

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Saad Dahleb – Blida



Faculté de Médecine
Département de Médecine Dentaire

Mémoire pour l'obtention du titre de Docteur en Médecine Dentaire
Intitulé

**La place du Laser dans les thérapeutiques
endocanalaire**

Présenté et soutenu le :
../07/2018

Par :

Mekhoukh Ahlem

Hamlat Kahina

Debbih Leyla

et

Abdellaoui Soheyb

Timba Inordia Natalia Proença

Encadreur : Dr GRIBALLAH

Jury composé de :

Président : Dr SAH

Examinatrice : Pr HADJ

Année Universitaire : 2017/2018

Remerciements

Au nom d'ALLAH le plus grand merci lui revient de nous avoir guidés vers le droit chemin, de nous avoir aidées tout au long de nos années d'études.

Avant de commencer la présentation de ce mémoire, nous profitons l'occasion pour remercier du fond du cœur toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

*Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à notre promotrice ****Dr GRIBALLAH**** pour son soutien et l'aide qu'elle nous a apporté ainsi que tous ses bons conseils qui nous ont permis de mener à terme notre mémoire.*

Nos vifs remerciements et profonds respects à tous nos enseignants.

Nous tenons à exprimer nos profondes gratitude à tous ceux qui travaillent au niveau de la clinique dentaire ZABBANA.

*Nos remerciements les plus respectueux aux membres de jury qui ont accepté d'examiner notre mémoire, ****Dr HADJI**** et ****Dr SAHI****.*

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont pris le temps de lire ce travail de fin d'étude et qui nous ont donné leurs avis.

Dédicaces

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

A MA CHERE MERE

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.
Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous me porter depuis mon enfance, puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.*

*****Tout ce que je suis n'est en fait que le reflet de votre âme, et le fruit de votre sacrifice*****

A MON CHER PERE

En reconnaissance des sacrifices consentis pour mon éducation et ma formation, pour votre soutien financier, moral et humain tout au long de mes études et de ma vie, vous resterez toujours une référence à mes yeux.

*****Aucune dédicace ne saurait exprimer toute ma reconnaissance, mon respect et surtout mon profond amour*****

A MES CHER FRERES ET SŒURS

Soumia , Hiba , Ayoub , Ziad et ma petite Rawene .Que Dieu les protège et les garde pour moi.

A MA CHERE BINOME

Kahina , qui a supporté mon humeur au moment de stress .merci pour ton grand cœur ma chérie.

A MES CHERS COLLEGUES

Leyla, Natalia et sohaib, je vous souhaite une heureuse vie et un bel avenir.

A MES CHERES AMIES

Asma, Manel, Mouna, Jimi , Chouchou, Akila , Ftana et Nehla. En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

A TOUTE MA FAMILLE

Pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

Merci d'être toujours là pour moi.

***** Ahlem *****

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi..

A la mémoire de mon frère Ferhat , qui a été toujours dans mon esprit et dans mon cœur, je te dédie aujourd'hui ma réussite .Que dieu le miséricordieux t'accueille dans son éternel paradis...

Mes frères Farouk, Ayachi , Afour. Ainsi que mes sœurs Razika et Fouzia ; et leurs maris Hamid et Mahmoud ; qui n'ont pas cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A mes adorables Ferhat, Mehrez , Adem et Ritaj..

Ainsi je dédie ce travail à la famille HAMLAT cousins et cousines.

A mes chères copines AMIRA, LILA, SAMIRA,
SYLIA, WARDA, AHLEM

A mes ami(e)s, merci pour les bons moments qu'on a passé ensemble, de votre soutien et de votre serviabilité

A tous ceux ou celles qui me sont chers et que j'ai omis involontairement de citer.

A tous mes enseignants tout au long de mes études

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

HAMLAT Kahina

Je remercie tout d'abord <Allah> de m'avoir donné le courage d'entamer et de finir ce mémoire dans de bonnes conditions.

A mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, mon cœur ma vie et mon bonheur, maman que j'adore

***A mes sœurs :** Asma- Hadjer- Imen- Anfel- Selsabil. En témoignage de l'attachement, de l'amour et de L'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, santé et de réussite.*

***A la mémoire de mon cousin Oussama** l'ami d'enfance et Compagnon du chemin Qui a été toujours dans mon esprit et dans mon cœur, je vous dédie aujourd'hui ma réussite. Que Dieu, le miséricordieux, vous accueille dans son éternel paradis.*

***A la flamme de mon cœur à ma fiancé :** Leila Je t'exprime à travers ce travail mes sentiments d'amour. A la mémoire de mon grand-père paternel, la mémoire de ma grand-mère paternelle A la mémoire de mon grand-père maternel Ma chère grand-mère maternelle*

***A ma grande famille :** je cite en particulier Belmiziti Ahmed Vous avez toujours été présents pour les bons conseils. Votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours au Long de ma vie professionnelle et personnelle.*

A tous les membres de la famille Abdellaoui, Belmiziti, ami, Zebbiche, Debbih et Sennan petits et grands mes cousins et cousines. Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui et étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin à mes aimables amis, collègues d'étude, et frères de cœur Merci de m'avoir soutenu pendant toutes ces années, je vous dédie ce travail.

ABDELLAOUI SOHEYB

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

Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

À mon fiancé et mon binôme "SOHEYB", merci énormément pour ton soutien plus que précieux tout au long de ce projet. Merci pour ton grand cœur toutes vos qualités qui seraient trop longues à énumérer. Ma vie ne serait pas magique sans ton présence et ton amour. Je t'aime de tout mon cœur.

À mes frères, en témoignage de l'attachement, de l'amour, de l'affection que je porte de vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite surtout le bijou de la famille' *Ismail. Je te souhaite un avenir plein de joie de bonheur de réussite et de sérénité.

À mes chers collègues d'étude "Ahlem " "Kahina" "Natalya" je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et les pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amis sur qui je peux compter

En témoignage de l'amitié qui nous unis et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

À tous mes proches de la famille "DEBBIH" et "BOUAMRA", sans oublier ma deuxième famille "ABDELLAOUI" . Veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection

À tous mes chers amis et mes collègues de l'Université Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci

DEBBIH LEYLA

A mes très chers parents

Albertina Vicente Magumane et Jùlio Proêña Timba.

Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance, vous avez su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soit face aux difficultés de la vie, vos conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite, votre patience sans fin, votre compréhension et votre encouragement sont pour moi le soutien indispensable que vous avez toujours su m'apporter. Je vous dois ce qui je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir, que Dieu le tout puissant vous préserve, vous accorde la santé, le bonheur, quiétude de l'esprit et vous protège de tout mal.

A mes sœurs, mon frère et ma nièce

Ana Rosa Proêña Timba, Maristela Monica Proêña Timba, Julio Proêña Timba Jr et Melissa Altina Chilengue.

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour vous. Vous m'avez comblé avec votre tendresse et affection tout au long de mon parcours, vous ne jamais cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, vous été toujours présent à mes coté malgré la distance, pour me consoler quand il fallait, en ce jour mémorable pour moi ainsi que pour vous, recevez ce travail en signe de ma vive reconnaissance et mon profond estime. Puisse le Dieu le tout puissant vous donner la santé, bonheur et longue vie.

A toute ma famille et amis

Pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et fuit de votre soutien infailible.

A tous mes enseignants et amis qui j'ai rencontré en Algérie

Merci du fond du cœur pour vos gentillesse, enseignement et prière sachez que vous avez laissé vos empreintes sur moi et qui je porterais tout au long de ma vie.

Merci d'être toujours là pour moi.

TIMBA

Sommaire

<u>Introduction</u>	01
<u>CHAPITRE I: Rappels et généralités</u>	
I.1 ANATOMIE ENDODONTIQUE	02
I.1.1 Rappel sur la complexité de l'anatomie radiculaire.....	02
I.1.2 Anatomie canalaire.....	03
I.1.3 nombre de racines et de canaux.....	04
I.1.4 Position et architecture du tiers apical.....	06
I.2 LES PATHOLOGIES PULPAIRES ET PERIAPICALES	07
I.2.1 Les étiologies des pathologies pulpaire.....	07
I.2.2 Classifications des pathologies pulpaire.....	08
I.2.3 Les formes cliniques des pulpopathies	10
I.2.4 Origine des algies endodontiques ou parodontales.....	11
I.2.5 Classification des lésions inflammatoires périapicales	12
I.2.6 Les formes cliniques des lésions périapicales	13
I.3 LA MICROBIOLOGIE EN ENDODONTIE	14
I.3.1 Généralités.....	14
I.3.2 Le biofilm bactérien endodontique.....	15
I.3.3 Les voies de contaminations.....	17
I.3.4 La pathogénèse.....	18
I.4 LE TRAITEMENT ENDODONTIQUE CONVENTIONNEL	19
I.4.1 Définition.....	19
I.4.2 Indications.....	19
I.4.3 Contres indications.....	19
I.4.4 Le protocole opératoire.....	20
I.5 LES LIMITES DE L'ENDODONTIE CLASSIQUE	27
I.5.1 Les limites de préparation et d'obturation en endodontie classique.....	27
I.5.2 Les limites d'irrigation en endodontie classique.....	28

CHAPITRE II : Les LASERS

II-1. Historique.....	31
II-2. La lumière laser.....	31
II-2-1.Définition du laser.....	32
II-2-2.Composition du laser.....	32
II.2 3.Le principe du fonctionnement du laser.....	33
II.2.4 Les modes d'émission du rayonnement laser.....	34
II.2.5.Les propriétés de la lumière laser	35
II.3.Le laser et les tissus vivants.....	36
II-3.1. Interaction du laser et les tissus vivants.....	36
II.3.2. Principaux effets du rayonnement laser.....	38
II-4.Classification des lasers dentaires.....	40
II-4.1.Les lasers solides	40
II-4.2.Les lasers à gaz	40
II-4.3.les lasers à semi-conducteurs.....	40
II-5.Intérêts et indications du laser en médecine dentaire.....	42
II-5.1.les lasers en odontologie conservatrice	42
II-5.2.Les lasers en pathologie bucco-dentaire.....	43
II-5.3.Les lasers en parodontologie	44
II-5.4.les lasers en orthodontie	45
II-5.5.les lasers en implantologie.....	45
II-5.6.Les lasers en prothèse.....	46
II-6.Risques et précautions au cabinet dentaire	49

CHAPITRE III : LES LASERS EN ENDODONTIE

III.1 Les Lasers utilisées en endodontie.....	49
III.1.1 Laser Nd :YAG.....	49
III.1.2 Le laser Nd :YAP	50
III.1.3 Laser Er : YAG.....	53
III.1.4 Le laser Er, Cr : YSGG.....	54
III.1.5 Laser diode	55
III.2 Apport du laser dans le traitement endodontique non chirurgical	
III.2.1 Préparation de la cavité d'accès	56
III.2.2 Préparation et mise en forme des canaux	57
III.2.3 Décontamination du système endodontique	57
III.2.4 Séchage des canaux	61
III.2.5 Obturation canalaire	62
III.2.6 Reconstitution coronaire.....	64
III.3 Apport du laser en endodontie chirurgicale et pathologies péri apicale	
III.3.1 L'ostéotomie	66
III.3.2 Kystes et granulomes péri-apicales.....	66
III.3.3 Lésion inflammatoires péri-radicaire d'origine endodontique ^{LIPOE}	67
III.3.4 Abscès Apical.....	67
III.3.5 Fistules.....	67
III.3.6 Chirurgie endodontique.....	67
III.4 Les principaux effets lasers appliqués à l'endodontie	
III.4.1.Actions photomécaniques des lasers.....	68
III.4.2.Actions photo-acoustiques.....	69
III.4.3.Action photochimique et thermolytique.....	70

III.4.4.Action thermique.....	70
III.5 Avantages et inconvénients des lasers en endodontie	
III.5.1 Les avantage.....	72
III.5.2 Les inconvénients.....	73
<u>Conclusion</u>	75

INTRODUCTION

Tout comme pour l'ensemble des tissus du corps humain, l'organe dentaire et les structures para-dentaires sont exposés aux infections, cependant leurs atteintes sont particulièrement fréquentes.

Celles-ci se manifestent par une destruction progressive des tissus composant la dent : émail, ciment et dentine et peut se propager aux structures endodontiques, parodontales et osseuses sous-jacentes. Lorsque la lésion carieuse est à un stade trop avancé et que l'inflammation pulpaire devient irréversible, le traitement endodontique de la dent doit alors être réalisé. L'objectif principal d'un traitement endodontique est le nettoyage efficace du système canalaire, les techniques conventionnelles endodontiques utilisent des instruments mécaniques, ainsi que l'irrigation ultrasonique et chimique pour la mise en forme, le nettoyage et la décontamination complète du système endodontique.

La complexité du système canalaire est bien connue, de nombreux canaux latéraux dont les dimensions et la morphologie varient considérablement, se ramifient à partir des canaux principaux. L'efficacité d'un débridement, d'un nettoyage et d'une décontamination de l'espace intracanaire est limitée par cette complexité anatomique et l'incapacité des solutions d'irrigation ordinaire de pénétrer dans les canaux latéraux et les ramifications apicales. Par conséquent, il semble souhaitable de rechercher de nouveaux matériaux, technique et technologie susceptibles d'améliorer le nettoyage et la décontamination de ces surfaces anatomiques.

Le laser a profité dans ses avancées et désormais ses applications sont multiples en endodontie, grâce aux différentes pénétrations des longueurs d'ondes dans les tissus dentaires . Donc est ce que le traitement endodontique assisté par laser peut-il remplacer les techniques conventionnelles ? Ou ne restera-t-il qu'une thérapeutique adjuvante au traitement endodontique conventionnelle ?

Après avoir rappelé les objectifs du traitement endodontique et la complexité du réseau canalaire, puis détaillé le fonctionnement d'un laser, nous allons présenter les différents lasers et techniques utilisés en endodontie.

Chapitre 1 :
Rappels et
généralités

I.1 Anatomie endodontique

L'anatomie dentaire représente la première difficulté dans la réalisation du traitement endodontique.

Initialement, les différents auteurs avaient recours à de nombreuses méthodes afin de décrire l'anatomie canalaire des dents : coupes transversales et longitudinales, ou encore des techniques permettant de rendre la dent transparente.

En effet, malgré un intérêt assez ancien pour ce sujet et la réalisation de nombreuses études permettant d'appréhender la complexité anatomique de chaque dent, ce n'est réellement qu'à partir de l'utilisation des techniques de radiographie en odontologie: la téléradiographie intra-buccale (aussi appelée rétro-alvéolaire) utilisée à partir du milieu des années 80, les examens tomodensitométriques (le scanner X ou le cône beam) ou le microscope chirurgical que les observations de Emile Marseillier ou de Deus ont été affinées . Ces technologies permettent donc quotidiennement au praticien de pouvoir évaluer l'anatomie radiculaire et canalaire.

I.1.1 Rappel sur la complexité de l'anatomie radiculaire :

De nombreux auteurs rapportent que les prémolaires et molaires maxillaires, les pluriradiculées mandibulaires ont parfois des racines à haut risques.

En fait, toutes les dents peuvent présenter certaines particularités anatomiques qui compliquent la préparation canalaire.

Les courbures radiculaires sont fréquentes et difficiles à détecter, elles ne constituent pas une anomalie mais lorsqu'elles sont excessives, elles deviennent des difficultés thérapeutiques, elles peuvent être apicales, réparties ou antagonistes.

La forme en baïonnette, la divergence, la convergence, la rhizalyse, l'anomalie de taille, sont des notions qu'il faut prendre en considération pour éviter l'échec.

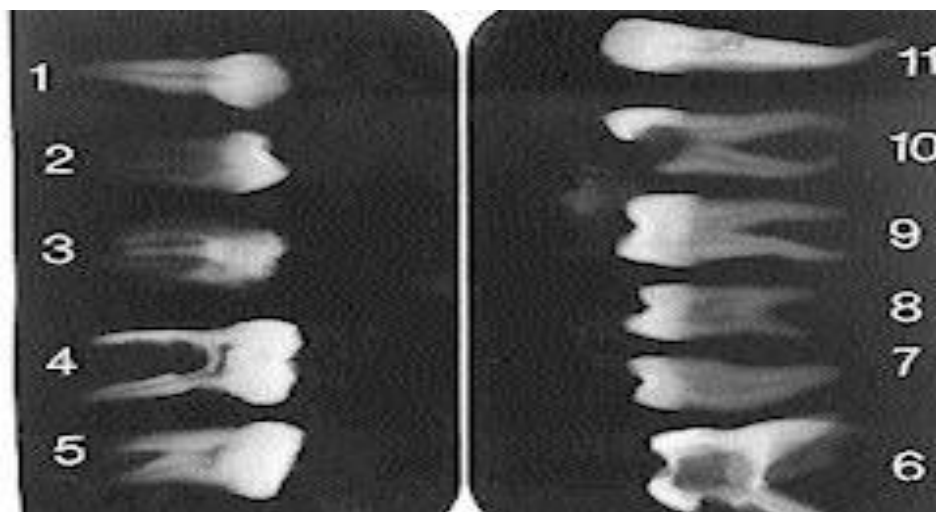


Figure 1: Radiographie des dents qui montre la complexité de la morphologie canalaire“Simon S. Endodontie Volume 1: Traitements. Editions CDP; 2008” .

I.1.2 Anatomie canalaire :

Il existe de nombreuses classifications des différentes dents suivant le nombre de canaux et leurs trajets pour une racine :

I.2.1.1 Classification de Weine :

- **Type I** : Un seul canal avec un seul foramen apical (1-1)
- **Type II** : Deux canaux se rejoignant en un seul canal et présentant une seule sortie foraminale (2-1)
- **Type III** : Deux canaux distincts, de l'entrée canalaire au foramen apical (2-2)
- **Type IV** : Un seul canal qui se divise en deux canaux distincts (1-2)

I.2.1.2 Classification de Vertucci :

Cette classification a été ensuite enrichie et complétée par Vertucci en 1974 :

- **Type I** : Un seul canal avec un seul foramen apical (1-1)
- **Type II** : Deux canaux se rejoignant en un seul canal et présentant une seule sortie foraminale (2-1)
- **Type III** : Un canal unique se divisant en deux dans la partie moyenne puis se rejoignant dans le tiers apical pour finir par un seul foramen apical (1-2-1)
- **Type IV** : Deux canaux restant distincts jusqu'au dernier tiers apical (2-2)
- **Type V** : Un seul canal se divisant en deux canaux dans le tiers moyen ou apical (1-2)
- **Type VI** : Deux canaux se rejoignant dans le tiers moyen, puis se divisant dans le tiers apical (2-1-2)
- **Type VII** : Un seul canal se divisant, puis se rejoignant et se divisant à nouveau (1-2-1-2)
- **Type VIII** : Trois canaux restant distincts jusqu'au tiers apical (3-3)

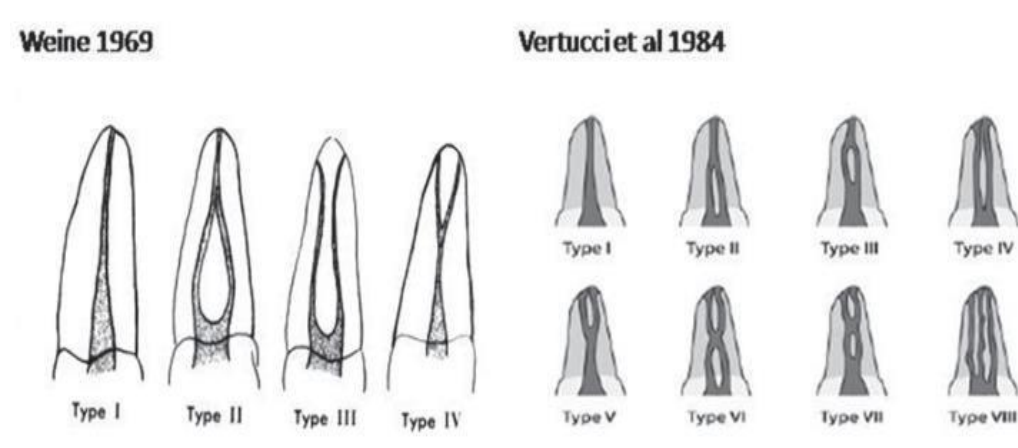


Figure 2 : classification de Weine et Vertucci “Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures”

I.2.1.3 Classification de Cohen et Burnes:

Cohen et Burnes ont montré que la complexité de ce système canalaire peut être l'origine de certaines complications mais également que cette complexité est la cause de voies de communication endo-parodontales qu'il ne faut pas négliger par ailleurs; il a été montré que nous pouvons avoir plusieurs configurations au sein d'une dent:

type A: canal unique

type B: canal unique avec bifurcation apical

type C: coalescence de deux entrées canalaire associée à une bifurcation apicale.

type D: union apical de deux canaux en une foramen commune.

type E: une racine contenant deux canaux

type F : canal présentant une configuration en forme d'arc de cercle.



Figure 3 : Classification de Cohen et Burnes

“Carrotte P. Endodontics: Part 4 Morphology of the root canal system”

I.1.3 Nombre de racines et de canaux :

Bien que chaque dent soit unique (variant d'un individu à l'autre mais également chez une même personne entre une dent et sa controlatérale) il existe, en moyenne un certain nombre de racines ou de canaux pour chaque dent. Malgré une littérature abondante sur le sujet, la distribution du nombre de racines et de canaux dans la population peut varier (parfois fortement) d'un auteur à l'autre suivant les critères d'inclusion de chaque étude, mais tous sont d'accord sur un nombre moyen par dent.

	Maxillaire			Mandibulaire		
Dent	Nombre de racines	Nombre de canaux	Longueur moyenne (mm)	Nombre de racines	Nombre de canaux	Longueur moyenne (mm)
Incisive centrale	1	1	22.5	1	1(58%) 2(42%)	20.7
Incisive latérale	1	1	22	1	1(58%) 2(42%)	20.7
Canine	1	1	26.5	1	1(94%) 2(6%)	25.6
1ere prémolaire	2-3	1(6%) 2(95%) 3(1%)	20.6	1	1(73%) 2(27%)	21.6
2eme prémolaire	1-3	1(75%) 2(24%) 3 (1%)	21.5	1	1(82%) 2(15%)	22.3
1ère Molaire	3	4(93%) 3(7%)	20.8	2-3	3(67%) 4(33%)	21
2ème Molaire	3	3(63%) 4(37%)	20	2	3(79%) 2(13%)	19.8
3ème Molaire	1-3		17	1-2	4(8%)	18.5

Tableau 1: Variations anatomiques rencontrées dans les racines dentaires d’après Carrotte (2004) “Carrotte P. Endodontics: Part 4 Morphology of the root canal system”

I.1.4 Position et architecture du tiers apical :

Cette structure est particulièrement importante à objectiver et à localiser car elle permet de définir la limite apicale de la préparation et donc la longueur de travail.

Décrite par Kuttler en 1996, l'anatomie apicale est composée de différents repères :

- Apex radiographique :

Il correspond au point le plus apical de la dent apparaissant sur le cliché radiographique (pris selon la technique des plans parallèles).

- Apex anatomique :

Il représente le dôme apical ou vertex de la dent. Cette structure est rarement confondue avec l'apex radiographique en raison de la courbure apicale de la racine dans la quasi-totalité des cas.

- Foramen apical :

Non objectivable cliniquement, cet orifice est la sortie principale du canal vers le parodonte.

- Jonction cémento-dentinaire :

De variabilité importante, cette structure correspond au cément recouvrant la partie extérieure de la racine et remontant sur quelques centièmes de millimètres (situé entre 0,5 et 3mm de l'apex radiographique) dans le canal au-delà du foramen. Le cément étant considéré comme un tissu parodontal, cette jonction constitue donc pour certains auteurs la limite de préparation du traitement endodontique.

- Constriction apicale :

Elle est représentée par la zone de coalescence des cônes dentinaire et cimentaire, rarement confondue avec la jonction cimento-dentinaire.

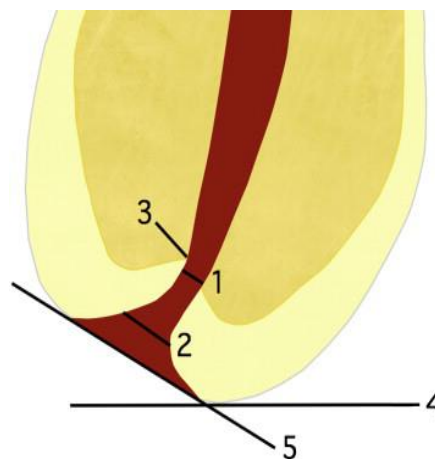


Figure 4 : Les différentes zones anatomiques du tiers apical “Simon S. Endodontie
Volume 1: Traitements. Editions CDP; 2008”

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

Dans 50 à 80% des cas le cône cimentaire n'est pas dans l'axe du cône dentinaire, il est déjeté latéralement jusqu'à 3mm, c'est pour cette raison que l'apex radiographique et l'apex anatomique correspondent à deux entités différentes dans la plupart des cas. Il existe également de nombreuses variations : deltas apicaux, cônes dentinaires avec des hauteurs différentes en mésial et distal, sorties latérales, canaux accessoires, etc...

