTi après immersion pendant la nuit dans le NaOCL 3%.

2. Les causes relatives aux facteurs dentaires

2.1. Les courbures radiculaires

L'anatomie canalaire détermine la séquence instrumentale à utiliser. Cependant ce n'est pas la

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

longueur du canal ou le nombre de canaux qui conditionnent la difficulté, mais bien l'angle et le rayon de courbure du canal.

L'angle de courbure est défini comme le nombre de degrés sur l'arc du cercle entre les points de début et de fin de courbure et est exprimé en degré. Le rayon du cercle correspond au rayon de courbure du canal et est exprimé en millimètres. [125]

D'après J.P. PRUETT qui a déterminé géométriquement la courbure par un cercle tangent à l'axe principal du canal et à l'axe de la trajectoire canalaire apicale, il en ressort qu'un grand angle de courbure augmente le risque de survenue de la fracture. Il est alors possible de déterminer une classification de la difficulté canalaire. En 1971, SCHNEIDER et coll. énoncent les critères permettant la détection de l'angle de courbure. (Oral Surg., 1971)

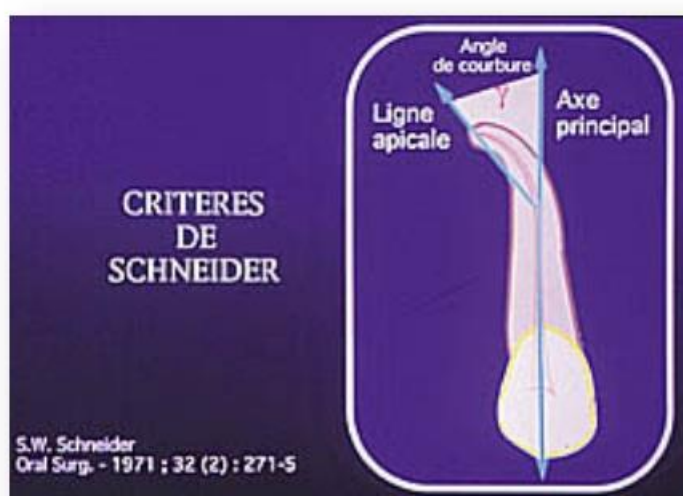


Figure 70 : illustration de l'angle de courbure de Schneider

Cependant certains canaux présentent une anatomie aberrante qui a longtemps empêché le traitement d'un canal : les canaux en baïonnette. Ce type de canal en S présente une double courbure qui accroît le risque de fracture. Selon une étude d'ALBOU de 1986.

La courbure canalaire est caractérisée par un angle (α) et un rayon (r).

Deux courbures peuvent avoir la même valeur d'angle mais deux rayons différents, La courbure avec le rayon le plus petit sera la plus contraignante. Le risque de fracture augmente lorsque la longueur du rayon diminue. [126]

C'est donc le rayon de courbure qui indique la sévérité de celle-ci. [95] C'est le facteur le plus déterminant dans l'explication de la fracture instrumentale par flexion [95,127]

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

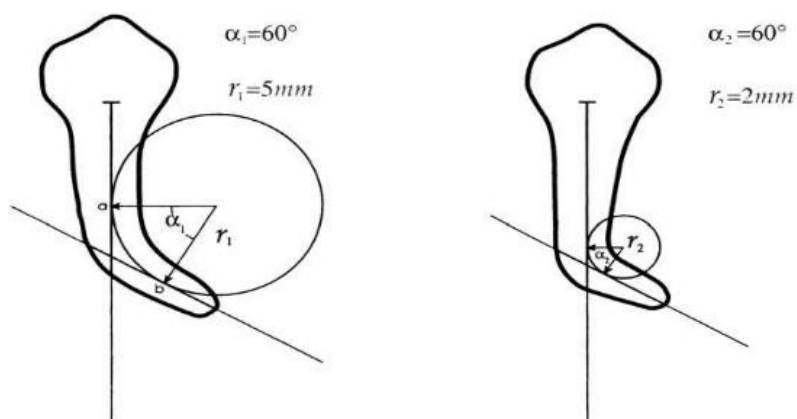


Figure 71 : Deux courbures radiculaires avec le même angle (alpha) et deux rayons de courbure Différents r1, r2.

Le risque de fracture instrumentale augmente avec la complexité radiculaire. [128] Un grand nombre de fracture a été rapporté sur des molaires. [128,129,130] en particulier les canaux mésiaux des molaires mandibulaires. [131,132] au niveau du tiers apical. [130,128] C'est au niveau de la zone où le rayon de courbure est plus faible que les Contraintes de flexion sont maximales. La fatigue cyclique est accentuée à ce niveau et le risque de fracture par flexion est majoré. [89] Ce risque est d'autant plus grand que l'instrument est de gros diamètre. [95]

2.2 Les contraintes coronaires

La réalisation de la cavité d'accès endodontique constitue l'étape initiale du traitement endodontique, elle décide des conditions d'accès aux canaux.

Les entrées canalaires sont habituellement cachées par les éperons dentinaires (Triangle de Schilder) situés sur les parois de la chambre pulpaire. Une fois la chambre pulpaire repérée et élargie, les éperons dentinaires sont éliminés avec le matériel adapté. Cela permet de diminuer les contraintes sur les instruments risquant d'accélérer la fatigue cyclique. L'angle d'entrée canalair est redressé réduisant ainsi le risque de fracture par flexion, puisque cet angle décide de la sévérité de la courbure. [95]

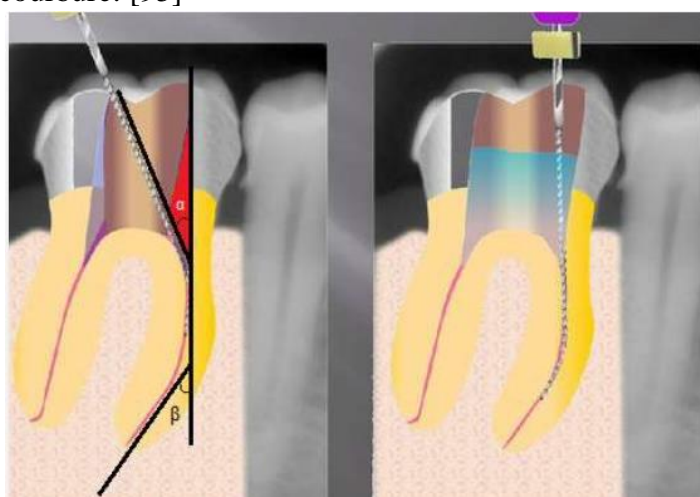


Figure 72 : Les éperons dentinaires décident de l'angle d'entrée canalair (α), la contrainte de flexion est majorée en présence de courbure canalair (β).

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

2.3. Contraintes radiculaires

Lors de l'instrumentation, la friction pariétale limite la progression de l'instrument dans le canal. Le praticien exerce une pression axiale sur l'instrument pour le faire avancer dans le canal, l'instrument risque de s'engainer puis se fracture par torsion.

Le 'crown-down' ou technique corono-apicale est de loin la technique de mise en forme la plus adaptée. Les instruments de conicité importante procèdent à l'évasement du tiers coronaire puis du tiers moyen du canal. Ainsi, les limes de faible conicité peuvent accéder à la région apicale.

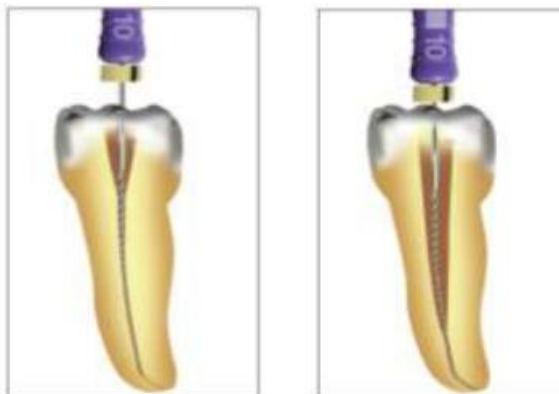


Figure 73 : La friction avec les parois canalaires empêche la lime d'avancer dans le canal. L'évasement coronaire permet de libérer l'instrument et d'atteindre la région apicale.

3. Causes relatifs au praticien

La fracture instrumentale n'est malheureusement pas un incident exceptionnel. Le taux d'instruments fracturés retrouvé dans la littérature varie entre 1 et 6% dont 3,3% de fragments laissés en place. [4]

L'incidence de fracture d'instruments en Ni-Ti est d'environ 5%, et ce même dans les mains de praticiens expérimentés [133].

La fracture instrumentale n'est pas une fatalité, elle dépend de nombreux facteurs et résulte essentiellement d'une mauvaise utilisation des instruments.

3.1 Non-respect de protocole de fabricant

Il n'existe pas aujourd'hui de consensus sur l'instrument type, ou la séquence instrumentale type. Le praticien est libre de choisir l'instrument qui lui semble être le plus adapté au cas ou à l'étape clinique en cours. Cependant, il existe des règles de bonnes pratiques, des protocoles et des recommandations générales.

Par exemple, il est admis aujourd'hui qu'avant l'utilisation d'une instrumentation de mise en forme canalaire mécanisée il est indispensable de réaliser un cathétérisme, Cela consiste à réaliser une pré-instrumentation en passant dans le canal des limes de faible conicité et diamètre [134]. C'est aussi valable pour l'instrumentation dite « unique », que ça soit en rotation continue ou en réciprocité. [135]

Les tests réalisés en laboratoire permettent au fabricant d'élaborer une conduite optimale et une liste de recommandations à suivre. Le but est d'exploiter au mieux l'instrument tout en réduisant au maximum le risque de fracture.

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Le non-respect de ce protocole conduit inévitablement au mésusage de l'instrument l'exposant d'avantage à la fracture instrumentale.

Il est indispensable de consulter le manuel opératoire et d'utiliser les instruments dans leur stricte indication.

3.2 Utilisation inapproprié de l'instrument

3.2.1 Mésusage

Le praticien doit suivre une démarche clinique standardisée et reproductible pour une meilleure prédictibilité du traitement endodontique. Voici une liste non exhaustive de précautions à prendre lors de l'usage des instruments endodontiques :

- ✓ Évaluer préalablement l'anatomie canalaire avec une ou deux radiographies rétro alvéolaires préopératoires,
- ✓ Toujours travailler dans un canal préalablement perméabilisé,
- ✓ Toujours travailler dans un canal rempli de solution d'irrigation,
- ✓ Travailler avec un contre angle adapté, notamment avec contrôle de vitesse et de couple.
- ✓ Ne jamais forcer sur un instrument endodontique.
- ✓ Inspecter l'instrument avant et après chaque passage.
- ✓ Nettoyer l'instrument à l'aide d'une compresse imbibée d'hypochlorite de sodium.
- ✓ Écarter les instruments détériorés et les instruments utilisés à plusieurs reprises même s'ils ne présentent pas de signes de fatigue visibles.

3.2.2 Fréquence d'utilisation

La fréquence d'utilisation de l'instrument endodontique est le facteur le plus abstrait à étudier. Aujourd'hui, il n'y a pas de consensus sur un rapport précis entre le temps et le nombre d'utilisation d'une part et la fracture instrumentale d'autre part. [136]

Il est donc impossible de prédire pour un instrument donné, un nombre d'utilisation avant la survenue d'une fracture. [137]

Cependant, il a été démontré que les instruments manuels de faible diamètre présentaient un risque de fracture accru après une seconde utilisation. [138]

Une étude in vitro menée sur des instruments rotatifs de mise en forme canalaire de type Profile® (Dentsply Maillefer) a conclu que ces derniers étaient capables de préparer au moins dix canaux sans se rompre. Ces instruments ont alors été jugés sûrs pour préparer jusqu'à quatre molaires. [59]

Récemment, une étude in vivo faite sur dents traitées ou retraitées avec des instruments ProTaper® (Dentsply) a montré que ces instruments pouvaient être utilisés sur 4 canaux sans risque de fracture. [139]

À ce titre, les instruments endodontiques à usage unique présentent un avantage indéniable. En effet, ils permettent de réduire au maximum le risque de fracture par fatigue cyclique puisqu'ils ne sont utilisés qu'une seule fois.

Cela ne les exonère pas de la présence de micro-fêlures et de défauts microscopiques à leur surface après utilisation . [140]

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

3.2.3 Vitesse de rotation

La plupart des fabricants recommandent l'utilisation d'une vitesse de rotation variant de 150 à 350 tours par minute (tr/min). [140]

Le plus grand nombre de fractures instrumentales a été reporté lorsque la vitesse de rotation est comprise entre 300 et 350 tr/min. [97]

Le temps nécessaire jusqu'à la rupture de l'instrument diminue de façon significative lorsque la vitesse de rotation augmente. [142]

En effet, le contact répété des lames de l'instrument avec les parois canalaires exerce une pression sur l'instrument, ces contraintes sont d'autant plus grandes que la vitesse augmente, conduisant en fin à la rupture de l'instrument. [91]

Il est logique d'admettre que la durée de vie d'un instrument dépend du nombre de rotations effectuées par celui-ci dans le canal. Dès lors, cette durée peut être « prolongée » et le nombre d'utilisation augmenté en travaillant à basse vitesse. [143]

Toutefois, l'instrument coupe moins bien à basse vitesse. Si le praticien ne peut augmenter la vitesse pour optimiser l'efficacité de coupe, il aura tendance à compenser ce manque d'efficacité en appuyant sur l'instrument, augmentant dès lors le risque de fracture.

3.3 Méconnaissance De L'anatomie Endodontique

Le protocole du traitement endodontique respecte des règles précises permettant de minimiser le risque de fracture instrumentale.

- ✓ Une bonne lecture des radiographies préopératoires doit être réalisée, en rapport avec une connaissance de l'anatomie canalaire : la lumière canalaire, le degré, le rayon et la direction de la courbure ainsi que la longueur doivent être soigneusement analysés.
- ✓ La cavité d'accès doit venir à l'aplomb des entrées canalaires.
- ✓ Les courbures canalaires doivent être redressées avec des « orifices openers », ou des forets de Gates.
- ✓ Le canal doit être exploré avec des limes de cathétérisme et la longueur de travail déterminée.
- ✓ Le canal doit être alésé avec des limes K manuelles jusqu'à la lime 015 ou la 020 de la norme ISO, ou à l'aide de limes de pré-élargissement utilisées en rotation continue.
- ✓ Si le canal ne présente pas de courbures trop importantes, les limes rotatives peuvent être utilisées. Si le rayon de courbure est trop important, la préparation devra se faire manuellement. Toutes ses précautions limitent la fatigue cyclique des instruments rotatifs et diminuent le risque de fracture. [144]
- ✓ La progression de la lime dans le canal doit se faire sans forcer, de façon à éviter le blocage de la lime contre les parois canalaires. De plus, la vitesse de rotation doit être contrôlée.
- ✓ Si la lime tourne à grande vitesse dans le canal, l'insertion du pas d'hélice de la lime et son encastrement dans les parois canalaires se produisent plus rapidement qu'avec une vitesse de rotation réduite. La fracture par torsion peut alors survenir. [145]
- ✓ Aussi, à une vitesse de 300 rotations par minute, la fracture par torsion intervient dans la seconde qui suit le blocage de la lime. Un opérateur inexpérimenté doit donc privilégier des

CHAPITRE 03 : LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DES FRACTURES INSTRUMENTALES

faibles vitesses de rotation dans le but de contrôler et d'empêcher le vissage intempestif de la lime. [146]

- ✓ Des micromoteurs endodontiques permettent un meilleur contrôle du torque. Ils empêchent automatiquement le visage de la lime en stoppant et en inversant le sens de rotation de la lime. Elle se désengage alors du canal dès que la force exercée sur la lime dépasse un seuil pré réglé dans l'appareil. [94]

3.4 Négligence du protocole opératoire

Lors du traitement canalaire, le praticien effectue un passage séquentiel d'instruments endodontiques. Plus la séquence comporte d'instruments, moins le risque de fracture sera important (Parashos et Messer, 2006). [83]

L'erreur la plus communément retrouvée est la réduction du nombre d'instruments afin de gagner du temps. De plus, Il n'est pas rare que les instruments soient utilisés en dehors de toute considération protocolaire.

Il est donc impératif que le praticien ait une formation sur les différents systèmes de mise en forme canalaire qu'il utilise au cabinet dentaire (Madarati et coll., 2008). [83]

L'apprentissage et l'entraînement sont les premiers moyens de prévention des fractures instrumentales (General et coll., 2014 ; Troiano et coll., 2016). [147]

L'expérience acquise par le praticien réduit considérablement le risque de fracture (Mandel et coll., 1999). [148]

Une étude multicentrique a montré que l'efficacité et la compétence clinique du praticien sont les facteurs les plus déterminants dans la prévention de la fracture instrumentale (Parashos et coll., 2004). [137]

Paramètres relatifs à l'expérience du praticien et sa capacité à suivre le protocole d'utilisation des études ont démontré un taux supérieur de fracture d'instrument en NiTi avec des opérateurs inexpérimentés.

L'entraînement pré clinique et la maîtrise du système endodontique utilisé sont des éléments cruciaux pour éviter la fracture. L'opérateur semble être le plus important facteur influençant le taux de fracture. En effet, la FI est dépendante des compétences cliniques du praticien, mais aussi de son choix quant aux nombres d'utilisations et de son contrôle des déformations de l'instrument. [141,143,148] Les FI sont souvent le résultat d'un usage incorrect ou d'une sur-utilisation des instruments. [149,150,151]

Une étude réalisée sur la prévalence des fractures instrumentales entre trois praticiens d'expériences distinctes a montré de grandes inégalités. [143]

Avec le système ProTaper Universal®, l'endodontiste confirmé n'a pas fracturé ni déformé une seule lime. Alors que le dentiste nouvellement diplômé, lequel n'avait jamais utilisé ce système, a eu un taux de fracture de 8% et de déformation de 16%.

Enfin, un jeune dentiste ayant pu s'exercer sur dix blocs de résine ainsi que deux molaires extraites, a eu un taux de déformation de 5% et aucune fracture. Le manque d'expérience et d'entraînement avant l'application clinique conduit donc nécessairement à un risque de fracture plus élevé.

3.4.1 Non-respect du mouvement de rotation continue/mouvement de réciprocité

De nombreuses études ont montré que le mouvement réciproque augmente la résistance à la fatigue cyclique des limes par rapport à la rotation continue. [152,153]

Elles ont démontré que plus la part de rotation horaire diminue, plus la résistance à la fatigue augmente. [154] Mais peu d'études ont été réalisées sur le phénomène de torsion.

Les distorsions développées sur les limes avec ce type de rotation sont largement méconnues. Une seule étude a porté sur ce sujet en comparant les systèmes Reciproc® et Wave-One®. Le mouvement des limes en réciprocité est composé d'une rotation anti-horaire de 170° alternée avec une rotation horaire de 50° pour le système Reciproc®.

Le système Wave-One® avec le même système est composé d'un mouvement de réciprocité de 150° dans le sens anti-horaire et de 30° dans le sens horaire. Dans cette étude, les limes des deux systèmes sont bloquées à différentes hauteurs puis mises en rotation. Pour chaque test, les limes résistent à la fracture par torsion au moins jusqu'à un angle de rotation de 170 degrés.

Les limes de ces deux systèmes ne pourraient théoriquement pas se fracturer selon un phénomène de torsion. [155]


Les limes utilisées sont neuves, comme le recommande le fabricant. Or ce principe n'est pas toujours respecté dans les cabinets dentaires.

La fracture pourrait tout de même survenir dans ces conditions. En effet, une étude montre que la répétition de torsions appliquée aux limes Reciproc®, Wave One® ou ProTaper® diminue leur résistance.

Elles peuvent alors fracturer en n'excédant pas leur limites de déformation élastique. [156] Une étude a comparé les différentes marques utilisant le principe de l'instrument unique.

La lime Reciproc® possède une résistance à la fatigue cyclique supérieure à la lime Wave One®. Ces deux systèmes ont été ensuite comparés avec leur concurrent One Shape® (MicroMega™), lime utilisée en rotation continue.

Les résultats montrent que ce dernier possède la même résistance à la fatigue cyclique que le système Reciproc®. Le mouvement de rotation alternatif ne serait donc pas le facteur prédominant dans la résistance à la fatigue cyclique. [157]



CHAPITRE 04 :
Prise en charge
Des fractures
Instrumentale

1.La prévention des fractures instrumentales en endodontie

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Plusieurs techniques chirurgicales et non chirurgicales ont été proposées pour la gestion des fractures instrumentales. Ces tentatives de gestion peuvent être considérées comme imprévisibles et peuvent inclure la possibilité de complications iatrogènes.

Ainsi, les cliniciens doivent constamment prendre toutes les précautions nécessaires lors de traitement ou retraitement du canal radiculaire pour éviter la fracture instrumentale.

Puisque la prévention est la meilleure clé pour éviter les erreurs iatrogènes, il faut souligner que la fracture des instruments dans le canal radiculaire pourrait être réduite si les lignes directrices suivantes sont soigneusement examinées et adoptées en pratique clinique.

Lignes directrices recommandées à examiner attentivement :

- ✓ Examen clinique et radiographique préopératoire approfondi de l'anatomie de la dent à traiter doit être réalisé.
- ✓ Evaluation du niveau de difficultés en instrumentation endodontique pour permettre la sélection des instruments les plus appropriés à la préparation du canal radiculaire. Une attention particulière doit être portée aux dents présentant une complexité morpho-canalair (courbes en S par exemple)
- ✓ Les instruments doivent être soigneusement inspectés avant, pendant, après leur utilisation, de préférence sous grossissement, pour tout signe de fracture ou déformation plastique.
- ✓ La reconnaissance des propriétés et limites de la série d'instruments à utiliser est nécessaire. De plus, une pratique intensive sur des blocs de plastique et/ou de préférence sur des dents humaines extraites avant l'application clinique est absolument essentielle. Cela s'applique même aux praticiens les plus expérimentés. [73]
- ✓ Avoir une maîtrise technique appropriée, avant d'utiliser un nouveau système de mise en forme canalair. [141,158,149]
- ✓ Les instruments doivent toujours être utilisés dans un environnement humide lors du traitement canalair.
- ✓ L'instrumentation doit être effectuée avec des instruments du même fabricant et doit toujours être utilisée dans l'ordre sans saut d'un diamètre. [73]
- ✓ Assurer une cavité d'accès adéquate permettant un bon support pour les doigts, et un va et vient sans contrainte. [158]
- ✓ Etablir une voie d'accès adaptée, avec en premier lieu un évasement coronaire, et dans un second temps la création d'une trajectoire de descente. [149,158,141]
- ✓ Il faut éviter d'effectuer des mouvements rapides des limes, qui empêchent d'apprécier les sensations tactiles. Il ne faut pas forcer avec une même lime sur un même endroit trop longtemps, car la fatigue se concentre sur un même point de la lime. Enfin il faut éviter d'instrumenter plusieurs canaux longs et étroits avec les mêmes limes, lesquelles accumulent la fatigue et le risque de fracture. [159]
- ✓ Le praticien doit limiter les contraintes verticales appliquées à la lime, et sa main doit guider la lime dans le canal, et ne pas forcer la descente de la lime. [160]
- ✓ Nettoyer les spires de la lime après chaque utilisation. [158,149]

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- ✓ Le contrôle de torque est recommandé pour les praticiens débutants. [119] De plus, une faible vitesse de rotation permet de contrôler le phénomène de vissage intempestif de la lime. Les vitesses et torque d'utilisation conseillés par le fabricant doivent être respectés pour minimiser le risque de fracture. [161]
- ✓ Dans le cas où la résistance est rencontrée, l'instrumentation rotative doit être s'arrêter et les limes manuelles en aciers inoxydable doivent être utilisées pour négocier davantage le chemin apical. [73]

1.1 Les mesures de prévention de P. Di Fiore

Ces mesures sont proposées par le Dr P. Di Fiore dans un article paru en 2007. L'auteur se base sur dix points réunis lors du traitement endodontique en rotation continue. Les alliages en NiTi présentent des propriétés de super élasticité, de biocompatibilité et de flexion qui rendant le soin plus confortable. Cependant, la fracture instrumentale est un phénomène multifactoriel et complexe. Onze mesures pour prévenir le risque de fractures sont énoncées par l'auteur

- ✓ Eviter de soumettre les instruments en NiTi à un stress excessif.
- ✓ Utiliser des instruments le moins possible sujets à la fracture.
- ✓ Suivre un protocole instrumental précis.
- ✓ Détecter l'anatomie canalaire et instrumenter les canaux prudemment.
- ✓ S'assurer que l'accès endodontique est adéquat
- ✓ Ouvrir les orifices canalaires avant de préparer le canal.
- ✓ Evaser le canal à l'aide de petits limes manuelles.
- ✓ Utiliser les instruments à une vitesse faible et un niveau de torque faible.
- ✓ Préparer le canal en appliquant la technique du Crown-Down.
- ✓ Manipuler les instruments avec un mouvement dynamique de va-et-vient.
- ✓ Pour les praticiens inexpérimentés, s'entraîner sur des dents extraites avant l'application clinique. [5]
- ✓

1.2 Respect des contraintes anatomiques

• Radiographie

La prise de radiographie est indispensable pour évaluer l'anatomie de la dent. Une radiographie préopératoire est primordiale pour connaître la hauteur de la chambre pulpaire et le nombre de canaux de la dent. La radiographie avec l'instrument en place permet d'établir la longueur de travail. Bien que nécessaire, la radiographie doit être considérer avec plus de recul que d'ordinaire. La prise d'un second cliché radiographique est une précaution supplémentaire au bon déroulement de la préparation canalaire. Par conséquent la détection de la courbure radiculaire est délicate. Elle inclut l'angle de la courbure, sa direction et sa longueur.

Le praticien doit utiliser sa sensation tactile pour déceler la constriction apicale. Mais la courbure radiculaire pourrait rester invisible aux yeux du chirurgien-dentiste.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- **Cavité d'accès**

La mise en forme de la cavité d'accès suit différentes phases permettant la trépanation et l'évidement du contenu de la chambre pulpaire. On en dénombre trois, toujours identiques quelle que soit la dent.

- **Phase de pénétration**

Elle découvre la chambre pulpaire en réalisant un accès par le plafond pulpaire.

- **Phase d'élargissement**

Elle va donner naissance à la forme définitive de la cavité d'accès. Cette phase vient compléter la phase de pénétration, et l'action de la fraise est appliquée sur la paroi dentinaire pour éliminer les derniers débris de la chambre pulpaire. Ainsi tous les petits angles dentinaires résiduels sont éliminés.

- **Phase de finition**

Elle permet de déterminer le travail entamé lors des phases précédentes et de polir les murs de la cavité d'accès pour que la transition entre la cavité d'accès et la chambre pulpaire se fasse sans butées.

L'objectif d'une cavité d'accès idéale est de permettre un parage et surtout une progression des instruments sans contraintes ni interférences. Les interférences rencontrées par les instruments Ni-Ti augmentent le risque de fracture par fatigue.

Selon l'orientation des entrées canalaires, la cavité d'accès peut être plus au moins retouchée. Le soin endodontique par rotation continue n'en sera que plus simple et se fera en toute sécurité lorsque la cavité d'accès est idéalement préparée.

- **Préparation des entrées canalaires**

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

- **Amélioration de la cavité d'accès**

En prenant en considération les impératifs de l'accessibilité aux canaux, le praticien peut se poser la question de la conservation d'un pan dentinaire. Il est établi que l'amélioration de la cavité d'accès permet d'obtenir un accès en ligne directe de l'instrument depuis l'entrée coronaire jusqu'à l'apex. Ce trajet en ligne droite limite les contraintes sur l'instrument et par conséquent les risques de fractures. L'obtention de quatre murs permet de conserver un repère pour l'établissement de la longueur de travail et de maintenir les irrigants canalaires en place. Malgré l'amélioration et l'élargissement coronaire des entrées canalaires, la lime peut être parfois confrontée à des courbures qui mettent à mal la propriété de flexibilité de l'instrument. Ces contraintes supplémentaires décuplent le risque de fracture. Le praticien est alors confronté à

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

un choix délicat : soit privilégier le maintien des irrigants canaux et le repère fourni par les pans de la dent pour la longueur de travail, soit provoquer le délabrement volontaire d'un mur de la dent pour permettre d'une part une insertion de la lime en limitant les contraintes sur cette dernière et d'autre part une augmentation de la visibilité.

