

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA

N°



FACULTE DE MEDECINE DE BLIDA
DEPARTEMENT DE MEDECINE DENTAIRE

Mémoire de fin d'études
Pour l'obtention du
DIPLOME de DOCTEUR EN MEDECINE DENTAIRE
INTITULE

PREPARATION CANALAIRE EN TECHNIQUE
ROTATIVE

Présenté et soutenu publiquement le :
16.06.2015

Par les internes :
BOUALBANI Nesrine
KOUICI Mohamed Tahar
SAADI Fatima Zohra
Promotrice : Dr SMIDA

Jury composé de :
Présidente : Pr HADJI
Examinatrice : Dr CHARIF

REMERCIEMENTS

A notre maître et promotrice :

Docteur SMIDA

Chère maître, nous avons été très honorés de la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de diriger cette mémoire malgré vos multiples occupations.

Votre disponibilité nous a séduit, votre aide compétente qu'il nous a apportée, votre patience, confiance, encouragement, et votre œil critique qui nous a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire.

Nous vous prions, chère maître de bien vouloir trouver ici l'expression de notre grand respect et nos vifs remerciements.

A notre maître et présidente jury :

Professeur HADJI

Chère professeur, dès notre arrivée dans votre service, nous avons marqués par votre accueil et votre sens de responsabilité.

Merci d'avoir accepté malgré vos multiples occupations de présider le jury de ce travail.

Nous vous remercions pour votre disponibilité et conseils si précieux.

C'est une fierté pour nous, que d'avoir été un de vos élèves.

Vos qualités humaines ne nous ont pas échappé.

Veillez accepter, ici chère professeur l'expression de toute notre gratitude.

A notre maître et examinatrice :

Docteur CHARIF

L'accueil que vous avez réservé et la spontanéité avec laquelle vous avez accepté d'examiner notre travail. Votre rigueur dans le travail, votre conscience professionnelle fait de vous un praticien exemplaire.

Permettez nous, chère maître de vous adresser ici nos sincères remerciements.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs et les maîtres assistants de département de médecine dentaire de la faculté de médecine à l'université de SAAD DAHLEB BLIDA, pour leurs paroles, leurs écrits et leurs encadrements durant nos études.

Nous tenons également à remercier

Tout le personnel de clinique ZABANA, et de département de médecine dentaire, leurs aides nous a été d'un grand apport.

L'aboutissement de cette mémoire a aussi été encouragé par de nombreuses discussions avec des collègues, des spécialistes en médecine dentaire et en disciplines variées. D'autres personnes nous avoir aidés dans la recherche bibliographique.

DEDICACE

Merci mon Dieu de m'avoir donnée la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et te dire « YA ALLAH »

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère HASSIBA.

A mon père HAKIM, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A mon frère FARES et ma sœur MARWA qui ont m'a aidé à surmonter toutes les difficultés rencontrées durant toutes mes années d'étude.

A ce qui m'a apportée soutien et compréhension, qui ne cesse de m'encourager pour achever ce travail mon fiancé « Zakaria »

A mes chères binômes « KHALISSA » et « MOHAMED TAHAR ».

A tous mes oncles et tantes, mes cousins et cousines, surtout ZINEB, MERJEM, AMINA et AMIRA. A mes grandes mères.

A mes très chers amis SOUMIA, MERJEM et IMEN, docteur AISSAOUI et mes collègues de promotion avec qui j'ai passé mes meilleures années d'étude.

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

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

BOUALBANI Nesrine

Avant tout c'est grâce à dieu que nous sommes là je dédie ce travail à :

Ma mère FATIHA, merci pour tout l'amour que tu m'apporté, je ne serai pas là aujourd'hui sans toi. Merci pour tous les sacrifices effectués afin de me soutenir dans l'ensemble de mes projets.

A mon père ALI, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

A mes frères : ABDELHALIM, ADEL, FETHI, leurs épouses et enfants.

A mes sœurs : NAWEL et FAIZA leurs maris et leurs enfants.

A ma jumelle ZINEB qui m'encourage durant toute ma vie.

A ma fiancée pour leur soutien.

A mes binômes « NESRINE » et « KHALISSA ».

A mon ami AIZEL SIDALI.

A toute la promotion de 6^{ème} année médecine dentaire.

A ceux qui contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

KOUICI Mohamed Tahar

Je dédie ce travail :

A ma chère maman "ZOÛRA", qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, merci pour tous l'amour que te ma apporté, merci pour ton soutien et ton encouragement

A mon père ALI, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

A mes chers parents "LOUIZA" et "ABD ERAHMAN" pour leurs encouragements, leur soutien moral, spirituel et leur tolérance durant toutes mes années d'études, tous les mots teste faibles pour exprimer mes sentiments, qu'ils trouvent à travers ce travail les fruits et la récompense de leurs efforts. J'espère que le bon dieu me donne la force et le courage pour que je puisse rendre leurs sacrifices.

A mes sœurs :

Nassima, Sarah, Khaoula et Kari

A mes frères :

Omar et Kamel

A ma sœur Nadia et son mari Ahmed pour leurs encouragements, soutien et amour

A mes chers neveux Haythem, Hossem et Walid

A ma nièce Assil

A mes oncles, tantes, cousins et cousines.

A mes binômes « NESRINE » et « MOHAMED TAHAR ».

*A mon chère ami qui m'a apportée soutien et compréhension, qui ne cesse de
m'encourager*

*A mes très chers amies SOUMIA et YAMINA et HOUDA, MERIEM et mes
collègues de promotion avec qui j'ai passé mes meilleures années d'étude.*

A tous ceux qui me sont chères

A tous ceux qui m'aime et ceux que j'aime.

SAADI Fatima Zohra

Sommaire

INTRODUCTION :	1
I. Rappel :	4
I.1. Anatomie endodontique :	4
I.2. Définitions :	4
I.3. Classification des canaux :	5
I.4. anatomie canalaire des dents :	7
I.5. Complexité du réseau canalaire :	14
I.5.1. La courbure corono radulaire:	14
I.5.2. La courbure apicale:	14
I.5.3. L'orifice apical :	15
I.5.4. Les multiples portes de sortie endodontiques:	16
I.5.5. Les canaux surnuméraires :	16
I.5.6. Les racines surnuméraires :	17
I.6. Pathologies pulpaire :	18
I.6.1 Le diagnostic en endodontie :	18
I.6.1.1 Eléments de diagnostic :	18
I.6.2. Les pathologies endodontiques :	21
I.6.2.1 Classification de BAUME :	22
I.6.2.2 Classification de HESS :	23
I.7. Les différents temps du traitement endodontique :	24
I.7.1. L'anesthésie locale ou locorégionale:	24
I.7.2. La pose du champ opératoire:	24
I.7.3. La réalisation d'une cavité d'accès :	25
I.7.4. La pénétration initiale :	25
I.7.5. Le nettoyage et mise en forme canalaire:	26
I.7.6. L'irrigation canalaire:	26
I.7.7. L'obturation canalaire :	27
II-1 Historique des principales techniques de mise en forme et évolution parallèle de l'instrumentation :	29
II.2. La préparation canalaire :	30
II.2.1. Définition :	30
II.2.2. Propriétés des instruments de préparation canaux :	31

II.3.L'instrumentation endodontique manuelle :	34
II.4.Les différentes techniques manuelles de préparation canalaire :	36
➤ La technique standardisée :	36
➤ Technique sérielle :	37
➤ Préparation corono-apicale « Crown Down » :	38
II.5. Les limites des instruments en acier inoxydable:	40
III. LA TECHNIQUE ROTATIVE :	42
III.1. Instrumentation mécanisée:	42
III.1.1. Instruments mécanisés en acier inoxydable:	42
III.1.2. Instruments mécanisés en Ni-Ti:	43
III.1.2.1. Historique de l'emploi de l'alliage Ni-Ti:	43
III.1.2.2. Propriétés de Nickel Titane:	44
III.2 Considération à propos des instruments Ni-Ti:	47
III.3. Principes généraux d'utilisation d'instrument en Ni-Ti:	49
III.4. La vitesse de rotation et les moyens de l'obtenir:	49
III.4.1. Contre angles réducteurs montés directement au fauteuil:	49
III.4.2. Les Moteurs:	50
III.5. Caractères géométriques des instruments mécanisés:	52
III.5.1. Les instruments Passifs:	52
III.5.2. Les instruments Actifs:	52
III.6.Les limites de la rotation continue:	55
III.7. Les avantages de la rotation continue:	55
VI. Divers système mécanisés :	58
IV.1. Le système PROFILE :	58
IV.2. Système de Pro Taper :	62
IV.3. Système HERO 642:	65
IV.4. Système HERO Shaper :	72
IV.5.Système HERO APICAL :	74
IV.6. Le système Endoflare :	75
VI.7.Le système One Shape :	77
Conclusion :	79

Liste des figures:

Figure	Page
Figure I.1: Représentation schématique en coupe longitudinale des différents configurations canalaire au sein d'une racine	05
Figure I.2: Représentation schématique en coupe longitudinale de l'image radiographique des différents types de canaux selon LAURICHESSE, CAHAPELLE et GRIVEAU	06
Figure I.3: Anatomie canalaire de la première molaire mandibulaire	08
Figure I.4: Anatomie canalaire de la deuxième molaire mandibulaire.....	10
Figure I.5: Anatomie canalaire de la première molaire supérieure	12
Figure I.6: Anatomie canalaire de la deuxième molaire supérieure	13
Figure I.7: Représentation schématique en coupe longitudinale de la jonction cémento-dentinaire de KUTTLER.....	15
Figure I.8: Test des percussions	19
Figure I.9: Les tests de sensibilité pulpaire.....	19
Figure I.11: La radiographie.....	20
Figure II.12: Cavité d'accès.....	25
Figure I.13: Les aiguilles d'irrigation.....	27
Figure II.1: L'angle d'hélice.....	31
Figure II.2: Présentation de l'angle de la pointe.....	32
Figure II.3: La lime apicale primitive.....	33
Figure II.4: Instrument manuel et notion de conicité.....	34
Figure II.5: Les trois instrument manuels de référence : lime K, lime H et broche n° 35.....	36
Figure II.6: La technique standardisée	37
Figure II.7: Illustration de la technique dite du Crowndown	39
Figure II.8: Technique de Stepdown.....	40
Figure III.1: Photos des Forets	43
Figure III.2: Propriétés physique de l'alliage Ni Ti	45
Figure III.3: La flexibilité de l'instrument en Ni Ti	46
Figure III.4: Les moteurs et contre angles réducteurs	51
Figure III.5: Schématisation de la conicité constante	53
Figure III.6: Schématisation de la conicité variable	54

Figure IV.1: La série des instruments de Profile	59
Figure IV.2: Profil de l'instrument Pro taper.....	64
Figure IV.3: La série instrumentale de Pro taper	65
Figure IV.4: La séquence instrumentale du Pro taper	65
Figure IV.5: La géométrie de l'instrument et le coffré de Héro 642	67
Figure IV.6: Séquence instrumentale pour cas faciles	69
Figure IV.7: La séquence instrumentale pour les cas intermédiaires	70
Figure IV.8: La séquence instrumentale pour les cas difficile	71
Figure IV.9: La séquence instrumentale du Héro shaper	73
Figure IV.10 : L'instrument Endoflare	76
Figure IV.11: Le profile de l'instrument One shape	77
Tableau I.1: Représentativité des canaux dédoublés à l'entrée canalaire ou à la sortie foraminale (MACHTOU P. 1993)	16
Tableau II.1: Récapitulatif des différentes techniques de mise en forme canalaire de 1961 à 1989 (Hulsmann M, Ove AP, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals. Endodontic Topics 2005)	30

INTRODUCTION :

L'endodontie est à la base de l'exercice quotidien du chirurgien-dentiste elle constitue le fondement de l'art dentaire sans lequel les autres disciplines, surtout la prothèse et la parodontologie, ne pourraient être mis en œuvre.

Réaliser un traitement endodontique dans un exercice omni-pratique, avec le respect des principes acquis, demeure un challenge pour un grand nombre de praticiens.

Rapidité, efficacité sont des termes largement usité et controversés pour de nombreuses techniques ces vingt dernières années.

Si les objectifs de la mise en forme canalaire sont parfaitement codifiés et restent inchangés depuis 1994 (SCHILDER) (89), les moyens utilisés pour leur réalisation ne cessent d'évoluer.

Durant les deux dernières décennies, la recherche fut constante pour trouver la plus rapide, la plus sûre et la plus efficace des méthodes de la préparation et de nettoyage du canal.

La recherche. Jusqu'à aujourd'hui a été entravée par la multiplicité des configurations canalaires, par la difficulté pour des instruments endodontiques en acier inoxydable d'effectuer une préparation uniforme des parois canalaire et par l'entêtement à chercher à faire pénétrer l'instrument initial jusqu'à l'apex sans tenir compte des interférences rencontrées le long du trajet canalaire.

En réponse à ces problèmes, est apparue la technique instrumentale du « crown-down » dont le concept est de préparer le canal de la partie coronaire vers l'apex plutôt que l'approche classique qui, à l'opposé, cherche à instrumenter le canal de l'apex vers la couronne. Il s'agit du principe de préparation corono-apical.

L'introduction, sur le marché, d'instruments en Nickel-Titane avec leurs propriétés avantageuses de résistance et d'élasticité, apparaît comme la capacité

d'ouvrir la voie à une instrumentation rotative sûre, efficace et adaptée à ce concept du « crown-down ».

Dans un premier temps, après un bref historique, nous mettrons en place les bases fondamentales du traitement endodontique, qui restent inchangées, quelle que soit la technique opératoire. Grâce à la recherche fondamentale et clinique, l'endodontie pragmatique a fait place à une endodontie fondée sur des principes biologiques définitivement acquis. (SCHWARTZ)

Cependant, lors de notre examen clinique l'impossibilité de mettre en évidence l'état histo-pathologique exacte d'une pulpe, nous conduit à une décision thérapeutique et à un choix de traitement plutôt qu'un diagnostic précis.

La décision endodontique ayant été motivée par différents tests et par la radiographie, les bases fondamentales du traitement ayant été rappelées, nous nous attarderons ensuite sur l'instrumentation manuelle et la préparation canalaire qui en résulte, en mettant en évidence les avantages et les inconvénients voire les limites de celle-ci, afin de pouvoir, par la suite, aborder la question des nouveaux instruments Nickel-Titane et de la rotation continue.

Les praticiens étant confrontés à une demande croissante de soins endodontiques qui va de pair avec une prise de conscience de leurs patients des avantages à conserver leurs dents naturelles, nous essaierons de déterminer quelle est l'apport de cette nouvelle technique de rotation continue en endodontie.

Le succès de toute thérapeutique endodontique dépend certes de la préparation canalaire, mais une relation étroite existe entre la préparation et l'obturation canalaire étant donné que l'obturation tridimensionnelle hermétique est liée au parage et à la mise en forme du canal. (WEINE)

Avec l'avènement des instruments Nickel-Titane, de nouveaux horizons sont désormais ouverts devant l'endodontie moderne. Nous nous proposons, dans une dernière partie, d'étudier ses avantages.

CHAPITRE I

I. Rappel :

I.1. Anatomie endodontique :

Pour mener à bien le traitement endodontique, il est nécessaire de respecter et donc de connaître le réseau canalaire qui 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.

I.2. Définitions :

De DEUS en 1975 définit les différentes portes de sortie endodontiques vers le désmodonte suivant la topographie qu'elles occupent le long de la racine :

- ***Le canal principal :***

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 :***

Le canal latéral est une émanation du canal principal mettant en communication l'endodonte avec le désmodonte au niveau des deux tiers coronaires de la racine. Son axe est souvent perpendiculaire à l'axe du canal principal.

- ***Le canal secondaire :***

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 :***

Le canal accessoire est une branche latérale du canal secondaire.

I.3. Classification des canaux :

Plusieurs classifications nous sont proposées et nous retenons celle de VERTUCCI à base anatomique qui décrit six types de configuration canalaire et celle de LAURICHESSE et collaborateurs (à usage clinique).

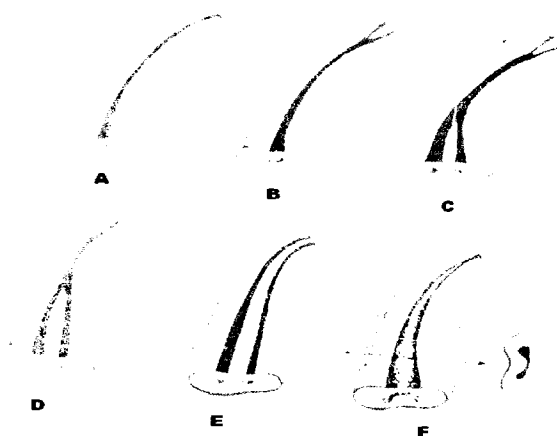


Figure I.1 : Représentation schématique en coupe longitudinale des différentes configurations canalaire au sein d'une racine.

A : Canal unique.

B : Canal unique avec bifurcation apicale.

C : Deux entrées canales se réunissant au milieu de la racine en un seul canal, pour se séparer ensuite en deux canaux aboutissant chacun à l'apex à une sortie foraminale indépendante.

D : Union apicale de deux canaux en un foramen commun.

E : Deux entrées, deux canaux et deux sorties foraminales indépendantes.

F : Canal présentant une configuration en « C » ou « cloisonné en ruban »

La classification à usage clinique s'appuyant sur l'interprétation radiographique est proposée à la suite d'une étude sur 1025 dents saines par LAURICHESSE, CHAPELLE et GRIVEAU, en 1977.

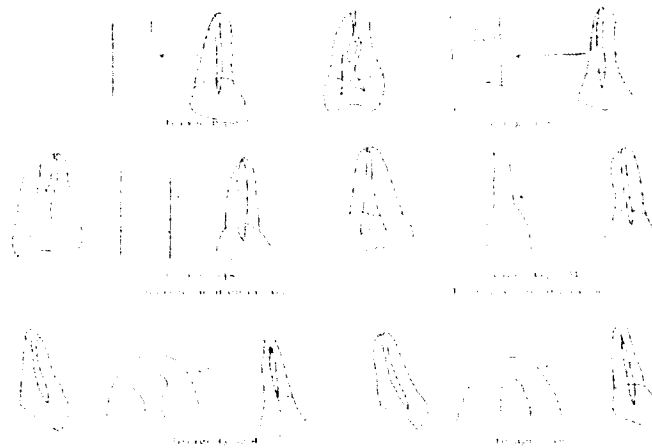


Figure 1.2 : Représentation schématique en coupe longitudinale de l'image radiographique des différents types de canaux selon LAURICHESSE, CHAPELLE et GRIVEAU

- Image canalaire du Type 1 : image radiographique d'un canal radiculaire s'étendant sans interruption de la chambre pulpaire au foramen apical.
- Image canalaire du Type 2 : elle se caractérise par l'apparition sur trace du canal d'une zone plus radio opaque que ce dernier, limitée et franche, au tiers supérieur ou au tiers moyen. Cette image s'explique par la présence d'un diverticule.
- Image canalaire du Type 3 : l'apparition sur la trace du canal d'une zone plus radio opaque que ce dernier, va s'étendre sans interruption du tiers moyen à l'extrémité apicale.
- Image canalaire du Type 4 : la disparition à quelques millimètres en deçà de l'apex de l'image canalaire dont l'extrémité est nette, présente une dilatation : « le bouton canalaire ». Elle caractérise la présence d'un foramen excentré en position vestibulaire ou linguale.
- Image canalaire du Type 5 : l'augmentation soudaine de la radio opacité du canal interrompt brusquement à quelques millimètres de l'apex sans dilatation, l'image du canal ; on dit qu'elle présente un « point de résolution ». Ce point correspond à la division du canal principal en deux canaux de plus faible diamètre.