Lors de processus de résorptions apicales inflammatoires, cette anatomie peut fortement être modifiée par la disparition de certains éléments comme notamment la constriction apicale ou encore l'apex anatomique, compliquant encore davantage la détermination de la longueur de travail.

I.2 Les pathologies pulpaire et péri apicales :

Au cours des trois dernières décennies, la compréhension des mécanismes étiologiques de la pathogénèse, et de l'entretien des lésions inflammatoires pulpaire et péri apicales a considérablement évolué, permettant de définir l'entité pathologique spécifique que représentent ces pathologies.

I.2.1 Les étiologies des pathologies pulpaire :

La pathologie pulpaire trouve son origine dans trois grandes catégories: Infectieuse, physique et chimiques.

Dans chaque catégorie, on peut distinguer des causes générales et des causes locales.

I.2.1.1 Infectieuse :

Causes générales :

On ne doit parler de pulpite hémotogène que dans des cas bien déterminés de dents intactes chez un sujet souffrant de première infection générale pyogène.

L'inoculation septique de la pulpe par voie sanguine se manifeste par des pulpites ou plus fréquemment des gangrènes.

Selon GARRINGTON et CRUMP : Des pulpites hémotogènes ont été signalées dans : la grippe, la fièvre, la tuberculose.

Causes locales :

Le facteur le plus important est la carie dentaire.

La pénétration microbienne se fait par les tubulis dentinaires ou par effraction de la paroi camérale.

Les érosions, les lacunes cunéiformes, les abrasions mécaniques agissent comme les caries ; De même les mises à nu dentinaires provoquées par la préparation des dents vivantes (des fibres de tomes sectionnées, des tubulis ouverts)

I.2.1.2 Physiques :

Causes générales :

Les variations atmosphériques engendrées par la montée en altitude (1500-8000m).
La plongée sous-marine, peuvent être à l'origine des douleurs violentes appelées ;
aerodontalgie par apparition d'aéro-embolie (formation de bulles gazeuses dans le sang).

Causes locales :

Les causes iatrogènes physiques sont toujours des causes locales.
Les agents traumatogènes peuvent être d'origine mécanique, thermique, électrique, et
radio-thérapeutique.

I.2.1.3 Chimiques :

Causes générales :

Il s'agit de l'intoxication de la pulpe par deux voies :
Endogène : diabète, néphrites ...
Exogène : plomb, mercure, arsenic...

Causes locales :

Les médicaments dentaires :

Phénol, alcool, formocresol, eugénol...
Provoquent des irritations tolérables ou graves sur l'organe pulpo-dentinaire.

Les produits dentaires:

Ciments dentaires, les résines composites ont un potentiel d'irritation fort.
Leur agressivité dépend de leur composition et leur proximité de la pulpe (tolérable au-delà de 3mm mais important à partir de 0,6mm).

I.2.2 Classifications des pathologies pulpaire :

Plusieurs classifications ont été émises, certaines basées sur l'anatomie pathologique, d'autres sur la symptomatologie à but thérapeutiques.
Les classifications anatomopathologiques ont été progressivement abandonnées car la correspondance entre la clinique et l'anatomopathologie n'était pas toujours de mise étant donné le caractère dynamique des pulpopathies ainsi que l'hybridité quasi permanente de celles-ci.

I.2.2.1 Classification J.C.HESS(1968)

Pulpe saine : jeune/ vieille

Pulpe enflammée :

1. pulpite aigue : primaire, secondaire (compliquée)
2. pulpite chronique : fermée (simple) ; ouverte : ulcéreuse, hyperplasique.

I.2.2.2 Classification de BAUME (1972) :

BAUME décrit quatre catégories, c'est une classification « symptomatologique à but thérapeutique »

*Catégorie I

Pulpes vivantes sans symptomatologies, lésées accidentellement ou proches de première carie ou de premières cavités profondes susceptibles d'être protégées par coiffages.

*Catégorie II

Pulpes vivantes avec symptomatologie, dont on tentera surtout chez les jeunes de conserver la vitalité par coiffage ou biopulpotomie.

*Catégorie III

Pulpes vivantes dont la biopulpectomie suivie de l'obturation radiculaire immédiate est indiquée pour des raisons symptomatologiques, prothétiques, iatrogènes ou pronostic.

*Catégorie IV

Pulpe nécrosée avec en principe infection de la dentine radiculaire, accompagnée ou non de complications péri-apicales, exigeant un traitement canalaire antiseptique et une obturation apicale hermétique. MARMASSE y adjoint la catégorie IV bis qui concerne les dents permanentes immatures nécrosées.

I.2.2.3 Classification de BANDER et SELTZER (1975) :

Ils offrent aux dents qui ont un état pathologique pulpaire ou pulpo-radiculaire, deux catégories de traitements :

*Catégories A : s'adresse aux dents dont on tentera de conserver toute ou une partie de la pulpe.

*Catégorie B : s'adresse aux dents dont lesquelles on enlèvera toute la pulpe ou celles dont on désinfectera la racine avant l'obturation.

Cette classification ne s'applique pas à la maladie de la pulpe mais au traitement choisi, c'est une « classification thérapeutique ».

I.2.2.4 Classification MARSHALL reprise par F.S.WEINE :1976

Classification clinique des maladies inflammatoires de la pulpe dentaire :

- *Hyperhémie (pulpite réversible)
- *Pulpe symptomatique
- *Pulpe asymptomatique
- *Autres altérations pulpaire (asymptomatiques):
 - Nécrose pulpaire
 - Modifications involutives
 - Atrophie et fibrose
 - Calcification
 - Résorption interne

I.2.2.5 Classification clinique d'après LAURICHESSE et MACHTOU 1983

- *Pulpe normale, pulpe hyperhémie : (pas de traitement) .
- *Pulpite
- *Nécrose et gangrène pulpaire
- *Lésion d'origine endodontique
- *Abscess péri-apicales aigue.

I.2.2.6 Classification clinique de GOLDBERG :

Une des classifications simples, basée sur l'observation des seuls symptômes dans le cadre de l'examen clinique est actuellement largement acceptée. Elle fournit des indications précises sur le traitement à appliquer.

Elle comprend :

- *La pulpe normale
- *La pulpite réversible
- *La pulpite irréversible
- *La nécrose pulpaire.

I.2.3 Les formes cliniques de pulpopathies :

I.2.3.1 Pulpe normale :

La pulpe est considérée cliniquement normale lorsqu'elle n'est présente pas de douleur spontanée, et aux différentes teste de vitalité (au chaud et au froid), la douleur provoquée est brève et modère. Sur l'image radiologique l'espace pulpaire est représentée par une radio transparence.

I.2.3.2 Pulpe hyperhemique

La pulpe est considérée cliniquement hyperhemique lorsqu'elle réagit par des douleurs provoquée dues au contact d'un agent irritant (froid, sucre, acide). Elles sont caractérisées par leur brièveté et leur faible amplitude. Les plus souvent ces sensations sont liées au froid.

I.2.3.3 Pulpite symptomatique

La pulpite symptomatique est la réponse inflammatoire, cliniquement décelable, du tissu conjonctif à une irritation. Dans cette réponse, les forces exsudatives prédominent. Les symptômes douloureux ont pour cause une pression intra pulpaire sévère.

I.2.3.4 Pulpite chronique asymptomatique

La pulpite chronique est une réponse inflammatoire du tissu conjonctif suite à une irritation, les forces prolifératives y tiennent une place prédominante, elle n'est pas douloureuse : car la pression intra pulpaire est diminuée et équilibrée comparativement à la pulpite aigue.

I.2.3.5 Nécrose et gangrène pulpaire

L'état de nécrose et gangrène est synonyme de mort pulpaire. Ce stade est caractérisé par une absence de symptôme et de réponse aux différents tests de vitalité. Il peut ou non être associée à des lésions d'origine endodontique, c'est une indication de traitement canalaire. La nécrose et la gangrène se différencient pour la première par une mortification aseptique et la deuxième par une mortification septique.

I.2.3.6 Syndrome de la fêlure

Typiquement, les symptômes rapportés par le patient sont ceux de douleurs provoquées au chaud au froid et à la mastication. Les douleurs sont très localisées, aiguës et rapportées le plus souvent aux molaires porteuses de gros amalgames. Elles sont parfois franchement à type pulpite, le stress et le bruxisme sont souvent des facteurs associés.

I.2.4 Origine des algies : endodontique ou parodontales :

La pathologie parodontale partage certaines ressemblances avec la pathologie endodontique. Ainsi un abcès parodontale peut parfois être pris pour un abcès endodontique et entraîner un traitement endodontique inutile. Le diagnostic différentiel est posé de façon très simple en déterminant si la pulpe est vitale ou non. Si les tests de vitalité donnent des réponses normales, il faut alors instaurer une thérapeutique parodontale à base de curetage et d'antibiothérapie. Un syndrome du septum provoqué par un tassement ou bourrage alimentaire, peut être interprété comme étant une pulpite.

I.2.5 Classification des lésions inflammatoires péri apicales:

Une classification simplifiée classant les parodontites apicales selon la nature aiguë ou chronique de la ligne pathogénique est la plus adaptée à l'exercice clinique, tout en étant conforme à la dynamique inflammatoire de ces lésions.

I.2.5.1 Pathologies pulpo-apicales symptomatiques :

- *Parodontite apicale aiguë débutante ou pulpo-desmodontite
- *Parodontite apicale aiguë installée
- *Parodontite apicale aiguë abcédée ou abcès péri-apical aigu primaire

I.2.5.2 Pathologies pulpo-péri-apicales asymptomatiques :

- *Parodontite apicale chronique avec granulome ou kyste.
- *Parodontite apicale avec fistule d'origine endodontique.
- *Parodontite apicale chronique abcédée ou abcès péri-apical aigu secondaire : abcès phœnix
- *Ostéite condensante.

I.2.6 Les formes cliniques des lésions péri-apicales :

I.2.6.1 Les pathologies pulpo-apicale symptomatiques :

***Parodontite aiguë liée à un traumatisme occlusal :**

En général, il s'agit d'une dent porteuse d'une restauration récente et qui présente un contact prématuré. La dent est sensible au contact et lors de la mastication, mais les tests de vitalité sont normaux.

***Parodontite apicale initiale :**

A un stade débutant, communément désigne pulpo-desmodontite, elle correspond au passage initial de l'inflammation pulpaire dans le péri-apex. La douleur est spontanée (pulpite aiguë), provoquée par le simple contact de la dent, et toujours reconnue à la percussion. Il n'y a pas obligatoirement une image radio-graphiquement visible d'élargissement desmodontal. La pulpe est vitale et la réponse aux tests de sensibilité est positive.

***Parodontite apicale aiguë**

La parodontite apicale aiguë correspond à une inflammation patente, installée dans le péri-apex, consécutive à l'extension de l'infection endodontique vers la région apicale. Le tissu conjonctif péri-apical est enflammé et infecté par une nécrose pulpaire ou par un refoulement septique avec un échec de traitement endodontique. A un stade avancé, l'inflammation s'installe dans le péri-apex et correspond à une inflammation exsudative

sévère, en rapport avec la pénétration des germes dans la cavité pulpaire. La pulpe est nécrosée et les tests de sensibilité pulpaire sont négatifs, la douleur est spontanée et exacerbée par la percussion ou la pression, la palpation en regard de l'apex est positive. Les changements dans le péri-apex deviennent visibles radio-graphiquement sous la forme d'une zone radio-claire.

***Abscess apical aigue (AAA)**

L'abscess apical aigue est un diagnostic commun d'urgence péri-apicale. Quand il ne s'accompagne pas de tuméfaction, il est confiné à l'os. L'abscess apical aigue correspond à une rupture d'équilibre entre les bactéries intra-canalaire et les défenses péri-apicales de l'hôte avec passage d'agents pathogènes dans le péri-apex et formation d'une collection suppurée. Cet abscess peut être primaire ou secondaire (abscess phœnix) en cas de lésion inflammatoire préexistante et par la suite se fistuliser.

***La parodontite apicale aigue primaire abcédée :**

Encore dénommée abscess apical aigu, elle correspond à une suppuration localisée du péri-apex. La pulpe est nécrosée, et la réponse aux tests de sensibilité pulpaire est négative. La douleur est spontanée et permanente, c'est le stade le plus douloureux. Le contact de la dent est intolérable et la percussion doit être évitée, des signes parodontaux sont généralement présents, la palpation en regard de l'apex est douloureuse, faisant suspecter la présence de pus, une tuméfaction sous-périostée ou sous muqueuse est possible. Un abscess péri-apical aigu primaire n'est pas nécessairement visible radio-graphiquement (abscess entièrement intra osseux, sans atteinte des corticales).

***La parodontite apicale aigue secondaire abcédée**

Elle correspond à l'abscess péri-apical récurrent ou abscess phœnix. C'est une exacerbation d'une lésion chronique (granulomateuse). Les symptômes sont sensiblement voisins de ceux de l'abscess primaire, les critères du diagnostic sont identiques à ceux du stade précédente avec une caractéristique : une image radio-claire est toujours décelable du fait de la destruction osseuse préexistante.

I.2.6.2 Les parodontites apicales chroniques :

La lignée des parodontites apicales chroniques correspond à des pathologies pulpo-parodontales sans douleurs ou avec des douleurs minimales. Il s'agit d'une réponse inflammatoire de défense des tissus péri-apicaux. L'absence de douleur s'explique par l'absence de surpression du fait de la réaction osseuse périphérique, les lésions sont en général découvertes à la suite d'un changement de teinte de la couronne ou lors des bilans radiographiques de recherches de foyers infectieux. Les tests de sensibilité pulpaire sont négatifs, ainsi que les réponses à la percussion et à la palpation, sauf dans les cas d'exacerbation aigue secondaire.

***L'ostéite condensant ou ostéosclérose péri-apicale :**

Il s'agit d'une réaction en rapport avec une pulpe vitale asymptomatique à rattacher de la catégorie des pulpites chroniques, cette réaction traduit l'hyperactivité du tissu osseux irrité, diagnosticable radio-graphiquement (image péri-apicale radio-dense), elle disparaît lentement après une thérapeutique canalaire adéquate.

***La parodontite apicale chronique**

Le diagnostic positif des granulomes et kystes péri-apicaux est avant tout radiographique et doit être lié à l'absence de réponse aux tests de sensibilité pulpaire. Lorsque les lésions augmentent de taille, des rapports de contiguïté s'établissent avec les apex des racines voisines, rendant parfois difficile la détermination de l'apex de la dent causale, ce qui implique de tester la sensibilité de toutes les dents de la région considérée.

Lorsque la lésion est volumineuse une voussure dure au palper digital peut siéger dans le vestibule. Seul le prélèvement biopsique permet de faire le diagnostic différentiel entre kyste et granulome. Cependant celui-ci n'est pas nécessaire dans la mesure où le traitement endodontique est indiqué en première intention dans les deux cas.

***Les parodontites apicales avec fistules :**

Une fistule correspond à une voie de drainage extériorisée des fluides inflammatoires apicaux. Avec le temps, le trajet fistuleux peut s'épithélialiser. Bien que son apparition soit souvent ignorée par le patient, la fistule se crée à la suite d'épisodes aigus primaires ou secondaire : le drainage de l'abcès par la fistule entraîne la disparition des phénomènes de surpression et il s'ensuit la régression de la douleur et de la tuméfaction. Le trajet et l'émergence de la fistule sont aléatoires ; c'est la raison pour laquelle l'origine de la lésion doit être localisée à l'aide d'une radiographie prise après introduction d'un cône de gutta percha dans la fistule.

I.3 La microbiologie en endodontie :

I.3.1 Généralités :

La contamination de l'endodonte étant essentiellement d'origine buccale, la flore canalaire est assez similaire à celle de la bouche, avec une prédominance des bactéries gram-positives, essentiellement les Streptocoques viridans et faecalis, les Staphylocoques et quelques bactéries gram-négatives. Les micro-organismes colonisent le canal, et dans cette espace clos ils vont proliférer trouvant dans le tissu pulpaire les éléments nécessaires à leur croissance. Comme tout tissu conjonctif banal, la pulpe réagit selon les lois classiques de l'inflammation mais certains aspects qui sont propres tendent à modifier ces réactions. En effet, sa situation dans espace inextensible et l'étroitesse des anastomoses vasculo-nerveuse au foramen apical confère une fragilité particulière.

I.3.2 Le Biofilm bactérien endodontique:

La contamination bactérienne de l'endodonte est réalisée par la pénétration intracanaulaire d'un ensemble de micro-organismes. D'abord à l'état planctonique (en libre circulation), ils vont au fil de l'infection se regrouper en amas leur permettant de coloniser l'environnement endodontique : le biofilm

I.3.2.1 Définition du biofilm:

Le biofilm correspond à une communauté structurée de cellules bactériennes incluses dans une matrice polymère qu'elles produisent et adhérentes à une surface biologique ou non.

Cette organisation apporte différents avantages à ces bactéries comme notamment une certaine stabilité (dans un environnement en perpétuel changement), une protection, une résistance accrue aux défenses de l'hôte.

I.3.2.2 La composition de la flore endodontique:

La flore bactérienne envahissant les tubulis dentinaires radiculaires présente de nombreuses similitudes avec la flore mise en évidence dans la couche profonde de la carie dentinaire coronaire. Elle est composée d'une population microbienne mixte constituée de coques, de bâtonnets, de spirochètes et d'organismes longs et filamenteux. Il s'agit essentiellement de bactéries anaérobies facultatives.

Lactobacillus, Streptococcus et Propionibacterium sont les composants principaux de cette flore. Les cocci à Gram + anaérobies tels que Veillonella ou Eubacterium sont présents en nombre plus faible.

Fusobacterium nucleatum, Porphyromonas gingivalis et Prevotella intermedia sont des bactéries anaérobies strictes à Gram – présentent en nombre variable.

En pénétrant l'endodonte, les bactéries vont successivement pénétrer les canaux principaux, secondaires, accessoires mais aussi les tubulis dentinaires en passant par le canal principal. Cependant, toutes les bactéries n'ont pas la capacité de coloniser l'endodonte. Certaines bactéries ne peuvent pas pénétrer dans les tubulis dentinaires. Ainsi, un tubuli dentinaire d'un petit diamètre peut rester exempt de micro-organismes.

Dans la majorité des cas, les micro-organismes colonisateurs primaires ont un diamètre inférieur ou égal à 1 μ . Leur taille leur permet donc de pénétrer les tubulis dentinaires.

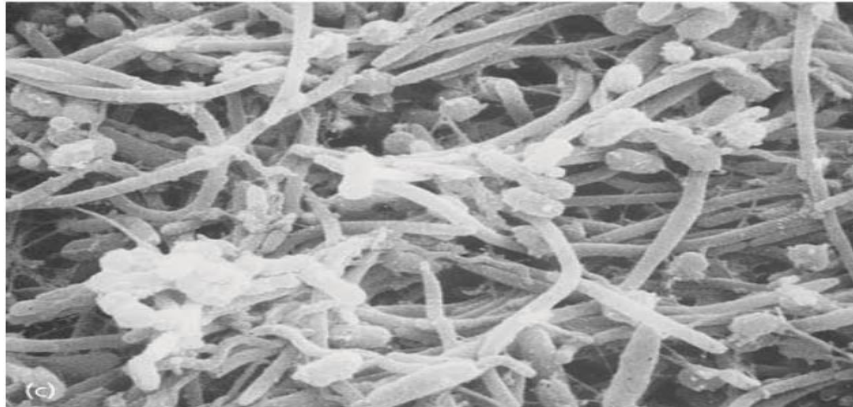


Figure 5: Bacilles, coques, spirochètes et filaments colonisant la surface dentinaire, observés au microscope électronique
“Bactériologie Monsieur Jean-Claude ROBERT Faculté d'odontologie de Rennes 1”.

I.3.2.3 Rôle des bactéries dans les infections endodontiques:

L'infection endodontique correspond à une rupture de l'équilibre fragile existant entre agents agresseurs et défenses de l'hôte. Ce terme regroupe en réalité plusieurs situations cliniques pouvant désigner, chronologiquement, la pulpite réversible ou irréversible, la nécrose, la parodontite apicale d'origine endodontique aigue, chronique ou encore l'abcès apical. Chacune de ces situations correspond à un degré de progression et d'inflammation pulpaire et péri-apicale différent. Quel que soit le type d'infection retrouvé le traitement passera par le contrôle du facteur bactérien et son maintien dans le temps ; néanmoins, la symptomatologie ainsi que le type et la localisation des agresseurs pourront varier d'un cas à l'autre.

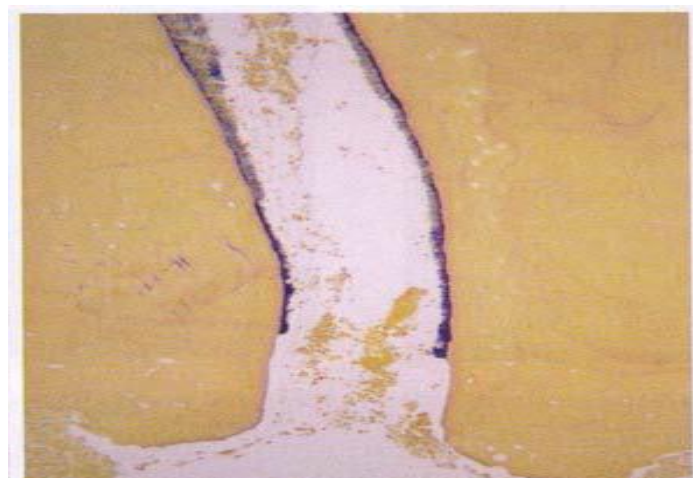


Figure 6 : mise en évidence du biofilm bactérien endodontique le long de la paroi dentinaire canalaire
“Bactériologie Monsieur Jean-Claude ROBERT Faculté d'odontologie de Rennes 1”.

I.3.3 Les voies de contamination :

L'accès des bactéries à l'endodonte peut se faire de plusieurs manières :

I.3.3.1 Par ouverture de la chambre pulpaire:

La voie transcoronaire est la plus fréquente, par carie surtout, mais aussi suite à un traumatisme (fracture, fêlure) touchant la pulpe ou par manœuvre iatrogène. Les bactéries de la salive et de la plaque dentaire ont alors un accès direct à l'endodonte.

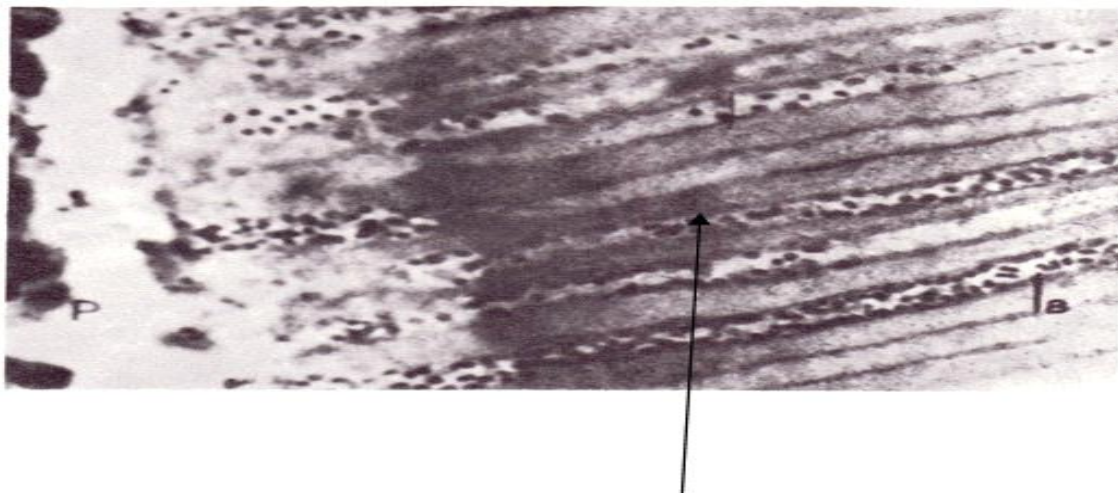


Figure 7 : Fracture coronaire pénétrante de la 21
“Bactériologie Monsieur Jean-Claude ROBERT
Faculté d'odontologie de Rennes 1”.