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

1.3 Respect des impératifs instrumentaux

1.3.1 Vitesse adaptée aux instruments

La corrélation entre l'augmentation de la vitesse et la majoration des distorsions ou fractures s'explique par le contact entre la lime et les parois canaux. Ce contact peut entraîner suffisamment de stress pour provoquer la fracture instrumentale. Le fait d'augmenter la vitesse revient à aggraver ces frottements. L'utilisation des instruments de rotation continue à des vitesses faibles diminue sensiblement le risque de fracture de l'instrument. Le respect de la vitesse d'utilisation des limes recommandée par le fabricant permet de doubler son efficacité en termes de durée de préparation et aussi de diviser par 2 le taux de déformation. La vitesse de rotation des limes endodontiques en Ni-Ti dépend d'un compromis à trouver entre l'efficacité de coupe et le risque de fractures. Il faut donc privilégier le premier et minimiser le second.

1.3.2 Technique de préparation canalaire

La technique de Crown-Down est une séquence corono-apicale. Elle commence au niveau du tiers coronaire du canal radiculaire par l'utilisation des instruments de plus gros calibre. Après cette séquence instrumentale du tiers coronaire, des limes de plus en plus fines sont utilisées de plus en plus profondément dans le canal jusqu'à ce que la plus fine atteigne l'apex radiculaire. Cependant une lime K numéro 15 est à chaque fois utilisée pour vérifier la perméabilité canalaire sur toute la longueur du canal.

1.3.3 Les avantages de cette technique Crown-Down sont les suivants

- ✓ Élimination de la dentine cervicale qui provoque des constrictions canaux donc des risques de blocage de l'instrument.
- ✓ Diminution des courbures canaux donc diminution des forces de flexion agissant sur l'instrument.
- ✓ Pénétration plus profonde, plus rapide et plus massive de la solution de désinfection de type hypochlorite de sodium dans les deux premiers tiers canaux.
- ✓ Élimination de la majeure partie de la pulpe et des débris nécrotiques ou bactériens avant l'approche du tiers apical et donc réduction du risque de repousser des irritants bactériens ou pulpaires dans l'espace péri-apical de réparation.
- ✓ Longueur de travail peut ou non modifiée lors de l'instrumentation canalaire puisque la courbure canalaire a été réduite avant l'établissement de la longueur de préparation.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

1.3.4 L'impact de l'irrigation canalaire

L'instrument en Ni-Ti possède une forte résistance à la corrosion. Darabara et al Montrent également que la propagation des micro crack peut être accélérée par l'action combinée du stress subi par l'instrument et du phénomène de corrosion due à la solution d'irrigation. Berutti et al. Décrivent le phénomène d'engrainement de la pointe de l'instrument qui est à l'origine des fractures de torsion.

En effet, cette accumulation de débris dentinaires dans le canal risque de provoquer des bouchons dentinaires mais aussi de verrouiller l'instrument dans le canal et d'aboutir à la fracture. Le nettoyage de l'instrument après chaque utilisation dans le canal est donc essentiel pour limiter ce risque. [5]

2.Communication avec le patient

L'expérience et la prudence du praticien permettent de réduire considérablement la fréquence de la fracture instrumentale. Cependant, nul n'est à l'abri de ce type d'incident. [162]

Le praticien doit savoir agir face à une telle situation, tant cliniquement que médico-légalement. [71]

La fracture instrumentale est en soit une véritable frustration pour le praticien. Cet incident est souvent perçu comme un échec. Le praticien doit à la fois, gérer son mal être, faire preuve de sang-froid, mais doit aussi informer le patient tout en évitant de lui transmettre son stress. [77]

2.1 Approche Psychologique Du Patient

« Ecoutez le malade, il vous donne le diagnostic. »

René Laennec

La relation qui doit s'établir entre le dentiste et son praticien est spécifiquement une relation d'aide professionnelle dans un contexte médical. Dans cette relation, deux acteurs sont présents. D'une part le dentiste, un soignant doté de connaissances, d'habiletés manuelles précieuses et d'autre part un patient souffrant, un sujet et non un objet d'étude ou de soin, qui cherche à résoudre son problème et veut guérir. C'est le besoin qui rapproche l'un et l'autre et les engage dans une relation thérapeutique qui exige une confiance réciproque sans laquelle cette relation peut devenir difficile. [163]

L'avènement des sciences du comportement au cours des quatre dernières décennies dans le domaine de la médecine et de la dentisterie a apporté de nouvelles idées et de nouvelles perceptions sur les émotions de peur et d'anxiété. Cela a abouti à la mise en place de techniques et de procédures visant à anticiper, réduire ou atténuer la phobie dentaire. Les praticiens de tous niveaux doivent être capables de comprendre et agir pour faire face à ce problème récurrent. Il faut privilégier et soigner la relation praticien-patient. [163]

Pour bien communiquer, il faut un code commun. Le vocabulaire que le chirurgien-dentiste va utiliser pour décrire les symptômes, poser un diagnostic ou définir une pathologie est bien souvent inconnu du patient. Il faut donc adapter le plus possible le langage à celui de l'interlocuteur pour une meilleure compréhension du message transmis. [164]

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES



Figure 74 : Vue depuis le fauteuil dentaire par un patient : situation anxiogène.

Aujourd'hui, l'image du dentiste bourreau tend progressivement à se faire remplacer par celle du chirurgien esthétique du visage, celui qui ne fait plus mal, mais qui donne efficacité et beauté. Il prend part à la qualité de vie et à la valorisation de l'image de soi, aussi bien personnelle que relationnelle. [165]

2.2. Devoir d'information

L'information du patient est un préalable à la fois nécessaire et incontournable à la réalisation de la prestation médicale, mais également la condition de l'obtention d'un consentement libre et éclairé du patient et au respect de sa volonté. [166]

Comme tout soin, le traitement endodontique comporte des risques. Le praticien doit fournir au patient une information de qualité adaptée à son niveau de compréhension. D'abord, sur les soins envisagés et les éventuelles difficultés (ex : anatomie canalaire complexe), mais aussi sur les risques inhérents à l'acte endodontique et les complications qui peuvent en découler. En effet, depuis le 4 mars 2002, l'information est devenue obligatoire et consacrée par ladite loi Kouchner (n° 2002-303 article L1111-2 du Code de la Santé Publique).

Le devoir d'information ne s'applique pas seulement en cas de fracture instrumentale instantanée. En effet, il se peut que le praticien découvre la présence d'un fragment instrumental intra-canalair au court d'un examen de routine ou, dans le cas d'une intervention sur une dent voisine. Là aussi, le patient est informé en émettant des réserves sur le devenir de la dent.

D'autre part, il est indispensable de reporter de manière assidue le déroulement des séances et les informations données dans le dossier médical du patient. Le dossier et les clichés radiographiques représentent des preuves médico-légales précieuses en cas de litige avec le patient ou dans le cas d'une expertise. [77]

Toutefois, lorsqu'une personne demande à être tenue dans l'ignorance d'un diagnostic ou d'un pronostic, sa volonté doit être respectée, sauf si des tiers sont exposés à un risque de contamination. [167]

Le droit du patient à l'information s'exerce avant tout acte médical, de soins, d'investigation ou de prévention. Cette information doit être claire, loyale et appropriée, précise l'article 35 du code de déontologie médicale. Les qualités de l'information : elle doit être synthétique, hiérarchisée, compréhensible et personnalisée. Elle doit présenter les alternatives possibles, les bénéfices attendus ainsi que leurs inconvénients et les risques éventuels.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

La délivrance de l'information se fait dans le cadre d'un entretien individuel. Celui-ci doit permettre un dialogue avec le patient. Cela nécessite un environnement adapté, du temps, de la disponibilité et du tact de la part du médecin.

L'information, qui est toujours orale, est primordiale. En complément de cette information, un document écrit peut être remis au patient pour lui permettre de s'y reporter. Ce document d'information a pour seul objet de donner au patient des renseignements écrits et n'a pas à être signé par le patient. [168]

Donc, L'information est un élément central dans la relation de confiance entre le médecin et le patient, et contribue à la participation active de ce dernier aux soins. [165]

2.3 Les règles générales d'une information

L'information donnée par le médecin au patient est destinée à l'éclairer sur son état de santé, à lui décrire la nature et le déroulement des soins et à lui fournir les éléments lui permettant de prendre des décisions en connaissance de cause, notamment d'accepter ou de refuser les actes à visée diagnostique et/ou thérapeutique qui lui sont proposés.

Selon les cas cliniques et l'état psychologique du patient, l'énoncé du diagnostic est différemment ressenti. Certains diagnostics ne créent aucune surprise, le patient avait lentement pris conscience de son état buccal. Pour d'autres, le sujet risque d'être traumatisé car il n'était pas conscient de l'état de sa bouche. Par exemple, l'annonce de la nécessité d'une avulsion peut induire un véritable choc ; la révélation d'une disgrâce esthétique, jusqu'alors occultée, peut réveiller des complexes d'infériorité. La découverte d'une lésion précancéreuse, ou pire, d'un carcinome peut provoquer des réactions psychologiques difficiles.

Le tact, la prudence, la psychologie permettent de révéler tout diagnostic si l'information est développée avec empathie et en des termes adaptés à la capacité de compréhension de l'interlocuteur. En tout état de cause, il est indispensable d'être clair, sans être brutal, pour que le patient connaisse sa situation et puisse participer aux décisions puis au déroulement des phases thérapeutiques. Et d'autant plus si son traitement implique une participation active.

La transmission d'information apparaît comme le moyen le plus simple d'effacer au maximum l'asymétrie des connaissances et de réprimer les sentiments d'infériorité du patient vis-à-vis du praticien. Le but principal est de donner suffisamment de données au patient pour qu'il se sente capable d'approuver notre choix thérapeutique.

Ainsi, l'information revient au soignant et ne peut être déléguée. Son rôle consiste à clarifier les situations et mettre son expertise au service des patients.

L'information doit être personnalisée et adaptée aux caractéristiques du patient, il convient dès lors de fournir une quantité et un type d'information adéquats, de respecter les décisions du patient, et de se mettre d'accord pour coopérer. [165]

Les règles générales d'une information sont :

- ✓ Le médecin doit à la personne qu'il examine, qu'il soigne ou qu'il conseille, une information loyale, claire et appropriée sur son état, les investigations et les soins qu'il lui propose.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- ✓ Il est primordial d'expliquer précisément ce qu'il va se passer avant chaque type d'examen ou de soins car cela permet au patient d'être rassuré et de moins appréhender la suite des évènements. [165]
- ✓ L'information spécifique à chaque patient, elle devrait porter sur les examens et/ou soins envisagés ; la nature exacte et les conséquences de la thérapeutique proposée, ses séquelles ; et les alternatives thérapeutiques éventuelles.
- ✓ Réfléchir à la manière de présenter les risques et à leur prise en charge.
- ✓ Veiller à la compréhension de l'information par les patients. [169]

3. Retrait des instruments fracturés

« L'instrument fracturé est rarement, sinon jamais, la seule cause de l'échec »

J-L. Gutmann

D'un point de vue biologique, la cause la plus commune des lésions péri-apicales est une infection intra radiculaire. Une FI ne peut pas induire une inflammation à elle seule. [71]

Pour retirer un instrument canalaire fracturé, il est en principe nécessaire d'utiliser un microscope chirurgical. [170] Le praticien peut proposer au patient différentes techniques pour retirer d'un canal un élément fracturé. Que ce soit le Kit Masserann, les inserts ultrasonores ou les techniques de résection chirurgicale, toutes sont des protocoles à utiliser avec précaution. Cependant, d'autres techniques ont été développées pour simplifier cette intervention difficile et aléatoire. [5] La réussite de l'élimination du bris instrumental dépend de différents facteurs [171] :

- ✓ Localisation, longueur et type d'instrument fracturé,
- ✓ Nature de la dent/canal impliqué(e),
- ✓ Technique employée,
- ✓ Compétence de l'opérateur et les moyens dont il dispose.

3.1. Critères de choix de la technique employée

Devant une fracture instrumentale, le praticien doit faire un choix. Pour prendre la bonne décision, il doit se baser sur des considérations microbiologiques, connaître les indications et les limites de chaque technique de retrait et disposer du matériel approprié. [71]

3.1.1 Compétences du praticien et moyens mis à sa disposition

La dépose du bris instrumental est un geste technique délicat qui requiert la plupart du temps les qualifications d'un endodontiste aguerri, choisissant et utilisant efficacement un équipement de qualité et approprié pour le cas.

Le praticien doit adopter une attitude clinique et scientifique pour analyser précisément la situation. En outre, il doit disposer d'un plateau technique spécifique permettant l'acte. Toute tentative hasardeuse et non consciencieuse de récupérer l'instrument fracturé peut aggraver le cas et compromettre davantage le pronostic de la dent. [71]

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

3.1.2. Etat pathologique de la dent

L'infection intra-canaulaire est l'étiologie de la plupart des lésions apicales d'origine endodontique, le fragment instrumental lui-même n'induit pas l'inflammation. L'impact de la fracture instrumentale sur le devenir de la dent dépend de plusieurs facteurs. L'état pathologique pulpaire préopératoire en est un facteur décisif. Dans le cas d'un canal infecté, l'important est de savoir à quelle étape du traitement l'instrument s'est fracturé.

3.1.2.1 Dent vitale sans complications apicales

Si le traitement endodontique est mené sur une dent vitale et sous champ opératoire, le risque d'infection est faible tandis que le taux de succès est élevé. [4] Le choix thérapeutique dépend de la localisation du fragment dans le canal. [133]

- ✓ Tiers coronaire : le retrait doit être tenté en s'assurant d'être le moins délabrant possible ;
- ✓ Tiers moyen : l'instrument est éliminé ou contourné à l'aide de pointes à ultrasons ou de forêts de trépanation très fins si possible ;
- ✓ Tiers apical : le retrait n'est pas systématique du fait du risque élevé de complication. L'instrument est contourné si possible puis noyer dans la gutta percha chaude à l'étape de l'obturation.

3.1.2.2 dent infectée présentant une lésion inflammatoire péri-radulaire d'origine endodontique (LIPOE)

Les dents parodontalement compromises ne font pas de bons candidats aux tentatives de retrait. [71] Si le fragment ne peut être retiré ou contourné, la guérison d'une lésion péri-apicale préexistante est fortement compromise [5], particulièrement sur les dents pluri-radiculées. [172]

En effet, en présence d'une LIPOE, l'accès à la région apicale devient primordial. Le ressort du traitement dépend de la charge bactérienne à ce niveau. La décision du praticien est essentiellement dictée par le stade du traitement en court, autrement dit, par le niveau de désinfection et la qualité de la mise en forme canalaire.

Plusieurs situations sont possibles [71,133] :

- ✓ Désinfection et préparation avancées + instrument au niveau du tiers coronaire : la dépose de l'instrument est conseillée sans fragiliser la racine.
- ✓ Désinfection et préparation avancées + instrument au niveau du tiers moyen ou apical : le retrait n'est pas justifié, si possible le bris instrumental est contourné puis une obturation étanche à la gutta-percha chaude est réalisée.
- ✓ Désinfection et préparation insuffisantes + instrument au tiers apical : si l'instrument ne peut pas être contourné, le retrait doit être tenté si un accès direct est possible. Si toutes les tentatives échouent, une médication canalaire à base d'hydroxyde de calcium pendant 1 mois est appliquée, suivie d'une obturation canalaire étanche et d'un contrôle régulier. [133] Si des complications apparaissent, l'instrument est retiré par voie chirurgicale.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

3.1.3 Nature d'instrument fracturé

Certains praticiens associent la fracture instrumentale uniquement aux instruments de préparation et de mise en forme canalaire, pourtant la fracture touche d'autres types d'instruments à usage endodontique comme les bourre-pâtes, les forêts de Gates, les forêts de Largo, ou les thermocompacteurs (Fors et Berg, 1986).

3.1.3.1 Type d'instrument

Aujourd'hui, plus de 80% des instruments endodontiques fracturés sont des instruments rotatifs en Ni-Ti. [162] C'est la raison pour laquelle la plupart des études réalisées ne traite que des fractures d'instruments mécanisés en Ni-Ti, peu sont celles qui abordent les fractures des autres types d'instruments endodontiques. [173] Les instruments en Ni-Ti sont plus difficiles à déposer que leurs homologues en acier inoxydable [173,174] pour les raisons suivantes :

- ✓ Ils ont tendance à s'engager et à se visser dans le canal du fait du mouvement de rotation qui les anime, [132]
- ✓ Ils peuvent se fracturer pendant la manœuvre de retrait (fracture secondaire), [173,174]
- ✓ Le fragment intra-canalair est souvent court, surtout en cas de fracture par torsion. [132]

Plus le fragment est court, plus il a de la chance de se positionner apicalement, ce qui le rend plus compliqué à déposer. [175] Si le type de l'instrument et son design jouent un rôle dans la survenue de la fracture, il semble que ces paramètres n'influencent que peu les chances de dépose et de contournement du bris instrumental.

Il est important de signaler que l'utilisation des inserts ultrasonores est déconseillée sur les instruments fins du fait du risque accru de fractures secondaires. Aussi, si l'instrument fracturé est un bourre-pâte ou un thermocompacteur, il va falloir ajuster la technique de retrait puisque ces instruments ont la particularité d'avoir un pas de vis inversé, il faudra manœuvrer dans le sens horaire pour permettre leur retrait. [173]

3.1.3.2 Longueur d'instrument

Il est évident que plus le bris instrumental est long, plus il a des chances de se retrouver dans la portion coronaire du canal, situation favorable pour la dépose. Dans l'étude de Parashos et coll., la plupart des bris instrumentaux ne dépasse pas 1,5 mm de longueur. Aussi, dans certains cas, le fragment est tellement petit que le praticien ne s'en aperçoit même pas, ou choisit de passer à côté au lieu de le retirer. [137] Dans une autre étude menée par Di Fiore et coll., seulement trois fragments fracturés sur 26 ont été retirés avec succès dont deux mesurant 25 mm de longueur et un 10 mm. Le reste des fragments était trop petit pour être éliminé mécaniquement sans prendre de risques injustifiés. Les fragments ont été contournés et l'obturation canalaire réalisée. [176]

3.1.4 Localisation du fragment fracturé

Une lecture minutieuse et pertinente des radiographies est indispensable avant de faire un choix, elle permet d'apprécier l'anatomie radicaire (longueur, diamètre, courbure et épaisseur des parois) et la position de l'instrument fracturé dans le canal, deux éléments cruciaux dans la prise de décision. [171]

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

L'influence des facteurs anatomiques peut être expliquée par le fait qu'ils conditionnent de manière directe l'accès jusqu'à l'instrument fracturé, prérequis indispensable pour la dépose du fragment. [177] Cela consiste concrètement à voir l'instrument (à l'aide d'aides optiques) et à pouvoir l'atteindre avec le matériel de dépose. Dans ce contexte, trois paramètres sont plus importants que les autres [178] :

- ✓ Type de dent (antérieure ou postérieure, mandibulaire ou maxillaire). Le retrait de l'instrument fracturé est techniquement plus difficile lorsqu'il s'agit de dents postérieures du fait de la difficulté d'accès et de la complexité de l'anatomie canalaire (en particulier les canaux vestibulaires des molaires maxillaires et canaux mésiaux des molaires mandibulaires). [178]
- ✓ Position du fragment au sein du canal (tiers coronaire, moyen ou apical), La masse de dentine radiculaire se trouve significativement réduite lorsque le bris instrumental retiré est situé apicalement dans le canal radiculaire, d'où la nécessité d'employer des techniques conservatrices.
- ✓ Espace existant entre l'instrument et la paroi radiculaire. Le retrait est donc plus difficile dans le cas des canaux de section ronde que dans des canaux de section irrégulière (ovale, en 8, en C). [179]

Des conclusions discordantes ont été avancées quant à l'influence du degré de courbure du canal sur le processus du retrait. Certains auteurs ont rapporté que les courbures canalaires prononcées diminuent significativement les chances de retrait sans complications. [177] Ils expliquent que la réalisation d'un accès jusqu'à l'instrument fracturé est d'autant plus difficile que la courbure est prononcée avec un risque de perforation grandissant.

REMARQUE : les dents monoradiculées et celles sans particularités radiculaires marquées (incisives, canines, canaux palatins des molaires maxillaires, canaux distaux des molaires mandibulaires) sont plus favorables au retrait instrumental. Cela est en partie dû à l'anatomie canalaire relativement rectiligne, mais aussi à l'accès plus aisé par rapport aux autres dents/canaux. [180]

En conclusion, les facteurs favorisant le retrait de l'instrument avec un risque moindre de complication sont [132,177] :

- ✓ Dents maxillaires,
- ✓ Dents antérieures,
- ✓ Fragment s'étendant jusqu'au tiers coronaire du canal,
- ✓ Fragment situé avant la courbure,
- ✓ Canal droit ou avec une courbure douce.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

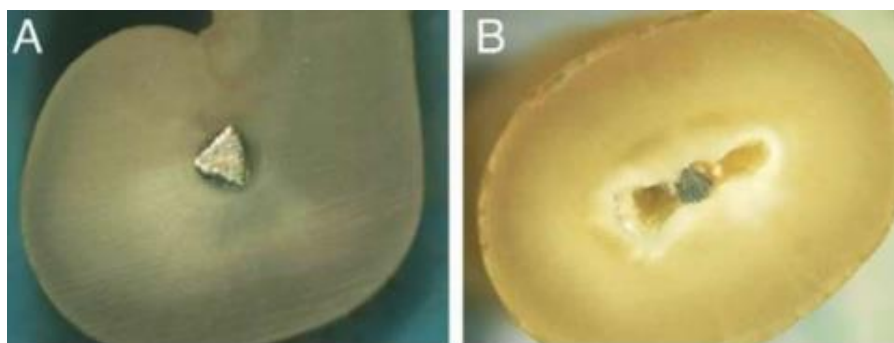


Figure 75 : Section de coupe radiculaire ronde (A) et en 8 (B) (source : Madarati et coll., 2013)

3.1.5 Possibilité de conduire un traitement endodontique sans retrait instrumental

Le but ultime n'est pas de retirer systématiquement l'instrument fracturé, surtout lorsque la manœuvre s'avère très délabrante en tissus dentaires. L'instrument est en aucun cas l'origine de l'échec lorsque les impératifs d'un traitement endodontique sont respectés (champs opératoire, irrigation, instrumentation stérile). [71] Le praticien doit considérer la balance bénéfices / risques pour définir les priorités du plan de traitement. En règle générale, et sans considérer les autres facteurs, il est admis que si le retrait est possible sans exposer la dent à des risques biologiques et / ou mécaniques, l'instrument doit être déposé. Au contraire, si le retrait est techniquement impossible ou grandement risqué, le praticien doit préconiser de le contourner pour accéder à la portion apicale du canal. Si toutefois ces manœuvres échouent et que des signes cliniques persistent ou s'aggravent, le retrait chirurgical par voie rétrograde est indiqué. [173,133]

3.1.6 Facteurs liés au patient

Les facteurs liés au patient comme la contrainte de temps, le niveau d'anxiété et le degré de motivation sont importants et doivent être pris en compte dans le choix thérapeutique.

3.1.6.1 Motivation du patient

Le retrait de l'instrument fracturé prolonge le temps passé sur le fauteuil. Le praticien, doit gérer non seulement l'appréhension du patient mais aussi la contrainte de temps. Toutefois, en expliquant au patient la complexité de la procédure et les potentielles complications avant le traitement. [71]

3.1.6.2 État de santé général

Pour des raisons de santé, la balance peut pencher en faveur du retrait instrumental, c'est le cas des patients souffrants de problèmes sévères de crase sanguine, les patients immunodéprimés (leucémie, neutropénie sévère), les patients irradiés et les patients recevant des biphosphonates par voie intraveineuse ainsi que les patients à risque oslerien. Concernant ces derniers, si l'instrument ne peut être retiré dans la séance même, l'avulsion dentaire doit être envisagée. [71]

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

3.1.6.3 État buccodentaire

Le choix en faveur du retrait de l'instrument est censé être stratégique et non pas systématique.

Les facteurs favorisant les solutions conservatrices sont :

- ✓ Patient jeune avec un faible indice carieux,
- ✓ Dent antérieure (préjudice esthétique),
- ✓ Dent stratégique (pilier de bridge, dent porteuse de crochet).

Inversement, les facteurs qui favorisent une approche moins conservatrice sont :

- ✓ Limitation de l'ouverture buccale (surtout pour les dents postérieures),
- ✓ Dent sans avenir fonctionnel, ne pouvant être restaurée de manière durable,
- ✓ Dent parodontalement compromise.

3.2. Evolution des moyens de retrait instrumental

De nombreuses méthodes sont proposées dans le passé pour l'éviction des bris d'instruments. Les premières, faisaient appel à des agents chimiques parmi lesquels le trichlorure d'iode et furent rapidement abandonnés pour des motifs d'efficacité aléatoire et surtout de toxicité. [181] Les méthodes suivantes étaient mécanisées, particulièrement dans les canaux larges et pour les portions rectilignes de ceux-ci. Elles sont contre-indiquées dès l'approche d'une courbure canalaire et aussi dans les zones proches du tiers apical, le risque étant représenté par la fragilisation des murs de la dentine péri-canalaire. C'est cet aspect qui justifie l'utilisation des méthodes combinant l'instrumentation manuelle et rotative. Une fois le diagnostic de bris instrumental posé, et le fragment localisé sur un cliché radiographique, plusieurs solutions sont possibles. [80]

Dans la prise de décision thérapeutique, il faut faire la balance bénéfice-risque des différentes solutions envisagées mais toujours en tenant compte des intérêts et des attentes du patient. [71] Dans tous les cas, les dents devront bénéficier d'une surveillance clinique et radiographique accrue. [133]

Aujourd'hui De nombreux outils ont été développés pour le retrait des fragments d'instruments fracturés. Le plus connu est le kit de Masseran (Micro Mega); très efficace, très utile pour le retrait de fragments situés dans la portion coronaire de dents volumineuses, il devient inutilisable pour un fragment situé au niveau du tiers moyen ou du tiers apical de la racine ou pour une molaire présentant des racines grêles.