I.4. anatomie canalaire des dents :

Anatomie canalaire du groupe incisivo-canin mandibulaire :

Les incisives mandibulaires ont une racine aplatie dans le sens mésio-distal et assez large dans le sens vestibulo-lingual. Elles présentent parfois une courbure apicale distale.

L'anatomie canalaire des canines mandibulaires est moins sujette à des variations que celle des incisives mandibulaires.

Généralement, une présente une seule racine ovoïde, à grand diamètre vestibulo-lingual, comportant un canal aplati dans le sens mésio-distal, mais très large dans le sens vestibulo-lingual.

	Incisive centrale	Incisive latéral	Canine
Eruption	6 a 7 ans	7 a 8 ans	9 a 10 ans
Maturation	9 a 10 ans	10 ans	12 a 13 ans
Longueur	19 a 25 mm	21 a 25 mm	20 a 30mm
Courbure			
MD	58.3%	59.7%	53.7%
VL	60.2%	70.3%	63.9%
MD et VL	48.6%	53.7%	46.9%
Canaux latéraux	20%	18%	30%
Formène central	25%	20%	30%
Deltas apicaux	5%	6%	8%
Configuration			
Type 1	71%	75%	80%
Type2	2.5%	4%	14%
Type3	23%	19%	2%
Type4	2%	2%	6%
Type5	1.1%		

- Anatomie des prémolaires mandibulaires :

Les systèmes canalaire de cette dent peuvent se résumer à un canal (70 %). la fréquence de canaux latéraux est importante (42 %). La découverte d'une seule entrée canalaire ne doit pas orienter systématiquement le praticien vers le traitement d'un canal unique.

La deuxième prémolaire mandibulaire possède une anatomie canalaire bien plus simple. Celle-ci est en effet pratiquement réduite à un canal unique (95%).

	Première prémolaire	Deuxième prémolaire
Eruption	10 a 12 ans	11 a 12 ans
Maturation	13 a 14 ans	15 ans
Longueur	17 a 25 mm	17 a 25 mm
Courbure		
MD	35 1%	35%
CL	9%	9%
Canaux latéraux	42%	45%

- Anatomie canalaire des molaires mandibulaires :

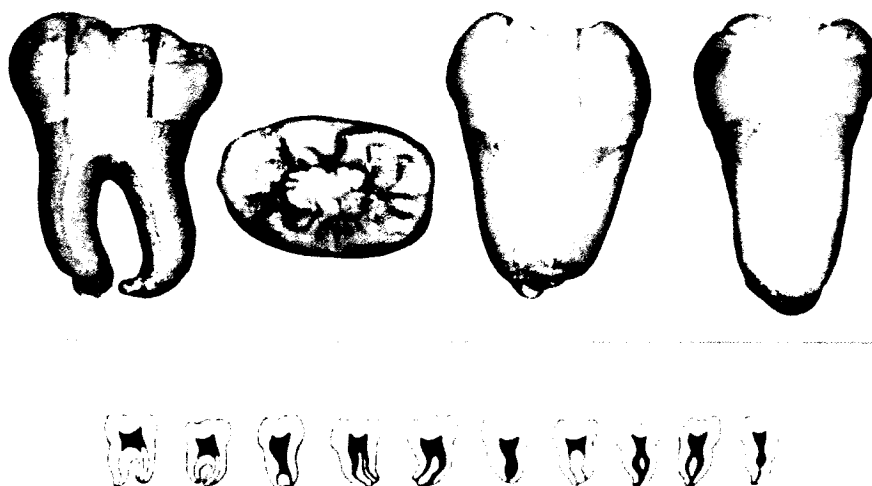


Figure I.3: anatomie canalaire de la première molaire mandibulaire

A. La première molaire :

La première molaire mandibulaire présente deux racine assez larges dans le sens vestibulo lingual. la racine distale plus massive, le canal distal dans le sens vestibulo-lingual. il n'est pas rare de trouver dans cette racine deux canaux bien individualisés.

La racine mésiale est plus étroite dans le sens mésio-distal, mais assez large dans le sens vestibulo-lingual. Elle contient en majorité deux canaux séparés, en vestibulaire, l'autre lingual. La racine mésiale est le siège de très nombreuses anastomoses transverses.

B. La deuxième molaire :

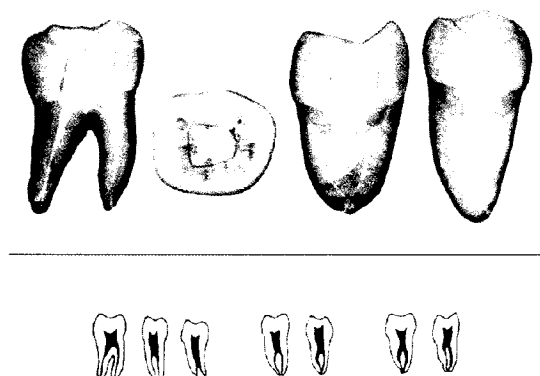


Figure I.4 : anatomie canalaire de la deuxième molaire mandibulaire

La deuxième molaire mandibulaire a deux racines de caractéristiques semblables à celles de la première molaire.

La racine mésiale possède avec la première prémolaire maxillaire, l'une des anatomies canalaires les plus soumises à controversée. La configuration canalaire de la racine distale ne souffre, elle d'aucune contestation, la présence d'un canal unique est la règle générale admise.

Eruption	11 à 13 ans
Maturation	16 à 16.5 ans
Longueur	17 à 24 mm
Configuration	
Type1	13 à 58%
Type2	20.6 à 49%
Type3	0 à 9%
Type4	0 à 3.1%
Type5	

- Anatomie canalaire du bloc incisivo-canin supérieur:

	Incisive centrale	Incisive latéral	Canine
Ereption	7 à 8 ans	8 à 9 ans	11 à 12 ans
Maturation	10 à 11 ans	11 à 12 ans	13 à 15 ans
Longueur	18 à 28 mm	17 à 27 mm	22 à 32 mm
Courbure :			
Distal	8%	53%	
Mésial	4%	3%	
Vestibulaire	3%	4%	
Palatine	4%	4%	
Canaux latéraux	25%	30%	25%

- Anatomie canalaire des prémolaires :

- a - Première prémolaire :

La première prémolaire maxillaire possède généralement deux racines,, mais leur jonction est variable et plus ou moins proche de la région cervicale, chaque racine comporte un canal.

Toute fois, il n'est exceptionnel de trouver trois racines, deux vestibulaire et une palatine, ainsi que des racines en baïonnette.

- b - Deuxième prémolaire :

Les études portant sur la deuxième prémolaire révèlent une prédominance de racine à canal unique.

	Première prémolaire	Deuxième prémolaire
Ereption	10 à 11 ans	10 à 12 ans
Maturation	13 à 14 ans	14 à 15 ans
Longueur	17 à 25 mm	17 à 25 mm
Courbure :		
MD	75,8%	76,5%
VL	71,1%	64,4%
MD et VL	57,1%	48,9%

Canaux latéraux	41 a 73%	55 a 73%
Foramen central	12%	14 a 22%
Osselets apicaux	3,2%	15,1%

- Anatomie canalaire des molaires:

- a. La première molaire :

La première molaire est communément décrite et traité cliniquement comme possédant trois racines. Deux vestibulaire, une palatine, et trois canaux, un par racine.

Cette représentation s'avère fausse, puisque la racine MV ne contient un canal unique que dans 38 à 48% des cas.

Toutes les études révèlent une racine mésio-vestibulaire à anatomie canalaire complexe.

Eruption	6 a7 ans		
Maturation	10 a11 ans		
Longueur	17 a 24.5 mm		
Racine	Mésio-vestibulaire	Disto-vestibulaire	Palatine
Densité :			
MD	64,2%	88%	59%
VL	67,8%	78%	80%
MD et VL	80,9%	70%	40%
Canaux latéraux	50%	33%	30 a 48%
Foramen centrale	22%	19%	11 a 18%
Osselets apicaux	6%	2%	4%

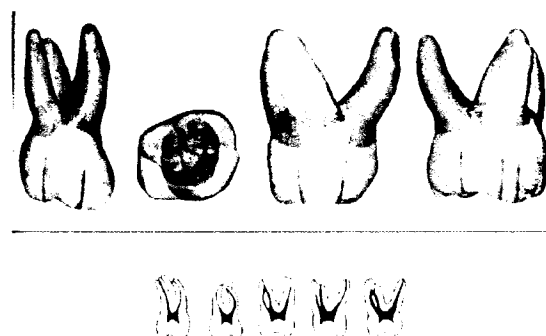


Figure 1.5: anatomie canalaire de la première molaire supérieure

b. la deuxième molaire :

La deuxième molaire maxillaire pourrait être décrite comme une première molaire maxillaire simplifiée. L'angulation entre les différentes racines peut être variable.

La racine disto-vestibulaire peut avoir une position très palatine, ce qui place les orifices canaux sur une ligne presque droite. La racine mésio-vestibulaire présente le plus souvent un canal unique, mais elle peut comporter également deux canaux.

Eruption	12a13 ans		
Maturation	16a16.5 ans		
Longueur	17a24 mm		
Racine	Mésio-vestibulaire	Disto-vestibulaire	Palatine
Courbure :			
MD	90%	76%	56.7%
VL	79%	61.9%	68.9%
MD et VL	62.3%	47.7%	38.7%
Canaux latéraux	50%	16a29%	21 a 40%
Foramen centrale	15%	18%	07 a 19%
Deitas apicaux	3%	2%	04%

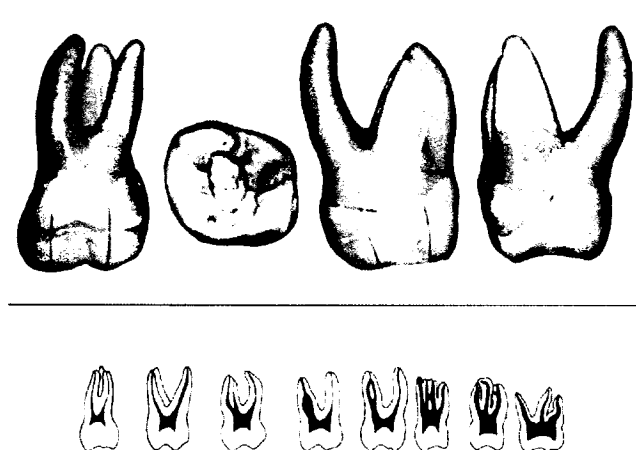


Figure I.6: anatomie canalaire de la deuxième molaire supérieure

I.5. Complexité du réseau canalaire :

L'anatomie endodontique n'est pas une entité figée. Les stimulations d'ordre physiopathologique induisent des remaniements perpétuels au sein du parenchyme pulpaire.

I.5.1. La courbure corono radiculaire:

Au cours de la vie pulpaire, l'apposition dentinaire qui se fait de façon centripète réduit peu à peu le volume pulpaire. Sa mise en place est axiale dans le sens corono-radiculaire.

Au niveau des molaires, la formation de la dentine camérale se fait de façon préférentielle sur la paroi mésiale. Cette apposition asymétrique de la dentine détermine un angle d'accès oblique au canal et est donc à l'origine de la mise en place de la courbure du trajet canalaire.

La modification défavorable de l'angle d'incidence à la courbure apicale en est l'implication clinique majeure.

Par ailleurs, pendant l'apéxogenèse, le dépôt de tissu calcifié accentue l'incidence des bifurcations et triturations canalaires au sein des groupes multi cuspidés (HESS, 1927) aboutissant à une multitude de configurations insoupçonnées.

I.5.2. La courbure apicale:

La forme du canal coïncide souvent avec celle de la racine. Cependant, cela n'est plus vrai lorsque l'on s'approche du tiers apical du canal.

Le trajet canalaire peut alors revêtir des variations brusques et indépendantes du contour externe de la racine.

D'ailleurs, le foramen peut être déporté sur l'une des surfaces radiculaires alors que la racine elle-même demeure tout à fait rectiligne. La courbure apicale dévie l'orifice de sortie du canal du centre géométrique de l'apex.

D'un point de vue thérapeutique, toute modification du trajet courbe au niveau apical prédispose à un nettoyage insuffisant et à une obturation non tridimensionnelle. Du respect de la courbure apicale dépend le succès du traitement.

I.5.3. L'orifice apical :

Les travaux de KUTTLER ont permis d'établir que l'extrémité du canal radiculaire correspond, en fait, à la superposition de deux cônes :

- Un long cône dentinaire, ayant comme sommet la jonction cémento-dentinaire et à base cervicale ;
- Un petit cône cémentaire, inversé par rapport au premier et à base foraminale.

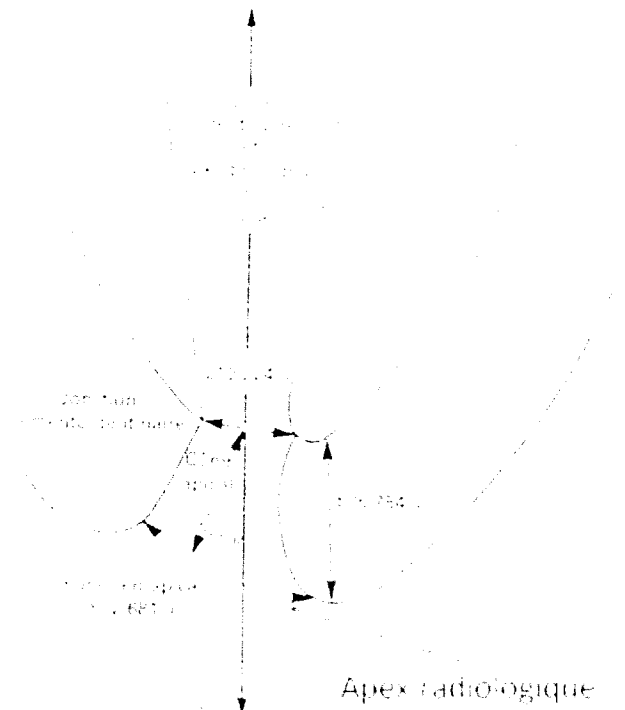


Figure I.7:Représentation schématique en coupe longitudinale de la jonction cémento-dentinaire selon KUTTLER.

Ce cône cémentaire ou cône apical, a une hauteur (jonction cémento-dentinaire/foramen) qui varie selon une étude statistique de 0,5 mm chez l'adulte à 0,7 mm chez le sujet âgé (apposition cémentaire plus importante).

I.5.4. Les multiples portes de sortie endodontiques:

L'étude de De Deus montre la richesse des ramifications latérales qui intéressent le tiers apical du canal : delta apicaux, bifurcations et triturations apicales, canaux secondaires et accessoires sont présents au niveau de tous les groupes de dents étudiés.

L'échec endodontique est souvent lié à l'impossibilité opératoire d'atteindre la totalité des portes de sortie endodontiques demeurées non nettoyées et non obturées, elles constituent souvent une source d'entrée d'irritants vers le désmodonte.

I.5.5. Les canaux surnuméraires :

Les incisives, les prémolaires et la racine distale des molaires mandibulaires, la racine mésio-vestibulaire des molaires maxillaires peuvent contenir plus d'un canal.

La trajectoire canalaire peut alors revêtir l'une des variations que nous venons de décrire.

Le tableau ci-dessous représente le pourcentage de ces variations au sein des différents groupes de dents.

Dents	% de double entrée canalaire	%de double orifice de sortie
Première prémolaire supérieure	92	66
Deuxième prémolaire supérieure	28	4
Première et deuxième molaire sup : le canal mésio-vestibulaire	36	14
Incisive centrale et latérale inférieure	27	4
Première prémolaire inférieure	14	6
Deuxième prémolaire inférieure	8	4
Première et deuxième molaires inférieures :		
Canal mésial	87	38
Canal distal	8	3

Tableau I.1: Représentativité des canaux dédoublés à l'entrée canalaire ou à la sortie foraminale (MACHTOU P. 1993)

I.5.6. Les racines sumuméraires :

➤ Première prémolaire maxillaire :

Cette dent peut présenter, dans 6 % des cas, deux racines vestibulaires et posséder alors l'anatomie d'une molaire maxillaire. Le tronc corono-radriculaire étant plus long, la séparation radriculaire est plus éloignée du collet.

➤ Racines palatines des molaires maxillaires :

Très rarement, cette racine peut être dédoublée.

➤ Canines mandibulaires :

Cette dent peut présenter une racine sumuméraire située du côté linguale. Elle est souvent plus petite que son homologue vestibulaire.

➤ Prémolaires mandibulaires

Elles peuvent présenter des racines sumuméraires beaucoup moins fréquemment que des canaux (15% à 24% des cas).

Néanmoins, une bifurcation canalaire peut être le reliquat d'une séparation radriculaire.

Plus fréquemment, il s'agit en fait d'une dent à racines fusionnées avec une ou plusieurs concavités médianes sur les contours externes de la racine unique.

Elle peut alors englober 1, 2, voire 3 canaux. Ces canaux peuvent présenter un couloir commun.

➤ Molaires mandibulaires

La racine mésiale ou la racine distale peut être dédoublée.

En raison de la complexité de l'anatomie endodontique tout praticien peut se heurter à de nombreuses difficultés lors d'un traitement radriculaire.

C'est pourquoi, la connaissance parfaite de l'anatomie endodontique fondamentale, ainsi que la recherche systématique des variations anatomiques,

associée à la connaissance des pathologies pulpaire et péri apicales permettent d'éviter un grand nombre d'échecs.

I.6.Pathologies pulpaire

I.6.1 Le diagnostic en endodontie :

Le diagnostic est l'étape préalable à tout traitement en odontologie. L'ensemble des tests à notre disposition doit permettre d'établir un diagnostic différentiel et indique la nature de la pathologie. Ces éléments conduisent le praticien à l'abstention ou au traitement à envisager afin de soulager le patient et maintenir la dent sur l'arcade.

Toute décision d'intervention devra être précédée par un diagnostic différentiel afin de s'assurer que le problème endodontique est bien à l'origine de la douleur du patient.

I.6.1.1 Eléments de diagnostic :

I.6.1.1.1 Anamnèse du patient :

Souvent négligé par le praticien, dont l'élément principal de prise de décision reste souvent, à tort, la radiographie, l'interrogatoire est le meilleur élément de départ pour établir un diagnostic. Des questions simples et courtes permettent d'orienter la recherche de la cause de la douleur.