I.3.3.2 A travers les tubulis dentinaires :

L'ouverture des canalicules dentinaires peut être provoquée par :

- Carie et fracture à distance de la pulpe, la mise à nu, après taille des cavités, des canalicules dentinaires, dans un milieu contaminé (salive), ce qui favorise la pénétration bactérienne ;
- Restaurations défectueuses, composite, verre- ionomere ou amalgame de mauvaise qualité ou ciment provisoire ;
- Dénudation radiculaire, par exemple après un détartrage-surfaçage trop agressif.



Tubuli dentinaires contenant des bactéries

Figure 8: tubulis dentinaires infectés “Bactériologie Monsieur Jean-Claude ROBERT Faculté
d'odontologie de Rennes 1”.

I.3.3.3 Par infection parodontale :

Les poches parodontales peuvent atteindre les canaux accessoires ou le foramen apical assurant une communication parodonte-endodonte.

I.3.3.4 Par des anomalies de la dent :

Fissures, fêlures, malformations, érosions et abrasions ouvrent les tubuli au milieu salivaire. Toutefois, les bactéries sont introduites en petit nombre et le potentiel de défense pulpaire, surtout immunitaire, tient l'infection bactérienne en échec.



Figure 9 : Amélogénèse imparfaite “Bactériologie Monsieur Jean-Claude ROBERT Faculté d'odontologie de Rennes 1”

I.3.3.5 Causes iatrogènes :

- Taille de cavités profondes,
- Préparations prothétiques,
- Mise en place de produits d'obturation (par pression ou manque d'étanchéité),
- Manque de rigueur d'asepsie.

I.3.4 Pathogénèse

L'infection d'une pulpe peut résulter de deux processus :

- **Nécrose septique de la pulpe** : nécrose par des bactéries ayant trouvé accès à l'endodonte,
- **Infection d'une pulpe nécrosée** : les bactéries profitent d'une mortification pulpaire pour coloniser l'endodonte.

Dans les deux cas, le pouvoir pathogène des bactéries s'exprime par trois aptitudes :

- Une capacité à coloniser l'endodonte,
- Une capacité à détruire les tissus,
- Une capacité à échapper aux défenses propres à l'espace endodontique.

Résumé:

Une effraction dentinaire permet aux bactéries orales et cariogènes de coloniser les tubulis dentinaires coronaires. Le caractère antigénique de ces micro-organismes engendre une inflammation pulpaire puis sa nécrose, si le stimulus bactérien n'est pas éliminé suffisamment et précocement. La nécrose pulpaire est alors synonyme de l'invasion bactérienne du système canalaire.

I.4 Le traitement endodontique conventionnel :

I.4.1 Définition:

Le traitement endodontique est une procédure qui consiste à traiter les maladies de la pulpe et de péri apex ainsi de transformer une dent pathologique en une entité saine asymptomatique et fonctionnelle sur l'arcade.

I.4.2 Indication:

- *pulpite irréversible
- *pulpe nécrosée avec ou sans signes clinique et/ou radiographique de parodontite apicale
- *pulpe vivante dans les cas suivants:
 - pronostic défavorable
 - probabilité élevée d'exposition pulpaire au cours de la restauration coronaire n'autorisant pas le coiffage direct
 - amputation radiculaire ou hémisection.

I.4.3 Contre-indications :

*D'ordre médical:

Formelle: Cardiopathie a haute risque d'endocardite infectieuse

Relative: Cardiopathie a risque moins élevé dans tous les cas; chez ces patients

Les soins endodontique ne doivent être réalisés que ces trois conditions sont remplies :

1-Champs opératoire étanche -digue-

2-Totalité de l'endodontie accessible

3-Restauration en une seule séance

*Dent sans avenir fonctionnel, ne pouvant être restaurée de manière durable .

*Dent avec un support parodontal insuffisant.

I.4.4 les étapes de protocole opératoire:

- Radiographie préopératoire
- Anesthésie
- Champs opératoire
- Réalisation de la cavité d'accès
- Repérage et cathétérisme des canaux
- Etablissement de la longueur de travail+radiographie de mensuration
- Mise en forme canalaire
- Obturation canalaire
- Radio de contrôle

I.4.4.1 La radiographie au cours du traitement endodontique:

- Le ou les clichés pré-opératoires renseignent sur l'anatomie canalaire et l'intégrité du parodonte. Ces clichés constituent aussi un élément de référence sur l'état de la dent avant traitement.
- Le ou les clichés per-opératoires permettent de contrôler les phases du traitement : estimation et contrôle de la longueur de travail lime en place, contrôle de l'ajustage du maître cône avant obturation.
- Le cliché post-opératoire permet de contrôler la qualité de l'obturation et constitue un élément de référence pour le suivi du patient .



Figure 10 : Radiographie per-opératoire maitre cône en place
“Le traitement endodontique Wilhelm-J Pertot „Stifane Simon”

I.4.4.2 Anesthésie:

L'anesthésie de la dent concernée doit être profonde obtenue rapidement et dure suffisamment longtemps pour compléter le traitement dans la séance sans inconfort pour le patient. Au niveau du maxillaire et le bloc incisivo-canin mandibulaire on utilise l'anesthésie

para-apical tandis qu'au niveau du bloc prémolo-molaire mandibulaire une anesthésie tronculaire est effectuée.

I.4.4.3 Préparation de la cavité d'accès:

Avant toute préparation et pénétration il faut en premier lieu dessiner la cavité d'accès à l'aide d'une fraise boule puis la cavité est approfondie en direction de la chambre pulpaire après élimination du plafond pulpaire on doit éliminer les interférences, régulariser les parois et mettre en dépouille la cavité d'accès.

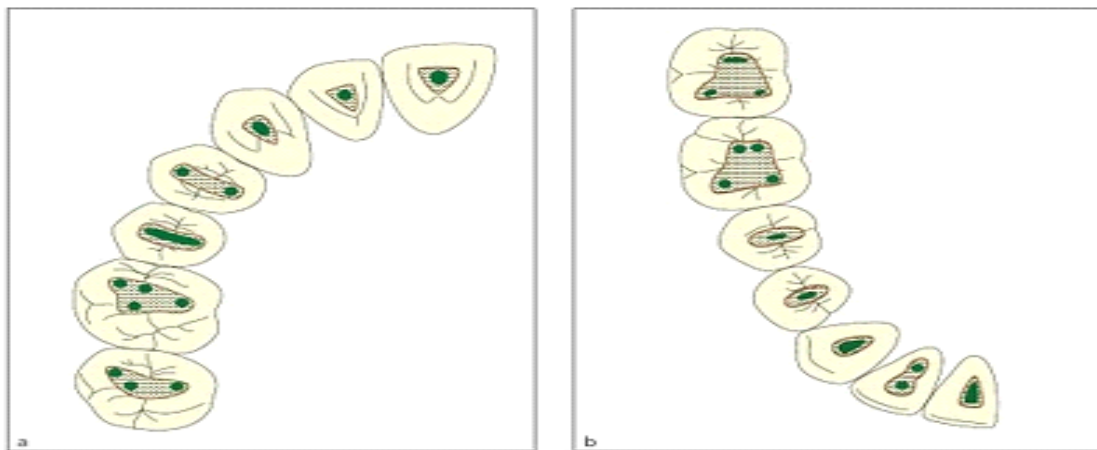


Figure 11 : la forme des cavités d'accès des dents supérieures et inférieures
“Le traitement endodontique Wilhelm-J Pertot „Stifane Simon”

***Contrôle de la CDE:**

Visuel: la création de la cavité d'accès doit permettre de repérer visuellement les entrées canalaire dans la plupart des cas.

A la sonde n17: vérifier qu'on n'a pas laissé de contre-dépouilles au niveau du plafond pulpaire, où du tissu pulpaire pourrait rester accroché et compromettre ainsi le succès du traitement endodontique, faire les rectifications nécessaires .

Avec une sonde de Rhein: vérifier l'accessibilité des canaux et l'orientation, là aussi, afin de rectifier si nécessaire.

I.4.4.4 Cathétérisme ou pénétration initiale:

C'est l'exploration active du canal ou des canaux .Cette étape, la plus délicate à mener est peut-être celle qui demande le plus d'expérience à l'opérateur.

L'objectif principal, nous l'avons vu, est d'atteindre la jonction cémentodentinaire, en respectant la trajectoire naturelle du canal.

* Règles du cathétérisme canalaire:

- Radiographie préopératoire
- Utiliser des instruments adaptés en longueur et en diamètre au canal
- Pré courber l'instrument
- Ne jamais forcer l'instrument en cas de blocage pendant la progression
- Travailler sous irrigation permanente (effet lubrifiant facilitant la pénétration) avec notamment l'emploi de gel à base d'EDTA .

I.4.4.5 Détermination de la longueur du travail

La limite apicale ayant été choisie et étant constituée pour la plupart des auteurs par la jonction cémento-dentinaire ,il faudra s'y tenir tout au long du traitement endodontique Le problème est de mettre en évidence cliniquement cette jonction Différentes méthodes ont été proposées:

- * Méthodes empiriques
- * Méthodes radiographiques
- * bissection et règle de trois
- * Méthodes électroniques de localisation d'apex.



Figure 12 : détermination de la longueur du travail “Le traitement endodontique Wilhelm-J Pertot ,Stifane Simon”

I.4.4.6 parage et mise en forme canalaire

I.4.4.6.1 Instrumentation canalaire de préparation:

Actuellement la préparation canalaire fait appel à une instrumentation qui peut être manuelle ou mécanisée appelé encore assistée, des instruments sonore et ultra sonore peuvent également compléter la préparation des nouvelles technologies telle que le laser sont également utilisées.

Les principaux instruments manuels :

Il s'agit essentiellement des lime K, lime H ainsi que les broches endodontiques

***Lime K (kerr):**

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

Action: principalement en translation (va et Vien) et ou rotation (rotation horaire d'un 1/8 de tour).

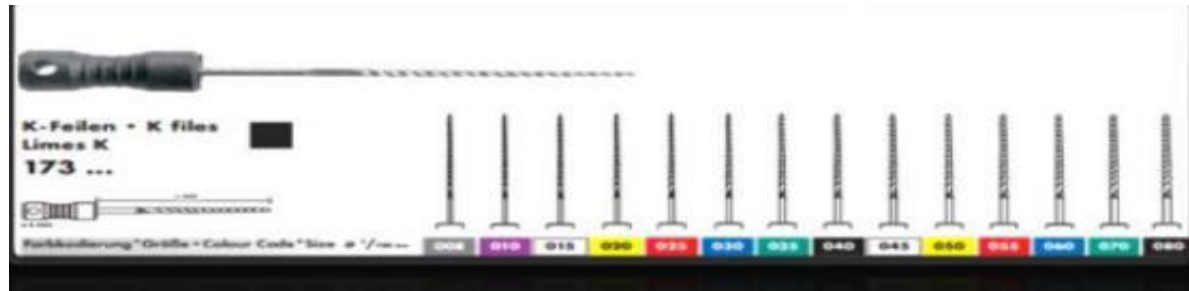


Figure 13 : les limes k (Kerr) “Le traitement endodontique Wilhelm-J Pertot ,Stifane Simon”

***Lime H (Hedstrom) ou racleur:**

Ce sont des instruments de mise en forme canalaire, très tranchant usiné à partir d'une ébauche à section ronde (chapeau chinois renversé) fabriqué en acier inoxydable ou en NiTi leurs pas est court est constant.

Ils servent essentiellement à l'élargissement après le passage de la lime K du même numéro.

Action: mouvement de traction avec appui pariétal.

***Les broches :**

Ce sont des instruments torsadé ou usiné en acier inoxydable ou en NiTi, de section triangulaire.

Action: mouvement de rotation 1/4 de tour sens horaire et retrait.

I.4.4.6.2 Les différentes techniques de préparation canalaire:

a*Technique manuelle:

Il s'agit de réaliser la préparation du canal, depuis le cathétérisme jusqu'à la mise en forme définitive, à l'aide d'instruments manuels de diamètre croissant, sans jamais sauter de numéro, sous irrigation abondante.

Le passage à l'instrument de diamètre supérieur ne se fera que si l'instrument précédent est libre dans le canal, à la longueur de travail, jusqu'au 25/100 minimum.

Après cathétérisme et détermination de la LT, sous irrigation de 1 à 2 ml d'hypochlorite de sodium à 2,5 % entre chaque passage d'instrument .



**Figure 14 : préparation canalaire
(technique manuelle) “Le traitement endodontique
Wilhelm-J Pertot ,Stifane Simon”**

b*techniques mécanisées:

Manuelle + mécanique:

De nombreux contre-angles dits " endodontiques " ont été commercialisés dans le but d'accélérer et d'améliorer le travail répétitif de raclage des parois. L'un des plus anciens et des plus performants, encore utilisé de nos jours, est le contre angle Giromatic.

Manuelle + système sonore:

L'apparition dans les années 1985/1986 de générateurs d'ondes sonores appliqués à l'endodontie, a permis à Laurichesse de mettre au point la technique dite "d'appui pariétal " ou TAP . Cette technique ressemble en tous points à celle décrite précédemment (manuelle-mécanisée).

Manuelle + Ultrasonore:

Cette technique a été mise au point par Martin et Cunningham .Actuellement, deux systèmes de production d'ondes ultrasonores sont employés: la piézoélectricité et la magnétostriction .

Le principe de fonctionnement est le même que pour les appareils sonores: la cavitation .

Manuelle + rotative :

Il s'agit en fait de la technique "steep back" de Schilder, ou une partie de la préparation canalaire est réalisée manuellement, une autre partie à l'aide d'instrument rotatifs représenté par les forêts, ils sont destinés à l'élargissement de la partie coronaire et l'élimination des interférences et ainsi favoriser l'accès instrumentales .

I.4.4.7 Obturation canalaire

Après l'éviction du parenchyme pulpaire et la préparation de la cavité endodontique, l'obturation de tout le système canalaire est indispensable pour prévenir tout risque de réinfection ou un éventuel essaimage microbien à distance. Le succès d'une fermeture hermétique complète de l'endodonte dépend directement de la forme de la préparation, de ses limites, et de la qualité du nettoyage.

Comme le souligne Laurichesse : " l'obturation doit isoler le système canalaire de son environnement parodontal, pour ne laisser au contact de ce dernier que le ciment, seulement susceptible d'assurer une réparation dans la zone péri apicale, après disparition de la pulpe ".

I.4.4.7.1 Objectif de l'obturation canalaire:

- prévenir la réinfection par les bactéries et leurs toxines,
- Emmurer les bactéries qui n'ont pas été détruites lors de la phase de mise en forme et de nettoyage pour les « couper » de leur source de nutrition,
- Combler les espaces vides, et créer un environnement biologique favorable à la cicatrisation.

L'obturation canalaire peut être réalisée chaque fois que:

** le canal a été correctement mis en forme,

** le canal peut être séché.

En effet, si un canal présente un suintement apical et que le séchage parfait à la longueur de travail ne peut pas être obtenu, l'obturation devra être remise à une séance ultérieure.

**la dent est asymptomatique.

Il est totalement contre-indiqué d'obturer une dent qui présente des symptômes de désmodontite apicale, sous peine d'entraîner une exacerbation des signes cliniques.

I.4.4.7.2 Techniques d'obturations canalaires

Technique classique:

- **Obturation canalaire avec pâte seulement:**

C'est l'obturation du système canalaire avec une pâte la plus utilisée est la pâte de l'oxyde de zinc eugénol de consistance crémeuse cette technique est indiquée pour les différentes préparations canalaire.

*Matériels et matériaux nécessaires:

- Le bourre pate d'Henri lentulo
- Pâte d'obturation

Technique :

1*Choix du lentulo selon le N° de l'avant dernier instrument de préparation

2* Vitesse de rotation entre 1000 à 4000 tours/mn

3* Sens de rotation = horaire

4*Le lentulo est enrobé de pâte et introduit dans le canal jusqu'à l'arrêt

- 5*Retirer le lentulo de 1mm et ensuite mise en marche du contre angle
- 6*Retirer le lentulo progressivement tout en marchant d'une façon lente
- 7*L'opération est répétée jusqu'à ce que la pâte déborde du canal dans la cavité d'accès.

- **Technique monocone:**

- Choix du cône :**

- Il doit atteindre la limite apicale de la préparation.

- Son diamètre correspond à celui du dernier instrument utilisé pour la préparation apicale.

- Un cliché radiographique peut être nécessaire pour vérifier son enfoncement.

- **Mise en place de la pâte d'obturation :**

- Le bourre-pâte est monté sur un contre-angle bague verte, enduit de ciment, puis inséré, à l'arrêt, dans le canal jusqu'à la longueur de travail.

- On actionne alors le micromoteur, et on déplace le bourre-pâte en peignant chaque génératrice du canal.

- Le retrait se faisant avec le bourre-pâte en mouvement.

- **Mise en place du cône principal :**

- Il est positionné dans le canal jusqu'à la longueur de travail moins 1 mm, des cônes accessoires peuvent être disposés à sa périphérie (Canaux ovoïdes).

- *L'obturation est terminée : on sectionne les cônes à l'entrée du canal avec un instrument chauffé au rouge, et avec le fouloir, on exerce une pression axiale pour tasser les cônes .

Les techniques d'obturation actuelles

Elle se base sur trois impératifs de qualité :

- **La densité** : obtenue grâce à l'apport de chaleur et de compactage mécanisé permettant d'obtenir un maximum de gutta percha dans un minimum d'espace.
- **L'étanchéité** : en déminant au maximum la qualité de ciment d'obturation au profit de la gutta percha.
- **La périnité** : par le traitement de la totalité du système canalaire de toutes ses ramifications et de ses particularités.

On peut classer en quatre groupes ces nouvelles techniques:

1* Compactages thermomécanique

Cette technique utilise des compacteurs gutta-condensors montés sur un contre angle qui serviront à plastifier le cône par friction et à le compacter en même temps .

2* Technique hybride

Elle est basée sur la condensation latérale à froid d'un cône au niveau du tiers apical et de deux ou trois cônes accessoires, le reste du canal est obturé en thermocompactage.

3* Technique de compactage vertical en vagues multiples ou technique de SCHILDER

Elle est basée sur l'ajustage d'un cône non normalisé, sur l'utilisation d'une source de chaleur manuelle ou électronique, ainsi que de fouloir spécialement conçu pour le compactage vertical . cette technique est considérée comme la technique de référence en terme de qualité d'obturation . Elle trouve sa limite dans l'obturation des canaux fins et courbés.

4* Technique de compactage vertical centré en vague unique

Dérivé de la technique de SCHILDER , elle est basée sur l'utilisation d'un seul instrument jouant le rôle de fouloir et de réchauffeur .

I.4.4.8 Restauration coronaire :

La qualité de l'obturation canalaire est un facteur essentiel impliqué dans le pronostic du traitement endodontique, toutefois, des défauts d'étanchéité coronaire, propices à la colonisation bactérienne sont également des facteurs contribuant à la survenue et l'aggravation des pathologies apicales.

Une revue de la littérature analysant les échecs endodontiques liés à des restaurations inadéquates suggère que le pronostic du traitement peut être amélioré en obturant le canal et en minimisant la pénétration des fluides oraux et des bactéries en réalisant une obturation coronaire immédiate, étanche et si possible définitive.

I.5 LES LIMITES DE L'ENDODONTIE CLASSIQUE

I.5.1 LES Limites de préparation et d'obturation canalaire en endodontie classique

L'endodontie est une technique trop compliquée qui est limitée par de nombreux obstacles ; échecs ; incidents et accidents.

****Il a été démontré que les isthmes ; méandres ; anastomoses et les canaux secondaires ne sont pas concernées par le passage des instruments en raison de leur complexités (sur les molaires maxillaires ; quelle que soit la technique rotatives utilisés plus de 50 pour cent des surfaces canalaires demeurent non instrumentée).**

****La technique est complexe, difficile et semée d'embûches, l'anatomie des dents est inconstante, le nombre et l'emplacement des canaux très souvent atypique ; on peut avoir affaire à des canaux calcifiés, coudés ou en baïonnette.**

****Un canal peut passer inaperçu et ne peut pas être obturé, l'obturation peut être incomplète à cause des difficultés qui ont déjà été citées.**

****Un instrument peut se fracturer dans un canal et en rendre l'obturation étanche impossible.**

****L'absence ou l'insuffisance d'obturation amènent obligatoirement à des infections apicales futures, la rigidité d'un instrument peut faire qu'il ne suit pas la courbure du canal,**

l'instrument continue à faire droit et crée une fausse route, qui sera ensuite très difficile voire impossible à reprendre.

****** Si le praticien ne s'est aperçu pas à temps il va faire une perforation et il va créer un faux canal qu'il faudra obturer de façon étanche.

****** Lors de la recherche de l'entrée des canaux si ceux-ci ne sont pas là ou on pense qu'ils doivent être, on peut être amené à faire une perforation de plancher pulpaire, qu'il faudra aussi obturer.

****** L'excès de produit d'obturation avec débordement donne moins systématiquement des complications mais présente souvent des inconvénients : par exemple le débordement de pâte à canaux dans le sinus donne souvent des aspergillooses ; le débordement de pâte au contact du nerf mandibulaire donne souvent des troubles esthétiques.

I.5.2 Les limites d'irrigation en endodontie classique

I.5.2.1 Définition

GROSSMAN : Action d'élimination par lavage à l'aide d'une solution d'irrigation les débris organique, minéraux et micro organique détachés et mis en suspension par l'instrumentation mécanique.

Quels que soient la technique ou les instruments utilisés, l'irrigation joue un rôle primordial en endodontie et il fait partie intégrante de la séquence de mise en forme.

I.5.2.2 Les limites d'irrigations en endodontie classique:

****** Il a été démontré que des zones importantes sur les parois d'un canal correctement mis en forme ne sont jamais touchées par les instruments.

****** De même ceux-ci sont incapables d'accéder aux anfractuosités du système canalaire, aux isthmes, aux canaux latéraux ou secondaires ; qui ont autant de cryptes susceptibles d'abriter des bactéries.

****** Si les instruments mettent en forme le canal principal ; ce sont les solutions d'irrigations qui assurent le nettoyage de l'ensemble de système canalaire.

****** Les solutions de rinçage employé actuellement permettent de réduire 90 pour cent de nombre de micro-organisme dans les canaux radiculaires, dont l'un des défis de l'endodontie est d'obtenir une destruction aussi complète que possible de la charge bactérienne.

****** L'ensemble des études récentes conclut que le 1/3 apical représente la limite d'efficacité d'irrigation. Pourtant sur les dents infectées, c'est dans les derniers mm apicaux que se situent les bactéries nocives.

******La solution d'irrigation délivrée à la seringue, sans coincer l'aiguille dans le canal ne va pas plus loin que le bout de l'aiguille en raison de la présence d'une colonne d'air.

NB :

Le nettoyage canalaire dépend du rapport entre deux facteurs intimement liés ; l'anatomie de l'endodonte et les bactéries.

Plus l'endodontie est compliquée, plus les bactéries sont inaccessibles, plus les bactéries disposent de temps et elles s'organisent en biofilm ; il faudra donc d'autant d'énergie pour les détruire.

Sur le plan pratique, il ne faut pas espérer devant une telle complexité anatomique procéder à une extirpation complète de la pulpe ni à une pénétration radiculaire totale au moyen d'instrument usuels.

D'où la nécessité d'accéder aux nouvelles techniques qui permettent une désinfection aussi totale que possible de tout le réseau canalaire.

Chapitre 11 :

Les LASERS

II-1. Historique

L'histoire du laser a débuté avec Albert Einstein il y a plus d'un siècle en 1905 lorsqu'il posa l'hypothèse que la lumière est constituée de quanta d'énergie, de photons lorsqu'il postula que l'énergie associée aux photons était directement proportionnelle à la fréquence de la lumière selon la relation : $E=h\nu$.

Les bases théoriques du fonctionnement du laser étaient jetées mais des nombreux chercheurs pensèrent qu'il était impossible de construire un dispositif produisant de la lumière par émission stimulée et il fallut attendre 35ans pour que des scientifiques s'intéressent à nouveau.

- **Le masser :**

Au cours de la deuxième guerre mondiale les Etats unis ont voulu développer des nouveaux systèmes de radar plus précis par des émetteurs de microondes à plus haut fréquence que ceux utilisées à l'époque.

C'est ainsi que Charles Townes fabriqua en 1953, le premier masser (microwave amplification by stimulated emission of radiation). Ce masser utilisait de l'ammoniac et produisait un rayonnement monochromatique à une longueur d'onde de 1.25cm, en suite furent fabriqués des nombreux autres massers qui fonctionnaient tous dans le domaine des microondes, le pas vers le domaine de la lumière visible et courtes longueur d'onde semblant infranchissable.

- **Le laser :**

En 1957 Townes commença la fabrication d'un dispositif émettant du rayonnement infrarouge ou de la lumière visible et en collaboration avec Arthur Schawlow fut fabriquée la première cavité résonnante pour amplifier la lumière, son brevet fut déposé en 1958.

