

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA



No

FACULTÉ DE MÉDECINE DE BLIDA
DÉPARTEMENT DE MÉDECINE DENTAIRE

Mémoire de fin d'étude
Pour l'obtention du
DIPLOME de DOCTEUR EN MÉDECINE DENTAIRE
INTITULÉ

Le laser en parodontologie

Présenté et soutenu publiquement

le 11/07/2016

Par

Ameur Inaam

Bouchachia Chahinez

Hannache Houda

et

Harrane Houyam Bahia

Promoteur : Dr H. Aissaoui

Jury composé de :

Président : Dr S. Boumaiza

Examineur : Dr N. Bouchakor

Année scolaire 2015-2016

Remerciements

*Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance
à notre promotrice, Docteur Aissaoui.*

*Nous la remercions de nous avoir fait l'honneur d'accepter de diriger ce travail.
Nous tenons à lui exprimer, ici, notre gratitude pour nous avoir encadrées, orientées,
aidées et précieusement conseillées. Merci pour votre écoute et votre disponibilité.*

*Nous avons su apprécier la qualité de votre enseignement,
qui fut pour nous des plus enrichissants, durant cette année d'études.*

*Nos remerciements et notre reconnaissance s'adressent également
aux membres de notre jury, Docteur Boumaiza et Docteur Bouchakor.*

*Nous apprécions l'honneur que vous nous faites
en acceptant de faire partie de notre jury de mémoire.*

*Nous vous remercions de votre présence
et de la précieuse évaluation que vous avez bien voulu apporter à notre travail.*

*Nous adressons aussi nos sincères remerciements
à tous nos enseignants, intervenants et toutes les personnes qui,
par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques
nous ont guidées durant notre cursus universitaire.*

*Nous tenons enfin à remercier nos chers parents, nos familles, nos proches
ainsi que toutes les personnes qui nous ont soutenues et encouragées
et qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.*

Sommaire

I. Introduction :	1
II. Rappels :	2
II.1. Définition de la parodontologie :	2
II.2. Le parodonte sain :	3
II.2.1. La gencive :	3
II.2.2. L'os alvéolaire:	4
II.2.3. Le ciment:	5
II.2.4. Le desmodonte :	5
II.3. Les maladies parodontales :	6
III. Classification des maladies parodontales (selon Armitage1999) :	7
IV. Généralités sur le laser :	11
IV.1. Définition du laser :	11
IV.2. Histoire du laser :	11
IV.3. Principes de fonctionnement et propriétés du laser	12
IV.3.1. Principes de fonctionnement :	12
IV.3.2. Propriétés du laser :	16
IV.3.3. Unités de mesures des lasers :	17
IV.3.4. Modes d'émission des lasers :	17
IV.4. Classification des lasers :	18
IV.4.1. Ancienne classification :	18
IV.4.2. Classification depuis 2003 :	19
IV.4.2.1. Lasers chirurgicaux :	22
IV.4.2.2. Lasers froids :	23
IV.5. Effets de l'énergie laser sur les tissus :	24
IV.6. Avantages et inconvénients du traitement laser :	27
IV.7. Précautions à prendre :	28
V. Utilisation du laser :	29
V.1. En médecine générale :	29
V.1.1. En ORL :	29

V.1.2. En ophtalmologie :	30
V.1.3. En dermatologie :	31
V.2. En médecine dentaire :	32
V.2.1. En prothèse :	32
V.2.1.1. Chirurgie pré-prothétique :	32
V.2.1.2. Prothèse fixée :(40)	33
V.2.2. En odontologie conservatrice :	33
V.2.2.1. Prévention de la carie :	33
V.2.2.2. Obturation au composite	34
V.2.2.3. Hypersensibilité dentinaire	35
V.2.2.4. Blanchiment dentaire.....	36
V.2.2.5. Endodontie (préparation canalaire).....	36
V.2.3. En odontologie pédiatrique :	36
V.2.3.1. Prévention.....	36
V.2.3.2. Pulpotomie.....	37
V.2.3.3. Coiffage pulpaire	37
V.2.4. En pathologie bucco dentaire :	37
V.2.4.1. Tumeurs malignes :	37
V.2.4.2. Tumeurs bénignes :	38
V.2.4.3. Autres lésions buccales :	40
V.2.5. En implantologie :	45
V.2.5.1. Définition	45
V.2.5.2. Chirurgie pré-implantaire.....	45
V.2.5.3. Péri-implantites.....	46
V.2.6. En Parodontologie :	47
VI. Apport du laser en parodontologie :	52
VI.1. Traitement parodontal non chirurgical au laser :	52
VI.1.1. Détartrage et surfaçage radiculaire :	52
VI.1.2. Détection du tartre sous gingival résiduel :	54
VI.2. Traitement parodontal chirurgical au laser	55
VI.2.1. Curetage et lambeaux :	55
VI.2.2. Gingivectomie et gingivoplastie :	56
VI.2.2.1. Hyperplasie gingivale d'origine médicamenteuse :	57
VI.2.2.2. Hyperpigmentation mélanique gingivale	58

VI.2.2.3. Epulis :	60
VI.2.3. Chirurgie muco-gingivale :	61
VI.2.3.1. Freinectomie :	61
VI.2.3.2. Recouvrement radiculaire :	64
VI.3. Thérapie photodynamique (TPD) :	68
VII. Étude comparative laser / traitement conventionnel	72
VII.1. Détartrage et surfaçage radiculaire (traitement mécanique) :	72
VII.2. Décontamination bactérienne : (traitement chimique) :	73
VII.3. Efficacité du laser en parodontie	74
VIII. Cas clinique :	76
VIII.1. Assainissement parodontal au laser :	76
VIII.2. Traitement de l'épulis par laser à diode 980 nm	83
VIII.3. Freinectomie assistée par laser en odontologie pédiatrique	86
IX. Conclusion	89
X. Liste des figures	91
XI. Références bibliographiques	95

I. Introduction :

La **parodontite** est une maladie inflammatoire, d'origine **micro-organique infectieuse**. Cette origine a été établie récemment, depuis, toutes les stratégies thérapeutiques ont été développées dans un objectif **antibactérien**, le but étant d'éliminer les facteurs de rétentions du biofilm bactérien, le tartre, et d'instaurer un contrôle de plaque quotidien rigoureux.

L'élimination du tartre et du biofilm sous-gingival se faisait par surfaçage radiculaire au moyen de **curettes manuelles** et donc par pur **effet mécanique**.

Les ultrasons étaient testés et introduits ultérieurement comme alternative au surfaçage manuel. Cela a constitué le début du débridement radiculaire, qui reste **une thérapeutique étiologique mécanique**.

Cependant, les ultrasons n'ont pas remplacé les curettes manuelles qui sont restées des instruments indispensables en pratique clinique parodontale. Effectivement, les praticiens **combinent** souvent le **surfaçage radiculaire manuel et le débridement ultrasonique**.

Le **laser** a été introduit en dentisterie en **1964**. Au début, il a été testé dans le **curetage des lésions carieuses**. Puis, les recherches ont été orientées vers le **débridement /décontamination des surfaces radiculaires** lors de la prise en charge des **parodontites**.

L'idée était de **remplacer le traitement mécanique** des poches (manuel et/ou ultrasonique) par un débridement photonique au laser qui pourrait avoir théoriquement un effet **bactéricide** sur le biofilm sous-gingival.

Au début des années 90, le **laser** a fait son apparition comme **traitement étiologique photonique des parodontites**. Ces dernières années ont vu les indications du laser considérablement augmenter dans le domaine de l'odontologie.

Ces indications, **représentent-elles une alternative efficace aux modalités thérapeutiques conventionnelles en parodontie ? Quelles sont leurs applications cliniques ? Sont-elles vraiment utiles ?**

Ainsi, l'**objectif principal** de ce travail est de **déterminer l'apport du laser dans le traitement des maladies parodontales** par rapport aux méthodes conventionnelles (ultrasons, instruments manuels).

II. Rappels :

II.1. Définition de la parodontologie :

Dans la terminologie médicale, le **parodonte** désigne tout ce qui concerne le **pourtour de la dent**. Du grec « ondonte » qui signifie « la dent » et de « paro » qui veut dire « autour », la parodontologie est la branche de l'odontologie consacrée à l'étude des tissus qui **entourent** la dent et tout ce qui la **soutient**.

La **parodontie** est une branche de la parodontologie qui regroupe tous les soins et traitements tels que les médicaments, chirurgie ou techniques laser, prodigués au parodonte. (51, 52, 53)

Les quatre constituants du parodonte sont :

- La gencive
- L'os alvéolaire
- Le cément
- Le desmodonte

L'odonte : La dent

Email
Dentine
Pulpe ou «nerf»

Gencive
Cément
Ligament ou
«Desmodonte»
Os alvéolaire

Sillon gingivo-dentaire ou «Sulcus»
= Zone d'équilibre instable

Figure 01 : Structure de la dent

II.2. Le parodonte sain :

II.2.1. La gencive :

La gencive est la fibro muqueuse qui recouvre l'os alvéolaire. Elle représente la partie la plus **révélatrice** de l'état parodontal.

La gencive est divisée en **trois parties** :

- **La gencive libre, ou gencive marginale** : c'est une **mince bandelette**, plate, lisse et brillante, d'environ 1 mm de large, comprise entre le bord libre de la gencive et le sillon marginal qui marque le début de la gencive adhérente. La gencive libre sertit la **région cervicale des dents** par la jonction gingivo-dentaire. **Le sillon gingivo-dentaire (S.D.G)** ou sulcus, s'étend sur une profondeur variant de **0,5 à 2 mm**. Le sillon gingival est fermé à sa base par l'**attache épithéliale ou épithélium de jonction** : c'est la jonction ou attache de l'épithélium sur un tissu minéralisé dentaire qui peut être le ciment, l'émail, ou plus rarement la dentine. L'attache épithéliale sépare les tissus du parodonte sous-jacent (conjonctif de la gencive, ciment, os alvéolaire et desmodonte) du milieu buccal septique (salive et flore microbienne).
- **La gencive interdentaire ou gencive papillaire**: c'est une gencive logée dans les espaces interdentaires située sous les points de contacts, elle est composée de deux papilles «une vestibulaire », « linguale ou palatine » séparée par une dépression sous forme de creux appelée **col de la papille**. Dans la région antérieure ces deux papilles se confondent
- **La gencive attachée, ou gencive adhérente**: de hauteur très variable, elle est fermement adhérente au tissu osseux alvéolaire sous-jacent par des fibres collagènes. Elle a un **aspect granité en « peau d'orange »** de couleur rose pâle. **L'absence de gencive attachée signifie une maladie parodontale.**

Les caractéristiques cliniques d'une gencive saine sont :

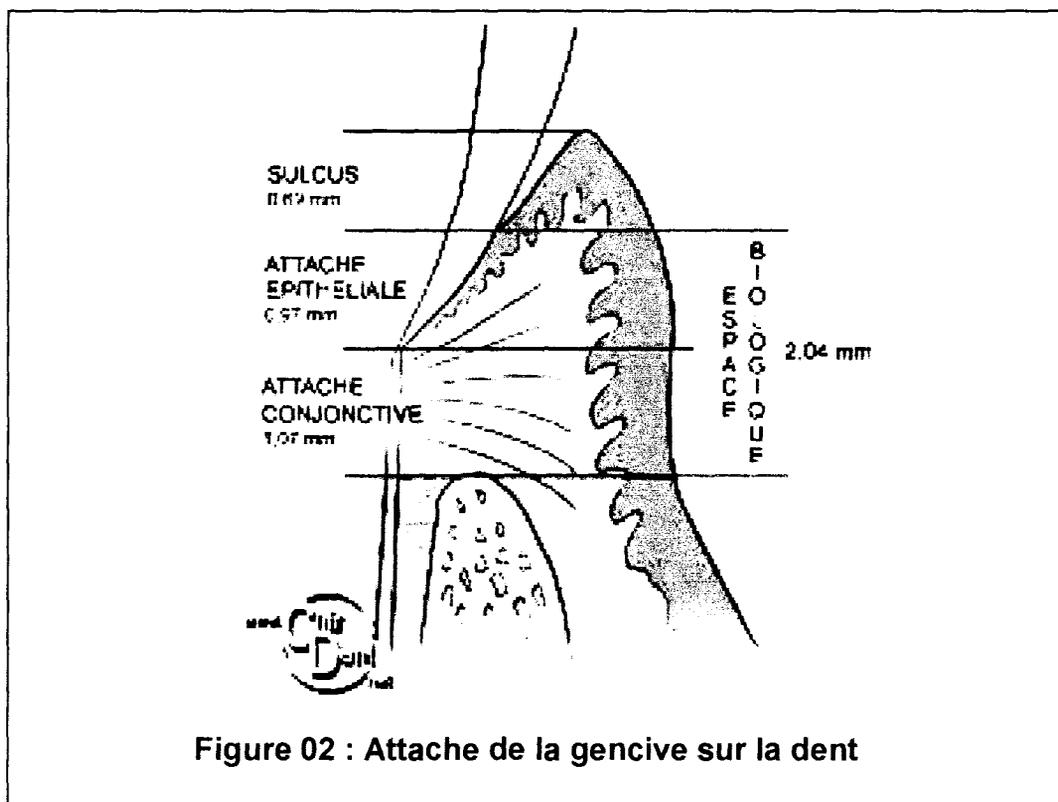
- **Couleur** : la gencive **saine** est de couleur **rose corail** due à la vascularisation,

l'épaisseur et le degré de kératinisation ainsi que la présence de cellules pigmentaires. Pour les personnes de teint clair la couleur est plutôt pâle, tandis que pour les personnes de teint sombre, elle sera foncée.

- **Volume** : il correspond au volume total des éléments cellulaires et intercellulaires et leur réseau vasculaire. Une modification de la taille est un signe de gingivopathie.
- **Forme** : elle varie considérablement ; elle dépende de la forme et de l'alignement des dents, de l'emplacement, de la taille et de la zone de contact proximal.
- **Texture superficielle** : la gencive attachée présente une texture finement lobulée ressemblant à une **peau d'orange**, on parle de **piqueté en peau d'orange**.

Cette texture est due à l'insertion des fibres collagènes au niveau de cette gencive lui permettant de s'insérer solidement au périoste sous-jacent.

- **Consistance** : **ferme et élastique**, fermement attachée à l'os sous-jacent.



II.2.2. L'os alvéolaire:

L'os alvéolaire est le **principal soutien** de l'organe dentaire. Il entoure la racine de la dent qui s'y attache par les fibres desmodontales. L'os alvéolaire naît, vit et meurt avec la dent. Sa crête se situe à environ 2 mm de la jonction émail/cément.

Il est constitué par de l'os compact, interne et externe, bordant l'os spongieux. Le périoste (membrane blanchâtre et fibreuse) recouvre la surface externe de l'os, son rôle est très important car c'est un tissu ostéogène. Une fois l'os alvéolaire disparu il ne reste en place que l'os basal.

II.2.3. Le ciment:

Le **ciment** est considéré comme faisant partie du parodonte. C'est un **tissu minéralisé** (45 % de sels minéraux) qui recouvre toute la surface externe de la dentine radiculaire. Au niveau du collet, il fait suite à l'émail. Il joue un rôle dans la **protection de la dentine** : des phénomènes d'hyperesthésie du collet apparaissent lorsque la dentine n'est plus protégée par le ciment.

Le ciment est un tissu calcifié analogue à l'os. Sous l'effet de stimulations fonctionnelles, il peut, comme l'os, subir des remaniements (résorption, apposition). Le ciment permet l'accrochage du ligament parodontal, de l'os alvéolaire à la racine de la dent. Les fibres desmodontales sont fixées au ciment et à l'os alvéolaire. Le ciment assure donc **l'attache et la fixation de la dent**.

II.2.4. Le desmodonte :

Le **desmodonte** est également appelé ligament parodontal, ligament alvéolo-dentaire ou périodonte. Le desmodonte sert de suspension à la dent.

Les fibres desmodontales assurent la fixation de la dent à l'os alvéolaire. C'est une articulation très peu mobile : amphiarthrose. C'est un tissu conjonctif constitué par tout un réseau de fibres orientées, groupées en faisceaux, qui sont ancrées dans le ciment par une extrémité et dans l'os alvéolaire par l'autre. Le desmodonte comble l'espace existant entre la racine et l'os alvéolaire.

Son rôle majeur est de fixer les dents dans leur alvéole et de supporter les forces auxquelles elles sont soumises pendant la fonction de mastication et les para fonctions.

Le desmodonte est fortement innervé et irrigué par la circulation sanguine, il a un rôle de :

- Nutrition du parodonte (vaisseaux sanguins et lymphatiques),
- Régénération (cellules : fibroblastes),
- Régulation et coordination des mouvements mandibulaires par les terminaisons

nerveuses qu'il abrite (arc réflexe),

- Amortissement des pressions et des chocs entre les arcades dentaires (contrairement à l'implant qui est immobile dans l'os).

II.3. Les maladies parodontales :

Les maladies parodontales, ou parodontopathies, sont la **cause principale des pertes dentaires**. Le nombre de ces affections régresse avec l'établissement d'une **hygiène buccale** correcte.

Ces maladies sont toutes des maladies **inflammatoires**, pour la majorité d'origine infectieuse, provoquées par la plaque bactérienne s'accumulant quotidiennement au niveau des dents. Le tabac est actuellement considéré comme le premier facteur de risque dans le développement des maladies parodontales.

Les signes cliniques sont : **rougeur, œdème, saignement, exsudation, hyperplasie gingivale, ulcération, présence de plaque et de tartre, récessions gingivales, suppuration, halitose, sensibilité et/ou douleurs** en l'absence de caries (au chaud, au froid, au sucre), **mobilité dentaire**.

Une distinction doit être faite entre les gingivites et les parodontites :

- **Les gingivites** : ce terme désigne les atteintes de la gencive limitées aux fibres collagènes supra osseuses.
L'attache épithéliale est saine. Il n'y a **pas de perte d'attache**.
La gingivite est **réversible**.
- **Les parodontites** : ce mot désigne les affections qui ont dépassé les fibres collagènes supra osseuses, avec atteinte osseuse plus ou moins prononcée et présence de **poches parodontales** (approfondissement du sulcus).
Il y a **perte d'attache** épithéliale.
Les parodontites sont souvent précédées par la gingivite.

III. Classification des maladies parodontales (selon Armitage 1999) :

la classification des maladies parodontales telle qu'elle a été proposée par Armitage en 1999.

Cette classification est structurée en huit grandes catégories, numérotées de I à VIII :

- I. Maladies gingivales
- II. Parodontites chroniques
- III. Parodontites agressives
- IV. Parodontites manifestations d'une maladie générale
- V. Parodontites ulcéro-nécrotiques ou Parodontites nécrosantes
- VI. Abscesses parodontal, abscesses gingival, abscesses péri-coronaires
- VII. Parodontites associées à une pathologie endodontique
- VIII. Anomalie buccodentaire acquise ou congénitale en rapport avec les parodontopathies

I. MALADIES GINGIVALES

A. Maladies gingivales induites par la plaque

1. *Gingivite associée à la plaque uniquement*

- a) Sans facteurs locaux
- b) Avec facteurs locaux

2. *Maladies gingivales associées à des facteurs systémiques*

- a) Associées à des modifications endocriniennes
 - 1) Gingivite de la puberté
 - 2) Gingivite associée aux cycles menstruels
 - 3) Gingivite au cours de la grossesse gingivite, granulome pyogénique
 - 4) Gingivites et diabète sucré
- b) Associées à un trouble de la crase sanguine : leucémie, autres troubles

3. *Maladies gingivales et médicaments*

- a) Hypertrophie gingivale induite par les médicaments
- b) Gingivite aggravée par les médicaments : contraceptifs oraux et gingivite, autres médicaments

4. Gingivites et malnutritions

- a) Gingivite et carence en acide ascorbique
- b) Autres

B. Lésions gingivales non induites par la plaque

1. Pathologies gingivales liées à une bactérie spécifique

Neisseria gonorrhoea, Treponema pallidum, Streptocoques

2. Maladies gingivales d'origine virale

- a) Infections à herpes virus gingivostomatite lors de la primo
- b) Infection à herpes virus, herpes buccal récidivant, varicelle - zona
- c) Autres

3. Maladies gingivales d'origine fongique

- a) Infection à candida : candidose gingivale généralisée
- b) Erythème gingival linéaire
- c) Histoplasmosse
- d) Autres

4. Lésions gingivales d'origine génétique

- a) Gingivite au cours des fibromatoses
- b) Autres

5. Gingivites au cours de manifestations générales

- a) Atteintes cutanéomuqueuses
 - 1) Lichen plan
 - 2) Pemphigoïde
 - 3) Pemphigus vulgaire
 - 4) Erythème polymorphe
 - 5) Lupus érythémateux
 - 6) Induites par des médicaments
 - 7) Autres
- b) Réactions allergiques
 - 1) Aux matériaux d'obturations dentaires : mercure nickel acrylique et autres
 - 2) Réactions allergiques attribuées à : pâtes dentifrices, bain de bouche, additif contenu dans les chewing-gums, additifs présents dans les aliments
 - 3) Autres

6. **Lésions traumatiques** (*factices, iatrogènes, accidentelles*)
chimique, physique, thermique
7. **Réactions auto-immunes**
8. **Non spécifiques**

II. PARODONTITES CHRONIQUES

- A. Localisées
- B. Généralisées

III. PARODONTITES AGRESSIVES

- A. Localisées
- B. Généralisées

IV. PARODONTITES MANIFESTATIONS D'UNE MALADIE GÉNÉRALE

- A. Associées à une hémopathie neutropénie acquise, leucémie, autres
- B. Associées à une anomalie génétique

1. *Neutropénie familiale cyclique*
2. *Syndrome de Down*
3. *Syndrome de déficience d'adhésion des leucocytes*
4. *Syndrome de Papillon-Lefèvre*
5. *Syndrome de Chediak-Higashi*
6. *Histiocytose*
7. *Maladie du stockage du glycogène*
8. *Agranulocytose de l'enfant*
9. *Syndrome de Cohen*
10. *Syndrome de Ehlers-Danlos (types IV et VIII)*
11. *Hypophosphatasie*
12. *Autres*

C-Non spécifiées

- ## V. PARODONTITES ULCÉRO-NÉCROTIQUES
- gingivite ulcéro -nécrotique,
parodontite ulcéro-nécrotique

VI. **ABCÈS PARODONTAL, ABCÈS GINGIVAL, ABCÈS PÉRICORONAIRE**

VII. **PARODONTIDES ASSIÉES À UNE PATHOLOGIE ENDOTONTIQUE**
lésions combinées endo-parodontales

VIII. **ANOMALIE BUCCODENTAIRE ACQUISE OU CONGÉNITALE EN RAPPORT AVEC LES PARODONTOPATHIES**

A. Facteurs locaux liés à la dent prédisposant aux gingivites ou aux parodontites induites par la plaque facteur lié à l'anatomie de la dent, obturation et restauration dentaire, fractures des racines, résorptions cervicales et fissures du ciment

B. Malformation muco-gingivale au voisinage des dents

1. Récessions gingivales au niveau des surfaces linguales ou vestibulaires, interproximales
2. Défaut de kératinisation de la gencive
3. Réduction de la profondeur du vestibule
4. Frein aberrant, anomalie de l'insertion musculaire
5. Excès de gencive : pseudo-poche, gencive marginale inconsistante, excès de gencive visible, hypertrophie gingivale
6. Anomalie de la coloration

C. Malformation mucoqingivale et édentation

1. Déficit horizontal ou vertical de la crête alvéolaire
2. Déficit de kératinisation de la gencive
3. Hypertrophie gingivale
4. Frein aberrant, anomalie de l'insertion musculaire
5. Réduction de la profondeur du vestibule
6. Anomalie de la coloration

D. Traumatisme occlusal : occlusal primaire, secondaire ANAES / Service des recommandations et références professionnelles / mai 2002

IV. Généralités sur le laser :

IV.1. Définition du laser :

Le mot **LASER** est l'acronyme de « **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation** », c'est-à-dire « **Amplification de Lumière par Émission Stimulée de Rayonnement** ».

Il s'agit d'un système **optico-électronique** qui produit un rayon lumineux étroit et précis (collimaté), possédant une **longueur d'onde unique**. Ce rayon lumineux concentre une très grande quantité d'énergie, qui, après absorption par les tissus cibles, agit comme un « **bistouri lumineux** ». Le degré d'absorption du faisceau lumineux dépend de la longueur d'onde utilisée.

IV.2. Histoire du laser :

L'histoire du laser est **récente**. En effet c'est en **1900** que **Max Planck** suppose que des **échanges d'énergie** existent entre la **lumière et la matière**, il quantifie ces énergies et établit que l'énergie échangée est inversement proportionnelle à la longueur d'onde émise ou absorbée.

C'est ensuite **Albert Einstein** qui, en **1917** à l'âge de 26 ans, dans son célèbre article « L'éther n'existe pas », introduit pour la première fois l'idée que la lumière est constituée de « **paquets d'énergie** » qu'il nomme « **quanta** » d'énergie et qui seront par la suite appelés **photons** en **1923**.

Il donne alors naissance à cette grande querelle scientifique sur la nature de la lumière, entre la physique de l'optique qui prétend que la lumière est une onde strictement immatérielle ($\lambda=c.T$) et la physique quantique qui, elle, pose l'hypothèse de corpuscules d'énergie qui possèdent une masse ($E=m.c^2$).

Ces batailles n'empêcheront pas le physicien de poser l'hypothèse selon laquelle un atome excité peut émettre un photon d'énergie possédant une longueur d'onde et une direction propre. Il introduira les notions **d'émission stimulée** (ou induite) et **d'amplification de la lumière** que nous détaillerons par la suite.

Ce sont ces bases théoriques qui donneront naissance au concept de **L.A.S.E.R.**, acronyme, comme indiqué ci-dessus, de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. Et c'est dans le sillage de ces nouvelles découvertes scientifiques que la théorie de la physique quantique voit le jour grâce à ses pères, Niels Bohr, Erwin

Schrödinger, Paul Dirac et Louis de Broglie.