Avec l'introduction du microscope opératoire, des inserts ultrasonores ont été développés pour cet usage spécifique : ET 25 (Satelec), ProUltra endo 6, 7, 8 (Dentsply), RT3 (EMS). Le principal intérêt des inserts ultrasonores est d'extraire le fragment de la dentine radiculaire grâce aux vibrations. [171]

Récemment un nouveau kit a été présenté (Endo Rescue, Komet), dont le principe d'action reprend celui du trépan pour dégager l'instrument aux dépens des parois dentinaires, mais en apportant un certain nombre de particularités. La première particularité est la présence d'un pointeur spécifique, de calibre identique à celui du trépan, dont le rôle est de préparer le travail de ce dernier. L'autre particularité est la miniaturisation du trépan : le calibre extérieur du trépan est de 0,90 mm, ce qui correspond au calibre d'un foret de Gates n° 3. [182]

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES



Figure 76 : Le kit Endo Rescue 4601 (Komet)

3. 3 Démarche Thérapeutique

La décision clinique de retrait du fragment devrait être basée sur une connaissance approfondie des taux de réussite de chaque technique (tableau 1). [71]

Les taux de succès du retrait des instruments fracturés rapportés dans la littérature varient entre 53 et 95%. [183]

Le succès relatif aux différentes techniques est difficile à déterminer expérimentalement, souvent une combinaison de techniques est utilisée. [71]

Tableau 5 : Taux de réussite des différentes techniques de retrait du bris instrumental, classées par ordre chronologique [178]

Auteur(s)	Type d'étude	Méthode, technique, et protocole de retrait	Définition du succès	Taux de succès
Nevarés et coll.	<i>In vivo</i> (N=112)	Inserts ultrasoniques (IUS) seuls ou associés au <i>bypass</i>	Retrait ou <i>bypass</i>	Global : 71% Veibles : 85% Invisibles : 48 %
Fu et coll.	<i>In vivo</i> (N=66)	Inserts ultrasoniques	Retrait	Global : 88%
Cujé s et coll.	<i>In vivo</i> (N=170)	Inserts ultrasoniques	Retrait	Global : 95%
Gencoclu et Helvacioğlu	<i>In vivo</i> (N=90)	Lime K dans des canaux courbes et droits IUS dans des canaux droits et courbes Technique de Masserann sur des canaux droits	Retrait ou <i>bypass</i>	IUS : 94% Lime K : 75% Masserann kit : 48%
Alomairy	<i>Ex vivo</i> (N=30)	Inserts ultrasoniques File Removal System	Retrait	IUS : 80% File Removal System: 60%
Terauchi et coll.	<i>Ex vivo</i> (N=98)	Inserts ultrasoniques File Removal System Masserann Kit	Retrait	IUS : 86% File Removal System: 100% Masserann kit: 91%
Souter et Messer	<i>Ex vivo</i> (N=45) <i>In vivo</i> (N=60)	Inserts ultrasoniques avec plateforme	Retrait	<i>Ex vivo</i> : 91% <i>In vivo</i> : 70%
Suter et coll.	<i>In vivo</i> (N=97)	Lime K avec vibrations ultrasoniques pour <i>bypass</i> puis dépose du fragment. Sinon, technique de microtubes, trépan et autres	Retrait	Global : 87% IUS : 85% Tube et lime H : 91% Autres méthodes : 100%
Shen et coll.	<i>In vivo</i> (N=72)	Lime K sous vibrations ultrasoniques pour <i>bypass</i> puis dépose du fragment sinon tressage des limes autour du fragment	Retrait ou <i>bypass</i>	Global : 53% Retrait : 44%
Wei et coll.	<i>In vivo</i> (N=47)	Inserts ultrasoniques ou vibrations ultrasoniques	Retrait	Global : 75%
Ward et coll.	<i>Ex vivo</i> (N=90)	Inserts ultrasoniques ou vibrations ultrasoniques	Retrait	Global : 79%
Ward et coll.	<i>In vivo</i> (N=24)	Inserts ultrasoniques ou vibrations ultrasoniques	Retrait	Global : 67%
Wei et coll.	<i>Ex vivo</i> (N=18)	nd : Laser YAG pour faire fondre complètement le fragment	Retrait	Global : 56%
Ebihara et coll.	<i>Ex vivo</i> (N=8)	nd : Laser YAG	Retrait	Global : 63%
Hulsmann et Schnikel	<i>In vivo</i> (N=133)	Combinaison de 2 ou plus des ces techniques : Canal Finder System, IUS, tressage de limes H, agents chélateurs	Retrait	Global : 68% Retrait : 49% <i>Bypass</i> : 19% Global : 91%
Nehme	<i>In vivo</i> (N=24)	<i>Bypass</i> avec des limes manuelles, puis retrait avec des vibrations ultrasoniques sur des <i>spreader</i> modifiés	Retrait	Global : 91%
Hulsmann	<i>Ex vivo</i> (N=22*)	Canal Finder System	Retrait ou <i>bypass</i>	Global : 60% <i>Bypass</i> : 21%
Nagai et coll.	<i>Ex vivo</i> 1 (N=42) <i>Ex vivo</i> 2 (N=75) <i>In vivo</i> (N=39)	Lime k sous vibrations ultrasoniques (bris invisible) Lime K sous vibrations ultrasoniques (bris visibles) Lime K sous vibrations ultrasoniques	Retrait	<i>Ex vivo</i> 1 : 79% <i>Ex vivo</i> 2 : 68% <i>In vivo</i> : 55%
Sano	<i>In vivo</i> (N=100)	Masserann kit	NA	Retrait: 55% <i>bypass</i> : 45%

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Actuellement, il n'existe pas de procédure normalisée pour un instrument sûr et toujours efficace dans la littérature dentaire. Dans chaque cas, les chances de succès devraient contre les complications potentielles. Les instruments fracturés sont gérés avec :

- ✓ Aucune intervention (abstention thérapeutique);
- ✓ Prise en charge non chirurgicale (orthograde, conservatrice) ;
- ✓ Gestion chirurgicale (rétrograde);
- ✓ Extraction dentaire. [73]

En pratique, le praticien s'appuie principalement sur la radiographie rétro alvéolaire pour analyser la situation clinique. [183] Pour définir la position du bris instrumental, les fragments pouvant être visualisés à l'aide d'un microscope opératoire sans redressement préalable de la courbure canalaire se situent avant la courbure.

La technologie d'imagerie tridimensionnelle dite tomographie volumique à faisceau conique ou cone beam computed tomography (CBCT) permet de préciser la position du bris instrumental dans le canal et ses rapports avec les structures voisines, une acquisition en haute définition à petit champs est privilégiée (5cm). L'imagerie tridimensionnelle est aujourd'hui l'examen complémentaire de référence. [184]

3.3.1 Abstention thérapeutique

Il est important de comprendre que le fragment fracturé ne constitue pas en lui-même un risque direct d'échec endodontique, mais un risque indirect du fait qu'il interdit l'accès à la portion canalaire située apicalement. [185]

Historiquement, la règle était de dire qu'indépendamment du statut préopératoire de la pulpe, l'instrument fracturé devait être laissé in situ et le traitement endodontique réalisé dans la partie coronaire accessible. [186] L'instrument fracture n'affectait alors pas le pronostic et pouvait donc être laissé dans le canal en raison des manoeuvres de retrait trop risqué. Il faut souligner, cependant, que ces formulations précèdent l'utilisation du microscope opératoire et des inserts ultrasonores endodontiques. Ces matériels innovants ont augmenté les chances de dépose des bris intra-canaux et ont efficacement réduit le risque des complications. Aujourd'hui, il est reconnu qu'un bris instrumental entrave le nettoyage chimio-mécanique du réseau canalaire pouvant compromettre la réussite du traitement endodontique. [3]

Du point de vue du patient, laisser un « instrument cassé à l'intérieur de la racine » peut être une source d'anxiété. Il peut le considérer comme un échec de traitement ou encore une négligence de la part du praticien. Ceci risque de détériorer la relation patient / praticien et d'induire ultérieurement une situation conflictuelle. [71] D'autre part, il est difficile pour le patient de s'investir sur une dent « compromise » et dont le pronostic semble incertain. C'est également une conclusion peu satisfaisante de vouloir renoncer à un plan de traitement déjà entamé. Cependant, l'abstention thérapeutique lorsqu'elle est réfléchie et justifiée représente bien souvent la solution de choix car moins délabrante pour les tissus dentaires résiduels et non couteuse en temps et en argent pour le patient et le praticien. [71]

Trois situations favorisent l'abstention thérapeutique à savoir :

- ✓ Dent vivante en préopératoire,
- ✓ Désinfection et mise en forme canalaire satisfaisantes avant la fracture,
- ✓ Manoeuvre de retrait plus risquée que bénéfique.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Si une ou plusieurs de ces conditions se présentent, l'obturation canalaire peut être réalisée dans la portion accessible du canal à l'aide d'une obturation à chaud.

L'utilisation de l'hydroxyde de calcium en inter-séance peut être utile dans les cas suivant : [133]

- ✓ Impossibilité de contourner l'instrument,
- ✓ Impossibilité de retirer l'instrument après plus d'une heure,
- ✓ Instrument situé apicalement à la courbure (risque de complication important).

Enfin, il est nécessaire de planifier un suivi du patient. Les visites de contrôle régulières permettent de prévenir et de traiter si nécessaire de potentielles complications. De cette manière, beaucoup de situations difficiles peuvent être évitées tout en maintenant la satisfaction du patient. [187] Cela consiste à réaliser un examen clinique périodique avec une évaluation radiographique jusqu'à 12 mois après l'obturation. [133] Si toutefois des signes cliniques ou radiologiques d'une LIPOE se présentent (ou d'aggravation d'une lésion préexistante), la chirurgie endodontique ou l'avulsion doivent être considérées. [141]

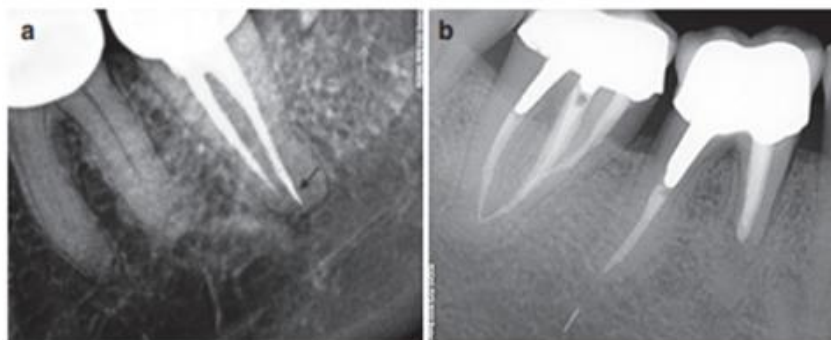


Figure 77 : Absence d'intervention comme option de traitement pour les fragments révélés au hasard pendant l'examen radiographique péri apical.

3.3.2 Les Indications du retrait instrumental

Les facteurs influençant la décision du retrait de l'instrument fracturé doivent être pleinement considérés. Si les conditions sont réunies, le retrait du bris instrumental doit toujours être tenté (34). Lorsqu'il est réussi, le retrait de l'instrument permettra l'accès au reste du système canalaire, réduisant ainsi le risque de complications postopératoires. Il est indiqué dans les cas suivants :

- ✓ Disposition de plateau technique adapté,
- ✓ Échec du bypass,
- ✓ Rapport bénéfices / risques favorable,
- ✓ Manœuvres de dépose non délabrantes,
- ✓ Fragment dans les tiers coronaire ou moyen du canal,
- ✓ Bris instrumental dans une portion droite du canal ou avant la courbure avec accès visuel direct possible,
- ✓ Présence de LIPOE. [3]

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

3.3.3 Les Contre-indications

La littérature récente préconise de laisser l'instrument fracturé dans le canal dans des circonstances bien définies :

- ✓ Cas de fracture instrumentale sur une dent vivante,
- ✓ Lorsque la désinfection chimio-mécanique est bien avancée au moment de l'incident. [83]

Logiquement, si un instrument se fracture tôt dans la procédure, le canal est probablement moins désinfecté que si la fracture survient à la fin de l'instrumentation. Il est difficile de mesurer le niveau d'infection dans le système canalaire avant le traitement ou à une étape particulière du nettoyage. [188]

- accès difficile et / ou visibilité limitée : le risque d'erreur iatrogène est grand. Effectivement, le praticien peut engendrer la formation d'irrégularités pariétales, de perforation radiculaire ou encore d'élargissement excessif du canal prédisposant la racine à la fracture verticale. [189]

Une autre complication potentielle lors des manœuvres est la fracture d'un deuxième instrument, mais aussi l'expulsion du fragment plus loin dans le canal ou encore au-delà du foramen apical. [132]

Si toutefois le traitement non chirurgical n'aboutit pas, une résection apicale de la partie de la racine contenant le bris instrumental est tout à fait envisageable. Cette solution requiert des compétences supplémentaires de l'opérateur, et le rapport couronne clinique / racine clinique doit être étudié en amont. Dans le cas d'un retraitement endodontique en présence d'un bris instrumental, la mission d'extraction se complique un peu plus. Cette difficulté réside dans le peu d'informations en possession de l'opérateur concernant les conditions de survenue et le type d'instrument fracturé. [190]

3.3.4 Apport des aides optiques

Pendant la manœuvre de retrait du bris instrumental, les aides optiques sont particulièrement utiles. L'effort fourni par le praticien est réduit, la fatigue est moins importante et l'efficacité est optimisée.

3.3.4.1 Loupes

Elles offrent un grossissement entre x 0,7 et x 7 (loupe simple et binoculaire confondues). Cela permet la gestion des cas simples lorsque le bris instrumental est en position coronaire. Cependant, le praticien est très vite limité en grossissement lorsque le fragment est plus apical, notamment en présence de canaux fins et courbes. Dès lors, une aide optique plus puissante est nécessaire pour plus de précision et plus de sécurité. [191]



Figure 78 : loupe dentaire .

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

3.3.4.2 Microscope opératoire (MO)

Dans la pratique de l'endodontie moderne, l'usage du MO permet l'élimination des bris instrumentaux de façon prévisible et reproductible. L'association du MO avec les ultrasons endodontiques et les micro-instruments permet au praticien de visualiser la plupart des instruments fracturés.

« If you can see it, you can probably do it »

C-J Ruddle

Le MO permet de focaliser toute la concentration de l'opérateur sur un champ opératoire réduit, diminuant ainsi le délabrement arbitraire des tissus dentinaires. [132]



Figure 79 : Microscope opératoire (MO)

3.3.5 Matériels et techniques

Si l'indication de retirer le bris instrumental est posée, de nombreux matériels et matériaux sont à disposition du praticien. Ils sont classés en trois grandes catégories : les ultrasons, les kits d'extraction et les pinces. Il existe aussi des astuces artisanales imaginées par certains praticiens qui peuvent être utiles. [71]

3.3.5.1 Bypass (technique manuelle)

Cette technique ne nécessite aucun instrument spécial ou sophistiqué. Il utilise instruments endodontiques disponibles dans tous les cabinets dentaires. Dans cette technique, un effort est fait pour établir la perméabilité au foramen apical contournant le fragment et par la suite, lorsque l'accès des instruments jusqu'au sommet est assuré, pour essayer de récupérer le fragment par une requête en dépôt. Il s'agit d'une procédure techniquement difficile, dépend uniquement de la sensibilité tactile et de la persévérance du praticien.

La probabilité de créer une autre erreur iatrogène telle que la fracture secondaire et la perforation sont très élevés, de sorte que toute la procédure doit être effectuée avec une grande prudence selon le protocole :

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- ✓ Le canal radiculaire est instrumenté jusqu'au fragment. L'accès en ligne droite et la visibilité de l'aspect coronal de l'instrument doivent être essayés chaque fois que possible.
- ✓ Une irrigation abondante permet d'éliminer autant de tissus et de débris résiduels que possible.
- ✓ La partie instrumentée du canal est inondée d'EDTA à porter avec le petit instrument pour suivre et adoucir la dentine racine.
- ✓ Un petit pli aigu est réalisé sur une lime K fine (ISO 6 ou 8 et maximum 10) soit à l'aide d'une pince à coton, soit à l'aide du cintreur SS Endo File (SybronEndo, Orange, Californie) si disponible.

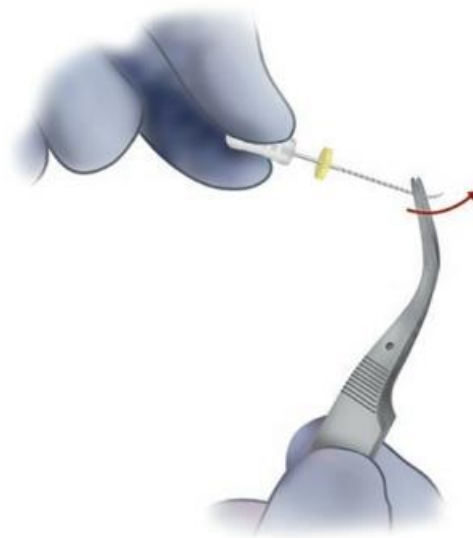


Figure 80 : illustration Schématique de la création de petit pli serré avec pince à coton.

- ✓ L'instrument plié est alors inséré dans le canal radiculaire et en utilisant une pression apicale très douce est tourné jusqu'à un quart du tour jusqu'à ce que son extrémité « soit bloqué » dans l'espace étroit entre le fragment et paroi du canal radiculaire. Les manipulations de sondage se poursuivent jusqu'à ce que le fragment soit contourné et que la pointe de lime atteigne le sommet.
- ✓ Le trajet de l'instrument est suivi radiologiquement, et la procédure est arrêtée en cas de mauvaise orientation puisqu'il y a un risque accru de la perforation des racines.
- ✓ À ce stade, le localisateur du sommet ne peut que vérifier que la pointe a atteint le ligament parodontal mais ne peut pas différencier que ce soit au-delà du sommet ou à un site de perforation.
- ✓ La lime n'est pas retirée à ce stade. Avec beaucoup de prudence, très petits mouvements d'entrée et de sortie avec une irrigation abondante avec la lime en place, il est nécessaire de répéter la même procédure avec un nouvel instrument de même taille avec un petit pli aigu.
- ✓ La lime de taille 10 est suivie d'une utilisation prudente de la taille 15 et d'autres de taille 20.
- ✓ Il faut éviter de placer un instrument directement sur haut du fragment car il pourrait pousser le fragment plus profondément dans le canal et aussi, la perméabilité doit être regagnée en

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

commençant à nouveau avec le fichier initial qui, après avoir été préalablement plié, a réussi à contourner le fragment.

Selon Solomonov et coll., le bypass est la meilleure technique à employer. [187] Elle est indiquée lorsque l'instrument fracturé se trouve en région apicale ou après une courbure. Dans ces cas, les techniques de retrait peuvent causer un délabrement excessif de la dentine radiculaire avec des problèmes postopératoires potentiellement non négligeables. [173] D'autres auteurs ont également rapporté que si le bris instrumental peut être contourné, il y a de fortes chances qu'il puisse être retiré. [174]

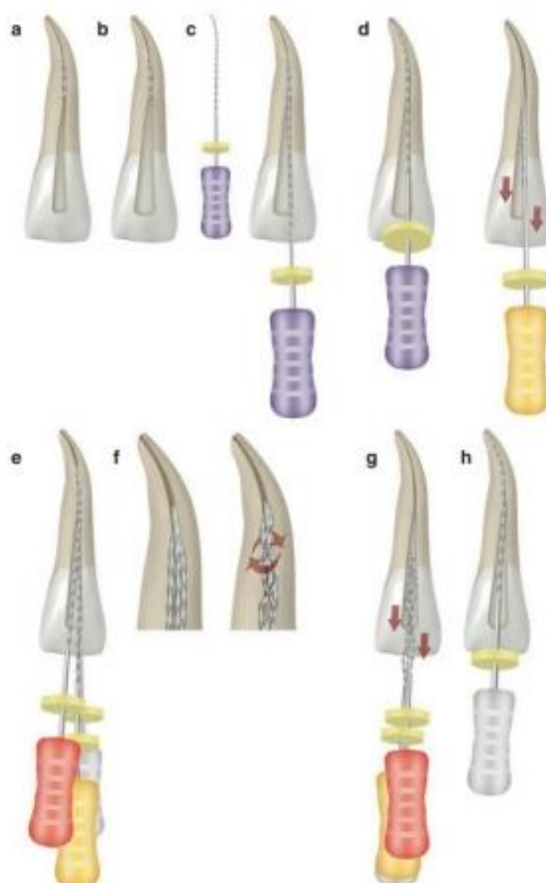


Figure 81 : illustration Schématique de la technique manuelle By PASS

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES



Figure 82 : lime K pré-plié pendant la tentative de contourner un fragment dans le tiers apical d'une racine distale d'une première molaire mandibulaire

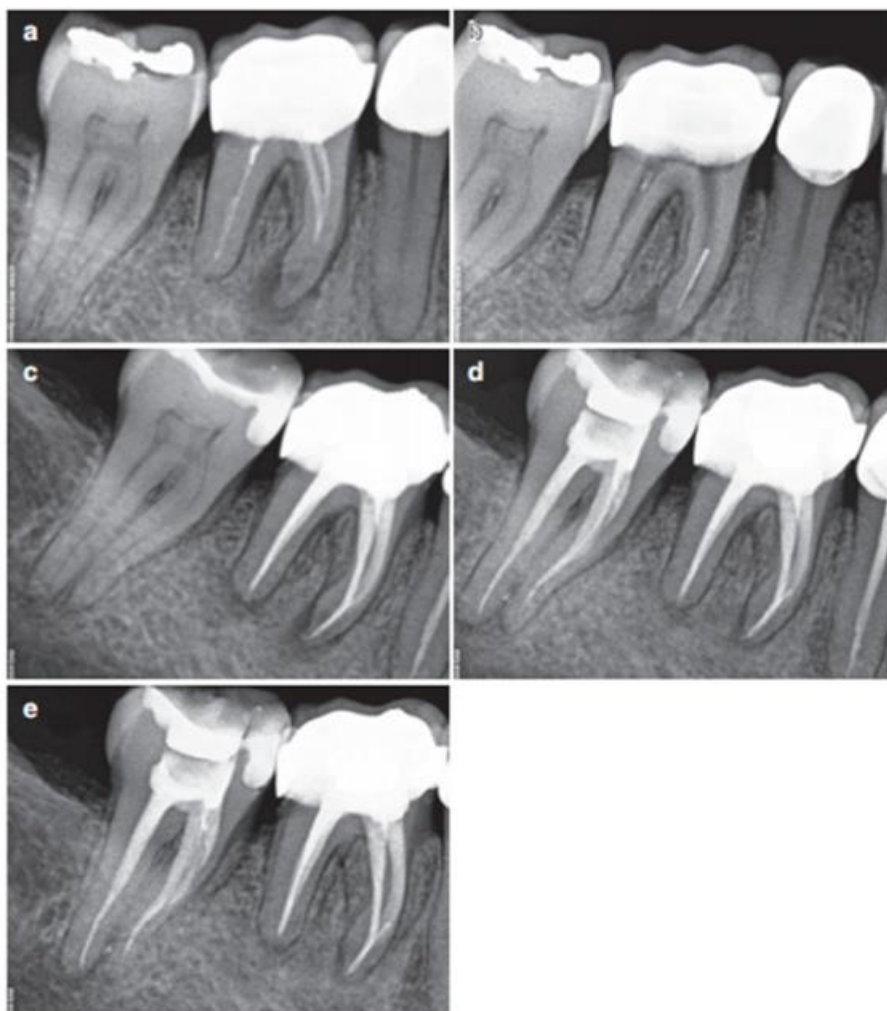


Figure 83 : (a) Radiographie préopératoire d'une première molaire mandibulaire. (b) Radiographie avec un fragment dans le tiers apical du canal mésio-vestibulaire fracturé

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- (c) Radiographie post-obturation immédiate après contournement du fragment jusqu'à la longueur désirée et l'obturation du canal radiculaire avec Ca(OH)_2 pendant 2 semaines.
(d, e) La radiographie de contrôle à 8 et 21 mois, respectivement, montre la guérison (Avec la permission de M. J. Molyvdas)

3.3.5.2 Trousse de Gonon

Cette trousse a été conçue en collaboration avec le Professeur P. Machtou pour extraire les tenons scellés ou vissés en acier, fibre de carbone ou quartz et screw-posts, entiers ou fracturés au ras de la racine ou à l'intérieur de celle-ci.

Le coffret se présente sous la forme d'un coffret métallique contenant tous les éléments nécessaires à la dépose des tenons de toute nature (sauf en céramique et Zirconium). Il se compose :

- ✓ D'une fraise diamantée FG,
- ✓ D'un foret pointeau,
- ✓ D'un foret PEESO N°2 (à utiliser pour la dépose des tenons fibrés).
- ✓ De deux jeux de 4 trépan de différents diamètres,
- ✓ De deux jeux de 4 filières avec pas à gauche,
- ✓ D'un jeu de rondelles métal, laiton et en silicone de 4 diamètres (Ø6, 8, 10, 15mm) ;
- ✓ Et de la pince extractrice [192],
- ✓ Des rondelles métalliques plates et concaves, des rondelles en silicone.



Figure 84 : la trousse de GONON

Protocole opératoire : dépose d'un tenon anatomique coulé, à l'aide de la trousse de Gonon

- ✓ Après retrait de la couronne, réduire l'ancrage corono-radiculaire en regard de l'entrée canalaire par fraisage avec des fraises transmétal montées sur contre angle et sous spray d'eau (parfois les vibrations du fraisage libèrent le tenon)
- ✓ Il est réduit par fraisage pour obtenir une forme cylindrique de 2 mm de haut avec des parois les plus parallèles possibles et une pointe émoussée.
- ✓ Préparation calibrée du tenon à l'aide du trépan, toujours débiter par le trépan du diamètre le plus large. Lors du fraisage utiliser un lubrifiant et/ou le spray sur contre angle bague bleue.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- ✓ De la tête striée vers l'extrémité cylindrique de la filière, on assemble dans l'ordre une rondelle plate en laiton puis une en acier convexe (convexité vers la dent) et enfin la rondelle en silicone de diamètre adaptée à la dent.
- ✓ Vissage de la filière dans le sens antihoraire jusqu'à venir en butée.
- ✓ Mise en place de l'extracteur, le mors inférieur prend appui sur la dent par l'intermédiaire des rondelles tandis que le mors supérieur exerce une traction sur la filière et par extension sur le tenon.
- ✓ Activation de l'extracteur en vissant lentement et régulièrement la molette, il est possible de placer un insert ultrasonore au contact de la filière entre les deux mors de l'extracteur (action synergique à la traction). La molette peut être dévissée pour relâcher la tension à tout moment.
- ✓ Le descellement se traduit par un bruit sec et un brusque relâchement de la tension.
- ✓ Après avoir éliminé le ciment de scellement présent au fond du logement canalaire, il reste à réaliser le retraitement.
- ✓ Afin de limiter le risque de créer une perforation du plancher, il est recommandé de réaliser cette section sous aides optiques. Les différents fragments seront déposés comme autant de tenons unitaires en appliquant la stratégie développée plus haut. [193]



Figure 85 : protocole opératoire de la dépose d'un tenon anatomique coulé, à l'aide de la trousse de Gonon.

3.3.5.3 Trousse de Masserann®

Le premier système d'extraction des débris métalliques date de plus de 30 ans et a été longuement décrit dans diverses publications. Le principe d'utilisation est simple. Dans un premier temps, des forêts trépan vont dégager la tête du fragment métallique en éliminant la dentine. Ces forets ont une action de coupe en sens antihoraire. Ils sont montés sur contre angle à faible vitesse ou peuvent être utilisés avec une clé à main. Quand une gorge de 1 à 2 mm a été obtenue autour de l'instrument, on peut alors introduire la pince de préhension proprement dite.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Elle se compose d'un tube creux, avec un étranglement dans sa partie apicale, dans lequel un pointeau viendra bloquer le morceau d'instrument brisé. [194]

La trousse de Masserann originelle comporte de très nombreux forets trépan et 2 types de pinces de préhension de calibres différents, des systèmes de jauge, de clés de serrage et de clés manuelles. Cette présentation, décourageante par sa complexité apparente, a été simplifiée par l'apparition de la mini trousse Masserann. Celle-ci, adaptée à l'endodontie, a encore été simplifiée et on a actuellement à disposition le Masserann micro endo-kit avec 4 forets, 1 pince de préhension et 2 clés : l'une de serrage et l'autre manuelle. La limite d'utilisation de ce concept réside dans la rigidité des instruments. En effet, on ne peut travailler que dans la portion rectiligne du canal. La seconde limite est la perte de substance dentinaire qui a lieu lors du dégagement de la tête du morceau métallique brisé.

Il ne faudra pas utiliser cette instrumentation dans une racine plate ou en haricot au risque de créer une déchirure latérale d'une paroi (stripping). Il en va de même pour les racines grêles que l'on fragilise trop. La contrepartie de cet inconvénient est bien sûr la résistance de la pince de préhension qui permet de bien tenir le fragment brisé et de pouvoir exercer une importante force de dégagement. [194]

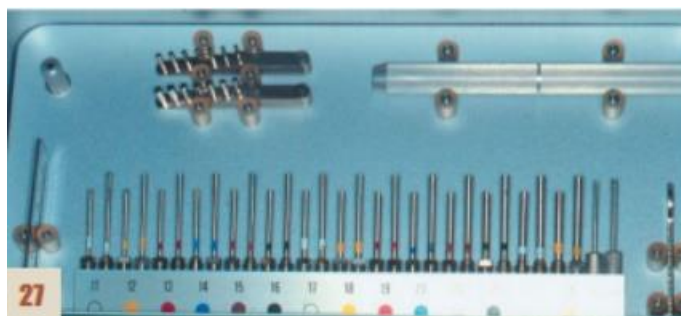


Figure 86 : Trousse Masserann complète avec une grande variété de forets trépan, de pinces de préhension, de jauges, de clés de serrage et de clés à main.

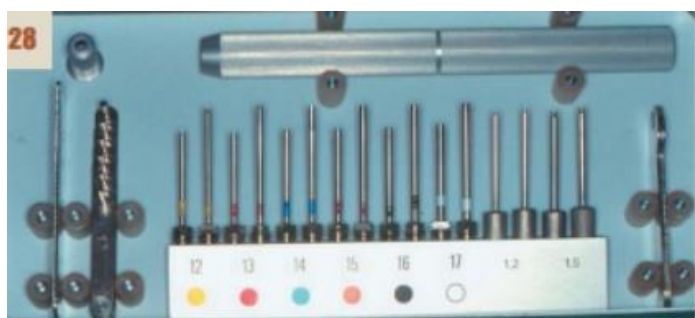


Figure 87 : Trousse simplifiée du mini Masserann.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

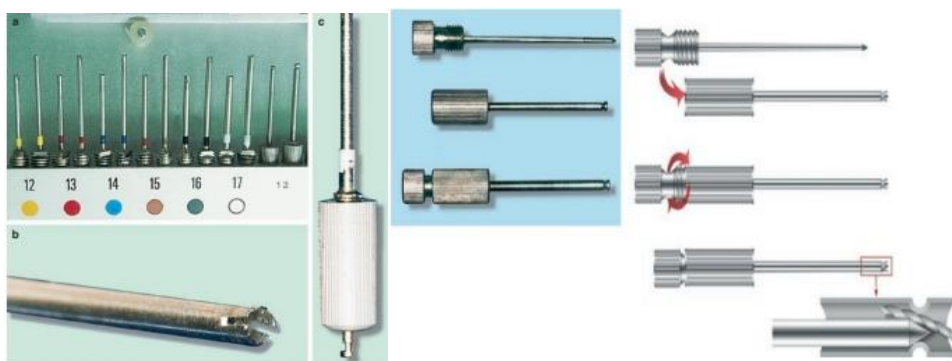


Figure 88 : Micro Endo-kit Masserann (Micro-Méga).