Le premier laser fonctionnel fut fabriqué par Theodore Maimann en 1960. Il découvrit que les ions de chrome d'un rubis artificiel émettaient de la lumière rouge lorsqu'il était irradié par une lumière verte d'une lampe au xénon.

En déposant une couche d'aluminium à chaque extrémité de la tige de rubis, Maimann réussit à produire le premier laser optique. L'année suivante le laser à hélium- néon, un des lasers le plus couramment utilisé, fut inventé. Notons que le mot laser ne fut pas utilisé avant 1965 : (light amplification by stimulated emission of radiation) depuis l'invention du laser les modes de production de rayonnement laser se sont multipliés. On compte maintenant autant de lasers différents qu'il y a d'amplification pour ceux-ci.

❖ Historique du laser en odontologie

- ✓ 1960- Le premier laser à rubis utilisation en médecine par Theodore Maimann .
- ✓ 1965- Premières cas cliniques en odontostomatologie par Taylo.
- ✓ 1967- Le premier laser CO2 pour applications médicales.
- ✓ 1970- Les premiers travaux sur l'os au laser CO2 par Golman.
- ✓ 1983- Curetage de carie au laser CO2.
- ✓ 1985- Coiffage pulpaire au laser CO2.
- ✓ 1986- Stérilisation dentinaire au laser CO2.
- ✓ 1988- Apparition du laser Nd : Yag en dentisterie.
- ✓ 1990- Apparition du laser Er : Yag en dentisterie.
- ✓ 1994-Apparition du laser Diode en dentisterie.

II-2 .La lumière laser

II-2-1.Définition du laser :

Le mot laser est l'acronyme anglais « **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation », traduit en Français par « **A**mplification de **L**umière par **E**mission **S**timulée de **R**ayonnement ».

Le laser peut être défini comme une source de rayonnement optique cohérent fréquemment incorporée dans un appareil émettant un faisceau de rayonnement monochromatiques de longueurs d'ondes située dans un domaine pouvant aller de l'infra- rouge jusqu'à l'ultra-violet , en passant par le spectre visible(400 _ 800 nm) .

Ces rayonnements sont identiques par leurs phases. Les lasers sont utilisés dans des secteurs aussi variés que l'industrie, les arts et spectacles, le domaine médical, la recherche ou la défense nationale.

II-2-2.Composition du laser :

Un laser est composé de :

- **Milieu actif (réservoir d'électrons)** : il est composé d'atomes ou de molécules qui permettent l'émission stimulée d'un rayonnement lumineux. Ces atomes ou ces molécules doivent être capable de stocker l'énergie reçue de milieu extérieur pendant une durée suffisamment importante pour que le retour à l'état stable puisse être provoqué par l'émission de photons.
Le milieu actif peut être :gaz (Hélium-néon, Argon), solide (Nd-Yag,Nd-Yap,KTP,Er-Yag) ou liquide (colorants) .
- **Source de pompage** : En fonction de types d'énergie apportée au milieu actif on définit différents mécanismes de pompage.
 - Le pompage optique qui a été le premier utilisé sous forme de tube flash.

- Le pompage électrique qui peut être s'effectuer :soit par une décharge électrique dans les lasers à gaz ou en utilisant un semi-conducteur.
- Le pompage chimique
- **Cavité de résonance** : La cavité de résonance est un dispositif composé de deux miroirs concaves placés face à face et de part et d'autre du milieu actif . Ils sont séparés l'un de l'autre par une distance en relation avec la longueur d'onde émise.
L'un des miroirs est réfléchissant et l'autre partiellement réfléchissant.

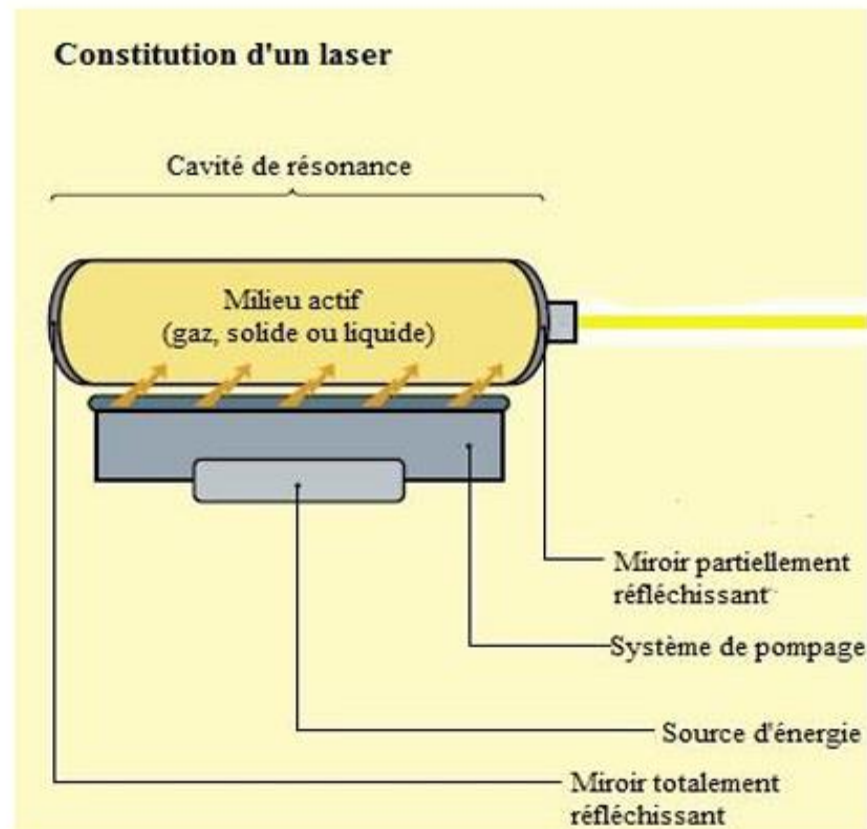


Figure 15 : Représentation schématique d'un laser
"Utilisation des lasers en endodontie principes physiques
et protocoles opératoires Gérard REY"

II.2 3. Le principe du fonctionnement du laser :

Le principe de fonctionnement d'un laser est basé sur le principe de l'émission stimulée. Cependant pour obtenir un faisceau laser le phénomène doit être amplifié et multiplié. En premier lieu la source de lumière excite les électrons d'un milieu, puis y déclenche l'émission stimulée de photons. Pour cela, un laser possède un réservoir d'électrons (ce réservoir peut être solide, liquide ou gazeux, c'est le milieu actif) associé à une source excitante.

Un photon est injecté dans le milieu, ce qui produit pendant la désexcitation d'un des atomes, un deuxième photon identique. Ces deux photons produisent à leur tour deux autres photons identiques pendant la désexcitation de deux autres atomes, c'est une réaction en chaîne.

Ces photons vont se réfléchir entre les deux miroirs de la cavité de résonance, en plusieurs allers et retours une sélection de direction se met en place. Le nombre de photons cohérents augmente. Seuls les photons alignés dans l'axe vont rester dans la cavité. Lorsque le signal est suffisamment puissant le miroir de sortie laisse passer le faisceau.

- **Les paramètres d'un laser**

Le clinicien contrôle quatre paramètres en utilisant le laser :

- ✓ Le niveau de puissance « intensité »
- ✓ L'énergie totale délivrée par une surface donnée « densité de l'énergie »
- ✓ La fréquence et la durée de l'exposition « énergie par impulsion »
- ✓ Le mode d'émission d'énergie sur le tissu cible « continu ou pulsée, contact direct ou pas de contact avec le tissu »

II.2.4. Les Modes d'émission de rayonnement laser :

Les modes d'émission d'un laser sont pluriels : mode continu et mode discontinu .

II.2.4.1.Mode continu :

Si la source de pompage excite le milieu actif du laser en mode continu, l'émission stimulée des photons se fait en mode continu et le système de transmission reçoit le rayonnement laser également en mode continu. Les tissus reçoivent donc une énergie constante qui peut engendrer une élévation thermique plus ou moins importante suivant la puissance initiale du rayonnement laser. Le flux d'énergie s'écoule de manière constante et s'exprime en Watt.

Si un obturateur mécanique est positionné à la sortie de la source laser, il peut entrecouper le rayonnement de temps de repos plus ou moins brefs suivant le réglage de l'obturateur .Dans ce cas, les tissus cibles reçoivent une énergie découpée avec des temps de repos qui permettent une relaxation thermique des tissus cibles.

II.2.4.2.Mode discontinu « pulsé » :

Si la source de pompage excite le milieu actif du laser par impulsions, l'émission stimulée des photons se fait directement par le mode pulsé et le système de transmission reçoit un faisceau pulsé qu'il transmet aux tissus cibles . La fréquence de ces impulsions et surtout la durée du temps de repos entre chaque impulsion influencent l'élévation thermique des tissus cibles et donc l'effet obtenu sur ceux-ci.

Le mode impulsionnel permet une libération de lumière brève avec une énergie importante, le flux d'énergie possède alors trois caractéristiques :

- Durée d'une impulsion « s ».
- Quantité d'énergie dans une impulsion « joules ».
- Nombre d'impulsion émis par seconde « fréquence Hz ».

Ses trois caractéristiques permettent de définir la puissance de crête « puissance maximale de l'impulsion » et la puissance moyenne du faisceau laser.

NB :

Le but de l'émission pulsée est de permettre la relaxation thermique du tissu cible entre les tirs. Excès de chaleur doit se dissiper avant le prochain pulse sous peine d'entraîner des dommages indésirables pour les tissus alentours. Le pulse permet ainsi l'utilisation de très hautes énergie sur de très courtes périodes.

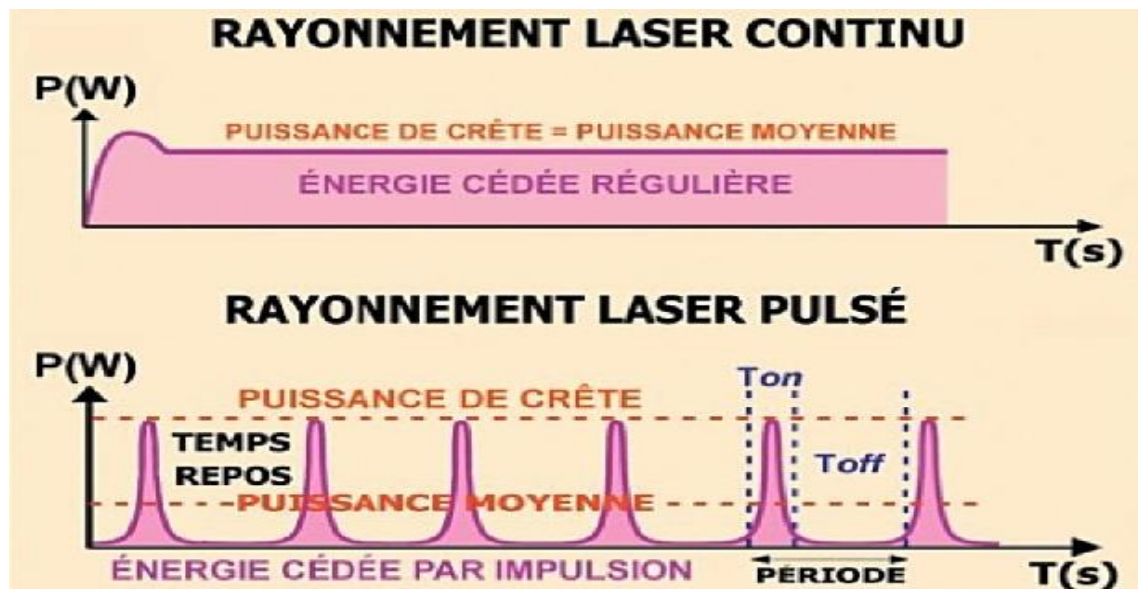


Figure16 :Influence du mode d'émission sur l'énergie cédée “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”

II.2.5. Les propriétés de la lumière laser :

- **Propagation unidirectionnelle :**

Dans un milieu homogène, la lumière se propage en ligne droite, c'est aussi vrai dans le cas de la lumière laser.

- **Monochromatique :**

Alors que la lumière ordinaire est constituée de plusieurs longueurs d'ondes (que l'on peut décomposer avec un prisme), la lumière laser émet une seule longueur d'onde qui est spécifique de son milieu actif.

- **Divergence :**

La divergence de la lumière laser est très faible, cela signifie qu'à un mètre de la source le rayon n'augmente que de 0.3mm.

- **Coalescence spatio-temporelle :**

Les caractéristiques du faisceau sont identiques en deux points différents et en deux moments différents.

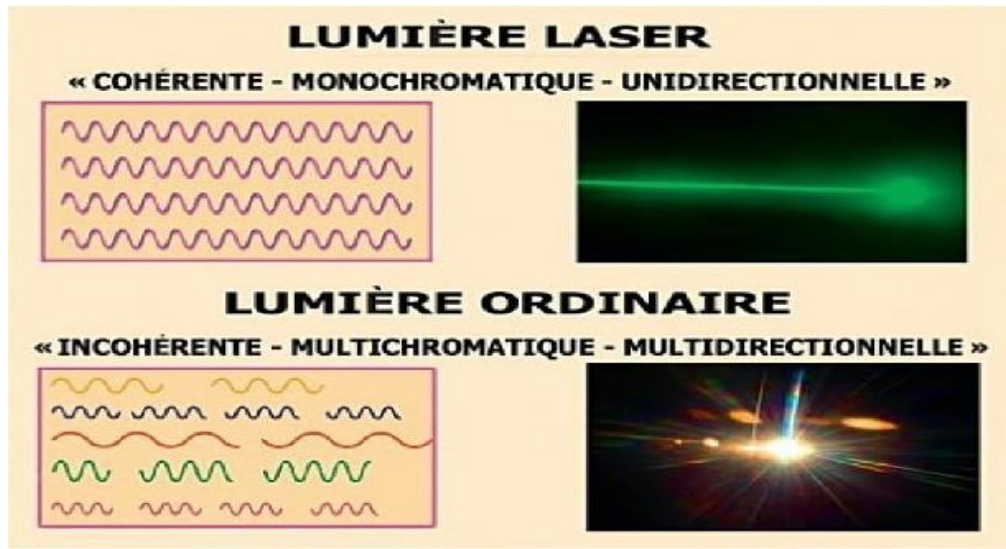


Figure 17 : la différence entre la lumière ordinaire et la lumière laser
“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”

C'est l'ensemble de ces propriétés qui expliquent que le laser peut produire des énergies extrêmement importantes focalisées à des surfaces extrêmement réduites (Plusieurs gigawatts pendant quelques nanosecondes).

II.3. Le laser et les tissus vivants

II-3.1. Interaction du laser et les tissus vivants

L'objectif de l'utilisation des lasers médicaux est de faire absorber l'énergie du rayonnement par les tissus cibles pour obtenir le ou les effets recherchés. Plusieurs paramètres influencent la propagation du rayonnement laser dans les tissus cibles impactés, qui sont :

- Transmission ou pénétration des rayonnements
- Réflexion des rayonnements
- Réfraction des rayonnements
- Dispersion ou diffusion des rayonnements
- Absorption des rayonnements

✓ **Transmission ou pénétration des rayonnements :**

Cette capacité de certains lasers est le passage du rayonnement sans modification particulière de tissu vers lequel est dirigé le faisceau laser. Il est comme transparent pour le rayonnement utilisé qui pénètre parfois assez profondément à l'intérieur des tissus cibles (entre 10 et 20mm environ).

✓ Réflexion des rayonnements :

La réflexion du rayonnement dépend de la longueur d'onde du rayonnement laser, de la qualité de tissus cibles et de l'angle d'attaque du rayonnement laser sur ceux-ci. Elle est logiquement

peu importante pour les lasers absorbés en surface (CO₂ et Er: YAG) et plus importante pour l'hélium-néon, diode, ou Nd: YAG. Elle dépend également de la coloration des tissus. Un tissu pigmenté peu réfléchir jusqu'à 50% de faisceau laser. Cette faculté diminue la densité d'énergie absorbée dans les tissus cibles et nécessite le port de lunettes de protection, chaque paire de lunettes étant spécifique à une longueur d'onde.

✓ Réfraction des rayonnements :

C'est une transmission avec changement de direction qui peut également se produire à l'intérieur de tissus cibles à chaque changement de la nature des tissus. Cette réfraction va modifier le volume des tissus irradiée en l'élargissant latéralement.

✓ Dispersion ou diffusion des rayonnements :

C'est le résultat de la rencontre de tissu laser avec les petites molécules ou particules de tissus cibles. La qualité directionnelle du faisceau laser est alors perdue au profit d'une dispersion qui est souvent très important en raison du caractère très hétérogène des tissus cibles. Cette dispersion existe surtout avec les lasers pénétrants et permet la répartition du rayonnement laser dans un volume du tissu plus important.

✓ Absorption des rayonnements :

Le rayonnement laser n'agit sur les tissus cibles que s'il est absorbé par ceux-ci. Cette absorption dépend de la longueur d'onde du rayonnement, certaines longueurs d'onde étant absorbées plus sélectivement que d'autres.

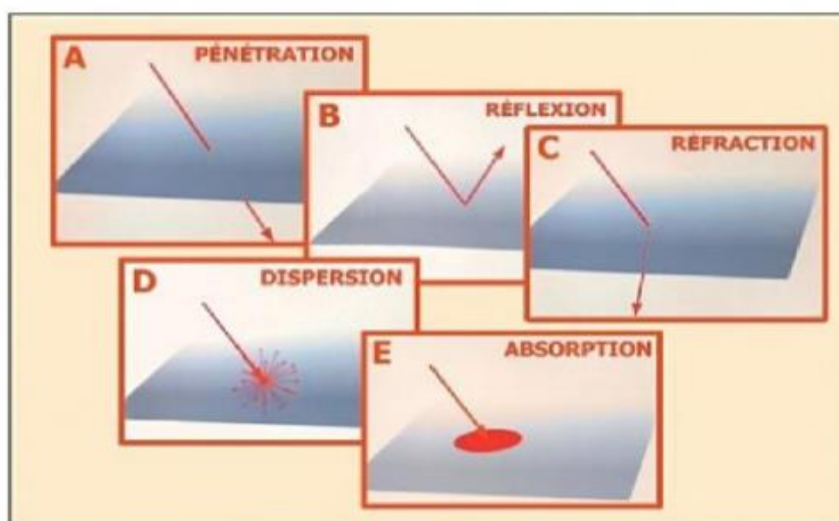


Figure 18 : Différentes réactions lors de l'impact d'un faisceau laser sur les tissus cibles "Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY"

II.3.2. Principaux effets du rayonnement laser :

L'absorption d'un rayonnement laser par les tissus cibles peut provoquer cinq effets principaux en fonction de la qualité du rayonnement, de l'interaction de ce rayonnement avec la cible et bien sûr des réglages de la machines et des paramètres « praticien » qui sont choisis (Rey et Missika, 2010).

Ces cinq effets sont les suivants :

- L'effet photo-ablatif par vaporisation (pour la coupe des tissus, par exemple) ;
- L'effet photo-thermique (pour la coagulation des vaisseaux, par exemple). Cette action, correctement maîtrisée peut produire à son tour trois effets aux résultats très différents :
 - La vasodilatation,
 - La coagulation,
 - La carbonisation ;
- L'effet photo-dynamique (pour la décontamination des tissus infectés qu'ils soient gingivaux, dentaires ou osseux) ;
- L'effet de photo-stimulation (pour la bio stimulation, la cicatrisation et éventuellement, pour l'éclaircissement dentaire) ;
- L'effet mécanique, qui appartient seulement à certains lasers ayant une puissance de crête très importante et aboutit à la production d'ondes acoustiques et d'ondes de choc qui se transmettent dans les tissus directement impactés par le rayonnement laser.

Si l'on sépare les différents effets thermiques de vasodilatation, coagulation et carbonisation, on obtient sept effets possibles qui sont schématisés sur la figure ci-dessous :

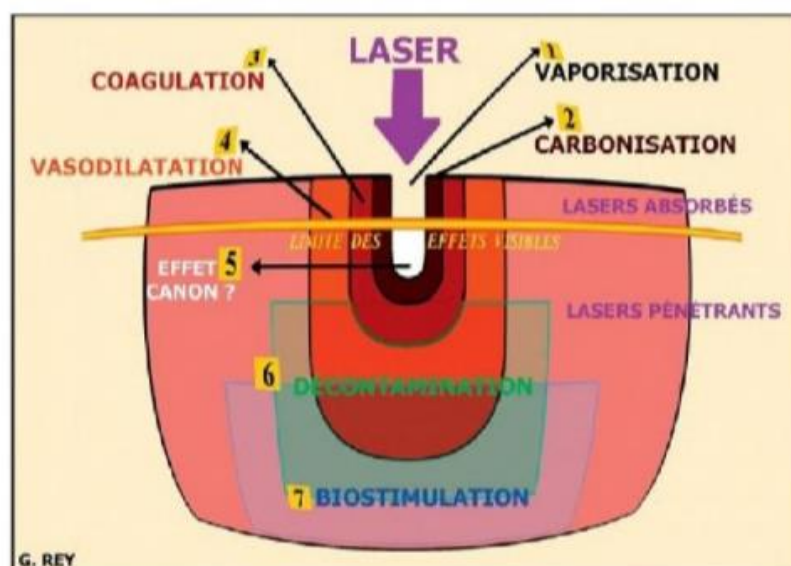


Figure 19 : Schéma simplifié des différents effets des rayonnements lasers
“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”

❖ L'importance de la fluence

L'étude de la température produite par les différents effets des lasers montre que l'effet de coupe (vaporisation) se produit pour les températures supérieures à 100°C, que la carbonisation se produit pour des températures voisines de 80°C et que la coagulation correspond à des températures supérieures à 55°C.

Ces trois premiers effets ne laissent pas les tissus vivants, la coagulation correspond déjà à une dénaturation irréversible des protéines et du collagène. En revanche, les effets de vasodilatation qui surviennent entre 45 et 50°C environs, les effets décontaminants et les effets biostimulants qui apparaissent conjointement à cette vasodilatation laissent tous ensemble les tissus vivants et ont une grande importance dans tout notre arsenal thérapeutique.

Il est alors possible de schématiser la fluence nécessaire (l'énergie apportée aux tissus) pour obtenir l'effet recherché dans le plan de traitement initial .

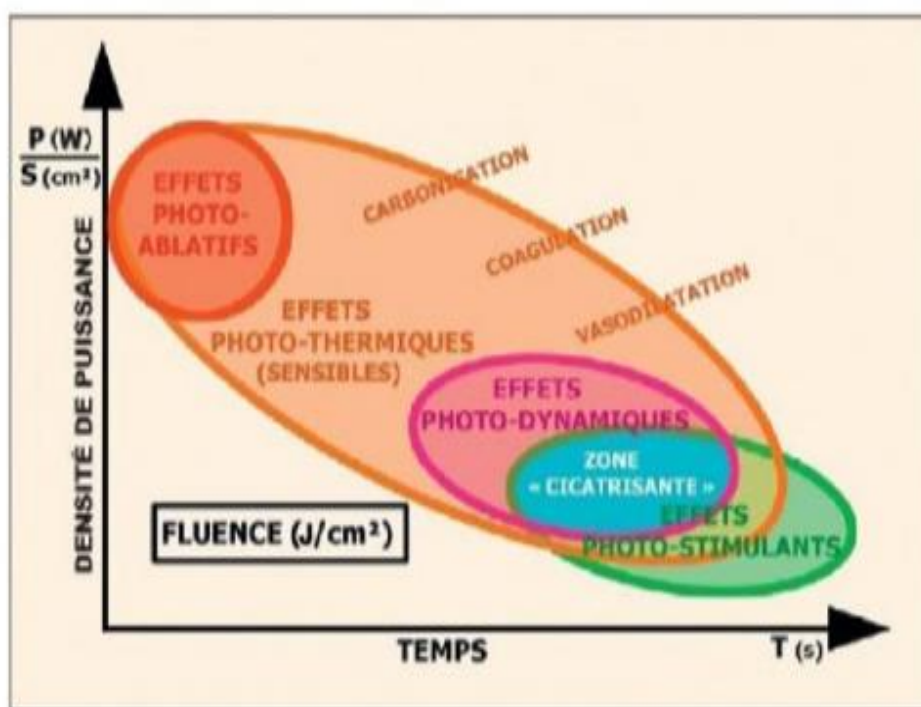


Figure20 : Schéma simplifié de la fluence induite par un rayonnement laser « effet sur les tissus vivants » “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires
Gérard REY”

II-4. Classification des lasers dentaires :

Les divers types de laser sont classés en fonction du milieu actif :

II-4.1. Les lasers solides :

- **Le laser Nd : YAG** : Il s'agit d'un cristal yttrium aluminium garnet dopé au néodyme très pénétrant dans les tissus durs et les tissus mous.
- **Le laser Er : YAG** : Il s'agit d'un cristal yttrium aluminium garnet dopé avec des ions erbium.
- **Le laser Er, Cr : YAG** : Il s'agit d'un cristal yttrium scandium gallium garnet dopé avec des ions erbium et chrome. C'est le frère jumeau de laser Er : YAG, ces deux lasers très semblables sont très peu pénétrant (10000 fois moins qu'un laser Nd : YAG).
- **Le laser Nd : YAP** : Il s'agit d'un cristal yttrium aluminium perovskite dopé au néodyme, il est moyennement pénétrant (200 fois moins qu'un laser Nd : YAG).