Un questionnaire bien réalisé donne une idée assez précise du diagnostic. Des tests adaptés seront ensuite réalisés pour l'affiner, trouver si la douleur est bien d'origine endodontique et déterminer la dent causale, afin d'en réaliser le traitement

I.6.1.1.2 Percussions :

Le test est réalisé avec un manche de miroir. La percussion peut être verticale, dans l'axe de la dent *ou* horizontale, perpendiculaire au grand axe de la dent

La percussion n'est pas un élément révélateur de la santé pulpaire mais de la santé désmodontale.

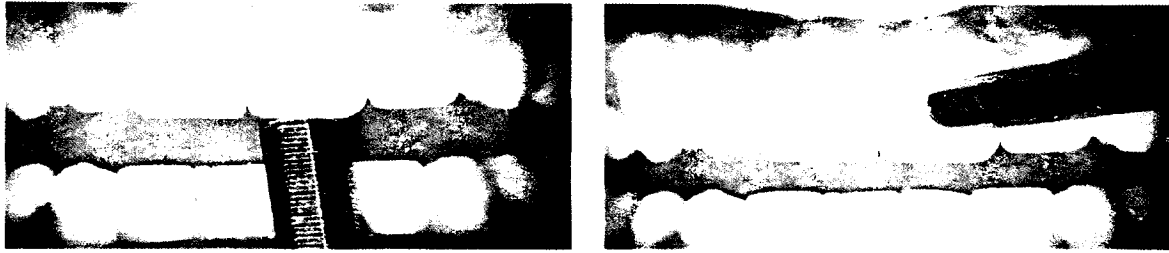


Figure I.8: test des percussions

I.6.1.1.3 Test de la sensibilité pulpaire :

Les tests de sensibilité endodontiques sont souvent considérés comme des tests de vitalité pulpaire ce sont des tests utiles pour la différenciation des maladies pulpaires. Le test de la sensibilité au froid a la plus grande valeur prédictive, avec le test de fraissage.

Le test de sensibilité électrique est basé sur la conductivité particulière de la structure dure de la dent.

Le test de la sensibilité à la chaleur est indiqué pour le diagnostic des pulpites avancées, mais il s'agit uniquement d'un test de confirmation.



Figure I.9: les tests de sensibilité pulpaire

I.6.1.1.4 Morsure :

Le test de morsure est un élément important dans le diagnostic d'une fêlure, le patient se plaint d'une douleur brève et très vive, au moment de l'occlusion et au moment du relâchement, alors que la douleur disparaît tant que les dents sont maintenues serrées.



Figure I.10 : Le test de morsure.

a) Le test de la morsure est facilement mis en œuvre avec un morceau de digue enroulé autour d'une spatule à ciment longue et large.

b) Il peut également être réalisé de façon plus précise avec tooth slooth qui permet de tester la dent, cuspide par cuspide.

I.6.1.1.5 Radiographie :

➤ La radiographie rétro-alvéolaire :

Tout traitement endodontique doit commencer par l'étude de clichés radiographique, pris au moins sous deux incidences différentes, l'une orthogonale, l'autre oblique. L'incidence oblique est nécessaire pour dissocier les racines qui se superposent en incidence orthogonale lors de l'examen des prémolaires et molaires.

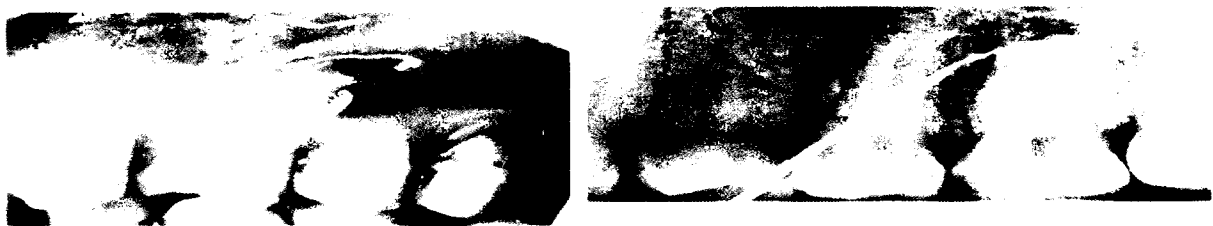


Figure I.11: la radiographie.

La radiographie préopératoire apporte des renseignements précieux sur l'allure générale de l'odonte au niveau radiculaire et canalaire, elle révèle aussi l'existence éventuelle de lésions péri apicale ou latéro radiculaire, radiologiquement visible selon "BEUDER" et "SCHWARTZ" ceci n'est possible que si la corticale externe est atteinte.

La radiographie per opératoire permet de contrôler la pénétration instrumentale. Le sens tactile subjectif et non fiable ne saurait être suffisant actuellement.

La radiographie postopératoire reste indispensable pour contrôler immédiatement la valeur des obturations canalaires, mais elle permet aussi, de vérifier à long terme l'efficacité des traitements endodontiques.

➤ **La radiographie panoramique :**

Ce cliché panoramique, demandé au patient, au cours de la première visite, va nous permettre d'apprécier l'ensemble des structures au maxillaire et à la mandibule.

Cette méthode permet une observation de l'environnement anatomique des dents (sinus, base osseuses, ...) ; permet de déceler les anomalies de nombre, formes et structures des dents qui peuvent perturber les dentitions.

De plus, elle permet un gain de temps, de film, de radiations, et remplace 7 à 8 clichés intra-buccaux.

➤ **a radiographie numérique :**

Les appareils de dernière génération permettent d'obtenir une définition proche de celle de l'image argentique. Ceci en temps réel, l'aide au repérage des canaux, au contrôle des longueurs et au suivi de l'acte endodontique qu'il apporte est donc précieux.

➤ **Le Bite-Wing :**

Outre son utilisation dans le diagnostic en cariologie, le bite-Wing est parfois d'un grand intérêt en endodontie pour la réalisation de la cavité d'accès sur les dents ayant subi une rétraction importante du volume pulpaire. Le cliché bite-Wing permet de mieux matérialiser les cornes pulpaires, le volume de la chambre, la présence de calcifications camérales, la proximité entre le plafond et le plancher pulpaire.

1.6.2. Les pathologies endodontiques :

En endodontie, deux types de pathologies sont rencontrés : les pathologies pulpaires (hyperémie ou pulpite réversible, pulpite irréversible, nécrose pulpaire), et les

pathologies périapicales (désmodontite simple, désmodontite apicale aiguë, lésion chronique d'origine endodontique, abcès apical aigu).

I.6.2.1 Classification de BAUME

Catégorie I : Dents à pulpes vivantes sans symptomatologie, lésées accidentellement ou proches d'une carie ou d'une cavité profonde, susceptibles d'être protégées par coiffage.

Catégorie II : Dents à pulpes vivantes avec symptomatologie, dont on tentera surtout chez les jeunes de conserver la vitalité par coiffage bio-pulpotomie.

Catégorie III : Dents à pulpes vivantes dont la bio-pulpectomie suivie d'une obturation radiculaire immédiate est indiquée pour des raisons, symptomatique, prothétique, iatrogène ou de pronostic.

Catégorie IV : Dents à pulpes nécrosées avec – en principe une infection de la dentine radiculaire, accompagnée ou non de complications péri-apicales – exigeant un traitement canalaire antiseptique et une obturation apicale hermétique.

Les catégories III et IV feront toujours l'objet d'un traitement endodontique.

La catégorie III des pulpo-pathies comprend les pulpes vivantes nécessitant une excision chirurgicale complète du parenchyme pulpaire.

Lorsque l'invasion bactérienne a lieu, elle reste généralement circonscrite à la partie coronaire de la pulpe, contrairement à la catégorie IV de BAUME.

Le traitement consiste à amputer la pulpe radiculaire jusqu'au niveau de la constriction apicale et à obturer immédiatement, en une séance, le réseau canalaire de façon étanche à l'aide d'un matériau biocompatible.

La catégorie IV des pulpo-pathies est caractérisée par l'absence de vitalité pulpaire et par la présence toujours possible d'une infection au niveau du canal .

I.6.2.2 Classification de HESS

1- Pulpite réversible :

Histologiquement, on note au sein du tissu pulpaire les prémices de l'inflammation. La douleur est *provoquée* (froid, sucre...), elle disparaît rapidement après l'arrêt du stimulus. La pulpite hyperhémique peut être due à une carie, à une percolation bactérienne sous une restauration non étanche, ou à une dénudation radiculaire suite à des curetages parodontaux répétés.

Le seul traitement à envisager pour un retour à la normale est la suppression de l'agent irritant.

2- Pulpite irréversible :

C'est en général une évolution de la pulpite réversible en l'absence de traitement.

Le patient présentant une pulpite irréversible se plaint :

- dans un premier temps, de douleurs provoquées, mais qui persistent longtemps après l'arrêt du stimulus
- à un stade ultérieur, de douleurs *spontanées* très fortes et irradiantes, intermittentes
- de l'exacerbation de la douleur par le chaud. À ce stade, le froid calme souvent légèrement la douleur par la vasoconstriction qu'il provoque

3- La nécrose pulpaire :

En l'absence de traitement, le processus de destruction de la pulpe par l'inflammation se poursuit jusqu'à la lyse totale du parenchyme. Il conduit généralement à une pathologie périapicale. La nécrose pulpaire peut également survenir suite à un traumatisme au cours duquel la continuité du paquet vasculo-nerveux apical a été rompue.

La nécrose pulpaire est absolument asymptomatique. Les tests de vitalité sont évidemment négatifs. Quelle que soit la cause de la nécrose, le traitement endodontique s'impose.

I.7. Les différents temps du traitement endodontique

Le traitement endodontique est un traitement chimio mécanique biologique du système canalaire des dents afin d'éliminer les maladies pulpaire et péri-apical.

Le but du traitement est d'assurer le maintien de l'organe dentaire dépulpé dans un état de santé permanent en prévenant l'apparition de lésions péri-apicales ou en les éliminant lorsqu'elles existent.

Quel que soit le type de traitement endodontique adopté la procédure répond à des séquences codifiées pour la bio-pulpectomie et la désinfection canalaire, donc les temps opératoires après avoir posé un diagnostic seront :

I.7.1. L'anesthésie locale ou locorégionale:

Il est généralement admis que l'anesthésie locale ou loco régionale donne entière satisfaction en O.C.E. et pour cela, il faudrait que le patient soit dans de bonnes conditions de coopération. Ces conditions réunies, procurent le confort qui conditionne la qualité du résultat.

Les techniques d'anesthésies les plus utilisées en endodontie et plus particulièrement dans la bio-pulpectomie sont:

- La para-apicale
- L'Anesthésie à l'épine de Spix
- L'Anesthésie intra pulpaire

I.7.2. La pose du champ opératoire:

Le champ opératoire permet d'isoler la dent à traiter, la digue permet d'assurer cet isolement et d'effectuer le traitement dans l'asepsie.

I.7.3. La réalisation d'une cavité d'accès

Elle représente la première phase de la préparation canalaire. Une mise en forme correcte est essentielle pour la pénétration des instruments dans les canaux.

Il est indispensable d'éliminer tous les dépôts exogènes siégeant dans la cavité et sur les surfaces coronaires ainsi que les tissus cariés pour éviter d'ensemencer le système canalaire.

Par ailleurs, en fonction de la dent considérée, la situation anatomique des orifices d'entrée canalaire détermine un point électif de trépanation et une forme de cavité d'accès adaptée.

La cavité d'accès doit ouvrir complètement la chambre pulpaire en supprimant tout ressaut dentinaire ou amélaire pour autoriser le libre passage des instruments et la pénétration aisée et sans contrainte du système canalaire en direction apicale.

La réalisation d'une cavité d'accès correcte est donc la condition pour la bonne conduite du traitement.

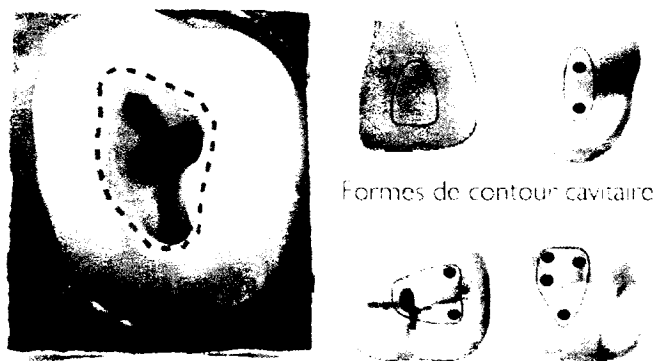


Figure I.12 : les cavité d'accès.

I.7.4. La pénétration initiale

Il s'agit de la première pénétration du canal. Elle a lieu tout de suite après la trépanation. Elle permet l'évaluation de la « perméabilité canalaire », la reconnaissance de l'anatomie interne (courbures, obstacles,...), l'accès des instruments au foramen et la détermination de la longueur de travail.

La technique d'ampliation initiale s'effectue par une alternance instrumentale. La première lime à pénétrer le canal est celle qui, de par son diamètre, permet d'atteindre l'apex : lime apicale maitresse.

I.7.5. Le nettoyage et mise en forme canalaire:

La mise en forme du canal est l'acte clé de tout traitement endodontique. Elle permet aux solutions de nettoyage d'atteindre la totalité du canal et de contrôler l'infection éventuelle du système canalaire.

Elle comprend un ensemble d'actes opératoires qui va de la réalisation de la cavité endodontique au séchage du système canalaire.

I.7.6. L'irrigation canalaire:

La mise en forme canalaire doit s'effectuée sous irrigation à l'hypochlorite de sodium (0.5 à 3%) ou à l'EDTA tout au long de la préparation et ce à chaque passage d'un nouvel instrument. Après rinçage, des pointes de papier sont utilisées pour éliminer le produit de rinçage.

➤ **Les objectifs d'irrigation en endodontie :**

- Compléter l'action mécanique des instruments endo-canaux par évacuation des débris organiques et minéraux, et mis en suspension durant la mise en forme.
- Faciliter la préparation canalaire par lubrification des instruments endodontiques.
- Désinfecter le système canalaire grâce à une bonne activité bactéricide et une action solvant sur la matière organique.
- Dissoudre la boue dentinaire (Smear Layer) qui adhère aux parois canaux.

➤ **La boue dentinaire ou Smear Layer :**

C'est un enduit organominéral (1 à 5 μ m) recouvrant les parois canalaire et crée par les instruments lors de la mise en forme. Elles incluent des débris dentinaires et pré dentinaires, des débris nécrotiques ou de pulpe vitale, des micro-organismes et leurs toxines.

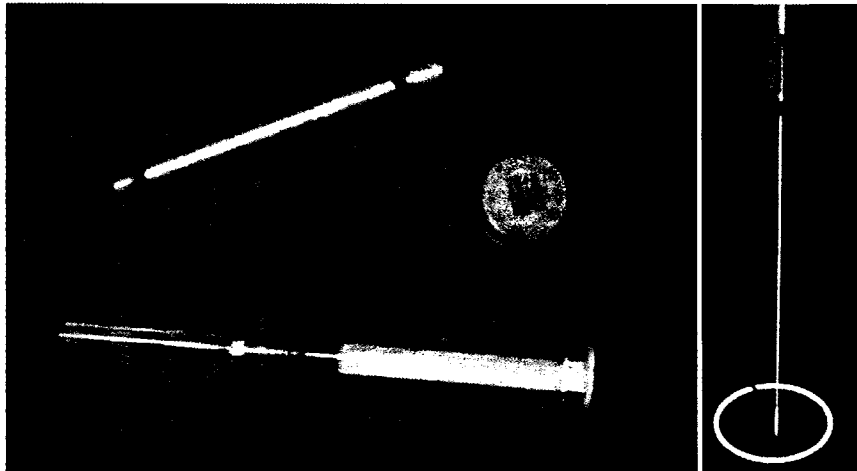


Figure I.13 : les seringues d'irrigation canalaire.

I.7.7. L'obturation canalaire

Après les différentes étapes effectuées précédemment, le système canalaire est prêt à être obturé dans la mesure où la dent est alors cliniquement asymptomatique et le canal est sec.

Le matériau d'obturation doit être capable de réaliser le scellement des canaux principaux et accessoires en assurant une étanchéité parfaite au niveau du ou des foramina principaux ou accessoires.

L'obturation canalaire par un matériau biocompatible doit être : tridimensionnelle, hermétique, durable et fiable.

CHAPITRE II

II-1 Historique des principales techniques de mise en forme et évolution parallèle de l'instrumentation :

FAUCHARD (1728), fondateur de la dentisterie moderne fût l'un des premiers praticiens à décrire l'intérêt des procédures relatives aux soins de la pulpe et de son extirpation. Conscient de cela, HIRSH propose à la fin du 18^{ème} des manœuvres de cautérisation du parenchyme pulpaire par le biais d'une instrumentation spécifique (Lilley, 1976). Cette période connaît en parallèle une évolution de la pharmacopée par un essor grandissant des pansements arsenicaux, ou à base d'extraits d'opiacés (Haller, 1992).

En 1863, MAYNARD eut le premier l'idée de réaliser, à partir du filetage de ressorts de montres, les premières limes dédiées à l'extirpation pulpaire (Bellizzi et Cruse, 1980 ; Cohen et Burns, 1980). Au milieu du XIX siècle l'usage des broches en tant qu'instrument d'alésage canalaire, constituait une recommandation à la pointe des connaissances scientifiques (Hulsmann et col 2005). Néanmoins aucune description de préparation systématique radiculaire n'était alors encore établie. La préparation canalaire se résumait en un simple « parage » précédant une obturation sommaire du réseau endodontique. La désinfection reposait principalement sur le pouvoir fortement antiseptique des médications intra- canales (pâtes iodoformes, acétate de dexaméthasone). Il faut attendre les années 1950 avant d'entrevoir l'établissement des premiers protocoles endodontiques standardisés (Ingle, 1955).

L'évolution des concepts endodontiques s'est bien évidemment accompagnée d'une évolution concomitante de la pharmacopée, des moyens diagnostics et de l'instrumentation en endodontie. Cette synergie évolutive est à l'origine de l'essor actuel de cette discipline.

TECHNIQUES	AUTEURS
Standardized technique	Ingle (1961)
Step-back technique	Clem (1969)
Circumferential filing	Lim & Stock (1987)
Incremental technique	Weine et al. (1970)

Anticurvature filing	Abou-Rass et al. (1980)
Step-down technique	Marshall & Papin (1980)
Step-down technique	Goerig et al. (1982)
Double flare technique	Fava (1983)
Crown-down-pressureless technique	Morgan & Montgomery (1984)
Balanced force technique	Roane et al. (1985)
Canal Master technique	Wildey & Senia (1989)
Apical box technique	Tronstad (1991)
Progressive enlargement technique	Backman et al. (1992)
Modified double flare technique	Saunders & Saunders (1992)
Passive step back technique	Torabinejad (1994)
Alternated rotary motions-technique (ARM)	Siqueira et al. (2002)
Apical patency technique	Buchanan (1989)

Tableau II.1: Récapitulatif des différentes techniques de mise en forme canalaire de 1961 à 1989 (Hulsmann M, Ove AP, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals. Endodontic Topics 2005).

