

**UNIVERSITE DE LILLE**  
**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année de soutenance : 2023

N° :

THESE POUR LE

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présenté et soutenu publiquement le 20/01/2023

Par Faustine NIEL

Née le 23 Mars 1995 aux Lilas à Paris, France

**Les Lasers : un outil innovant au service de l'esthétique dentaire et  
orofaciale, l'exemple particulier de la biostimulation**

**JURY**

*Président :*

*Monsieur le Professeur Thomas Colard*

*Assesseurs :*

*Monsieur le Docteur Corentin Denis*

*Monsieur le Docteur Henri Persoon*

*Monsieur le Docteur Xavier Coutel*

Président de l'Université	:Pr. R. BORDET
Directrice Générale des Services de l'Université	:M-D SAVINA
Doyen UFR3S	:Pr. D. LACROIX
Directrice des Services d'Appui UFR3S	:G. PEIRSON
Doyen	:Pr. C. DELFOSSE
Responsable des Services	:M. DROPSIT
Responsable de la Scolarité	:G. DUPONT

## **PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE**

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES :**

K.AGOSSA	Parodontologie
P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
C.DELFOSSE	Odontologie Pédiatrique <b>Doyen de la Faculté d'Odontologie – UFR3S</b>
E. DEVEAUX	Responsable de Département de <b>Dentisterie</b> <b>Restauratrice Endodontie</b>

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES :**

T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Épidémiologie, Économie de la santé, Odontologie légale
P. BOITELLE	Responsable du Département de <b>Prothèses</b>
<b>F. BOSCHIN</b>	Responsable du Département de <b>Parodontologie</b>
<b>E. BOCQUET</b>	Responsable du Département <b>d'Orthopédie Dento-Faciale</b>
C. CATTEAU	Responsable du Département de <b>Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale</b>
X. COUTEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M.DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M.DUBAR	Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
C.LEFEVRE	Prothèses
M.LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
<b>L.NAWROCKI</b>	Responsable du Département de <b>Chirurgie Orale</b> Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin – CHRU Lille
<b>C.OLEJNIK</b>	Responsable du Département de <b>Biologie Orale</b>
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L.ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
<b>M.SAVIGNAT</b>	Responsable du Département des <b>Fonction- Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux</b>
<b>T. TRENTESAUX</b>	Responsable du Département <b>d'Odontologie Pédiatrique</b>
J. VANDOMME	Prothèses

### ***Réglementation de présentation du mémoire de Thèse***

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille a décidé que les options émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant le jury doivent être considérées comme propre à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée

# SOMMAIRE

Introduction.....	7
1- LASER.....	7
1-1- Histoire du LASER.....	8
1-2 Principe de Fonctionnement du laser.....	8
1-2.1 Bases physiques fondamentales.....	8
1-2.1.1- Energie de la lumière et spectre électromagnétique.....	8
1-2.1.2- Principe d'absorption, d'émission spontanée et d'émission stimulée ..	9
1-2.1.3-Principes et mode de fonctionnement d'un laser.....	10
1-2.1.3.1-Composition d'une source de rayonnement laser.....	10
1-2.1.3.2-Système de pompage.....	11
1-2.1.3.3-Les Caractéristiques énergétiques du rayonnement laser.....	11
1-3-Les différents types de laser utilisé en odontologie.....	12
1.3.1-Laser Hélium-Néon.....	12
1.3.2-Laser CO2.....	12
1.3.3-Laser Nd:YAG.....	13
1.3.4-Laser Nd:YAP.....	13
1.3.5-Laser Er:YAG.....	13
1.3.6-Laser Diodes ou à semi-conducteurs.....	14
1-4.1- Effet photo ablatif.....	17
1-4.2- Effet thermique de carbonisation.....	17
1-4.3- Effet thermique de coagulation.....	17
1-4.4- Effet thermique de vasodilatation.....	17
1-4.5- Effet Photochimique.....	18
1-4.6- Effet Biostimulant.....	19
2-Applications thérapeutiques : le laser, une réponse intuitive et esthétique aux problèmes de l'omni pratique.....	19
2.1- Traitement des tissus mous.....	19
2.1.1- Frénectomie.....	19
2.1.1.1- Définition.....	19
2.1.1.2- Cas clinique.....	21
2.1.2- Hyperpigmentation gingivale.....	23
2.1.2.1- Définitions.....	23
2.1.2.2- Cas clinique : La dépigmentation par ablation.....	25
2.1.2.3- Cas clinique : La dépigmentation par technique non ablativité.....	27
2.1.3- Ulcères aphteux et herpétiques.....	28