II-4.2. Les lasers à gaz :

- **Le laser CO₂** : Il s'agit d'un laser à gaz dans lequel sera placé un mélange gazeux à base de dioxyde de carbone (CO₂) , azote (N) , hydrogéné (H) ou xénon (Xe), hélium (He) . Il est 2000 fois moins pénétrant qu'un laser diode, c'est le CO₂ qui est l'élément actif excité par le mélange gazeux intermédiaire lui-même soumis à l'excitation de la source de pompage.
- **Le laser Hélium-néon** : Ce laser est constitué d'un mélange de ces deux gaz rares (80 pour cent d'hélium et 20 pour cent de néon).

II-4.3. Les lasers à semi-conducteurs :

Parmi ces lasers on peut citer :

- ✓ Arséniure de gallium
- ✓ Phosphore d'indium
- ✓ Laser diode

Laser	Milieu actif	Longueur d'onde(nm)	Acheminement	Mode d'émission	Absorption dans
Argon	Argon ionisé	488-515	Fibre optique	Continu ou pulsé	Hémoglobine Hydroxyapatite Mélanine
KTP	Yttrium Aluminium Garnet dopé au néodyme avec phosphate de potassium titanyl	532	Fibre optique	Continu	Hémoglobine Mélanine
Diode	Arséniure de Gallium	810 -980	Fibre optique	Continu ou pulsé	Hémoglobine Mélanine
Hélium - Néon	Hélium Néon	630	Fibre optique	Continu	Hémoglobine Mélanine
Nd :YAG	Yttrium Aluminium Garnet dopé au néodyme	1064	Fibre optique	Pulsé	Hémoglobine Mélanine
Nd :YAP	Yttrium-aluminium perovskite dopé au néodyme	1341	Fibre optique	Pulsé	Eau Hydroxyapatite Hémoglobine mélanine
ErCr :YS GG	Yttrium – scandium-gallium-garnet dopé à l'erbium-chromium	2780	Fibre optique	Pulsé	Eau hydroxyapatite
Er :YAG	Yttrium aluminium garnet dopé à l'erbium	2940	Fibre optique Guide creux	Pulsé	Eau hydroxyapatite
CO2	Dioxyde de carbone,d'azote et He	9600-10600	Bras articulé et miroirs guide d'onde	Continu ou pulsé	Eau hydroxyapatite

Tableau 2 : Les principaux lasers utilisés en médecine dentaire et leurs propriétés “Stocker.M ,Basic principles of lasers”

NB :

- Tous les lasers médicaux et chirurgicaux font partie de la classe « 4 » de la classification LASER européenne (laser capable de produire des réflexions diffuses dangereuses, Port de lunettes de protection obligatoire et l'accès est sécurisé à la salle d'utilisation).
- Les lasers utilisés actuellement en dentisterie fonctionnent dans un spectre électromagnétique allons de l'infrarouge à l'ultraviolet.

II-5. Intérêts et indications du laser en médecine dentaire :

Les lasers ont révolutionné la pratique de la dentisterie moderne et comparées aux techniques traditionnelles, leurs performances sont exceptionnelles.

Les lasers nous permet un large spectre de traitement et diminuent considérablement les dommages sur les zones adjacentes, l'hémostase est immédiate, la cicatrisation est rapide et esthétique.

Les résultats sont prévisibles, sans récession ou perte de hauteur, le travail est doux et efficace, totalement exsangue, tout en éliminant les douleurs post opératoires et en évitant très souvent le recours à l'anesthésie.

II-5.1. les lasers en odontologie conservatrice :

Les lasers sont utilisés en odontologie depuis plus de vingt ans avec un intérêt grandissant ces dernières années.

- **Détection des lésions carieuses précoces:**
il existe pour le moment un seul laser de diagnostic (DIAGNOdent®, DIAGNOOpen® (version portable), KAVO). C'est un laser diode ($\lambda=655\text{nm}$) qui mesure la fluorescence émise par les tissus dentaires, dont l'intensité est liée à la concentration en matière organique dans les lésions carieuses, différente de celle des tissus sains.
- **Traitement des lésions carieuses :**
les lasers de choix pour le traitement des lésions carieuses sont les lasers erbium (Er-YAG ($\lambda = 2940 \text{ nm}$) et Er, Cr:YSGG ($\lambda = 2780 \text{ nm}$)).

Les lasers erbium ont une longueur d'onde qui est très absorbée par l'eau Et l'hydroxyapatite, ainsi que le laser diode permet un accès clair et non contaminé pour la restauration des défauts de classe V.



Figure 21: Restauration d'une carie classe V par le laser diode "Utilisation du laser en Odontologie C'Dentaire France2016"

- **Coiffage pulpaire :**
Olivi (2007, 2009) a montré un taux de succès thérapeutique meilleur pour des coiffages pulpaire réalisés à l'aide du laser erbium (+ hydroxyde de calcium) par rapport à une technique conventionnelle.
- **pulpotomie :**
Le laser, par ses propriétés (il est bactéricide, hémostatique, biocompatible et stimule la cicatrisation), apporte une alternative aux traitements classiques. Des études ont montré que le laser erbium (le plus adapté) peut être utilisé sur la pulpe (Matsumoto et al. 2000, Schoop et al. 2002, Kimura et al. 2003).

II-5.2.Les lasers en pathologie bucco-dentaire :

La chirurgie (ablation des fibromes, granulomes) est un acte délicat, non pas par le geste, mais surtout par la gestion hémostatique et la gestion de la douleur.

Le laser diode nous assure un retrait exsangue rapide, indolore et avec des cicatrisations rapides et esthétiques en quelques jours seulement.



**Figure22 :Ablation d'un fibrome par laser“
"Utilisation du laser en Odontologie C'Dentaire France2016"**

II-5.3. Les lasers en parodontologie :

- **Gingivectomie** : le tissu hyperplasique peut être retiré dans un champ exsangue avec une douleur post-opératoire minimale voire inexistante.
- **traitement des poches parodontales** : Un laser diode permet un abord non chirurgical et d'obtenir un accès plus facile aux dépôts de tartre profonds suite à l'ablation de l'épithélium malade et au contrôle de l'hémorragie.
L'énergie laser cible de manière sélective uniquement le tissu nécrotique plus sombre et n'affecte pas le tissu sain afin de faciliter la cicatrisation et d'obtenir de meilleurs résultats.

Enfin, le laser diode en mode pulsé est utilisé dans le cadre du traitement des poches parodontales, et permet de potentialiser l'action de l'eau oxygénée afin d'assurer une désinfection totale.



Figure 23: Traitement des poches parodontales par laser “Utilisation du laser en Odontologie C’Dentaire France2016”

- **Freinectomie**: Un laser diode permet une libération exsangue et sans suture des freins maxillaires et/ou mandibulaires.
Cette procédure empêche la migration apicale du tissu gingival marginal .



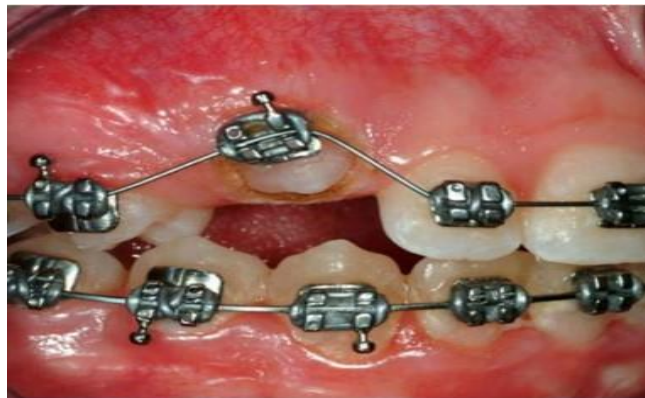
Figure24 : Freinectomie assistée par lumière laser “Utilisation du laser en Odontologie C’Dentaire France2016”

- **Traitement des aphtes et herpes buccaux :** Aujourd'hui, le traitement au laser diode est hautement recommandé par son efficacité pour soulager et éliminer les herpès et les douleurs induites .

II-5.4.les lasers en orthodontie :

- **Dégagement de canines incluses :** L'attente de la fin d'une éruption passive peut retarder le traitement pendant des mois, voire une année.

Un laser peut facilement éliminer le tissu et fournir l'accès à la fixation du support sans anesthésie locale. La procédure dure généralement moins de 4 minutes et elle est indolore.



**Figure 25 : dégagement d'une canine
par laser "Utilisation du laser en Odontologie C'Dentaire France2016"**

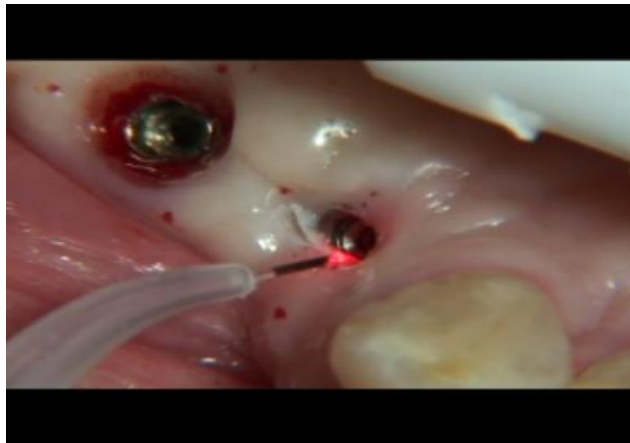
II-5.5.les lasers en implantologie :

- **Récupération et mise en place de vise de cicatrisation :**

Un laser diode permet le retrait rapide et facile de tissu gingival en excès autour d'un implant, ce tissu pouvant gêner la mise en place correcte au niveau de l'interface implant /ancrage.

L'énergie laser étant une simple énergie lumineuse, il n'existe aucun risque d'étincelles ou transfert thermique vers l'implant susceptible de provoquer la défaillance de ce dernier.

Dans le cadre d'une utilisation correcte, l'énergie laser n'affecte que les tissus mous.



**Figure 26 : la mise en place de vis de cicatrisation
par laser “Utilisation du laser en Odontologie C’Dentaire France 2016”**

II-5.6. Les lasers en prothèse :

Le laser capable d'effectuer la préparation tridimensionnelle de congé prothétique aussi bien qu'une turbine dans une main habile guidé par un œil entraîné. Il existe tout de même quelques indications en prothèse :

- Prothèse fixe : La préparation esthétique des tissus de soutien de la dent est possible par :
 - Collage
 - Préparation sulculaire
 - Allongement coronaire
- Prothèse amovible : Le laser permet un approfondissement vestibulaire qui améliore les chances de réussite de la prothèse complète dans les cas extrêmes .

II-6. Risques et précautions au cabinet dentaire :

L'utilisation du laser en milieu médical comporte des risques de plusieurs natures et nécessite donc des précautions ; d'ordre électrique, anti-incendie, d'usage.

Les lasers vendus au sein de la communauté Européenne doivent avoir reçu le label « CE » témoignant qu'ils répondent aux normes de sécurité et environnementales imposées par la législation européenne.

L'usage professionnel du laser est notamment régi par le décret n°2010-7520 du 2 juillet 2010 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements optiques artificiels.

Chapitre II : Les lasers

Les risques principaux sont les risques oculaires. En effet, entre 400 et 1400 nm, le faisceau laser peut entraîner des lésions irréparables au niveau de la rétine, et, au-delà de 1400 nm, au niveau de la cornée, entraîne une distorsion de la vision.

Le port de lentilles de contact est dangereux, en effet le rayonnement laser peut provoquer la combustion de celle-ci et aggraver les lésions cornéennes.

Au niveau de la rétine, le laser peut provoquer des destructions des cônes rouges et verts pour les longueurs d'onde du visible, et peut détruire des zones complètes de tissu, avec une lésion de tous les photorécepteurs, dans l'infrarouge. Cette atteinte peut passer inaperçue au moment de l'irradiation directe ou par réflexion.

Même avec des lunettes adaptées, le faisceau laser ne doit pas être regardé directement.

L'usage de laser dans la salle de soins oblige à la création d'une zone de « danger », comportant la présence d'un autocollant avertissant du risque lié au laser et reprenant l'inscription : « rayonnement laser visible ou invisible – exposition dangereuse de l'œil ou de la peau ou rayonnement direct ou diffus – appareil à laser de classe 4 ».

Lors de l'utilisation de laser, une lumière rouge doit s'éclairer à l'extérieur de la salle.

Toutes les personnes présentes dans la salle de soins pendant le fonctionnement de laser doivent être équipées de lunettes de protection adaptées, certifiées « CE » (directive européenne n°89/686/CEE relative ou équipement de protection individuelle), comportant des protections latérales, et non rayées.

Le marquage des lunettes de protection comporte une lettre pour le mode d'émission de laser (D pour le mode continu, I-R-M pour le mode pulsé), une valeur en nanomètres correspondant aux longueurs d'onde filtrées par les lunettes, un échelon de protection de L1 à L10 indiquant la capacité des lunettes à diminuer l'énergie laser en dessous de l'EMP (Exposition Maximale Permise), le nom de fabricant et la marque de certification.

D'autres risques doivent être prévenus :

- Le risque d'électrocution, en évitant de stoker des liquides au-dessus des lasers
- Le risque d'incendie, en supprimant toutes les substances inflammables et les outils réfléchissants de la zone opératoire.
- Le risque d'explosion (l'utilisation du laser sur des patients traités sous sédation consciente par inhalation de MEOPA est formellement interdite en raison de la présence du gaz).

D'autres précautions sont nécessaires : démaquillage systématique, recherche systématique de toute contre-indication d'ordre général, recherche d'une éruption virale en cours, aspiration et port de masque.

Les contre-indications à l'utilisation du laser en dermatologie peuvent s'appliquer à l'odontologie : prise des médicaments photosensibilisants ; maladies occasionnant une sensibilisation à la lumière ou dont les symptômes peuvent être aggravés par l'exposition à la lumière ; lésions cancéreuses.

L'entretien et la vérification du laser par un personnel compétant sont obligatoires.

Chapitre III

Les lasers en endodontie

Chapitre III : Les lasers en endodontie

III.1 Les Lasers utilisées en endodontie

III.1.1 Laser Nd :YAG

❖ Présentation et fonctionnement du laser Nd :YAG

Le laser Nd : YAG a vu le jour dans les années 1960 : dès 1961, Snitzer publie le prototype d'un laser solide au néodyme aluminium Garnet dopé à l'yttrium (Nd :YAG) qui émet dans l'infrarouge avec une longueur d'onde de 1064µm. son développement est concrétisé par Geusic et al. En 1964.

Comme chaque rayonnement, ce laser possède une absorption spécifique dans les différents constituants des tissus biologiques : eau, hémoglobine, hydroxyapatite et mélanine.

La figure ci-dessous récapitule l'ensemble de l'équipement livré par le fabricant Deka avec :

- Le système de transmission (fibres optiques + pièces à main) et les lunettes de protection et
- La face avant du laser et son écran tactile qui permet de choisir la fréquence, le type de pulse et l'énergie transmise par une impulsion.

La profondeur de pénétration, qui est une caractéristique de la longueur d'onde est un critère très important à considérer dans toutes les applications.

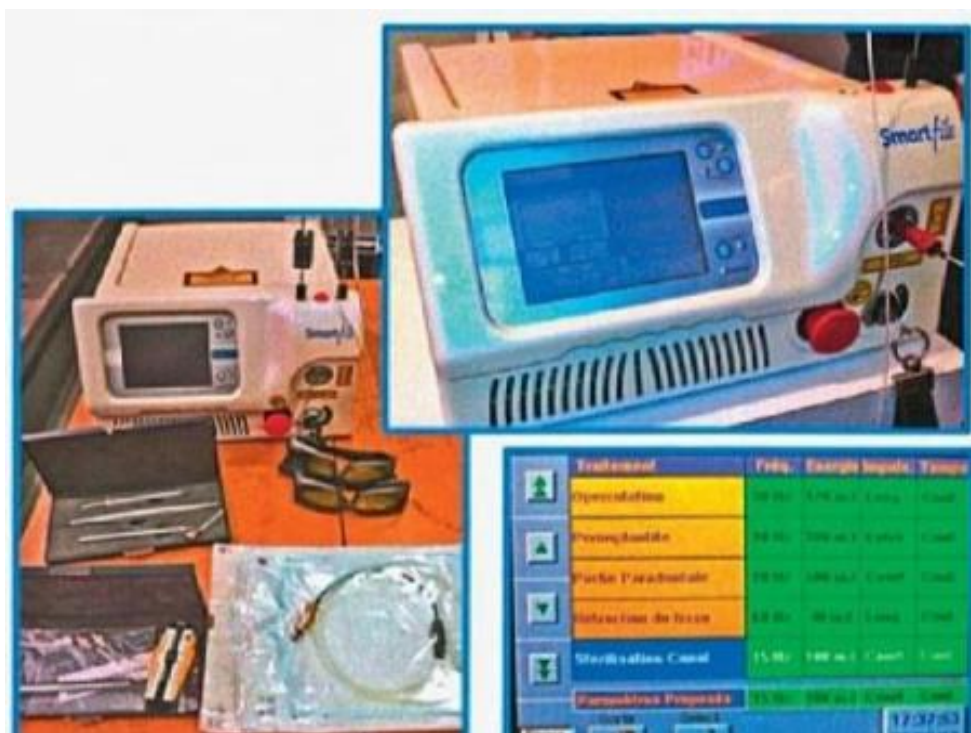


Figure27 : Le Nd :YAG Smart-file existe en 6 et 10 W avec écran tactile et accessoires (fabriqué par DEKA et distribué par Praxis instruments)
“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

Chapitre III : Les lasers en endodontie

Le rayonnement qui sort de la fibre optique est dirigé sur les tissus par l'intermédiaire d'une pièce à main. Celle-ci permet à l'opérateur la précision habituelle du geste traditionnel.

Le laser Nd :YAG est adapté à plusieurs indication en endodontie (Bahcall et al., 1992) :

- effet stérilisation, soit décontamination,
- reprise de traitements de racine,
- traitement de l'hypersensibilité dentinaire (Matsumoto et Kimura, 2007 ; Whitters et al.,1995).

III.1.2 Le laser Nd :YAP

❖ Présentation du laser Nd : YAP 1340nm

Le laser Nd : YAP 1340nm, polyvalent, est destiné à l'omnipraticien avec une ergonomie lui conférant une simplicité de mise en œuvre. Il est composé d'yttrium, d'aluminium et de pérovskite, est dopé au néodyme. La longueur d'onde produite est de 1340 nm. Il est particulièrement adapté à la dentisterie conservatrice et tout spécialement à l'endodontie.

Il existe deux générations de ce laser et trois versions distinctes :

- Le Dt1, version 1, sans dispositif de changement de fibre, celui-ci se faisant manuellement par dévissage de la fibre. Sa puissance moyenne maximale est de 8 W et il possède un tableau de bord simple avec 9 réglages répartis en 3 couleurs.
- Le Dt2, avec de changement de fibre, possédant une puissance moyenne de 10 W. il se décline en deux versions se différenciant par leur tableau de bord : l'ancienne version, V2, qui a conservé un tableau identique au Dt1 mais avec des valeurs de réglage légèrement différentes et une nouvelle version, V3, au design modernisé, avec une augmentation de la puissance moyenne de tous les programmes et, surtout, des puissances de crête (entre +30 et +70%).



Figure28 : Laser Nd :YAP Lobel (ex .Lokki) 1340nm

“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”

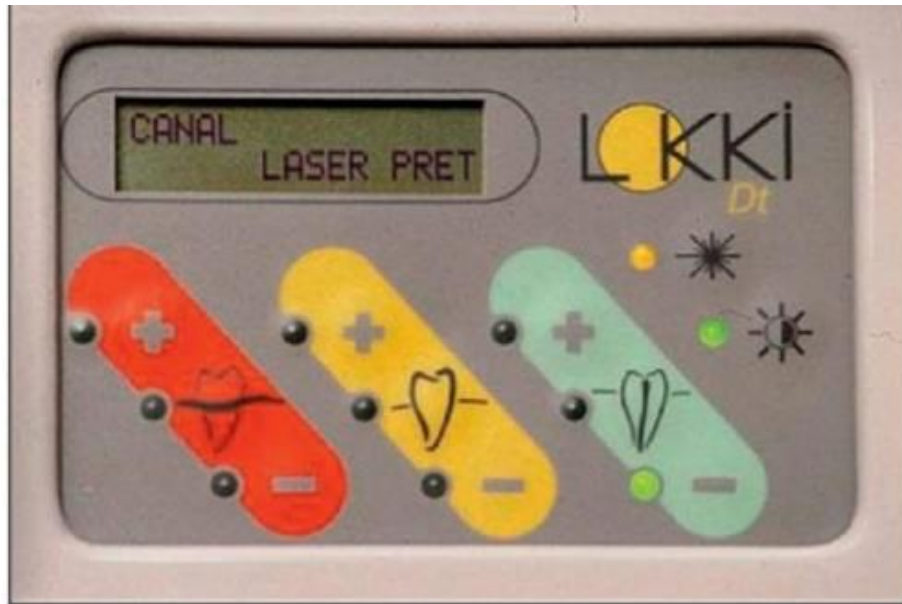


Figure 29 : tableau du bord Dt1 : rouge = gencive ; jaune =dentine ; vert=canal “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.



Figure 30 : Dt2 ancienne version V2 (à gauche) et nouvelle version V3 (à droite) “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.



Figure 31 : Tableau de bord Dt2 nouvelle version : rouge= gencive ; bleu=dentine ; orange=canal “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.



Figure 32 : Partie supérieure du laser avec coupe-circuit, contact et tablette porte plateaux “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

❖ **Fonctionnement du laser Nd : YAP 1340nm**

la mise sous tension du laser se fait par basculement de l'interrupteur situé en bas et en arrière à côté du cordon d'alimentation.

Le dessus de ce laser, conçu comme un kart, possède une zone tablette permettant de disposer plateaux et instruments. Il est pourvu d'une clé de contact pour mettre le laser en marche et d'un coupe-circuit d'arrêt d'urgence.

Le faisceau peut être véhiculé par des fibres optiques de 200 ou 320µm de diamètre. La fibre de 200µm est utilisée essentiellement pour le traitement des canaux ou pour celui des puits et des fissures. La fibre 320µm, plus rigide, est conçue pour le traitement des tissus mous ou les traitements dentinaires.

Chapitre III : Les lasers en endodontie

En endodontie, son utilisation est réservée aux traitements des canaux rectilignes, larges, vierges ou déjà traités ainsi qu'aux canaux que l'on aura choisi d'élargir au moyen d'instruments de grande conicité, pour en éliminer la dentine pariétale affectée.

III.1.3 Laser Er : YAG

❖ Présentation et fonctionnement du laser Er : YAG

Le laser Er :YAG (noyau actif : yttrium aluminium grenat ; dopé aux ions erbium) émet un rayonnement pulsé à la longueur d'onde de 2940nm. L'émission du rayonnement laser se fait par des impulsions très courtes de l'ordre de 150 à 240 microsecondes entrecoupées de périodes de repos. La fréquence de l'impulsion peut varier de 4 à 50 Hz suivant les lasers.

Le laser Er :YAG présente différentes pièces à main qui permettent des multiples applications. Dans le cadre de l'endodontie assistée par laser, il convient d'utiliser la pièce à main 2062 qui peut être tenue comme un stylo et permet de diriger la fibre optique porteuse du rayonnement de façon précise et sûre dans le canal.