Le protocole opératoire distingue trois étapes :

- ✓ Ouverture de l'accès par élargissement de l'entrée canalaire ;
- ✓ Dégagement du fragment grâce à l'utilisation dans le sens antihoraire de forets Trépans ;
- ✓ Préhension et extraction du fragment en rotation en introduisant la pince d'extraction ouverte jusqu'à la partie dégagée du fragment.

Deux radiographies prises sous différents angles permettent au praticien de contrôler l'orientation du fragment, avant et au moment de l'insertion de la pince d'extraction. [195]

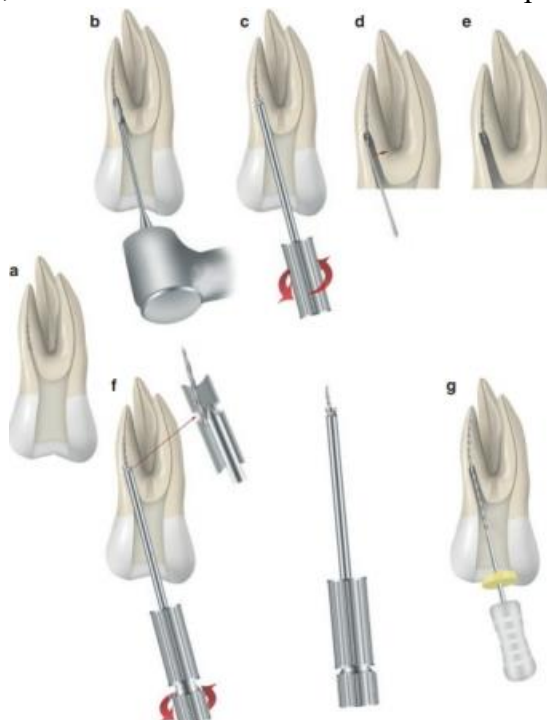


Figure 89 : Illustration schématique de la récupération d'un instrument fracturé avec le kit de Masserann

- a) La confirmation radiographique de la présence d'un fragment et la reconnaissance de son emplacement, de sa taille et de sa longueur.**
- b) Préparation du canal radiculaire jusqu' au fragment.**

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- c) (c) Création d'une tranchée autour du fragment avec le trépan spécial.
- (d,e) Le l'extrémité exposée du fragment est positionnée à l'aide d'un explorateur endodontique au centre de le canal préparé.
- (f) Le fragment est retiré avec l'extracteur spécial (flèche).
- (g) Une fois le le fragment est retiré, le canal est renégocié avec une lime ISO de taille 10 au foramen apical, et préparation des canaux

3.3.5.4 Les ultrasons

L'arrivée du MO a permis l'utilisation précise des inserts ultrasoniques (IUS) endodontiques pour la dépose des bris instrumentaux. L'utilisation des IUS est relativement aisée avec des taux de succès très élevés. [189] Cependant, pour un résultat optimal il est recommandé de combiner l'usage des IUS à d'autres techniques. [196] La littérature rapporte que l'association des IUS avec des forêts de Gates modifiés est le procédé le plus fréquemment employé.

Il existe différentes formes et tailles d'inserts. Ils sont contre angulés, lisse ou revêtus de nitrure de zirconium pour les IUS abrasifs. Les plus couramment utilisés pour le retrait de bris instrumental sont l'ET 20 et l'ET 25 (Endo Success™ Retreatment, Satelec Aceton). L'insert ET 20 est utilisé sur la partie coronaire tandis que l'ET 25 long et fin permettra l'accès aux régions plus apicales. Pour des conditions optimales de visibilité, l'insert est utilisé sans irrigation à puissance modéré et avec un fort grossissement sous MO. Le temps de travail ne doit pas être long pour éviter l'échauffement des tissus dentaires. [197]



Figure 90 : L'insert ET20 et l'insert ET25 du kit Endo Success™ Retreatment.

Protocole opératoire :

Les IUS sont utilisés dans le cas où l'instrument fracturé est visible ou rendu visible sous MO. Cela permet de repérer les espaces et les surfaces de contact entre l'instrument et les parois canalaires. L'élimination de la dentine à ce niveau permet de libérer le bris instrumental des contraintes pariétales.

« On ne peut traiter bien que ce l'on voit bien »

Kim S.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- ✓ Lorsque l'instrument fracturé est situé coronairement, immobile, visible à l'œil nu et sans qu'il puisse être retiré avec des pinces à mors fins, le retrait est effectué à l'aide des IUS. Dans ce cas, l'ET 20 est utilisé à puissance modérée sous irrigation intermittente pour éliminer la dentine autour de l'instrument. Une fois la tête de l'instrument dégagée (2mm), le praticien le mobilise latéralement grâce aux vibrations afin de le déloger. Si toutefois l'instrument demeure immobile, un millimètre supplémentaire de dentine est éliminé à l'aide d'un insert plus fin tout en gardant le contact avec l'instrument.
- ✓ Dans le cas où le fragment est situé plus apicalement, un évasement peut être réalisé sur la partie coronaire du canal à l'aide de l'ET 20 pour créer un accès visuel direct. Puis, avec l'ET 25 à faible puissance, l'opérateur élimine la dentine à l'endroit où l'instrument touche les parois canalaires. Sur les canaux courbes, l'élimination dentinaire se fait précautionneusement sur la paroi interne de la courbure afin d'éviter le redressement du bris instrumental dans le canal.

Le but est de créer une gorge autour de la tête de l'instrument pour le libérer des contraintes pariétales. Ensuite, l'insert est amené en contact de l'instrument, en s'appuyant délicatement sur ce dernier et en tentant de le mobiliser.

Enfin, tout en gardant le contact avec l'instrument, des mouvements circulaires dans le sens antihoraire sont effectués (sauf pour les bourres-pâtes et les thermocompacteurs présentant un pas inversé). Aucune force ne doit être appliquée dans l'axe de l'instrument fracturé, cela risquerait de l'enfoncer plus loin dans le canal. De plus, pour éviter la fracture de l'IUS, celui-ci ne doit être actionné que lorsqu'il est en contact avec la dentine ou le bris instrumental. [171]

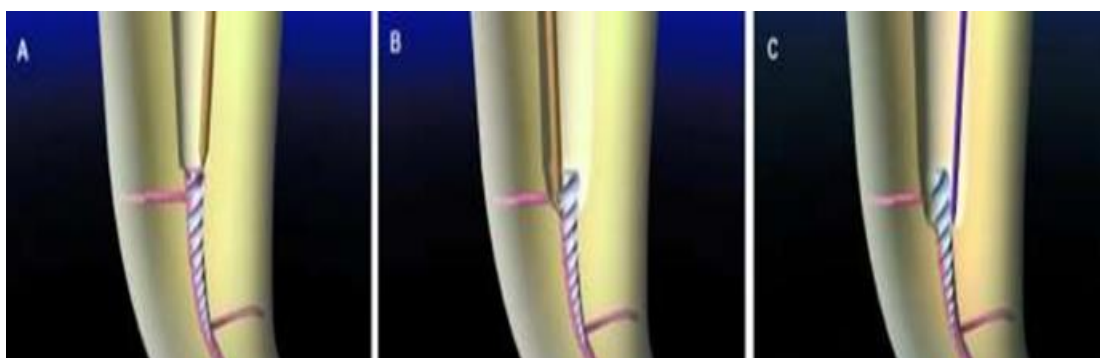


Figure 91 : Méthode d'approche (A), et de libération de l'instrument des contraintes pariétales (B, C) (source : Ruddle, 2004)

En présence de plusieurs canaux, les entrées canalaires des canaux non concernés sont protégées par de petites boulettes de coton, l'instrument fracturé pourrait lors de sa désinsertion passer dans un autre canal. Habituellement, l'utilisation des IUS est précédée par l'utilisation des forets de Gates (FG) modifiés. Cette modification consiste à tailler la tête du foret perpendiculairement à son axe principal jusqu'au niveau du plus grand diamètre de sa section de coupe.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

L'idée est de réaliser une plateforme de travail à l'aide des FG modifiés montés sur contre angle tournant à 300 tr/min. [235] Le FG est emmené en contact du bris instrumental tout en veillant à rester centré dans le canal et à être le plus conservateur possible. [178] Une fois l'instrument visible sous MO, les étapes citées précédemment sont réalisées pour la dépose.

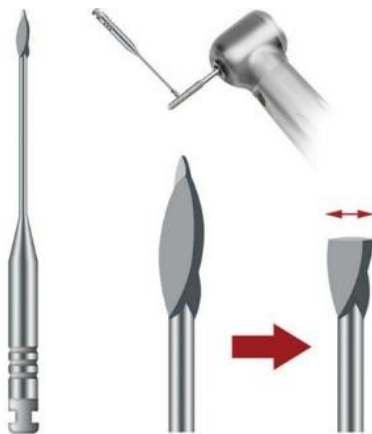


Figure 92 : Foret de Gates modifié, section de coupe modifiée.

L'utilisation des IUS n'est pas indiquée lorsque l'instrument est situé dans le tiers apical. En effet, une fois dans le canal, l'insert empêche l'opérateur de voir l'instrument. D'autres techniques sont plus adaptées à ce cas de figure. [162]

3.3.5.5 Système de Canal Finder®

Ce système repose sur le même principe que le *bypass*. Il utilise des limes de faible diamètre (8 et 10 centièmes de mm) montées sur contre angle en mouvement réciproque. La lime effectue également un mouvement de 1 à 2 mm d'amplitude dans le sens axial qui diminue lorsque la vitesse augmente. La lime travaille automatiquement autour du bris instrumental et pénètre en direction apicale dès que le passage est trouvé, le canal est ainsi élargi et le fragment libéré. Ce système a été abandonné du fait du risque important de perforation et d'extrusion du fragment. [175]



Figure 93 : Le Système de Canal Finder®, et son mode d'action.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

3.3.5.6 Terauchi File Retrieval Kit®

Dr Terauchi a passé des années à rechercher, développer et tester de nouveaux instruments spécialisés pour la récupération des instruments. Certains instruments sont modifiés à partir d'outils d'origine tandis que d'autres, tels que le YoshiLoop, sont complètement originaux.

Si le patient a été référé à un spécialiste pour retirer l'instrument, le canal sera rempli de gutta percha et scellé de manière appropriée. L'outil de retrait de Gutta-Percha comporte des barbes qui engagent et retirent le matériau d'obturation, tandis que l'instrument de pénétration Gutta Percha est utilisé pour explorer le canal pour les segments de limes et autres obstacles.

Ensuite, une fraise Gates-Glidden modifiée est utilisée pour élargir le canal uniformément pour atteindre la lime. La fraise est spécialement conçue sans pointe pilote, ce qui garantit que la perceuse suit la courbure du canal plutôt que de percer un nouveau canal. Si le segment de lime est profondément enfoui au centre du canal, une fraise Micro-Trephine a tourné dans le sens antihoraire autour de l'extrémité de la tige du segment de lime. Le mouvement dans le sens antihoraire réussit souvent à engager l'instrument cassé et à le desserrer ou à le retirer.

Cependant, les segments d'instrument intersectés avec la courbure du canal nécessiteront une préparation plus spécialisée afin de les retirer. Une pointe de micro-cuillère à ultrasons (peut être utilisée en courtes rafales pour traverser la courbure intérieure du canal pour exposer l'instrument. Si l'instrument "danse" lorsqu'il est brièvement touché avec la pointe à ultrasons, le canal est rempli d'EDTA et une pointe de lance à ultrasons est utilisée dans un mouvement de poussée et de traction pour encourager l'instrument à sortir du canal. Souvent, la lime part du canal au premier contact avec les ultrasons. Si un instrument desserré ne se libère pas dans dix secondes, la boucle Yoshi doit être utilisée.

Cet outil unique se compose d'un minuscule lasso en fil métallique s'étendant à partir d'une canule. Après avoir préformé le lasso autour de la pointe d'un outil d'exploration, l'instrument desserré peut être extrait en tirant doucement dans chaque direction cardinale. [198]

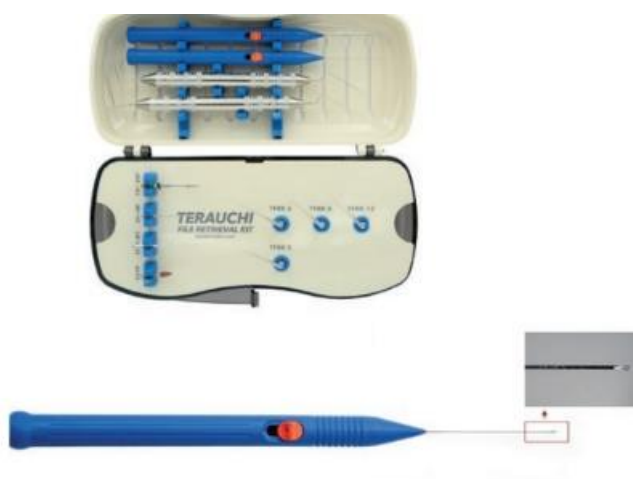


Figure 94 : Trousse de Terauchi (Terauchi File Retrieval Kit)

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

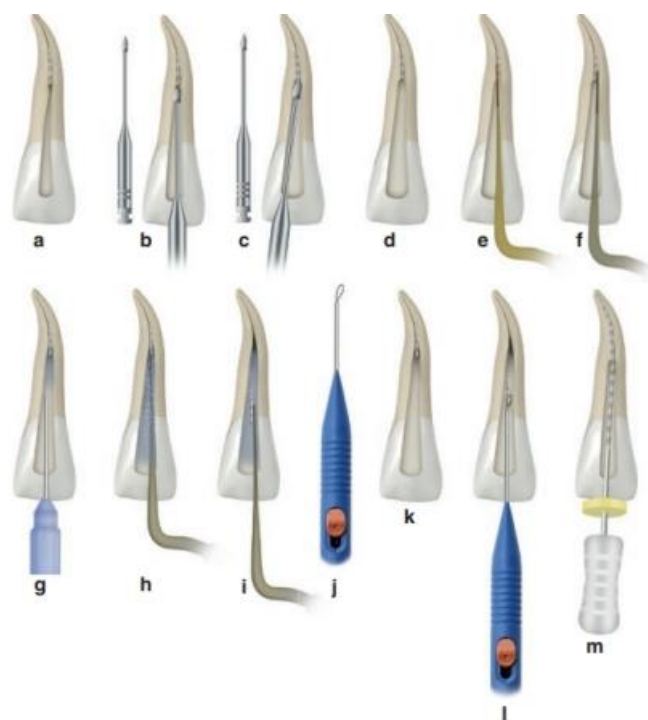


Figure 95 : illustration schématique de la technique de Dr Terauchi.

3.3.5.7 Instrument Removal System® (iRS®)

Développé par Ruddle, le Kit iRS® inspiré lui aussi de la technique de Masserann est indiqué lorsque la technique des ultrasons s'est avéré être un échec dans un canal droit ou légèrement courbe. [278] Ce kit renferme deux tubes de diamètres différents (0,8 et 1 mm) avec deux codes couleurs. Le noir, large, est conçu pour travailler dans les deux premiers tiers canalaires. Le rouge, plus fin, est utilisé lorsque le bris instrumental se trouve plus apicalement. Le tube est biseauté à 45° au niveau de son extrémité libre et présente une fenêtre latérale à ce niveau. Deux diamètres ont été rajoutés au kit (0,4 mm jaune et 1,4 mm vert) pour élargir son champ d'action.

Comme toutes les techniques à microtubes, l'iRS® préconise un accès direct. À l'aide des ultrasons, le fragment est exposé coronairement sur un tiers sa longueur (2 à 3 mm). Le tube est choisi en fonction du diamètre de l'instrument fracturé, il doit l'enrober passivement et sans friction.

Dans une courbure, le bris instrumental est plaqué contre la paroi externe de la courbure. Le tube est introduit de manière à ce que la pointe soit orientée vers cette paroi externe pour guider la tête du fragment dans la lumière du tube. Une fois le microtube positionné, le pointeau de même couleur est glissé dans le tube puis visé.

Le praticien doit sentir que le pointeau serre le bris instrumental à l'intérieur du tube. Sinon, un pointeau de diamètre plus grand est utilisé. Ensuite, le tout est tourné dans le sens antihoraire (inversement pour les instruments d'obturation) [173]

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

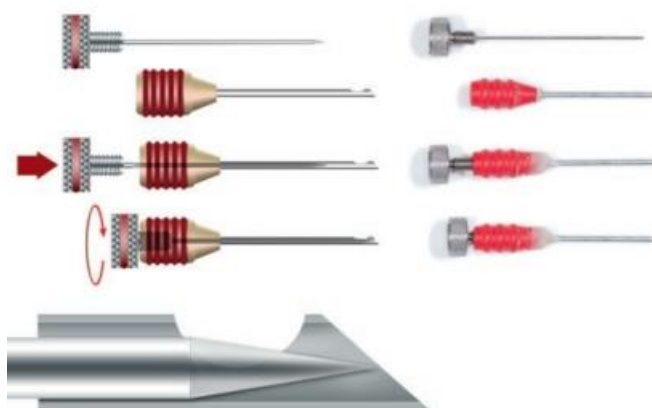


Figure 96 : Instrument Removal System IRS® pour extraire un fragment situé apicalement (source : Ruddle, 2002)

3.3.5.8 Les pinces

Elles sont généralement utilisées en première intention lorsqu'une partie de l'instrument dépasse de l'entrée canalaire. Il existe des pinces dont l'utilisation a été détournée (pince de Catroviejo® modifiée) et d'autres dédiées à l'usage endodontique (Endo Forceps®, Roydent). Elles possèdent toutes des mors miniaturisés pour une meilleure préhension. Pour cela, il est parfois nécessaire d'éliminer la dentine autour du fragment à l'aide des IUS. L'instrument est maintenu fermement et retiré avec des gestes de rotation de faible amplitude et de traction. [199]



Figure 97 : pince micro endodontique



CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Figure 98 : Pince de stieglitz coudée à gauche et pince de castro stieglitz à droite.

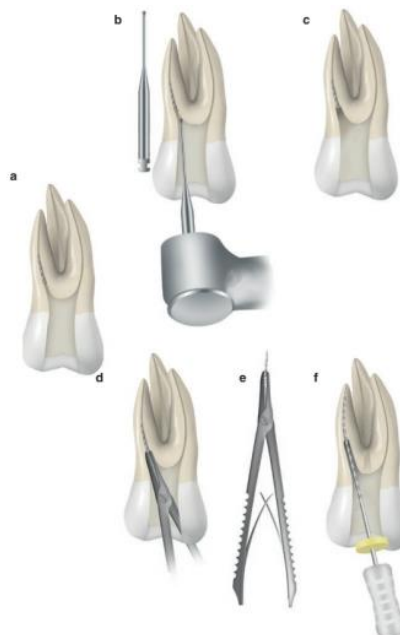


Figure 99 : illustration schématique du prélèvement d'un fragment avec la technique de préhension de la micro-pince.

a ; Confirmation radiographique de la présence d'un fragment et reconnaissance de sa taille et la longueur.

b ;c Instrumentation du canal jusqu' au fragment et attention le forage avec une fine fraise ronde allongée pour exposer son extrémité coronaire.

(d, e) Récupération du fragment avec le porte-aiguille Castroviejo modifié.

(f) Une fois le fragment retiré, le canal est raffiné avec une lime ISO #10K pour le foramen apical et la préparation canalaire.

3.3.6 Autres techniques

Ces techniques ont été imaginées par des praticiens avec des moyens simples retrouvés dans les cabinets, elles peuvent rendre service lorsque le bris instrumental ne peut être retiré avec des IUS. Les kits d'extraction présentés précédemment se sont inspirés de ces techniques.

3.3.6.1 Technique de l'aiguille chirurgicale

Cette technique utilise une aiguille hypodermique modifiée. Dans un premier temps, le support de fixation de l'aiguille est coupé afin de permettre une meilleure visibilité et le tube de l'aiguille est réduit en longueur à l'aide d'un disque abrasif. Ensuite, l'extrémité est coupée en biseau de façon à avoir une sortie latérale. Un fils métallique (fils de contention) est aiguisé sur une extrémité tandis que l'autre bout est façonné de manière à faciliter sa manipulation. En bouche, la tête de l'instrument fracturé est dégagée à l'aide des IUS, puis l'aiguille est introduite et placée autour de l'instrument. Le fils métallique est glissé dans la lumière de l'aiguille, le but est de bloquer le fragment dans la lumière de l'aiguille. L'ensemble est ensuite retiré selon la nature de l'instrument fracturé. [174]

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

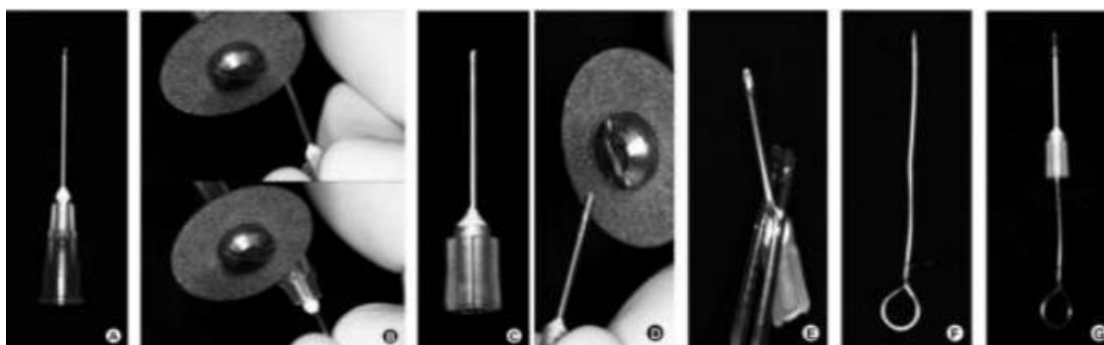


Figure 100 : Étapes de réalisation pour la technique de l'aiguille (d'après : Brito-Júnior coll., 2015)

Il est possible d'utiliser l'aiguille modifiée avec une goutte de colle cyanoacrylate à l'extrémité du tube pour retirer un fragment situé coronairement (Suter, 1998). Il est également envisageable de couder l'aiguille à 90° à 10 mm de son extrémité et de réaliser une fenêtre à l'angle de la coudure pour passer une lime K de faible diamètre. [175]

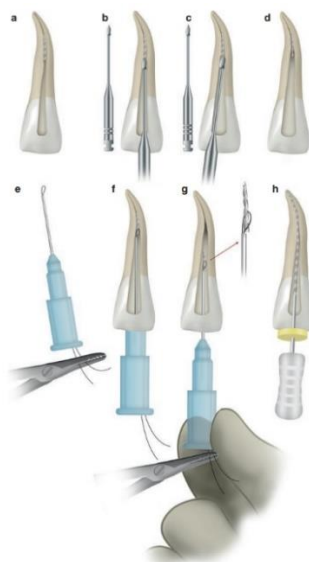


Figure 101 : illustration schématique de la Technique de l'aiguille modifiée.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

3.3.6.2 Technique des limes tressées

C'est un Bypass réalisé avec plusieurs limes H (généralement 3). Les limes sont introduites une par une dans le canal autour de l'instrument afin de le contourner à différents endroits. En prenant toutes les limes à la fois, un mouvement de rotation est effectué pour les tresser puis le tout est retiré. Ce geste est censé piéger le fragment entre les limes entrelacées. Cette technique peut rendre service au praticien ne disposant pas d'un plateau technique élaboré, elle est indiquée lorsque le fragment n'est pas visible ou lorsqu'il est situé trop apicalement. Le risque de fracture des limes utilisés est réduit en augmentant leur diamètre et leur nombre. [200]

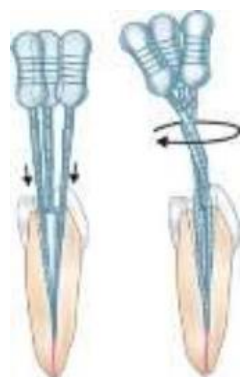


Figure 102 : Technique des limes tressées (source : livre *Endodontics* (5ème ed) de Ingle JI et Bakland LK, page 648)

3.3.6.3 Solvants chimiques

Plusieurs solutions ont été proposées pour provoquer la corrosion de l'instrument fracturé dans le canal. Parmi ces solvants : le Trichlorure d'iode, l'acide nitrique, l'acide hydrochlorique, l'acide sulfurique, l'acide Nitro-hydrochlorique, ou encore l'acide éthylène-diamine-tétra-acétique EDTA. [175] Ces techniques ont été abandonnées du fait des dommages que les solvants laissés en place pouvaient induire aux tissus parodontaux. [201] Cependant, l'EDTA s'est montré utile pour décalcifier la dentine autour du bris instrumental pouvant alors favoriser le Bypass. [171]

3.3.6.4 Laser

Une méthode prometteuse qui pallie les contraintes des techniques mécaniques est l'utilisation du laser Nd : YAG. Des expériences ont été réalisées in vitro sur des fragments situés apicalement dans des canaux rectilignes. L'étude a montré que la perte dentinaire est relativement faible réduisant ainsi le risque de toutes les complications liées à la fragilisation de la racine. [202] Cette technique consiste à entourer le fragment avec un tube isolant en laiton dont les parois internes sont tapissées d'étain, puis à envoyer des rayons laser dans la lumière du tube (figure 45a). Le laser fait fondre l'étain et solidarise le fragment avec le tube. Après refroidissement, le tube est retiré à l'aide de mouvements de rotation. [203] Des études

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

supplémentaires sont nécessaires avant que cette technique ne soit disponible pour une utilisation clinique routinière. [179]

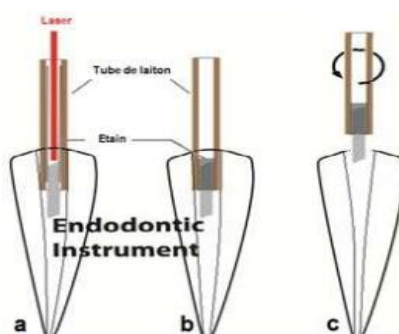


Figure 103 : Technique d'ablation d'un bris instrumental à l'aide d'un Laser.

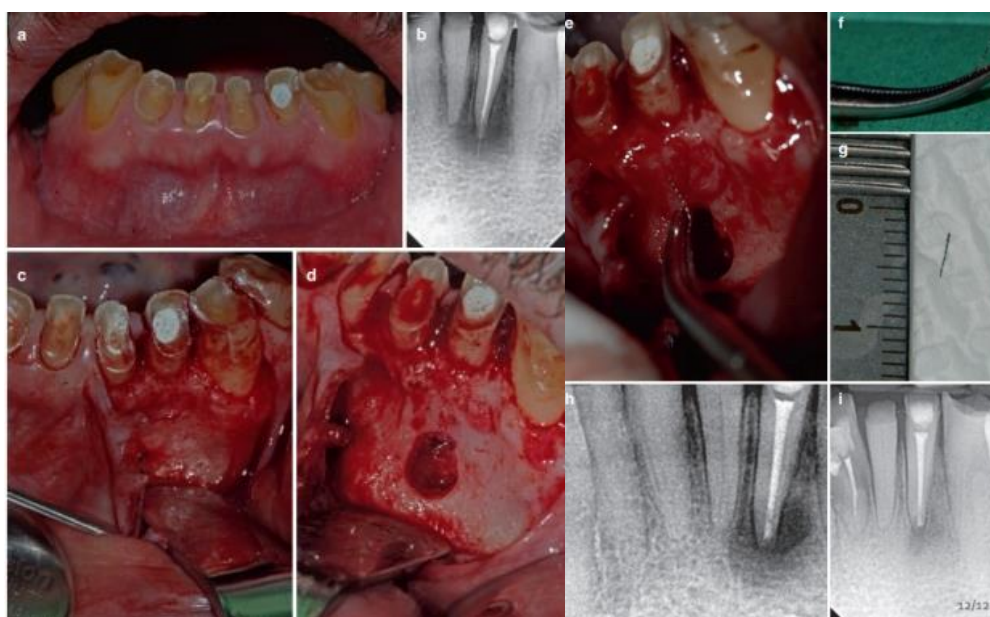
3.3.7 Chirurgie endodontique

Si toutes les approches conservatrices ne permettent pas de récupérer le bris instrumental et que le suivi clinique indique l'apparition ou l'aggravation d'une LIPOE, et si l'état de santé générale du patient le permet, la chirurgie endodontique est indiquée pour conserver la dent. [178]

Le traitement endodontique par voie orthograde suivi d'une chirurgie péri-apicale doit être considéré comme une alternative à l'avulsion dentaire et non comme un sur-traitement. [204] Différents actes peuvent être envisagés selon le cas :

3.3.7.1 Le retrait par voie rétrograde

Est idéal pour retirer un bris instrumental envoyé au-delà du péri-apex ou dont une partie dépasse du foramen apical. Dans ce cas, un traitement endodontique de qualité par voie orthograde est réalisé avant l'intervention.



CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Figure 104 : cas clinique où le fragment est extra-apical, le fragment est éliminé et un bouchon apical du MTA est réalisé

(a, b) Aspect clinique et radiographique d'une incisive latérale inférieure gauche avec un fragment avec une extrémité dans le canal radiculaire et l'autre faisant saillie dans les tissus périapical.

(c,d) Réflexion du lambeau et exposition du fragment après obturation du canal.

(e-f) Retrait du fragment avec une pince. (g ;h) rétro-remplissage avec MTA.

(j) Une radiographie de rappel à un an a révélé une bonne cicatrisation périradiculaire (De la Postgraduate Clinic of le département d'endodontie, école dentaire, Université Aristote de Thessalonique-Grèce)

I. L'apicectomie

Du fait de sa conicité, il est parfois impossible de retirer le fragment sans réaliser un aménagement apical. Pour avoir accès au bris instrumental, l'apex est d'abord coupé à l'aide d'une fraise boule ou une fraise Zekrya chirurgicale. Le foramen apical peut être élargie pour permettre l'évacuation du bris instrumental. Enfin, un aménagement apical peut être nécessaire avant la réalisation de l'obturation à rétro.

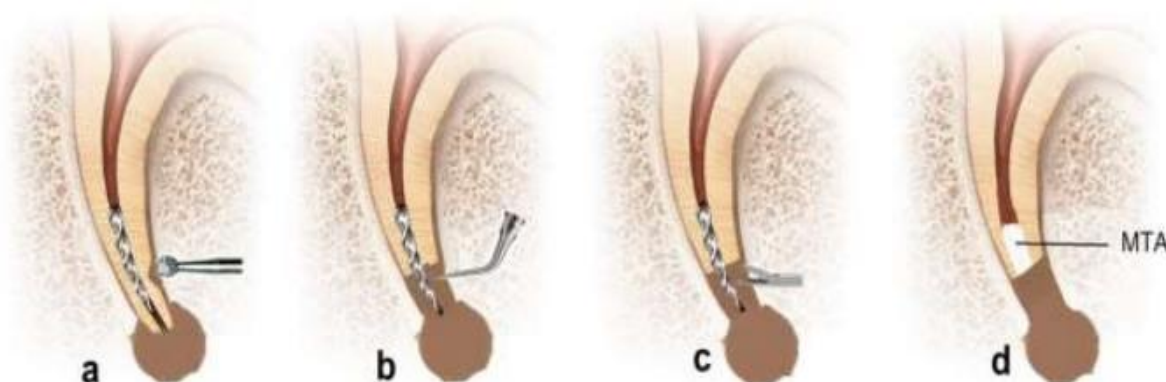


Figure 105 : Étapes de retrait par voie rétrograde d'un bris instrumental situé dans le tiers apical en présence d'une LIPOE

Si le fragment est situé au tiers moyen du canal et ne peut être retiré ni par voie orthograde ni par voie rétrograde, il est laissé en place. La lésion est nettoyée et la portion apicale accessible est obturée à rétro. La portion accessible coronairement est préalablement préparée et obturée à la gutta percha chaude.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

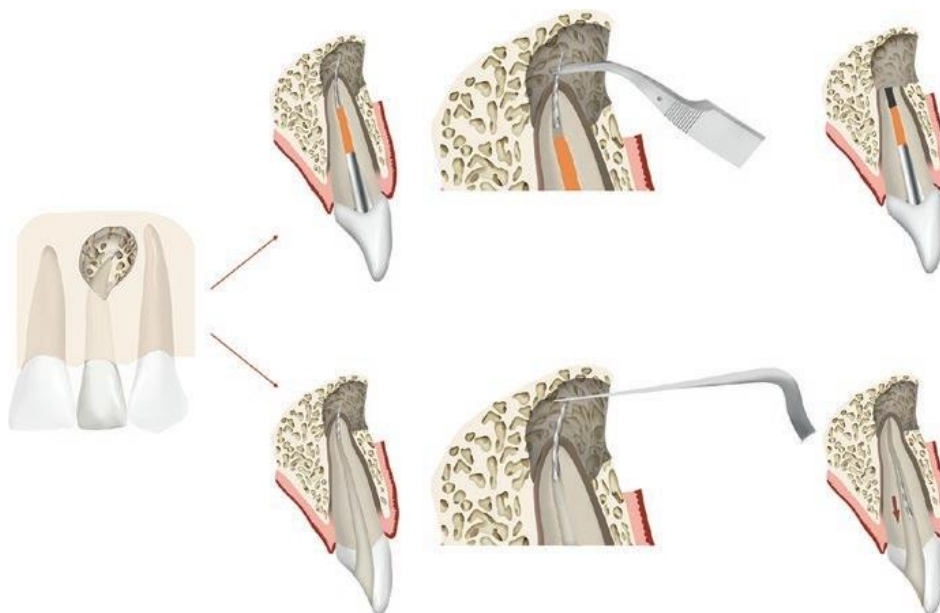


Figure 106 : Illustration schématique de la gestion d'un long fragment s'étendant dans les tissus péri-apicaux.

- II. Hémi-section radiculaire** indiquée lorsque la tentative de retrait s'est achevée par un échec du type fracture radiculaire horizontale. Le praticien doit considérer le rapport couronne clinique / racine clinique final avant l'intervention.

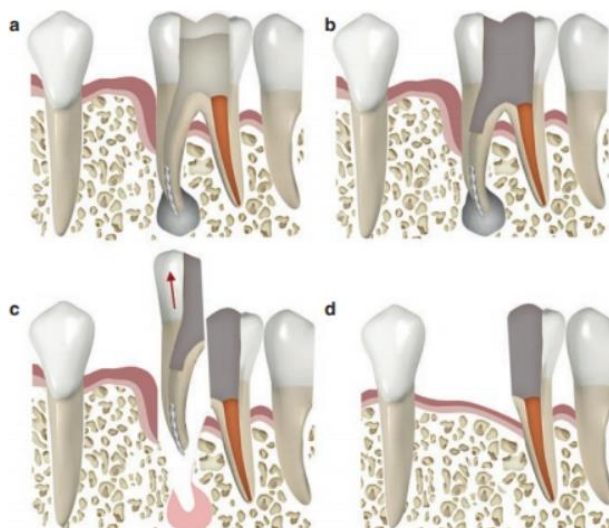


Figure 107 : (a–d) Illustration schématique d'un cas où l'hémi-section est la seule option chirurgicale.

- (a) Molaire mandibulaire avec une perte osseuse sévère limitée à la racine mésiale avec le fragment s'étendant dans les tissus péri-apicaux.
 (b) Instrumentation et obturation du canal distal et de l'accès.
 (c) Hémi-section et extraction de la racine mésiale.
 (d) La restauration prothétique suivra après quelques semaines.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

III. Amputation Radiculaire

Uniquement sur des dents pluri-radiculées lorsque la résection apicale n'est pas envisageable pour des raisons cliniques ou anatomiques.

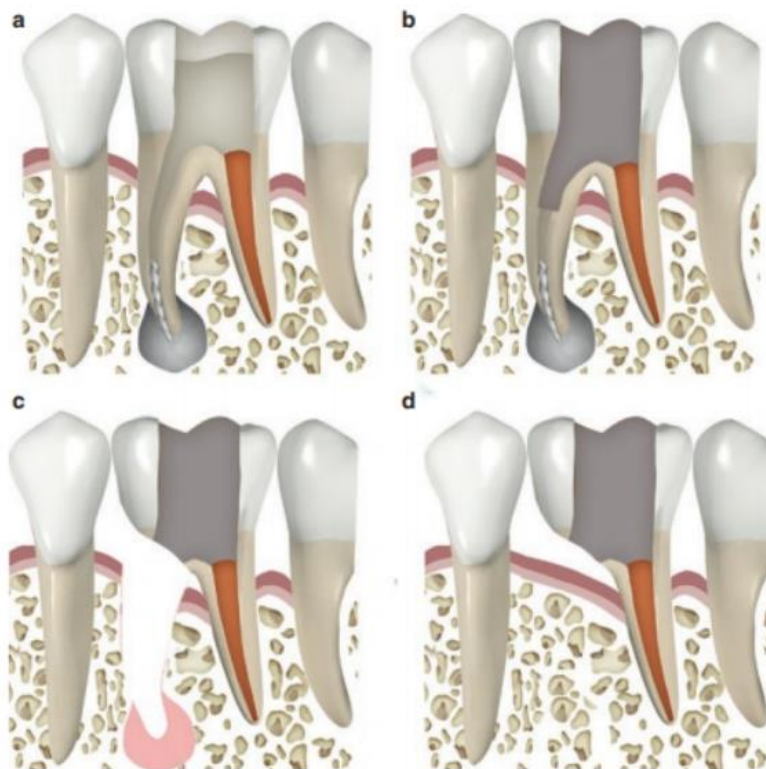


Figure 108 : (a–d) Illustration schématique de la gestion d'un fragment d'instrument avec racine
(a) Confirmation radiographique de la présence d'un fragment et reconnaissance de l'emplacement, de la taille, de la longueur, de l'instrumentation et de l'obturation du canal radiculaire dans la ou les racines qui sera préservé.
(b) Agrandissement avec Gates Glidden bur de l'orifice coronal de la racine canal de la racine à sacrifier. Restauration post-obturation de la cavité d'accès avec un Matériel ; il a fallu prendre soin d'introduire le matériau de remplissage permanent dans l'espace construit avec la bure Gates Glidden. (c) Ablation chirurgicale de la racine avec le fragment après la prise
(d) la guérison attendue de la zone

IV. Avulsion dentaire

Si la dent ne peut être conservée du fait des conséquences des manœuvres de retrait et en cas d'échec des méthodes chirurgicales, l'option de l'avulsion de la dent et son remplacement par une couronne implanto-portée peut être une alternative de choix. [71]

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

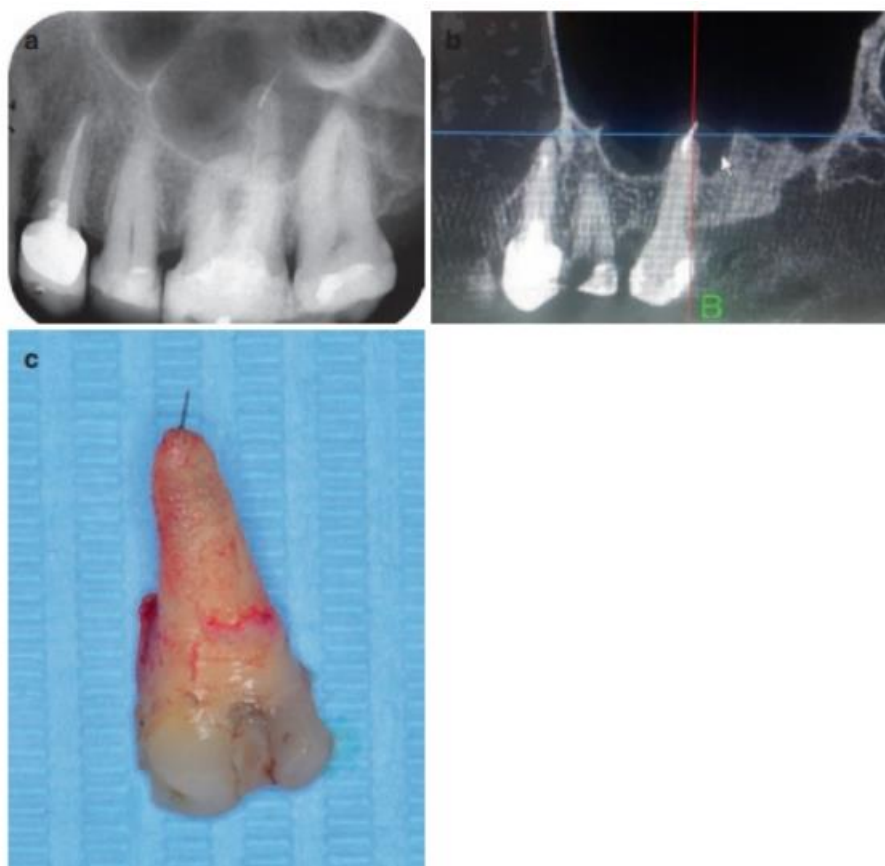


Figure 109 : (a) Radiographie préopératoire d'une deuxième molaire supérieure gauche avec une racine inadéquate traitement du canal et un fragment dans la racine palatine extrudant au-delà du foramen dans le sinus dans un Patient de 75 ans avec une santé générale compromise. (b) Image CBCT montrant une épaisseur caractéristique de la paroi interne (muqueuse) du sinus. (c) Racine palatale de la dent extraite

4. Les complications

Plusieurs complications peuvent se produire lors des tentatives orthogrades pour enlever ou contourner des fragments d'instruments endodontiques (Lambrianidis, 2001; Wardet al., 2003a,b. Souter et Messer 2005; Suter et al. 2005; Hülsmann et Scafer 2009), particulièrement dans les cas des canaux radiculaires étroits et incurvés lorsqu'un fragment est verrouillé apicalement de la courbure. Ainsi, avant de commencer toute tentative pour récupérer ou contourner des fragments fracturés, les chances de succès dans tous les cas doivent être équilibrées contre les complications potentielles. Les complications qui peuvent survenir comprennent :

- ✓ Perforation radiculaire ;
- ✓ Enlèvement excessif de la structure dentaire ;
- ✓ Fracture d'une autre lime ;
- ✓ Fracture accidentelle, parfois répétée du fragment original que l'on veut retirer ;
- ✓ Lésions thermiques des tissus dentaires et parodontaux ;

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- ✓ Transport du fragment d'instrument plus profondément dans le canal radiculaire ;
- ✓ Extrusion du fragment au-delà de l'apex ;
- ✓ Délogement du fragment dans un autre canal radiculaire ;
- ✓ Prédilection de la racine à une fracture radiculaire verticale.

La plupart de ces complications n'ont pas encore fait l'objet d'investigation approfondie, ainsi aucune conclusion concernant la fréquence et l'impact des complications sur les résultats de traitement, ni sur les stratégies de prévention, n'est justifiée.

4.1 L'incidence des complications

En chiffre global, 61,8% des répondants à un questionnaire adressé aux médecins généralistes et aux endodontistes exerçant au Royaume-Uni concernant leurs opinions à l'égard des fractures intra canalaire des instruments endodontiques, ont déclaré qu'ils ont subi des complications lors de la gestion des instruments fracturés, plus précisément, une proportion significativement plus élevée d'endodontistes (71,6%) que de généralistes (55,6%) l'ont déclaré. (Madarati et al. 2008a).

Comme les chances de réussite du retrait diminuent avec la durée du traitement (Suter et coll. 2005), une augmentation de la possibilité de complications peut être attendue. Quelques études suggèrent un temps de travail d'environ 45 min pour la majorité des cas. Pour éviter les complications liées au temps, il semble nécessaire d'avoir un seuil défini, assurant une relation acceptable entre la réussite du traitement et le risque de complication. Ce délai et ce seuil doivent être définis individuellement pour chaque dentiste en fonction de son expérience et son équipement, (et être modifiés si nécessaire selon chaque cas).

4.1.1 Perforation radiculaire

La perforation de la paroi radiculaire constitue l'un des risques majeurs lors de la gestion des fragments fracturés (Nagai et al. 1986; Hulsmann 1990; Hulsmann et Schinkel 1999; Yoldas et al. 2004; Souter et Messer 2005; Suter et al. 2005; Fu et al. 2011; Nevares et al. 2012).

Cette complication peut se produire au niveau de la courbure radiculaire sur sa coté interne, semblable à une perforation de bande, ainsi que sur sa coté externe. De plus, plus le fragment est proche de l'apex, plus le risque de perforation est grand (Souter et Messer 2005).

Prévention :

Un bon éclairage de la cavité, un grossissement et un champ de travail sec à l'intérieur du canal sont les conditions préalables les plus importantes pour éviter les perforations. Il ne faut pas oublier que l'humidité autour d'un instrument fracturé peut refléter la lumière d'une loupe, ou d'un microscope opératoire dentaire, fournissant ainsi aux dentistes de fausses informations sur l'emplacement du fragment.

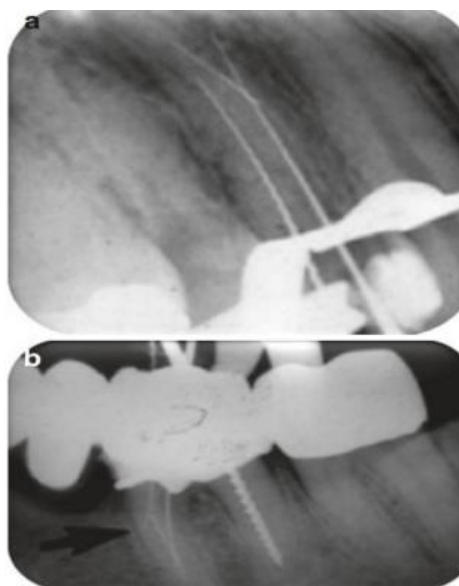


Figure 110 : (a) la tentative contourner le fragment avec une lime H, utilisée en mouvement de rotation, a entraîné une perforation radiculaire.

(b): Etiologie d'une perforation lors d'une tentative de contournement d'un fragment: la lime est dirigée vers l'extérieur par la limite supérieure du fragment.

Pour éviter la perforation de la racine, il est important de garder toute préparation centrée autour du fragment. Cela nécessite une planification adéquate du traitement pré et peropératoire. Après l'emplacement du fragment, une décision doit être prise en ce qui concerne l'anatomie de la racine et de quel côté du fragment peut être contourné en toute sécurité, et un contrôle radiographique de la direction de l'instrument inséré peut être nécessaire dans certains cas.

4.1.2L'élimination excessive des tissus dentaires et fragilisation des parois radiculaires

La complication la plus fréquemment rapportée dans de nombreuses études (Lertchirakarn et coll. 2003; Souter et Messer 2005; Madarati et al. 2008a, b), est l'élimination excessive de la structure dentaire, le retrait d'un fragment sans élimination de la dentine est pratiquement impossible.

La plus grande perte de dentine radiculaire se produit lorsque les fragments sont récupérés du tiers apical du canal radiculaire, et la plus faible lorsque les fragments sont situés au tiers coronaire (Madarati et al. 2009b). Cette perte de structure dentaire à partir du tiers apical ou du milieu du canal radiculaire, va affecter considérablement l'intégrité de la dent, et il peut en résulter une fragilisation importante de la racine et donc susceptibilité à la fracture radiculaire



Figure 111 : (a) aspect clinique d'une canine mandibulaire avec un fragment. (b-d): élimination excessive de structure dentaire lors de l'élimination du fragment par ultrasons. (e) fragment extrait.

4.1.3 Fracture d'un deuxième instrument

Lors du contournement total ou partiel d'un fragment fracturé, avec un second instrument, celui-ci peut être sévèrement bloqué entre le fragment et la dentine, entraînant une contrainte dépassant la limite de résistance de la lime, et provoquant une fracture supplémentaire à l'intérieur de ce canal radiculaire.

Prévention

Le meilleur moyen de prévenir cette complication, est son utilisation avec une puissance contrôlée.

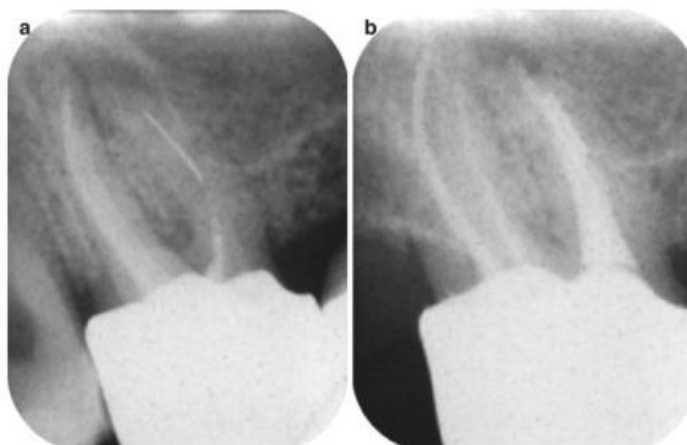


Figure 112 : (a) une radiographie préopératoire montre un fragment fracturé au niveau du canal mésio-vestibulaire d'une molaire maxillaire. (b): lors du retrait réussi du fragment, un deuxième instrument (lime H) s'est fracturé. Malgré cette deuxième fracture le canal radiculaire a pu être préparé et obturé jusqu'à son extrémité apicale.

4.1.4 Deuxième fracture accidentelle du fragment original

Lorsque vous travaillez avec une énergie élevée (ultrasons) ou une puissance mécanique (tube ou fil techniques, utilisation d'une pince), une fracture au niveau de la partie coronale du fragment fracturé peut se produire.



Figure 113 : (a) une radiographie préopératoire d'une deuxième molaire maxillaire gauche avec un traitement du canal radiculaire inadéquat avec un fragment d'instrument d'environ 5mm de longueur au niveau du canal mésio-vestibulaire. (b): deuxième fracture du fragment d'origine lors des efforts pour le récupérer avec l'ultrasons sous le microscope opératoire dentaire.

Le risque dépend du type de fragment, par exemple, les fragments fracturés en Ni-Ti sont plus susceptibles de subir une fracture secondaire que les fragments en acier inoxydable. Quoi qu'il en soit, cette complication ne peut être évitée complètement.

Prévention :

En cas d'instrument Ni-Ti fracturés, les pointes ultrasoniques ne doivent être utilisées qu'avec une faible puissance. Ainsi, il convient de déterminer si les techniques de boucle de tube, ou de fil peuvent être utilisées avec un moindre risque de fracture secondaire.

4.1.5 Délogement d'un fragment dans un autre canal radiculaire

Une fois le fragment est desserré par les ultrasons, ses mouvements deviennent incontrôlables, et il peut être délogé par inadvertance dans un autre canal radiculaire ouvert de la même dent. Le retrait peut être facilement réalisé par irrigation, aspiration, ou basculement avec une pointe de papier humidifiée.

Prévention :

Pour éviter le délogement d'un fragment desserré dans un autre canal radiculaire, il est recommandé de bloquer tous les orifices du canal radiculaire lors des tentatives de retraits.

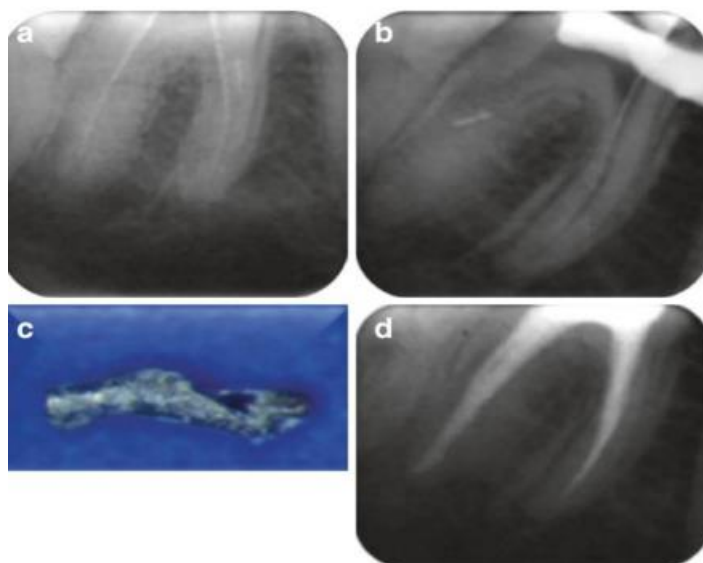


Figure 114 : (a) radiographie préopératoire montrant un fragment dans la partie coronaire du canal radiculaire mésial. (b): le fragment a été retiré mais délogé dans le canal radiculaire distal. (c): le fragment peut être retiré à l'aide d'une pointe papier humide. (d) fragment supprimé.

4.1.6 Extrusion du fragment au-delà de l'apex

L'extrusion d'un fragment fracturé à travers la constriction apicale dans les tissus péri-apicaux est une complication rare des tentatives de retrait de fragment. Elle nécessite un diamètre de foramen, naturellement présent, ou créé iatrogènement ou induit par résorption, supérieur au diamètre du fragment, ou être poussé avec une certaine force apicalement. Une fois le fragment est extrudé, il ne peut pas être retiré que par la chirurgie apicale (voie rétrograde)

Prévention :

Eviter d'appliquer une pression au dessus du fragment en direction apicale, particulièrement si le fragment se situe au niveau du tiers apical.

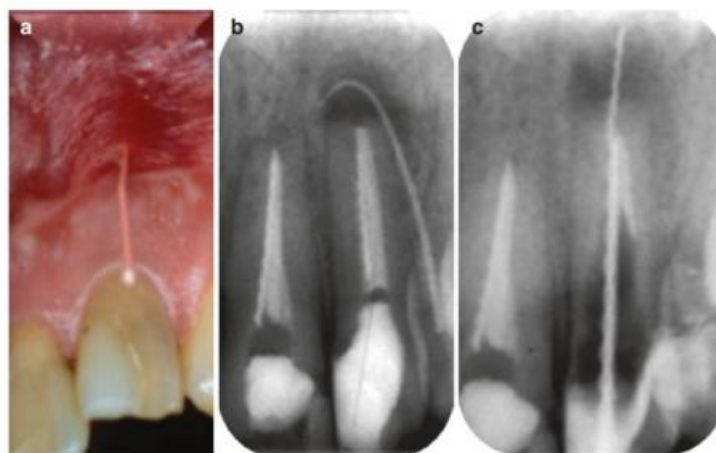


Figure 115 : (a) : pointe de gutta percha introduite dans un trajet sinusal, (b) la pointe de gutta percha identifie la dent 21 qui été abcédée et qui est l'origine de fistule. (c) une tentative de retrait à entrainer une perte massive de dentine rendant la dent irréparable et l'extrusion apicale du fragment.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

4.1.7 Lésions thermiques des tissus dentaires et parodontaux

Une préoccupation majeure dans l'utilisation des inserts ultrasoniques est l'augmentation de la température sur la surface externe de la racine et ses effets potentiels sur le ligament parodontal et l'os adjacent. Il a été rapporté qu'une élévation de température de 10°C pendant une minute, pouvait provoquer des changements histologiques irréversibles dans les tissus parodontaux. De même, la chaleur dégagée suite à l'utilisation du Laser provoque une modification de structure de la dentine radulaire.

Prévention :

La prévention d'une élévation de température excessive comprend l'utilisation d'une faible puissance ultrasonique, avec l'utilisation des instruments de petites tailles en mode intermittent et une irrigation fréquente.

Remarque :

Il y'a d'autre complications que l'ont pu rencontrer pendant le retrait des fragments fracturés par voie chirurgicale (la chirurgie endodontique) parmi eux :

- ✓ Complications liées à l'anesthésie.
- ✓ Tissus mous et complications esthétiques.
- ✓ Infections du site opératoire.
- ✓ Complications liées à la gestion de l'extrémité radulaire (résection radulaire, cavité rétrograde...).
- ✓ Complication parodontale liée à l'amputation de la racine ou une mauvaise hémisection.... etc. [73]

5. LE Pronostic

Après une fracture instrumentale endodontique, le pronostic à long terme de la dent impliquée dépend du degré d'infection et du temps opératoire (précoce ou tardif) où la fracture instrumentale s'est produite (Simon et coll. 2008; Ungerechts et coll. 2014).

Plus la fracture s'est produite à un stade tardif de l'intervention chirurgicale endodontique, plus la probabilité est grande que le canal soit déjà bien préparé par le traitement chimio-mécanique et comporte donc moins de micro-organismes et/ou de tissus nécrosés résiduels.

Pronostic	Pulpe vivante	Pulpe nécrosée
Fracture tardive		
Fracture précoce		

Figure 116 : schéma explicatif de la relation entre fracture instrumentale et l'état de la pulpe

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Lorsqu'un fragment instrumental fracturé est laissé en place, le pronostic de la dent impliquée dépend du moment, c'est-à-dire du temps opératoire (précoce ou tardif) pendant lequel la fracture instrumentale s'est produite, et du degré d'infection du système canalaire.