S'opposant à la loi de la continuité, la physique quantique établit des bases grâce auxquelles, en **1950**, **Alfred Kastler** fera une découverte décisive : le **pompage optique** ou l'inversion de population qui rend possible la conception du laser.

C'est **Theodore Maiman**, en **1960**, qui conçoit aux États-Unis le **premier laser (laser à rubis)**, événement qui va créer une révolution dans le milieu scientifique de l'époque.

Enfin le prix Nobel de physique est accordé à Nicolay Basov, Aleksandr Prokhorov et Charles Townes pour l'invention du **laser et du maser en 1964**. (52)

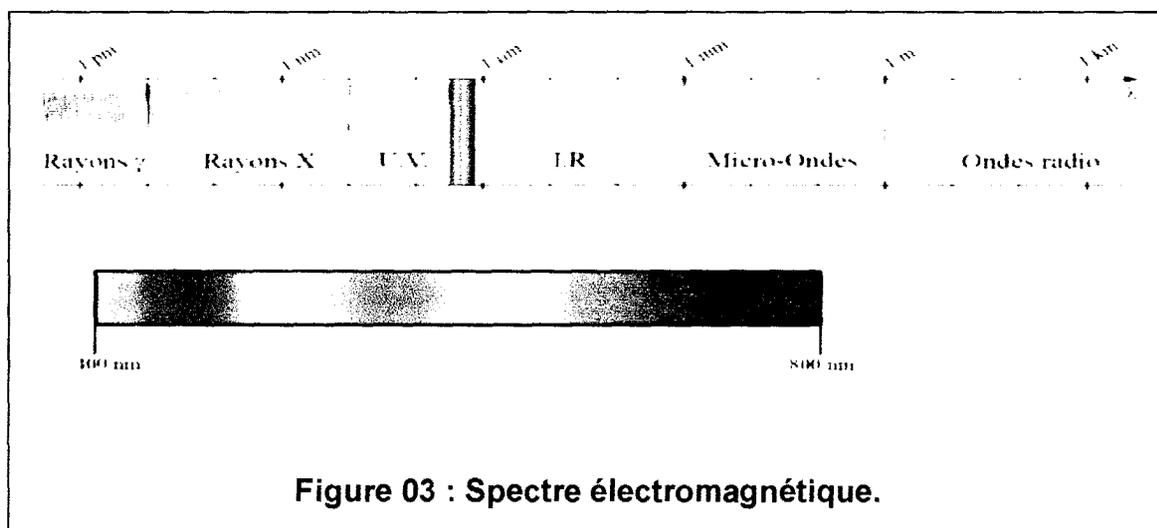
IV.3. Principes de fonctionnement et propriétés du laser

IV.3.1. Principes de fonctionnement :

Bases physiques simplifiées :

La **lumière blanche** que nous percevons est en réalité composée d'une multitude de **différentes lumières** dont les longueurs d'ondes varient **du violet (375nm) au rouge (775nm)**. Il s'agit de la partie **visible** du **spectre électromagnétique**. La partie **invisible** comprend les **rayons gamma**, les **rayons X**, les **ondes radio**... (36, 37,38)

La lumière peut se déplacer sans support, autrement dit elle peut se déplacer dans le vide. En outre, elle se déplace très rapidement et peut traverser les corps solides qui ne l'absorbent pas. La lumière est constituée de particules de grande énergie, les photons, dépendant de leur fréquence. $E = h\nu$ h =constante de Planck= $6,62 \times 10^{-34}$



L'atome est composé d'un **noyau central** et d'**électrons** qui gravitent autour. Les électrons gravitent autour du noyau sur des niveaux d'énergie différents. Plus les électrons sont proches du noyau, plus ils ont une énergie faible.

Cette énergie est négative lorsque l'électron est lié au noyau alors stable. Lorsque l'électron est indépendant, cette énergie est positive ou nulle.

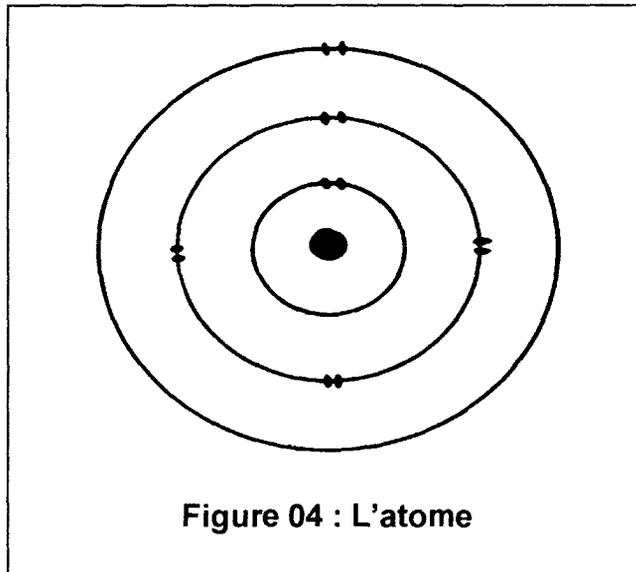


Figure 04 : L'atome

- **L'absorption** : L'atome absorbe un **photon**, et un **électron** passe alors à un niveau **d'énergie supérieur**. L'atome qui était stable devient **excité**.

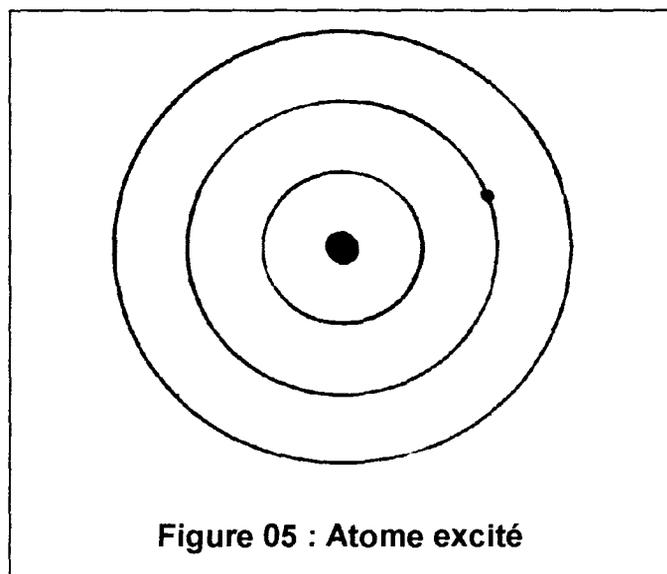
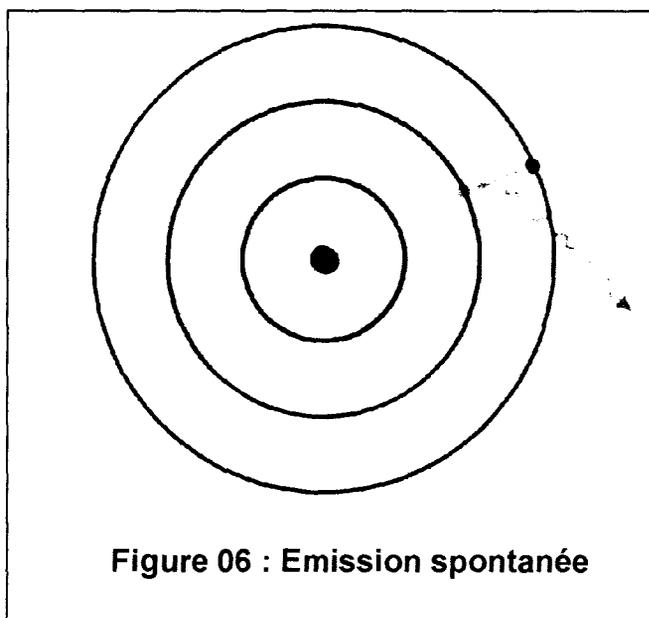


Figure 05 : Atome excité

- **L'émission spontanée** : L'atome est dans un état **excité**. Il se **stabilise** par le **passage d'un électron d'une couche supérieure à une couche inférieure**

(énergie plus faible) et libère ainsi de l'énergie. Ce passage libère un photon, un quanta d'énergie. Ce photon est émis de façon aléatoire dans n'importe quelle direction de l'espace.



- **L'émission stimulée** : À partir d'un atome excité, un photon est émis, et envoyé sur un atome qui passe alors dans un état excité. Le même processus que précédemment s'engage et on obtient deux photons ayant les mêmes caractéristiques (fréquence, direction, phase).

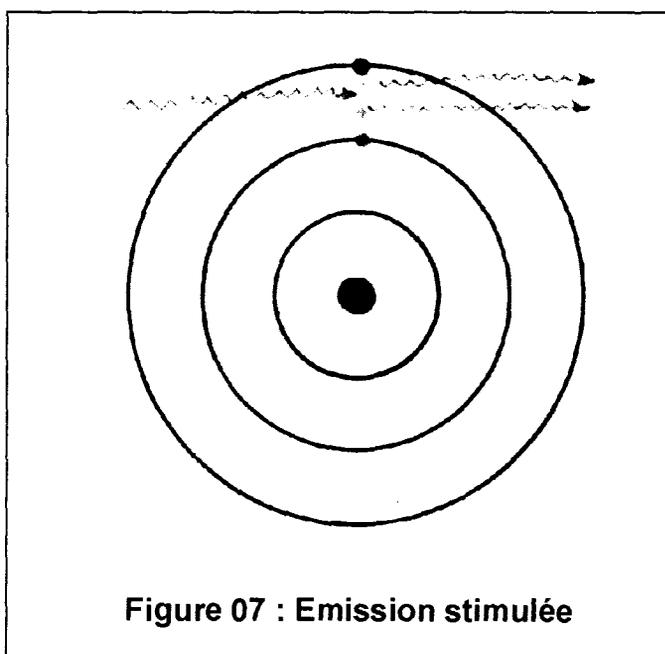




Figure 08 : Schémas représentant la variation du niveau d'énergie lors de l'absorption, émission spontanée et stimulée

Aspect technologique d'un laser :

Un laser se compose de **trois éléments** fondamentaux :

- **un milieu actif** : il peut être liquide, solide ou gaz ;
- **un dispositif de pompage** qui détruit l'équilibre thermodynamique du milieu actif, ce qui provoque l'excitation des atomes ; cette excitation peut se faire par différents moyens : optique, chimique, électronique... Le retour des atomes à l'état d'équilibre est à la base du **rayonnement laser** ;
- **une cavité résonnante** qui contient le milieu actif et le dispositif de pompage.

Principe de réalisation :

On réalise une inversion de population : la source est **excitée** par un phénomène de **pompage** (décharge électrique, flash lumineux...) qui va assurer l'**inversion de population**.

Cela signifie que les **atomes actifs** du milieu **absorbent l'énergie** délivrée par la décharge électrique ou l'éclair lumineux, en portant certains de leurs électrons sur une orbite plus éloignée du noyau. Les atomes dans un état métastable sont très majoritaires par rapport aux atomes stables, et on les désexcite au moment voulu.

Ce cœur actif est situé dans une **cavité résonnante** composée de **deux miroirs concaves**. On envoie un photon dans l'axe du laser et le photon heurte un atome, créant ainsi **deux photons** dans l'axe du laser (ayant la même fréquence, direction et période). Ils atteignent un miroir situé à l'extrémité de la cavité, qui les renvoie vers le centre de la cavité (les miroirs étant concaves). Puis ils heurtent d'autres atomes

excités, désexcitent donc quatre atomes, et ainsi de suite.

La concavité des miroirs limite la divergence des photons et tend à créer un faisceau. L'un des miroirs laisse passer les photons en phase et unidirectionnels. À la sortie on obtient donc un rayonnement énergétiquement et spatialement cohérent.

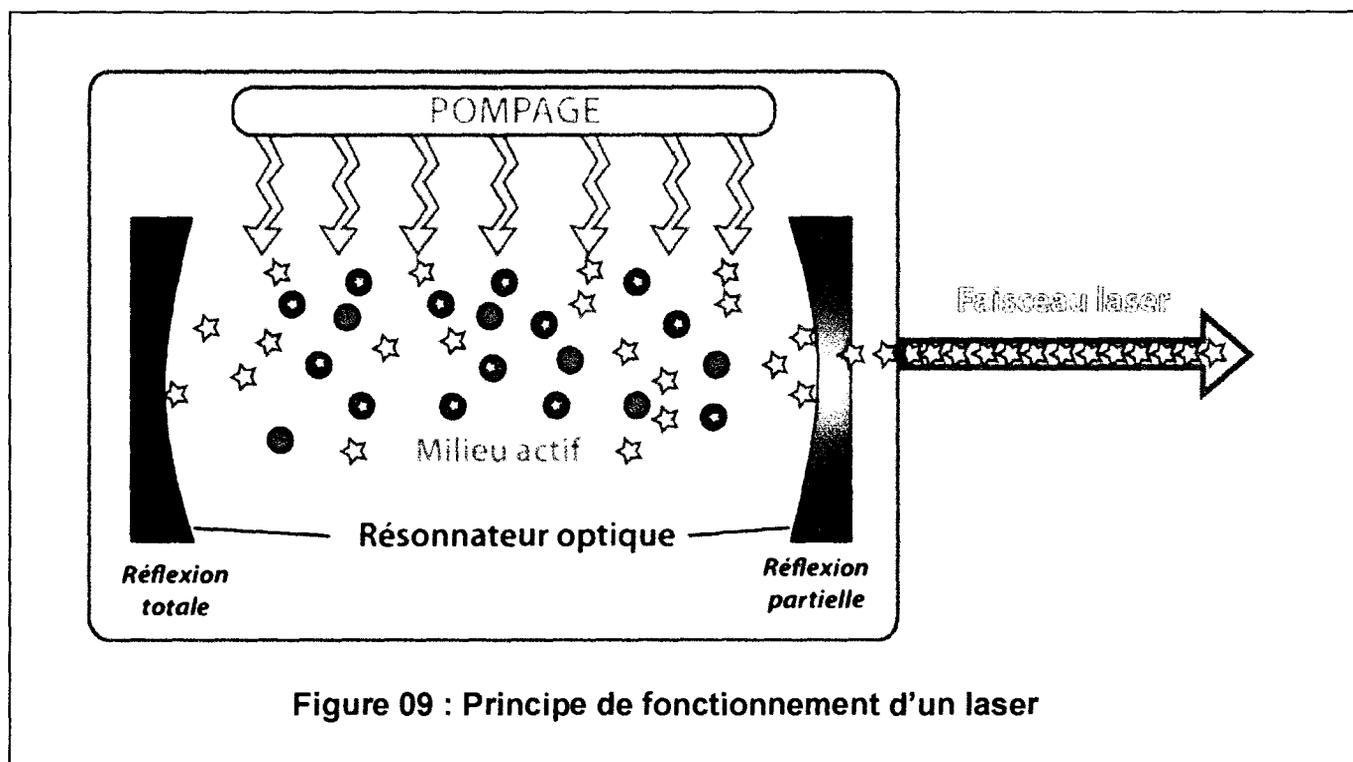


Figure 09 : Principe de fonctionnement d'un laser

IV.3.2. Propriétés du laser :

Les principales propriétés du laser sont (3, 29, 40) :

- **La propagation** : dans un milieu homogène, la lumière se propage en ligne droite. C'est aussi vrai dans le cas de la lumière laser.
- **La monochromatique** : la lumière laser émet une seule longueur d'onde qui est spécifique de son milieu actif.
- **La divergence** : à la différence du soleil qui émet dans toutes les directions la divergence de la lumière du laser est très faible elle est d'environ 3mrd ; cela signifie qu'à un mètre de la source le rayon n'a augmenté que de 0.3mm.
- **L'accordabilité** : on peut dire aujourd'hui que l'on est capable d'émettre sous forme d'un laser n'importe quelle longueur d'onde. Nous avons donc la possibilité de choisir la longueur d'ondes en fonction de l'organe choisi.
- **La cohérence spatiale** : si à chaque instant, la lumière possède une phase

constante tout au long de son front d'onde, on dit qu'elle est **spatialement cohérente**. Cette cohérence est permise par la spécificité de l'émission du laser, à savoir **l'émission stimulée** provoquée dans un milieu actif chargé et au sein d'une **cavité résonnante**.

- **La cohérence temporelle** : si la phase, à un instant donné le long d'un front d'onde en mouvement, est identique à celle que possède l'onde après avoir traversé une distance L en un temps t , quel que soit L , alors le champ est considéré comme complètement cohérent temporellement. Alors que pour une source classique la cohérence est d'environ 1mm pendant lequel les photons peuvent être en phase, dans le cas du laser la cohérence peut atteindre des centaines de centimètres voire de kilomètre.
- **Le transport d'énergie sans contact** : la dernière des propriétés classiques est le transport d'énergie sans contact qui permet donc **d'apporter de l'énergie** en un point particulier **sans risquer d'apporter en même temps les micro-organismes** qui existent sur n'importe quel instrument ou scalpel.

IV.3.3. Unités de mesures des lasers :

Les énergies engendrées par les lasers se mesurent couramment par les unités de mesures suivantes :

- **La puissance** est mesurée en **Watt (W)** ; un Watt est la puissance d'un système énergétique dans lequel est transférée uniformément une énergie de 1 joule pendant 1 seconde ($W=J.s^{-1}$).
- **L'énergie** caractérise le travail produit par un système et qui va produire soit de la lumière soit de la chaleur soit un mouvement. Elle s'exprime en **Joules (J)** : 1 joule correspond à l'exposition à une puissance de 1 watt pendant 1 seconde.
- **La fluence** est la puissance reçue par une surface en 1 seconde (**$W.s.m^2$**) ou encore l'énergie reçue par une surface, on l'exprime en **J/cm^2** .

IV.3.4. Modes d'émission des lasers :

Concernant les modes d'émission des lasers, **deux types principaux** coexistent ; ils dépendent directement du milieu actif utilisé par le laser. Ce sont le **mode impulsionnel** et le **mode continu** :

- Dans le **mode impulsionnel**, l'émission impulsionnelle correspond à des pics de

libération de lumière laser très brefs mais de puissance élevée, appelés **pics de puissance crête**. Cette émission peut être **relaxée** ou **déclenchée** :

- ✓ **Le mode relaxé** est aussi appelé le mode « pulsed » en référence à la langue anglaise; il se caractérise par une succession d'impulsion de 10-7 à 5.10-7s par pulse. La variation de durée du pulse est permise par le système de pompage, par exemple s'il s'agit d'un pompage optique, c'est en modulant la décharge d'une lampe flash que l'on fait varier la durée de l'impulsion. Si les impulsions prennent un rythme régulier, le type d'émission est dit « auto-oscillant ».
 - ✓ **Dans le mode d'impulsion déclenchée**, le pic de puissance crête est considérablement plus élevé et alterne avec un temps de repos ; la durée est de 10-15 (femto seconde) à 10-7s par pulse et la puissance peut atteindre 109 W, soit 1 Gigawatt ! Ce mode d'émission est appelé « impulsion géante » en Français, mais on utilise plus couramment le terme « superpulse » ou mode « Q-switched ».
- **Le mode continu** a pour principe de conserver la puissance du rayonnement constante tout au long du temps de l'émission. Mais en réalité l'émission n'est pas continue à proprement parler ; en effet elle est constituée d'une succession d'impulsions individuellement si longues qu'elles se chevauchent. Elles sont donc intriquées les unes dans les autres dans le temps.
 - Il existe un autre mode d'émission: **le mode « Scan » ou « Scanner »**. C'est un ancillaire disponible sur certains lasers CO2. C'est un **système de balayage** qui permet, lors de traitement de moyennes ou grandes surfaces, de **répartir de manière homogène l'énergie** laser sur le tissu cible. L'usage le plus répandu est le traitement des **angiomes**.

IV.4. Classification des lasers :

IV.4.1. Ancienne classification :

Les lasers étaient classés avant 2003 selon quatre niveaux de dangerosité, du moins dangereux vers le plus dangereux : classe 1, classe 2, classe 3A, classe 3B, classe 4.

Avec la modification de l'usage et des modes d'émissions proposés par les fabricants, l'évolution de cette classification s'est avérée nécessaire. Pour éviter la

confusion, nous ne détaillerons pas cette classification puisqu'elle est aujourd'hui obsolète. (13, 19, 31, 34,35)

IV.4.2. Classification depuis 2003 :

La nouvelle classification propose de décliner les lasers selon **quatre niveaux**, eux-mêmes subdivisés en **deux sous-classes**, sauf pour le dernier niveau, comme suit : **classe 1, classe 1M, classe 2, classe 2M, classe 3R, classe 3B, classe 4.**

- **Classe 1** : Concerne les lasers dont la **longueur d'onde** est comprise **entre 40µm et 400µm** dans le visible (du bleu au rouge).
Précautions à prendre : aucune.
Dangers : aucuns, quelque soit le temps d'exposition ou même l'utilisation d'amplificateurs optiques. Exemple : lecteurs CD.
- **Classe 1M** : Remarque : « **M** » signifie « **Magnifying Instruments** », c'est-à-dire instruments optiques. Ceci pour mettre en garde contre l'utilisation d'instruments optiques lors des procédures utilisant le laser.
Pour les lasers avec des puissances inférieures à 5mW et une fluence de 25W/cm².
Précautions à prendre : lors de l'utilisation de **matériels optiques**.
Dangers : aucuns. Exemple : lasers de mesures.
- **Classe 2** : Ce sont les lasers dont la **longueur d'onde** est comprise **entre 400 et 700 nm** dans le visible. Ces lasers sont sans danger tant que le réflexe de détourner le regard n'est pas affecté ; le réflexe de clignement de l'œil est approximativement de 0,25s. Les lasers concernés sont ceux dont la puissance est inférieure à 1mW.
Précautions à prendre : ne pas rester devant le rayon pendant une durée prolongée ou regarder le rayon avec un appareil d'amplification optique.
Dangers : pour l'œil si exposition supérieure à 0,25s ou utilisation de matériels d'amplifications optiques. Exemples : pointeurs, lasers de visée.
- **Classe 2M** : De la même manière que dans la « classe 1M », cette catégorie concerne les lasers qui présentent un danger pour la rétine lors de leur utilisation avec un matériel d'amplification optique, dans le cadre d'une exposition prolongée mais aussi quand l'exposition est inférieure à 0.25s.

- **Classe 3R** - Remarque : « R » signifie « **Relaxed** », cette nouvelle classe est apparue en 2003 et concerne le nouveau mode existant sur les lasers qui est le mode d'émission laser relaxé.

Les lasers concernés ne doivent pas excéder cinq fois la puissance maximum de sortie des lasers de classes 1 et 2.

Précautions à prendre : entraînement de l'utilisateur, présence d'un LSO (Lasers Safety Officer) c'est-à-dire une personne compétente dans la connaissance des risques liés au laser utilisé (l'équivalent d'une personne radio compétente dans le cadre du danger lié aux radiations ionisantes).

Dangers : pour l'œil mais pas pour la peau, quelque soit le temps d'exposition.
Exemples : lasers de visée, lasers utilisés dans le bâtiment.

- **Classe 3B** : Le danger est présent pour les yeux mais aussi pour la peau dans certaines conditions. Le réflexe de protection des yeux n'est pas suffisant, car même une exposition accidentelle de courte durée peu entraîner une blessure irréversible en cas d'irradiation directe et même si le rayon est réfléchi. Pour la peau l'exposition directe peut provoquer un dommage alors qu'il n'y a pas de risque si le rayon est réfléchi ou rétrodiffusé.

Les lasers concernés sont ceux dont la **puissance est inférieure à 0.5W** (UVA jusqu'au proche infrarouge). Il est à noter que le seuil est bien plus bas en ce qui concerne les UVB et UVC.

Précaution à prendre : lunettes de protection, LSO, expérience de l'utilisateur.

Dangers : yeux, peau en exposition directe. Exemple : lasers de mesures, spots (laser shows and alignement).

- **Classe 4** : Laser pour lequel le **danger est maximal**. Les lasers concernés sont ceux de **puissances supérieures à 0.5W**.

Précautions à prendre : protection de la zone opératoire, LSO, expérience de l'utilisateur, port de lunettes, l'utilisateur doit prendre des précautions quand aux risques d'incendies lors des tirs.

Dangers : yeux, peau, quels que soient les temps d'exposition, danger du rayon réfléchi, danger d'incendies si un objet traverse un rayon laser.

Exemple : lasers médicaux.

Les lasers dentaires utilisés aujourd'hui en dentisterie fonctionnent dans un spectre électromagnétique allant de **l'infrarouge à l'ultraviolet et passant par la lumière visible**.

Les lasers à usage médical peuvent être répertoriés selon la nature du milieu actif (gaz, solide, liquide) ou encore selon leurs applications cliniques et dans ce cas on distingue :

- Les lasers « chauds » à usage chirurgical : CO2, Nd:YAG, Er:YAG et Argon ;
- Les lasers « froids » ou soft lasers d'applications thérapeutiques douces : He-Ne, lasers diodes (à semi-conducteurs): gallium-Arsenide, gallium-aluminium-Arsenide.