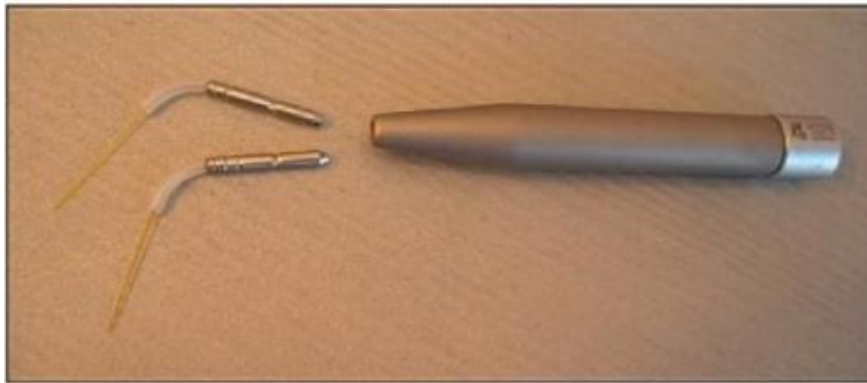


Figure 33: les fibres optiques sont facilement interchangeables et adaptables en fonction des diamètres à utiliser
“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

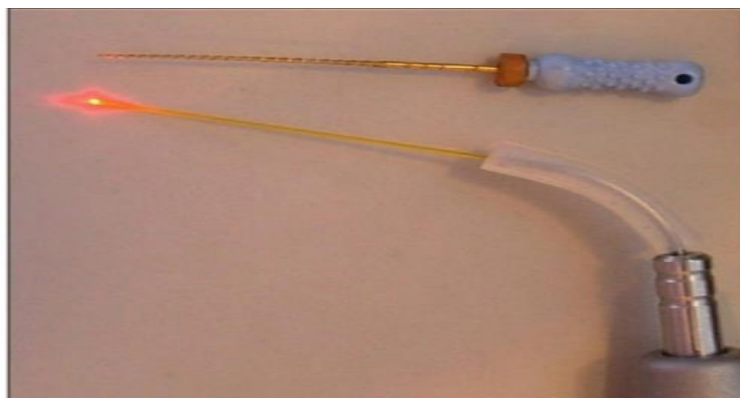


Figure 34 : La courbure de la fibre optique facilite la mise en place
“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

Chapitre III : Les lasers en endodontie

Les fibres disponibles pour les traitements endodontiques possèdent différents diamètres (30/28, 40/28 et 50/28). Le numéro 30/28 correspond à une longueur de 28 mm pour un diamètre de 285 μ m (0,285mm). Ces différents diamètres permettent de s'adapter à la largeur du canal selon les dents traitées. L'utilisation du laser se fait sans eau ni air (l'alimentation d'eau est bloquée à l'intérieur de la pièce à main), ce qui nuit au refroidissement des fibres optiques. Avec des fréquences élevées et des énergies d'impulsion élevée, la fibre absorbe une partie de l'énergie d'impulsion élevée, la fibre absorbe une partie de l'énergie lumineuse en provoquant une élévation de température du système de transmission. Des temps de repos permettront de limiter cet effet thermique.

L'action est triple :

- Il permet une propagation des différents solutions antiseptiques utilisées dans le canal et dans les zones latérales et apicales difficiles d'accès .

Conseil : positionner la fibre à 1mm de la longueur de travail pour éviter une propagation au-delà de l'apex (pour l'hypochlorite par exemple) et effectuer un mouvement de retrait et de rotation en actionnant le laser dans la solution.

- Il permet un séchage du canal, après utilisation des cônes de papier (réglage : environ 130 mJ et 15 Hz) avec des rafales courtes et un geste de retrait. Les claquements deviennent « secs » lorsque le canal est bien asséché ;

- Il améliore la diffusion de la pâte d'obturation canalaire. Après mise en place de la pâte dans la zone apicale (par la méthode habituelle de chaque praticien), la fibre est positionnée à environ 1mm de la longueur de travail, avant d'impacter la lumière canalaire par une rafale très brève (un ou deux tirs).

Conseil : si le diamètre de la fibre correspond approximativement au diamètre du canal, le réglage conseille doit être assez faible pour éviter des dépassements incontrôlés (environ 80 à 100 mJ et 10 Hz), mais la prudence est rigueur avec contrôle radiographique indispensable.

L'effet de souffle de l'onde laser se propage dans le canal et les tubuli. La poussée permet l'infiltration de la pâte au-delà de l'extrémité de la fibre optique et même dans les tubuli ouverts.

III.1.4 Le laser Er, Cr : YSGG

❖ Présentation et fonctionnement du laser Er, Cr : YSGG

Le laser Er, Cr : YSGG est composé d'un grenat d'yttrium, de scandium et de gallium, dopé par des ions erbium Er³⁺ et chrome Cr³⁺. Il émet à une longueur d'onde de 2870nm, et fonctionne en mode pulsé. Il est utilisé en endodontie à des puissances moyennes de 0,75 à 3W, à une énergie par pulse de 20 à 300mJ, une fréquence de pulses de 20Hz. Le faisceau laser est émis par une fibre d'un diamètre de 200 à 400 μ m, dont l'extrémité est placée à 1mm de l'apex, puis animée d'un mouvement de va-et-vient de l'apex à l'entrée canalaire. Ce cycle, de 5 à 10 secondes, est répété 2 à 4fois, avec un intervalle de 5 à 40 secondes entre chaque cycle. La fibre peut aussi être utilisé sans mouvement, en étant placée à 5mm environ de l'apex, quand elle est utilisée dans un canal rempli d'irrigant.

III.1.5 Laser diode

❖ Présentation et fonctionnement du laser diode

Les lasers diode médicaux émettent en général dans le proche infrarouge, entre 810 et 980nm. Le milieu actif est un composant électronique (semi-conducteur) obtenu par accolement de matériaux différents-par exemple Al-As (aluminium et arsenide) et Ga-As (gallium et arsenide)- appelés « barrettes de diodes ». Le rayonnement est généré par la transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse, ce qui permet d'obtenir des lasers de petite taille avec un encombrement minimum. La puissance générée, dans notre domaine médical, se situe souvent entre 3 et 15 W et le rayonnement est propagé par une fibre optique associée ou non à des *tips* interchangeables. Ce type de laser est pénétrant, peu absorbé par l'eau des tissus mous du milieu buccal.

Les autres lasers diode de conception moderne peuvent avoir une utilisation comparable sous réserve d'une possibilité de réglages identiques dans les rapports des pulses et des temps de repos en microsecondes et en millisecondes. La carbonisation de l'extrémité des fibres de certains semi-conducteurs doit également être maîtrisée pour éviter des effets thermiques trop importants. L'utilisation de mini fibres optiques de différents diamètres (*tips*) est une amélioration importante qui permet un changement de fibre rapide par simple vissage ou dévissage de la molette présente sur chaque *tip*. Ces *tips* interchangeables se placent facilement à l'extrémité de la pièce à main et peuvent être stérilisés à l'autoclave (121°C pendant 20 minutes) après utilisation.



Figure 35 : laser diode 7W Wiser avec changement rapide des *tips* fibrés
“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles
opératoires Gérard REY”.



**Figure 36 : Présentation du nouveau laser diode 18W
(Lambda SpA kaelux) “Utilisation des lasers en endodontie principes
physiques et protocoles opératoires Gérard REY”**

Les différents diamètres disponibles sont :

- 200µm pour l’endodontie ;
- 300µm pour la chirurgie ;
- 400µm pour la parodontologie ou implantologie.

L’équipement de base comprend également une lentille défocalisante coudée pour la biostimulation. Un code couleur permet une indication précise sur le diamètre de la fibre conseillée.

III.2 Apport du laser dans le traitement endodontique non chirurgical :

III.2.1 Préparation de la cavité d’accès :

La cavité d’accès peut être préparée directement avec les lasers Erbium, qui sont capables d’éliminer l’émail et la dentine.

Dans ce cas, il est recommandé d’utiliser un embout constitué d’un tube court (4 à 6 mm) en quartz, d’un diamètre de 600 à 800 µm, afin de disposer d’une énergie et d’une puissance plus élevées. C’est une technique dont l’importance ne doit pas être sous-estimée. En raison de son affinité pour les tissus les plus riches en eau (la pulpe et les tissus carieux), le laser permet d’accéder à la chambre pulpaire avec un minimum de traumatisme (grâce à sa sélectivité). Simultanément, il est possible d’éliminer les débris bactériens et de décontaminer le tissu pulpaire. Après la réduction des populations bactériennes, l’accès aux entrées canalaire peut-être efficacement préparé, sans transposition des micro-organismes, des toxines et des débris, en direction apicale durant la procédure.

Chen *et al.* ont démontré que les bactéries sont tuées pendant la préparation cavitaire jusqu’à une profondeur de 300 à 400 µm, sous la surface exposée au rayonnement. De plus, les lasers Erbium se révèlent utiles pour éliminer les pulpolithes et rechercher les canaux calcifiés.

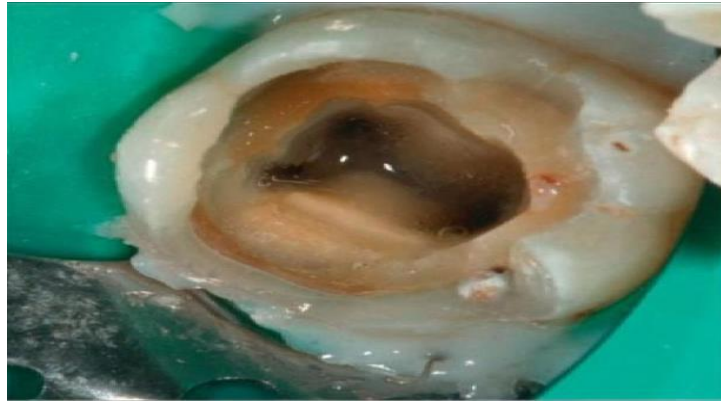


Figure 37: Cavité d'accès isolée met en évidence 3 canaux
“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et
protocoles opératoires Gérard REY” .

III.2.2 Préparation et mise en forme des canaux :

La préparation des canaux avec des instruments en nickel-titane (NiTi) reste à l'heure actuelle la norme de référence en endodontie. En effet, malgré l'effet ablatif bien connu des lasers sur les tissus durs, leur efficacité pour préparer les canaux radiculaires se révèle insuffisante pour le moment, et ne satisfait pas aux critères endodontiques atteints par la technologie nickel titane(NiTi).

Les lasers Erbium-Chrome:YSGG (Er,Cr:YSGG) et Erbium:YAG (Er:YAG) ont toutefois reçu l'approbation de la FDA (le Secrétariat américain aux produits alimentaires et pharmaceutiques) pour le nettoyage, la mise en forme et l'élargissement des canaux. Selon quelques études, ces procédures ont pu être efficacement réalisées avec ces types de laser. Shoji *et al.* ont utilisé un laser Er:YAG

équipé d'un tube de forme conique, à émission à la fois latérale (80 %) et frontale (20 %), pour élargir et nettoyer les canaux (10 à 40 mJ et 10 Hz). Ils ont obtenu des surfaces dentinaires plus propres par comparaison avec les techniques classiques à instruments rotatifs.

Le laser permettait un élargissement et une mise en forme beaucoup plus rapides et efficaces que la méthode traditionnelle.

III.2.3 Décontamination du système endodontique :

La décontamination canalaire se limite à l'action des produits chimiques d'irrigation (hypochlorite de sodium [NaClO]), fréquemment utilisés en endodontie et associés à des agents chélatants, aux fins d'un meilleur nettoyage des canalicules dentinaires (acide citrique ,et acide éthylène diamine tétraacétique [EDTA]).

Des études ont démontré le pouvoir décontaminant de NaClO sur la paroi radiculaire, jusqu'à une profondeur de 130 µm. À l'origine l'introduction des lasers en endodontie visait principalement un renforcement de la décontamination du système endodontique.

Toutes les longueurs d'onde ont une action bactéricide élevée, en raison de leur effet thermique. À différentes puissances et différents pouvoirs de pénétration des parois dentinaires, elles induisent

Chapitre III : Les lasers en endodontie

d'importantes modifications structurelles dans les cellules bactériennes. La membrane cellulaire est la première atteinte par un changement du gradient osmotique, qui mène à un gonflement et la mort des cellules.

L'exposition au rayonnement suit la préparation endodontique classique, et sert de moyen de décontamination final du système endodontique avant l'obturation. Une fibre optique de 200 μm de diamètre est placée à 1 mm de l'apex, puis retirée avec un mouvement hélicoïdal en direction coronaire (le retrait étant effectué en cinq à dix secondes selon les techniques).

Aujourd'hui, il est conseillé d'accomplir cette procédure dans un canal rempli d'un produit d'irrigation endodontique (de préférence, l'EDTA ou l'acide citrique; sinon du NaClO), afin de réduire les effets thermiques indésirables sur la morphologie .

Beaucoup d'autres études microbiologiques ont confirmé la puissante action bactéricide de la diode laser et du laser Nd:YAG, capables d'éliminer jusqu'à 100 % de la charge bactérienne dans le canal principal.

Une étude *in vitro* réalisée par Benedicenti *et al* , a indiqué que l'utilisation du laser diode de 810 nm associée à des solutions d'irrigation à base d'agents chélatants, tels que l'acide citrique et l'EDTA, menait à une réduction plus ou moins absolue de l'espèce *E. faecalis* (99,9 %) dans le système endodontique .



Figure 38 :Effet pénétrant avec la fibre placé dans la chambre pulpaire “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”



Figure 39 : Effet pénétrant avec la fibre placée à mi-racine
“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques
et protocoles opératoires Gérard REY”



Figure 40 : Fibre laser 300 µm diode en place sous irrigation
d'eau oxygéné “Utilisation des lasers en endodontie principes
physiques et protocoles opératoires Gérard REY”

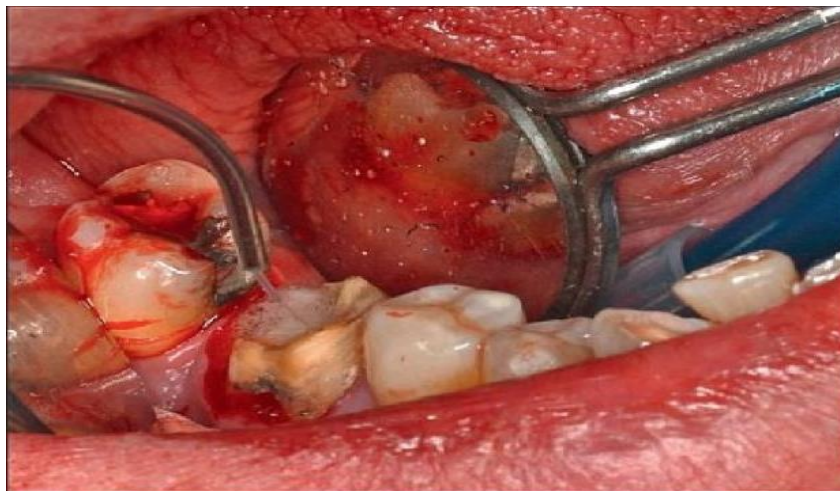


Figure 41 :Décontamination des zones apicales :peroxyde d'hydrogène
+ laser “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

Dans ce qui suit deux techniques d'irrigations seront détaillées :

1/ Laser Activated irrigation (LAI) intracanalairre ^^irrigation activée par laser^^

Plusieurs études (réalisées par Matsumoto Coll., De Groot et coll. et Blanken et coll.) ont montrés que l'activation du laser Er:YAG dans un canal artificiel rempli de solution génèrent l'expansion et l'implosion (via un effet photo thermique) rapides de bulles.

Conjointement se produit un effet de cavitation secondaire du fluide intra canalaire et une onde de choc causée par le collapsus des bulles .

Après l'implosion de la première grosse bulle, l'onde de choc créée va modifier la pression de l'eau sur la fibre laser. Il en résulte une formation de nombreuses bulles de cavitation. On peut même en apercevoir des nouvelles se former après le collapsus des bulles de cavitation secondaires. Le processus peut se répéter jusqu'à 10 fois mais diminue de manière graduelle.

Groot et collaborateurs ont montré que le courant acoustique se déplace à une vitesse d'1m/s ce qui est la même valeur qu'avec une seringue d'irrigation. Cependant, dans cette technique, le flux subit des accélérations dus aux impulsions du laser tandis que le flux est continu avec seringue classique.

Guidotti et collaborateurs ont réalisé une étude sur des dents monocanalaire extraites pour évaluer le changement de température à l'intérieur du canal et à la surface de la dent. En utilisant la technique LAI dans des conditions similaires à celles précédemment décrites (fibre de 300 μ m, 50mJ, 20 Hz, irradiation de 15s) l'élévation de la température était de $3,5\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ en profondeur et $1,2\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ à la surface .

Cette technique d'activation par le laser requiert une préparation canalaire ISO 30 au minimum pour pouvoir insérer la fibre ,Le laser s'utilise sans air ni spray .

2/ Photon induced photo-acoustic streaming (PIPS)

Cette technique spécifique s'opère avec un laser Er:YAG et utilise l'interaction des photons avec les

molécules d'eau contenue dans les solutions d'irrigations . Cependant l'interaction n'est pas la même qu'avec la technique LAI intra-canalaire. Elle s'appuie sur un phénomène photoacoustique et non pas photothermique, il n'y a pas de vaporisation de la solution.

Contrairement aux autres utilisations conventionnelles du laser, la fibre n'a pas besoin d'être placée dans le canal mais seulement dans la chambre pulpaire et de manière stationnaire . Cela réduit l'utilisation des limes larges et le besoin d'augmenter le diamètre du canal pour permettre aux solutions d'accéder à l'apex, isthmes, canaux latéraux .

Le laser est utilisé à une énergie dite «sub-ablative» avec : l'énergie de la pulsation entre 20 et 50mJ, la fréquence de 10 à 15 HZ et la durée de la pulsation de 50 μ s . Avec une puissance moyenne de 0,2W à 0,5W, chaque impulsion générée dispose d'une puissance de crête de 400 à 1000W.

L'absorption importante de la longueur d'onde du laser Er:YAG par la solution, combinée avec une impulsion de 400W à 1000W génère des ondes photo expansives et successives. Ce phénomène propage l'irrigant à travers le complexe endodontique .

En utilisant une énergie non-ablative (20mJ) et cette position particulière de la fibre laser, on s'affranchit des effets indésirables potentiels que l'on peut rencontrer avec un phénomène photo-thermique du laser .

A la surface radiculaire, l'augmentation de température est seulement de $1,2^{\circ}\text{C}$ pour 20s d'activation et $1,5^{\circ}\text{C}$ pour 40s d'activation.

	PIPS	LAI
Temps d'application	30s entre chaque instrument et 4 minutes 30s pour le rinçage final	Pas de consensus ≈ 30s/solution/canal
Position de la fibre	Chambre pulpaire	Entre 1 et 5mm de la LT
Dynamique de la fibre	Stationnaire	Mouvement de va et – vient
Type de fibre	Fibre PIPS™	Fibre PRECIOS™
Energie	20mj	50mj
Fréquence	10-15Hz	15-20Hz
Puissance	0.2-0.5w	0.75-1w

Tableau 3 : comparaison des paramètres PIPS / LAI “Utilisation du laser erbium :YAG pour l’activation des solutions d’irrigation en endodontie :Analyse de la littérature,Paul-Emile Allain 2017.

NB :

Il est à noter que le LAI est une dénomination globale et que le PIPS est une technique spécifique du LAI.

III.2.4 Séchage des canaux :

Un effet thermique d'un laser qui résulte de la conversion de l'énergie radiative en énergie calorique à l'intérieur des tissus impactés, peut être utilisé soit pour coaguler une pulpe ou une extrémité canalaire saignante soit pour sécher un canal avant son obturation.

Cet effet thermique est assez facile avec les lasers Nd :YAP , Nd :YAG et diode et avec les lasers Er :YAG .

La longueur du câble optique correspond à la longueur préparée, le câble optique est introduit dans le canal dans toute sa longueur. Le laser est alors activé (15 Hz, 1.5 Watt), immédiatement appliqué contre le canal pendant 5à 8 secondes (en fonction de la longueur du canal) avec un mouvement circulaire, de l'apical au coronal, puis désactivé. Le processus est répété trois fois après des pauses de dix secondes.



Figure 42 : Assèchement du réseau endocanalair assisté par laser “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

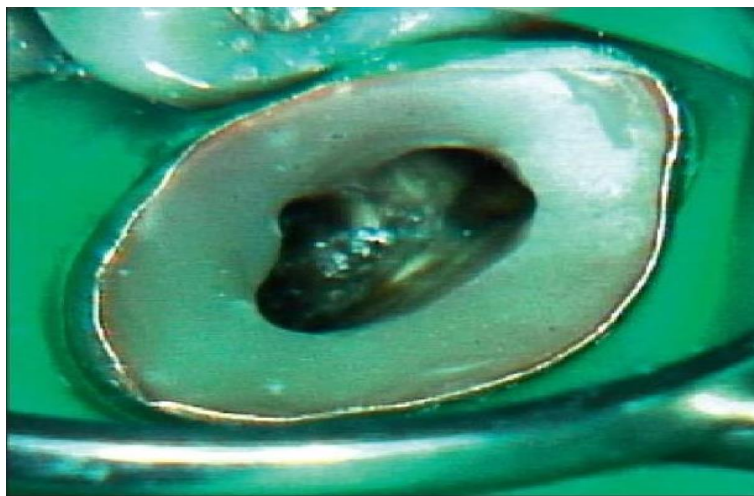


Figure 43 : Aspect sec du réseau endocanalair après séchage final assisté par laser “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

III.2.5 Obturation canalaire :

Les techniques d'obturation sont nombreuses et l'objectif présent n'est pas de les étudier mais de trouver un moyen de propulser une pâte d'obturation dans les canaux principaux ainsi que dans le maximum de canaux secondaires. Cette phase est d'autant plus facile que les canaux ont été parfaitement asséchés.

Les effets photomécaniques du laser permettant la propulsion des liquides de désinfection, ils vont bien sûr être utiles à l'obturation tridimensionnelle des canaux.

Le laser permet à la fois une élévation thermique de la gutta-percha et une action mécanique de propulsion de cette dernière ainsi que du ciment d'obturation.

Selon le protocole décrit par Rey, la pâte d'obturation est déposée dans le canal à l'aide des instruments rotatifs prévus à cet effet. On peut utiliser à ce stade l'effet photomécanique du laser Er : YAG pour propulser la pâte dans les canaux et même les tubuli ouverts. On utilise pour cela des rafales très brèves et une énergie faible $60\text{ à }80\text{ mJ}$, 5 Hz pour contrôler le risque d'éventuels dépassements. On

Chapitre III : Les lasers en endodontie

préfère pour cela utiliser une fibre optique dont le diamètre est suffisamment faible pour ne pas obturer le canal. La fibre est placée à 1mm de la longueur de travail avant d'effectuer les tirs, s'il existe un risque de dépassement, on observera un léger mouvement de retrait durant les tirs .

Une radiographie de contrôle est indiquée à ce moment de traitement, puis la séquence est répétée de sorte à obtenir un tapissage complet des parois et éventuellement une obturation des canaux latéraux.

Par la suite le cône de gutta-percha décontaminé, séché et calibré est mis en place et le laser Er :YAG va aider à sa condensation. La fibre va ramollir la gutta-percha par action photo-thermique et donc faciliter son compactage à l'aide des instruments manuels. En appliquant une légère pression, l'opérateur va ressentir un enfoncement de la gutta-percha suite à son changement de consistance, à ce moment l'effet photomécanique du laser Er :YAG permet une propulsion latérale de celle-ci dans les canaux et tubuli ouverts et permet d'obtenir un tapissage hermétique des parois.

Le fouflage manuel vient compléter ce phénomène pour obtenir une obturation satisfaisante.

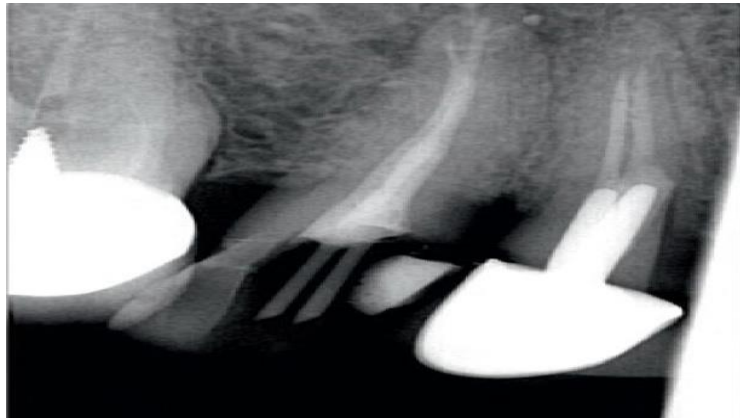


Figure 44 : Radiographie postopératoire montrant la bonne obturation du delta apical
“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.



Figure 45 : Fibre de 200 µm en place **“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.**



Figure 46 : Réchauffement du cône de gutta au laser erbium

**“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques
et protocoles opératoires Gérard REY”.**

III.2.6 Reconstitution coronaire

La reconstitution coronaire, bien que ne faisant pas partie intégrante du traitement endodontique, assure la pérennité de ce dernier et a donc un rôle important dans la réussite des soins à long terme.

Selon les études, une reconstitution corono-radicaire de mauvaise qualité influencerait négativement le pronostic des dents dépulpées, malgré une obturation radiographiquement et cliniquement satisfaisante. À fortiori, l'absence de restauration coronaire satisfaisante semble être une cause directe d'échec thérapeutique.