II.2. La préparation canalaire :

II.2.1. Définition :

Selon LAURICHESSE, la préparation canalaire est aujourd'hui le domaine exclusif d'une technologie mécanique et physico-chimique qui s'applique à redéfinir les parois canales pour aboutir à une cavité endodontique finale autorisant la mise en place d'une unité biocompatible de substitution, masse d'obturation dense, hermétique et durable respectant les structures anatomiques.

Elle consiste en l'élimination aussi complète que possible du contenu organique et minérale pathologique du système canalaire.

II.2.2. Propriétés des instruments de préparation canaux :

Actuellement, la préparation canalaire fait appel à une instrumentation qui peut être manuelle et/ou mécanisée, appelée encore assistée. Des instruments sonores et ultrasonores peuvent également compléter la préparation. Enfin de nouvelles technologies telles que le laser sont en expérimentation.

Qu'ils soient manuels ou mécanisés, les instruments endodontiques sont constitués de trois parties :

Le manche : qui permet la préhension manuelle de l'instrument ou son adaptation sur contre angle.

La tige : qui est l'ébauche du fil métallique à partir duquel est fabriquée la partie travaillante de l'instrument. Fixée dans le manche, elle peut être de section ronde, triangulaire ou carrée.

La lame active : qui reste la partie travaillante de l'instrument située dans le prolongement de la tige. La section de celle-ci correspond au profil de coupe qui varie suivant l'instrument considéré.

Il existe actuellement une très grande variété d'instruments sur le marché, constitués d'acier inoxydable ou de Ni-Ti. Cependant 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 ponte.

- ❖ **L'angle d'hélice** : correspond à l'angle selon lequel les lames s'enroulent autour du corps de l'instrument. Il peut favoriser la remontée des débris s'il est légèrement positif.

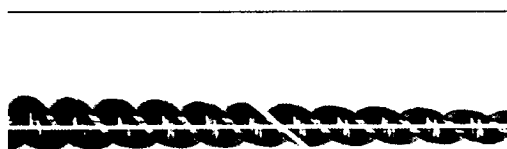


Figure II.1: l'angle d'hélice est l'angle compris entre l'axe de l'instrument et l'axe des spires.

- ❖ **L'ade l'angle de coupe** : est défini comme l'angle suivant lequel les lames abordent les parois canalaires. Il est par conséquent directement associé 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.
- ❖ **L'angle de pointe** : est défini comme l'angle formé par les pans émoussés ou non de l'extrémité de la lame, variant le plus souvent entre 60° et 90°. L'évolution actuelle s'effectue vers des instruments à pointe mousse non travaillante.

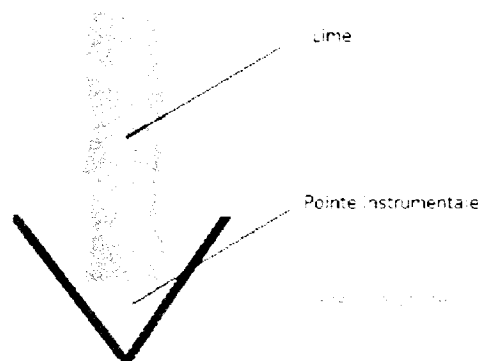


Figure II.2 : Présentation de l'angle de pointe.

- ❖ **La lime apicale primitive (LAP) :**

Premier instrument dont le diamètre autorise une insertion à la longueur de travail sans possibilité de franchissement. Il est important de comprendre que la détermination de la LAP ne peut être envisagée que suite à la suppression des contraintes dans le tiers coronaire et le tiers moyen. La LAP permet donc de jauger le diamètre apical avant la mise en forme finale.

Jaugeage du diamètre apical avant mise en forme du canal

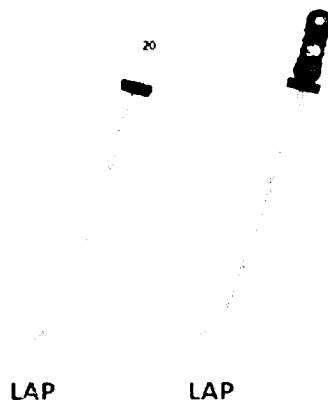


Figure II.3 : La lime apicale primitive.

❖ La lime apicale maîtresse (LAM)

Il s'agit de la lime de plus gros calibre atteignant la longueur de travail qui détermine le diamètre apical final de préparation (au minimum 20-25/100 mm) et d'obturation de ce canal (CNEOC, 2010). Il est capital de comprendre que LAP et LAM peuvent être identiques notamment lorsque le calibre de la LAP est supérieur ou égal à 20/100 mm, diamètre minimal requis pour la préparation canalaire. Des considérations anatomiques ou pathologiques (dent infectée) peuvent cependant conduire le praticien à majorer le calibre apical de préparation ou la conicité apicale.

❖ Le diamètre

Défini comme la dimension transversale d'un segment de droite passant par le centre de l'instrument. En endodontie il s'exprime généralement en centième de millimètres. La notion de diamètre instrumental ne doit pas être confondue avec la conicité qui correspond à l'évolution du diamètre de la pointe de l'instrument jusqu'à la base de la partie active.

❖ La conicité :

La conicité traduit les variations de diamètre d'un point à un autre. En endodontie, la pointe de l'instrument présente un diamètre moins important que le reste de l'instrument. Si la conicité est constante le diamètre

augmente régulièrement de la pointe vers la base de la partie active (CNEOC, 2010).

Par exemple pour une conicité constante de 2% (instruments de la norme ISO), le diamètre de l'instrument augmente de 0,02mm tous les millimètres en partant de la pointe.

Couleur	Numérotation ISO	*Numérotation ISO	Numérotation ISO
Blanc	1		
Vert	2 •		
Jaune	3 •		
Rouge	4 •	4	4
Orange	5	5 •	5 •
Rose	6 •	6 •	6 •
Vert	7 •	7 •	7 •
Jaune	8 •	8 •	8 •
Blanc	9 •	9 •	9 •

II.3.L'instrumentation endodontique manuelle :

L'instrumentation endodontique manuelle est la technique de préparation canalair 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 canalair et la pénétration initiale (perméabilisation) des canaux.

II.3.1. La norme ISO et dimensions des instruments :

La majorité de l'instrumentation endodontique manuelle traditionnelle répond à la norme ISO. Pour établir cette norme, l'organisation internationale des standards (ISO) a travaillé en collaboration avec la Fédération dentaire internationale (FDI) et l'ADA. Plusieurs spécifications 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%.

Concernant les dimensions, la longueur de l'ensemble « tige – lame active » peut être de 19 mm, 21 mm, 25 mm, 27 mm ou encore de 31 mm, la lame active seule devant mesurer 16 mm. Les diamètres sont affichés en centièmes de millimètre de 6/100 mm à 140/100 mm. Ce diamètre conférant son numéro à l'instrument, correspond à celui de la transition lame active/pointe instrumentale et est noté D1. Les instruments de diamètre 0,6 mm à 0,40 mm ont tous des couleurs de manche différentes. de 0,45 mm à 0,80 mm et de 0,90 mm à 1,40 mm, la répartition des couleurs se répète.

Le diamètre mesuré à la transition tige-lame active est appelé D2. quel que soit l'instrument : $D2 - D1 = 0.32 \text{ mm}$, soit $16 \times 0,02$.

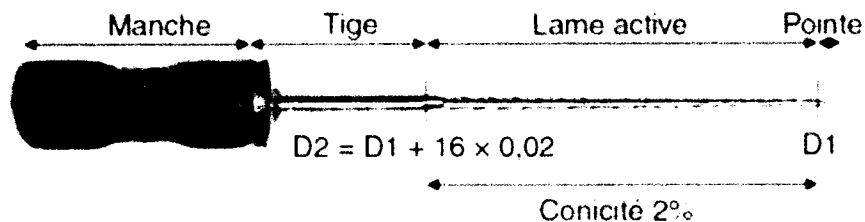


Figure II.4 : Instrument manuel et notion de conicité.

II.3.2. Les principaux instruments manuels de référence

➤ **Lime K (Kerr) :**

Elles existent en acier inoxydable, torsadées ou usinées, de section triangulaire ou carrées. Le pas de ces instruments reste court, donc ils présentent un grand nombre de spires. Les angles de coupe et d'hélice sont respectivement de 45° et de 40°. l'utilisation de ces limes s'effectue principalement en traction et /ou rotation. Cette dernière est une rotation horaire d'un huitième de tour. Les limes restent plus rigides que les broches par conséquent plus efficaces en pénétration.

➤ **Lime H (Hedström) :**

Ou racleurs, sont des instruments très tranchants, usinés à partir d'une ébauche de section ronde. Ces instruments ne sont utilisables qu'en traction. En effet, ils ont un profil en empilement hélicoïdal de « troc de cône à pointe apicale ». Ils ont un

angle d'hélice de 60° et angle de coupe de 90°, justifie leur emploi en traction pure et leurs efficacités. Les racleurs restent également particulièrement fragiles. Ils servent essentiellement à l'élargissement, après le passage de lime K du même numéro et l'élimination des débris et des tissus organique.

➤ **Broche:**

Ils sont torsadés ou usinés à partir d'une ébauche de section triangulaire à pas long, donc à faible nombre de spire. Le profil de ces instruments implique plutôt une utilisation en rotation qu'en traction lors de la préparation canalaire. Leurs angle d'hélice est de 20°, 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 et qu'aux retraitements endodontiques.







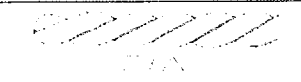


Instruments	Lime K	Lime H	Broche
Photographie			
Radiographie			
Profil et section			

Figure II.5: les trois instruments manuels de référence : lime K, lime H et broche n°35.

II.4. Les différentes techniques manuelles de préparation canalaire :

➤ **La technique standardisée :**

Décrite par INGLE (1961) elle implique l'utilisation d'instruments manuels en acier de type broches ou limes de HEDSTROM (lime H). Son objectif était d'aboutir à une géométrie canalaire permettant une obturation à l'aide d'un cône de gutta-percha dont le diamètre correspondait au diamètre du dernier instrument utilisé à la longueur de travail. Les broches de calibre croissant sont successivement utilisées à la même longueur de travail. Pour angle, cette longueur de travail se tient en retrait de 1 à 2 mm de l'apex anatomique. La mise en forme est ensuite finalisée par un limage pariétal circonférentiel à l'aide de lime H. L'obtention d'une boîte apicale cylindrique permet de confiner le matériau d'obturation à distance de l'apex anatomique. Cette conception est à l'origine de l'école Scandinave décrite précédemment. Les caractéristiques de la *technique standardisée* limitent son emploi à des canaux dont les

courbures sont peu marquées. En effet, la mémoire élastique d'instruments aciers utilisés à la même longueur tend à provoquer des altérations anatomiques du canal ainsi préparé (Weine et al. 1975).

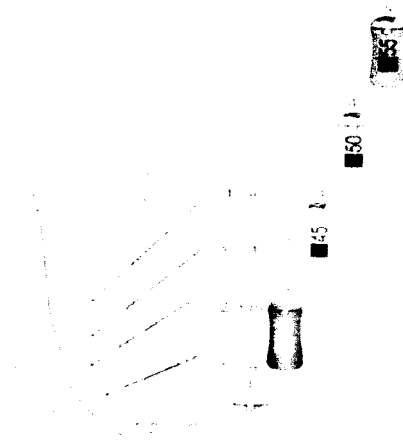


Figure II.6 : La technique standardisée

➤ **Step-back :**

La technique apico-coronaire fait appel à un élargissement progressif par paliers successifs et programmés (Weine, 1972.; Martin, 1974). Elle tente de remédier aux inconvénients de la technique standardisée. Cette méthode a été initialement décrite par l'utilisation de lime H (Clem, 1969). Elle conserve néanmoins toute sa légitimité par le recours de limes K (2 %) animées d'un mouvement de quart de tour associé à un retrait vertical. La conicité des instruments conventionnels étant de 2%, cette dernière n'est pas suffisante pour permettre un bon nettoyage et une antiseptie adéquate. Une première lime détermine la longueur de travail (LAP). Ensuite l'opérateur procède à un élargissement apical à la longueur de travail jusqu'à la LAM. Enfin, la conicité du tiers apical est élaborée à l'aide d'instruments de diamètre croissant utilisés successivement en retrait les uns des autres (CNEOC, 2010). En fonction des paliers choisis (0,5 mm ou 1 mm), la conicité apicale donnée sera de 10 ou 5 %.

➤ **Technique sérielle :**

Schilder en 1974 propose une technique de préparation différente. Elle repose sur le concept d'instrumentation passive (aucun instrument ne devant être « forcé » en direction apicale). L'auteur suggère une réutilisation de séries

d'instruments (*technique sérielle*) utilisés en ordre croissant et en retrait les uns des autres. Elle implique le contrôle permanent de la vacuité canalaire à l'aide d'une lime de perméabilité. Les forêts de Gates- Glidden réalisent quant à eux un élargissement coronaire. Les broches, légèrement pré courbées, travaillent non pas par leur pointe mais par un mouvement de rotation de leur partie active. Elles décrivent une enveloppe de mouvement venant balayer l'ensemble des parois lors du retrait. Cette particularité permet de réaliser un alésage tridimensionnel du canal.

La technique sérielle a tout son intérêt lorsqu'il est impossible d'atteindre directement la longueur de travail à l'aide d'une lime 15 (canaux fins ou courbes). Machtou et al. (1993) préconisent une mise en forme initiale du tiers médian en respectant la séquence suivante. Passage sériel de broches 15 à 35, à partir de la longueur atteinte initialement par la lime K15 « LT initiale ». Cette longueur étant bien entendu inférieure à la longueur de travail proprement dite « LT ».

- Broche 15 à la longueur atteinte.
- Broche 20 à la longueur moins 1mm.
- Broche 25 à la longueur moins 2mm.
- Broche 30 à la longueur moins 3mm
- Broche 35 à la longueur moins 4mm

Cette séquence permet un élargissement coronaire qui libère les instruments des contraintes pariétales et autorise ensuite la lime K 15 à descendre plus profondément que précédemment. Cette nouvelle longueur de travail est le point de départ d'une nouvelle séquence de broches.

➤ **Préparation corono-apicale « Crown Down » :**

Papin et Marshall proposent en 1980 une technique de mise en forme corono-apicale (Crown-Down). Celle-ci implique l'utilisation d'instruments de diamètre décroissant en direction apicale. Les contraintes pariétales sont ainsi progressivement éliminées par les instruments de gros calibres qui ouvrent la voie aux limes de plus petits diamètres. Ainsi seule une portion réduite des lames est véritablement concernée par l'alésage du canal (Calas, 2003). De plus, la technique présente l'avantage d'introduire des instruments dans le tiers apical uniquement après avoir désinfecté les portions coronaires et médianes. L'intérêt majeur des techniques

corono-apicales est également de réduire la quantité de débris apicaux plus ou moins septiques susceptibles d'être refoulés dans le parodonte (et à l'origine des sensibilités postopératoires) ainsi que de diminuer le redressement de la trajectoire canalaire par rapport notamment au step-back (Turek et Langeland, 1982 ; Al-Omari et Dummer, 1995 ; Ferraz et al., 2001).

L'utilisation conjointe du crown-down et du step-back n'est pas antinomique. L'une diminue les contraintes quand l'autre procure la conicité apicale du canal. La combinaison de ces deux techniques est appelée « step-down » (Goerig et al. 1982). Dans cette technique hybride les deux tiers coronaires sont préparés à l'aide des limes H et forêts de Gates- Glidden. Le step back du tiers apical est ensuite mené classiquement.

Le double Flaring est une autre technique qui s'inscrit dans la famille des préparations corono-apicales. Il s'agit d'une variante du Crown-Down initiée par Fava en 1983.

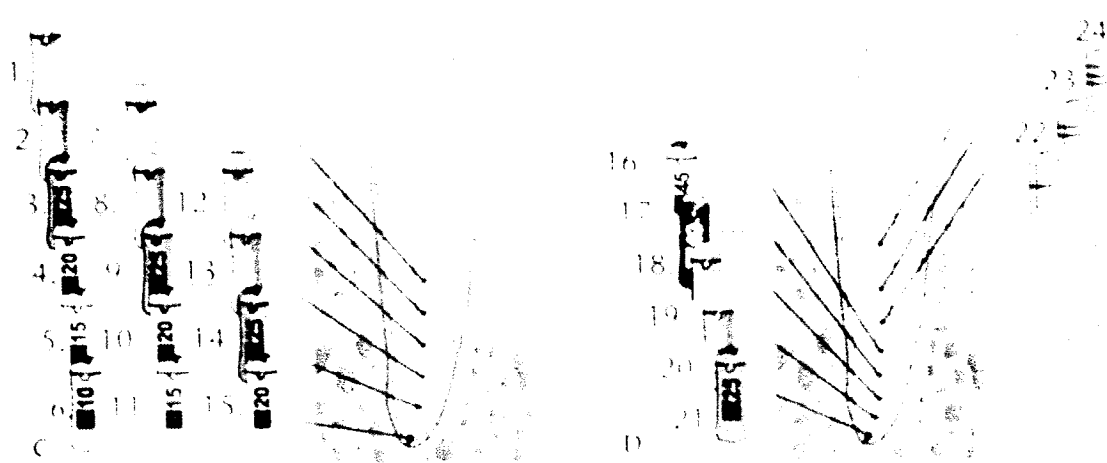


Figure II.7: illustration de la technique dite du Crown-Down (Beer R, Baumann MA, Kielbassa AM. Atlas de poche d'endodontie. 2008).

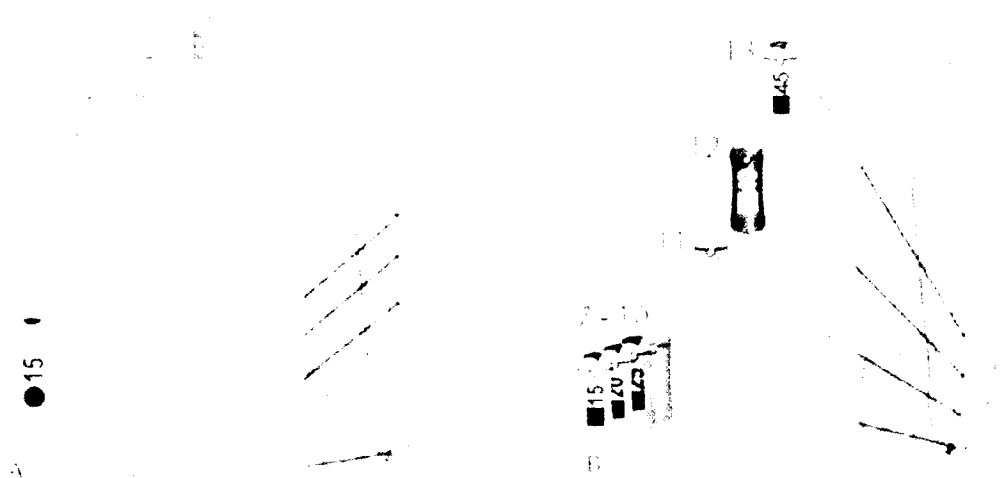


Figure II.8 : Technique du Step-down (Beer R, Baumann MA, Kielbassa AM. Atlas de poche d'endodontie. 2008).