Plus l'infection est avancée (inflammation ou nécrose pulpaire, hyperclarté péri-radicaire), plus il faut s'attendre à ce que les micro-organismes soient présents plus profondément et en plus grand nombre dans le canal. En outre, il faut prévoir lors des révisions que les bactéries en place ont tendance à présenter davantage de résistances que lors d'une première intervention.

Le pronostic est défavorable quant à la conservation des dents concernées des perforations radiculaires peuvent également se produire. Cette complication compromet sérieusement le pronostic de la dent.

Plus le diamètre du fragment à déposer est important, plus le délabrement est important. Les risques quant à la dépose de fragments larges sont donc plus importants que pour les fragments de faible diamètre.

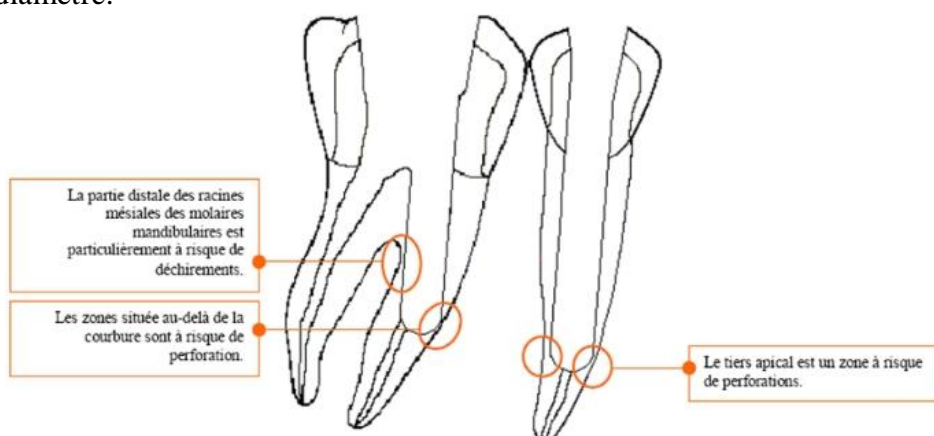


Figure 117 : schéma d'une 46 et une 45 fragilisées après la dépose d'un instrument fracturé

Dans une méta-analyse de Panitvisai et coll. (2010), la comparaison du pronostic et respectivement du taux de succès des traitements endodontiques réalisés avec ou sans fracture instrumentale n'a pas mis en évidence une différence significative entre les deux groupes. Dans une étude cas témoins, Spili et coll (2005) ont trouvé certaines différences significatives :

- ✓ Le taux de guérison des dents sans radio-transparence péri-radicaire était de 91,8% avec fracture instrumentale, et respectivement de 94,5% sans fracture instrumentale ($p>0,05$),
- ✓ Pour les dents avec hyper-clarté péri-radicaire, de 86,7% avec fracture instrumentale et de 92,9% sans fracture instrumentale ($p>0,05$).

Cependant, lorsque le traitement avait été réalisé par un endodontiste expérimenté, aucune différence significative n'a été constatée en relation avec les fractures instrumentales.

Un suivi de notre propre étude (Suter et coll. 2005) a été réalisé par Helbling (2014), qui a réparti comme suit les patients de notre collectif :

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

- ✓ D'une part les patients chez lesquels l'instrument fracturé n'avait pas pu être extrait entièrement avec ou sans perforation lors de la tentative d'extraction,
- ✓ D'autre part, les patients chez lesquels l'instrument fracturé avait pu être extrait entièrement.

Helbling a constaté, trois ans ou plus après la fracture instrumentale, que les taux de succès cliniques ne présentaient pas de différence statistiquement significative dans ces différents groupes. Les investigations réalisées dans ce collectif suggèrent également que la courbure canalaire plus ou moins prononcée influence la possibilité d'extraction du fragment fracturé. En raison du petit nombre de cas, ces résultats ne permettent cependant pas de tirer des conclusions définitives. [205]

4.1 Effet d'un instrument fracturé sur le pronostic

Selon Friedman (2002), « le pronostic est la prévision de l'évolution d'une maladie », et en ce qui concerne la parodontite apicale (PA), elle « s'applique à la fois au cours du temps et aux chances de guérison. Il distingue clairement cela d'un terme étroitement lié, « résultat du traitement », qui « peut être utilisé pour décrire les conséquences à court terme du traitement, ainsi que la guérison ou le développement à long terme de la PA ».

Le niveau global de preuves disponibles concernant l'impact de fragments d'instruments conservés sur le pronostic endodontique est faible. Considérant que la fracture instrumentale est une complication relativement rare de traitement, cela contribue à sa difficulté à étudier. Toute étude prospective la conception devrait avoir un échantillon de population irréaliste afin de montrer des effets statistiquement significatifs et ont des implications éthiques évidentes. [206]

Donc le Pronostic de la dent présentant un fragment d'instrument fracturé Dépend de plusieurs facteurs :

- ✓ Du statut initial de la dent traitée (pulpée, nécrosée, présence d'une lésion péri-apicale.
- ✓ Des conditions dans lesquelles est réalisé le traitement endodontique.
- ✓ Du temps opératoire au cours duquel l'instrument s'est fracturé.
- ✓ La localisation du fragment (1/3 coronaire, 1/3 moyen, 1/3 apical, au-delà d'une courbure)

4.2 L'impact des fractures instrumentales en endodontie sur les résultats du traitement

L'évaluation de l'impact des fractures instrumentales en endodontie implique une analyse minutieuse, d'une manière dont cette complication procédurale affecte les résultats et le pronostic du traitement.

Comprendre la manière dans laquelle les instruments fracturés influencent les résultats, guidera la prise de décisions cliniques et facilitera une bonne communication avec les patients, ce qui est essentiel sur le plan médico-légal.

CHAPITRE 04 : PRISE EN CHARGE DES FRACTURES INSTRUMENTALES

Il est important de déterminer dans quels cas endodontiques, un instrument fracturé est susceptible d'affecter le succès, et d'en identifier d'autres, le cas échéant, dont l'effet peut être négligeable.

Une prise de conscience de l'effet de la fracture instrumentale sur les résultats du traitement dirigera la prise en charge future. Cependant, la prévention des fractures, devrait être l'un des principaux objectifs de l'instrumentation canalaire. [63]



CAS
CLINIQUES

Cas clinique n°1 : Bypass (Michiels, 2011). [207]

Un patient de 60 ans souffrant d'un diabète de type II (ASA 2) est adressé par son dentiste pour la gestion d'une fracture instrumentale sur sa deuxième prémolaire mandibulaire gauche (dent n°35) présentant une pulpite irréversible.

Une radiographie rétro-alvéolaire préopératoire est réalisée, elle montre la présence d'un bris instrumental au niveau de la courbure canalaire (figure 118). Après mise en place du champ opératoire, l'ancienne restauration est déposée et un accès direct est réalisé en éliminant les surplombs dentinaires. L'instrument n'est cependant pas visible à l'aide du MO (figure 119). Au vu de l'ensemble de ces éléments, le praticien décide de contourner le bris instrumental au lieu de tenter sa dépose.



Figure 118 : Position du bris instrumental dans le canal



Figure 119 : Bris instrumental non visible au MO

Le bypass commence par l'introduction d'une lime D-Finder® 08 (Mani). Après plusieurs tentatives, l'instrument fracturé est contourné (figure 120). Une radiographie lime en place est réalisée pour évaluer la longueur de travail. Le canal est ensuite préparé manuellement à l'aide

CAS CLINIQUES

de limes en acier inoxydable (lime K 08 ; Flexile® 20) et en NiTi (ProTaper® S2), une irrigation abondante à l'hypochlorite de sodium à 5% entre chaque passage instrumental est réalisée.

Une médication intra-canaire à base d'hydroxyde de calcium est mise en place (Ultracal® XS, Ultradent Products), une boulette de coton est déposée dans la chambre pulpaire et une obturation coronaire temporaire réalisée.



Figure 120 : Lime K passant à côté du bris Instrumental.

Deux semaines plus tard, le patient revient pour son deuxième rendez-vous. La dent est à nouveau isolée, la restauration temporaire est déposée et une matrice est mise en place (Automatrix®, Dentsply Caulk). L'hydroxyde de calcium est retiré à l'aide d'acide citrique à 10% et des IUS (Irrisafe tip, Satelec). Le canal est rincé à l'hypochlorite de sodium 5% et la mise en forme est finalisée. Le diamètre apical est jaugé à 30 centièmes, le canal est rincé une dernière fois puis séché. Après validation de la radiographie maître-cône, une obturation mixte est réalisée (condensation latérale à froid et condensation verticale à chaud) afin de noyer le bris instrumental dans de la gutta percha. Une restauration coronaire étanche est réalisée après validation radiographique de l'obturation.



Figure 121 : Radiographie maître-cône à gauche et radiographie de contrôle P.O à droite.

Cas clinique n°2 (Méthode de retrait à l'aide des inserts ultrasoniques) [208]

Une patiente âgée de 25 ans s'est plainte d'une gêne au niveau de ses dents inférieures droites lors de la mastication, par conséquent le traitement du canal a été effectué depuis une semaine après un an de douleurs spontanées. A l'examen intra oral, la carie a atteint la pulpe de la première molaire inférieure droite, avec une vitalité négative et une percussion positive. L'examen radiographique a montré des images radio-claires au niveau de la zone de bifurcation et au niveau de la région péri-apicale de la racine mésiale et distale et une lime fracturée de l'orifice au milieu de la racine mésio-linguale de la 46 (Figures 122/123/124).



Figure 122 : caractéristique clinique préopératoire et radiographie préopératoire avec une lime fracturée dans le canal mésio-lingual.



Figure 123 : la lime fracturée visible à l'intérieur du canal (grossissement à l'aide du microscope dentaire)



Figure 124 : la position de la lime avec un instrument fracturé

Sur la base de l'examen subjectif, objectif et radiographique, le diagnostic de la première molaire mandibulaire droite (46) est une parodontite apicale symptomatique, accompagnée d'une lime fracturée sur la racine mésio-linguale. Le traitement effectué concernant les canaux radiculaires non vitaux avec restauration onlay Ceramage (Shofu Inc., Japon).

La dent a été préparée pour obtenir un accès coronaire adéquat, en utilisant le NaOCL (2,5%) comme irrigant pour éliminer les débris, la longueur de travail a été mesurée à l'aide d'un localisateur d'apex électronique (Root ZX II, Morita). La préparation canalaire est réalisée au niveau des racines mésio-vestibulaire et distales à l'aide du système ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Suisse) jusqu'à ce que la lime apicale principale soit obtenue au niveau de la racine mésio-vestibulaire X3/16,5 mm et de la racine distale X3/17,5 mm. L'irrigation a été effectuée et les orifices des deux canaux radiculaires ont été fermés avec une pointe de papier, et du coton pour empêcher l'entrée de fragments de lime.

Au niveau du canal radiculaire mésial, le retrait a commencé par la création de plate-forme de mise en scène avec un embout ultrasonique, Satelec ET 20 (Satelec Acteon, France), jusqu'à ce que 2 à 3 mm de la lime fracturée soit exposée. Cela visait à détacher la lime de la paroi du canal radiculaire de la dentine, et à fournir un espace pour l'appareil.

La plateforme de mise en scène est l'espace entre la pointe exposée et la paroi du canal radiculaire, qui a été ensuite circulé autour de la lime dans le sens antihoraire, pour donner l'effet de la force de dévissage. Cela aide à récupérer les limes avec une action de coupe dans le sens horaire.

La force appliquée peut aider à desserrer la lime, et créer un espace entre celle-ci et la paroi canalaire. La pointe ultrasonore Satelec ET25 (Satelec Acteon, France) pourrait être utilisée pour desserrer la lime de la partie de la paroi. L'irrigation a été réalisée en utilisant 2,5% de NaOCL et 17% d'EDTA, avec une activation à l'aide d'un Endo Activator (Dentsply Maillefer, Suisse).



Figure 125 : les inserts endodontiques de gauche à droite ET20, ET25 (Satelec, Acteon, France)

L'application directe des techniques ultrasoniques n'a pas la capacité requise pour retirer le fragment, alors des micro-pinces endodontiques (Broken Instrument Removal Kit, Zumax, China) ont été utilisées, y compris une cale à vis qui fonctionne en serrant le fragment de la

CAS CLINIQUES

lime à travers un verrou mécanique, et en tirant en direction coronaire. Une fois que le fragment a été soulevé avec succès (Figure 126), il a été confirmé avec la prise d'une radiographie.

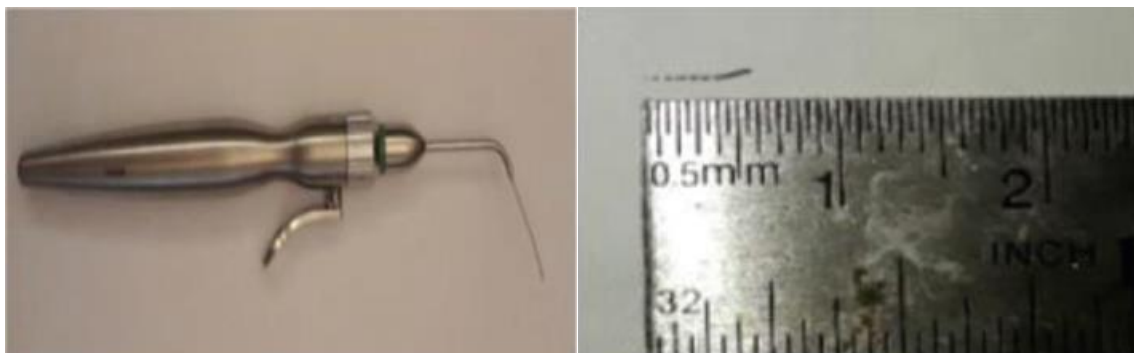


Figure 126 : à gauche : micro-pince endodontique, à droite : le fragment fracturé a été récupéré avec succès.

Le canal radiculaire mésiolingual a été préparé par le système ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Suisse). On a réalisé au niveau de ce canal une médication avec la pâte d'hydroxyde de calcium (Calcipex®, Nippon Shika-Yakuhin, Japon) et restauré temporairement.

Deux semaines après la première visite, le canal radiculaire a été obturé par un compactage en onde continue, à travers de la gutta percha, avec un scellant MTA Fillapex et fermé avec RMGIC (Fuji II LC, GC, Japon), ensuite la réalisation d'une restauration temporaire.

Une semaine après l'obturation, les préparations étaient terminées pour réaliser l'onlay Ceramatage® (Shofu Inc., Japon). Deux semaines après la préparation de l'onlay, ce dernier a été scellé à l'aide de ciment de résine. (Figure 127).



Figure 127 : restauration avec Ceramatage® onlay.

Une évaluation après un mois s'est révélée négative à l'examen subjectif et au test de percussion et palpation. La radiographie montrait une réduction de la radio clarté au niveau de la bifurcation et la région periapicale de la 46 (Figure 128)



Figure 128 : une radiographie post opératoire de contrôle après un mois

Cas clinique n°3 : Retrait chirurgical d'un bris instrumental (Gandevivala et al., 2014). [209]

Une patiente de 32 ans se présente en consultation, sans problème de santé générale. Elle souffre de douleurs au niveau de la région postérieure mandibulaire gauche. Les examens clinique et radiologique orientent le diagnostic vers une pulpite irréversible sur la dent n°36 (première molaire mandibulaire gauche) suite à une volumineuse lésion carieuse. Le traitement endodontique est indiqué.

Au cours du traitement endodontique et à l'étape de la mise en forme canalaire, un instrument Protaper® S2 s'est fracturé au niveau du tiers apical du canal distal (figure 129). La décision de dépose non chirurgicale du bris instrumental est choisie. Le canal distal étant droit, la première idée était de déloger l'instrument à l'aide des IUS. Lors de cette étape, le bris a été poussé plus apicalement (figure 129). Étant donné la nouvelle position extra-radiculaire du fragment, la dépose par voie chirurgicale est programmée une semaine plus tard.



Figure 129 : La radiographie préopératoire qui montre le fragment fracturé du Protaper® S2

Le jour du deuxième rendez-vous, une radiographie est réalisée à l'aide d'un marqueur radiographique de mesure, qui permet de connaître :

- ✓ La taille exacte du fragment,
- ✓ La distance entre le point de référence (la pointe de la cuspide distale) et l'apex de la racine distale,

CAS CLINIQUES

- ✓ La distance entre le point de référence et la limite supérieure du canal alvéolaire inférieur.

L'intervention est réalisée sous anesthésie locale. Un lambeau de pleine épaisseur est réalisé après une incision intra-sulculaire partant de la face mésiale de la 34 jusqu'à la face distale de la 37 où une décharge en vestibulaire est faite. Après avoir calculé et repéré le site de forage, une fenêtre osseuse est réalisée dans la corticale en regard de l'apex de la racine distale de la 36 (figure 130). Le bris instrumental est repéré et retiré à l'aide d'une pince à mors fins, une radiographie de contrôle confirme la dépose de la totalité du fragment (figure 131). Le canal distal est ensuite obturé par voie orthograde sous contrôle apical avec de la gutta percha chaude. Le site est alors cureté et nettoyé à l'aide d'une solution saline. Les copeaux osseux issus du forage sont utilisés pour combler le site avant repositionnement et suture du lambeau. Un traitement endodontique conventionnel sur les canaux mésiaux est réalisé sous digue, la dent est ensuite restaurée coronairement. 6 mois après, la symptomatologie a disparu et la radiographie de contrôle montre un début de régénération osseuse.



Figure 130 : la fenêtre osseuse en regard de l'apex de la racine distale de la 36



Figure 131 : la radiographie de contrôle qui confirme la dépose de la totalité du fragment et obturation du canal D

Cas clinique n°4 : Retrait instrumental à l'aide de la trousse de Masserann® [210]

Une patiente de 65 ans nous est adressée pour un instrument brisé dans son incisive latérale maxillaire droite (fig. 132). Une brève tentative aux ultrasons et avec un IRS (instrument removal system) se solde par un échec. Il est décidé d'utiliser le Masserann micro-endo-kit.

Un forêt trépan est utilisé manuellement pour dégager la tête de l'instrument fracturé (fig.133). Une fois cette action réalisée, le tube creux de préhension est présenté sur la tête du fragment métallique (fig.134). Le pointeau est alors vissé en sens antihoraire (fig.135). L'instrument bloqué dans la pince est alors dévissé et retiré du canal (fig.136). La mise en forme est alors reprise, sous irrigation abondante, et le canal est obturé par thermo-compactage de gutta (fig.137). L'obturation objective bien la perte de substance dentinaire entraînée par cet appareillage.



Figure 132 : Radiographie préopératoire : un instrument est fracturé sur toute la hauteur du canal de la 12.



Figure 133 : Utilisation du forêt trépan pour dégager la tête du fragment brisé et sa radiographie en place.

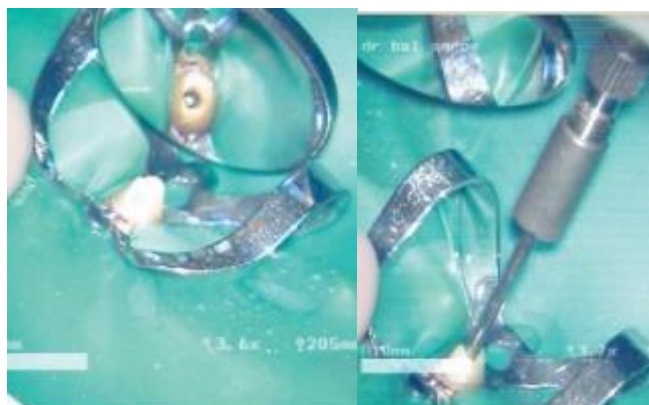


Figure 134 : La tête du fragment est dégagée et donc la Mise en place du tube creux.

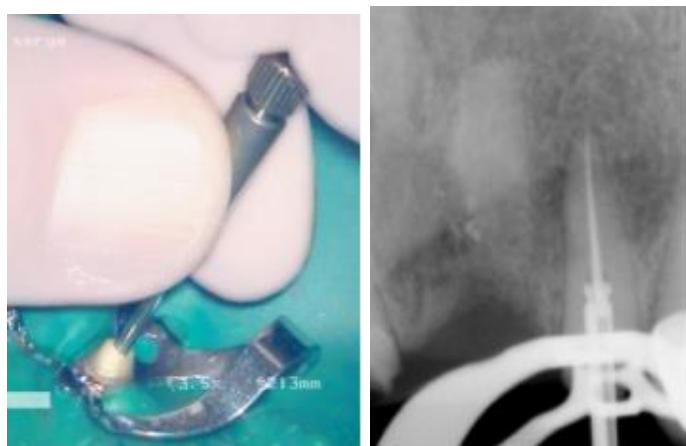


Figure 135 : Vissage du pointeau dans le sens antihoraire et la prise d'une Radiographie où l'on voit bien le pointeau qui coince l'instrument dans l'étranglement du tube creux.

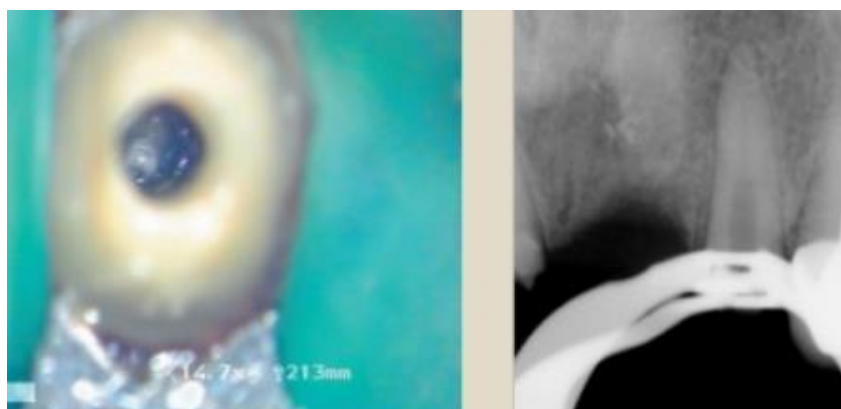


Figure 136 : Canal libéré et la Radiographie du canal après retrait du fragment



Figure 137 : Radiographie de l'obturation par thermo-compactage. Noter l'importance du délabrement inhérent à cette technique.

CONCLUSION

La fracture instrumentale est un phénomène imprédictible, complexe et multifactoriel dont la complexité des mécanismes permet rarement l'identification des facteurs en cause.

La formation continue du praticien et la mise à jour de ses connaissances sont donc des prérequis indispensables dans la prévention des fractures. Par ailleurs, Une connaissance parfaite des instruments endodontiques employés et leurs indications permet au praticien de les utiliser à bon escient. Cela consiste à suivre scrupuleusement les recommandations du fabriquant.

D'autre part, la compréhension de l'anatomie dentaire et radiculaire en particulier donne au praticien la possibilité de réduire au maximum les contraintes sur les instruments et diminuer par l'occasion le risque de fracture instrumentale.

L'observation clinique appuyée par des clichés radiographiques constitue un outil précieux pour arriver à une analyse précise permettant une prise de décision adaptée.

L'opérateur peut dès lors faire appel à l'imagerie tomographique pour objectiver le bris instrumental de manière tridimensionnelle et sa relation avec les structures voisines.

Les patients doivent être informés si y'a une fracture d'instruments pendant le traitement ou si un instrument fracturé est découvert pendant un examen radiographique de routine.

L'avènement du microscope opératoire et des inserts endodontiques ultrasoniques a permis une avancée considérable dans la prise en charge des fractures instrumentales.

Ces outils donnent aujourd'hui la possibilité de travailler de plus en plus loin dans le système canalaire avec moins de délabrement des tissus dentaires.

Les instruments fracturés peuvent être retirés par une variété de méthodes. Bien que beaucoup de ces techniques ont été décrits comme ayant réussi, ils nécessitent l'utilisation compétente du microscope opératoire et généralement pris en compte dans la mission du spécialiste endodontique.

Pour que la dépose du bris instrumental soit possible, le praticien doit disposer d'un plateau technique approprié associé à une connaissance parfaite de la méthode de dépose employée. Dans le cas contraire, il devra adresser son patient à une personne compétente.

Le retrait d'un instrument peut être coûteux en termes de temps et d'équipement et par conséquent, une analyse coûts-avantages du traitement devrait être envisagé avant de choisir un traitement définitif pour le patient.

Enfin, quelle que soit la décision prise par le praticien, un suivi clinique régulier du patient permettra de surveiller l'évolution et d'intervenir en cas de complication.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) Fanelli G, Mokhbi J, Lombry Y, Pocholle P, Louise T, Saint-Pierre F. Traitement Endodontique Rapport D'évaluation Technologique [Internet]. 2008. Disponible Sur: [Http://Www.Has-Sante.Fr](http://www.has-sante.fr).
- 2) Lin C, Xu L, Chen Y, Liang Y, Chen X, Lin Y, Et Al. A Statistical Model For Predicting The Retrieval Rate Of Separated Instruments And Clinical Decision Making. J Dent Sci. Déc 2015;10(4):423-30.
- 3) Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors Affecting The Long-Term Results Of Endodontic Treatment. J Endod 1990;16:498-504.
- 4) Spili P, Parashos P, Messer HH. The Impact Of Instrument Fracture On Outcome Of Endodontic Treatment. J Endod 2005;31:845-50
- 5) Arnaud Eble. La Fracture Des Instruments D'endodontie En Nickel-Titane. Sciences Du Vivant [Q-Bio].
- 6) Karmi.M, Merni.H, Dhaimy.S, Jabri.M, El Ouzzani.A, Fracture Des Instruments Au Cours Du Traitement Endodontique : Technique De Retrait Et Moyens De Prévention. African Journal Of Dentistry & Implantology, 2013, No 2
- 7) Par Alain Gambiez, Lieven Robberecht, Marc Linez, Thibault Bécavin ; Anatomie Endodontique : Savoir Identifier Les Pièges Et Les Prendre En Charge ; Publié Le 02.12.2022. Paru Dans Réalités Cliniques N°4 - 15 Décembre 2022 (Page 22-41)
- 8) Sashi Nallapati, « Anatomie Canalaire Et Traitement Endodontique, A Review Of Root Canal Anatomy & Clinical Management », Revue D'odonto-Stomatologie, 39:239-262 , USA, Novembre 2010.
- 9) S. SIMON . G. CARON . Endodontie De A A Z ;Chapitre 9. Champ Opérateur, Préparation Pré-Endodontique Et Cavité D'accès.
- 10) Cours DIUE 2005 ;Anatomie Radiculaire Et Canalaire Page 3 .
- 11) Ahmed H, Versiani M, De Dues G, Dummer PMH. NEW SYSTEM FOR CLASSIFYING ROOT AND ROOT CANAL MORPHOLOGY. INTERNATIONAL ENDODONTIC JOURNAL, 2016.
- 12) Cantatore G. L'irrigation De L'endodonte: Importance Dans Le Nettoyage Et La Stérilisation Du Réseau Canalaire. Real. Clin, 2001; 12(2): 185-201.
- 13) De Deus QG. Frequency, Location And Direction Of The Lateral, Secondary, Accessory Canals. J. Endod, 1975; 1: 361-366.
- 14) Baron P. Hydroxyde De Calcium. Inf. Dent, 1975 ; (57) : 29-46

- 15) Anatomie Endodontique Et Imagerie, [Cour] ENSEIGNEMENTS DIRIGES D'ODONTOLOGIE CONSERVATRICE DCEO 1, Paris Descartes.
- 16) Béranger Bodereau. La Cavité D'accès En Endodontie : Réalisation De Vidéos De Démonstration. Médecine Humaine Et Pathologie. 2016. Dumas-01471026f. <https://Dumas.Ccsd.Cnrs.Fr/Dumas-01471026>.
- 17) Elsevier Masson SAS, 65, Rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-Les-Moulineaux Cedex, France Anatomie Dentaire, De Françoise Tilotta, Alain Lautrou Et Gérard Lévy
- 18) Hulsmann M. Mandibular First Premolar With Three Root Canals. Endodontics And Dental Traumatology 6, 189-91 (1990).
- 19) Manning SA. Root Canal Anatomy Of Mandibular Second Molars. Part I. International Endodontic Journal 23, 34-9 (1990).
- 20) Mohamed Fayad, Bradford R. Johnson, "3D Imaging In Endodontics, A New Era In Diagnosis And Treatment", © Springer International Publishing, Switzerland, 2016.
- 21) Giacomo Garlaschi, Pietro Caruso, Enzo Silvestri, Luca Maria Sconfienza, "CONE BEAM CT And 3D IMAGING A Pratical Guide", Springer, Verlag Italia, 2014.
- 22) Bettina Basrani, "Endodontic Radiology", Second Edition, USA, 2012.
- 23) S. Patel, C. Durack, F. Abella, H. Shemesh, M. Roig & K. Lemberg, "Cone Beam Computed Tomography In Endodontics", International Endodontic Journal, USA, February 2014.
- 24) Ana Caroline Ramos Brito, Francielle Silvestre Verner, Rafael Binatojunqueira, Mayra Cristina Yamasaki, Msc, Polyanemazucato Queiroz, Msc, Deborah Queiroz Freitas, Christiano Oliveira-Santos, "Detection Of Fractured Endodontic Instruments In Root Canals : Comparison Between Different Digital Radiography Systems And Cone-Beam Computed Tomography", Clinical Research, 101016, USA, 2016
- 25) Estrela Et Al, "Frequency Of Root Canal Isthmi In Human Permanent Teeth Determined By Cone-Beam Computed Tomography", JOE. Endod, USA, 2015.
- 26) Gustavo De-Deus, Erick Miranda Souza, Bianca Barino, Janaina Maia, Renata Quintella Zamolyi, Claudia Reis, Anda Kfir, "The Self-Adjusting File Optimizes Debridement Quality In Oval-Shaped Root Canals", Basic Research-Technology, JOE, Volume 37, Number 5, USA, May 2011
- 27) Aqeel Al-Saedi, Bahaa Al-Bakhakh, Riad G AL-Taee, "Using Cone-Beam Computed Tomography To Determine The Prevalence Of The Second Mesio Buccal Canal In Maxillary First Molar Teeth In A Sample Of An Iraqi Population", Clin Cosmet Investing Dent, 12: 505–514, USA, Nov 2020.