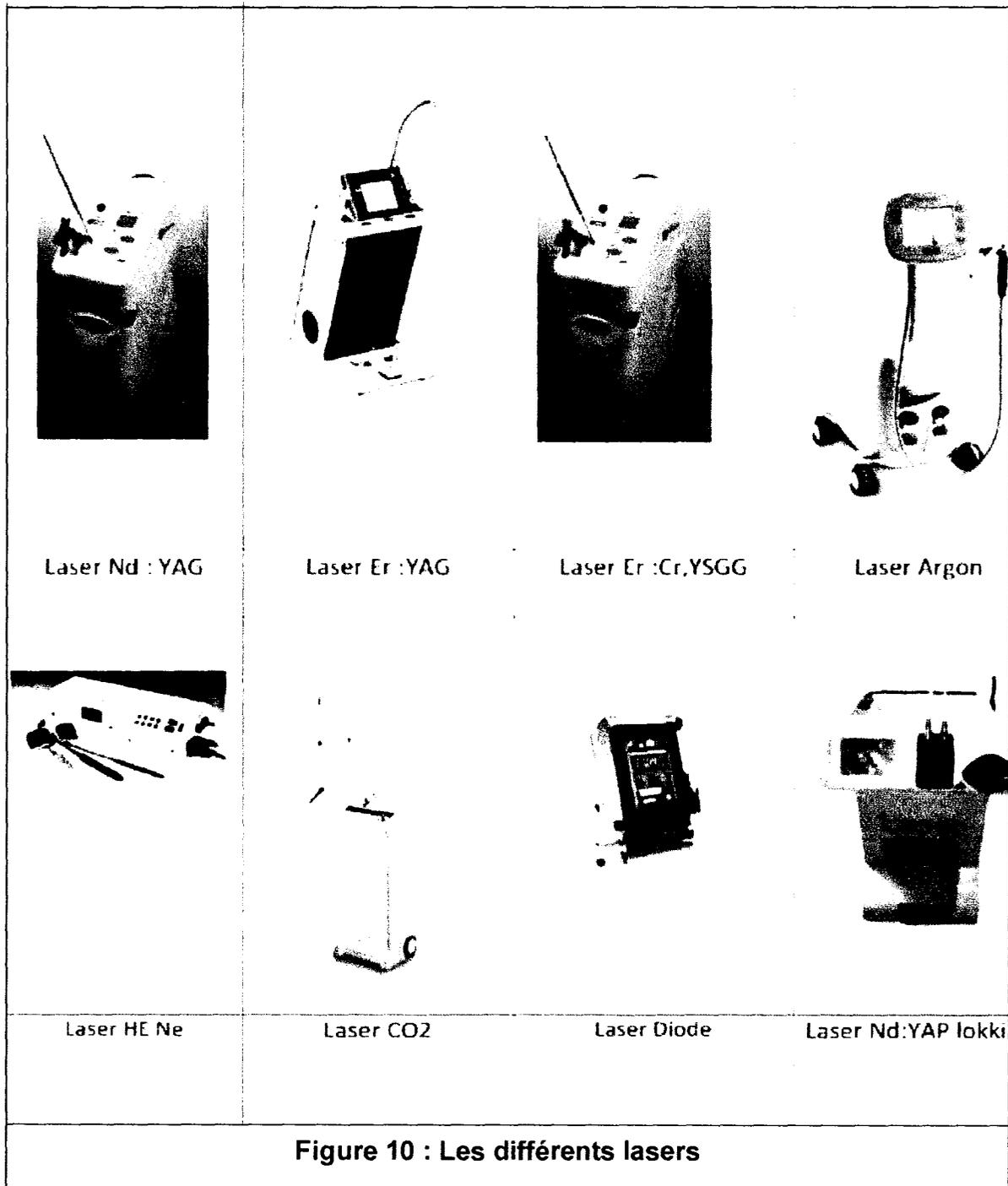


Figure 10 : Les différents lasers

IV.4.2.1. Lasers chirurgicaux :

1. Le laser CO2 :

Il est très **fortement absorbé** au niveau des **tissus riches en eau**. C'est cette propriété qui lui permet une **excellente découpe** par **vaporisation du milieu interstitiel**. Les avantages de la chirurgie au laser CO2 par rapport à la chirurgie classique au bistouri sont l'**hémostase** et l'obtention d'un **champ chirurgical** relativement **sec** d'où une **meilleure visibilité**.

Il est utile pour la **vaporisation** des tissus fibreux et l'**exérèse** des tumeurs en chirurgie. De tous les lasers dentaires, c'est cette longueur d'onde qui est la plus absorbée par l'hydroxyapatite, près de 1000 fois supérieure à celle de l'erbium.

Par conséquent, toute structure dentaire adjacente au site chirurgical doit être protégée du rayon laser incident.

2. Le laser Nd:YAG :

Son énergie est hautement absorbée par la mélanine mais moins absorbée par l'hémoglobine que le laser Argon. Environ 90% de cette énergie est transmise à travers l'eau. C'est pourquoi son rayonnement est très pénétrant. Il doit être par conséquent **utilisé avec précaution**. Les applications dentaires les plus communément réalisées sont les **incisions** et la **coagulation** des tissus mous et le **débridement sulculaire**. (Son rayon pénétrant est utile pour l'hémostase, le traitement d'aphtes, d'ulcères et l'analgésie pulpaire).

3. Le laser Argon :

Il est bien absorbé dans les tissus contenant l'**hémoglobine**, l'**hémosidérine** et la **mélanine**, il possède par conséquent d'excellentes capacités **hémostatiques**.

La faible absorption dans l'émail et la dentine est avantageuse lorsque ce laser est utilisé pour les **incisions** et le **remodelage gingival** car l'interaction est minimale et par conséquent **aucune altération de la surface dentaire** n'est provoquée pendant ces procédures.

4. Les lasers de la famille erbium :

Il existe **deux longueurs d'onde** distinctes qui utilisent l'erbium. Ces deux lasers ont des propriétés similaires. L'erbium, **chromium:YSGG** qui a une longueur d'onde de **2780 nm** et l'**Er:YAG** qui a une longueur d'onde de **2940 nm**.

Ces deux longueurs d'onde sont les plus fortement **absorbées par l'eau** et ont une grande affinité pour l'**hydroxyapatite**. Par conséquent, ces lasers permettent d'obtenir des caractéristiques d'interaction tissulaires permettant de réaliser de bons **traitements conservateurs et canaux**.

4.1. Laser Er:YAG :

Le coefficient d'absorption du laser Er:YAG dans l'eau est dix fois supérieur à celui du laser CO2 et 15,000 à 20,000 fois supérieur à celui du laser Nd:YAG. De ce fait, une faible dégénération tissulaire avec une très fine surface d'interaction survient après irradiation par le laser Er:YAG. L'augmentation de la température est minimale en présence d'irrigation, ce qui rend **la préparation des tissus durs, le traitement de caries et le surfaçage** facilement réalisables avec ce laser sans **aucune carbonisation**.

Il possède des caractéristiques convenables grâce à sa **double capacité d'ablation** des tissus mous et durs oraux. Il est utilisé pour **l'élimination efficace des tissus de granulation** et pour le traitement des **hyperpigmentations gingivales mélaniques**. Ses effets **bactéricides** avec élimination des LPS, sa capacité à éliminer facilement **la plaque et le tartre**, ses effets limités à une couche ultra fine de tissu, la réparation **osseuse** plus rapide après irradiation que le fraisage conventionnel et une capacité efficace pour la maintenance **des implants** sont des atouts qui le placent comme un outil prometteur pour **le traitement parodontal**.

4.2. Laser Er,Cr:YSGG :

Concernant le laser **Er,Cr:YSGG**, l'académie américaine de parodontologie affirme que même s'il a reçu l'agrément de la FDA, **la littérature en faveur de son utilisation n'est pas abondante**. Cette même académie affirme que le laser Er:YAG est la meilleure application en ce qui concerne les tissus durs créant le moins de dommages thermiques et laissant une surface biocompatible pour l'attachement des tissus mous.

IV.4.2.2. Lasers froids :

Par opposition aux lasers chirurgicaux dont le mode d'action essentiellement thermique est clair, **la biostimulation tissulaire** engendrée par les lasers froids est connue depuis MESTER en 1970. Les résultats cliniques obtenus en rhumatologie, dermatologie ou **parodontologie** ont permis de juger l'efficacité de ces lasers dans

les thérapeutiques **anti-inflammatoires, antalgiques et cicatrisantes**.

L'accélération de la **cicatrisation** observée après utilisation de ces lasers serait expliquée par l'**augmentation** de la production de **collagène** par stimulation des **fibroblastes**.

1. Le laser Hélium-Néon :

D'après CHOMETTE et coll., la photostimulation obtenue par ce laser entraîne une **accélération** des phénomènes de **bourgeoisement vasculaire** puis de **réparation fibroblastique**. La **cicatrisation** est ainsi plus précoce et mieux constituée chez les patients traités par le laser Hélium-Néon.

2. Laser diode (lasers semi-conducteurs) :

D'apparition récente dans le domaine médical, ils ont des propriétés similaires à celles des lasers Hélium-Néon (biostimulation et soulagement de la douleur). Ils sont fortement absorbés par **les tissus pigmentés** ce qui leur donne d'excellentes caractéristiques **hémostatiques**. Il est peu absorbé par les tissus dentaires ce qui permet de réaliser des **chirurgies à proximité de l'émail**, de la dentine et du ciment.

IV.5. Effets de l'énergie laser sur les tissus :

Les effets lasers apparaissent lors de l'**absorption** du rayonnement par la matière. (34, 37, 16, 8)

La fraction absorbée de cette énergie électromagnétique est transformée en **énergie** donnant des manifestations pouvant revêtir différentes formes.

La littérature décrit **8 effets principaux** : l'effet **photo-ablatif**, l'effet **thermique de carbonisation**, l'effet **thermique de coagulation**, l'effet **thermique de vasodilatation**, l'effet **mécanique des lasers pulsés**, l'effet **photochimique**, les effets **biostimulants**, et les effets **électromagnétiques**.

- **L'effet photo-ablatif** : plus le seuil d'absorption est élevé, plus le seuil d'ablation apparaît bas. Cet effet varie en fonction de la **longueur d'onde** du laser ainsi que de l'**absorption dans l'eau**.

Techniquement cet effet est possible pour les lasers émettant une longueur d'onde dans l'ultraviolet. Il s'agit d'une photodissociation par destruction des liaisons intermoléculaires.

Cela permet une section des tissus **sans échauffement** et **sans nécrose** de

coagulation. La coupe réalisée sera propre et fine.

Le **laser de référence** pour la **chirurgie des tissus mous** est sans conteste le **laser CO2**.

Les effets photo-ablatifs nécessitent **des puissances assez élevées** avec des temps d'applications courts, espacés par des moments de repos.

- **L'effet thermique de carbonisation** : le laser entraîne un **échauffement** des tissus entre **75 et 85°C**, provoquant ainsi une **déshydratation** des tissus, leur rétractation et une **mort cellulaire irréversible**.
- **Effet thermique de coagulation** : lorsque les tissus subissent un échauffement entre **55 et 70°C**, les protéines sont dénaturées et la viscosité du sang est **augmentée**.
- **L'effet thermique de vasodilatation** : lorsque le laser entraîne un échauffement **inférieur à 50°C**, on obtient une **vasodilatation** qui peut être recherchée sur un site opératoire (après une extraction par exemple). Les effets thermiques se superposent aux autres effets.

Lorsqu'ils ne seront pas désirés, seuls un temps de repos maîtrisé et un déplacement plus ou moins rapide du faisceau permettront de les réduire au maximum.

- **Effets mécaniques des lasers pulsés** : ils ne s'observent qu'avec des lasers produisant des impulsions extrêmement brèves ayant une **puissance de crête élevée**. Il peut être utile lors de l'obturation des deltas apicaux en endodontie.
 - **L'effet cinétique**: c'est la transformation de l'énergie lumineuse en énergie cinétique sous forme d'onde de choc, d'onde élastique, d'infra et d'ultrasons.
 - **L'effet élastique**: c'est la création d'onde de très haute fréquence et la production de photons (ultra-sons et infra-sons).
- **Effets photochimiques** : cette réaction est à l'origine de **l'effet bactéricide** recherché dans le traitement des maladies parodontales. Rey (2000) décrit un protocole adapté, utilisant du peroxyde d'hydrogène. En effet, lorsque les tissus ont une concentration en oxygène supérieur à 2%, le laser déclenche des réactions de **photo-oxydation** puissamment bactéricides.

Ils nécessitent des temps d'applications moyen, de puissance moyenne, par rafales successives, espacées par des temps de repos.

- **Effets biostimulants** : à basse énergie, et de façon athermique, le laser engendre une **prolifération cellulaire** (macrophages, lymphocytes, cellules endothéliales, fibroblastes, kératinocytes) qui, associé à la libération de facteurs de croissances, à l'oxygénation, à la respiration cellulaire ainsi qu'à la synthèse d'adénosine triphosphate, conduit à la transformation du fibroblaste en myofibroblaste et à la synthèse de collagène.
Cette réaction est à l'origine des bienfaits **antalgiques, anti-inflammatoires, et cicatrisants** observés suite à l'utilisation du laser erbium-néon, dans les années 80.
 - **L'effet antalgique** est dû à la **libération d'endorphine** lors de l'irradiation: Benedicentia décrit en 1982, une augmentation de
 - 30 à 40% d'endorphines dans le liquide céphalorachidien, bloquant ainsi la voie de la douleur.
 - **L'action anti-inflammatoire** est due à la **diminution des prostaglandines** et à l'**augmentation** du nombre de **macrophages**.
 - **L'effet restructeur** vient de l'**augmentation** du nombre de **fibroblaste** après irradiation. Le mécanisme subcellulaire mitochondrial, à l'origine de l'augmentation du nombre d'ATP, reste à ce jour inexpliqué, et ce malgré les nombreuses recherches fondamentales effectuées par des physiciens, biologistes et médecins dans le domaine des Low Laser Level.
- **Effets électromagnétiques** : le champ magnétique développé lors de l'irradiation va entrainer des perturbations électriques des milieux traversés.
Chaque laser défini par une longueur d'onde spécifique, va avoir un coefficient d'absorption dans l'eau (principal constituant des tissus biologiques) variable, et donc différents effets au niveau des tissus. L'eau présente un pic d'absorption entre 2900 et 10000nm.
L'absorption dans l'eau est nettement supérieure pour les lasers Er-YAG et les lasers CO2. La pénétration tissulaire de ces rayonnements est très faible, d'où leur grande efficacité de coupe.
Leur pénétration dans l'hémoglobine est faible, mettant ainsi en évidence leur **faible capacité hémostatique**.

IV.6. Avantages et inconvénients du traitement laser :

Avantages du traitement laser (11)

- Efficacité et précision de coupe.
- Effet hémostatique permettant une visibilité peropératoire accrue et une dispense de suture.
- Effet bactéricide.
- Diminution voire disparition de la douleur post- opératoire de l'inflammation.
- Diminution du temps opératoire.
- Réduction des dommages aux tissus adjacents.
- Protection du site opératoire par création d'un coagulum.
- Réduction des infections post-opératoires.
- Réduction de la contraction tissulaires lors de la cicatrisation.
- Biostimulation améliorant la guérison post-opératoire par stimulation de cellules conjonctives.
- Meilleure coopération du patient.

Il est important de noter que cela n'est qu'une compilation et que tous les lasers ne présentent pas ces avantages pour toutes les applications notamment en ce qui concerne la diminution du temps opératoire pour le traitement des tissus durs.

Inconvénients du traitement laser

- **Le coût:** les procédures dentaires au laser sont coûteuses par rapport au coût du traitement traditionnel. Le coût élevé de l'équipement pour les procédures laser se répercute par une augmentation du coût aux patients.
- **Les précautions à prendre:** l'utilisation du laser nécessite le respect de toutes les précautions dans le cas contraire cela peut causer une altération du tissu dentaires voire même du tissu avoisinant.
- Maîtrise de l'appareil.
- Quelques lasers (les anciens modèles sont encombrants).
- Nécessité de mise à jour continue car la technologie est en constante évolution.
- Les lasers n'ont pas éliminé la nécessité d'une anesthésie dans quelques cas.

IV.7. Précautions à prendre :

Vu la grande diversité de longueurs d'onde laser disponible, le praticien devrait en premier lieu déterminer **la finalité clinique** recherchée et ensuite **choisir la technique** (laser ou autre) qui convient le mieux pour l'atteindre. (22, 11)

Pendant l'utilisation du laser, l'opérateur doit être conscient des possibles risques encourus et une attention est demandée pour minimiser ces risques. Des réglages inappropriés de la puissance et de l'énergie durant l'irradiation des surfaces radiculaires constituent un risque majeur.

Le rayon laser peut être **réfléchi** par les **surfaces métalliques** brillantes comme les **écarteurs** ou les **miroirs** ce qui peut causer des **effets non souhaitables** à la rétine et la cornée. **Des lunettes de protection**, spécifiques à la longueur d'onde du laser en utilisation, devraient être portées aussi bien par le praticien que par les assistants. De même, les yeux du patient, sa gorge ainsi que les tissus fragiles situés en dehors du site chirurgical devraient être protégés d'un éventuel impact accidentel par l'utilisation de lunettes de protection et de **gazes ou serviettes humidifiées**.

Aussi lors du travail, il faut laisser **des intervalles** entre l'irradiation afin de diminuer l'augmentation de la température aussi bien en surface qu'au niveau intra-pulpaire.

Enfin la formation de l'équipe médicale est une grande part de sécurité.

V. Utilisation du laser :

V.1. En médecine générale :

L'évolution de l'**utilisation des lasers en médecine** durant les deux dernières décennies a commencé avec les spécialités **d'ophtalmologie, de dermatologie et de chirurgie générale**. La capacité à opérer dans un champ chirurgical partiellement ou totalement **exsangue** les a placés comme une **alternative convenable** au traitement chirurgical traditionnel dans de nombreuses spécialités. Parmi elles, **l'ophtalmologie** est probablement celle qui a le plus bénéficié du **laser**. (21 ,23 ,24)

Les applications thérapeutiques sont nombreuses et s'adressent à pratiquement tous les éléments constituant le globe oculaire.

Le laser permet une plus grande précision du geste chirurgical. Il permet aussi de réaliser de **très fines incisions**, de **cautériser les vaisseaux sanguins**, de favoriser des interventions chirurgicales sans hospitalisation en **minimisant les risques d'infections**.

V.1.1. En ORL :

Les lasers les plus utilisés sont **les lasers CO2 (10600 nm)**. Déjà en 1976 Frèche effectuait les premiers traitements laryngés. **Les lasers Nd:YAG et Nd:YAG doublés en fréquence (KTP)** ainsi que **les lasers diode (940-980 nm)**.

Les indications sont :

- **Microchirurgie laryngée**: la dissection grâce au laser est **exsangue et précise**. Sont traités polypes, nodules, papillomes, angiomes, leucoplasies des cordes vocales, aryténoïdectomies, cordectomies, granulomes, kystes laryngés...
- Pour **les tumeurs malignes**, le laser apporte une alternative à la chirurgie conventionnelle et à la radiothérapie. Il **évite l'œdème** que l'on a lors de la radiothérapie et est **moins invasif** que la microchirurgie conventionnelle lors de sténose laryngée, la plastie des aryténoïdes est réalisée au laser.
- **Gestion chirurgicale de la pathologie amygdalienne**: ouverture des cryptes sous anesthésie locale. Très bonne indication du laser.
- **Ronchopathie et Syndrome d'apnée du sommeil (SAS)**: découpe de la luette et du voile du palais.

- **Otologie et otoneurochirurgie:** dissection fine de structures nerveuses (nerf facial, nerf vestibulo-cochléaire, dissection des osselets lors d'otospongiose...), traitement de tumeurs difficiles (neurinomes de l'acoustique, tumeur de l'angle ponto-cérébelleux...), traitement d'otites externes, microperforations tympaniques....

Les lasers utilisés sont le KTP ou le CO2.

- **Pathologie naso-sinusienne:** sinusite chronique, imperforation choanale, turbinectomie, septoplastie, gestion de certains épistaxis par télangiectasie, granulome, polypose nasale... La chirurgie des cornets nasaux lors de sinusite chronique pour rétablir la filière nasale est à ce jour la plus grosse indication des lasers en chirurgie ORL, effectuée avec le laser Nd:YAG ou le CO2.

V.1.2. En ophtalmologie :

En ophtalmologie, les lasers les plus utilisés sont : **le laser à Argon (60%), le laser au Néodymium (30%),** mais aussi **le laser Krypton, Holmium, diode, colorant et excimère.**

Les indications majeures sont :

- **Le traitement des anomalies rétiniennes :** parmi elles, il y a surtout **la rétinopathie diabétique** (première cause de cécité dans les pays riches), le traitement **des déchirures de la rétine**, les autres **rétinopathies ischémique d'étiologies variées**, par exemple: l'occlusion veineuse rétinienne, la sarcoïdose, la drépanocytose, le LED (lupus érythémateux disséminé), la rétinopathie du nouveau né, les leucémies, les hémoglobinopathies, la rétinopathie postradique....
- **Le glaucome :** **le glaucome** est lié à une anomalie du drainage dans les différents compartiments de l'œil, il en résulte une augmentation de la pression intraoculaire puisque l'humeur aqueuse ne peut pas retourner dans la circulation systémique, du fait d'un blocage du canal de Schlemm. Ceci peut entraîner une atrophie du nerf optique et la cécité.
Le glaucome à angle ouvert: **laser à Argon**
Le glaucome à angle fermé: **laser à Argon ou Nd :YAG**
- **La cataracte et la cataracte secondaire :** la cataracte c'est l'**opacification du cristallin** (sensation de brouillard). Le traitement est l'ablation du cristallin

avec remplacement par un cristallin artificiel.

Malheureusement, il arrive que le cristallin prothétique perde à son tour de sa transparence. Dans ce cas le traitement au **laser** est devenu le traitement de choix en **première intention**.

- **Traitement des anomalies de forme** : en modifiant le rayon de courbure de la cornée on traite les myopes, les hypermétropes, et les astigmatas par la photokératectomie réfractive qui peut permettre d'éviter le port de lunettes ou de lentilles de contact.
- **Autres** : traitement des paupières et annexes, et traitement des angiomes rétiniens.

V.1.3. En dermatologie :

- **Lésions cutanées à composante vasculaire** : ce sont les angiomes dont les angiomes caverneux, stellaires, lymphangiomes, hémangiomes et varicosités des membres inférieurs.
- **Lésions pigmentées et tatouages** : les tâches café-au-lait peuvent être **volatilisées** par **laser à Argon** ou par **laser pulsé à 510nm** grâce aux propriétés **d'absorption** de la mélanine une à trois séances sont nécessaires, sans anesthésie locale, la sensation ressentie par le patient est un léger picotement. Il apparaîtra en post opératoire un discret œdème et un érythème. La mélanose pigmentaire de Dubreuilh, apparaissant chez les personnes âgées au niveau du visage n'est malheureusement pas d'aussi bon pronostic, ayant une forte tendance à récidiver ou à dégénérer en mélanome. Les tatouages plus ou moins difficiles à enlever selon qu'ils ont été faits par un amateur ou un professionnel. En effet le tatouage professionnel à une plus grande profondeur de pénétration il est aussi plus régulier, son exérèse est donc plus difficile.

On peut utiliser différents lasers: **le laser CO2, rubis (Q-switched), KTP (Q-Switched), Laser à colorant (510 nm)**. Il faudra prévenir au préalable le patient qu'il existe un risque de cicatrice résiduel en "**néгатif**".

- **Tumeurs cutanées** :
 - Les tumeurs bénignes :
Ce sont les verrues (traitées par **laser CO2 ou Nd:YAG**),
l'élimination du virus est permise par l'augmentation de température

générée par le faisceau laser.

➤ Les tumeurs malignes :

Si on pratique un examen **extemporané préopératoire**, on peut alors pratiquer **l'exérèse par le laser**, dès que la nature exacte de la tumeur est déterminée.

Il est très important de respecter les règles de sécurité notamment l'utilisation de l'aspiration des fumées spécialement dans le cadre du traitement du sarcome de kaposi qui est associé au syndrome du sida. En effet le virus peut être aéroporté par les fumées de dégagement du laser CO2.

- **La dermabrasion** : aussi appelée « skin resurfacing » ou relissage cutané, elle consiste en l'abrasion des couches superficielles de l'épithélium de l'épiderme au **laser CO2**, cette technique est utilisée pour le traitement des rides du visage, par exemple les ridules périorbitaires et péribucales qui répondent bien au traitement par le laser, à l'inverse les rides d'expressions qui sont la conséquence d'une activité musculaire sont beaucoup plus sujettes à la récurrence.

En résumé :

- ✓ ORL ou maxillo-faciale, c'est essentiellement le **laser CO2** qui est employé dans le but **d'améliorer les résultats des chirurgies** ou encore de **diminuer les effets secondaires** (œdèmes, douleurs postopératoires...) liés à la chirurgie.
- ✓ En ophtalmologie c'est principalement le **laser à Argon** pour sa précision.
- ✓ En dermatologie se fera le traitement des tumeurs de surface avec la technique de la **PDT et la dermabrasion** (tatouages, traitement des rides, angiomes).

V.2. En médecine dentaire :

Le laser occupe de nos jours une place de plus en plus importante dans notre pratique. Cette utilisation va de la simple prévention contre la carie aux chirurgies buccales compliquées.

V.2.1. En prothèse :

V.2.1.1. Chirurgie pré-prothétique :

- **En prothèse conjointe :**

Le laser a été utilisé pour la **recréation d'un profil d'émergence**, l'**élimination d'hyperplasies gingivales** cachant la ligne de finition, l'**élongation coronaire** et la **rétraction gingivale**. L'aspect esthétique d'une zone de pontique peut aussi être amélioré à l'aide de cet outil. (10, 11, 1, 25, 35)

- **En prothèse totale :**

Il permet la résection de **crêtes flottantes** et l'**approfondissement du vestibule** avec dans les deux cas une **cicatrisation** parfaite. Il est aussi utilisé pour la réalisation **des chirurgies pré-prothétiques** (réduction tubérositaire, élimination des toris, élimination des irrégularités des crêtes comme les épines).

Ces indications représentent plus **des indications chirurgicales** que des indications purement prothétiques.

V.2.1.2. Prothèse fixée :(40)

La préparation à des fins **esthétiques** des tissus de soutien de la dent est possible comme pour :

- **Allongement coronaire**
- **Préparation sulculaire**
- **Collage**
-

V.2.2. En odontologie conservatrice :

L'emploi des lasers en odontologie conservatrice concerne: la prévention de la carie, photopolymérisation des résines composites, le mordantage des tissus durs, le traitement de l'hypersensibilité dentaire par occlusion des tubulis dentinaires ouverts et le blanchiment dentaire... (1, 5, 15, 20, 25, 28,40).