La reconstitution coronaire doit donc être étanche et fiable dans le temps pour nous permettre d'éviter la contamination du traitement endodontique. S'il est indiqué de couronner les dents dépulpées, on peut aussi dans certains cas avoir recours à une reconstitution composite temporaire (en attendant de valider la cicatrisation apicale par exemple).

La technologie laser peut aussi avoir certains avantages lors de cette étape, tels que l'obturation d'un état de surface dentinaire optimisant le collage de composites et la simplification d'une prise d'empreinte de qualité.

	Er :YAG	Nd :YAG	Er,Cr :YSGG	Diode
préparation canalaire	+/-	+/-	+/-	
Efficacité bactéricide	+++	++	+++	+
Elimination de la couche d'enduit ^Smear layer^	+++	++	+++	+
Ouvertures des tubules	+++		+	
Fermeture des tubules		+/-		++
Amélioration de l'étanchéité apicale		+++		+/-

Tableau 4 :propriétés et application des lasers en endodontie “Applications cliniques des lasers en endodontie,Brillant Matthias 2013”

❖ Cas particulier :

➤ rôle du laser dans le retraitement

Le retrait des anciennes obturations peut être une étape compliqué à négocier, mais toutefois obligatoire pour retrouver la perméabilité canalaire et effectuer un retraitement de qualité.

Les techniques à adopter et la difficulté varient en fonction des matériaux rencontrés .Le laser peut représenter une aide dans les cas suivants :

- Les études ont montré que la gutta-percha peut être facilement déposée par plusieurs types de laser, notamment le laser Er :YAG et Nd :YAG^{longueur d'onde 1064nm}.L'augmentation de la température rend le matériau plus fluide et permet ainsi de le retirer facilement. Le laser Er :YAG ayant un pouvoir ablatif fort, son utilisation peut être risqué en cas de forte courbure pouvant entraîner une fausse route .Le laser Nd :YAG,permettrait à lui seul une élimination de la gutta-percha avec une élévation de température de quelques degrés Celsius seulement aux paroi radiculaire .Aucune études n'a été menée à ce jour sur l'efficacité du laser diode toutefois, l'effet thermique étant commun à tous les lasers et sa pénétration dans les tissus durs étant proche de celle du laser Nd :YAG,on peut supposer qu'il pourrait jouer un rôle dans ce domaine.
- Les études ont montré que l'élimination des ciments d'obturation à base d'Oxyde de zinc Eugénol^{ZOE} par le laser Er :YAG était possible, cependant on observe de nouveau un risque de fausse route si l'anatomie canalaire est complexe.
- En présence d'obstacles métalliques, tels qu'un tenon ou des cônes d'argent, l'utilisation du laser sous fort spray d'eau ,en association avec des ultrasons peut faciliter le retrait de ces

derniers en les mobilisant .Le laser engendre des modifications de température et donc des effets de dilatation et de contraction du métal facilitant le retrait des obstacles.

➤ Dépose d'instruments fracturés

La dépose d'instruments fracturés complique considérablement le traitement endodontique.

La difficulté dépend principalement de la position de l'instrument fracturé et de l'anatomie canalaire. Les techniques traditionnelles sont délicates à mettre en œuvre et comporte un risque relativement important de mutilation des tissus si leur réalisation n'est pas correcte. La technique utilisée en première intention est celle de by-pass qui consiste à tenter de passer à côté de l'instrument pour pouvoir finir la préparation. L'instrument est alors soit retiré durant la mise en forme mécanique, soit inclus dans l'obturation .S'il est impossible de contourner le fragment, alors on aura recours à des techniques utilisant des inserts ultrasonores ou des instruments de préhension.

Ces deux techniques nécessitent de pouvoir atteindre le fragment et de pouvoir créer une tranchée autour de ce dernier. Elles sont donc particulièrement périlleuses à mettre en œuvre en cas de fracture profonde ou de racines courbée. Le laser peut dans certains cas conditions être outil, non miraculeux, proposant simplement une alternative à ces techniques.

La fibre optique souple du laser Er :YAG permet d'atteindre les instruments fracturés malgré la courbure des canaux. Elle doit être portée au contact de ce dernier avant d'effectuer les tirs .Il sera important de renouveler à chaque tir la solution d'irrigation pour éviter un réchauffement trop important des tissus .L'onde de choc générée par le laser peut permettre de mobiliser le fragment et ainsi permettre son retrait.

III.3. Apport du laser en endodontie chirurgicale et pathologies péri-apicales

III.3.1 L'ostéotomie

C'est elle qui donne accès à la lésion et a longtemps été faite à l'aide d'une fraise boule montée sur turbine chirurgicale sous abondante irrigation de sérum physiologique.

Aujourd'hui, cette technique est abandonnée au profit de l'utilisation du laser qui est économe en tissu dur qui permet un accès sous contrôle visuel quelque soit la zone d'intervention.

III.3.2 Kystes et granulomes péri-apicales

En cas d'infection apicale, il est possible de tenter la conservation de la dent en utilisant un rayonnement laser pénétrant.Celui ci est transporté par une fibre optique qui permet d'éviter la chirurgie et de décontaminer les tissus osseux voisins de la racine par voie intracanaire.

Les lasers Er :YAG et Diode peuvent alors trouver la une indication d'utilisation.

Les suites opératoires sont indolores et la cicatrisation osseuse est visible en quelques mois.

III.3.3 Lésion inflammatoires péri-radriculaire d'origine endodontique^{^^}LIPOE^{^^}

Le passage d'une lésion chronique au stade aigue peut être engendré par la population d'irritants dans le péri-apex, parfois dû à une sur-instrumentation.

Le laser permet non seulement une décontamination méticuleuse jusqu' à l'apex, mais aussi dans l'espaces péri-radriculaire. En effet la pénétration de la solution de peroxyde d'hydrogéné et son activation par la fibre du laser diode peut permettre une action décontaminante au niveau de la lésion,déminuant ainsi les risques d'aggravation de cette dernière.

III.3.4 Abcès Apical

Le laser peut permettre d'effectuer une désinfection supplémentaire de l'espace péri-radriculaire qui est combinée avec la bonne désinfection canalaire et permet d'envisager un meilleur pronostic.

III.3.5 Fistules

Lors de l'évolution d'un abcès en fistules par le drainage de la collection infectieuse, le praticien peut tirer parti de la situation en utilisant cet accès vers la zones de la lésion. Ce passage vers le secteur péri-radriculaire peut permettre le dépôt de l'eau oxygénée et le passage de la fibre pour obtenir une décontamination profonde et optimale.

III.3.6 Chirurgie endodontique

Les lasers Er :YAG tout d'abord, peut être utilisé :

- Grâce à son effet ablatif sur les tissus mous, lors d'un tracé d'incision.
- Grâce à son effet photo-ablatif sur les tissus durs, lors de l'ostéotomie et de la résection apicale.

Le laser Diode, quant à lui,est principalement utilisé pour décontaminer en profondeur les tissus osseux et dentaires^{^^}thérapie photo-dynamique selon le protocole laser+H2O2^{^^} .

L'association de ces deux longueurs d'onde présente plusieurs avantages par apport aux techniques classique de résection mécanique ou ultrasonique.

Le laser Er :YAG permet une ostéotomie et une résection apicale sous contact précis et sans carbonisation ni échauffement thermique grâce à l'utilisation d'un spray d'eau.

Cette méthode assure un confort opératoire plus important pour le patient principalement grâce à l'absence de vibration.

L'utilisation du laser Er :YAG et son effet photo ablatif permet une décontamination parfaite des surfaces traitées et évite le risque de contamination du site par déplacement mécanique de boue dentinaire infectée.

L'intérêt du laser Diode réside dans la décontamination en profondeur des tissus dentaires, osseux ainsi que dans celle des tissus mous. Il peut être utilisé en mode contact pour obtenir l'hémostase indispensable au confort opératoire du praticien et à l'obturation à rétro.

La propriétés de son rayonnement^{^^}plus pénétrant et délivrant aux réglages adéquats une énergie plus faible et plus diffuse^{^^}permettant un effet photo-stimulant permettant d'améliorer la cicatrisation.

Actuellement ,les recherches s'orientent vers un possible scellement apical au laser Er :YAG après sa résection. Il s'agirait d'obtenir une cicatrisation de la surface dentinaire pour diminuer sa perméabilité.

III.4 Les principaux effets lasers appliqués à l'endodontie

Le traitement endodontique est rendu plus facile par le bon emploi des lasers qui peuvent être utilisés à plusieurs stades de l'intervention sur le réseau canalaire : pour améliorer l'action des solutions d'irrigation, pour faciliter l'obturation des deltas apicaux et même dans certains cas pour éliminer les résidus d'instruments fracturés. Et cela grâce aux diverses actions de rayonnement laser.

III.4.1.Actions photomécaniques des lasers

La fibre optique pénètre un canal principal alésé et rempli de NaOCl, à l'extrémité de la fibre le faisceau laser est absorbé par l'eau intracanaire et la dentine pariétale .Il s'en suit une élévation de température local de plusieurs centaines de degrés en quelques microseconde à peine. Si la fibre optique obstrue correctement la lumière canalaire,la bulle de vapeur d'eau qui apparait amène une brutale et importante élévation de pression .NaOCl est alors propulsé violemment en avant puis en amont de l'extrémité de la fibre. Ensuite une dépression apparait au bout de cette fibre.

Nous créons ainsi des effets de cavitation intracanaux très puissants dont la puissance par voie de conséquence les actions peuvent être finement contrôlées.Un autre intérêt du laser par rapport au ultrasons par exemple ,est de pouvoir générer des effets de cavitations excessivement puissants à des endroits très précis, sans risque d'altérer les zones canalaire adjacentes :il suffit de bien positionner l'extrémité de la fibre dans un environnement correctement préparé .

Cet effet, que nous pouvons appeler^{^^}effet canon^{^^},permet non seulement de nettoyer les surfaces des canaux principaux, mais également d'améliorer l'extraction des matières organiques des bactéries logées dans des zones très étroites et inaccessibles aux autre instruments endodontiques ,cet effet mécanique du type^{^^} effet canon^{^^} n'est disponible qu'avec les lasers Er :YAG ;Nd :YAG ;Er ,Cr :YSGG et Nd :YAP. La décontamination et l'obturation de ces zones mieux nettoyées sont ainsi nettement améliorées.

Dans les canaux latéraux situés le long de la fibre optique se produit une surpression suite à la création de la bulle de vapeur ;ensuite l'écoulement rapide de NaOCl en direction coronaire crée une dépression par^{^^} effet Venturi^{^^} à l'entrée de ces canalicules :ces pompes mécanique bidirectionnels améliorent le vidage et le nettoyage de ces canaux inaccessibles.

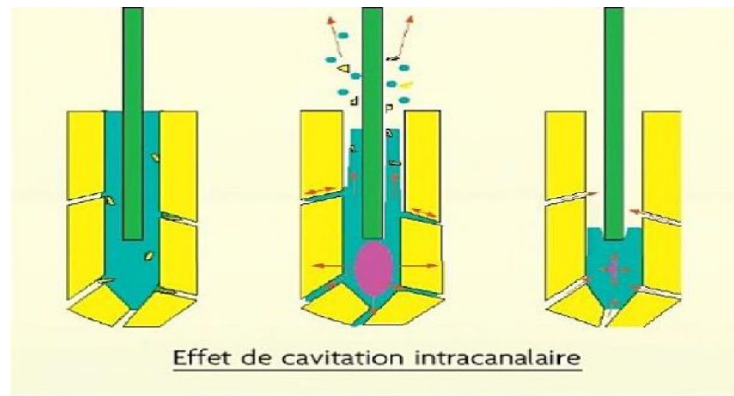


Figure 47 : Effet canon Nd : YAP ou Nd : YAG “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

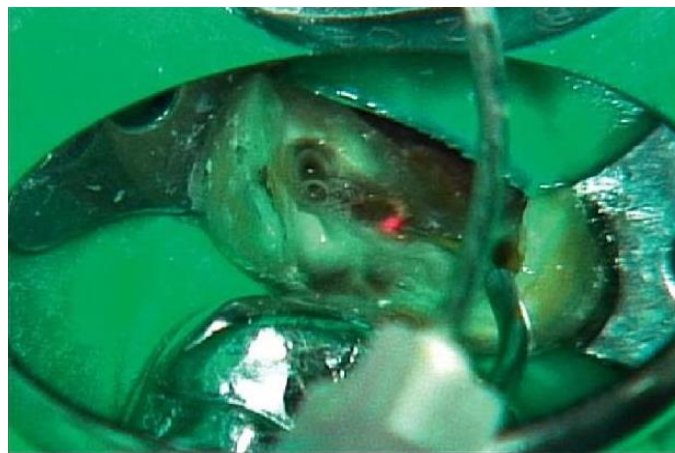


Figure 48: Effets photomécaniques dans l'hypochlorite “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

III.4.2. Actions photo-acoustiques

Elles sont liées aux ondes de choc consécutives aux variations brutales de pressions intracanales positives et négatives. Ces ondes mécaniques aident à décoller la matière organique des parois canales ainsi qu'au sein des canalicules, tuer davantage des bactéries, en particulier celles inaccessibles à NaOCl, si des bactéries pathogènes résistent assez bien à des surpressions, elles sont plus facilement tuées par les dépressions qui leur succèdent.

L'onde de choc produit les effets suivant :

- Déstabilisation des biofilms.
- Agitation des solutions.
- Biostimulation dans une certaine mesure.

L'onde de choc produite lors de l'irradiation provoque une émulsion des micro-organismes et une agitation de la solution de rinçage constituée par le spray de refroidissement du LASER. Ce

phénomène a pour vertu de nettoyer les espaces restreints et d'évacuer les micro-organismes et autres débris organiques qui s'y trouvaient.

L'onde de choc se propage dans toutes les directions de l'espace. Elle a une efficacité d'une précision inégalée et notamment dans les espaces restreints inaccessible à l'instrument conventionnelle. Nous pouvons supposer qu'il existe un phénomène de résonance qui reste à démontrer mais qui doit se produire contre les parois des espaces amplifiant les effets produits par la propagation de l'onde de choc.

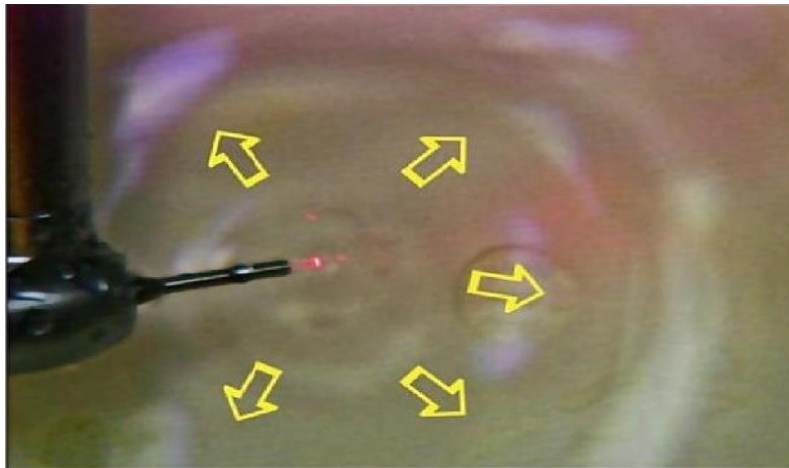


Figure 49: Visualisation des ondes acoustiques latérales produites par le laser Er :YAG pulser dans une solution antiseptique
“Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

III.4.3.Action photochimique et thermolytique

Les lasers permettent d'améliorer et faciliter la décontamination des zones inaccessibles :ils chauffent NaOCl dans le canal, ce qui potentialise son action désinfectante, de façon classique, autre qu'ils peuvent propulser NaOCl dans des zones inaccessibles, le laser provoque des réaction photochimiques complexes créant un chlore plus bactéricide, ils évaporent les antiseptiques :les vapeurs créées diffusent mieux que les liquides dans les fins canalicules de réseaux canaux (le pouvoir de pénétration de NaOCl liquide dans les tubuli n'est que de 100µm

III.4.4.Action thermique

Elles détruisent également les bactéries contre les parois canaux irradiées, les liquides atteignent des températures avoisinant les 700 degrés Celsius.

Toutefois toutes les différents actions bactéricide se cumulent : nous savons depuis longtemps que les lasers ont une action désinfectante dans la dentine jusqu'à 1 à 2 mm on profondeur (selon les conditions expérimentales .

Cette propriété paraît intéressante au regard de l'épaisseur de la paroi canalaire dans son tier apical.

Chapitre III : Les lasers en endodontie

Par ailleurs, nous pouvons porter la paroi canalaire à une température supérieure à 1100 degrés pendant quelques dizaines de microsecondes sans bien sûr élever la paroi externe de la racine de plus de 5 degrés.

D'ailleurs, il est conseillé de réaliser toutes les reprises de traitement sans anesthésie : cela permet au patient d'informer le praticien de toute éventuelle apparition de chaleur. Par contre à cette température, la dentine fond puis se solidifie et créant une couche amorphe. Nous recherchons à créer une couche de dentine non cristallisée de ^{typeII} qui scelle les tubuli. Couche qui résiste aux attaques acides : ceci permet de mieux isoler les canaux principaux de bactéries encore éventuellement présentes dans les tubuli dentinaires en fin de traitement. Cette dentine de ^{typeII} aide à diminuer les risques d'infection périradiculaires futures.

	Effet de vaporisation des obstacles	Effet thermique (séchage, coagulation)	Effet décontaminant (photothérapie dynamique en profondeur)	Effet stimulants des tissus périphériques	Effet mécanique (propulsion et effet Venturi)
Laser Diode	Non	Oui réglage simple très efficace	Oui très efficace	Oui très efficace	Non uniquement thermomécanique
Laser Nd :YAG	Oui pour petits obstacles	Oui assez facile	Oui très facile	Oui avec paramètres praticien appropriés	Oui efficace
Laser Nd :YAP	Oui pour petits obstacles	Oui avec paramètres praticien	Oui efficace	Oui avec paramètres praticien appropriés	Oui efficace
Laser Er :YAG et Er,Cr-YSGG	Oui sous réserve d'un accès direct au contact	Oui mais effet superficiel	Exclusivement dans les zones de propulsion des antiseptiques	Très superficiel effet par onde de choc	Oui mais risque de cratériser les parois canalaire

Tableau 5:Effets prévisibles des lasers en endodontie “Utilisation des lasers en endodontie principes physiques et protocoles opératoires Gérard REY”.

III.5 Avantages et inconvénients des lasers en endodontie :

Le laser dentaire est aujourd'hui incontournable dans l'univers médical. Il présente de réels avantages par rapport aux techniques traditionnelles, sans toutefois les remplacer complètement. Il permet d'améliorer et d'optimiser la majorité des soins dentaires existants, depuis le traitement d'une carie jusqu'à l'acte chirurgical le plus complexe.

III.5.1 Les avantages :

III.5.1.1. CONFORT

La très grande majorité des patients est "naturellement" anxieuse avant de se rendre chez le dentiste. Mais on note que si le dentiste utilise un laser, ses patients et notamment les enfants, sont beaucoup plus détendus. Moins stressés, ils suivent également plus rigoureusement les plannings des visites de contrôle.

En effet, dans de nombreux cas, le laser peut remplacer la fraise ("roulette") et ainsi supprimer l'inconfort qui y est lié (vibration, bruit strident, pression,...). L'anesthésie locale est souvent inutile, ce qui élimine les sensations désagréables liées aux piqûres. L'inflammation et le gonflement des tissus sont minimaux. D'une manière générale, le laser supprime les effets gênants des traitements chirurgicaux classiques.

Les patients rentrent chez eux sans engourdissement du visage et sans douleur.

Les lasers de dernière génération offrent, en outre, la possibilité de désensibiliser les dents douloureuses.

III.5.1.2. EFFICACITÉ

Le laser permet au chirurgien-dentiste de réaliser un travail de grande qualité :

- le laser est un outil non rotatif et non invasif, c'est-à-dire qu'aucun instrument ne pénètre dans les tissus de la bouche. La précision du laser évite les dommages aux tissus voisins de l'endroit traité.
- le laser a des effets de bio stimulation qui permettent une régénération et une cicatrisation tissulaire beaucoup plus rapides qu'avec les méthodes traditionnelles (bistouri, électrochirurgie,...).
- l'effet antibactérien du rayon laser diminue sensiblement les risques de complications postopératoires et favorise la cicatrisation.
- le laser prévient les caries, grâce au durcissement de l'émail dentaire qu'il provoque.
- les résultats cliniques sont prévisibles.

III.5.1.3. Gain de temps

Le patient n'a plus à attendre qu'une anesthésie fasse effet. En outre, un praticien utilisant le laser peut effectuer plus de soins chez un patient lors d'une même séance. Certains programmes de traitement nécessitent également moins de séances. Les rendez-vous de traitement à prévoir sont donc moins nombreux.

III.5.2 Les inconvénients :

III.5.2.1 Coût

Laser procédures dentaires sont coûteux en comparaison avec le coût du traitement traditionnel. Le coût de l'équipement pour effectuer les procédures laser nécessite dentistes à passer ce coût aux patients. Dentistes récupérer l'argent dépensé sur les équipements laser, mais le coût peuvent également être pris en charge par réduction des délais de rendez-vous.

III.5.2.2 Effets indésirables

Le rayonnement laser peut entraîner des effets indésirables au niveau du parodonte apical et présente un danger autour des zones telles que le trou mentonnier pour le nerf mandibulaire ainsi que la carbonisation de la dentine et modifications morphologiques.

Conclusion

Conclusion

Les lasers font aujourd'hui partie de l'équipement thérapeutique d'un cabinet dentaire moderne, ils ne sont en aucun cas des baguettes magiques qui 'il suffit d'agiter pour obtenir des résultats miraculeux. Ce dispositif est un outil médical rigoureux qui nécessite la mise en œuvre et le respect de toutes les techniques modernes utilisées en chirurgie dentaire, complétées par une connaissance spécifique de ce rayonnement invisible . Il présente de réels avantages par rapport aux techniques traditionnelles, sans toutes fois les remplacer complètement ceci dit, les instruments rotatifs comme les turbines et les micros moteurs sont encore d'actualité pour les actes de dentisterie conservatrice.

Les lasers peuvent être un adjuvant efficace dans le nettoyage, la stérilisation et la préparation des canaux principaux et accessoires, mais ne peuvent être considérées comme une thérapeutique alternative à la technique standard. La thérapie photoactive antibactérienne et l'irrigation activée par le laser sont prometteuses et semblent améliorer la désinfection par l'irrigation, mais ne peuvent pas pour l'instant la remplacer.

Ils ne sont ici qu'une complémentarité qui permet non pas de faire plus, mais de faire mieux.

Bibliographie

Bibliographie

- 1/ Adam STABHOLZ,Chain MOR ,Sharonit SAHAR-HELFT ;Josh MOSHNOV ,utilisation du Er :YAG laser en endodontie, Revue d'Odontostomatologie/Septembre 2014 .
- 2/ Brillant Matthias « Applications cliniques des lasers en endodontie » Université de Nantes 2013.
- 3/ Carrotte P. Endodontics: Part 4 Morphology of the root canal system.
- 4/ Chirurgien-Dentiste à Bruxelles Avenue Winston Churchill147-1180Bruxelles (0032 2 3450266 ,Intérêt du laser en chirurgie dentaire.
- 5/ Dr Michel COSTESSEQUE Orange (84 –IMLA ,pourquoi une assistante laser en endodontie ?La magazine des chirurgiens-dentistes,des stomatologistes et des chirurgiens maxillo-faciaux,Novembre 2012 .
- 6/ Dr .Albert Hauteville, les inconvénients et limites de l'endodontie , CONSEIL DENTAIRE 18 Décembre 2013.
- 7/ Dr Camille Sirgi,Le laser outil de la dentisterie moderne,HUMAN & HEALTH/N 26 January 2014 .
- 8/ Dr .DAVID BENSOUSSAN ,apport du laser Erbium-Yag en endodontie chirurgicale,endodontie le 13 Février 2014 .
- 9/ Dr David GUEX ,Irrigation en endodontie :si nous parlions d' activation , Le fil dentaire N 90 Février 2014 .
- 10/ Dr Amandine PARA ,Illustration des effets laser diode et Nd-YAG en endodontie et en chirurgie,AOS 272/Septembre 2015 .
- 11/ Dr Dilouya D.V-Intérêt et indication différentielles du laser CO2 en odontostomatologie ,AOS 272/Septembre 2015 .
- 12/ Dr David Guex et Dr Jean-Yves Cochet,l'effet photoacoustique en endodontie,la magazine 2016 .
- 13/ Dr FABRICE BAUDOT ,les deux effets du laser er-yag microablatif & photoacoustique,le 25 Février 2016 OMNIPRATIQUE .
- 14/ Dr Gérard Rey,le principe du laser .
- 15/ Dr Jean-Yves COCHET ,endodontie :l'économie tissulaire du laser,Dentoscope n 153.
- 16/ Gérard Rey,vers une nouvelle omniopratique conservatrice lasers assistée, numéro 52 Novembre 2011 .