2.1.3.2- Cas clinique : traitement laser d'une lésion herpétique.....	30
2.1.3.3- Cas clinique : traitement laser d'une lésion aphteuse .....	31
2.2- Traitement des tissus durs de la dent .....	33
2.2.1- Traitement et prise en charge des dents hypoplasiques.....	33
2.2.1.1- Définitions.....	33
2.2.1.2- Cas clinique.....	34
2.2.2- Éclaircissement dentaire externe.....	36
2.2.2.1- Définitions.....	36
2.2.2.2- Cas clinique.....	37
3- La Biostimulation : une nouvelle manière de concevoir la dentisterie .....	38
3.1- Définition .....	39
3.2- Mécanisme d'action de la Biostimulation.....	39
3.3- Cas cliniques .....	41
3.3.1- Premier cas.....	41
3.3.2- Deuxième cas.....	42
3.3.3- Troisième cas .....	43
Conclusion .....	45
Table des références.....	46
Table des illustrations .....	50
Table des tableaux .....	51

# Introduction

Le rayonnement lumineux du LASER a toujours interpellé. Sa précision et sa puissance sont capable de couper et coaguler sans détruire les tissus périphériques et c'est en partie pour cela qu'il semble être un outil chirurgical parfait. Dans les années 1980, il était improbable de supposer que ce « bistouri de l'avenir » offrait bien d'autres utilisations qui allaient faciliter et révolutionner la plupart des actes de notre discipline. Comme dans toute spécialité médicale, il est primordial de bien maîtriser une technique avant de la réaliser sur nos patients et la maîtrise nécessite inévitablement un minimum de compréhension du fonctionnement du matériel employé.

Il est donc essentiel de présenter les bases physiques simplifiées avant de se pencher sur les principaux types de rayonnement laser et de leurs applications en chirurgie dentaire.

Grâce à ses nombreuses interactions avec les tissus durs et mous de la cavité buccale, le LASER se révèle d'un intérêt particulièrement grandissant dans le domaine de l'esthétique en dentaire. En effet, à ce jour les normes esthétiques jouent un rôle prépondérant dans la demande du patient ainsi que la pression et l'augmentation de l'exigence vis à vis du résultat obtenu. Nous nous intéresserons donc particulièrement aux applications à visées esthétiques des lasers en chirurgie dentaire.

Nous commencerons tout d'abord par rappeler les bases physiques du fonctionnement du laser en introduisant leurs interactions avec les tissus de la sphère orofaciale. Nous débattons ensuite des différentes applications esthétiques des lasers. Enfin, nous aborderons le fonctionnement de la bio stimulation par laser ainsi que différents cas cliniques capables d'illustrer ses effets [15,18,26,27,28].

## 1- LASER

Rappelons que LASER signifie « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation », c'est-à-dire « Une lumière amplifiée par émission stimulée de photons »[27].

## **1-1- Histoire du LASER**

- en 1917 : Albert Einstein publie ses travaux sur l'absorption et l'émission spontanée et d'émission stimulée, par l'analyse de la théorie de Planck.
- en 1954 : le physicien français Alfred Kastler découvre le pompage optique et obtient le prix Nobel en 1967. Les bases théoriques de l'amplification de la lumière par émission stimulée de radiations sont alors réunies sous l'acronyme LASER.
- en 1958 : le résonateur optique va permettre la production de lumière cohérente grâce aux travaux de Townes et Schawlow. Tous les composants de base sont alors prêts et il ne faudra attendre que 2 années supplémentaires avant la naissance des premiers lasers.
- en 1960 : Maiman réalise le premier oscillateur laser avec un cristal de rubis comme amplificateur. Javan et Bennet mettront au point la même année le premier laser à gaz avec un mélange hélium néon.
- en 1970 : utilisation des lasers en médecine, en ophtalmologie, en ORL, et en chirurgie [27].

## **1-2 Principe de Fonctionnement du laser**

### **1-2.1 Bases physiques fondamentales**

#### **1-2.1.1- Energie de la lumière et spectre électromagnétique**

La lumière ordinaire que nous percevons blanche est en fait un ajout de différentes lumières dont les longueurs d'onde sont comprises entre le violet (environ 375 nm) et le rouge (environ 775 nm). Il s'agit de la partie visible du spectre électromagnétique (Fig. 1). L'ensemble des autres rayonnements transportés sur le spectre électromagnétique seront imperceptibles à l'œil nu depuis les rayons gamma ou les rayons X jusqu'aux ondes radio [15,18,26,27,28].