Le laser permet le diagnostic (par transillumination) et le traitement des fêlures et des fractures dentaires en faisant fondre du phosphate tricalcique.

V.2.2.1. Prévention de la carie :

- **Détection :**

La détection des caries de sillon, de manière totalement non invasive, encore plus fiable et reproductible est aujourd'hui possible grâce au laser et en particulier grâce

au **DIAGNOdent®**.

- **Fluoration :**

Le but de la fluoration combinée à l'irradiation laser est d'introduire dans la structure des **cristaux d'apatites des fluorures** qui renforceront la résistance à la déminéralisation lors de pH acide (activité bactérienne ou boissons à pH acides...)

Les lasers à l'étude sont :

- **Le laser Argon**
- **Le laser Nd:YAG**
- **Le laser CO2**

- **Scellement des puits et fissures**

Le scellement des puits et fissures n'est possible qu'avec le laser **Erbium (Er :YAG ou Er-Cr :YSGG)**, mais il faut rappeler que même si ces lasers produisent une surface rugueuse ils ne peuvent pas se passer d'un **mordançage** (plus court 15 secondes) avant la mise en place d'un sealant.

V.2.2.2. Obturation au composite

- **Mordançage**

- **Effet sur l'émail :** l'émail est irradié avec une puissance de 180mJ à 15Hz, à une distance de 12 mm et avec un spot de 0.63mm de diamètre **sous spray d'air et d'eau** (pièce à main 2061 du Key3 Kavo)

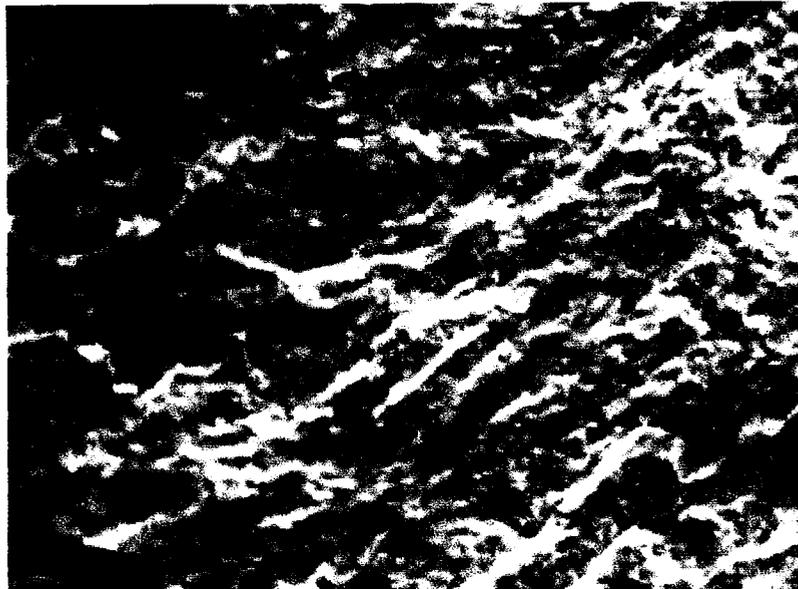


Figure 11 : Aspect de l'émail irradié au laser Er- YAG, vue en microscopie électronique à balayage, grossissement X500, échelle 20µm.

- **Effet sur la dentine** : l'aspect de la surface est **irrégulier**, décrit comme ayant un aspect **microrétentif**, il n'y a pas de trace de carbonisation ou de fusion.

- **Collage :**

À ce jour les études montrent que le collage amélo-dentinaire est équivalent à la préparation à la fraise conventionnelle, malheureusement l'étanchéité à la jonction dent-composite est insuffisante dans le cas de la préparation au laser.

Pour éviter l'infiltration des restaurations par les bactéries au niveau du joint il faut effectuer un mordantage préalable.

- **La photopolymérisation**

Les sources lumineuses communément utilisées pour la photopolymérisation sont les lampes quartztungstène- halogènes et les lampes à Xénon.

Il existe depuis peu des lampes diodes émettant dans le spectre d'absorption de la camphoroquinone (bleu) et ayant les caractéristiques de la lumière laser,

V.2.2.3. Hypersensibilité dentinaire

Le traitement de l'hypersensibilité dentinaire est **symptomatique et étiologique**.

En cas d'échec du traitement ambulatoire, le praticien pourra envisager au fauteuil l'application locale d'agents isolants et désensibilisants non invasifs ou une **désensibilisation par laser**.

L'avantage du laser est de proposer un protocole simple avec des résultats **immédiats et stables dans le temps**. Le laser qui offre le meilleur résultat est le Nd:YAG.

V.2.2.4. Blanchiment dentaire

Le **blanchiment dentaire** est une technique capable de traiter les discolorations. Les molécules généralement utilisées sont le **peroxyde d'hydrogène, le perborate de sodium et le peroxyde de carbamide**.

Le laser permet d'accélérer le traitement en activant le produit de blanchiment mis en place. Cette technique est invasive et est susceptible de causer des **dommages pulpaire**s en particulier, mais aussi risque de provoquer une **hypersensibilité dentinaire** ainsi qu'un **risque carieux** majoré.

V.2.2.5. Endodontie (préparation canalaire)

Le traitement du système canalaire ne peut pas être mener à bien par le laser seul. Néanmoins il peut trouver sa place dans nos protocoles de travail puisqu'aujourd'hui il existe des fibres optiques d'un diamètre suffisamment faible pour être insérer dans un canal.

Grace aux propriétés de **désinfection des lasers**, on peut améliorer encore nos procédures endodontiques Le laser utilisé pour la préparation canalaire est le **laser à Erbium** (Er-YAG ou Er-Cr : YSGG) c'est le seul laser qui peut travailler sur les tissus durs **sans dommages collatéraux**.

V.2.3. En odontologie pédiatrique :

Les avantages du traitement à l'aide du laser chez l'enfant par rapport aux méthodes conventionnelles sont **la réduction du temps de traitement, l'élimination du fraisage** et donc des vibrations, **l'absence d'odeurs, la suppression du facteur peur, la réduction ou l'élimination de l'anesthésie locale et de la pique**.

V.2.3.1. Prévention

(Détailée dans la partie précédente en O.C.E)

V.2.3.2. Pulpotomie

Dans ce cas seul le **laser CO2** a été testé, le protocole utilisé est l'éviction de la carie de manière conventionnelle, l'éviction de la pulpe camérale, **l'hémostase par le laser** à une puissance de 3W puis la pulpe est irradiée à 4W pour enfin être coiffée par un eugénol hydroxyde de zinc classique (type IRM®).

V.2.3.3. Coiffage pulpaire

Les lasers utilisés sont :

- **Laser CO2**
- **Laser Nd:YAG**
- **Laser Er:YAG**

V.2.4. En pathologie bucco dentaire :

Certaines indications de stomatologie se croisent avec notre discipline, nous détaillerons plus loin certains des points évoqués ici. Le principal laser utilisé dans ces indications est le **laser CO2. (24,53)**

V.2.4.1. Tumeurs malignes :

Définition : La tumeur maligne est **cancéreuse**. Le cancer peut prendre naissance dans n'importe laquelle des millions de cellules du corps. La taille et la forme des tumeurs malignes varient. Elles se développent de façon incontrôlée et anormale et peuvent envahir les tissus, vaisseaux sanguins ou vaisseaux lymphatiques voisins.

Les cellules cancéreuses peuvent se détacher de la tumeur et se propager jusqu'à des emplacements éloignés (métastases). La tumeur maligne peut aussi réapparaître (récidive) après avoir été enlevée.

Au laser, le traitement est limité aux tumeurs T1 et T2, bien circonscrites, non infiltrantes, avant ou après irradiation locale, facile d'accès par voie endobuccale, en respectant les critères classique de sécurité carcinologique.

L'avantage du **laser CO2** en chirurgie buccale est qu'il **ne provoque pas de contraction de la langue**, la chirurgie est **exsangue** (meilleure visibilité), la **cicatrisation** est meilleure, il y a **moins d'œdème** et de **douleurs postopératoire**, ce qui n'est pas le cas ni de la lame froide classique, ni du bistouri électrique. Il faudra être très vigilant et surveiller l'éventuelle récurrence.



Figure 12 : Tumeur localisée au palais

V.2.4.2. Tumeurs bénignes :

(Il s'agit de fibromes, papillomes, condylomes, granulomes, lipomes, Naevi, Epulis)

Définition : La tumeur bénigne est **non cancéreuse**. Il arrive rarement qu'elle cause des problèmes graves ou qu'elle mette la vie en danger, sauf si elle apparaît dans un organe vital ou si elle devient très grosse et qu'elle exerce une pression sur des tissus voisins.

La tumeur bénigne a tendance à se développer lentement et à rester au même endroit, sans se propager à d'autres parties du corps.

Une fois enlevée par chirurgie, la tumeur bénigne n'a pas l'habitude de réapparaître (récidive). La tumeur bénigne demeure généralement non cancéreuse, sauf dans de très rares cas.

Au laser : vaporisées ou excisées en totalité (avec marge de tissu sain), **sans suture** et avec **peu de saignements**, l'hémostase pourra être réalisée en défocalisant le rayon. Il faudra pratiquer en mode continu, focalisé et à une puissance de 5 à 10W pour l'excision.

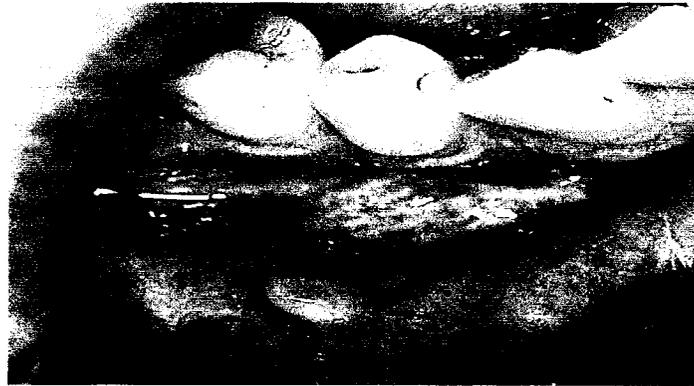


Figure 13 : fibrome

- **Epulis :**

L'épulis a l'aspect d'une masse non douloureuse, exophytique, en forme de framboise, molle ou ferme de taille variable, avec une surface lisse ou lobulée. Elle peut être sessile avec une large base d'implantation, ou peut être retenue par un pédicule et dite alors pédiculée. Elle a une tendance hémorragique spontanée ou après une irritation légère.

Histologiquement, l'épulis se présente sous différentes formes : Epulis inflammatoire, à cellules géantes, fibreux, gravidique, congénital, granulomateux ou fissuratum . La fibromatose gingivale est une pathologie gingivale d'origine génétique caractérisée par une prolifération lente et progressive de la gencive kératinisée, elle affecte les deux sexes.

Cliniquement, la gencive garde une couleur normale et une consistance ferme et n'est ni hémorragique ni douloureuse.

Facile à exciser en mode **superpulse à 10W**, de manière totalement **exsangue et sans carbonisation**. La réépithélialisation débute au quatorzième jour et la cicatrisation est complète à 4 semaines.



Figure 14 :Epulis

V.2.4.3. Autres lésions buccales :

- **Aphtes :**

L'aphte est une lésion superficielle de la muqueuse buccale et de l'oropharynx.

Etymologiquement, « aphte » vient du grec « aptein » : brûlure.

L'aphte se manifeste par une ulcération, symptôme commun à plusieurs formes cliniques que l'on peut classer en 3 groupes : l'aphte buccal « vulgaire », l'aphtose buccale récidivante et les maladies aphteuses ou sa localisation buccale est à associer à d'autres localisations générales, organes ou viscères.

D'étiologie inconnue, plusieurs théories ont pu être avancées. Pour certains, il s'agirait d'un phénomène vasculaire de type microthrombophlébite, pour d'autres les aphtes récidivants seraient liés à des « phénomènes immunologiques humoraux » ou à médiation cellulaire dirigés contre des antigènes streptococciques et de la muqueuse buccale humaine.

Cependant, on peut énumérer des facteurs favorisants connus :

- Sexe : prédominance féminine. Cycle menstruel, grossesse.
- Héritéité : famille à « aphtes buccaux ».
- Stress psychique : troubles psychiques, chocs émotionnels, dépressions.
- Traumatisme : morsure de la muqueuse, blessures, arêtes de poisson, prothèses dentaires.
- Aliments : noix, fraises, épices, certains fromages (gruyère),

crustacés

- Médicaments : aspirine, antibiotiques, psychotropes, antimitotiques
- Virus HIV et immunodépressions
- Infections bactériennes.

Les aphtes sont traités **au laser sans anesthésie locale**.

On utilise les **lasers diodes à une longueur d'onde de 940nm**, en deux à trois passages de 30 à 45 secondes espacées d'une vingtaine de secondes pour laisser le temps au tissu de refroidir. Les mouvements sont à faire de la périphérie de la lésion vers le centre, en vérifiant entre les passages par palpation avec un doigt ganté humide la réduction de la douleur. Les lasers YAG et CO2 peuvent également être utilisés mais ces derniers sont plus onéreux et peuvent être responsable de lésions thermiques au niveau des tissus durs.



Figure 15 : Aphtes

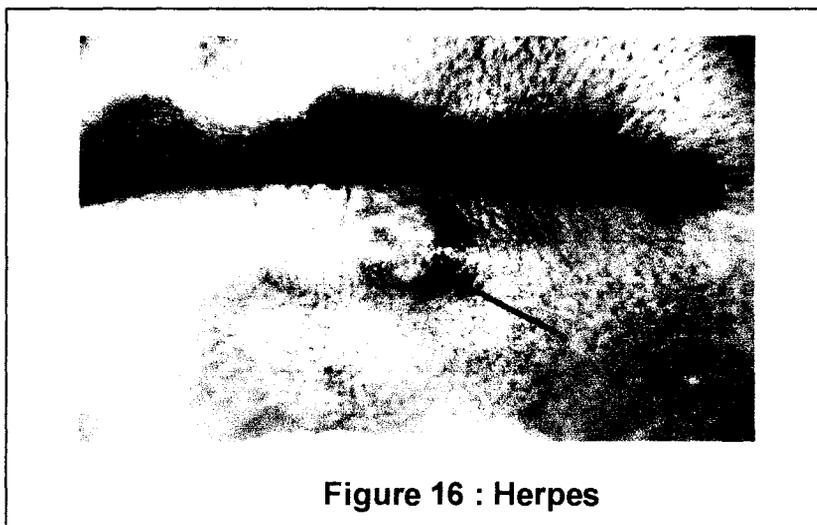
- **Lésions herpétiques :**

L'herpès est provoqué par deux virus proches, les herpès simplex virus 1 et 2 (HSV1 et HSV 2).il est provoqué le plus souvent par HSV1, une fois installé le virus reste en permanence dans l'organisme.

Il reste inactif pendant des phases dites de latence puis, suite à un facteur déclenchant, regagne sa virulence pour provoquer une crise.

Ce virus sournois qui peut se réactiver à n'importe quel moment constitue pour le patient une gêne fonctionnelle et esthétique

De la même manière on peut traiter l'**herpes au laser** mais il faut mettre en place une **bonne aspiration** car les fumées peuvent véhiculer le virus et le risque de contamination aéroportée existe même s'il est faible.



- **Lithiases salivaires :**

Les glandes salivaires peuvent être le siège de différentes affections, de nature infectieuse, lithiasique, tumorale et, immunologique. Il convient d'avoir présent à l'esprit que les infections des glandes salivaires peuvent être en rapport avec une pathologie générale ou bien locale, comme les infections d'origine lithiasique essentiellement.

Après sialographie, et examen classique on détermine la position de la lithiase puis grâce à une tige métallique insérée dans le canal de Wharton on réalise une incision qui va suivre la tige (qui s'arrête au niveau de la lithiase).

Au laser CO₂, la lithiase pourra s'extérioriser spontanément. On travail ici en mode continu à 10W.

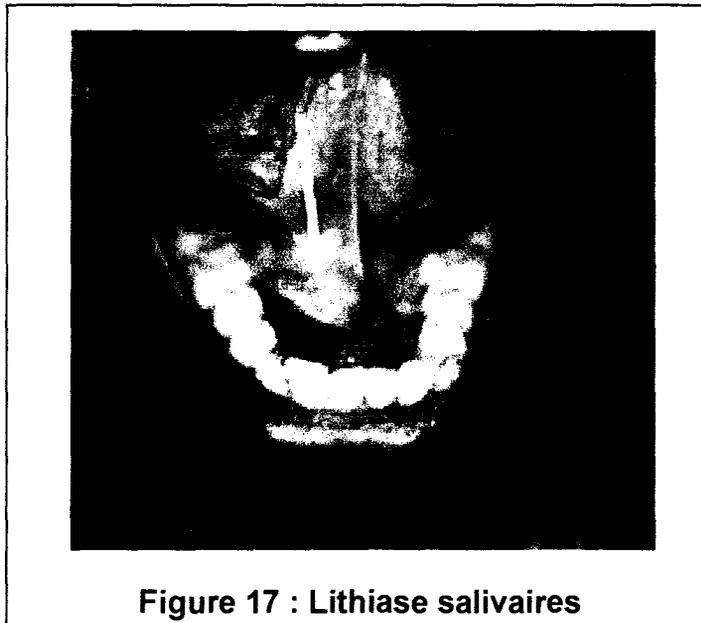


Figure 17 : Lithiase salivaires

- **Mucocèles et pseudo-kystes :**

Le terme de mucocèle définit une rétention de mucus dans une cavité, les mucocèles ou kystes mucoïdes sont des lésions kystiques de la muqueuse buccale, et la muqueuse labiale inférieure est la localisation la plus commune. Elles sont dues à une extravasation ou à une rétention de mucus.

Nous traiteront des mucocèles dans la partie dévolue à la chirurgie dentaire, pour les kystes il faut utiliser le **laser CO2** avec un rayon focalisé pour supprimer la racine du kyste et ensuite en défocalisé pour vaporiser la paroi et la base. La pièce opératoire doit bien sûr être envoyée en anatomopathologie, effectuer une surveillance et rechercher d'éventuelles récives.

- **Hémangiomes, lymphangiomes**

L'angiome est une prolifération fibro-épithéliale de tissu conjonctif, très irrigué, parfois pulsatile au rythme cardiaque. La cause en est mal connue, on pense que c'est une réaction hyperplasique.

Cet angiome est bénin mais le danger réside essentiellement dans la chirurgie d'exérèse, car c'est une tumeur vasculaire qui risque de saigner énormément. L'utilisation du **laser** doit **diminuer** considérablement le **risque hémorragique**. On pense que bon nombre d'hémorragies graves au cours d'extractions dentaires sont dues à des angiomes inclus dans le ligament alvéolo-dentaire (desmodonte), donc impossibles à diagnostiquer au préalable. L'hémostase apporte une plus grande facilité opératoire bien qu'il faille parfois suturer des zones qui restent hémorragiques.

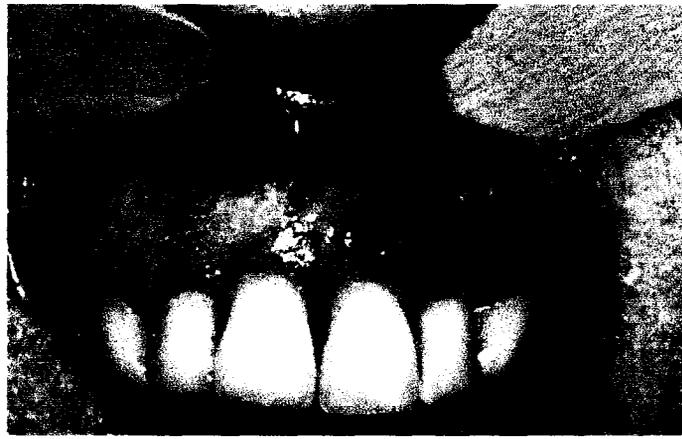


Figure 18 : Hémangiome

- **Lichens plans :**

Le lichen plan buccal est une dermatose inflammatoire bénigne, mais chronique, le plus souvent papuleuse, prurigineuse, et pouvant comporter des localisations cutanéomuqueuses préoccupantes.

Le lichen plan buccal reste d'étiologie incertaine, Il atteint de façon prépondérante les femmes d'âge moyen (quatrième et cinquième décennies). Sa découverte par un médecin dentiste averti permet une prise en charge précoce ou même un dépistage de pathologies générales associées.

Il est admis que le traitement de choix pour le lichen plan buccal symptomatique est l'application topique de corticoïdes, néanmoins, en ce qui concerne les formes réfractaires aux corticoïdes locaux, c'est la vaporisation au **laser CO2** qui est le **traitement de choix** (Van der hem et al. en 2008) et qui **permet la rémission des symptômes douloureux** ressentis par les patients. Il peut être gommé au laser Er:YAG par ablation superficielle.



Figure 19 :Lichan plan

V.2.5. En implantologie :

V.2.5.1. Définition :

L'implantologie dentaire: c'est la **fixation dans l'os d'une racine artificielle en titane** qui, émergeant de la gencive **supportera une dent** (ou élément) prothétique. Cette phase consiste à ouvrir la gencive et à insérer l'implant dans l'os. La gencive est ensuite refermée autour de l'implant laissant dépasser une vis. (49, 44, 32, 30, 6)

Depuis l'introduction et la première utilisation du laser dans les années 1960, un large tableau de longueurs d'ondes d'énergie radiante uniques a été examiné et testés pour la coagulation, la vaporisation et l'ablation des différents tissus durs et mous.

Initialement, les longueurs d'ondes développées pour la dentisterie opérationnelle ont été principalement conçues pour des demandes de tissus mous. Cependant, en raison de la demande croissante d'un remplaçant fiable d'instruments mécaniques il y avait une urgence croissante dans la chirurgie buccale et maxillo-faciale pour le développement des techniques de découpes osseuses élaborées.

Ainsi le laser a trouvé sa place lors de chirurgies pré-implantaires, de greffes osseuses, sinus lift ainsi que la décontamination des surfaces implantaires.

V.2.5.2. Chirurgie pré-implantaire :

La présence d'un volume osseux idéal est un facteur de réussite de l'ostéo-intégration mais aussi un facteur de succès fonctionnel et esthétique dans la réalisation de la prothèse implanto-portée.

Malheureusement nous sommes souvent en présence d'une **perte du volume osseux** consécutive soit à la fonte initiale de l'os de soutien, soit à la perte de l'os alvéolaire suite aux extractions dentaires, et généralement à une addition des ces deux causes.

Dans ce cas, la mise en place des implants est conditionnée à la réussite d'une chirurgie pré implantaire destinée à améliorer le volume et l'anatomie des tissus osseux résiduels initiaux.

Les lasers utilisés dans certains cabinets ont de nombreuses applications dans le domaine de cette chirurgie pré implantaire :

- **Décontamination initiale** des maladies et infections de la cavité bucco – dentaire

- **Décontamination des volumes osseux** résiduels (sites receveurs) en préparation de la chirurgie reconstructrice osseuse
- **Préparation des surfaces osseuses** et particulièrement pour la décorticalisation superficielle destinée à créer des échanges cellulaires entre l'os trabéculaire et les greffons mis en place.
- **Biostimulation postopératoire** pour améliorer la prolifération et la différenciation des cellules mésenchymateuses.
- **Effets ablatifs** sur les tissus osseux ou sur les tissus gingivaux qui pourront être utilisés pour des actions de plastie, de découpe ou de forage et avoir un intérêt dans certains cas particuliers.

V.2.5.3. Péri-implantites :

La péri-implantite est une maladie entraînant une **perte osseuse progressive autour de l'implant**. Les bactéries peuvent pénétrer dans les tissus péri-implantaires et si l'infection n'est pas traitée, la perte osseuse est importante pouvant conduire à un **échec de l'implantation**.

Beaucoup de méthodes thérapeutiques ont été recommandées pour le traitement des lésions osseuses péri-implantaires, mais les faits solides sur la réussite de la prise en charge se font rares.

Au cours des dernières années, on a employé des lasers pour décontaminer les surfaces implantaires, les lasers employés sont le **Nd:Yag**, **CO2** et **Er:Yag**.



I. Défaut infra osseux péri-implantaire profond.



II : Décontamination de la surface implantaire à l'aide du faisceau d'un laser au CO2 défocalisé

Figure 20 : Traitement de la péri-implantite

Résumé :

Les avantages de l'utilisation des lasers en implantologie sont l'obtention d'une bonne **hémostase** permettant une **bonne vision du site chirurgical**, minimum de trauma des tissus environnants, la **réduction de l'infection**.

Puisqu'ils permettent une excellente incision des tissus mous avec un grand effet bactéricide, les lasers sont parmi les outils les plus prometteurs pour le traitement des péri-implantites des douleurs et de l'oedème post-opératoires.

De plus, étant donné le faible saignement, l'empreinte peut être prise immédiatement après le désenfouissement et la réclinaison d'un lambeau n'est pas nécessaire.

V.2.6. En Parodontologie :

Le laser peut être utilisé de 2 façons différentes : soit par mise en place de la **fibre optique dans la poche parodontale** puis émission du rayonnement (mode contact ou à distance) ; soit en injectant au préalable un **agent photosensibilisant** dans la poche parodontale puis émission du rayonnement laser (la photothérapie dynamique qui sera décrite ultérieurement). (8, 10, 37)

- **Le mode contact** : on utilisera une pièce à main qui propose un prolongement après la fibre et qui sera mis en contact avec la cible mais il faudra reculer ensuite l'instrument au moment des tirs. C'est donc un travail avec un pseudo contact. Le travail se fait impérativement **sous spray d'air et d'eau**.
- **Le travail à distance** : il se fait à l'aide d'une pièce à main miroir dont le faisceau est convergent, ceci permet de focaliser ou défocaliser le tir en fonction de la distance de travail (1cm en moyenne) et ainsi moduler l'efficacité d'ablation (plus on défocalise et plus la surface du tir augmente pour la même énergie délivrée, diminuant ainsi l'efficacité de l'ablation).
- **Exemple du mode d'emploi de quelques lasers en parodontologie :**
 - **Laser diode (810 e 980nm) et KTP :**

Le protocole proposé par l'équipe Niçoise pour le laser KTP est le suivant : utilisation d'une fibre optique de 200µm de diamètre, l'énergie de sortie est de 0.6W en mode pulsé (10ms de tir pour 50ms de temps de repos) la fluence est de 19J/cm².