II.5. Les limites des instruments en acier inoxydable:

- Les instruments en acier possèdent une grande rigidité malgré la faible conicité (2%).
- Ils ont une mémoire élastique : ce qui confère à l'instrument de reproduire sa forme initiale à l'intérieur du canal).
- L'action de va et vient de l'instrument favorise le refoulement septique vers le péri-apex.
- Leur pointe rigide peut être l'origine de déplacement de foramen, la création d'un nouveau canal ou de butées ou d'épaulements ou bien déplacement de la trajectoire canalaire initiale.

CHAPITRE III

III. LA TECHNIQUE ROTATIVE :

Nous disposons aujourd'hui grâce aux instruments en Nickel Titane de technique de préparation en rotation continue qui simplifie nos actes en assurant des résultats de qualité avec un temps de travail significativement réduit. Le principe de mise en forme proposé par les systèmes mécanisés est la préparation coronapicale dite "crown-down" .

Cependant la préparation canalaire doit répondre aux objectifs de la préparation décrite par Schilder(1974):

L'élimination la plus parfaite possible du tissu organique pulpaire est des agents pathogènes.

Le respect de trajet canalaire, des structures apicales, de la position et diamètre du foramen.L'obtention d'une conicité régulière de la chambre pulpaire jusqu'au foramen pour favoriser le nettoyage, elle va permettre la réalisation d'une obturation tridimensionnelle contrôlée; durable et étanche.

La division des canaux fortement recourbés en plusieurs parties et la mise en forme séparément de chacune de ces parties

III.1. Instrumentation mécanisée:

L'instrumentation endodontique mécanisée fait appel à une assistance motorisée (cotre angle) laquelle permet le mouvement de rotation des instruments.

III.1.1. Instruments mécanisés en acier inoxydable:

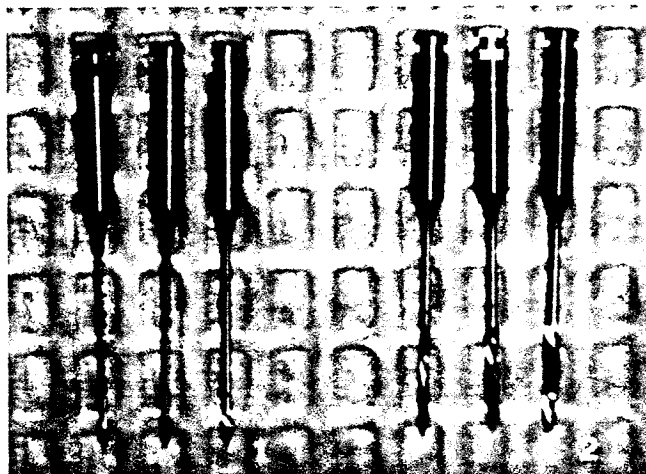
Cette catégorie d'instruments est essentiellement représentée par les forets. Ils sont destinés à l'élargissement de la partie coronaire du canal, afin de redresser les courbures, d'éliminer les interférences et ainsi de favoriser l'accès instrumental au tiers apical sans complication.

Il existe de nombreuses variétés de forets pouvant être utilisés en endodontie (coniques, cylindrique...etc). Les forets les plus répandus restent les forets de Gattes Glidden, et les forets Largo.

Les forets de Gattes sont de forme elliptique, ils ont une section en triple U avec des méplats radiants et une pointe mousse. il existent en 15 mm et 19 mm de longueur, les plus courts facilitent l'accès aux dents postérieures. ils existent en 6 diamètres différents, numérotés de 1 (une rainure sur le manche) à 6 (6 rainures) de 0,5 à 1,5 mm de diamètre. la vitesse de rotation préconisée est de 600 tr/min à 800 tr/min.

Les forets Largo présentent des parois coupants parallèles. ils sont disponibles sur le marché avec ou sans pointe mousse. ils restent plus rigides que les précédents. Il existe en six diamètres de 1 à 6, de 0,7 à 1,5 mm de diamètre. la vitesse de rotation préconisée pour ces forets est de 1000 tr/min à 1200 tr/min.

L'utilisation des forets 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.



Forets n° 1 à 3 : 1. De Gates Glidden ; 2. Largo

Figure III.1 : Photos des Forets.

III.1.2. Instruments mécanisés en Ni-Ti:

III.1.2.1. Historique de l'emploi de l'alliage Ni-Ti:

L'évolution des concepts, le constat des limitations de l'instrumentation manuelle, ont amené progressivement auteurs et fabricants à se tourner vers d'autres alliages que l'acier. Particulièrement les super élastique à mémoire de forme type Ni-Ti.

Depuis quelques années, des instruments endodontique manuels en alliage Ni-Ti qui ont l'avantage d'être plus flexibles que les instruments traditionnels sont proposés par certains fabricants. En 1988, Walia, Brantey, Gerstein ont été les premiers qui ont envisagé l'emploi de Ni Ti dans la fabrication des instruments manuels, mais ils ont toutefois l'inconvénient de présenter une moindre efficacité de coupe que ceux en acier.

Parallèlement à cette version manuelle, il existe des instruments NiTi utilisé en rotation continue. Les systèmes Canal Master et Light Speed ont été les premiers instruments Ni Ti mécanisé à être mis sur le marché. L'utilisation de la rotation continue permettait de compenser le manque d'efficacité de coupe de l'alliage.

Après ces derniers de nombreux autres systèmes ont été proposés par les fabricants, leurs concepts étaient basés sur une modification de divers paramètres tel que la conicité, le pas, la forme de la pointe....etc.

III.1.2.2. Propriétés de Nickel Titane:

Le Nickel-titane fait partie des alliages super élastiques caractérisés par la mémoire de forme et une grande flexibilité.

Flexibilité, efficacité de coupe, et résistance à la fracture sont les qualités conventionnelles requises pour une lime endodontique (BIDANT et al).

Ces trois propriétés, définies par la norme ISO n°28 de l'ADA, sont conditionnés par le dessin et l'alliage à partir duquel est usiné l'instrument.

En 1988, WALIA et al. Introduisent les premiers limes en nitinol, alliage de Nickel et de Titane, déjà utilisé par les orthodontistes. Cela a permis de mettre en évidence une « quatrième dimension » à ces instruments : la super élasticité. Aujourd'hui, les instruments sont réalisés dans un alliage de NiTi (56% du Ni et 44% de Ti).

➤ La mémoire de forme :

Ces alliages en Nickel-Titane possèdent la capacité de retrouver leur dimension initiale après avoir subi une déformation importante sous l'effet d'une contrainte, contrairement à l'acier qui à déformation égale, subit une déformation permanente. Cette propriété est la super élasticité.

Sur le plan microstructural, l'application de la contrainte sur l'échantillon provoque une transformation de phase à l'état solide appelée transformation martensitique thermo-élastique.

L'échantillon, qui au repos est à l'état d'austénite, se transforme en martensite. Lorsque l'application de la contrainte cesse, on observe un retour à l'état austénitique par transformation inverse et l'instrument retrouve sa dimension initiale.

Cette propriété n'est possible que si les températures de transformation martensitique de l'alliage sont adaptées aux températures d'utilisation des instruments endodontiques (37°C). Ces températures de transformation varient selon la composition et l'histoire thermomécanique de l'alliage.

Nous retrouvons donc, de manière classique, la zone élastique suivie d'une zone super élastique qui correspond au changement de phase (austénite _ martensite) et la phase de déformation plastique qui conduit à la rupture.

La super élasticité de l'alliage confèrent aux instruments un seuil de déformation plastique et de fracture très nettement supérieur à celui des aciers.

Une rotation à vitesse constante fournie par un moteur électrique à couple important est nécessaire afin de maintenir l'alliage dans sa phase d'élasticité maximale. Une vitesse lente entre 200 et 300 tr/ min, permet de limiter la fatigue instrumentale en flexion et de conserver un certain sens tactile.

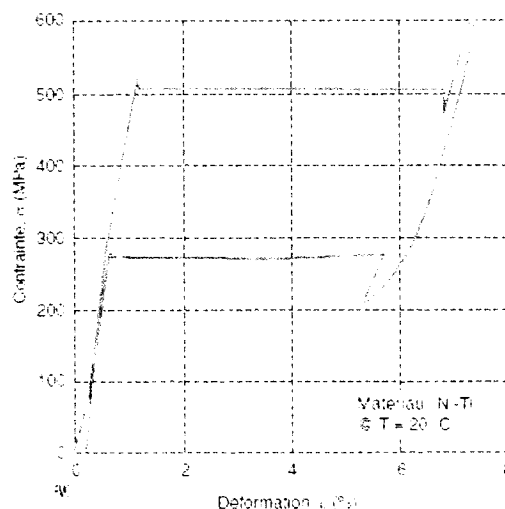


Figure III.2 : Propriétés physiques de l'alliage Ni-Ti.

➤ **La grande flexibilité de Ni-Ti :**

Elle est jusqu'à six fois supérieure à celle de l'acier et se traduit par le fait que la force de rappel de l'instrument vers sa position d'origine est faible.

Par conséquent, les instruments en Ni-Ti respectent en permanence le trajet canalaire dans les trois dimensions de l'espace, alors que les instruments en acier doivent être pré courbés selon un plan unique. La flexibilité du Ni-Ti se conserve après des cycles d'utilisation et de stérilisation répétés. L'intérêt principal des instruments en Nickel Titane est de garder une flexibilité intéressante dans les gros diamètres (à partir du n°25-30) ; en effet, l'augmentation de rigidité en fonction du diamètre n'est pas exponentielle comme pour l'acier, mais relativement linéaire.

Cette propriété autorise l'augmentation de la conicité des instruments, jusqu'à fixée à 2% par la norme ISO, de façon à calibrer l'instrumentation à la forme recherchée lors de la préparation canalaire.

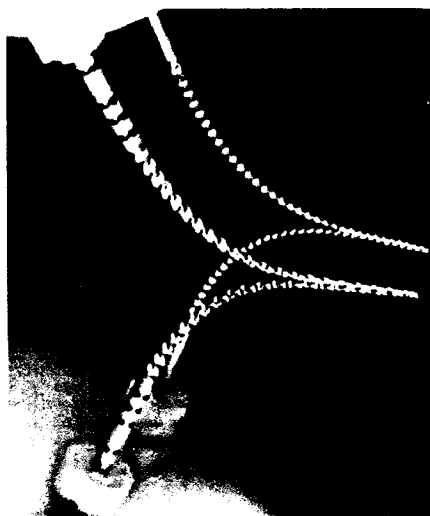


Figure III.3 : La flexibilité de l'instrument Ni-Ti.

➤ **La capacité de coupe du NITI :**

Cette capacité est variable selon le profil de l'instrument et la composition de l'alliage. Elle est comparable à celle de l'acier. La coupe est obtenue en exerçant une force moindre qu'avec l'acier. Peu probante en utilisation manuelle, comparée par exemple au travail de coupe d'une lime H, cette action se manifeste rapidement et sans effort dès que l'instrument est utilisé en rotation.

➤ **La résistance à la fracture :**

Cette résistance des limes NITI, évaluée in vitro par le teste de torsion est égale ou supérieure à celle des limes en acier. Cependant, les instruments endodontiques en Nickel Titane ont une faible résistance à la rupture lors d'un usage répété.

Un meilleur contrôle de l'état microstructural de l'alliage devrait permettre de pallier à cet inconvénient.

➤ **La biocompatibilité tissulaire :**

Evoluée in vitro, la biocompatibilité ainsi que la résistance à la corrosion sont identique à celles des aciers inoxydables. Cette résistance est basée sur la présence d'un film de passivation en surface qui peut toutefois se « rompre » au contact de milieux chlorés en particulier.

Ceux-ci provoquent une attaque locale du film, d'où l'apparition d'une corrosion par piqûres ou caverneuse.

III.2 Considération à propos des instruments Ni-Ti:

- a. **Effet de vissage:** L'une des conséquences indésirables de la rotation continue est l'effet de vissage qui était problématique, notamment sur les instruments de première génération non munis de méplats radiants (HERO 642®, FlexMaster®). La sensation d'aspiration est importante lorsque la conicité de l'instrument approche la conicité du canal. Sur les instruments plus récents (HEROShaper®, ProTaper Universal®), les angles et les pas d'hélice ont été modifiés afin de réduire le vissage et d'augmenter la flexibilité.
- b. **Fracture instrumentale:** La fracture instrumentale peut survenir par torsion ou par fatigue cyclique. Les deux types de fractures et leurs relations avec la flexibilité des instruments sont discutés dans les paragraphes suivants.

❖ Fracture par torsion:

Lors de l'application d'une torsion sur un instrument, celui-ci subit d'abord une déformation élastique et peut, si la torsion s'arrête, reprendre sa forme initiale sans déformation permanente. Si la torsion est maintenue, la déformation devient permanente, indiquant que la limite élastique a été atteinte. À ce stade, l'instrument

ne peut plus récupérer sa forme initiale. Dès lors, la fracture peut intervenir plus ou moins rapidement si la torsion persiste. À alliage identique. Les facteurs qui augmentent la résistance à la torsion sont :

- L'augmentation de la masse centrale.
- L'augmentation du diamètre.
- L'augmentation de la conicité de l'instrument.

Cliniquement, la fracture par torsion est la plus fréquente. Ce type de fracture survient : lorsque la pointe d'un instrument rotatif est forcée et bloquée dans un canal dont le diamètre est beaucoup plus petit que celui de la pointe. C'est précisément pour cette raison que le canal doit être exploré et élargi suffisamment avec des limes manuels avant d'envisager le passage des instruments rotatifs (Peters et al. 2003). Le diamètre de cet élargissement précoce dépendra du diamètre de l'instrument rotatif qui sera utilisé par la suite (Berutti et al. 2004).

❖ Fracture par fatigue cyclique:

La fatigue cyclique est la conséquence d'une accumulation de stress dans la masse de l'alliage au cours d'une utilisation prolongée dans une courbure ou lors d'utilisations successives. La résistance à la fatigue cyclique indique le nombre de cycles (rotations) qu'un instrument est capable d'effectuer sous l'action d'une contrainte. Les fractures en fatigue cyclique surviennent sans déformation permanente préalable visible à l'œil nu. Elles sont donc impossibles à détecter ou à prévoir précisément (Haikel et al. 1999 ; Ullmann et Peters, 2005 ; Kramkowski et Bahcall, 2009). De plus, 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 (Ullmann et Peters, 2005).

À alliage identique, les facteurs qui augmentent la résistance à la fatigue cyclique sont :

- La diminution de la masse centrale de l'instrument.
- La diminution du diamètre et de la conicité de l'instrument.

Le rayon de courbure du canal et la vitesse de rotation de l'instrument influencent également la résistance à la fracture cyclique d'un instrument. Plus la courbure est marquée et la vitesse de rotation élevée, plus la fracture sera rapide.

III.3. Principes généraux d'utilisation d'instrument en Ni-Ti:

- Respect de la vitesse de rotation préconisé par le fabricant, par l'utilisation de contre angles ou moteurs spécifiques.
- Respect de la séquence instrumentale propre au système utilisé.
- Une lime Nickel-titane rotative ne doit jamais être insérée d'emblé dans un canal dont la perméabilité n'a pas été vérifiée avec une lime manuelle en acier.
- La pression sur le contre angle doit être faible. Elle est accompagnée d'un mouvement de va-et-vient dans le sens vertical, qui limite l'engagement dans le canal.
- Les instruments ne doivent pas être maintenus dans le canal à la même longueur sans mouvement de va-et-vient, l'immobilité peut entraîner une fracture de l'instrument ou un déplacement de la trajectoire canalaire.
- Après quelques secondes de travail, les instruments doivent être retirés et essuyés, et le canal doit être irrigué afin d'éliminer les débris en suspension.
- Les instruments doivent être vérifiés après chaque passage, afin de déceler un défaut éventuel. Un instrument dévillé doit être immédiatement éliminé.
- Il est indispensable de respecter la période nécessaire à l'apprentissage de la technique. Ainsi, la technique doit être essayée sur dents extraites afin de se familiariser avec la rotation continue et le sens tactile des instruments.
- Et surtout, il est primordiale de connaitre les contres indication est les limites d'utilisation des instruments rotatifs en Ni-Ti.

III.4. La vitesse de rotation et les moyens de l'obtenir:

Une rotation à vitesse constante est nécessaire afin de maintenir l'alliage dans sa phase d'élasticité maximale, la vitesse de rotation doit toujours être constante. Elle est basse varie en général de 250 tr/min à 600tr/min en fonction des systèmes.

Les instruments nickel titane nécessitent l'utilisation de contre angle réducteurs au fauteuil ou de blocs moteurs permettant l'obtention de ces vitesse.

III.4.1. Contre angles réducteurs montés directement au fauteuil:

La vitesse initiale des équipements pneumatique étant de 20000tr/min, les contre angles destinés à l'utilisation des instruments Ni Ti sont réducteurs par

64(Anthogyr) par 70(W&H) et par 75 ou 50(Micro Méga). La Vitesse initiale des équipements électriques étant de 40000tr/min, les contre angles sont réducteurs par 128 ou par 100. Certains d'entre eux offrent seulement une réduction alors que d'autres y associent une fonction de contrôle de couple avec débrayage automatique, entraînant l'arrêt de l'instrument si la pression exercée au cours du travail est trop importante qui empêche le blocage de l'instrument dans le canal(NiTi Control®, Anthogyr ; SiroNiTi®, Sirona). Le débrayage est censé réduire le risque de fracture par torsion. La plupart de ces contre angles possèdent des micro-têtes permettant un accès plus aisé dans les zones postérieures. Ils présentent l'avantage de l'ergonomie et de cout peu élevé, ils ont néanmoins un niveau sonore élevé lors de travail.

III.4.2. Les Moteurs:

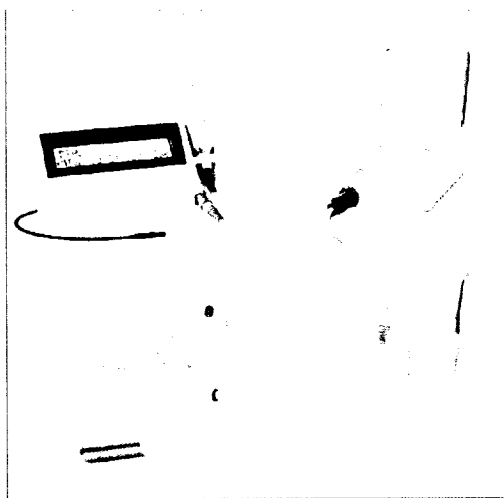
Les moteurs les plus récents sont compacts, fonctionnent sur piles rechargeables et, pour certains, sont dépourvus de pédale (X-Smart®, Dentsply-Maillefer). Ils possèdent des possibilités de réglage de couple avec une fonction de débrayage associée à une rotation antihoraire automatique (auto-reverse).