Bibliographie

- 17/ Gérard REY, utilisation des lasers en endodontie , principes physiques et protocoles opératoires, édition JPIO.
- 18/ Gérard Rey, Patrick MISSIKA , les lasers et la chirurgie dentaire innovations et stratégies cliniques, édition JPIO .
- 19/ G .Garnot, les ultrasons en odontologie : application thérapeutique. Ouvrage pour les chirurgiens dentistes catalogue 2017 .
- 20/ Jean-jacques LASFARGUES Pierre Machtou , pathologie des lésions périapicales , rautes cliniques vol 12 n 2 / 2001 .
- 21/ Jean-Michel STROUMZA , Apport des lasers en odontologie, AOS 272/Septembre 2015 .
- 22/ J-P.Rocca, les lasers en odontologie. Ouvrage pour les chirurgien dentiste catalogue 2017.
- 23/ Monsieur Jean Claude ROBERT : Professeur honoraire et Vice –doyen-Faculté d’odontologie de Rennes 1, bactériologie, 25 Septembre 2012 .
- 24/ Maud Guivarc’h , Fabienne Pérez , Frédérie Bukiet , Thomas Soler . Mise en forme canalaire et irrigation, l’information Dentaire n 32 /23 Septembre 2015 .
- 25/ Peter Riethe avec la collaboration du Gunter Rau, prophylaxie et traitement conservateur des caries dentaires, Atlas de Médecine Dentaire.
- 26/ Pr Giovanni Ollvi, Pr Rolando Grippa, Pr Gluseppe Laria, Pr Vasilios Kaitas, Dr Enrico Divito et Pr Stefano Benedicent. Les lasers en endodontie, la magazine 2013 .
- 27/ Paul-Emile Allain « Utilisation du laser erbium : YAG pour l’activation des solutions d’irrigation en endodontie : Analyse de la littérature » Université de Nantes 2017.
- 28/ Stéphane SIMON^ Rouen^, endo autrement, clinic-octobre-vol .31.
- 29/ Stéphane SIMON , Pierre Machtou, Wilhelm-Joseph PERTOT . Le traitement Endodontique , collection JPIO .
- 30/ Simon S. Endodontie Volume 1: Traitements. Editions CDP; 2008 .
- 31/ Stocker.M , Basic principles of lasers
- 32/ Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures.

Annexes

*Présentation des cas
cliniques*

Présentation des cas cliniques

Les cas cliniques présentés ci-dessous, se sont pris d'un livre de Dr Gérard Rey « utilisation des lasers en endodontie ,principes physiques et protocoles opératoires ».

Premier cas clinique :

I. Examen clinique

Anamnèse :

Il s'agit d'un patient âgé de 62 ans, fumeur avec cholestérolémie modérée, il se présente à la consultation pour une douleur symphysaire.

Examen exo-buccal :

Révèle une tuméfaction vestibulaire au niveau des incisives centrales mandibulaire.

Examen endo-buccal :

Test de vitalité montre une nécrose de l'incisive « 41 »

II. Examen radiologique :

Cliché rétro-alvéolaire confirme la nécrose de la 41 associé à une lésion péri-apicale en regard de la tuméfaction.



Figure 50 : cliché initial

III.3.Diagnostic positif : Nécrose associé à une lésion péri apicale de la 41 .

IV. Protocole opératoire :

IV.1.Traitement d'urgence :

La trépanation de la dent est réalisée afin de libérer la pression apicale due à la lésion, simultanément un premier cathétérisme est réalisé.



Figure 51 : Trépanation de la 41

IV.2.Préparation canalaire

Action mécanique :

Préparation manuelle avec séquences instrumentales en nickel-titane avec un mouvement alternatif.



Figure 52 : Instruments endodontiques utilisés

Action chimique

➤ **Solution d'irrigation :**

Deux solutions sont utilisés de façon alternative, le peroxyde d'hydrogène « à 10 volume » et hypochlorite de sodium « 2,5 à 5 pour cent » .

➤ **L'irrigation activée avec laser diode :**

L'utilisation d'un laser diode avec une longueur d'onde de 980 nm pour son effet photo dynamique en profondeur. Après dépôt de H₂O₂ à 10 V, la fibre de 200 µm est introduite dans le canal radiculaire et le rayonnement est activé.

Les réaction de photothérapie dynamique produisent une disparition immédiate des pathogènes endodontiques et péri apicales.



Figure 53 : Mise en place de la fibre laser

Séquences instrumentales

- **dépôt d'une solution CloNa à 3 pour cent dans les canaux pendant 30 secondes avant de commencer le premier alésage à l'aide d'un contre angle à mouvement alternatif.
- **Second dépôt d'hypochlorite de sodium à 5 pour cent dans les canaux radiculaires.
- **Irradiation laser pendant un temps variable de 15 à 30 secondes par canal suivant la dent et la pathologie.
- **Second alésage pour obtenir la conicité désirée.
- **Mise en place de peroxyde d'hydrogène dans les canaux radiculaires.
- **Nouvelle irradiation laser pendant 15 à 30 secondes par canal pour décontaminer le réseau canalaire.
- **Eventuellement reprise de six séquences précédentes avec une limes de diamètres supérieur ou ;si la préparation est jugée satisfaisante, passage à la suivante.

IV. 3.Séchage

Par cône de papier stériles complété par irradiation laser^^réglage thermique moyen^^avant l'obturation dans la séance.

IV.4.Obturation radiculaire

Obturation radiculaire est effectuée traditionnellement avec une pâte de type Endométasome complétée par un cône de gutta préalablement préparé.

IV .5 .Radiographie de contrôle

Un cliché rétroalvéolaire est réalisé.

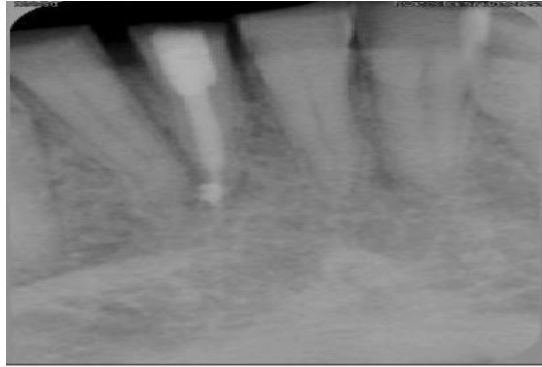


Figure 54 : Radiographie de contrôle

IV.6.Obturation coronaire

Obturation au composite permet d'obtenir l'étanchéité du système canalaire.

IV.7.Suivi et évolution

Le cliché à 20 mois postopératoire montre une guérison totale de la lésion.



Figure 55 : Radiographie à 20 mois postopératoire

Deuxième cas clinique :

I. Examen clinique

Anamnèse Il s'agit d'un enfant âgé de 10ans qui consulte pour réaliser un bilan de son état bucco dentaire .

Examen exo-buccal :

Rien à signaler

Examen endo-buccal :

Révèle des poly caries au niveau de 55,65,36,75,46,85

Présentation des cas cliniques

Pas de douleur mais une sensation de gêne à la mastication sur la 36.
Le test de vitalité montre une nécrose de la 36 .

II. Examen radiologique :

L'examen radiologique révèle une 36 mature avec une carie volumineuse.

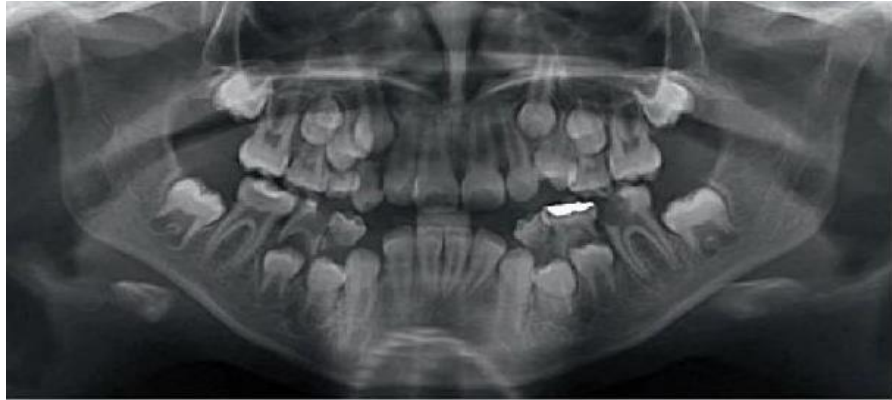


Figure 56 : Une radio panoramique initiale.

III. Diagnostic positif : Nécrose de la 36 .

IV. Protocole opératoire :

IV.1.Préparation de la cavité d'accès :

Elle est réalisée après exérèse complète de la carie, sous anesthésie locale.



**Figure 57 :La cavité d'accès isolée met
en évidence 3 canaux**

IV.2.Préparation canalaire :

Action mécanique :

Présentation des cas cliniques

Préparation avec séquences instrumentales en nickel-titane avec un mouvement alternatif.

Action chimique (décontamination au laser diode) :

- Une irrigation d'hypochlorite de sodium à 3% est réalisée régulièrement avant chaque passage au diamètre supérieur de la lime.
- A la fin de la mise en forme, une irrigation à l'eau oxygénée à 10V est effectuée et le rayonnement laser diode (980 nm) d'une fibre de 200µm est actionné dans la solution qui est renouvelée 2 à 3 fois jusqu'à ce que son aspect soit plus trouble par les débris, et chaque session de tirs dure 7 à 10 secondes dans chaque racine.

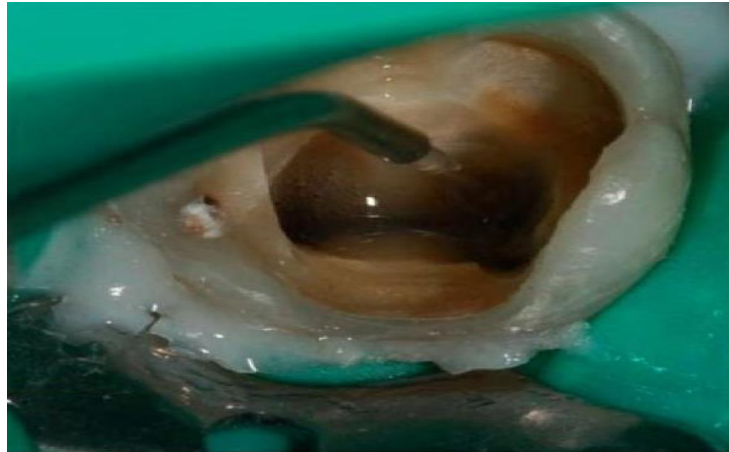


Figure 58 :Fibre laser diode en place dans une irrigation d'eau oxygénée à 10V.

IV. 3.Séchage

Le canal est ensuite séché par le passage des pointes de papier stériles suivi par l'action thermique du rayonnement laser dans le canal à vide .

IV.4.Obturation à la gutta

Le laser diode ne permettant pas d'effet mécanique,l'obturation est réalisé par une technique classique sans assistance laser.

IV .5 .Radiographie post opératoire immédiate

Un cliché rétroalvéolaire est réalisé.



Figure 59 : Radiographie post opératoire

IV.6. Obturation coronaire

La dent est ensuite reconstituée à l'aide d'un ciment verre ionomère .

Troisième cas clinique :

I. Examen clinique

Anamnèse :

Il s'agit d'un patient âgé de 70 ans sans traitement médicamenteux, est reçu en urgence pour un début de nécrose pulpaire sur la 15 .

Examen exo-buccal :

Rien à signaler .

Examen endo-buccal :

*forte douleur à la pression et à la percussion. *absence de sensibilité au froid .

II. Examen radiologique :

Une radiographie préopératoire montre l'importance de la lésion carieuse, la proximité pulpaire et l'épaississement ligamentaire apical.

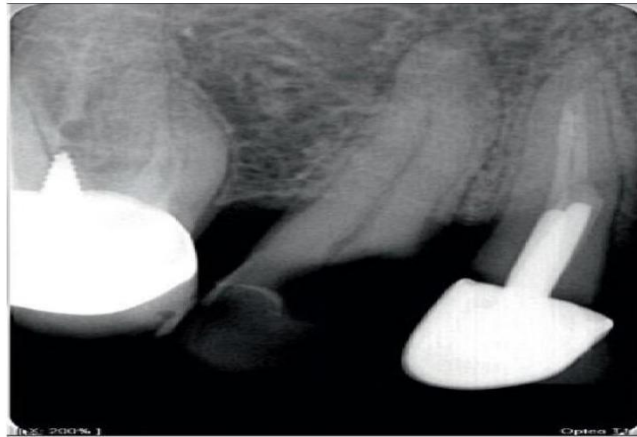


Figure 60 :Radiographie préopératoire

III. Diagnostic positif : Nécrose associé à une parodontite apicale aiguë de la 15 .

IV. Protocole opératoire :

IV.1.Préparation de la cavité d'accès

La cavité d'accès est réalisée sous anesthésie locale pour limiter les douleurs provoquées par les pressions et les vibrations dues aux instruments rotatifs.

IV.2.Préparation canalaire

Action mécanique :

La préparation est réalisée avec le système de rotation continue jusqu'au 25/100 sous irrigation constante.

Un alésage supplémentaire avec un foret de Gates n°2 est effectué jusqu'à 3mm de la zone de complexité maximum afin de constituer une zone réservoir qui a un intérêt majeur dans l'endodontie assistée par laser.

Action chimique : décontamination assistée par laser Nd :YAG

Une solution d'hypochlorite de sodium est placée avec la seringue endodontique jusqu'au tiers apical. Trois tirs longs sont effectués à 10Hz et 150mj en descendant progressivement dans le canal jusqu'à la zone de complexité maximum. la fréquence des impulsions est portée à 20Hz pour augmenter les effets photomécanique et permettre ainsi une désinfection du delta apical par l'hypochlorite projeté dans le réseau canalaire.

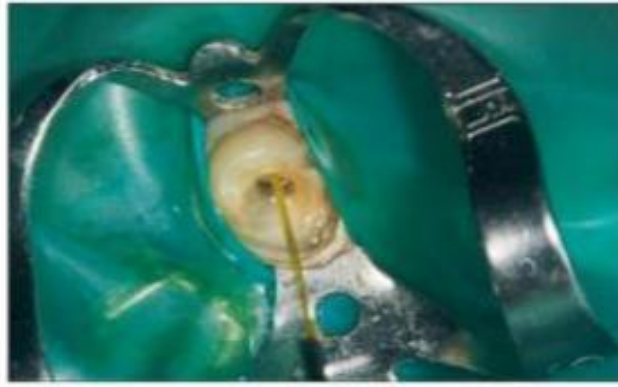


Figure 61 : fibre laser Nd :YAG en place .

IV. 3.Séchage

Les deux canaux sont séchés avec des pointes de papier. Le séchage est complété par des tirs remontants à 5Hz et 150mj, jusqu'à l'obtention de petits claquements secs .

IV.4.Obturation radiculaire

Pour l'obturation du tiers apical, une pâte de viscosité fluide est déposée au bourre-pâte puis projetée par 2 tirs réglés à 5Hz Et 200mJ.

La fréquence est abaissée de 10 à 5Hz avec un réglage à 200mJ de façon à permettre des impacts brefs et un échauffement de la pâte dans la zone réservoir.

Au bout d'environ une demi-seconde, la fibre est progressivement dirigée vers l'apex pour effectuer une pose lente et progressive. La fibre est dénudée sur 1mm à son extrémité pour obtenir une diffusion latérale plus importante.

La pâte est ensuite épaissie et le tiers moyen puis le tiers cervical sont obturés successivement par 2 tirs longs d'environ 1seconde à 5Hz et 150 m J.

Deux cônes de gutta sont placés dans les canaux puis sectionnés. Le laser peut alors être utilisé pour effectuer une condensation de la gutta à 10Hz et 250mj , la gutta est facilement condensée directement avec l'extrémité de la fibre.



Figure62 :maitre cône en place



Figure 63: fibre de 200um en place

IV .5 résultat et contrôle radiographique :

La radiographie postopératoire montre la complexité du réseau endodontique apical : 2canaux principaux et au moins 5canaux accessoire semblent ainsi obturée



Figure 64 : radiographie postopératoire agrandie

IV.6 Suivi et évolution

Les suites postopératoires ont été indolore et il n'y pas eu de prescription d'antibiotique

Abréviations

EDTA : Ethylène diamine tétra acétique

Ni-Ti : Nickel-titane

NaOCL : Hypochlorite de sodium

PH : Potentiel hydrogène

AAA : Abscès apical aiguë

LIPOE : Lésion Inflammatoire Péri-radriculaire d'Origine Endodontique

CDE : Cavité d'accès endodontique

MEOPA : Mélange Equimolaire d'Oxygène et de Protoxyde d'Azote

ZOE : Oxyde de Zinc Eugénol

LASER: Amplification by Stimulated Emission by Radiation

Nd :YAG: Neodymium doped Yttrium Aluminium Garnet

Er : YAG : Erbium doped Yttrium Aluminium Garnet

Er,Cr : YSGG : Erbium doped Yttrium Scandium Gallium Garnet

Nd : YAP: Yttrium Aluminium Perovskite dopé au Néodyme

LAI : Laser Activated Irrigant

PIPS : Photon-Induced Photoacoustic Streaming

Liste des figures

Figure 1 : Radiographie des dents qui montre la complexité de la morphologie canalaire.....	01
Figure 2 : classification de Weine et Vertucci	02
Figure 3 : Classification de Cohen et Burnes.....	03
Figure 4 : Les différentes zones anatomiques du tiers apical	05
Figure 5 : Bacilles, coques, spirochètes et filaments colonisant la surface dentinaire, observés au microscope électronique.....	13
Figure 6 : mise en évidence du biofilm bactérien endodontique le long de la paroi dentinaire canalaire...	13
Figure 7 : Fracture coronaire pénétrante de la 21.....	14
Figure 8 : tubulis dentinaires infectés.....	14
Figure 9 : Amélogénèse imparfaite.....	15
Figure 10 : Radiographie per-opératoire maitre cône en place.....	17
Figure 11 : la forme des cavités d'accès des dents supérieures et inférieures.....	17
Figure 12 : Détermination de la longueur du travail.....	18
Figure 13 : les limes k (Kerr).....	19
Figure 14 : préparation canalaire (technique manuelle).....	20
Figure 15 : Représentation schématique d'un laser.....	33
Figure 16 : Influence du mode d'émission sur l'énergie cédée.....	35
Figure 17 : la différence entre la lumière ordinaire et la lumière laser.....	36
Figure 18 : Différentes réactions lors de l'impact d'un faisceau laser sur les tissus cibles.....	37
Figure 19 : Schéma simplifié des différents effets des rayonnements lasers.....	38
Figure 20 : Schéma simplifié de la fluence induite par un rayonnement laser « effet sur les tissus vivants»	
Figure 21 : Restauration d'une carie classe V par le laser diode.....	39
Figure 22 : Ablation d'un fibrome par laser.....	43.
Figure 23 : Traitement des poches parodontales par laser.....	44
Figure 24 : Freinectomie assistée par lumière laser.....	44
Figure 25 : dégagement d'une canine par laser.....	45
Figure 26 : la mise en place de vis de cicatrisation par laser.....	46
Figure 27 : le Nd :YAG Smart-file existe en 6 et 10 W avec écran tactile et accessoires (fabriqué par DEKA et distribué par Praxis instruments).....	49
Figure 28 : Laser Nd :YAP Lobel (ex .Lokki) 1340nm.....	50

Figure 29 : tableau du bord Dt1 : rouge = gencive ; jaune = dentine ; vert = canal.....	51
Figure 30 : Dt2 ancienne version V2 (à gauche) et nouvelle version V3 (à droite).....	51
Figure 31 : Tableau de bord Dt2 nouvelle version : rouge = gencive ; bleu = dentine ; orange = canal.....	52
Figure 32 : Partie supérieure du laser avec coupe-circuit, contact et tablette porte-plateaux.....	52
Figure 33 : les fibres optiques sont facilement interchangeables et adaptables en fonction des diamètres à utiliser.....	53
Figure 34 : La courbure de la fibre optique facilite la mise en place.....	53
Figure 35 : laser diode 7W Wiser avec changement rapide des <i>tips</i> fibrés.....	55
Figure 36 : Présentation du nouveau laser diode 18W (Lambda SpA kaelux).....	56
Figure 37 : Cavité d'accès isolée met en évidence 3 canaux.....	57
Figure 38 : Effet pénétrant avec la fibre placée dans la chambre pulpaire.....	58
Figure 39 : Effet pénétrant avec la fibre placée à mi-racine.....	58
Figure 40 : Fibre laser 300 µm diode en place sous irrigation d'eau oxygéné.....	59
Figure 41 : Décontamination des zones apicales : peroxyde d'hydrogène + laser.....	59
Figure 42 : Assèchement du réseau endocanalair assisté par laser.....	62
Figure 43 : Aspect sec du réseau endocanalair après séchage final assisté par laser.....	62
Figure 44 : Radiographie postopératoire montrant la bonne obturation du delta apical.....	63
Figure 45 : Fibre de 200 µm en place.....	63
Figure 46 : Réchauffement du cône de gutta au laser erbium.....	64
Figure 47 : Effet canon Nd :YAP ou Nd :YAG.....	68
Figure 48 : Effets photomécaniques dans l'hypochlorite.....	69
Figure 49 : Visualisation des ondes acoustiques latérales produites par le laser Er :YAG pulser dans une solution antiseptique.....	70
Figure 50 : cliché initial.....	75
Figure 51 : Trépanation de la 41.....	76
Figure 52 : Instruments endodontiques utilisés.....	76
Figure 53 : Mise en place de la fibre laser.....	77
Figure 54 : Radiographie de contrôle.....	78
Figure 55 : Radiographie à 20 mois postopératoire	78

<u>Figure 56</u> :	Une radio panoramique initial.....	79
<u>Figure 57</u> :	La cavité d'accès isolée met en évidence 3 canaux	79
<u>Figure 58</u> :	Fibre laser diode en place dans une irrigation d'eau oxygéné à 10V.....	80
<u>Figure 59</u> :	Radiographie post opératoire.....	81
<u>Figure 60</u> :	Radiographie préopératoire.....	82
<u>Figure 61</u> :	Fibre laser Nd :YAG en place	83
<u>Figure62</u> :	Maitre cône en place.....	83
<u>Figure 63</u> :	Fibre de 200um en place.....	83
<u>Figure 64</u> :	Radiographie postopératoire agrandie	84

Liste des tableaux

Tableau 1: Variations anatomiques rencontrées dans les racines dentaires

d'après Carrotte (2004).....05

Tableau 2 : Les principaux lasers utilisés en médecine dentaire

et leurs propriétés41

Tableau 3 : Comparaison des paramètres PIPS / LAI.....61

Tableau 4 : Propriétés et application des lasers en endodontie.....65

Tableau 5: Effets prévisibles des lasers en endodontie.....71

Résumé

Le traitement endodontique est un acte généralement redouté par les praticiens car il est considéré comme complexe et aléatoire. Il nécessite une grande rigueur dans le diagnostic et les protocoles appliqués.

Récemment, les applications cliniques des lasers en endodontie fait l'objet de nombreuses publications. Les principaux lasers utilisés en endodontie sont les Nd :YAG ,Er :YAG ,Er,Cr :YSGG ,Nd :YAP et le laser diode .

Nous verrons que la technologie laser trouve un usage aussi bien lors de l'accès à la chambre pulpaire et aux apex, que lors de la préparation chimique (irrigation activée par laser « LAI et PIPS » ainsi que la préparation mécanique et l'obturation des canaux et dans certains cas dans le retraitement et la dépose d'instrument fracturé.

Les lasers apparaissent comme un adjuvant efficace aux techniques standards sans toutefois les remplacer complètement.

Les mots clés

-laser -traitement endodontique -irrigation activée -anatomie endodontique

Abstract

Endodontic treatment is generally feared by practitioners because it is considered complex and random. It requires great rigor in the diagnosis and the protocols applied . Recently the clinical applications of endodontics lasers is the subject of numerous publications. The main lasers used in endodontics are the Nd :YAG ,Er :YAG ,Er,Cr :YSGG ,Nd :YAP and the laser diode .

We will see that the laser technology finds use as well during the access to the pulp chamber and the apices , as during the chemical preparation (irrigation activated by laser « LAI and PIPS » as well as the mechanical preparation and plugging or closing of the channels and in some cases the reprocessing and removal of fractured instruments .

The lasers appear as an adjunct effective to standard techniques but without replacing them completely .

Key words :

-Laser -Endodontic treatment -Activated irrigation -Endodontic anatomy