La fibre est insérée dans la poche, puis la salve de tirs est déclenchée pendant une période d'au moins 30s pour chaque site traité, les tirs sont effectués avec un mouvement de va et vient vertical.

➤ **Laser à Erbium :**

Les lasers Er-YAG ou Er-Cr :YSGG peuvent être utilisés en mode pulsé dans cette indication. Voici l'exemple du **laser Key 3 (Kavo)**, il présente des embouts tips dévolus à cette indication, ce sont des embouts en forme de burins, mis en place sur la pièce à main 2061.



Figure 21 : Insert paro key3 Kavo de droite à gauche ; noir (tip fin), vert (tip large), bleu mêmes caractéristiques que le tip vert mais laisse passer plus de lumière que le vert.

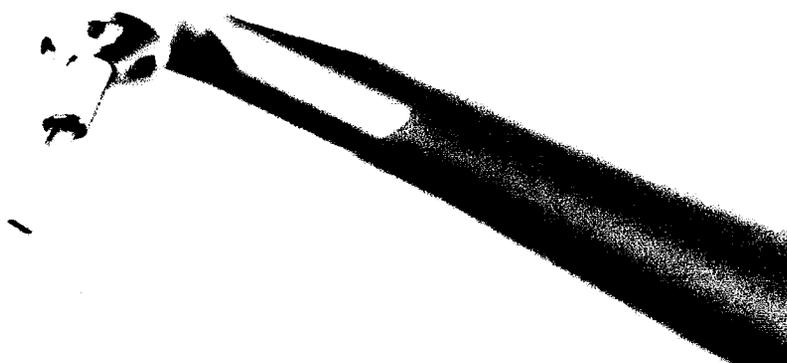


Figure 22 : PAM 2061 Kavo avec embout tip burin large.

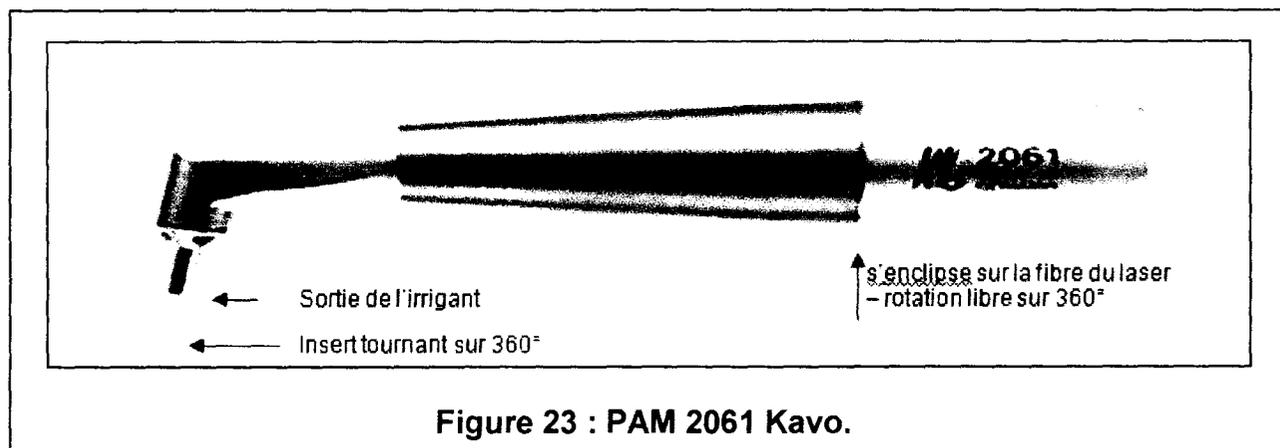


Figure 23 : PAM 2061 Kavo.

La particularité de ce laser est de posséder un système de **Feedback** qui est en fait un **laser diode** émettant à 655nm (lumière visible: rouge) qui va être absorbée par la **protoporphyrine** puis réémise sous forme d'un rayonnement de fluorescence de longueur d'onde différente, elle sera alors **détectée** et un signal sonore informera l'opérateur de la présence de débris issus de l'activité bactérienne (notamment présents dans le tartre).

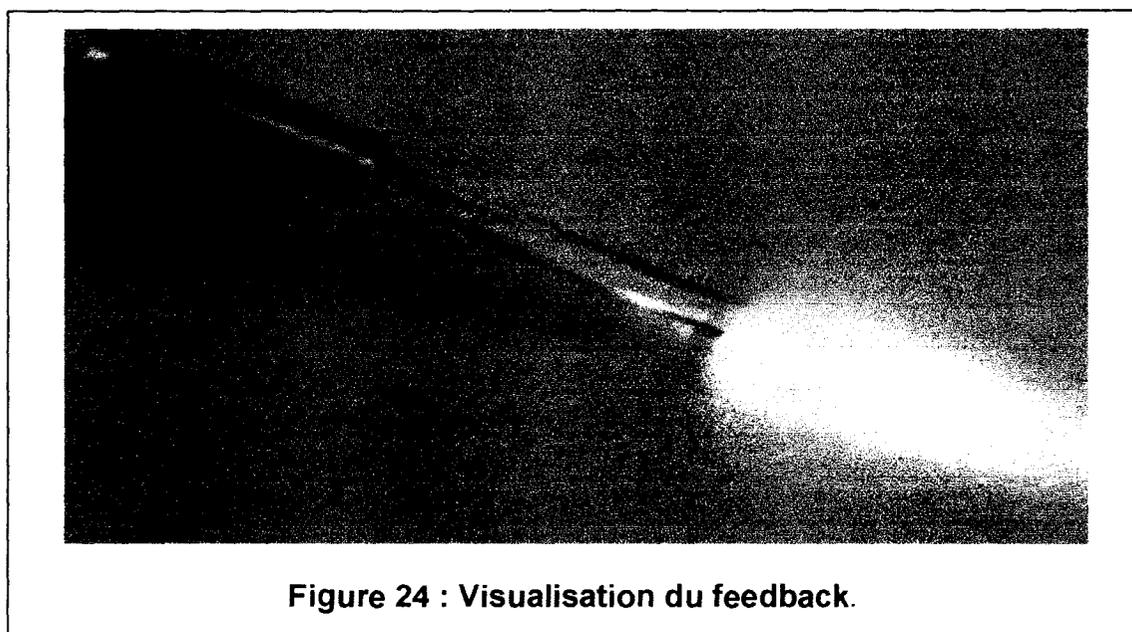


Figure 24 : Visualisation du feedback.

Protocole :

- ✓ Matériel : PAM 206 – tip bleu / vert / noir en fonction de l'accès.
- ✓ Paramètres : lorsque le diagnostic a été posé, que le contrôle de plaque a été enseigné au patient et que le détartrage de première intention a été effectué on peut alors commencer le traitement au laser.

- ✓ Le réglage est le même quel que soit l'embout tip, en fait le choix de l'embout se fait en fonction de l'accessibilité du site à traiter. Il faut positionner le tip avec une angulation de 10° sur la surface radiculaire. Pas d'action mécanique (ne pas gratter) faire des **mouvements de pompage, verticaux, pas de mouvements latéraux.**
- ✓ S'assurer que le tip est toujours **propre** en vérifiant qu'il n'y a **aucun signal sonore**. Enfin pour les zones de **furcation**, il faut dans un premier temps **décontaminer** le site avec une fibre et de l'eau oxygénée, sinon utiliser un insert courbe ultrasonore.

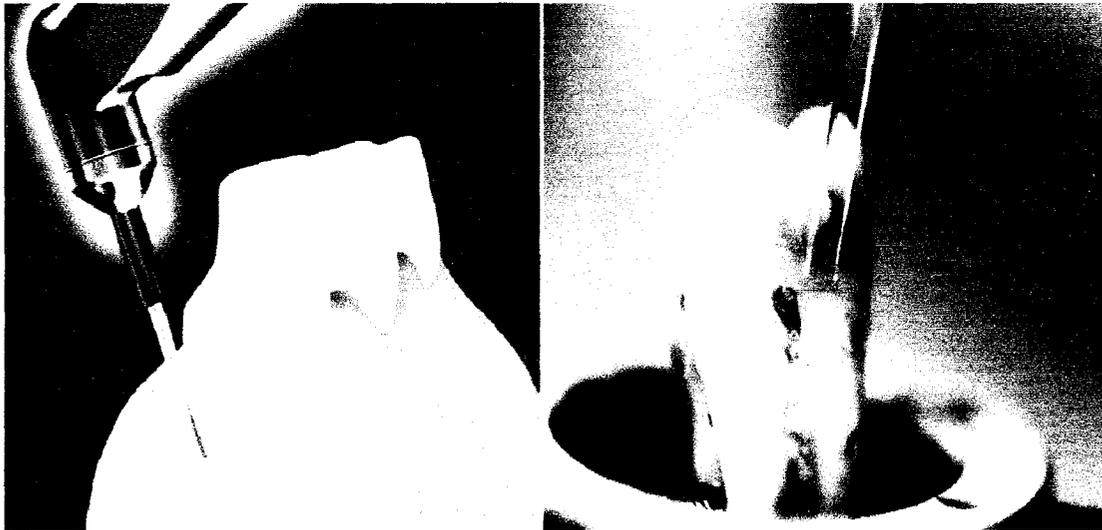


Figure 25 : Illustration du protocole de traitement parodontale au laser (PAM 2061 Kavo).

✓ **Laser au Néodymium :**

Les lasers Nd:YAG (1064nm) ou Nd:YAP (1340nm) peuvent être utilisés en mode pulsé. Prenons l'exemple du laser LOKKI (Nd: YAP), Il utilise la conduction par fibre optique dénudable, il possède trois niveaux d'énergie 300mJ réservé à la chirurgie des tissus mous, 200mJ pour le traitement parodontal et 170mJ pour la **désinfection canalaire et le retraitement endodontique.**

Chacun de ces niveaux d'énergie peut varier sur trois fréquences ; 5, 10, et 30Hz (durée du tir 150µs). Ici la fibre utilisée est de **320µm** de diamètre.

Les tirs doivent avoir lieu dans un bain d'eau oxygénée.

L'avantage de la fibre optique en **parodontologie** sera **l'accès facilité aux furcations, l'inconvénient est l'absence de « feedback ».**

Quelques précautions à prendre en parodontologie:

- Pour obtenir un traitement parodontal réussi sans dommages pour les tissus environnants, **la puissance, l'énergie, la densité d'énergie, la fréquence et le temps d'irradiation** doivent être correctement réglés. Des protocoles inappropriés peuvent retarder la cicatrisation et induire des douleurs par carbonisation de la gencive, de l'os et du périoste sous-jacent. Cependant, davantage d'études doivent être menées afin de trouver la puissance optimale pour une irradiation en toute sécurité, sans effets nuisibles pour la surface radiculaire ou les tissus environnants
- Un autre risque est l'**augmentation** excessive de la **température**. Ceci peut avoir pour conséquence des dommages indésirables sur **la pulpe et la surface radiculaire**. L'augmentation de la température de quelques degrés est inévitable durant le détartrage à l'aide du laser.
L'utilisation **d'eau** comme **moyen de refroidissement** durant l'utilisation de ce dernier permet d'éviter l'échauffement des tissus irradiés. Cependant, cela est difficile à accomplir dans les poches parodontales profondes.
De plus, l'utilisation d'un système de refroidissement de surface sous forme de **spray d'air et d'eau** permet de prévenir l'accumulation de **carbonisation** et d'éliminer les composants toxiques générés durant l'exposition au laser.
- Une utilisation convenable requiert l'**élimination du tissu carbonisé** accumulé durant la chirurgie afin de rétablir une surface humide nécessaire pour l'absorption de l'énergie laser. Certains auteurs recommandent un **traitement mécanique additionnel** permettant d'éliminer la couche superficielle altérée afin de renforcer **la cicatrisation parodontale**.
- Afin de minimiser la perte de tissus non souhaitable, il est recommandé d'utiliser un **système de détection du tartre par fluorescence induite**. Ce dernier a été mis au point et évalué dans le but d'arrêter le DSR quand la totalité du tartre a été sélectivement éliminée par le laser. De cette manière l'élimination de tissus sains est minimisée.

VI. Apport du laser en parodontologie :

VI.1. Traitement parodontal non chirurgical au laser :

VI.1.1. Détartrage et surfaçage radiculaire :

L'objectif du débridement sous gingival est non seulement d'éliminer la **plaque bactérienne** adhérente et libre, mais aussi **les dépôts de tartre**.

À cet égard, les instruments manuels conventionnels ont été jugés insuffisants et nécessitent un temps de travail long. (14, 19, 42, 46, 47, 48)

Dans le but d'améliorer l'efficacité de débridement de la **surface radiculaire**, divers outils ont été utilisés comme les **détartreurs soniques et ultrasoniques**.

Cependant, l'anatomie radiculaire rend difficile l'obtention d'une surface radiculaire biologiquement compatible.

Les régions **inter-proximales**, **les furcations**, **la jonction amélo-cémentaire** et les dents **pluri-radiculées** sont les régions qui contiennent le plus de plaque et de tartres résiduels après le traitement. Considérant ces difficultés pour réaliser un traitement parodontal réussi, différents types de lasers ont été proposés pour le traitement parodontal non chirurgical comme alternative ou complément au DSR mécanique.

Le **laser** est de grande valeur en parodontie, en procurant **l'aisance d'atteindre les régions d'accès difficiles** par rapport à l'instrumentation traditionnelle, avec **moins de dommage** en obtenant un **environnement stérilisé**.

Il existe trois critères principaux pour l'utilisation d'un laser en parodontie : il doit avoir un **effet bactéricide**, **facile à introduire** au niveau de la **poche parodontale** et **ne doit pas altérer la surface radiculaire** de cette dernière.

- Cependant, malgré la tendance actuelle à suggérer les lasers comme une alternative convenable à l'instrumentation radiculaire conventionnelle, plusieurs études préviennent qu'une attention doit être observée et ce à cause de possibles altérations irréparables après utilisation des lasers.
- Plusieurs publications évaluant les altérations sur les tissus durs ont confirmé l'effet négatif des lasers Nd:YAG et CO2 quand ils ont été utilisés directement ou indirectement au niveau de la surface radiculaire. En effet, la carbonisation produite lors de l'élimination des tissus durs au laser inhibe l'attachement des fibroblastes et retarde de la cicatrisation.

- En plus de l'élimination du **tartre sous gingival**, les couches superficielles de ciment contaminé peuvent être éliminées à l'aide du laser Er:YAG.
L'utilisation du laser Er:YAG stimulerait la prolifération des fibroblastes gingivaux et leurs sécrétions ce qui améliore la **cicatrisation**.
- L'irradiation au laser Er:YAG possède des **effets bactéricides** avec réduction des lipopolysaccharides, une grande capacité **d'élimination de plaque** et de tartre avec un effet limité à une très fine couche de la surface.
Aoki et coll. ont démontré l'efficacité de ce laser (30 mJ/pulsation) à éliminer le tartre sous gingival sous irrigation d'eau et ont suggéré que ce laser pouvait être appliqué cliniquement pour le détartrage sous gingival.
- **Le laser Er:YAG** est le meilleur pour l'application sur les **tissus durs**. Il provoque le moins de dommages thermiques et laisse une surface biocompatible pour l'attachement des tissus mous. En effet, il est capable d'éliminer les lipopolysaccharides de la surface radiculaire, facilite l'élimination de la «smear layer» après surfaçage radiculaire, élimine le tartre et le ciment et permet d'obtenir une **surface similaire à une surface mordancée à l'acide**. Il n'y avait **pas de fusion ni de carbonisation** comme dans le cas des lasers Nd:YAG et CO₂.
- Cependant, **aucun avantage** comparé au surfaçage radiculaire n'a été établi.
- Il représente potentiellement **un outil auxiliaire important** en parodontie pour le conditionnement des surfaces radiculaires exposées à une maladie parodontale.



Figure 26 : Application du laser Er:YAG au niveau d'une poche parodontale

VI.1.2. Détection du tartre sous gingival résiduel :

Plusieurs raisons ont été avancées pour expliquer la faible fiabilité des méthodes traditionnelles de détection du tartre résiduel : (22, 31, 36)

- La nécessité d'explorer **toute la surface radiculaire**,
- **L'accès difficile**,
- **La morphologie radiculaire difficile** et la possibilité de confondre le ciment avec le tartre.

La principale source d'échec en thérapeutique parodontale est **la persistance de tartre** après DSR. La distinction entre l'existence de tartre et les aberrations morphologiques de la surface radiculaire est difficile voire impossible. Par conséquent, une technique de détection objective du tartre sous-gingival est nécessaire. Dans ce contexte, un nouveau système de détection utilisant **une sonde optique LED** a été conçu de manière à avoir une grande sensibilité et spécificité pour la détection du tartre lors de la thérapeutique parodontale **non chirurgicale**.



Figure 27 : Débridement d'une poche parodontale à l'aide d'un laser Er:YAG (la couleur rouge provient du système de détection de tartre par fluorescence induite).

La fluorescence serait en rapport avec des **produits bactériens** (comme la porphyrine qui est synthétisée et libérée par les bactéries parodontopathogènes) contenus dans le tartre. Cependant la fluorescence peut être induite par **les caries**

ce qui peut induire en erreur. Une étude in vitro a montré que la détection de **tartre sous-gingival** à l'aide d'un **laser diode** est meilleure par rapport à une sonde exploratrice.

Cependant, ceci est valable pour les dents pluri-radiculées mais pas pour les monoradiculées (car l'accès est aisé dans le dernier cas). La combinaison de ce système de détection avec un laser thérapeutique a permis d'automatiser le détartrage dentaire et péri-implantaire.

VI.2. Traitement parodontal chirurgical au laser :

VI.2.1. Curetage et lambeaux :

L'avènement du **curetage au laser** permet de réduire potentiellement le nombre de patients pour lesquels la chirurgie est la seule option si leur cas n'est pas résolu par les moyens non chirurgicaux conventionnels. De plus cette procédure est **moins invasive que la chirurgie à lambeaux**. (4).

Sasaki et coll. ont suggéré que le tissu de granulation pouvait être éliminé par le **laser Er:YAG** durant la chirurgie parodontale à lambeaux. Bien qu'il puisse être un outil prometteur pour l'élimination des **tissus de granulation des poches parodontales**, plus de recherches sont nécessaires pour démontrer l'efficacité de l'élimination des tissus de granulation sans endommager thermiquement les tissus environnants notamment l'os alvéolaire et les surfaces radiculaires.

Le retard d'épithélialisation après la chirurgie au laser est recherchée, particulièrement si le laser est combiné à une technique de régénération tissulaire guidée à travers une exclusion épithéliale. Cette technique est moins contraignante et plus efficace que les autres techniques connues de retardement épithélial. La meilleure technique pour la régénération parodontale serait une technique utilisant deux longueurs d'onde :

- **Le laser Er:YAG** pour **débrider, nettoyer et stériliser** le site chirurgical et **préparer la surface radiculaire** à l'adhésion des fibroblastes. Puis, le **laser CO2** pour **éliminer l'épithélium** ce qui permet aux fibroblastes d'adhérer et de proliférer en créant une nouvelle attache.
- **Le laser ErYag** peut être utilisé lors de chirurgie parodontale à lambeau pour **éliminer le tissu de granulation**, et **surfacier la racine sous spray**.

Le spray goutte à goutte ne gêne pas ou peu la visibilité du champ opératoire et

permet une chirurgie parodontale au microscope plus aisée.

Le laser en microchirurgie parodontale à lambeau peut être utilisé en mode avec ou sans détection.

Lors de la chirurgie, **le laser ErYag s'avère indolore et facile d'utilisation** ; il permet d'éliminer très efficacement les **dépôts radiculaires** et le **tissu de granulation, sans vibration désagréable, sans bruit stressant, sans pression** sur la dent malade.

VI.2.2. Gingivectomie et gingivoplastie :

La gingivectomie est une chirurgie qui consiste à **exciser l'excédent de gencive** qui recouvre une dent, sous anesthésie locale. (42, 46, 47)

Une gingivectomie aide à réduire ou éliminer les poches d'infection. Ce traitement est souvent utilisé dans les cas où les poches parodontales sont relativement peu profondes, qui peuvent atteindre des profondeurs de 4 à 6 mm et qui vont se réduire à une profondeur normale comprise entre 2 et 3 mm.

Cette procédure, vise principalement à **améliorer l'esthétique des dents** et du sourire en rendant les dents plus "longues", visibles et mieux proportionnées.

Le laser des tissus mous est utilisé pour cette procédure, car une gingivectomie n'implique pas de modifier le contour des tissus durs.

Les avantages d'utiliser un laser sont considérables, La procédure est beaucoup **plus facile** pour le patient, et **la guérison** est susceptible d'être **plus rapide**, avec **moins de complications**, Elle peut être effectuée **sous anesthésie locale** et utilise un faisceau laser fortement focalisé pour remodeler la gencive.

Parmi les avantages de l'utilisation du laser dans ce genre d'intervention c'est qu'il peut aider à éliminer toutes **les bactéries** restantes dans la région du **sillon**, créant de meilleures conditions de guérison pour le patient. Cela peut aider à diminuer les chances de **maladie parodontale récurrente**.

La gingivectomie peut être effectué conjointement avec une **gingivoplastie**.

La gingivoplastie consiste à modifier **le contour de la gencive** afin de lui donner une forme anatomique plus esthétique et physiologique et l'architecture déflectrice de la gencive.

Cette procédure ne prend que **quelques minutes** et n'est **pas inconfortable**.

Plusieurs pathologies peuvent être traitées par la gingivectomie et la gingivoplastie au laser, nous les citons ci-dessous.

VI.2.2.1. Hyperplasie gingivale d'origine médicamenteuse :

L'hyperplasie gingivale peut être provoquée par différentes causes. (41, 44)
L'image histologique montre une multiplication excessive des fibroblastes et une augmentation de la synthèse du collagène au niveau gingival (Reichardt & Philipsen 1999).

La première est limitée particulièrement à la région des molaires et de la tubérosité maxillaire (ex. fibromes symétriques).

Une hyperplasie généralisée est également possible, la genèse de cette maladie restant largement inconnue.

L'hyperplasie gingivale d'origine médicamenteuse est considérée comme un effet secondaire de la prise de certains médicaments.

A cet égard, les groupes de médicaments en cause sont les préparations de la classe des phénytoïnes utilisées pour traiter certaines maladies épileptiques, la ciclosporine A, un immunosuppresseur utilisé dans le domaine de la transplantation d'organes et la nifédipine, un antagoniste du calcium utilisé pour traiter l'hypertension artérielle et la maladie cardiaque coronarienne (Hassel & Hefti 1991). Mais cette hyperplasie est favorisée par un manque voire absence d'hygiène buccale.

Pour traiter l'hyperplasie on a recours à la gingivectomie conventionnelle ou au laser.

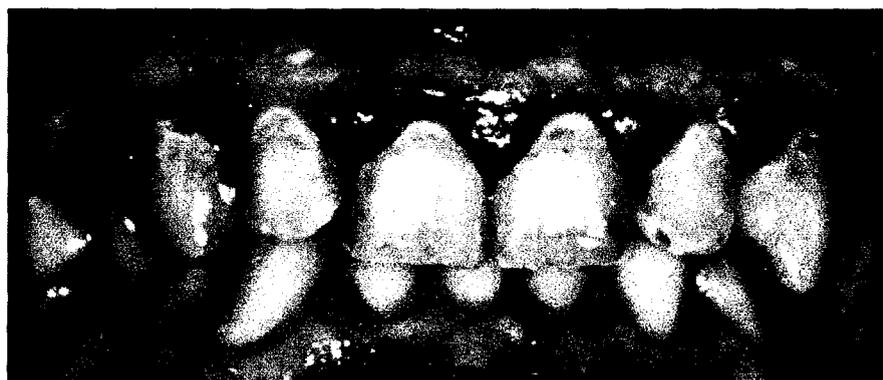


Figure 28 : Hyperplasie gingivale d'origine médicamenteuse

VI.2.2.2. Hyperpigmentation mélanique gingivale

La couleur de la gencive diffère entre les individus et on considère qu'elle est associée à la pigmentation cutanée. (7, 9, 27)

Cela dépend de la **vascularisation** de la gencive, de **l'épaisseur de l'épithélium**, du **degré de kératinisation** de l'épithélium et de la **présence de cellules pigmentées**.

La pigmentation buccale est la coloration de la muqueuse ou de la gencive. Cela peut être dû à des affections soit **physiologiques**, soit **pathologiques**. La mélanine, un pigment brun, est le pigment le plus commun associé à l'étiologie de la pigmentation de la bouche.

La gencive est le site le plus commun de pigmentation dans la cavité buccale. Cette hyperpigmentation est considérée comme une variation génétique dans certaines populations, indépendamment de l'âge et du sexe. Par conséquent, elle est nommée **pigmentation gingivale physiologique ou raciale**. La mélanose de la gencive est souvent présente chez les **groupes ethniques à peau foncée**, ainsi que dans différentes affections médicales.

Bien que la pigmentation de la gencive soit une affection complètement bénigne, elle pose un problème **esthétique** chez de nombreux individus.

La dépigmentation gingivale est une procédure chirurgicale parodontale dans laquelle l'hyperpigmentation gingivale est éliminée ou réduite par différentes techniques.