Ils offrent un double avantage : vitesse précise, contrôlée électroniquement et absence de vibration, de bruit et d'échauffement. Ils constituent cependant un périphérique supplémentaire.

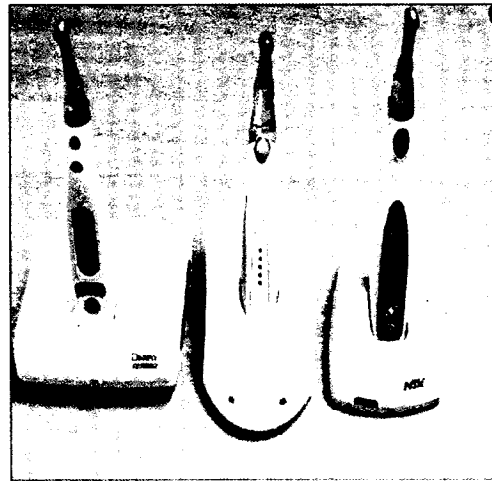
- **Contre angle moteur sans fil:** Certains de ces moteurs se présentent sous la forme de contre angles dont le moteur miniaturisé est logé dans le manche (X-Smart Easy®, Dentsply-Maillefer ; Entran®, W & H ; EndoMate TC2®, NSK). Ils possèdent toutes les fonctionnalités de réglage de vitesse et de couple avec fonction inversion automatique. Ils fonctionnent sur pile rechargeable et offrent l'avantage indéniable d'être sans fil.
- **Moteurs couplés à un localisateur d'apex:** Certains fabricants proposent l'association d'un moteur d'endodontie avec un localisateur d'apex électronique intégré et fonction inversion automatique (Morita ; VDW-Gold, Dentsply-VDW, ENDOAce®, Micro Méga) . Lors de la détection de la longueur de travail par le localisateur d'apex, le contre angle débraye automatiquement et amorce une rotation antihoraire. Si ces systèmes sont intéressants sur le

plan ergonomique de prime abord, il faut garder à l'esprit qu'un localisateur d'apex n'est jamais fiable à 100 % et que la longueur de travail doit être déterminée à l'aide d'une lime manuelle en acier et non en engageant un instrument en nickel-titane en rotation dans la portion apicale d'un canal qui n'a pas été perméabilisé au préalable.

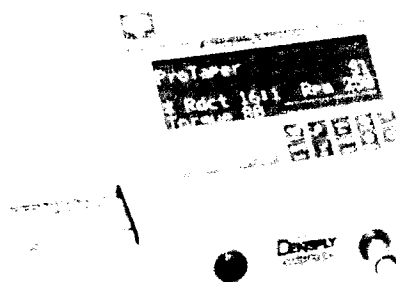
Remarque : le débrayage est enclenché lors d'une pression importante sur l'instrument lors de son utilisation. Il protège donc de la fracture par torsion mais ne peut pas éviter les fractures associées à la fatigue cyclique (qui n'est pas liée à la pression).



Moteurs et unités de localisateurs d'apex : VDW Gold, VDW Smart, Dux, WMA Ref, EndoAce, Micro Max, Endo270, J. J. J.



Contre-angles et f. De réduction de vitesse : Smart Endo, J. J. J., Endo, W. H. H. E. G. M. T. J. J. J.



Unité de localisateur d'apex

Figure III.4 : Les moteurs et contre-angles réducteurs réducteurs.

III.5. Caractères géométriques des instruments mécanisés:

Les instruments Ni-Ti mécanisés présentent de nombreux paramètres géométriques parmi lesquels: longueur, diamètre, conicité et section qui permettent de les caractériser.

Les longueurs proposés par les fabricants sont: 21, 25,29 et 31 mm, le diamètre varié de 0,20mm à 0,60 mm.

Les instruments rotatifs en Ni Ti présentent une conicité majorée par rapport aux normes ISO, elle variée de 2% à 12%.quant à la section elle est également variable et généralement symétrique. Toutefois, certains systèmes possèdent des instruments à section non symétrique.

D'autres paramètres géométrique permettent de distinguer différent instrument; tels que la présence ou non de méplat radiant, l'existence ou non de variation de conicité sur le même instrument, l'angle de coupe ou encore la forme de la pointe.

Nous pouvons les classés selon la présence de méplat radiant en deux grandes catégories :

III.5.1. Les instruments Passifs:

Qui sont dits **non coupants**. Ils présentent un ou plusieurs méplats radiants, qui permettent d'optimiser le centrage de l'instrument dans le canal et de limiter le phénomène d'aspiration ou vissage, et d'augmenter la résistance des lames et la flexibilité du corps de l'instrument. Cependant ces instruments présentent une faible efficacité de coupe.

Les plus connus sont : le profile, le GT Rotaty file, le Quantec, le K3.

III.5.2. Les instruments Actifs:

Dits **Coupants** qui ne comportent pas de méplat radiant, ils présentent une très bonne efficacité de coupe. En revanche leur flexibilité est moindre pour des conicités importantes.

Ces différents instruments peuvent être classés par critère de conicité comme suit:

➤ **Les instruments à conicité constante:**

La conicité constante signifie une progression uniforme du diamètre le long de l'instrument. Un instrument à conicité constante présente donc une forme pyramidale. Plus la conicité est importante, plus la base de la pyramide est large.

Les systèmes à conicité constante les plus connus sont : Profile, GT rotaty file, Quantec et K3.

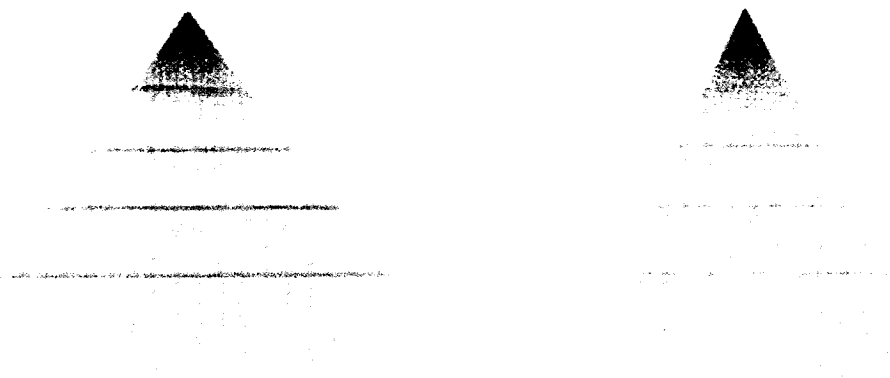


Figure III.5 : Schématisation de la conicité constante

➤ **Les instruments à conicité variable:**

Dans le concept de la conicité variable, la conicité varie sur la partie active du même instrument, elle peut être 2% sur 1 ou 2 mm puis 4% sur les mm suivant.

L'intérêt principal de la conicité variable est qu'elle permet d'assurer une flexibilité adaptée aux différents instruments composant le système. Ainsi, une conicité importante est donnée à l'instrument uniquement là où le travail souhaité dans le canal.

Les instruments destinés à l'ouverture canalaire présentent une conicité maximale corolairement.

L'instrument destiné à la mise en forme apicale présente une conicité maximale dans les premiers mm au niveau de la pointe.

Lors de la mise en forme canalaire, ces instruments sont utilisés du plus large vers le plus étroit sans pression excessive. L'instrument le plus large travaille corolairement engage une portion du canal et l'élargit sur certaine longueur, pour permet à un autre plus étroit d'avancer plus apicalement.

Les plus connus sont le Héro 642, le Cone Flex, le Héro Shaper.

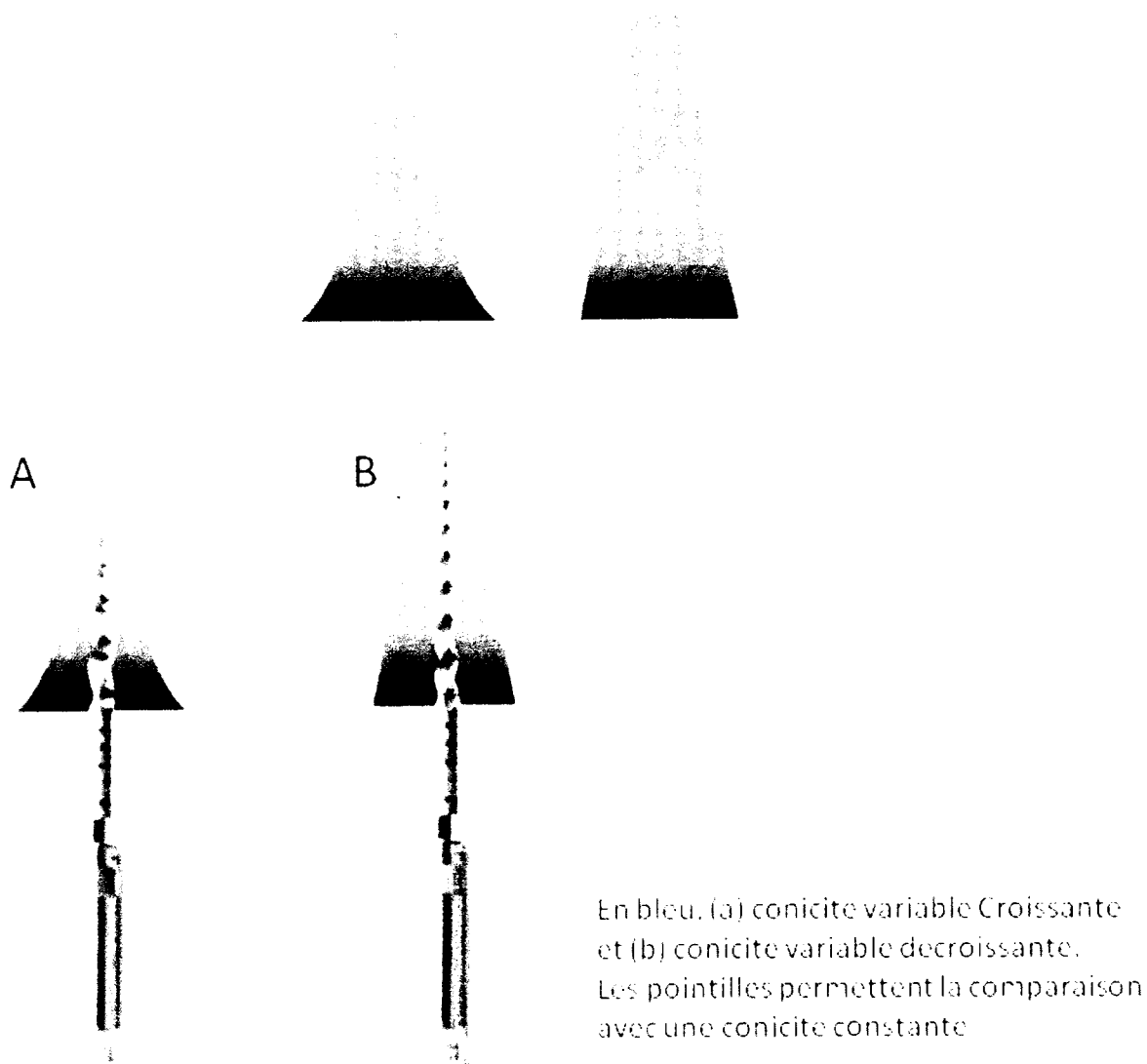


Figure III.6 : Schématisation de la conicité variable

III.6. Les limites de la rotation continue:

Les limites d'utilisation des systèmes Ni-Ti sont peu nombreuses:

- Une allergie au Nickel constitue une contre-indication.
- Une ouverture buccale limitée peut constituer une contre-indication clinique de la rotation continue, cependant certains fabricants ont mis au point des instruments spécifique peut encombrants pour remédier à ce problème.
- La présence de fortes courbures canalaire (crochets apical), le risque de fracture instrumentale est majeur lors de la préparation de ces canaux.

III.7. Les avantages de la rotation continue:

L'utilisation d'instruments endodontique Ni-Ti en rotation continue a permis une amélioration de la qualité des préparations :

- ✓ La superplasticité 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.
- ✓ La conicité augmenté de l'instrument permet une préparation coronapicale optimale sur les plans mécanique (meilleur parage et évacuation améliorée des débris) et chimique (irrigation facilitée et profonde).toutefois la conicité majorée a pour inconvénient de rendre rigide les instruments de gros diamètres et d'augmenter les risques d'erreurs per opératoires, afin d'y pallier et pour diminuer le phénomène de vissage diverse solutions ont été envisagées: diminution progressive du pas de l'instrument et/ou de l'angle d'hélice sur la partie apicale d'instrument permettant la réduction de risque de blocage par diminution de surface de contact entre l'instrument et les parois dentinaire.
- ✓ L'amélioration de l'évacuation par voie coronaire et une moindre extrusion au niveau apical permettent de diminuer le risque de complication per et postopératoires.
- ✓ Le nombre réduit d'instruments, les séquences bien établies, l'utilisation d'une assistance et la rapidité de réalisation rendent la préparation moins fatigante aussi bien pour le patient que pour le praticien

- ✓ En outre, la fiabilité et la reproductibilité des résultats de ces techniques même lors d'utilisation par des personnes non expérimenté, sont également admises dans la littérature.
- ✓ De plus, elles peuvent être employées pour le traitement des dents temporaires, et sont aussi adaptés pour le retraitement endodontique.

CHAPITRE IV

VI. Divers système mécanisés :

Il existe de nombreux systèmes de préparation canalaire mécanisés en NiTi. Quelques classifications les concernant existent. Toutefois, aucune ne peut idéalement inclure l'ensemble des techniques proposées tant elles sont nombreuses, variées et en constante évolution depuis une quinzaine d'années. Ces systèmes peuvent être décrits par leurs indications, leurs procédés de fabrication, leurs caractéristiques géométriques et en fin par le traitement de surface qu'ils peuvent subir.

IV.1. Le système PROFILE :

❖ Le profil de l'instrument :

Ce sont des instruments fabriqués par usinage, la section, la pointe et le corps des instruments ont été modifiés afin d'obtenir une efficacité maximum dans le plus grand respect des trajectoires.

Ils sont également caractérisé par des méplats appelés « Radial Land » ou méplat qui calent l'instrument au centre du canal et par des gorges en U qui représentent 25 à 28% du diamètre.

Le « Radial Land » associé à la rotation continue permet dans les canaux courbes de minimiser l'action de l'instrument du coté externe de la courbure. La gamme de MAILLEFER PROFILE comprend 3 types d'instruments aisément identifiables par les anneaux de couleur de leur mandrin.

- Profile Orifice Shapers : conicité de 5 à 8%, n° a 6 (20 à 80), longueur 19 mm.

Ils seront utilisés en début de traitement et réaliseront un élargissement de l'orifice canalaire. Ils serviront à l'élimination de la Gutta-Percha ou de la pâte lors de la reprise du traitement ou avant la mise en place du tenon. Ils seront parfaitement adaptés à la pédodontie.

Le mandrin des Maillefer Profile Orifice Shapers possède 3 anneaux de couleur.

- Profile .06 : conicité de 6%, n°15 à 14, longueur 21 mm et 25 mm.

Ils seront utilisés pour la préparation du corps du canal (voire utilisation jusqu'à l'apex pour les canaux modérément courbes). Le mandrin des Maillefer Profile.06 possède 2 anneaux de couleur.

- Profile .04 : conicité de 4%, n°15 à 90, longueur 21 mm et 25 mm et 31 mm.

Ils seront le plus souvent utilisés pour la préparation de la partie terminale du canal, ils possèdent 1 anneau de couleur.

Les couleurs ISO ont été conservées pour ne pas perturber les praticiens.

Cependant, les Profiles ont adopté la progression à 29% d'un instrument à l'autre proposée par SCHILDER (1992) afin de diminuer les contraintes instrumentales. Etait tenu un accroissement de 50% de diamètre.

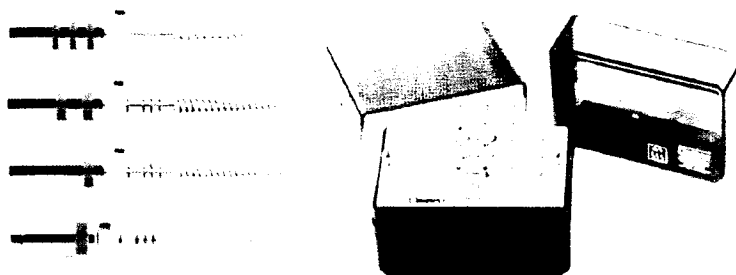


Figure IV.1 : La série des instruments de PROFILE.

❖ La rotation du Profile :

Ils doivent être utilisés idéalement à une vitesse de rotation stable de 150 à 350 tr/mm pour une performance optimale et afin de prévenir tout risque de fracture.

On peut les utiliser sur un moteur électrique indépendant ou sur l'unité du fauteuil dentaire avec un contre angle à très haut taux de réduction.

❖ La séquence opératoire de Profile :

A l'heure actuelle, le protocole d'utilisation des Profiles permet le respect des concepts de préparation canalaire en s'appuyant sur le principe du « crown-down ».

En effet, l'élargissement excessif du volume canalaire ne répond pas à un

principe biologique de désinfection ou de décontamination, mais bien à une exigence mécanique afin d'assurer la pénétration et l'action des instruments dans la partie apicale du canal ainsi que les différentes manœuvres d'obturation.

La séquence utilisée est ergonomique (utilise le moins d'instruments possible) et efficace (diminue le temps de travail), tout en respectant les objectifs de la préparation canalair

La séquence se décomposera en quatre temps :

1. **Crown-down**

La phase crown-down aura pour but dans un premier temps, de mettre en forme le canal jusqu'à la longueur de travail minimale estimée moins 3 mm (radio préliminaire) exemple : 21 mm-3 mm=18 mm. Le premier anneau de repère de profondeur figurant sur le Profile est situé à 18 mm.

On déterminera lors la longueur de travail, puis le crown-down sera poursuivi dans un deuxième temps jusqu'à l'apex.

- **Profile Orifice Shapers #3(.06/40)** : on utilisera en premier, grâce à leur longueur réduite (19 mm). Il sera introduit en rotation dans le canal sans pression excessive avec un léger mouvement de va et vient, et ceci pendant environ 5 à 10 seconds.

Durant cette phase de travail, on ne passe pas, mais à la longueur de travail, mais on se laisse guide tactilement par l'instrument. Dès que l'instrument offre une résistance à la pénétration, on arrête de travailler et on utilise l'instrument suivant.

- **Profile Schapers #2 (.06/30)**: sera donc à son tour inséré dans le canal' et étant de plus petit diamètre, il travaillera plus apicalement. De même, dès que l'on sent que cet instrument a du mal à pénétrer plus en avant, on arrête de travailler et on utilise l'instrument suivant à savoir:
- **Profile .06/25**: il a également un diamètre plus petit et une flexibilité accrue de par la longueur plus importante de sa partie active. Utilisation identique aux instruments précédents.