- 28) Heeresh Shetty, Subodh Sontakke, Frenykarjodkar, Pankaj Gupta, Ashish Mandwe, K.S Banga, "A Cone Beam Computed Tomography (CBCT) Evaluation Of MB2 Canals In Endodontically Treated Permanent Maxillary Molars. A Retrospective Study In Indian Population", J Clin Exp Dentv, 9(1), USA, Jan 2017.
- 29) Evan A Lynn, "Conventional Root Canal Therapy Of C-Shaped Mandibular Second Molar. A Case Report", N Y State Dent J, 72(6):32-4, USA, Nov 2006.
- 30) Agence Nationale Pour Le Développement De L'évaluation Médicale(Andem). Recommandations Et Références Dentaires. Paris ; 1996.
- 31) Chevalier V., Arbab-Chirani S., Calloch S. Instrumentation Canalaire De Préparation.Emc (Elsevier Masson Sas, Paris), Médecine Buccale, 28-725-A-10, 2010.
- 32) Martin D, Amor J, Machtou P. Endodontie Mécanisée. Le Système Protaper® : Principes Et Guide D'utilisation. Rev Odontostomatol (Paris) 2002;31:33-42.
- 33) Medionie. E, Instrumentation Endodontique. Emc, Odontologie 23-050-A608. 1995, P6.
- 34) Darabara M, Bourithis L, Zinelis S, Papadimitriou G. Assessment Of Elemental Composition, Microstructure, And Hardness Of Stainless Steel Endodontic Files And Reamers. J Endod 2004;30:523-7.
- 35) Berveiller M, Patoor E. Comportement Thermomécanique Des Matériaux Usuels Et Des Alliages A Mémoire De Forme. Technologie Des Alliages A Mémoire De Forme. Paris: Hermès;1994
- 36) Schäfer E Relationship Between Design Features Of Endodontic Instruments And Their Propreties Part 2, Instruments Of Curved Canal, Journal Of Endodonties 1999
- 37) Ingle JI, Levine M. The Need For Uniformity Of Endodontic Instruments, Equipment And Filling Materials. In: Grossman Li Editor. Transactions Of The Second International Conference On Endodontics. Philadelphia:University Of Pennsylvania Press; 1958. P. 123-40.
- 38) Stéphane Simon, Pierre Machtou, Wilhelm-Joseph Pertot.2020. Endodontie 2 Eme Edition : Chapitre 14 : Mise En Forme Et Nettoyage Du Système Canalaire (Instruments Manuels Ou Mécanisés) Page 277-278.
- 39) L, Sabala (1988) Instrumentation Of Curved Canals Using A Modified Tipped Instrument: A Comparison Study
- 40) Fs Weine (1975) Journal Of Endodontics
- 41) Collège National Des Enseignants En Odontologie Conservatrice Et Endodontie (Cneoc). Dictionnaire Francophone Des Termes D'odontologie Conservatrice. Paris: Editions Snpmd; 2004.

- 42) Tronstad L. Endodontie Clinique. Paris: Flammarion Médecine Sciences; 1996 .
- 43) Schäfer E., Hope W. Root Canal Instruments Made From Titanium-Aluminium, Nickel-Titanium Or Stainless Steel. Dent. World, 104:612, 1995
- 44) Saunders Em. Hand Instrumentation In Root Canal Preparation. Endod Topics 2005;10:163-7
- 45) Critical Evaluation Of Root Canal Transportation By Instrumentation Sebastian Bürklein Edgar Schäfer 2013
- 46) Krell Kv. Endodontic Instruments. In: Torabinejad M, Walton Re, Editors. Endodontics: Principles And Practice. St Louis: Saunderselsevier; 2009. P. 204-15.
- 47) J B Roane, C L Sabala, M G Duncanson Jr The "Balanced Force" Concept For Instrumentation Of Curved Canals
- 48) Marshall Fj, Papin J. A Crown-Down Pressureless Preparation Root Canal Enlargement Technique. Technique Manual. Portland: Or: Oregon Health Sciences University; 1980.
- 49) Http://Cms.Kometdental.De/Fileadmin/_Migrated/Media/413124_Kf_F6_Skytaper.Pdf
(Accessed June 10, 2016)
- 50) Gavini, Santos M, Caldeira CL, Machado MEL, Freire LG, Iglecias EF Et Al. Nickel Titanium Instruments In Endodontics: A Concise Review Of The State Of The Art. Publié Le 29 Mai 2018, Brazil
- 51) S, Simon ; Le Traitement Endodontique ; 2010
- 52) L, Tronstad (1992) Recent Development In Endodontic Research
- 53) <Www.Lescoursdentaire.Info/802html.Html>
- 54) Ricci C., Naaman A., Claisse-Crinquette A. Les Instruments En Nickel Titane : Les Quantec™ Série 2000. Rev. Odontostomatol., 28:65-72, 1999
- 55) SCHÄFER E., DZEPINA A., DANESH G. Bending Properties Of Rotary Nickel-Titanium Instruments. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod, 96:757-63, 2003
- 56) Calas P, Vulcain Jm. Le Concept Du Hero 642. Rev Odontostomatol (Paris) 1999;28:47-55.
- 57) Dieter GE. Mechanical Metallurgy. London : Mcgraw-Hill Book ; 1961. Chapter 7,Fracture ; 190-1.
- 58) Fernández-Pazos G, Martín-Biedma B, Varela-Patiño P, Ruíz-Piñón M, Castelo-Baz P. Fracture And Deformation Of Protaper Next Instruments After Clinical Use. J Clin Exp Dent. 2018;10(11):E1091-5.

- 59) Gambarini G. Cyclic Fatigue Of Profile Rotary Instruments After Prolonged Clinical Use. *Int Endod J.* 2001;34(5):386-9.
- 60) SIQUEIRA J.F. Aetiology Of Root Canal Treatment Failure: Why Well Treated Teeth Can Fail ? *International Endodontic Journal* 2001; 34: 1-10.
- 61) Arnaud EBLE ; Prévenir Et Traiter La Fracture Des Instruments Endodontiques En Niti (Nickel-Titane), *Actualités Odonto-Stomatologiques* N° 258 -Juin 2012 .
- 62) J'ai Cassé Un Instrument Endo ! ; Patrick BOGAERTS (Avec L'aide De Michel DEVRIESE) ; Société De Médecine Dentaire Asbl
- 63) Mcguigan MB, Louca C, Duncan HF. The Impact Of Fractured Endodontic Instruments On Treatment Outcome. *Br Dent J.* Mars 2013;214(6):285-9.
- 64) Mémoire « Traitement Endodontique: Perspectives, Echecs Et Succès. » Encadré Par : Dr Ait Younes Katia, 2016/2017.
- 65) Grossman LI. Guidelines For The Prevention Of Fracture Of Root Canal Instruments. *Oral Surg* 1968;28:746
- 66) Cheung GSP, Peng B, Bian Z, Shen Y, Darvell BW. Defects In Protaper S1 Instruments After Clinical Use: Fractographic Examination. *Int Endod J.* 2005;38(11):802-9. Shen Y, Cheung GS-P, Bian Z, Peng B. Comparison Of Defects In Profile And Protaper Systems After Clinical Use. *J Endod.* 2006;32 (1):61-5
- 67) Ungerechts C, Bårdsen A, Fristad I. Instrument Fracture In Root Canals - Where, Why, When And What? A Study From A Student Clinic. *Int Endod J.* 2014;47(2):183-90.
- 68) Mullane E. Tips To Avoid Instrument Separation In Endodontics. *Journal Of The Irish Dental Association.* Aou/Sept 2015;61(4):192-194.
- 69) Plotino G, Grande NM, Porciani PF. Deformation And Fracture Incidence Of Reciproc Instruments: A Clinical Evaluation. *Int Endod J.* Février 2015;48(2):199-205.
- 70) Lin C, Xu L, Chen Y, Liang Y, Chen X, Lin Y, Et Al. A Statistical Model For Predicting The Retrieval Rate Of Separated Instruments And Clinical Decisionmaking. *J Dent Sci.* Déc 2015;10(4):423-30.
- 71) Mcguigan MB, Louca C, Duncan HF. Clinical Decision-Making After Endodontic Instrument Fracture. *BDJ.* 26 Avr 2013;214(8):395-400.
- 72) Mcguigan MB, Louca C, Duncan HF. Endodontic Instrument Fracture: Causes And Prevention. *Br Dent J.* Avr 2013;214(7):341-8.
- 73) Theodor Lambrianidis , Editor. *Management Of Fractured Endodontic Instruments: Mechanisms Of Instrument Failure.* Aristotle University Of Thessaloniki; School Of Dentistry, Thessaloniki, Greece, 2018

- 74) Clara Pavia. Expérience De La Fracture Instrumentale En Endodontie : Enquête Auprès D'étudiants En Odontologie. Chirurgie. 2019. Ffdumas-02466857f
- 75) Kim H-C, Kwak S-W, Cheung GS-P, Ko D-H, Chung S-M, Lee W. Cyclic Fatigue And Torsional Resistance Of Two New Nickel-Titanium Instruments Used In Reciprocation Motion: Reciproc Versus Waveone. J Endod. Avr 2012;38(4):541 4.
- 76) Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An Initial Investigation Of The Bending And Torsional Properties Of Nitinol Root Canal Files. J Endod. Juill 1988;14(7):346 51.
- 77) Ayyoub Saad. La Fracture Instrumentale En Endodontie : Conduite A Tenir. Sciences Du Vivant [Q-Bio].2017. Ffhal-01932307
- 78) M. B. Mc Guigan,C, Louca ,H. F. Duncan ; Endodontic Instrument Fracture: Causes And Prevention ; British Dental Journal Volume 214 No. 7 Apr 13 2013
- 79) Schäfer E., Hickel R., Geurtsen W., Heidemann D., Löst C., Petschelt A., Raab W. Stellungnahme Der Dgzmk Und Der DgZ: Wurzelkanalaufbereitungen. Dtsch Zahnärztl Z, 55:719-721, 2000.
- 80) Weine .G, Risk.E , Complications Des Traitements Radiculaires ;Emc 1994. Les Accidents De Mise En Forme Canalaire .J.Dent Med 2004
- 81) Tronstad .L ; Laurichesse .J -Endodontie Clinique 1993. ; Paris
- 82) Gautier Bon. Les Instruments De Rotation Continue En Endodontie : Les Spécificités Du Système Race®FKG. Sciences Du Vivant [Q-Bio]. 2013. Ffhal-01732465f .
- 83) Parashos.P, Rotary NITI Instruments Fracture And Its Consequences. J Endod, 2006, 32(11).
- 84) Catherine BLANC, Juriste Et Dr Patrick MARCHAND, Responsabilité Civile Professionnelle Et Fractures Instrumentales Endodontiques ; Comité Dentaire MACSF - Le Sou Médical ; Le 29.03.2021 .
- 85) GUILFORD WL; LEMONS JE; ELEAZER PD. A Comparison Of Torque Required To Fracture Rotary Files With Tips Bound In Simulated Curved Canal J. Endod., 2005, 31(6): 468-70).
- 86) SHEN Y ; CHEUNG GS ; BIAN Z ; PENG B. Comparison Of Defects In Profile And Protaper Systems After Clinical Use J. Endod., 2006, 32(1) : 61-5).
- 87) Mcevily AJ. Metal Failures: Mechanisms, Analysis, Prevention. New York: John Wiley & Sons, Inc.; 2002b. Chapter 5, Brittle And Ductile Fractures; P102–4.
- 88) Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. SEM Observations Of Nickel Titanium Rotary Endodontic Instruments That Fractured During Clinical Use. J Endod 2005;31:40–3.

- 89) Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic Fatigue Testing Of Nickel-Titanium Endodontic Instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.
- 90) Ullmann CJ, Peters OA. Effect Of Cyclic Fatigue On Static Fracture Loads In Protaper Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endod* 2005;31:183–6.
- 91) Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects In Rotary Nickel-Titanium Files After Clinical Use. *J Endod*. 2000;26(3):161–165
- 92) NO Varghese, Rajesh Pillai, U-Nu Sujathen, Shan Sainudeen, Abe Antony, Sinju Paul, “Resistance To Torsional Failure And Cyclic Fatigue Resistance Of Protaper Next, Waveone, And Mtwo Files In Continuous And Reciprocating Motion: An In Vitro Study”, *Journal Of Conservative Dentistry*, 10.4103, India, 2016
- 93) Günday M, Sazak H, Garip Y. A Comparative Study Of Three Different Root Canal Curvature Measurement Techniques And Measuring The Canal Access Angle In Curved Canals. *J Endod* 2005;31:796–8.
- 94) Pertot WJ, Pommel L. Mise En Forme Et Nettoyage Du Système Canalaire. Dans :Simon S, Machtou P, Pertot WJ. *Endodontie*. Paris : Cdp ; 2012. 187–217
- 95) Haïkel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic And Cyclic Fatigue Of Engine-Driven Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments. *J Endod*. 1999; 25(6): 434 40.
- 96) Eugenio Pedulla, Nicola M. Grande, Gianluca Plotino, Alfiopappalardo, Ernesto Rapisarda, “Cyclic Fatigue Resistance Of Three Different Nickel-Titanium Instruments After Immersion In Sodium Hypochlorite”, *Basic Research-Technology*”, 10.1016, USA, Aout 2011
- 97) Martín B, Zelada G, Varela P, Bahillo JG, Magán F, Ahn S, Et Al. Factors Influencing The Fracture Of Nickel-Titanium Rotary Instruments. *Int Endod J*. Avr 2003;36(4):262 6
- 98) Bahia MGA, Buono VTL. Decrease In The Fatigue Resistance Of Nickel-Titanium Rotary Instruments After Clinical Use In Curved Root Canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. Août 2005;100(2):249 55.
- 99) Rowan MB, Nicholls JI, Steiner J. Torsional Properties Of Stainless Steel And Nickel-Titanium Endodontic Files. *J Endod*. 1996; 22(7): 341 5.
- 100) Smith A, Dickson M, Aitken J, Bagg J. Contaminated Dental Instruments. *J Hosp Infect*. Juill 2002;51(3):233 5.
- 101) Sonntag D, Peters OA. Effect Of Prion Decontamination Protocols On Nickel-Titanium Rotary Surfaces. *J Endod*. Avr 2007;33(4):442 6.

- 102) Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Et Coll. Fatigue Resistance Of Engine-Driven Rotary Nickel-Titanium Instruments Produced By New Manufacturing Methods. *J Endod.* 2008; 34(8): 1003 5.
- 103) Shen Y, Riyahi AM, Campbell L, Zhou H, Du T, Wang Z, Et Al. Effect Of A Combination Of Torsional And Cyclic Fatigue Preloading On The Fracture Behavior Of K3 And K3XF Instruments. *J Endod.* Avr 2015;41(4):526 30.
- 104) JORDAN L, ROCHER P. Les Alliages Nickel-Titane (Niti). Société Francophone De Biomateriaux Dentaires. Support De Cours (Version PDF) 2009-2010. [Http://Campus.Cerimes.Fr/Odontologie/Enseignement/Chap16/Site/Html/Cours.Pdf](http://Campus.Cerimes.Fr/Odontologie/Enseignement/Chap16/Site/Html/Cours.Pdf) (Consulté Le 18/02/2015).
- 105) Duval A. 2009. « Modélisation Du Comportement Thermomécanique D'alliages A Mémoire De Forme. Application Au Dimensionnement De Microsystèmes Et Extension En Non Local. » [Thèse De Doctorat]. [Nancy] : Université Henri Poincaré Nancy I - Laboratoire d'Énergétique Et De Mécanique Théorique Et Appliquée ; 2009. 146.
- 106) Madarati A.A., Watts D.C., Et Qualtrough A.J.E. 2008. « Opinions And Attitudes Of Endodontists And General Dental Practitioners In The UK Towards The Intracanal Fracture Of Endodontic Instruments: Part 1 ». *International Endodontic Journal* 41 (8): 693 701.
- 107) Wolcott J, Himel VT. Torsional Properties Of Nickel-Titanium Versus Stainless Steel Endodontic Files. *J Endod* 1997;23:217–20.
- 108) Guilford WL, Lemons JE, Eleazer PD. A Comparison Of Torque Required To Fracture Rotary Files With Tips Bound In Simulated Curved Canal. *J Endod* 2005;31:468–70.
- 109) Jintao Wu GL. Instrument Separation Analysis Of Multi-Used Protaper Universal Rotary System During Root Canal Therapy. *J Endod.* 2011;37(6):758 763.
- 110) Nguyen HH, Fong H, Paranjpe A, Flake NM, Johnson JD, Peters OA. Evaluation Of The Resistance To Cyclic Fatigue Among Protaper Next, Protaper Universal, And Vortex Blue Rotary Instruments. *J Endod.* 2014;40(8):1190 3.
- 111) Tsujimoto M, Irifune Y, Tsujimoto Y, Yamada S, Watanabe I, Hayashi Y. Comparison Of Conventional And New-Generation Nickel-Titanium Files In Regard To Their Physical Properties. *J Endod.* 2014;40(11):1824 1829.
- 112) Schäfer E., Et Tepel J. 2001. « Relationship Between Design Features Of Endodontic Instruments And Their Properties. Part 3. Resistance To Bending And Fracture ». *Journal Of Endodontics* 27 (4): 299 303. Doi:10.1097/00004770- 200104000-00018.

- 113) Peters OA, Roehlike JO, Baumann MA. Effect Of Immersion In Sodium Hypochlorite On Torque And Fatigue Resistance Of Nickel-Titanium Instruments. *J Endod.* 2007;33(5):589-593.
- 114) Elnaghy AM, Elsaka SE. Assessment Of The Mechanical Properties Of Protaper Next Nickel-Titanium Rotary Files. *J Endod.* 2014;40(11):1830-1834.
- 115) Wolcott S, Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Et Al. Separation Incidence Of Protaper Rotary Instruments: A Large Cohort Clinical Evaluation. *J Endod* 2006;32:1139-41
- 116) Nguyen HH, Fong H, Paranjpe A, Flake NM, Johnson JD, Peters OA. Evaluation Of The Resistance To Cyclic Fatigue Among Protaper Next, Protaper Universal, And Vortex Blue Rotary Instruments. *J Endod* 2014;40:1190-3.
- 117) Kuhn G., Et Jordan L.. 2002. « Fatigue And Mechanical Properties Of Nickel-Titanium Endodontic Instruments ». *Journal Of Endodontics* 28 (10): 716-20. Doi:10.1097/00004770-200210000-00009.
- 118) Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, Phillips G, Johnson WB. Effects Of Raw Material And Rotational Speed On The Cyclic Fatigue Of Profile Vortex Rotary Instruments. *J Endod* 2010;36:1205-9.
- 119) Yared G. Canal Preparation Using Only One Ni-Ti Rotary Instrument: Preliminary Observations. *Int Endod J. Avr* 2008;41(4):339-44.
- 120) Khasnis S, Kar P, Kamal A, Patil J. Rotary Science And Its Impact On Instrument Separation: A Focused Review. *J Conserv Dent.* 2018;21(2):116-124.
- 121) De-Deus G, Moreira E JL, Lopes HP, Elias CN. Extended Cyclic Fatigue Life Of F2 Protaper Instruments Used In Reciprocating Movement: Cyclic Fatigue Life Of F2 Protaper Instrument. *Int Endod J. Déc* 2010;43(12):1063-8.
- 122) Kim J-W, Ha J-H, Cheung GS-P, Versluis A, Kwak S-W, Kim H-C. Safety Of The Factory Preset Rotation Angle Of Reciprocating Instruments. *J Endod.* 2014;40(10):1671-1675.
- 123) Al-Fouzan KS. Incidence Of Rotary Profile Instrument Fracture And The Potential For Bypassing In Vivo. *Int Endod J. Déc* 2003;36(12):864-7.
- 124) Berutti E, Angelini E, Rigolone M, Migliaretti G, Pasqualini D. Influence Of Sodium Hypochlorite On Fracture Properties And Corrosion Of Protaper Rotary Instruments. *Int Endod J* 2006;39:693-9.
- 125) PLOTINO G ; GRANDE NM ; CORDARO M ; TESTARELLI M ; GAMBARINI G. Influence Of The Shape Of Artificial Canals On The Fatigue Resistance Of Niti Rotary Instruments *Int. Endod. J.*, 2010, 43(1) : 69-75

- 126) Patiño PV, Biedma BM, Liébana CR, Cantatore G, Bahillo JG. The Influence Of A Manual Glide Path On The Separation Rate Of Niti Rotary Instruments. *J Endod* 2005;3:1146.
- 127) Booth JR, Scheetz JP, Lemons JE, Eleazer PD. A Comparison Of Torque Required To Fracture Three Different Nickel-Titanium Rotary Instruments Around Curves Of The Same Angle But Of Different Radius When Bound At The Tip. *J Endod* 2003;29:55–7.
- 128) Wu J, Lei G, Yan M, Yu Y, Yu J, Zhang G. Instrument Separation Analysis Of Multiused Protaper Universal Rotary System During Root Canal Therapy. *J Endod* 2011;37:758–63.
- 129) Peng B, Shen Y, Cheung GSP, Xia TJ. Defects In Protaper S1 Instruments After Clinical Use: Longitudinal Examination. *Int Endod J* 2005;38:550–7.
- 130) Iqbal MK, Rafailov H, Kratchman SI, Karabucak B. A Comparison Of Three Methods For Preparing Centered Platforms Around Separated Instruments In Curved Canals. *J Endod* 2006;32:48–51.
- 131) Hülsmann M, Schinkel I. Influence Of Several Factors On The Success Or Failure Of Removal Of Fractured Instruments From The Root Canal. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:252–8.
- 132) Ward JR, Parashos P, Messer HH. Evaluation Of An Ultrasonic Technique To Remove Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments From Root Canals: Clinical Cases. *J Endod* 2003;29:764–7.
- 133) Solomonov M, Webber M, Keinan D. Fractured Endodontic Instrument: A Clinical Dilemma Retrieve, Bypass Or Entomb? *J Mich Dent Assoc* 2015;97:44–6.
- 134) Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. Protaper Rotary Root Canal Preparation: Effects Of Canal Anatomy On Final Shape Analysed By Micro CT. *Int Endod J* 2003;36:86–92. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence Of Manual Preflaring And Torque On The Failure Rate Of Protaper Rotary Instruments. *J Endod* 2004;30:228–30.
- 135) Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, Alovisei M, Cantatore G, Castellucci A, Et Al. Root Canal Anatomy Preservation Of Waveone Reciprocating Files With Or Without Glide Path. *J Endod* 2012;38:101–4.
- 136) 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. *Int Endod J* 2008c;41:1079–87.
- 137) Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors Influencing Defects Of Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments After Clinical Use. *J Endod* 2004;30:722–5.

- 138) Grossman LI. Guidelines For The Prevention Of Fracture Of Root Canal Instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;28:746–52.
- 139) Wolcott S, Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Et Al. Separation Incidence Of Protaper Rotary Instruments: A Large Cohort Clinical Evaluation. *J Endod* 2006;32:1139–41.
- 140) 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. *Int Endod J* 2008c;41:1079–87.
- 141) Madarati AA, Qualtrough AJ, Watts DC. Factors Affecting Temperature Rise On The External Root Surface During Ultrasonic Retrieval Of Intracanal Separated Files. *J Endod* 2008a;34:1089–92.
- 142) Li U-M, Lee B-S, Shih C-T, Lan W-H, Lin C-P. Cyclic Fatigue Of Endodontic Nickel Titanium Rotary Instruments: Static And Dynamic Tests. *J Endod* 2002;28:448–51.
- 143) Yared GM, Dagher FEB, Machtou P, Kulkarni GK. Influence Of Rotational Speed, Torque And Operator Proficiency On Failure Of Greater Taper Files. *Int Endod J* 2002;35:7–12.
- 144) Louisiana State University. Effects Of Manufacturing Techniques On Cyclic Fatigue And Torsional Properties Of Nickel-Titanium Rotary Endodontic Files. 2011. [Http://Www.Hyflexcm.Com/Devdownloads/Study_Abideresearchstudylsu_April2011.Pdf](http://www.hyflexcm.com/dev/downloads/study_abideresearchstudylsu_april2011.pdf) (Consulté Le 10/02/2015).
- 145) Khurana P, Khurana K. Effect Of Curvature Angle And Rotational Speed On Fracture Of Various Ni-Ti Rotary Files Used In Extracted Molars. *J Restor Dent*. 2013;1(2):49-54.
- 146) Guilford WL, Lemons JE, Eleazer PD. A Comparison Of Torque Required To Fracture Rotary Files With Tips Bound In Simulated Curved Canal. *J Endod*. 2005;31(6):468-470.
- 147) Generali L, Righi E, Todesca MV, Consolo U. Canal Shaping With Waveone Reciprocating Files: Influence Of Operator Experience On Instrument Breakage And Canal Preparation Time. *Odontology* 2014;102:217–22.
- 148) Mandel E, Adib-Yazdi M, Benhamou LM, Lachkar T, Mesgouez C, Sobel M. Rotary Ni-Ti Profile Systems For Preparing Curved Canals In Resin Blocks: Influence Of Operator On Instrument Breakage. *Int Endod J* 1999;32:436–43.
- 149) Mullane E. Tips To Avoid Instrument Separation In Endodontics. *Journal Of The Irish Dental Association*. Aou/Sept 2015;61(4):192-194.

- 150) 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.* Févr 2018;51(2):15763.
- 151) Ungerechts C, Bårdsen A, Fristad I. Instrument Fracture In Root Canals - Where, Why, When And What? A Study From A Student Clinic. *Int Endod J.* 2014;47(2):18390.
- 152) Vadhana S, Saravanakarthyayan B, Nandini S, Velmurugan N. Cyclic Fatigue Resistance Of Race And Mtwo Rotary Files In Continuous Rotation And Reciprocating Motion. *J Endod.* 2014;40(7):995 999.
- 153) Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D. Cyclic Fatigue Analysis Of Twisted File Rotary Niti Instruments Used In Reciprocating Motion. *Int Endod J.* 2012 ;45(9):802 806.
- 154) Gambarini G, Rubini AG, Al Sudani D, Gergi R, Culla A, De Angelis F, Et Al. Influence Of Different Angles Of Reciprocation On The Cyclic Fatigue Of Nickel-Titanium Endodontic Instruments 2012. *J Endod.* 2012;38(10):1408 1411.
- 155) Kim J-W, Ha J-H, Cheung GS-P, Versluis A, Kwak S-W, Kim H-C. Safety Of The Factory Preset Rotation Angle Of Reciprocating Instruments. *J Endod.* 2014;40(10):1671 1675.
- 156) Ha J-H, Kim S-R, Versluis A, Cheung GS-P, Kim J-W, Kim H-C. Elastic Limits In Torsion Of Reciprocating Nickel-Titanium Instruments. *J Endod.* 2015;41(5):715 719.
- 157) Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Pappalardo A, Rapisarda E. Cyclic Fatigue Resistance Of Three Different Nickel-Titanium Instruments After Immersion In Sodium Hypochlorite. *J Endod.* 2011;37(8):1139 1142.
- 158) Saber SE-DM. Factors Influencing The Fracture Of Rotary Nickel Titanium Instruments. *Endo (Lond Engl).* 2008;2(4):273-283.
- 159) Andrabi SM-U-N, Kumar A, Iftekhar H, Alam S. Retrieval Of A Separated Nickel-Titanium Instrument Using A Modified 18-Guage Needle And Cyanoacrylate Glue: A Case Report. *Restor Dent Endod.* 2013;38(2):93 97.
- 160) Oiknine M, Benizri J. Origine Des Fractures Et De L'usure Des Limes Ni-Ti En Endodontie. *Rev Odont Stomat* 2007;36:109-123.
- 161) Choksi D, Idnani B, Kalaria D, Patel RN. Management Of An Intracanal Separated Instrument: A Case Report. *Iran Endod J.* 2013;8(4):205 207.
- 162) Dahan S. Quiz : Le Retrait Des Instruments Fracturés. *Inf Dent* 2013;95(17/18):1-3.
- 163) AMZALAG A. Codes De La Relation Dentiste-Patient. Paris : Elsevier-Masson, 2007. Pp 31-44;60;71-75;111.
- 164) DURAND J. Les Formes De Communication. Ed Dunod, Paris 1988.