Figure 29 : Hyperpigmentation mélanique gingivale

Les différentes méthodes comprennent:

- La gingivectomie
- La gingivectomie avec autogreffe gingivale libre,
- L'électrochirurgie
- La cryochirurgie
- La radio chirurgie
- **Le laser :Nd:YAG, la diode laser et le laser CO2**

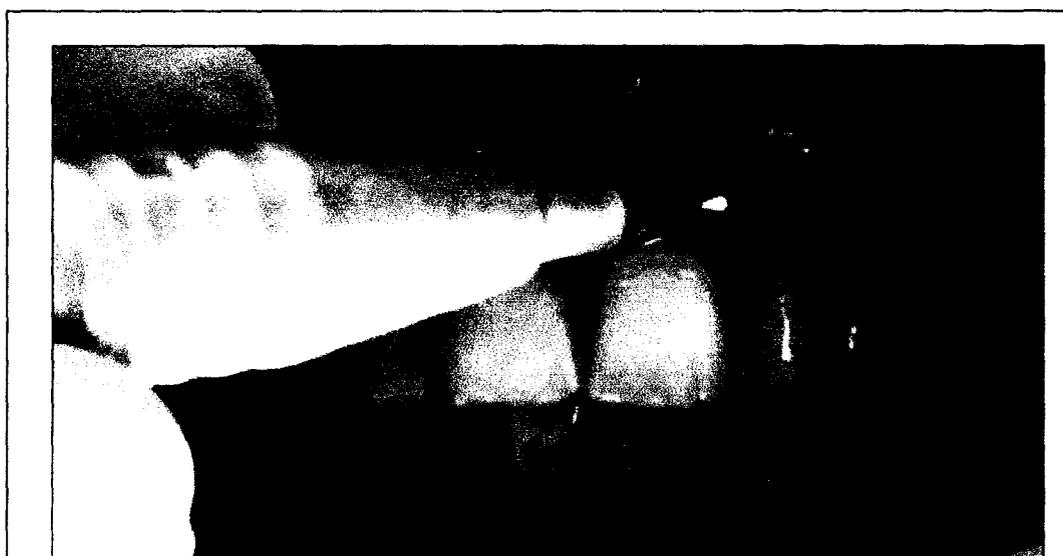


Figure 30 : Traitement de la dépigmentation gingivale au laser

L'ablation au laser de la dépigmentation gingivale a été reconnue comme l'une des techniques efficaces. Cette ablation se fait par **élimination de l'épithélium gingivale**.

L'utilisation du laser pour la dépigmentation présente plusieurs avantages:

- **Hémostase** locale immédiate.
- **Visibilité** peropératoire accrue.
- Dispense d'anesthésie locale.
- Dispense de pansement parodontal post-chirurgical.
- Amélioration du confort du patient.
- Réduction du temps chirurgical.
- **Stérilisation** du site.

VI.2.2.3. Epulis :

L'épulis fibreux se réfère à toute **lésion bénigne** située sur la gencive. Des tumeurs roses et fermes se développent le long des gencives. S'il s'agit de grosseurs bénignes et non invasives, elles peuvent devenir assez importantes et envelopper complètement une, voire plusieurs dents. La cause reste inconnue. (23)

L'épulis fibreux est traité par intervention chirurgicale ; et **le laser à diode** constitue une bonne méthode de traitement.

Le laser à diode 980 nm est portable, compact, efficace et d'un grand intérêt dans le traitement de l'épulis. Il peut être utilisé avec une anesthésie par infiltration, positionné **en mode continu et focalisé**. La courte durée de l'intervention constitue un avantage de cette méthode car cela réduit la crainte et la peur des patients par rapport aux procédés dentaires

La chirurgie laser est un traitement adapté à l'épulis et offre de nombreux avantages et bénéfices. La propriété de **coagulation élevée** du laser à diode 980 nm, dû à sa **bonne absorption** par l'hémoglobine, figure parmi ses avantages per-opératoires et permet au chirurgien d'avoir **une bonne visibilité** du champ opératoire. La **cicatrisation sans complication et sans douleur, sans saignement** ou œdème, une semaine après l'intervention, est l'un de ses avantages postopératoires.

La **courte durée de l'intervention** minimise la crainte et l'anxiété du patient pendant l'intervention. La chirurgie laser est bien tolérée par tous les patients.

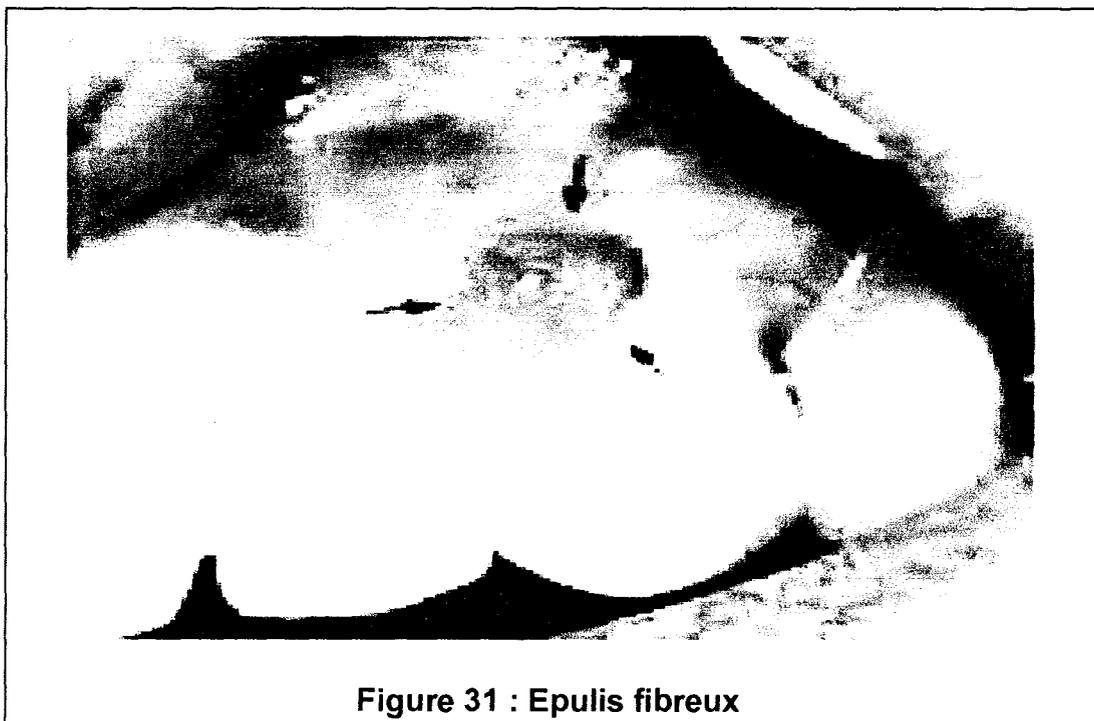


Figure 31 : Epulis fibreux

VI.2.3. Chirurgie muco-gingivale :

VI.2.3.1. Freinectomie :

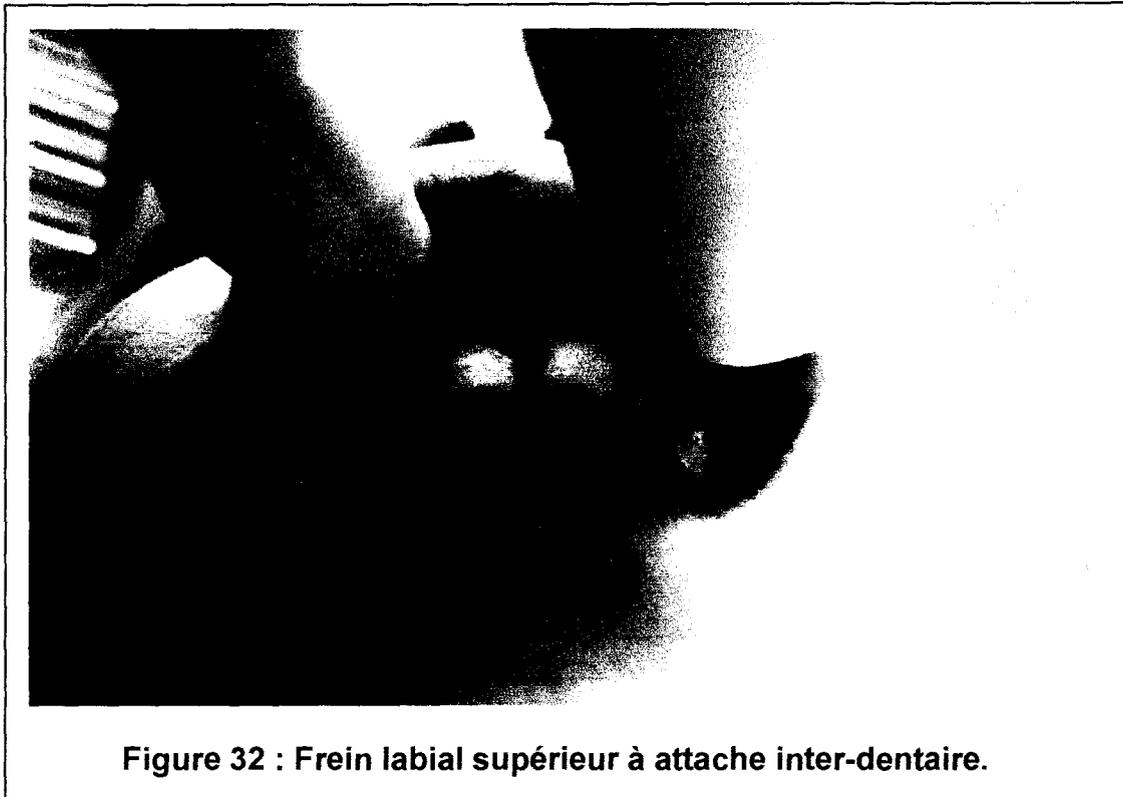


Figure 32 : Frein labial supérieur à attache inter-dentaire.

L'ensemble des muscles faciaux mobilisés lors de la phonation et de la mastication, participent à la morphogénèse de la face et au développement architectural de l'ensemble cranio-facial. Le frein labial bien que dépourvu d'action autonome, véhicule des tensions et des tractions mécaniques, par l'intermédiaire de ses insertions profondes. (18)

Une **position atypique** du frein peut être à l'origine de **la persistance d'un diastème** interincisif, de **rétractions gingivales** ou de **problèmes d'accessibilité au brossage**. Placek en 1974, a mis une classification des attaches des freins, comme suit :

- **Classe 1** : attache muqueuse
- **Classe 2** : attache gingivale
- **Classe 3** : attache papillaire
- **Classe 4** : attache inter dentaire

Les indications de frénectomie labiale supérieure sont donc essentiellement **parodontales ou orthodontiques**.

La **frénectomie** consiste en l'**ablation** d'un frein iatrogène, dans le but de **diminuer les tractions exercées par celui-ci** ou de libérer l'espace interincisif, pour permettre le rapprochement des incisives centrales.

Cette **intervention** peut être pratiquée à la **lame froide**, ou bien **au laser**. Ce dernier offre de nombreux avantages à commencer par une **chirurgie exsanguie**, quasi **indolore et une cicatrisation rapide**. Ce qui, dans le cas de patients jeunes montrant une certaine appréhension, est un atout non négligeable.

La frénectomie est une intervention qui peut se pratiquer avec toutes les longueurs d'ondes ou presque : **CO2, Erbium, Néodyme ou diode**. Il conviendra juste d'adapter les paramètres et la technique à la longueur d'onde choisie.

Il est à noter que ce type d'intervention se réalise très bien avec un **laser diode**, qui a un **effet ablatif et antibactérien** parfaitement adapté à cette chirurgie. Il est néanmoins intéressant d'utiliser un **Erbium** qui peut être utilisé sur la **gencive, la dentine et l'os**.

C'est peut-être l'une des plus spectaculaires applications du laser en parodontie, et l'acte le plus facile. Dans les méthodes classiques, on a toujours besoin d'une anesthésie profonde, d'une lame, et de sutures, l'hémorragie est considérable au cours de l'intervention et les suites opératoires sont complètement inconfortables.

Alors que la frénectomie au laser est exsanguie, avec le **minimum d'anesthésie, sans sutures** et indolore et des suites opératoires très simples.

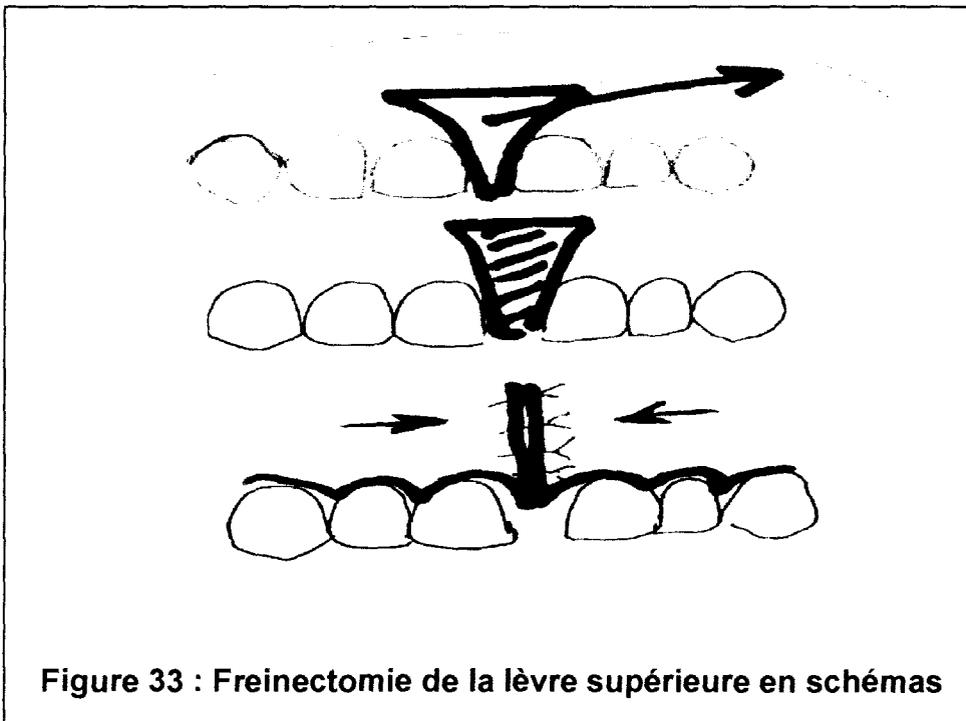
La section de freins labiaux supérieurs et inférieurs, ainsi que du frein lingual, peut être facilement réalisée. Le frein mis en tension est sectionné par le laser de façon tangentielle.

Cependant une parfaite connaissance de cet instrument, de son utilisation et des effets lasers, est un pré-acquis indispensable pour éviter tout dommage iatrogène.

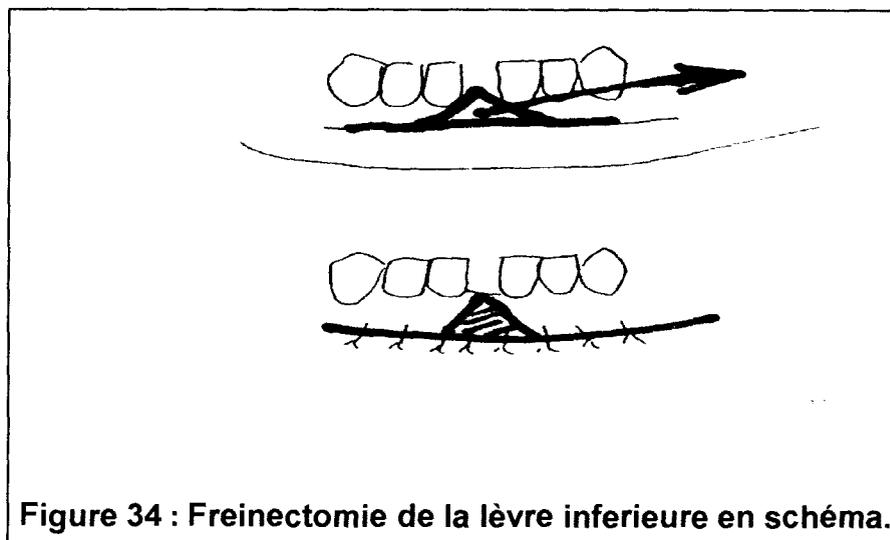
En pratiquant cette intervention au laser, l'**énergie transportée par le photon** va être **transférée** au tissu cible **sous forme d'énergie** dans un premier temps, puis **sous forme de chaleur** dans un second temps. La quantité de chaleur absorbée et sa **répartition volumique** dans le tissu **vont dépendre** d'une part des caractéristiques **du rayonnement laser utilisé**, et d'autre part des constantes tissulaires intrinsèques du tissu cible. Les effets au sein du tissu vont donc résulter directement de la répartition volumique de cette énergie thermique.

Il importera donc d'adapter le protocole opératoire à la longueur d'onde choisie, afin de contrôler au mieux cette diffusion thermique dans l'intérêt du geste chirurgical.

La freinectomie de la lèvre supérieure : se fait par une double incision en V qui doit s'insinuer jusqu'entre les deux incisives centrales et concerner la papille inter-incisive. Le trait d'incision doit être profond jusqu'à l'os pour éliminer la totalité des tissus fibreux du frein. Si la perte de substance est trop importante, on peut décoller deux lambeaux latéraux pour couvrir l'os mis à nu, en les suturant au centre.



La freinectomie de la lèvre inférieure: on incise un triangle de muqueuse à base inférieure qui est éliminé, et on termine par des sutures au périoste pour éviter une remontée de la muqueuse. Comme il va subsister une surface triangulaire de périoste dénudé, il est préférable de poser un pansement chirurgical.



La freinectomie du frein lingual : La freinectomie de la langue se fait à la naissance, un simple coup de lancette pour libérer la langue, car les freins linguaux trop courts gênent le bébé pour téter.

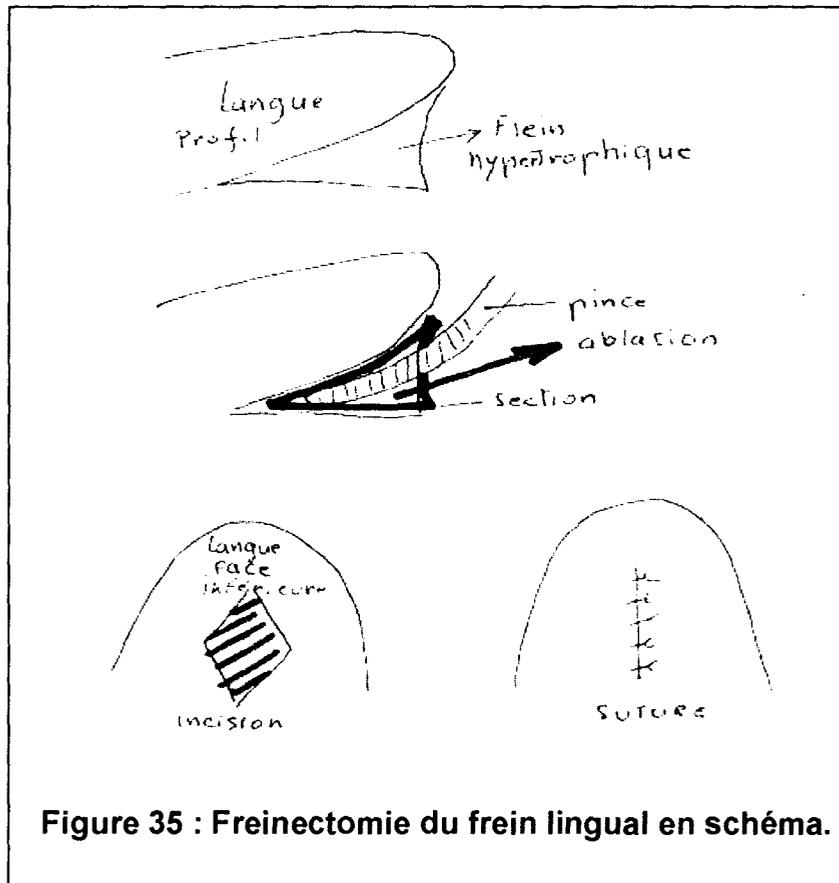


Figure 35 : Freinectomie du frein lingual en schéma.

VI.2.3.2. Recouvrement radiculaire :

La **récession gingivale** peut être définie comme une **dénudation de la surface radiculaire**, consécutive à la **migration apicale de la gencive marginale**. (4, 12, 41, 43) Cette rupture de la bande de gencive est donc caractérisée par une perte ou une absence de l'os alvéolaire et par l'exposition du cément dans la cavité buccale.

Miller en 1985 a mis en place une **classification des récessions** :

- **Classe 1** : Récessions « classiques », toujours localisées sur la face vestibulaire, étroites ou larges, avec des papilles intègres. Les défauts n'atteignent pas la ligne mucogingivale.

- **Classe 2** : Récessions « classiques », localisées sur la face vestibulaire, étroites et larges, qui s'étendent au-delà de la ligne mucogingivale, jusque dans la muqueuse alvéolaire. Les papilles sont toujours conservées.
- **Classe 3** : Récessions larges qui atteignent ou dépassent la ligne mucogingivale. De plus, il existe une perte des papilles interdentaires et de l'os sous-jacent, mais toujours en situation coronaire de la récession gingivale vestibulaire ou linguale .
- **Classe 4** : la lésion atteint ou dépasse la jonction muco-gingivale. La perte des papilles et de l'os interdentaire atteint le même niveau que celui de la récession gingivale.

Traditionnellement, elle est traitée par la technique de greffes gingivales libres et pédiculées.

La technique du recouvrement radiculaire au laser peut être utilisée à l'aide des **lasers Erbioms** car par leur forte absorption, ils **ne vont pas créer d'échauffement** tissulaire et vont permettre une **incision fine à faible puissance** (1,5 à 2, 5 W en fonction de l'épaisseur gingivale).

Les Erbioms semblent les mieux adaptés des lasers pour traiter la racine et créer une bio compatibilité pour les cellules. De nombreuses études se sont intéressées à l'effet des lasers dans la poche parodontale, et ont montré que la surface lasérisée est au moins aussi biocompatible aux cellules que les techniques de surfaçage, en apportant de toute façon une désinfection de la surface traitée.

Des études montrent que les lasers Erbioms améliorent les résultats en termes d'attache.

L'intérêt pour une chirurgie de recouvrement est d'ôter la smear layer (boue dentinaire) en détoxifiant la surface cémentaire traitée.

D'autres études montrent que les irradiations des lasers Er-Yag agissent en stimulant la prolifération des fibroblastes gingivaux, à travers la production de médiateurs précoces de réparation sanguine lors de l'utilisation dans la poche parodontale, il paraît donc très intéressant de l'utiliser pour libérer le lambeau en épaisseur partielle.

Quand à la stimulation osseuse, en chirurgie muco gingivale nous cherchons à stimuler le site receveur, afin d'obtenir une stimulation et une vasodilatation des

capillaires favorables au tissu greffé. Ce dernier peut ensuite être appliqué de façon conventionnelle.

En comparaison avec d'autres lasers, l'Erbium utilisé en coupe osseuse, montre des résultats satisfaisants par rapport à un CO2, ou une fraise, en termes de processus de réparation.

Les Erbiums présentent donc des propriétés intéressantes pour tout travail osseux.



Figure 36 : état initial et incisions de décharge.



Figure 37 : Préparation radiculaire.



Figure 38 : Un greffon PRF (Fibrine Riche en Plaquettes) ensuite placé



Figure 39 : Sutures



Figure 40 : Cicatrisation gingivale à 8 jours

VI.3. Thérapie photodynamique (TPD) :

La TPD est un traitement qui utilise la **lumière cohérente** d'un laser (exemple : laser diode) pour activer un **photosensibilisateur** (exemple : le chlorure de tolonium) fixé sur une cible bactérienne. (17, 32, 42, 47)

L'**interaction** du photosensibilisateur avec la lumière produit des **singulets d'O₂** et d'autres agents extrêmement **toxiques pour les bactéries**. La pénétration du photosensibilisateur à travers l'épithélium et le tissu conjonctif est aussi importante que celle des bactéries, ce qui explique l'efficacité de la TPD.

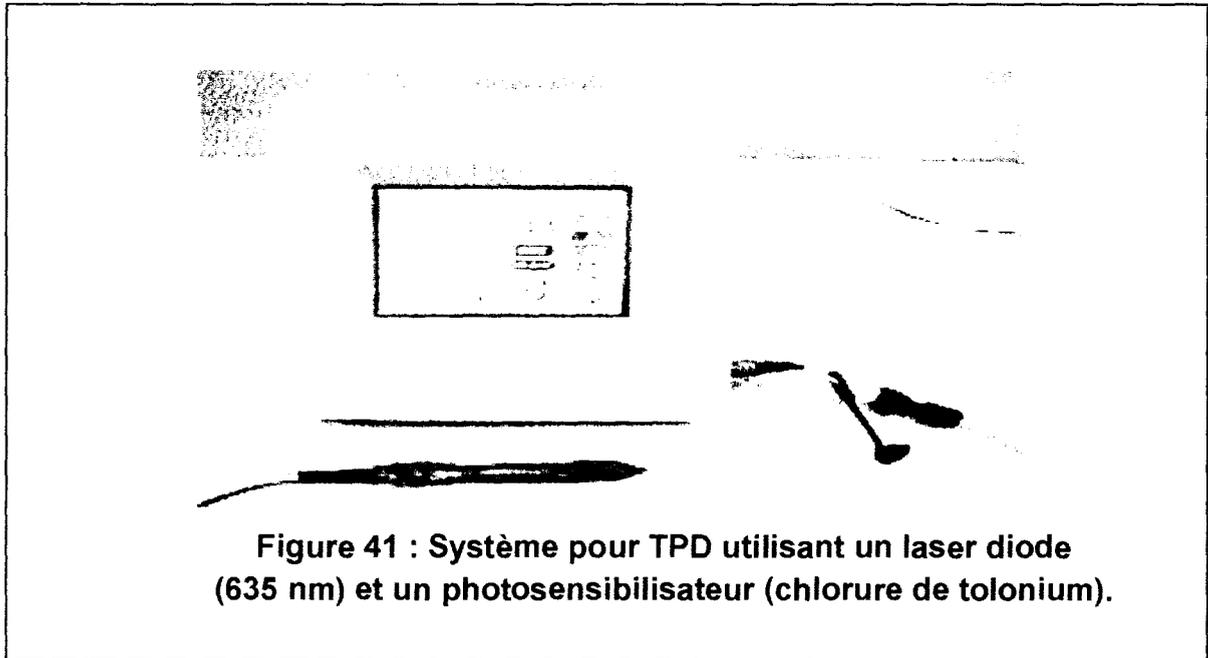


Figure 41 : Système pour TPD utilisant un laser diode (635 nm) et un photosensibilisateur (chlorure de tolonium).