- **Profile. 06/20:** utilisation identique au Profile .06/25 avec une pénétration plus apicale.
- **Profile .04/25:** ayant une conicité moins importante, il pourra également descendre plus apicalement et sera utilisé comme le Profile précédent jusqu'à ce qu'à son tour il ait mal à pénétrer davantage. On utilisera alors l'instrument suivant, à savoir.
- **Profile. 04/20:** utilisation identique à l'instrument précédent jusqu'à la longueur de travail.

2. Détermination de la longueur de travail : (ex : 22,5 mm)

La longueur de travail sera déterminer durant la phase de crown-down avec une lime K conventionnelle (2% 10 ou 15). Cette lime K sera utilisé immédiatement après le premier Profile atteignant la longueur de travail minimale estimés moins 3 mm (18 mm).

Sa simple fonction sera en fait celle d'une jauge. Le crown-down sera ensuite poursuivi jusqu'à la longueur de travail exacte déterminée.

3. Préparation apicale a la longueur de travail exacte:

Profile. 04/20

Profile. 04/25 Voie plus gros diamètre de Profile. 04 si justifié selon anatomie.

En fonction du cas clinique rencontré, on pourra utiliser ensuite, jusqu'à la LT les rprofile. 04. 30,35

4. Evasement final:

Afin de faciliter l'obturation et en fonction de la technique d'obturation choisie, on pourra procéder à un évatement final à l'aide des Profile. 06. Ils seront insérés par pression dans le canal, avec un léger mouvement de va-et-vient. S'ils pénétré jusqu'à la LT, on les fera travailler de cette dernière.

Si il y a le contraire on ne cherche pas à atteindre cette LT, mais on se contentera de les utiliser jusqu'où ils peuvent travailler facilement.

Dans cette séquence, les Profile sont donc utilisés en une phase descendante et une phase ascendante.

Les instruments Profile doivent toujours être recouverts d'un lubrifiant et le canal doit être abondamment rincé avec une solution de NaOCl à 5% à chaque changement d'instrument.

Aucun instrument Profile ne doit être utilisé plus de 10 fois.

IV.2. Système de Pro Taper :

❖ Le profil de l'instrument :

Elle présente de conicités multiples sur la lame de chaque instrument, ce dernier se caractérise par l'absence de méplats radiants, un angle d'hélice et un pas variable qui donnent une efficacité de coupe très supérieure aux instruments des générations précédentes.

- Les instruments destinés à l'ouverture de la trajectoire canalaire présentent une conicité maximale corolairement, et possèdent une pointe fine et flexible : ce sont les Shaping Files, qui ressemblent schématiquement à une Tour Eiffel.
- Les instruments destinés à la mise en forme apicale présentent une conicité maximale dans les premiers mm au niveau de la pointe, la conicité du reste de la lame étant moindre : ce sont les Finishing Files, qui ressemblent schématiquement à un obélisque. Cette configuration permet l'obtention d'une bonne conicité apicale tout en conférant une bonne flexibilité au reste de la lame.

Le ProTaper présente une section triangulaire convexe qui augmente la résistance à la fracture en torsion. Les instruments sont munis d'un manche plus court (13 mm au lieu de 15 mm) permettant un accès plus aisé dans les zones postérieures.

La séquence standard est facilement mémorisable, car son ordre d'utilisation correspond aux couleurs ISO habituelles (violet, blanc, rouge, bleu). Le système ProTper comporte 6 instruments, 3 Shaping Files et 3 Finishing Files, disponibles en longueurs 21 et 25 mm (à l'exception du SX).

- **Le Shaping File 1 (S1 – violet)** : présente 12 conicités différentes le long de sa partie active, avec un diamètre de pointe de 18%. Cet instrument élargit principalement les portions coronaire et médiane du canal, tandis que la pointe, fine, sert de guide.
- **Le Shaping File 2 (S2 – blanc)** : présente 9 conicités différentes à partir de la pointe (diamètre 20%). Il est destiné à élargir essentiellement la jonction di 1/3 apical du canal.
- **Shaping File SX** : existe en une seule longueur (19 mm), et présente 9 conicités différentes le long de sa partie active (diamètre 19%). Malgré sa longueur réduite, il n'est pas un instrument destiné à la reprise de traitement, le SX est utilisé dans la partie coronaire du canal pour relocaliser les entrées coronaires. Il est aussi utilisé à la place de S1 et du S2 dans les canaux courts.

Finishing Files : destinés à la finition apicale, ils présentent des conicités variables décroissantes. Cette caractéristique permet de donner à l'instrument une conicité importante au niveau de la portion apicale de la partie active, sur les 3 premiers mm, la conicité s'inverse à partir du quatrième mm, conférant une flexibilité importante au corps de l'instrument.

- ❖ **Finishing File 1 (F1 – jaune)** : présente 2 conicités décroissantes. A partir d'un diamètre de pointe de 20% avec une conicité de 7% sur les 3 premiers mm, la conicité passe à 5.5% sur le reste de la partie active de l'instrument.
- ❖ **Finishing File 2 (F2 – rouge)**: présente 3 conicité décroissantes. A partir d'un diamètre de pointe de 25% avec une conicité de 8% sur les 3 premiers mm, la conicité passe à 6% sur 2mm puis 0 5.5% sur le reste de la partie active de l'instrument.

❖ **Finishing File 3 (F3 – bleu)** : présente 3 conicité décroissantes. A partir d'un diamètre de pointe de 30% avec une conicité de 9% sur les 3 premiers mm, la conicité passe à 7% sur 2 mm puis à 5% sur le reste de la partie active de l'instrument.

❖ **La rotation :**

Ces instruments sont utilisables avec tous les moteurs et contre angles actuellement disponibles permettant de fournir une vitesse de rotation constante comprise entre 300 et 350 tr/min.

❖ **La séquence instrumentale :**

Une seule séquence standard est préconisée pour la majorité des cas cliniques. Elle est basée, dans les canaux longs et difficiles sur l'utilisation de 3 à 4 instruments pour la mise en forme.

Après prise d'un cliché radiologique préopératoire et réalisation d'une cavité d'accès et irrigation, on doit chercher l'entrée canalaire et la perméabilité à l'aide d'une lime manuelle n° 10 OU 15. Le passage de la Shaping File 1 à la longueur de travail estimée moins environ 3 mm, puis l'élimination de la courbure coronaire à l'aide de la Shaping File SX par un mouvement de pompage vertical en appuis contre la paroi externe à la courbure. On doit remesurer la longueur de travail à l'aide d'une lime manuelle et on fait un nouveau passage de la Shaping File 1 cette fois à la LT. Puis un passage de la Shaping File 2 à la LT. Enfin passage de la Finishing File 1 à cette longueur, suivie d'une évaluation du calibre du foramen à l'aide d'une lime manuelle, si le calibre est supérieur à 20%, passage de la Finishing File 2 et éventuellement de la Finishing File 3.



Figure IV.2 : Profil de l'instrument Pro taper .

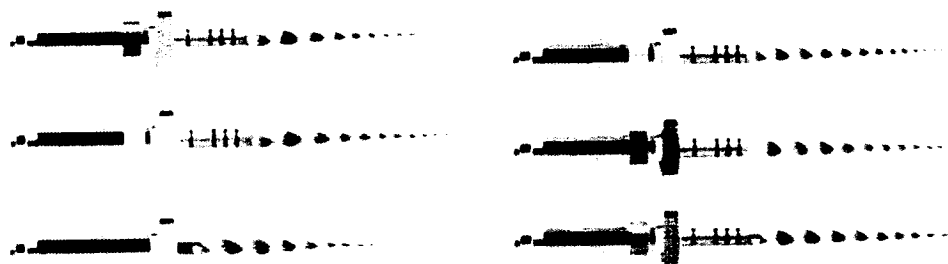


Figure IV.3 : La série instrumentale de Pro Taper

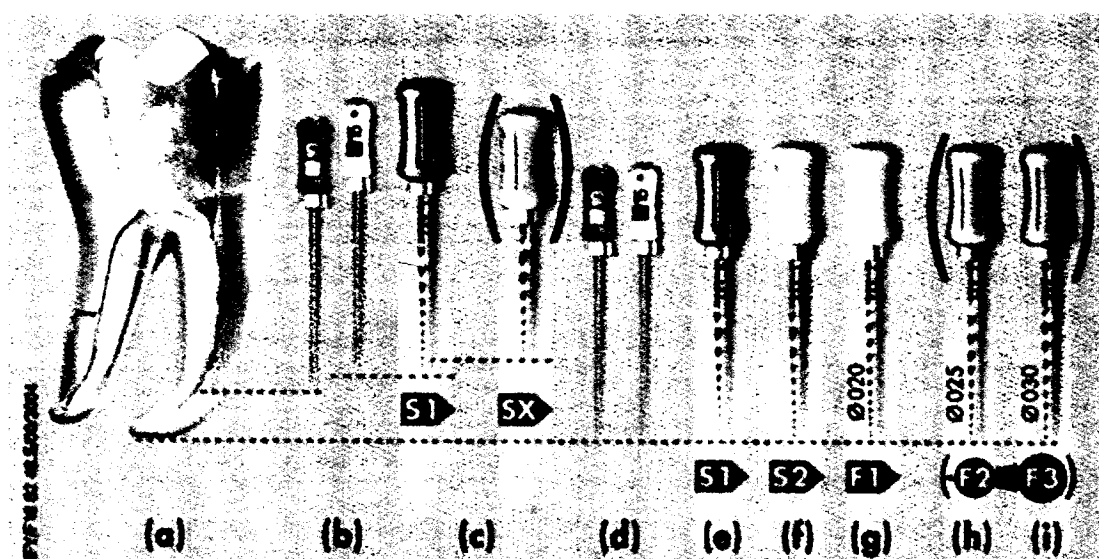


Figure IV.4 : La séquence instrumentale du Pro Taper.

IV.3. Système HERO 642:

❖ Profile le l'instrument:

L'instrument développe une géométrie de triple hélice dérivée de l'hélicifile.

La section à triple hélice a pour but de centrer l'instrument au cours de sa progression dans le canal.

Il comprend trois découpes en forme d'hélice. Ces découpes sont progressives de la pointe vers la tige pour faciliter l'évacuation des débris, puis leur profondeur constante est limitée pour laisser à l'instrument une âme résiduelle maximale qui lui confère une résistance aux fractures.

L'angle d'hélice varie comme le pas d'une manière progressive depuis la pointe jusqu'à la partie cervicale. Ceci limite le risque de vissage de l'instrument dans le canal ainsi que le risque d'entraînement apical.

La pointe de l'instrument HERO 642 est non active. L'instrument suit la lumière canalaire tout en l'élargissant progressivement en travaillant uniquement en latéralité.

La lèvre des lames a été conçue de manière à présenter un angle de coupe positif pour que l'instrument puisse agir à la façon d'une curette détachant les copeaux de dentine de la paroi canalaire. Il produit ainsi un surfaçage pariétal.

La présence d'un angle de dégagement positif au niveau de la lèvre et l'absence de méplat radian réduit le frottement de l'instrument sur les parois et permet son désengagement en cas de contraintes importantes.

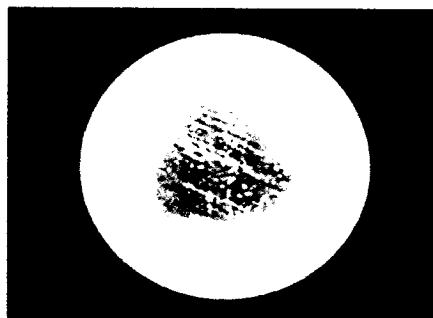
Les limes HERO sont présentés en diamètres apicaux répondant aux normes isométriques n° 20, 25, 30. A chacun de ces diamètres correspondent 3 conicités 6%, 4% et 2%.

Chacune de ces conicités aura respectivement une action spécifique au niveau cervical, médian et apical.

Les niveaux de pénétration sont différents selon la conicité des instruments :

- ✓ Les instruments de conicité 6% sont amenés à la moitié ou au deux tiers de la longueur du canal.
- ✓ Les instruments de conicité 4 % à deux millimètres en deçà de la limite apicale de préparation.
- ✓ Les instruments de 2% sur toute la longueur du canal.

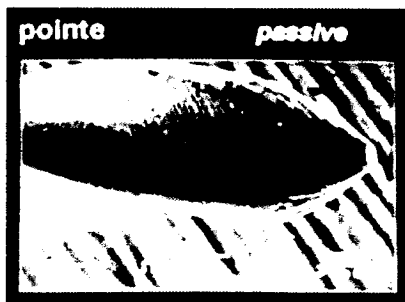
L'instrument est amené en rotation jusqu'à contacte des parois canalaires avec des mouvements de va et vient de faible amplitude. Ces mouvements sont répétés jusqu'à ce que la limite d'enfoncement souhaitée soit atteinte. Les mouvements de va et vient seront complétés pour les instruments de 4% et de 2% par un appui pariétale grâce auquel on pourra traiter la surface de canal.



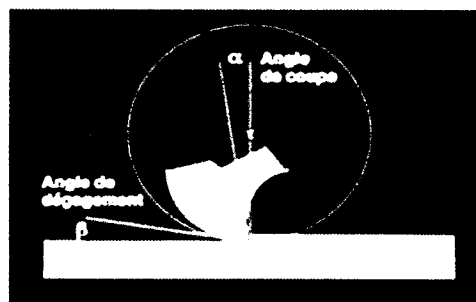
Aspect transversal de l'instrument. Géométrie en triple pointe (1).



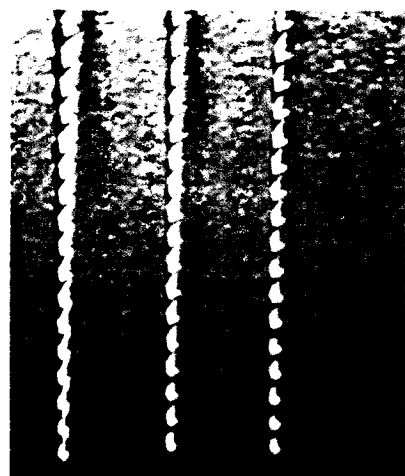
Aspect longitudinal de l'instrument. Variation progressive de l'angle et du pas de la pointe en la partie terminale.



Pointe non agressive du HERO



Angle de coupe et de dégagement pointés



Coiffure de 4-12



Figure IV.5 : La géométrie de l'instrument et le coffrée du HERO 642.

❖ La rotation du HERO :

Les HERO 642 s'utilisent entre 300 et 600 tr/mn. Il est recommandé de maintenir constante la vitesse choisie grâce à un contre angle réducteur monté sur micro-moteur de l'unit.

❖ La séquence opératoire du HERO :

▪ Le choix de la séquence :

Après l'asepsie du champ opératoire et l'analyse des clichés radiographiques et aussi l'aménagement des voies d'abord des canaux, le choix de la séquence opératoire se fait en prenant en considération la difficulté du cas clinique. Elle est évaluée à la suite de l'examen radiographique mais aussi au cours de cathétérisme. Deux critères sont retenus pour cette évaluation :

- La courbure du canal : l'angle de courbure est estimé sur le cliché radiographique selon des critères décrits par SHNEIDER en 1971. La courbure est dite faible quand l'angle est inférieur à 10° , moyenne quand il est compris entre 10° et 25° et importante quand il est supérieur à 25° .
- Le degré de minéralisation du canal peut être plus ou moins important en fonction de l'âge du patient et du passé pathologique de la dent entraînant ainsi un rétrécissement de la lumière canalaire. Le diamètre plus ou moins étroit du canal sera également évalué sur le cliché radiographique et par cathétérisme.

Le cathétérisme réalisé à l'aide d'une lime K manuelle n°8 ou 10 apporte des renseignements précieux concernant la trajectoire et la largeur canalaire.

Dans les cas faciles ou le cathétérisme s'effectue sans contraintes pariétales, la longueur de travail peut être établie avant la préparation. Dans les autres cas, on ne recherchera pas un cathétérisme complet d'emblée mais uniquement au niveau de la partie coronaire de la longueur de travail seront différées après le passage de la conicité 6%.

Il est donc possible de distinguer 3 niveaux de difficultés correspondant chacune à une séquence instrumentale :

- Pour les canaux dits faciles c'est-à-dire de courbure faible et de lumière canalaire suffisamment large sur lesquels le cathétérisme s'effectue sans contrainte, il sera adopté **un protocole de 3 instruments**.

- Pour les canaux intermédiaire c'est-à-dire présentant une courbure canalaire modérée et/ou une minéralisation prononcée qui rend le cathétérisme difficile, il sera adopté **un protocole de 5 instruments**.
- Enfin, pour les canaux difficiles caractérisés par une forte courbure canalaire et/ou une minéralisation importante de la lumière canalaire rendant le cathétérisme quasiment impossible, **un protocole de 7 instruments sera mis en œuvre**.

1. Séquence instrumentale pour canaux faciles :

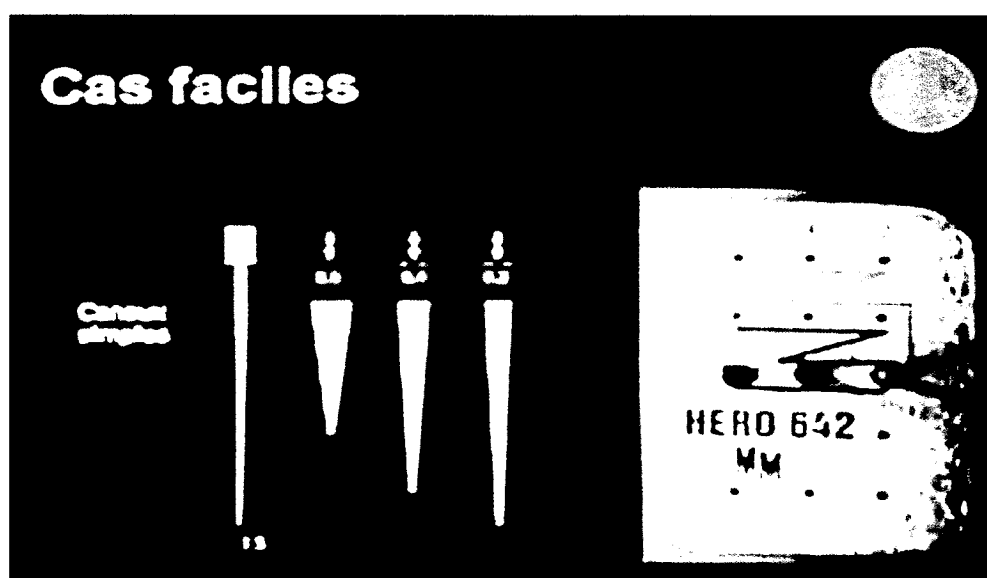


Figure IV.6 : Séquence instrumentale pour cas faciles.

Dans ces cas simple une seule série ou « vague » d'instruments de conicité croissante est préconisée. Il s'agit de la vague bleue (instruments n° 30 en conicité 6%, 4% et 2%).

Après évaluation de la longueur de travail le HERO n° 30 en 6% ajusté à la moitié ou aux 2/3 de la longueur de travail est inséré en rotation dans le canal avec un mouvement de va et vient rapides et de faible amplitude.