- 165) Agathe Ruga. L'abord Du Patient Au Cabinet Dentaire. Approche Psychologique Et Outils De Communication. Sciences Du Vivant [Q-Bio]. 2013. Ffhal-01738909
- 166) Béatrice Aknin ; L'évolution Du Devoir D'information Du Praticien Vis-A-Vis Du Patient, Aonews-Lemag.Fr - Avril 2020.
- 167) <https://www.conseil-national.medecin.fr/code-deontologie/devoirs-patients-art-32-55/article-35-information-patient>
- 168) <https://www.conseil-national.medecin.fr/medecin/exercice/linformation-patient>
- 169) Information Des Patients. Recommandations Destinées Aux Médecins , ANAES / Service Des Recommandations Et Références Professionnelles / 75640 Paris Cedex 13 , Mars 2000
- 170) Dr Beat Suter, Praxis Für Endodontologie, Présentation Succincte Des Fractures D'instruments Endodontiques ; SWISS DENTAL JOURNAL SSO VOL 127 3 P2017
- 171) Ruddle CJ. Nonsurgical Retreatment : Post & Broken Instrument Removal. J Endod 2004;30:827–45.
- 172) De Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, Et Al. Treatment Outcome In Endodontics: The Toronto Study--Phase 4: Initial Treatment. J Endod 2008;34:258–63.
- 173) Ruddle CJ. Broken Instrument Removal: The Endodontic Challenge. Dent Today 2002;21:70–81.
- 174) Suter B, Lussi A, Sequeira P. Probability Of Removing Fractured Instruments From Root Canals. Int Endod J 2005;38:112–23.
- 175) Hülsmann M. Methods For Removing Metal Obstructions From The Root Canal. Endod Dent Traumatol 1993;9:223–37.
- 176) Di Fiore PM, Genov KA, Komaroff E, Li Y, Lin L. Nickel-Titanium Rotary Instrument Fracture: A Clinical Practice Assessment. Int Endod J 2006;39:700–8.
- 177) Cujé J, Bargholz C, Hülsmann M. The Outcome Of Retained Instrument Removal In A Specialist Practice. Int Endod J 2010;43:545–54.
- 178) Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PMH. Management Of Intracanal Separated Instruments. J Endod 2013;39:569–81.
- 179) Madarati AA, Qualtrough AJE, Watts DC. A Microcomputed Tomography Scanning Study Of Root Canal Space: Changes After The Ultrasonic Removal Of Fractured Files. J Endod 2009a;35:125–8.

- 180) 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* 2004;98:605–10.
- 181) ROCCA JP-Eviction Ultrasonore D'un Bris D'instrument -Rev Frenodontie Vol 7, N 1, 1988-27-31
- 182) Dominique Martin ; Utilisation D'un Nouvel Extracteur Pour Instrument Fracture ; Cercle Parisien d'Endodontologie Appliquée ; L'INFORMATION DENTAIRE N° 11 - 17 Mars 2010
- 183) Hülsmann M, Schinkel I. Influence Of Several Factors On The Success Or Failure Of Removal Of Fractured Instruments From The Root Canal. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:252–8.
- 184) Nevaes G, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CE Da S. Success Rates For Removing Or Bypassing Fractured Instruments:A Prospective Clinical Study. *J Endod* 2012;38:442– 4
- 185) Simon S, Cooper P, Smith A, Picard B, Ifi CN, Berdal A. Evaluation Of A New Laboratory Model For Pulp Healing: Preliminary Study. *Int Endod J* 2008 ; 41 : 781-790.
- 186) Crump M C, Natkin E. Relationship Of A Broken Root Canal Instrument To Endodontic Case Prognosis:A Clinical Investigation. *J Am Dent* 1970; 80: 1341 1347.
- 187) Panitvisai P, Parunnit P, Sathorn C, Messer HH. Impact Of A Retained Instrument Ontreatment Outcome: A Systematic Review And Meta-Analysis. *J Endod* 2010;36:775–80.
- 188) Bergenholtz G, Dahlén G. Advances In The Study Of Endodontic Infections: Introduction. *Endod Top* 2004;9:1–4.
- 189) Nagai O, Tani N, Kayaba Y, Kodama S, Osada T. Ultrasonic Removal Of Broken Instruments In Root Canals. *Int Endod J* 1986;19:298–304.
- 190) Fors UG, Berg JO. Endodontic Treatment Of Root Canals Obstructed By Foreign Objects. *Int Endod J* 1986;19:2–10.
- 191) Mallet JP, Deveaux É. Aides Visuelles En Endodontie. Dans : Simon S, Machtou P, Pertot WJ. *Endodontie*. Paris : Cdp ; 2012. 451–69.
- 192) <https://www.thomas-dentaltools.com/pages/machtou-universal-post-remover-gonon-system-thomas-trousse-extracteur-de-pivots-gonon-la-depose-de-tenons-dentaires/>
- 193) <https://www.idweblogs.com/e-endo/depose-dun-tenon-anatomique-coule-laide-de-la-trousse-de-gonon/>
- 194) Stratégie D'éviction Des Instruments Brisés. Serge BAL (Lyon) Sandrine BOURBON KERISIT (Annecy) Faouzia BOUSSETTA (Lyon) .Clinic - Décembre 2005 - Vol. 26 .

- 195) Impact Of Different File Systems On The Amount Of Apically Extruded Debris During Endodontic Retreatment Temel Uzunoglu¹ And Sevincaktemur Turker² Eur J Dent. 2016 Apr;10(2): 210–214. Doi: 10.4103/1305-7456.178306
- 196) Terauchi Y, O’Leary L, Kikuchi I, Asanagi M, Yoshioka T, Kobayashi C, Et Al. Evaluation Of The Efficiency Of A New File Removal System In Comparison With Two Conventional Systems. J Endod 2007;33:585–8
- 197) Ruddle CJ. Micro-Endodontic Nonsurgical Retreatment. Dent Clin North Am 1997;41:429–54.
- 198) RECOMMANDATIONS ET RÉFÉRENCES DENTAIRE 1996 These Pour Le DIPLOME D’ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE Présentée Et Soutenue Publiquement Le 10 Décembre 2001
- 199) Feldman G, Solomon C, Notaro P, Moskowitz E. Retrieving Broken Endodontic Instruments. J Am Dent Assoc 1939 1974;88:588–91.
- 200) 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 2004;98:605–10.
- 201) Fors UG, Berg JO. A Method For The Removal Of Broken Endodontic Instruments From Root Canals. J Endod 1983;9:156–9.
- 202) Yu DG, Kimura Y, Tomita Y, Nakamura Y, Watanabe H, Matsumoto K. Study On Removal Effects Of Filling Materials And Broken Files From Root Canals Using Pulsed Nd:YAG Laser. J Clin Laser Med Surg 2000;18:23–8.
- 203) Ebihara A, Takashina M, Anjo T, Takeda A, Suda H. Removal Of Root Canal Obstructions Using Pulsed Nd:YAG Laser. Int Congr Ser 2003;1248:257–9.
- 204) Taschieri S, Machtou P, Rosano G, Weinstein T, Del Fabbro M. The Influence Of Previous Non-Surgical Re-Treatment On The Outcome Of Endodontic Surgery. Minerva Stomatol 2010;59:625–32. Dr Beat Suter, Praxis Für Endodontologie ,
- 205) Présentation Succincte Des Fractures D’instruments Endodontiques ; SWISS DENTAL JOURNAL SSO VOL 127 3 P2017
- 206) Peter Parashos , Management Of Fractured Endodontic Instruments , Prognosis Of Root Canal Treatment With Retained Instrument Fragment(S);Page 247
- 207) Michaels R. Bypassing A Fractured Instrument. Roots 2011; 7:24–6.
- 208) Ratna Meidyawati , Endang Suprastiwi , And Hasti Dwi Setiati. Broken File Retrieval In The Lower Right First Molar Using An Ultrasonic Instrument And Endodontic Micro

Forceps, Case Reports In Dentistry; Département De Dentisterie Conservatrice, Faculté De Médecine Dentaire, Université Indonesia, Indonesia, Publié 31 Octobre 2019.

209) Gandevivala A, Parekh B, Poplai G, Sayed A. Surgical Removal Of Fractured Endodontic Instrument In The Periapex Of Mandibular First Molar. J Int Oral Health JIOH 2014;6:85-8.

210) Serge BAL, Sandrine BOURBON KERISIT , Faouzia BOUSSETTA , CLI11026_P541_550_BAL 15/11/05 11:31 Page 546,Clinic - Décembre 2005 - Vol. 26

Liste des Abréviation

- ✓ HAS : Haute Autorité de Santé
- ✓ Ni-Ti: nickel -titane
- ✓ Micro CT: Micro computed tomography
- ✓ CBCT: Cône Beam computed tomography
- ✓ MV1 : Le canal mésio-vestibulaire 1
- ✓ MV2 : Le canal mésio-vestibulaire 2
- ✓ DV : disto-vestibulaire
- ✓ P : palatin
- ✓ AISI : Désignation américaine American Iron and Steel Institute
- ✓ AMF : des alliages à mémoire de forme
- ✓ AF : AUSTENITE FINISH
- ✓ FDI : la Fédération dentaire internationale
- ✓ ADA : American dental association
- ✓ TE : traitement endodontique
- ✓ FI : fracture instrumentale
- ✓ ISO : organisation internationale de normalisation
- ✓ SEM : scanning electron microscope
- ✓ MEB : microscope électronique à balayage
- ✓ FC : fatigue cyclique
- ✓ FF : fracture par flexion
- ✓ FT : fracture par torsion
- ✓ RA : région apicale
- ✓ RC : rotation continue
- ✓ RD : résistance à la déformation
- ✓ RF : résistance à la fracture
- ✓ RFC : résistance à la fatigue cyclique
- ✓ TE : traitement endodontique
- ✓ TM : transformation martensitique
- ✓ LIPOE : lésion inflammatoire péri radiculaire d'origine endodontique
- ✓ MO : Microscope opératoire
- ✓ IUS : inserts ultrasoniques
- ✓ FG : forets de Gates
- ✓ IRS : Instrument Removal System
- ✓ PA : parodontite apicale

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Variations et aberrations anatomiques rencontrées dans des racines dentaires.

Tableau 2 : Les trois instruments manuels de référence : lime K, lime H et broche n°35.

Tableau 3 : Incidence de la fracture instrumentale dans la littérature.

Tableau 4 : comparaison des caractéristiques des instruments Ni-Ti torsadés et usinés.

Tableau 5 : Taux de réussite des différentes techniques de retrait du bris instrumental, classées par ordre chronologique.

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : L'anatomie endodontique.

Figure 02 : Radiographie rétro alvéolaire des Molaires.

Figure 03 : Anatomie de la dent.

Figure 04 : classification de Wiene.

Figure 05 : classification de Petrucci.

Figure 06 : Variabilité de la cavité pulpaire pour chaque classe de dents.

Figure 07: planche anatomique de l'incisive centrale maxillaire (Burnes et Herbranson 1998).

Figure 08 : Coupes vestibule-linguales de la première prémolaire maxillaire.

Figure 09 : planche anatomique de la première molaire maxillaire (Burnes et Herbranson 1998).

Figure 10 : Anatomie interne de la troisième molaire maxillaire droite.

Figure 11 : planche anatomique de la première prémolaire mandibulaire (Burnes et Herbranson 1998).

Figure 12 : Coupe vestibulo-linguale de la deuxième prémolaire mandibulaire.

Figure 13 : Coupes vestibulo-linguales de la première molaire mandibulaire.

Figure 14 : la configuration du canal radiculaire des deuxièmes molaires mandibulaires.

Figure 15 : Coupes vestibulo-linguales de la troisième molaire mandibulaire droite.

Figure 16: CBCT montrant la reconstruction et l'illustration anatomique des dents.

Figure 17 : types de radiographies Dentaires.

Figure 18 : des images montrant la convergence des canaux au sein de la même racine pour former un isthme.

Figure 19 : une image montrant la difficulté d'atteindre les feuillets apicaux avec une lime endodontique No10.

Figure 20 : Exemples de reconstitution d'une première molaire supérieure obtenue à partir d'images provenant d'un CBCT montrant l'aire canalaire du canal MV1 ; MV2 disto-vestibulaire (DV) et palatin (P).

Figure 21 : (a) Deux fragments d'instruments NiTi au tiers apical dans un canal fortement courbé (canal en c).

Figure 22 : Angle et rayon de courbure mesurés selon (Pruett et al.1997). Les deux racines les canaux ont le même angle ($a_1 = a_2 = 60^\circ$) mais des rayons de courbure différents ($r_1 = 5$ mm, $r_2 = 2$ mm).

Figure 23 : obturation canalaire du canal MV (Le fragment de l'instrument peut être vu au tiers apical du canal en c).

Figure 24 : une lime endodontique.

Figure 25 : Le tire-nerf.

Figure 26 : lime k (Kerr).

Figure 27 : lime H (Hedström).

Figure 28 : limes Ni-Ti issues du système Pro Taper®.

Figure 29 : les forêts de Gates Glidden®.

Figure 30 : Les forêts Largo® .

Figure 31 : le contre angle Giromatic® (Micro-Mega®).

Figure 32 : le système PROTAPER UNIVERSAL (DENTSPLY-MAILLEFER).

Figure 33 : Les normes ISO.

Figure 34 : conicité majorée de système PRO TAPER.

Figure 35 : l'angle d'hélice d'une lime H.

Figure 36 : Angle de coupe.

Figure 37 : instruments HERO Shaper®, PreRaCe® et LightSpeed®.

Figure 38 : Exemples de fractures instrumentales.

Figure 39 : Extraction d'un instrument fracturé.

Figure 40 : Différents localisations des fractures instrumentales accompagnées des images

Figure 41 : fragments des limes endodontiques au niveau des canaux radiculaires des molaires.

Figure 42 : Fragment d'une aiguille spirale d'irrigation dans le canal MV d'une molaire.

Figure 43 : Fragments de charges en D'un bourre pate de lentulo.

Figure 44 : Canal radiculaire avec instrument Fracturé (fragment de pointe en argent.)

Figure 45 : fracture d'une fraise au niveau De l'entrée.

Figure 46 : Particules d'amalgame dans le canal D et un fragment d'instrument dans le canal MV D'une deuxième molaire mandibulaire droite.

Figure 47 : Fragment de l'extrémité entaillée d'une aiguille d'irrigation dans une canine.

Figure 48 : Fragment d'une brosse inter-dentaire dans la 12 exposée, conseillé par Son médecin-Dentiste pour nettoyer le canal.

Figure 49 : Une deuxième molaire maxillaire avec un petit fragment d'une lime H #30.

Figure 50 : Représentation schématique des complications potentielles dues à la rigidité de l'instrument endodontique en acier inoxydable.

Butée (a), perforation (b), déplacement interne (c) ou déchirure du foramen apical (d).

Figure 51 : Instruments manuels en acier avec distorsion et endommagement de la partie coupante qu'il faut les jeter.

Figure 52 : Image montrant limes H effacées après utilisation clinique due à une déformation plastique

Figure 53 : Défauts de rotation Signalés sur des instruments Ni-Ti aboutant à une fracture imminente.

Figure 54 : Aspect microscopique (MEB) d'une fracture ductile (A). Aspect en relief marqué par des micros lacunes (points noirs) et des fossettes (B).

Figure 55 : Types de fracture fragile.

Figure 56 : Faciès d'une rupture fragile transgranulaire en MEB.

Figure 57 : Faciès d'une fracture fragile inter-granulaire vu au MEB.

Figure 58 : Image au MEB montrant les déformations plastiques sur des limes soumises à une force de torsion : surenroulement (a) et déroulement (b) des spires

Figure 59 : Image au MEB de la pointe d'un instrument en Ni-Ti montrant des microcavités de surface après plusieurs cycles de stérilisation

Figure 60 : structure de l'austénite et le martensite d'un alliage Ni-Ti.

Figure 61 : déformation élastique de l'austénite sous l'effet d'une contrainte.

Figure 62 : Pourcentage de fracture suivant le type l'instrument utilisé.

Figure 63 : les différentes sections de coupe des instruments manuels en endodontie.

Figure 64 : représentation schématique de deux sections de coupe différentes ; Section triangulaire avec lames profondes (A) ; Section carrée avec des lames peu profondes mais un noyau central conséquent (B) (d'après : Poggio et coll., 2015)

Figure 65 : Section de coupe et la géométrie longitudinale des trois limes Ni-Ti : A: Profile .06/ # 30, B; ProTaper F3, C ProTaper Universal F3.

Figure 66 : Différentes longueurs d'instruments. Foret de Gates et foret de Largo (A); R-endo®, MICRO-MEGA (B) (les tiges ont la même longueur, seule la longueur de la lame active change) ; Twisted File®, SybronEndo (C) (source : Brochure respectives des instruments cités)

Figure 67 : le mouvement de réciprocité.

Figure 68 : exemple de dispositif expérimental simulant un canal artificiel.

Figure 69 : corrosion des limes en NiTi après immersion pendant la nuit dans le NaOCL 3%.

Figure 70 : illustration de l'angle de courbure de schneider

Figure 71 : Deux courbures radiculaire avec le même angle (α) et deux rayons de courbure différents r_1 , r_2 .

Figure 72 : Les éperons dentinaires décident de l'angle d'entrée canalaire (α), la contrainte de flexion est majorée en présence de courbure canalaire (β).

Figure 73 : La friction avec les parois canalaire empêche la lime d'avancer dans le canal. L'évasement coronaire permet de libérer l'instrument et d'atteindre la région apicale.

Figure 74 : Vue depuis le fauteuil dentaire par un patient : situation anxio-gène.

Figure 75 : Section de coupe radicaire ronde (A) et en 8 (B) (source : Madarati et coll., 2013)

Figure 76 : Le kit Endo Rescue 4601 (Komet)

Figure 77 : Absence d'intervention comme option de traitement pour les fragments révélés au hasard pendant l'examen radiographique péri apical.

Figure 78 : loupe dentaire

Figure 79 : Microscope opératoire (MO)

Figure 80 : illustration Schématique de la création de petit pli serré avec pince à coton.

Figure 81 : illustration Schématique de la technique manuelle By PASS

Figure 82 : lime K pré-plié pendant la tentative de contourner un fragment dans le tiers apical d'une racine distale d'une première molaire mandibulaire

Figure 83 : (a) Radiographie préopératoire d'une première molaire mandibulaire.
 (b) Radiographie avec un fragment dans le tiers apical du canal mésio-vestibulaire fracturé
 (c) Radiographie post-obturation immédiate après contournement du fragment jusqu'à la longueur désirée et l'obturation du canal radicaire avec Ca(OH)_2 pendant 2 semaines.
 (d,e) La radiographie de contrôle à 8 et 21 mois, respectivement, montre la guérison (Avec la permission de M. J. Molyvdas)

Figure 84 : la trousse de GONON

Figure 85 : protocole opératoire de la dépose d'un tenon anatomique coulé, à l'aide de la trousse de Gonon.

Figure 86 : Trousse Masserann complète avec une grande variété de forets trépan, de pinces de préhension, de jauges, de clés de serrage et de clés à main.

Figure 87 : Trousse simplifiée du mini Masserann.

Figure 88 : Micro-endo-kit Masserann (Micro-Méga).

Figure 89 : Illustration schématique de la récupération d'un instrument fracturé avec le kit de Masserann

Figure 90 : L'insert ET20 et l'insert ET25 du kit Endo Succes™ Retreatment (source : brochure Endo Success™ Retreatment, Satelec Aceton)

Figure 91 : Méthode d'approche (A), et de libération de l'instrument des contraintes pariétales (B, C) (source : Ruddle, 2004)

Figure 92 : Foret de Gates modifié, section de coupe modifiée

Figure 93 : Le Système de Canal Finder® , Endo thechnic, et son mode d'action

Figure 94 : Trousse de Terauchi (erauchi File Retrieval Kit)

Figure 95 : illustration schématique de la technique de Dr Terauchi.

Figure 96 : Instrument Removal Systeml'iRS® pour extraire un fragment situé apicalement.

Figure 97 : pince micro endodontique

Figure 98 : Pince de stieglitz coudée à gauche et pince de castro stieglitz à droite

Figure 99 : Illustration schématique du prélèvement d'un fragment avec la technique de préhension de la micro-pince.

Figure 101 : illustration shématique de la Technique de l'aiguille modifiée

Figure 102 : Technique des limes tressées (source : livre Endodontics (5ème ed) de Ingle JI et Bakland LK, page 648)

Figure 103 : Technique d'ablation d'un bris instrumental à l'aide d'un Laser.

Figure 104 : Situation clinique où le fragment est extra-apical, le fragment est éliminé et un bouchon apical du MTA est réalisé

Figure 105 : Étapes de retrait par voie rétrograde d'un bris instrumental situé dans le tiers apical en présence d'une LIPOE

Figure 106 : Illustration schématique de la gestion d'un long fragment s'étendant dans les tissus périapi cal.

Figure 107 : (a–d) Illustration schématique d'un cas où l'hémicsection est la seule option chirurgicale.

Figure 108 : (a–d) Illustration schématique de la gestion d'un fragment d'instrument avec racine

Figure 109 : (a) Radiographie préopératoire d'une deuxième molaire supérieure gauche avec une racine inadéquate traitement du canal et un fragment dans la racine palatine extrudant au-delà du foramen dans le sinus dans un Patient de 75 ans avec une santé générale compromise. (b) Image CBCT montrant une épaisseur caractéristique de la paroi interne (muqueuse) du sinus. (c) Racine palatale de la dent extraite

Figure 110 : (a) la tentative contourner le fragment avec une lime H, utilisée en mouvement de rotation, a entraîné une perforation radiculaire. (b): Etiologie d'une perforation lors d'une tentative de contournement d'un fragment: la lime est dirigée vers l'extérieur par la limite supérieure du fragment

Figure 111 : (a) aspect clinique d'une canine mandibulaire avec un fragment. (b-d): élimination excessive de structure dentaire lors de l'élimination du fragment par ultrasons. (e) fragment extrait.

Figure 112 : (a)une radiographie préopératoire montre un fragment fracturé au niveau du canal mésio-vestibulaire d'une molaire maxillaire. (b): lors du retrait réussi du fragment, un deuxième

instrument (lime H) s'est fracturé. Malgré cette deuxième fracture le canal radiculaire a pu être préparé et obturé jusqu'à son extrémité apicale.

Figure 113 : (a) une radiographie préopératoire d'une deuxième molaire maxillaire gauche avec un traitement du canal radiculaire inadéquat avec un fragment d'instrument d'environ 5mm de longueur au niveau du canal mésio-vestibulaire. (b): deuxième fracture du fragment d'origine lors des efforts pour le récupérer avec l'ultrasons sous le microscope opératoire dentaire.

Figure 114 : (a) radiographie préopératoire montrant un fragment dans la partie coronaire du canal radiculaire mésial. (b): le fragment a été retiré mais délogé dans le canal radiculaire distal. (c): le fragment peut être retiré à l'aide d'une pointe papier humide. (d) fragment supprimé.

Figure 115 : (a): pointe de gutta percha introduite dans un trajet sinusal, (b) la pointe de gutta identifie la dent 21 qui été abcédée et qui est l'origine de fistule. (c) une tentative de retrait a entrainer une perte massive de dentine rendant la dent irréparable et l'extrusion apicale du fragment.

Figure 116 : schéma explicatif de la relation entre fracture instrumentale et l'état de la pulpe

Figure 117 : schéma d'une 46 et une 45 fragilisées après la dépose d'un instrument fracturé

Figure 118 : Position du bris instrumental dans le canal

Figure 119 : Bris instrumental non visible au MO

Figure 120 : Lime K passant à côté du bris Instrumental.

Figure 121 : Radiographie maître-cône à gauche et radiographie de contrôle P.O à droite.

Figure 122 : caractéristique clinique préopératoire et radiographie préopératoire avec une lime fracturée dans le canal mésio-lingual.

Figure 123 : la lime fracturée visible à l'intérieur du canal (grossissement à l'aide du microscope dentaire)

Figure 124 : la position de la lime avec un instrument fracturé

Figure 125 : les inserts endodontiques de gauche à droite ET20, ET25 (Satelec, Acteon, France)

Figure 126 : à gauche : micro-pince endodontique, à droite : le fragment fracturé a été récupéré avec succès.

Figure 127 : restauration avec Ceramatage® onlay.

Figure 128 : une radiographie post opératoire de contrôle après un mois

Figure 129 : La radiographie préopératoire qui montre le fragment fracturé du Protaper® S2

Figure 130 : la fenêtre osseuse en regard de l'apex de la racine distale de la 36

Figure 131 : la radiographie de contrôle qui confirme la dépose de la totalité du fragment et obturation du canal D

Figure 132 : Radiographie préopératoire : un instrument est fracturé sur toute la hauteur du canal de la 12.

Figure 133 : Utilisation du foret trépan pour dégager la tête du fragment brisé et sa radiographie en place.

Figure 134 : La tête du fragment est dégagée et donc la Mise en place du tube creux.

Figure 135 : Vissage du pointeau dans le sens antihoraire et la prise d'une Radiographie où l'on voit bien le pointeau qui coince l'instrument dans l'étranglement du tube creux.

Figure 136 : Canal libéré et la Radiographie du canal après retrait du fragment

Figure 137 : Radiographie de l'obturation par thermo-compactage. Noter l'importance du délabrement inhérent à cette technique.

RESUME

Une fracture instrumentaire endodontique se produit lorsqu'un instrument endodontique, se casse ou se détache à l'intérieur du canal radiculaire. Cela peut être problématique car peut entraver la progression du traitement endodontique. La fracture instrumentale représente à elle seule 15% des complications en endodontie. La gestion des bris instrumentaux est effectivement rendue possible, notamment depuis la démocratisation des inserts ultrasoniques et du microscope opératoire en cabinet dentaire. Lorsqu'une fracture instrumentaire endodontique se produit, il est important de prendre des mesures pour gérer la situation. Voici quelques étapes générales qui peuvent être suivies :

Une radiographie pour évaluer l'emplacement et l'étendue de la fracture, une évaluation clinique pour évaluer les symptômes du patient, le dentiste déterminera le plan de traitement approprié. Dans d'autres cas, on opte à une chirurgie endodontique ou à une extraction dentaire. Le dentiste peut utiliser des techniques spéciales pour extraire l'instrument. Un suivi clinique régulier du patient permettra de surveiller l'évolution et d'intervenir en cas de complications.

Mots clés : Fracture instrumentale ; Endodontie ; Instrument ; Retrait, Traitement canalaire ; technique.

ABSTRACT

An endodontic instrument fracture occurs when an endodontic instrument breaks or comes loose inside the root canal. This can be problematic as it can hinder the progress of endodontic treatment. Instrumental fracture alone accounts for 15% of endodontic complications. The management of instrumental breaks is indeed made possible, especially since the democratization of ultrasonic inserts and surgical microscope in dental practice. When an endodontic instrumental fracture occurs, it is important to take steps to manage the situation. Here are some general steps that can be followed:

An x-ray to assess the location and extent of the fracture, a clinical assessment to assess the patient's symptoms, the dentist will determine the appropriate treatment plan. In other cases, endodontic surgery or dental extraction is used. The dentist may use special techniques to extract the instrument. evolution and to intervene in the event of complications.

Keywords: Instrumental fracture; Endodontics; Instrument; Removal, Root canal treatment; technical.

PROMOTRICE : Dr. GRIBALLAH.M

TELLACHE KHADIDJA : khadidjatellache51@gmail.com.

TAYANE RIHAB : tayanerihabrt@gmail.com.

ALLOUT CHAOUIA : alloutchaouia64@gmail.com.

NEMMOUCHI DJAZIA : djzianemmouchi@yahoo.com.

BELMEHDI MOHAMED : Belmehdimohamedabiessaadat@gmail.com.