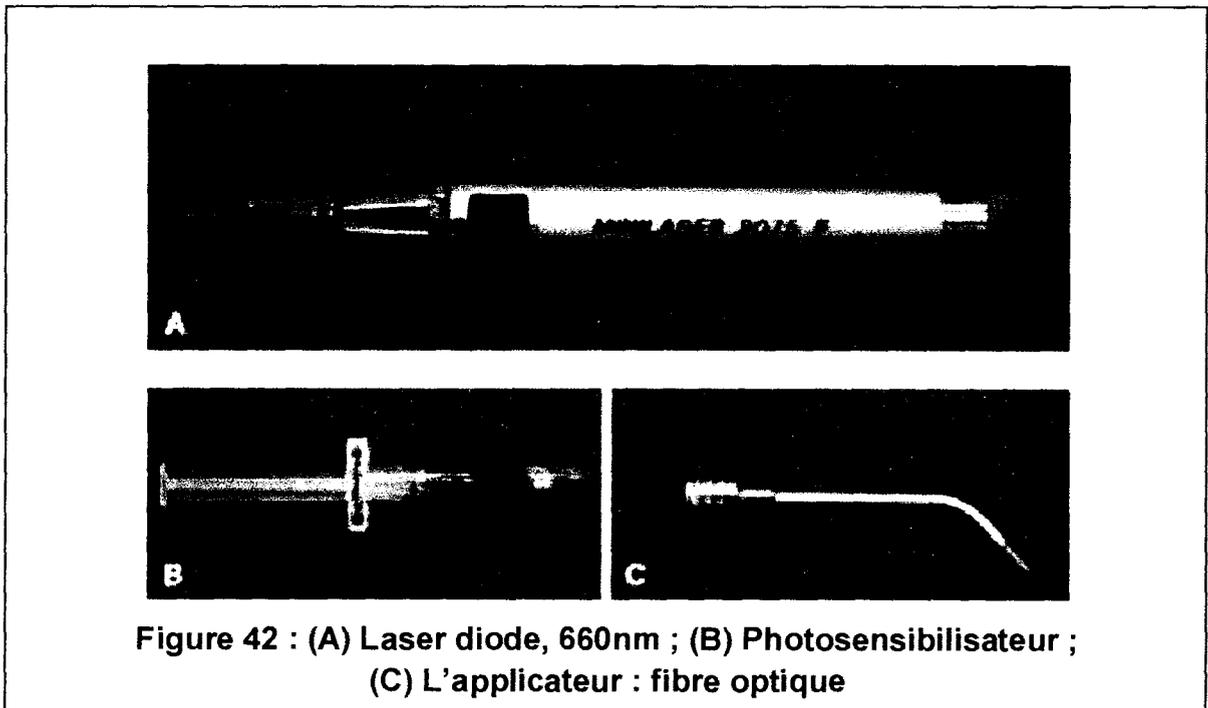


Figure 42 : (A) Laser diode, 660nm ; (B) Photosensibilisateur ; (C) L'applicateur : fibre optique

Autrement dit, cette thérapie est basée sur l'**action cytotoxique** assumée par des agents photosensibilisants, lorsque ces derniers ont été exposés à une lumière de longueur appropriée. (Dougherty et al., 1998). L'agent photosensibilisant doit être porté en fond de poche parodontale avant irradiation.

La TPD a un pouvoir bactéricide sur les bactéries de la plaque pourtant résistantes à l'action des agents anti-microbiens. Elle peut être appliquée pour la **désinfection des canaux, des poches parodontales et des péri-implantites**. L'avantage est que cette thérapie est **inoffensive pour les cellules humaines** tel que les fibroblastes et qu'elle ne provoque pas de sensibilisation.

L'utilisation répétée de la PDT au niveau de poches résiduelles, offre un résultat clinique **significativement supérieur** à celui obtenu par le seul **débridement conventionnel**.

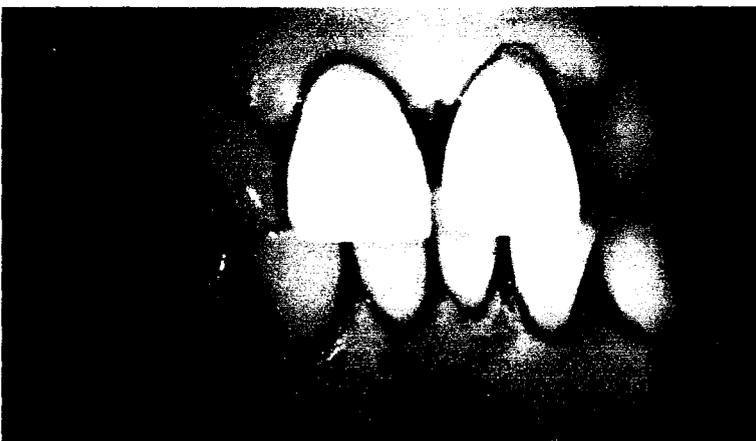
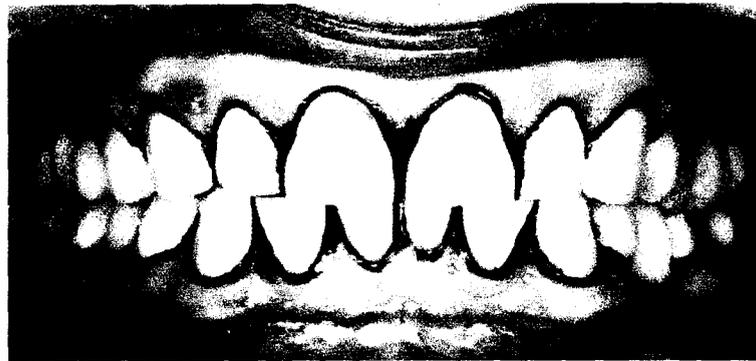
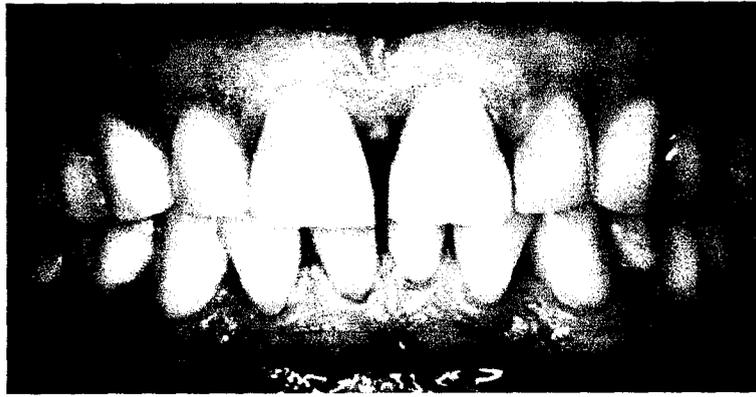
Les sites d'accès difficile (furcations, concavités) constituent une application possible de la TPD en tant que complément aux traitements mécaniques. La TPD réduit le temps de traitement et l'inconfort du patient. En plus, le besoin en chirurgie est diminué.

La PDT associée au traitement parodontal :

- est impliqué dans la destruction des bactéries du biofilm parodontal ;
- inactive des facteurs de virulence bactériens ;
- inactive les cytokines hôtes qui détériorent la cicatrisation parodontale.

Thérapeutique d'avenir, la PDT peut remplacer les antibiotiques locaux voire systémiques, et améliorer le résultat des traitements conventionnels.

Elle est indiquée dans la prise en charge et la **maintenance des patients fumeurs et immunodéprimés**. La PDT est également **indiquée** dans la prise en charge **des parodontites agressives**, ce en particulier au niveau de la maintenance parodontale dont **le contrôle qualitatif du biofilm est un facteur clef**.



**Figure 43 : Séquence photos d'application du photosensibilisant
TBO sur une bouche complète,
en traitement de parodontopathies
lors de la PDT**

Type de laser	Abréviation	Longueur d'onde (en micromètre)	Forme du rayonnement	Applications parodontales
Dioxyde de carbone	CO ₂	10.6	continu	Incision, ablation, curetage sous gingival
Neodymium:yttrium aluminum garnet	Nd:YAG	1.064	pulse	Incision, ablation, curetage sous gingival et effet bactéricide
Holmium:yttrium aluminum garnet	Ho:YAG	2.1	pulse	Incision, ablation, curetage sous gingival et effet bactéricide
Erbium:yttrium aluminum garnet	Er:YAG	2.94	pulse	Incision, ablation, débridement radiculaire, ostéoplastie, ostéotomie
Erbium, chromium yttrium selenium gallium garnet	Er,Cr:YSGG	2.78	pulse	Incision, ablation, curetage gingival, ostéoplastie, ostéotomie
Neodymium:yttrium aluminum perovskite	Nd:YAP	0.001340	continu	Incision, ablation, curetage gingival et effet bactéricide
Indium gallium arsenide phosphide,	InGaAsP (diode)	De 0.635 à 0,950	continu	Incision, ablation, curetage gingival et effet bactéricide
gallium aluminum arsenide,	GaAlAs (diode)			
gallium arsenide	GaAs (diode)			

Tableau 01 : Principaux types de lasers utilisés en parodontologie et leurs caractéristiques

VII. Étude comparative laser / traitement conventionnel

VII.1. Détartrage et surfaçage radiculaire (traitement mécanique) :

Nous avons vu que le laser de choix pour le traitement initial de la maladie parodontale était le **laser Er:YAG**, car il était le seul à pouvoir éliminer les tissus mous et les tissus durs, et donc le tartre sous gingival, sans entraîner d'effets secondaires thermiques sur les tissus environnants. (46, 47)

Aoki et al. (2000) ont étudié l'efficacité du laser Er:YAG comparée à celle du détartrage conventionnel aux ultrasons. Ils ont réalisé un détartrage au laser à 40mJ/pulse (14,2J/cm²) et à une fréquence de 10 Hz, sous spray d'eau.

La **quantité de tartre éliminé** par le laser était **comparable** à celle obtenue par les **ultrasons**, avec un état de surface présentant des irrégularités comparables à celles obtenues avec des ultrasons.

Schwarz et al. (2003) ont comparé le degré d'élimination du tartre in vivo entre un laser Er:YAG, sous spray, et le détartrage et surfaçage avec des instruments à main. Le niveau d'énergie de sortie du laser était de 120mJ/pulse, soit une fluence de 14,5 J/cm², et la fréquence était de 10Hz.

L'étude a été réalisée sur des dents qui ont été traitées puis extraites à cause de leur atteinte parodontale sévère. Le laser **Er:YAG** a permis une élimination du tartre sous gingival à un **niveau équivalent** à celui obtenu après détartrage avec des **instruments manuels**.

Schwartz et al. (2001) ont apporté des données intéressantes sur le traitement non chirurgical, en comparant le laser Er:YAG avec le détartrage puis surfaçage conventionnel. Ils ont réalisé une étude contrôlée et randomisée chez 20 patients : 110 dents présentant des poches parodontales, du tartre sous gingival et une destruction parodontale modérée ou avancée, ont été traitées sous anesthésie locale, soit par le laser, soit par les instruments manuels. Le traitement au laser a été réalisé avec un 2 sortes d'embouts de contact biseauté (1,10x0,5 mm et ,65 x 0,5mm), une énergie de sortie de 100 et 120 mJ/pulse, une fluence de 18,8 et 14,5 J/cm² par pulse pour les embouts de 1,10 et 1,65 respectivement, et une fréquence de 10 Hz sous irrigant. Le traitement au laser a nécessité **moins de temps** que le traitement manuel.

À 6 mois post-opératoire, le traitement laser a montré des résultats **similaires** aux détartrage et le surfaçage conventionnel en ce qui concerne : la diminution de la profondeur des poches, la réduction du saignement et le gain de niveau d'attache.

Ces chercheurs ont conclu que le laser Er:YAG pourrait présenter **une alternative adaptée au traitement conventionnel** mécanique dans le traitement initial de la maladie Parodontale.

De ce fait, ces derniers ont pensé à la nécessité de réaliser un détartrage et un surfaçage conventionnel après un traitement au laser Er:YAG. Après l'élaboration d'une étude clinique similaire à la précédente, ils n'ont constaté aucune amélioration supplémentaire comparativement au traitement au laser seul (Schwartz et al. 2003b).

Très récemment, **une méta analyse** comparant le laser Er :YAG au détartrage puis surfaçage conventionnel, a été réalisée par Niederman en 2011 : Cinq études sur 85 patients et 3564 sites y sont entrées en compte afin d'analyser le gain de niveau d'attache clinique, **la réduction de la profondeur des poches et la récession gingivale**. Trois études sur cinq n'ont pas rapporté de différence significative entre le laser et le détartrage/surfaçage conventionnel au niveau du gain d'attache, de la diminution de la profondeur des poches et des récessions gingivales. La méta analyse n'a révélé aucune différence significative au niveau de ces paramètres entre les deux thérapeutiques à 6 mois et 12 mois post-opératoire.

Les auteurs concluent donc que les études sont hétérogènes et qu'il existe un grand risque de biais dans les études, ce qui implique que les résultats doivent être interprétés avec précaution.

Des études contrôlées et randomisées à long terme, bien conçues, sont nécessaires pour attester scientifiquement **de l'efficacité de ce laser comme traitement alternatif au détartrage puis surfaçage conventionnel**.

VII.2. Décontamination bactérienne : (traitement chimique) :

La décontamination bactérienne réalisée par l'irradiation laser apparaît séduisante pour différentes raisons: Elle présente en effet l'avantage, par rapport aux antibiotiques, de **ne pas créer de phénomènes de résistance** puisqu'il s'agit d'un processus physique. Il évite aussi, tout risque d'hypersensibilité rencontré avec certains biocides et antibiotiques. Notons également, qu'il n'existe aucune contre-

indication d'origine systémique ou médicamenteuse à l'utilisation du laser. Enfin la complaisance du patient n'interfère plus dans le résultat thérapeutique.

Les études in vitro ont démontré le pouvoir bactéricide du laser avec une relation entre la puissance délivrée et l'efficacité antibactérienne. Là encore, les études sont difficiles à comparer de part les diversités des paramètres utilisés. Contrairement aux études in vivo qui ont montré **une réduction de la population bactérienne** supérieure lors de l'utilisation du laser par rapport au surfaçage seul, mais la recolonisation bactérienne s'opère de façon identique dans les deux cas.

Les études contrôlées et réalisées en bouche avec le laser Nd :Yag couplé à un surfaçage classique, ne démontrent aucun avantage en terme de résultats cliniques et en terme de comptage bactérien par PCR après trois mois, du fait d'une recolonisation bactérienne identique. Les études sur le Er :YAG rapportent des résultats similaires au surfaçage par ultrasons en terme de réduction de pathogènes.

Une étude in vitro avec le laser CO2 montre la nécessité de contact du faisceau laser avec les bactéries pour obtenir l'effet bactéricide et permet de visualiser l'interface entre les bactéries vitales et les bactéries touchées. D'autres études in vitro avec les diodes révèlent des effets différents sur le morphotype des bactéries en fonction de l'énergie délivrée, pouvant aller jusqu'à stimuler leur développement.

Là encore, les études actuelles sont **difficiles à comparer** car les protocoles diffèrent. Les modes opératoires doivent être confirmés pour obtenir l'effet antibactérien désiré.

VII.3. Efficacité du laser en parodontie

Le traitement au laser peut servir comme alternative ou complément au traitement mécanique conventionnel en parodontie grâce à divers avantages comme la facilité de manipulation, **la courte durée** du traitement, **la décontamination, la stérilisation et l'hémostase**. Cette dernière caractéristique permet l'obtention d'un champ opératoire sec par coagulation et donc une meilleure visualisation et accessibilité du site opératoire. L'œdème, les cicatrices et la douleur sont moins importants ce qui explique la meilleure acceptation du patient au laser.

Les effets indésirables possibles de l'instrumentation radiculaire non chirurgicale incluent le traumatisme des tissus mous, les altérations radiculaires, l'hypersensibilité radiculaire, la douleur et les récessions gingivales.

À l'inverse, le degré **d'inconfort est minime** durant l'irradiation au laser, l'anesthésie locale n'est pas nécessaire durant le curetage parodontal que ce soit pour supprimer la douleur ou assurer l'hémostase.

Aucune sensibilité dentaire ou retard de la cicatrisation n'ont été signalés après le curetage au laser. Ceci place le laser comme une **alternative** intéressante chez les patients ayant la phobie des méthodes conventionnelles.

VIII. Cas cliniques :

VIII.1. Assainissement parodontal au laser :

Diagnostic et plan de traitement

Le patient de 53 ans s'est présenté en consultation avec le désir d'assainir son état bucco dentaire en raison des **saignements gingivaux et des mobilités de nombreuses dents.** (50, 51, 52)

Il s'agit d'un patient sans aucune maladie d'ordre général, mais stressé par son travail avec un rythme de vie très soutenu, il fume 7 à 8 cigarettes par jour et il bruxe la nuit.

Il présente à l'examen endobuccal du tartre sous gingival (fig. 47) avec un saignement au sondage (indice de saignement de -2-(Loe et Silness), des **récessions gingivales** multiples, principalement localisées au niveau des secteurs incisifs et molaires (fig. 44, 45, 46). et une mobilité de -2- (ARPA) dans ces secteurs.

Au sondage on note des **poches de plus de 6 mm étendues à plus de 30% des sites.**



Figure 44: l'examen endobuccal initial montre des récessions gingivales multiples



Figure 45: les récessions sont également visibles sur les faces radiculaires palatines



Figure 46: il n'y a pas d'altération dentaire d'origine carieuse



Figure 47: tartre sous gingival et saignement au sondage

En occlusion, le patient présente une **classe 2 canine** avec un **recouvrement antérieur** important (fig. 48, 49). Ses diastèmes incisifs et la position vestibulée de ses dents antérieures sont rapportés comme très anciens selon le patient qui dit ne pas avoir noté d'élargissement des espaces interdentaires récemment.



Figure 48: Classe 2 canine



Figure 49: arcades en occlusion avec un recouvrement important, pas de traumatisme occlusal sur les dents antérieures

La radiographie panoramique montre **une perte osseuse généralisée** (fig. 50).



Figure 50: radio panoramique montrant une perte osseuse généralisée, lyse terminale sur 28

Le diagnostic de **parodontite chronique modérée généralisée** est posé.

Le plan de traitement proposé consiste en une thérapeutique parodontale initiale assistée au laser Diode 980 nm.

Traitement parodontal laser assiste

Après une **motivation** à l'hygiène bucco-dentaire, le traitement est réalisé en **2 séances** (1 séance par arcade), chaque séance débute par une thérapeutique initiale classique de détartrage puis surfaçage ultrasonore et aéro-polissage des racines accessibles.

De la **polyvidone iodée** est ensuite déposée dans toutes les **poches parodontales** (fig. 51) pour son rôle antibactérien, puis le peroxyde d'hydrogène à 3% est apporté.



Figure 51 : Bétadine en place au fond des poches

Le peroxyde d'hydrogène à 3% est ensuite laissé en place quelques minutes afin de pénétrer dans les tissus (fig. 52).



Figure 52: Peroxyde d'hydrogène à 3%, laissé en place afin d'oxygéner les tissus avant l'activation au rayonnement laser

L'assainissement initial est complété par une thérapie photodynamique en activant l'eau oxygénée à 10 volumes par le rayonnement laser diode 980nm (fig. 53). Cela permettra la transformation des ions oxygène en oxygène singulet puissamment bactéricide



Figure 53 : activation de l'H₂O₂ au rayonnement laser Diode avec une fibre de 300µm

Le paramètre <praticien> a permis de compenser les réglages thermiques : de façon pratique, les périodes de tirs ont été effectuées 3 fois dans chaque poche sur un même quadrant de la 17 vers la 11. Puis l'eau oxygénée est réinfiltrée au fond des poches et réactivée sur le quadrant. Ainsi l'énergie thermique générée sur le 1er site (en 17) peut diminuer avant la seconde série d'activation.

On voit apparaître un sang oxygéné, riche en facteurs de croissance favorables à la cicatrisation osseuse. (fig. 54). Il est laissé en place en fin de séance.



Figure 54 : sang oxygéné visible après activation de l'H₂O₂

Soins et conseils post-operatoires

Enfin, une **photostimulation à 3 w** est réalisée avec la **lentille défocalisante** sur tous les sites, afin de potentialiser la cicatrisation gingivale. La lentille est tenue à une faible distance des tissus mous afin d'obtenir un spot de 1cm environ, qui balaye la muqueuse attachée et la muqueuse alvéolaire au-delà du collet (fig. 55).



Figure 55: photostimulation à 3W avec la lentille défocalisante du laser Diode

Une **gouttière de port nocturne** est également réalisée, afin de soulager les tensions décrites par le patient et la 28, en parodontite terminale, a été extraite.

La thérapeutique de maintenance incluant de l'eau oxygénée et du Bicarbonate est enseignée au patient et un rendez vous de contrôle est programmé à 2 mois.

À 2 mois postopératoires, les examens cliniques et radiographiques sont intéressants.

On constate :

- **une stabilisation du niveau osseux** apparente sur la panoramique (fig. 56),
- **un arrêt des saignements** (spontanés et au brossage) et une légère diminution des mobilités.



Figure 56 : état postopératoire à 2 mois, stabilisation du niveau osseux

VIII.2. Traitement de l'épulis par laser à diode 980 nm

Diagnostic et plan de traitement

Trois patients âgés entre 14 et 50 ans et souffrant d'épulis, se sont présentés à la consultation. Tous les cas cliniques ont été traités en ambulatoire au département de chirurgie Bucco-dentaire de l'école dentaire de l'université de Tirana.

Avant le traitement, toutes les précautions ont été prises afin de garantir la sécurité des patients, de l'opérateur et de l'assistant.

Des photos ont été prises avant l'intervention, en vue de documenter le progrès du traitement.

Au niveau des radiographies type panoramique dentaire, aucun problème osseux n'a été découvert et aucune dent adjacente à l'épulis ou partie de la mâchoire, n'a dû être enlevée.

Traitement parodontal assisté au laser

Avant chaque traitement, une anesthésie par infiltration (lidocaïne 2 %, 1 cc) a été utilisée.

Ces interventions ont été réalisées avec un **laser à diode 980 nm**. Les paramètres du laser étaient les suivants : puissance 4 à 6 W, une fibre optique de 300 µm, onde en continu, mode focalisé.

Le laser à diode a été calibré. L'excision a été la technique chirurgicale utilisée. Une traction a été appliquée sur la lésion avec des forceps et elle a été excisée à sa base (Figs. 4, 5, 6 & 7). **L'intervention chirurgicale a duré quatre à six minutes.**

Aucune suture n'a été nécessaire (Fig. 8) et chaque épulis a été examiné d'un point de vue histologique (Fig. 10). Les examens histo-pathologiques ont confirmé les cas d'épulis fibreuse.

Soins et conseils postopératoires

Il a été conseillé aux patients d'appliquer de la glace sur la lésion afin d'empêcher un œdème et ils ont reçu des instructions quant au suivi.

Tous les patients ont repris le cours normal de leurs activités (école, emploi) immédiatement après l'intervention chirurgicale. Aucun analgésique ni antibiotique n'a été prescrit. Quatre semaines plus tard, l'état de cicatrisation a été examiné.

Tous les patients ont rapporté **une bonne cicatrisation, sans aucune complication** ou trouble fonctionnel (Fig12).

Six mois à un an plus tard, il n'y avait aucune séquelle. (Voir figure page suivante).

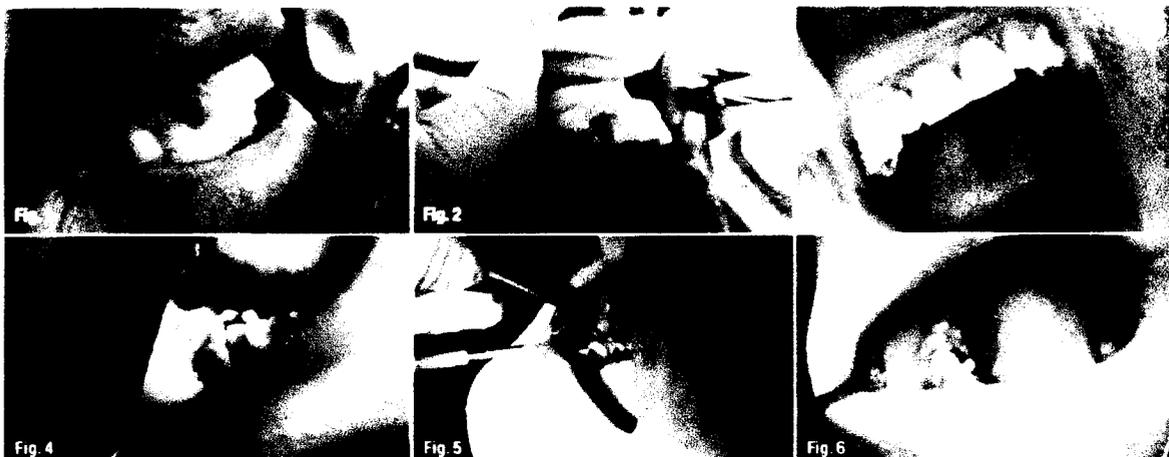


Figure 57 : Figs1et 4-Situation initiale montrant un cas d'épulis fibreuse.