Dès que l'instrument atteint librement son niveau d'enfoncement, il est remplacé par le HERO n° 30 en 4% et le stop est ajusté a la LT moins 2 mm, dès que l'instrument atteint le niveau d'enfoncement désiré, on adjoint au mouvement de va et vient un mouvement de balayage pariétal pour parfaire la préparation de la partie

médiane du canal. Enfin, le HERO n°30 en 2%, ajusté à la LT est inséré en rotation pour préparer la portion apicale avec la même dynamique décrite pour l'instrument en 4%.

2. Séquence instrumentale pour les canaux de difficulté moyenne :

La préparation se fait par l'utilisation de la vague rouge (HERO n°25). Le Hero n°25 est utilisé de manière identique que celle du HERO n°30 en 6%. On fait suivre le passage des limes HERO n°25 en 4% et en 2% selon le même concept que précédemment. Puis on termine la préparation avec les limes HERO n°30 en 4%, inséré à la longueur de travail.

Diamètre	6%	4%	2%
N° 25	1/2-2/3 LT	LT moins 2 mm	LT
N°30		LT moins X	LT

Figure IV.7 : La séquence instrumentale pour les cas intermédiaires.

3. Séquence instrumentale pour canaux difficiles :

La préparation canalaire se fera selon les mêmes principes et les mêmes protocoles en développant la vague jaune qui correspond aux limes HERO n° 20 en 6%, 4% et 2%, suivi des limes HERO n°25 en 4% et 2% puis en fin de la lime HERO n° 30 en 2%.

La détermination de la longueur de travail sera réalisée après le passage du HERO n°20 en 6% ou après le HERO n°20 en 4%. La lime de cathétérisme pourra alors évoluer apicalement avec moins des contraintes.

diamètre	6%	4%	2%
N° 20	1/2 - 2/3 LT	LT moins 2 mm	LT
N°25		LT moins X	LT
N°30			LT

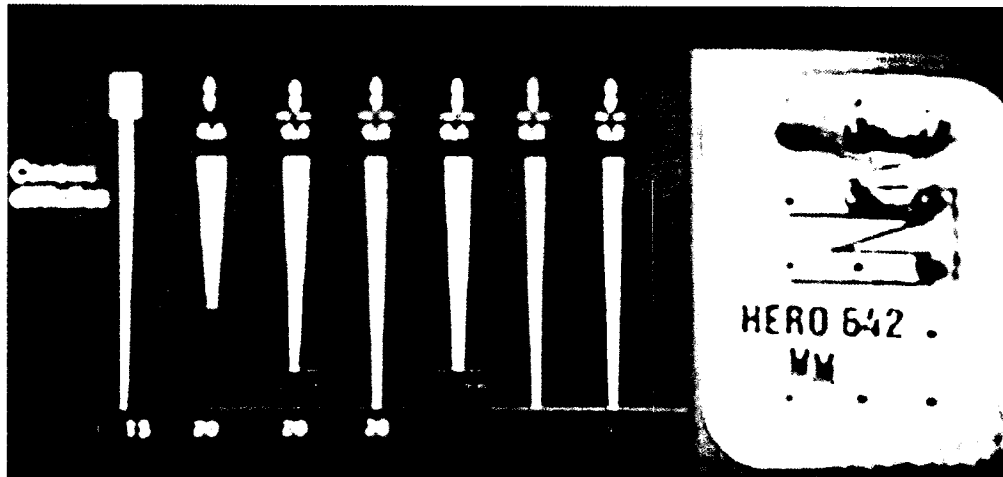


Figure IV.8 :La séquence instrumentale pour les cas difficile.

Cas des canaux fortement courbes ou de canaux infectés :

La préparation pourra être poursuivie avec des instruments n°35, n°40 et n°45 en conicité 2% ajustés à la longueur de travail. La faible conicité confère à ces instruments une souplesse pour négocier les courbures importantes et pour atteindre la région apicale infectée qui nécessite une plus ample désinfection.

IV.4. Système HERO Shaper :

❖ Le profil de l'instrument :

Le HERO SHAPER est une évolution de système HERO 642, les modifications concernent essentiellement la longueur du pas de la lame et celle de la partie travaillante. Dans cette nouvelle séquence, on ne retrouve plus les instruments de conicité 2.

L'augmentation régulière de la longueur du pas des lames améliorerait la flexibilité, l'effet de coupe et l'évacuation des débris. Le mandrin, métallique ou plastique, de longueur réduite (11mm) permet une meilleure accessibilité, principalement pour les dents postérieures. Il présente un code coloré selon les normes ISO.

Les 6 instruments constituant la série HERO SHAPER sont présentés dans une boîte métallique très ergonomique et stérilisable, munie de flèches indiquant les séquences instrumentales à choisir en fonction de la difficulté des cas cliniques.

- Les instruments de conicité 6% : reconnaissables par leur stop de caoutchouc noir, existe en 3 diamètres répondant aux normes ISO (20% jaune, 25% rouge, 30% bleu) et en deux longueurs (21 et 25 mm). Ils sont amenés aux deux tiers de la longueur de travail.
- Les instruments de conicité 4% : reconnaissables par leur stop de caoutchouc gris, existent en 3 diamètres (20%, 25% et 30%) et en trois longueurs (21, 25 et 29 mm). Ils sont amenés à la longueur de travail..

❖ La séquence instrumentale :

- **La séquence bleue** : (cas faciles : une courbure faible et une lumière canalaire suffisamment large), on introduit d'abord une lime de cathétérisme de 15% jusqu'à l'apex. Deux instruments seront nécessaires :
 - Le HERO SHAPER 30% de conicité 6% est amené jusqu'aux 2/3 de la LT.
 - Le HERO SHAPER 25% de conicité 4% est porté à la LT.

- **La séquence rouge :** (cas intermédiaires) le cathétérisme se fait avec une lime manuelle de 10% est parfois difficile jusqu'à l'apex. 3 instruments seront nécessaires :
 - Le HERO SHAPER 25% de conicité 6% travaille dans les 2/3 supérieurs du canal.
 - Le HERO SHAPER 25% de conicité 4% descend jusqu'à la LT.
 - Le HERO SHAPER 30% de conicité 4% est amené jusqu'à la LT.
- **La séquence jaune :** (cas difficile) la pénétration initiale même avec des limes de fin diamètre. 4 instruments seront nécessaires :
 - Le HEROSHAPER 20% de conicité 6% prépare les 2/3 de la longueur de travail.
 - Le HERO SHAPER 20% de conicité 4% est amené à la LT.
 - Le HERO SHAPER 25% de conicité 4% est amené à la LT.
 - Le HERO SHAPER 30% de conicité 4% est amené à LT.

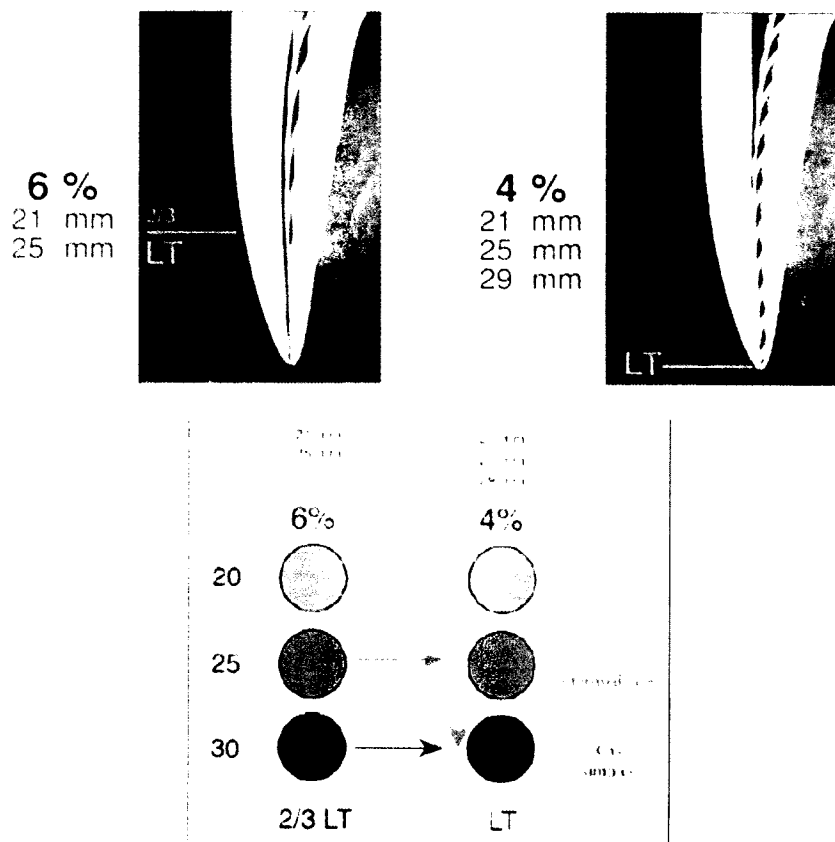


Figure IV.9 : La séquence instrumentale du HERO Shaper.

IV.5.Système HERO APICAL :

Les HERO Apical sont des instruments en nickel-titane utilisés en fin de préparation, après la séquence conventionnelle (idéalement HERO SHAPER), quand il est nécessaire d'élargir le diamètre du canal dans le tiers apical :



- Dans le cas d'une infection canalaire afin d'éliminer les couches dentinaires colonisées par les bactéries et ainsi permettre de compléter l'action des solutions d'irrigation antiseptiques et/ou des médications temporaires.
- Afin de faciliter l'obturation :
 - Amélioration du scellement de l'obturation grâce à l'élimination des couches superficielles de dentine en voie de minéralisation.
 - Pénétration plus aisée du fouloir dans le 1/3 apical notamment dans les techniques d'obturation par condensation verticale à chaud.
 - Réduction importante des risques d'extrusion de la gutta percha au-delà de la limite apicale.

❖ Le profil de l'instrument :

Le HERO Apical présente un diamètre de pointe (n°30) et deux conicités 6% et 8%, sa longueur est de 25 mm. La partie active est courte (4 mm) reliée au mandrin par une tige fine, lisse et souple. Il présente une grande souplesse et un pas long qui empêche le dépassement de l'axe canalaire initial et supprime les phénomènes d'aspiration.

La rotation :

Une vitesse de rotation comprise entre 300 et 600 tr/min à vitesse constante avec une pression légère en suite il est retiré en rotation du canal.

❖ La séquence instrumentale :

Deux instruments sont proposés : HERO Apical n° 30, 6% (rondelle noire) et HERO Apical n° 30, 8% (rondelle rouge). Les 2 instruments sont amenés l'un après l'autre jusqu'à la longueur de travail, on réalise ainsi un évasement de conicité 8% qui assure un bon arrêt de la gutta percha.

IV.6. Le système Endoflare :

❖ Le profil de l'instrument :

L'endoflare ou Orifice Opener est un instrument en Nickel-Titane d'évasement de la portion coronaire du canal. Il complète la série HERO shaper. L'instrument est court (15 mm de longueur sous le manche et 10 mm de longueur active) et présente une forte conicité (12%).

La pointe est inactive et le diamètre de pointe est de 25%. Le profil de la lame à la forme d'une triple hélice avec un angle de coupe positif, l'âme centrale forte assure une excellente résistance à la fracture. Le pas de l'instrument couplé à la variation de l'angle d'hélice supprime les phénomènes de vissage.

❖ La rotation :

La vitesse de rotation doit être comprise entre 300 et 600 tr/min. à vitesse constante, par petits mouvement lents de va-et-vient d'amplitude très réduite, en n'exerçant qu'une faible pression axiale sur la tête du contre angle, le geste opératoire est bref et ne doit pas excéder 10 à 15 seconds.

❖ Indications :

- En début de traitement, pour faciliter l'accès aux entrées canalaires. La pénétration est limitée à la portion coronaire et doit être de l'ordre de 3 mm maximum en dessous du plancher pulpaire. L'évasement coronaire obtenu

facilite l'insertion des instruments de préparation grâce à une ouverture plus ample et à la suppression des contraintes corono-radicaux. Il simplifie ainsi le travail des instruments de cathétérisme et d'élargissement.

- Dans le cas de reprise de traitement pour dégager les entrées canalaux. Il permet de créer un puit dans lequel le solvant pourra être déposé.
- En fin de séquence, pour faciliter l'obturation en permettant le passage de fouloirs dans la technique de condensation verticale à chaude.



Figure IV.10: L'instrument Endoflare .

IV.7. Le système One Shape :

Le système One shape comprend un seul instrument utilisable en rotation continue pour la mise en forme canalaire.

❖ Profil de l'instrument :

L'instrument présente une section variable out au long de la lame, avec 3 zones de sections différentes :

- La première présente une section à 3 arêtes de coupe à pas variable.
- La seconde, dite de transition, a une section qui passe progressivement de 3 à 2 lèvres de coupe.
- La dernière (coronaire) est pourvue de 2 arêtes de coupe.



Figure IV.11: Le profile de l'instrument One shape.

❖ La rotation :

La vitesse de rotation est de 350 à 400 tr/min.

❖ La séquence instrumentale :

1. Utilisation d'ENDOFLARE, la pénétration d'ENDOFLARE est limitée à 3 mm en dessous du plancher pulpaire.
2. Réaliser le cathétérisme à l'aide de limes manuelle de fin diamètre qui fournissent des renseignements sur l'anatomie canalaire complémentaires à ceux obtenus par la radiographie. L'exploration du canal avec une lime manuelle n°10.
 - ✓ Si la lime K n°10 atteint très facilement la LT, on passe à la lime n° 15 à la LT.
 - ✓ Si la lime K n° 10 n'atteint pas la LT, on utilise les G-Files (amener G1 puis G2 a la LT selon le protocole opératoire décrit précédemment).
3. Après irrigation abondante, on utilise le One Shape au 2/3 de la longueur canalaire puis contrôle de la perméabilité avec une lime K n°10. Ensuite on

réutilise l'instrument à la LT-3mm. Enfin à la LT sous contrôle de la perméabilité.

En plus de l'instrument One Shape, le système One shape apical été inventé pour la préparation de la partie apical après utilisation de ce dernier.

On a :

- One Shape Apical 1 : n° 30 - 6%, avec des longueurs 19, 20 et 22 mm.
- One Shape Apical 2 : n° 37 - 6%, avec des longueurs 19, 20 et 22 mm.

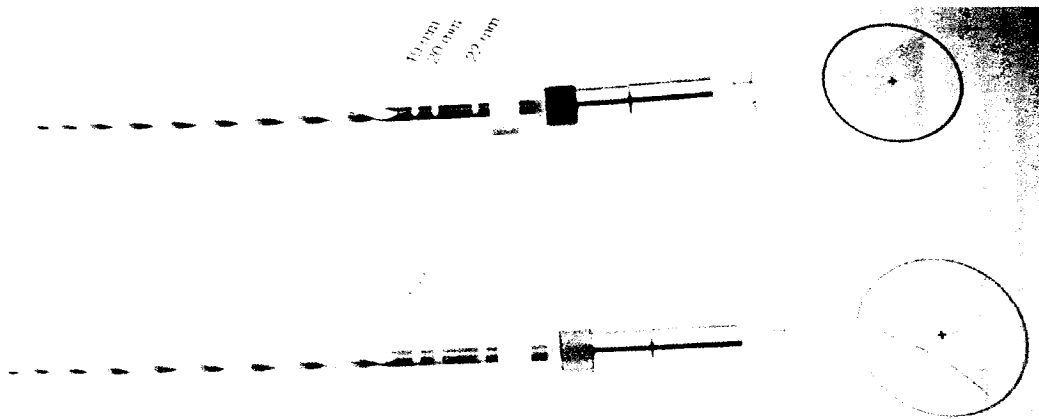


Figure IV.12: Les One shape apical.

Mais ce système ne permet pas la mise en forme et l'élimination assez complète des débris pulpaire et dentinaire.

Conclusion :

Dans ces procédures de préparations canalaire, les principes biologiques sont respectés. En effet, les conicités variables agissant préférentiellement chacune à un niveau radicaire permettent l'élimination de la matrice extracellulaire non minéralisée.

De même, les principes mécaniques imposant une préparation conique corono-apicale sont maintenus par la technique du crown-down et l'utilisation dégressive des conicités instrumentales. Cette conicité autorise d'ailleurs une irrigation plus abondante par une descente avancée de l'aiguille d'irrigation dans le canal. De plus, la faible conicité apicale de 2% limite grandement les dépassements impératifs parfois observés lors d'obturation canalaire par condensation.

Incontestablement, la mise en forme par rotation continue est obtenue plus rapidement que manuellement et avec plus de confort pour le praticien et pour l'opérateur. Le gain de temps est plus ou moins appréciable selon les auteurs.

L'endodontie est l'une des rares spécialité qui a vécu autant d'évolutions autant radicales ces dernières années. L'abandon de la norme ISO, jusque-là universelle et indétronable, l'utilisation d'instruments en Nickel-Titane, leur activation en rotation continue, les nouvelles conicités, permettent une simplification de l'approche de l'endodontie, une sécurité, une reproductibilité et une fiabilité remarquables dans le traitement des canaux courbes, mais le plus important est que cette nouvelle endodontie est accessible à tout praticien qui veut se donner la peine de respecter des objectifs biologiques et mécaniques incontournables.

Il est aussi à noter que ces nouvelles techniques trouvent également un intérêt dans les reprises de traitement canalaire.

Les publications récentes relatives aux techniques associant une instrumentation en Nickel-Titane à un mouvement de rotation continue montrent leur supériorité dans l'aptitude au centrage sur le trajet canalaire et l'extrusion de débris au-delà du péri-apex. (BEESON, HARTWELL), (FRICK et coll.), (SHORT et coll.).

Si l'avènement de techniques de préparation assistée en rotation continue a bouleversé la pratique de l'endodontie dans les années 1990, de nouveaux matériaux et /ou des technologies innovantes futures pourraient entretenir, voire accélérer, cette évolution favorable et contribuer à améliorer l'image de cette discipline auprès des praticiens et des patients.

Bibliographies:

- 1- MARMOTE valérie. Apport de la rotation continue en endodontie (thèse, NANCY university).2000;2-11, 23-46, 77-121, 128.
- 2- ANTASECK. Evaluation clinique de la préparation canalaire au protaper et de l'obturation canalaire au système thermafil(thèse).2007.9-23, 31-48, 55-64.
- 3- RARBAB chirani, V. CHEVALIER. Instrumentation canalaire de préparation(EMC).2-11.
- 4- J AMOR, pierre MACHTOU, dominique MARTIN. Principe et guide d'utilisation de système Protaper.37-39.
- 5- W.J.RERTOT. S.SIMON. Le traitement endodontique.1,11-15, 4,75-93.
- 6- A.GAMBIAZE, etienne DEVEAVX. Le diagnostic en endodontie.2006, 276-286.
- 7- Atlas d'endodontie
- 8- S. Simon,
- 9- L.MORGAN, MONTOGRY S, An evaluation of the crown-down pressurless technique. 1984. 475.
- 10- Service OC, CHU Mustapha. La préparation canalaire en endodontie.
- 11- Pr Hadji. La préparation canalaire en rotation continue (conférence)