Figs. 2et 5-Au cours du traitement, la partie traitée au laser apparaît sans aucune goutte de sang.

Figs 3et6-Traitement laser des lésions.

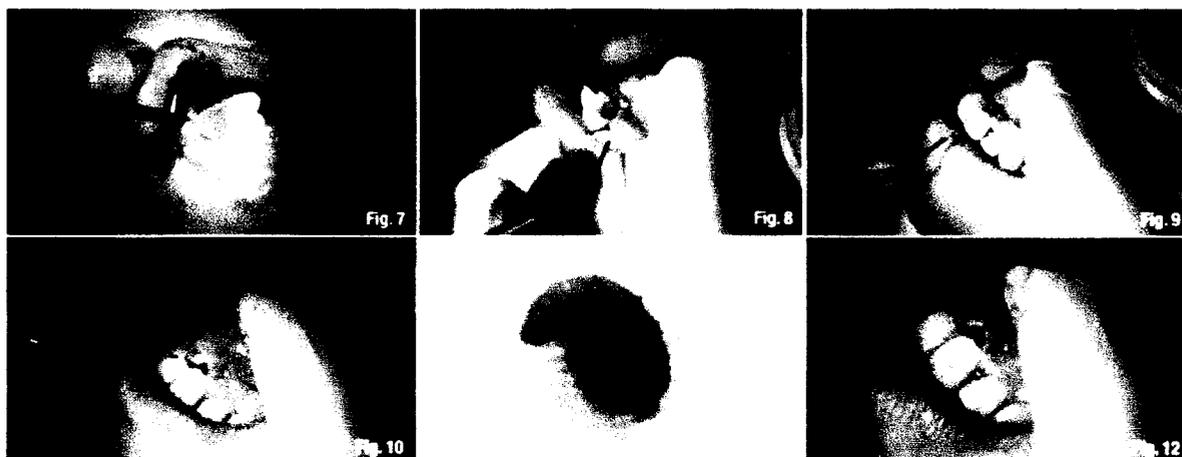


Figure 58 :Fig 7- Situation initiale montrant un cas d'épulis fibreuse

Fig 8 et 9- Au cours du traitement au laser

Fig 10-Immédiatement après le traitement.

Fig 11_ Spécimen excisé.

Fig 12-Résultat après l'intervention chirurgicale, la plaie a complètement cicatrisé.

VIII.3. Freinectomie assistée par laser en odontologie pédiatrique :

Diagnostic et plan de traitement

Dans ce cas, l'anamnèse de médecine générale et dentaire montre un garçon sain de 12 ans qui était très **anxieux** et ne voulait pas se faire opérer à cause de mauvaises expériences antérieures. Il avait été envoyé par l'orthodontiste pour une freinectomie en raison **de l'écart entre les deux incisives centrales supérieures**.

Le patient présentait une Classe I d'Angle avec une légère protrusion des dents antérieures, un profil convexe et un dysfonctionnement de déglutition.

Le diagnostic a été un diastème entre les deux incisives centrales supérieures, avec un espacement des incisives centrales supérieures.

Le plan de traitement a été **une freinectomie assistée par laser** à cause de la peur du garçon de la chirurgie.

Traitement parodontal laser assisté

La procédure de traitement pour la freinectomie labiale supérieure a pris **8 minutes**. Dans ce cas, l'anesthésie locale a été utilisée en raison du fort et profond frein à trois voies. Dans de nombreux cas, seule une anesthésie topique est nécessaire.

Des lunettes de sécurité ont été mises sur le patient, sa mère, l'assistante et le dentiste pendant l'attente de l'anesthésie.

Pour cette freinectomie, **un laser Er,Cr:YSGG avec une longueur d'onde de 2780 nm a été utilisé**.

La procédure a été réalisée avec une pointe MC3, 1,5-2 W, 30 Hz, durée d'impulsion 700 ms, 7 % d'eau et 11 % d'air, en mode contact.

- La première coupe a été faite en incisal, en forme de V à partir du côté droit à un angle.
- La deuxième coupe, à partir de la gauche, à un angle avec le tissu sous tension pour permettre aux bords des fibres d'être vus.

L'étape suivante a été une extension en forme de losange, avec coupe des fibres en profondeur pour éviter la récurrence et la rétraction du tissu. Les fibres et les tissus excessifs ont été enlevés.

Presque aucun saignement n'est survenu pendant la chirurgie, ce qui permet une vision claire pour le chirurgien et rend la procédure rapide.

Soins postopératoires :

Aucune coagulation n'a été nécessaire. Aucune suture n'a été requise.

Aucun analgésique et aucun antibiotique n'a été prescrit. Les instructions post-opératoires du patient étaient de ne pas pratiquer d'activité sportive ce jour-là.

Les dents devaient être brossées comme toujours. Les visites étaient prévues après un jour, six jours et quatre mois. Les résultats post-opératoires après une journée n'ont pas montré de complications.

Aucun saignement, aucune douleur et aucun gonflement n'est apparu. Le processus de guérison a été très rapide, montrant un revêtement fibrine après une journée et une bonne vascularisation. Il y avait des cicatrices légères.

Après cicatrisation, le patient a été renvoyé chez l'orthodontiste.

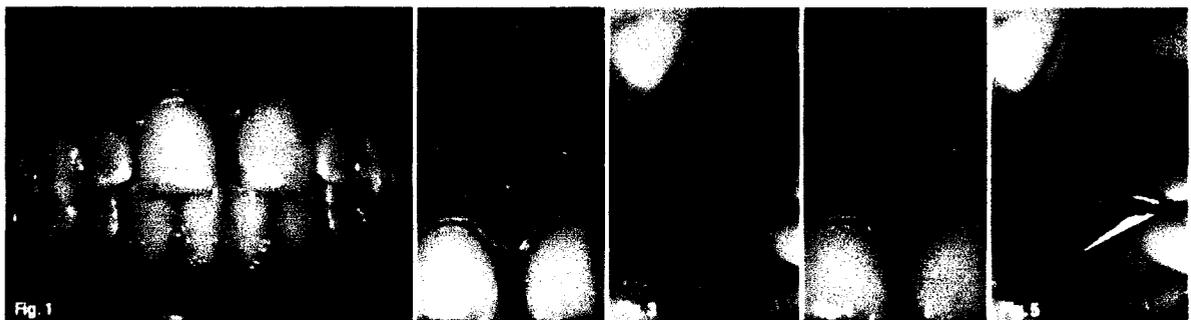


Figure 59 : Fig1_ État initial - diastème entre les deux incisives centrales supérieures.

Fig. 2 & 3_ État initial antérieur : frein fort, à trois voies labiales.

Fig. 4 & 5_ Technique de coupe

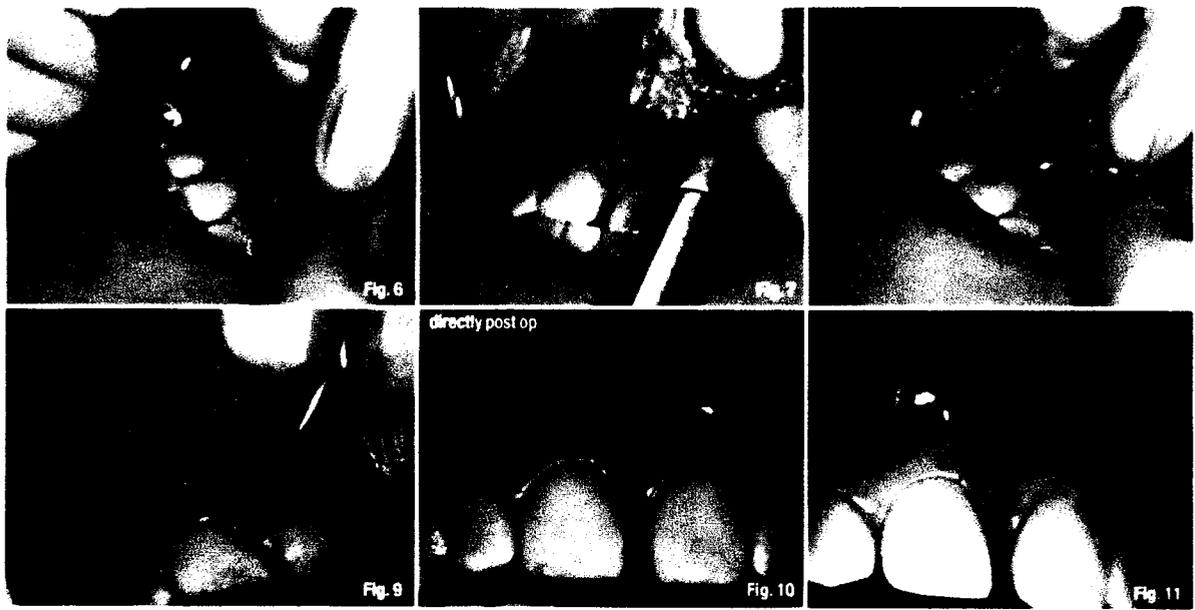


Figure 60 : Fig 6-9_Procédure de traitement. Fig. 10 & 11_Suivi postopératoire.

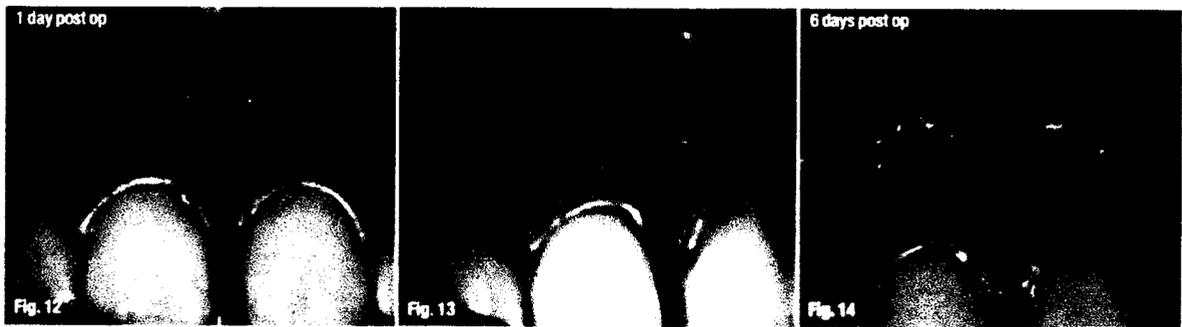


Figure 61 : Fig 12-15_ Suivi postopératoire.

IX. Conclusion

En conclusion de ce travail nous pouvons dire que l'efficacité du laser n'est plus à prouver, c'est une technologie de précision, qui apporte à notre pratique quotidienne des résultats spectaculaires, fiables dans le temps, et du confort pour le praticien ainsi qu'à nos patients.

Les atouts des lasers en pratique quotidienne sont : le pouvoir **bactéricide**, le **contrôle de l'hémostase et de la douleur**, l'**absence d'anesthésie** dans de nombreux cas, l'ablation sélective (principe de conservation des tissus).

Même si de bons résultats ont été obtenus avec le laser, davantage d'études sont requises pour mieux comprendre les effets sur les tissus biologiques pour une application sûre et efficace du laser durant le traitement parodontal. Les praticiens doivent être conscients des risques encourus par le traitement au laser et bien formés concernant l'utilisation sûre et efficace du laser.

En effet, les preuves scientifiques concernant les applications du laser ont été distribuées plus lentement que les informations commerciales. Son emploi lors du traitement parodontal des tissus durs devrait être considéré avec précautions en raison des possibles altérations de la surface radiculaire et la difficulté d'attachement des tissus mous qui en résulte.

C'est pour cela que les enjeux d'avenir pour les cliniciens chercheurs sont la mise en place de consensus internationaux sur des protocoles permettant d'**optimiser** à la fois **les temps opératoires**, **les chances de succès** et de **minimiser les dommages iatrogènes**.

Enfin les enjeux des ingénieurs et des industriels sont de devenir capables de s'associer pour mettre au point une machine intégrant les qualités de **plusieurs longueurs d'ondes complémentaires** afin de **couvrir le maximum d'indications** tout en **baissant les coûts** de production pour rendre enfin accessible au maximum de praticiens cet outil **incontournable dans la pratique de notre art et indispensable à nos patients**.

X. Liste des figures

N°	Légende	Page
Figure 01 :	Structure de la dent	02
Figure 02 :	Attache de la gencive sur la dent	04
Figure 03 :	Spectre électromagnétique	12
Figure 04 :	Atome	13
Figure 05 :	L'atome excité	13
Figure 06 :	Émission spontanée	14
Figure 07 :	Émission stimulée	14
Figure 08 :	Schémas représentant la variation du niveau d'énergie lors de l'absorption, émission spontanée et stimulée	15
Figure 09 :	Principe de fonctionnement d'un laser	16
Figure 10 :	Les différents lasers	21
Figure 11 :	Aspect de l'émail irradié au laser Er- YAG, vue en microscopie électronique à balayage, grossissement X500, échelle 20µm	35
Figure 12 :	Tumeur localisée au palais	38
Figure 13 :	Fibrome	39
Figure 14 :	Epulis	40
Figure 15 :	Aphtes	41
Figure 16 :	Herpès	42
Figure 17 :	Lithiase salivaires	43
Figure 18 :	Hémangiome	44
Figure 19 :	Lichan plan	44
Figure 20 :	Traitement de la péri-implantite	46
Figure 21 :	Insert paro key3 Kavo de droite à gauche ; noir (tip fin), vert (tip large), bleu mêmes caractéristiques que le tip vert mais laisse passer plus de lumière que le vert	48

Figure 22 :	PAM 2061 Kavo avec embout tip burin large	48
Figure 23 :	PAM 2061 Kavo	49
Figure 24 :	Visualisation du feedback	49
Figure 25 :	Illustration du protocole de traitement parodontale au laser (PAM 2061 Kavo)	50
Figure 26 :	Application du laser Er:YAG au niveau d'une poche parodontale	53
Figure 27 :	Débridement d'une poche parodontale à l'aide d'un laser Er:YAG (la couleur rouge provient du système de détection de tartre par fluorescence induite)	54
Figure 28 :	Hyperplasie gingivale d'origine médicamenteuse	57
Figure 29 :	Hyperpigmentation mélanique gingivale	58
Figure 30 :	Traitement de la dépigmentation gingivale au laser	59
Figure 31 :	Epulis fibreuse	60
Figure 32 :	Frein labial supérieur à attache inter-dentaire	61
Figure 33 :	Freinectomie de la lèvre supérieure en schéma	63
Figure 34 :	Freinectomie de la lèvre inférieure en schéma	63
Figure 35 :	Freinectomie linguale en schéma	64
Figure 36 :	État initial et incisions de décharge	66
Figure 37 :	Préparation radiculaire	66
Figure 38 :	Un greffon PRF (Fibrine Riche en Plaquettes) ensuite placé	67
Figure 39 :	Sutures	67
Figure 40 :	Cicatrisation gingivale à 8 jours	67
Figure 41 :	Système pour TPD utilisant un laser diode (635 nm) et un photosensibilisateur (chlorure de tolonium)	68
Figure 42 :	(A) Laser diode 660nm, (B) Photosensibilisateur, (C) L'applicateur fibre optique	68

Figure 43 :	Séquence photos d'application du photosensibilisant TBO sur une bouche complète, en traitement de parodontopathies lors de la PDT	70
Figure 44 :	L'examen endobuccal initial montre des récessions gingivales multiples	76
Figure 45 :	Les récessions sont également visibles sur les faces radiculaires palatines	77
Figure 46 :	Il n'y a pas d'altération dentaire d'origine carieuse	77
Figure 47 :	Tartre sous gingival et saignement au sondage	78
Figure 48 :	Classe 2 canine	78
Figure 49 :	Arcades en occlusion avec un recouvrement important, pas de traumatisme occlusal sur les dents antérieures	79
Figure 50 :	Radio panoramique montrant une perte osseuse généralisée, lyse terminale sur la 28	79
Figure 51 :	Bétadine en place au fond des poches	80
Figure 52 :	Peroxyde d'hydrogène à 3%, laissé en place afin d'oxygéner les tissus avant l'activation au rayonnement laser	80
Figure 53 :	Activation de l'H ₂ O ₂ au rayonnement laser Diode avec une 86fibre de 300µm	81
Figure 54 :	Sang oxygéné visible après activation de l'H ₂ O ₂	81
Figure 55 :	Photostimulation à 3W avec la lentille défocalisante du laser Diode	82
Figure 56 :	État postopératoire à 2 mois, stabilisation du niveau osseux	83
Figure 57 :	Fig. 1 et 4 : Situation initiale montrant un cas d'épulis fibreuse Fig. 2 et 5 : Au cours du traitement, la partie traitée au laser apparaît sans aucune goutte de sang Fig. 3 et 6 : Traitement laser des lésions	85

Figure 58 :	Fig. 7 :	Situation initiale montrant un cas d'épulis fibreuse	85
	Fig. 8 et 9 :	Au cours du traitement au laser	
	Fig. 10 :	Immédiatement après le traitement	
	Fig. 11 :	Spécimen excisé	
	Fig. 12 :	Résultat après l'intervention chirurgicale, la plaie a complètement cicatrisé	
Figure 59 :	Fig. 1 :	État initial : diastème entre les deux incisives centrales supérieures.	87
	Fig. 2 et 3 :	État initial antérieur : frein fort, à trois voies labiales	
	Fig. 4 et 5 :	Technique de coupe	
Figure 60 :	Fig. 6-9 :	Procédure de traitement	88
	Fig. 10 et 11 :	Suivi postopératoire	
Figure 61:	Fig. 12-15 :	Suivi postopératoire	88

XI. Références bibliographiques

1- Adams TC, Pang PK:

Lasers in Aesthetic Dentistry
Dent Clin N Am 2004;48,4:833-60

2- Aidan N :

Applications médicales des lasers
Inf Dent 2003;36:2633-44

3- AMBROSINI P. et al :

Clinical and microbiological evaluation of the effectiveness of the Nd:Yap laser for the initial treatment of adult periodontitis.
J. Clin. Periodontol., 2005, 32, p670-676

4- Ando Y, Aoki A, Watanabe H :

Bactericidal effect of Erbium Yag laser on periodontopathic bacteria,
Lasers Surg Med 19, 190-200, 1996.

5- AOKI A.et al :

In vitro evaluation of Er:YAG laser scaling of subgingival calculus in comparison with ultrasonic scaling.
J. Periodont. Res., 2000, 35, p266-277.

6- BERGANE M,OUANZA A, MEFTAH F:

Fréquence des hypertrophies et hyperplasies gingivales au niveau du service de parodontologie du C.H.U de Tlemcen.
Thèse de fin d'études 2013-2014

7- BERKG,ATICI K,Berk N :

Treatment of gingival hyper-pigmentation with the Er,Cr:YSGG laser clinical observation and one years follow -up.
Int Mag Laser Dent 2011;4:6-8

8- Casanova J.A., Drugeon R.

-Utilisation du laser dans la thérapeutique parodontale : état de la question en 2009.
2010
Th. D.: 2010 003D

9- CHIRAYU S.RAHUL D.MONALI S .et coll :

Evaluation of Scalpel versus Diode Lasers for gingival Depigmentation : A Case Report
Int J Adv Health sci 2014; 1(2):24-7

10- Cobb CM :

Lasers in peridontics: A review of the literature
J Periodontol 2006;77:545-64

11- Coleton S:

Lasers in Surgical Periodontics and Oral Medicine
Dent Clin N Am 2004;48,4:937-62

12- Coleton S :

The use of lasers in periodontal therapy, *Gen Dent* 56 (7).
612-617:2008

13- Coluzzi DJ, Convissar RA:

Fundamentals of Dental Lasers: Science and Instruments
Dent Clin N Am 2004;48,4:751-70

14- Convissar RA:

The biologic Rationale for the Use of Lasers in Dentistry
Dent Clin N Am 2004;48,4:771-94

15- Dederich DN:

Case report CO2 LASER FUSION OF A VERTCAL ROOT FRACTURE
J Am Dent Assoc 1999;130:1195-98

16- Demri A:

Apport du laser Er : YAG dans les traitements des parodontites et des périimplantites.
2011 Th. D. : Paris Montrouge : 2011 : M023. p23-34,p44.

17- De Oliveira RR, Schwartz-Filho HO, Novaes Jr AB, Taba Jr M:

Antimicrobial photodynamic therapy in the non-surgical treatment of aggressive periodontitis
a preliminary randomized controlled clinical study

18- Ferrari J, Zeboulon S :

Traitement thermique et chirurgie muco-gingivale : la frénectomie par micro plasma system.
Inf Dent 1991;33:2821-2824..

19- Folwaczny M, Benner K-U, Flasskamp B, Mehl A, Hickel R:

J Effects of 2.94 µm Er:YAG laser radiation on root surfaces treated in situ:a histological study
Periodontol 2003;74:360-65

20- FRANCA CM. et al :

Low-intensity red laser on the prevention and treatment of induced-oral mucositis in hamsters. *J.Photochem. Photobiol., B: Biol.*, 2009, 94,p25-31

21- Girardeau-Montaut JP, Lambert R:

Les Lasers et leurs applications médicales : J.-P. Girardeau-Montaut et R. Lambert.
Paris : E.M.Inter, 1987.-509p

22- Ishikawa I, Aoki A, Takasaki AA:

Potential applications of Erbium:YAG laser in periodontics
J Periodontal Res 2004;39:275-85

23- KAFAS P. et al:

Diode laser lingual frenectomy may be performed without local anaesthesia. [en ligne] In International Journal of orofacial science.
Disponible sur

<http://www-ijoscience.com/wp-content/uploads/2008/07/article_1.pdf>

24- KAFAS P. et al :

Upper-lip laser frenectomy without infiltrated anaesthesia in a paediatric patient: a case report..(mai 2009)

25- Kesler G :

Clinical Applications of Lasers During Removable Prosthetic Reconstruction
Dent Clin N Am 2004;48,4:963-69

26- KHOURI VY. et al:

Use of Therapeutic Laser for Prevention and Treatment of Oral Mucositis. Braz. Dent. J., 2009, 20, 3, p215-220

27- LEE KM.LEE DY .SHIN SI.et coll:

A comparison of different gingival depigmentation techniques : ablation by erbium YAG laser and abrasion by rotary instruments.
J Periodont Implant Sci 2011;41:201-207

28- Levy GC:

Evaluation in vitro d'une technique expérimentale pour le traitement de fêlures dentaires en utilisant du phosphore tricalcique fondu par un rayon laser
Rev Fr Endod 1993;12,3:45-52

29- LODI G. et al :

Systematic Review of Randomized Trials for the Treatment of Oral Leukoplakia.
J. Dent. Educ., 2002, 66, 8, p896-902. Review

30- Martin E :

Lasers in Dental Implantology
Dent Clin N Am 2004;48,4:999-1015

31- Midda M, Renton-Harper P:

Lasers In Dentistry

Br Dent J 1991;170:343-6

32- Milanezi de Almeida J, Theodoro LH, Bosco AF et al:

Treatment of experimental periodontal disease by photodynamic therapy in rats with diabetes

J Periodontol 2008;79:2156-65

33- MORITZ, A. :

Advantages of a pulsed CO2 laser in direct pulp capping: a long-term in vivo study. *Lasers Surg.*

Med., 1998, 22, p288-293

34- Mousques T, Chairay JP:

Principe généraux et applications du laser

Rev Odontol Stomatol 1990;19:11-8

35- Parker S:

The Use of Lasers in Fixed Prosthodontics

Dent Clin N Am 2004;48,4:971-98

36- Research, Science and Therapy Committee of the American Academy of Periodontology:

Lasers in periodontics

J Periodontol 2002;73:1231-9

37- Rey G.,Missika P:

Les lasers et la chirurgie dentaire, innovations et stratégies cliniques

38- Rey G, Missika P:

Laser et implantologie, simplicité et efficacité.

L'inf.Dent. Avril 2010. N°16. P22

39- Rey G.,Missika P:

Traitements parodontaux et laser en omnipratique dentaire

40- REYNIER F:

Intérêt d'un laser chirurgical en clientèle canine.

96p. Th : Med Vet :Alfort :2010: 019.

41- SASSI S:

Les lasers en chirurgie implantaire et peri-implantaire :une solution mini-invasive

Thèse de fin d'études 2012

42- Schoop U, Moritz A, Kluger W, et Al:

The Er Yag laser in endodontics; résultats of an in vitro study,

Lasers Surg Med 30 (5) : 360-364, 2002.

43- Sigusch BW, Pfitzner A, Albrecht V, Eike Glockmann:

Efficacy of photodynamic therapy on inflammatory signs and two selected periodontopathogenic species in a Beagle dog model

J Periodontol 2005;76:1100-05

44- Stahl SS, Froum S:

Human suprabony healing responses following robot demineralisation and coronal flap anchorage :

histologie response on 7sites

45- Thiria C:

Le choix laser.

Inf Dent 1997;42:3227-3232

46- Van As G:

Erbium Lasers in Dentistry

Dent Clin N Am 2004;48, 4:1017-59

47- Walsh LJ:

The current status of laser applications in dentistry

Aust Dent J 2003;48,3:146-55

48- Wautier P:

Traitement parodontal assisté par le laser Er:YAG KEY 3

J Parodontol Impl Orale 2008;27,2:115-26

49- www.dentalespace.com

50- www.dental-tribune.com

51- www.dtstudyclub.fr

52- www.journal-stomato-implanto.com

53- www.lecourrierdudentiste.com

L'interaction des domaines médicaux avec les autres domaines scientifiques, tels que la physique et la chimie, a régulièrement permis à la médecine de faire de sérieuses avancées dans le traitement des maladies.

Depuis longtemps, l'utilisation des lasers en odontologie est évoquée, discutée, soutenue ou combattue.

Après une entrée timide dans la parodontie depuis plus d'une décennie, compte tenu des résultats obtenus nous assistons actuellement à une nette augmentation de l'utilisation du laser.

Nous essayerons de donner dans ce travail les indications du laser en Parodontie, les recommandations ainsi que les précautions à prendre aussi bien pour l'équipe médicale que pour le patient.