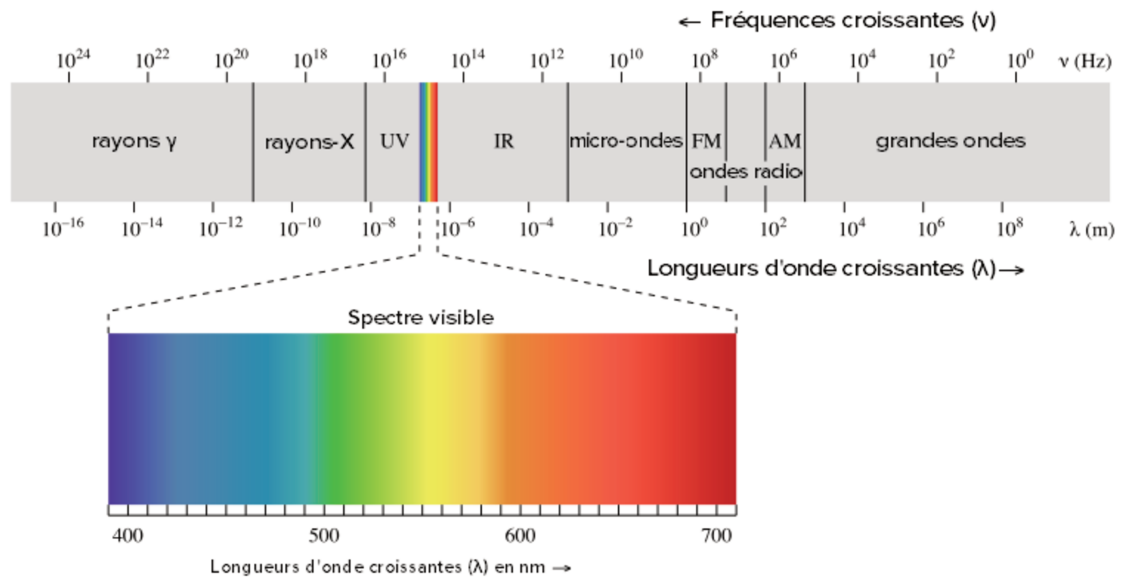


Fig. 1 : Représentation du spectre des ondes électromagnétiques (27)

La lumière laser n'est pas présente dans la nature, elle est uniquement fournie par les appareils amplificateurs de la lumière par des émission stimulées de radiations. La lumière Laser se distingue car tous ses photons ont une même longueur d'onde (monochromatique) avec une oscillation en phase (lumière cohérente Fig. 2) dans le temps et l'espace. Sa propagation est unidirectionnelle, c'est à dire dans une seule direction, ou plus exactement se propage avec une divergence insignifiante comparativement à celle de la lumière classique [15,26].

### 1-2.1.2- Principe d'absorption, d'émission spontanée et d'émission stimulée

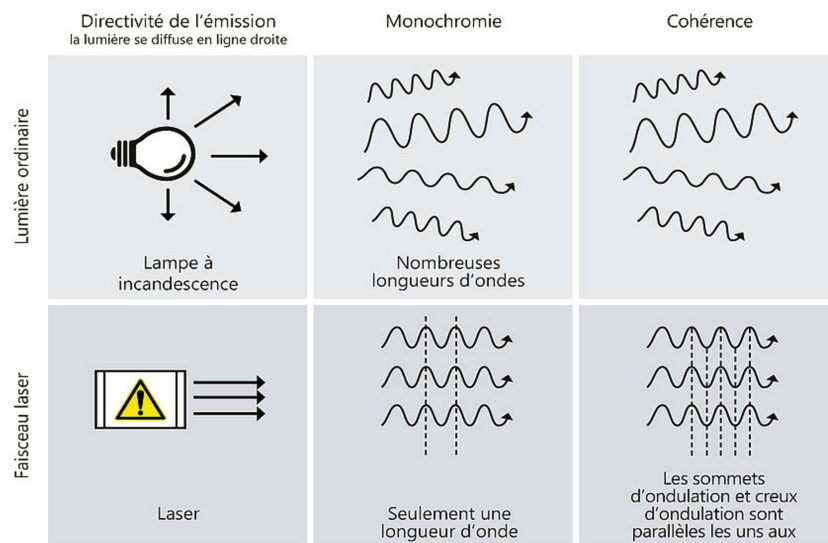


Fig. 2 : Cohérence d'un rayonnement laser (37)

L'émission spontanée décrite par Niels Bohr, démontrait qu'un atome qui absorbe un photon passe à un niveau d'énergie élevé ( $E_1$ ) qui est très instable. L'atome retournera spontanément à son état stable ( $E_0$ , énergie faible) en émettant la même quantité d'énergie que celle absorbée au départ.

Si un photon supplémentaire est absorbé par l'atome lorsqu'il est au niveau d'énergie élevé, cette situation deviendra très instable et l'atome retournera à son énergie faible en émettant simultanément toutes les énergies absorbées : c'est l'émission stimulée (Fig. 3).

Si l'émission induite est entretenue, le nombre d'atomes à l'état d'énergie élevé sera plus important que celui d'atomes à l'état d'énergie faible. Cela nécessite un apport d'énergie rapide et efficace pour stimuler le milieu actif du laser : c'est le « pompage » appelé également « pompage optique » si la source d'énergie est la lumière [15,27].

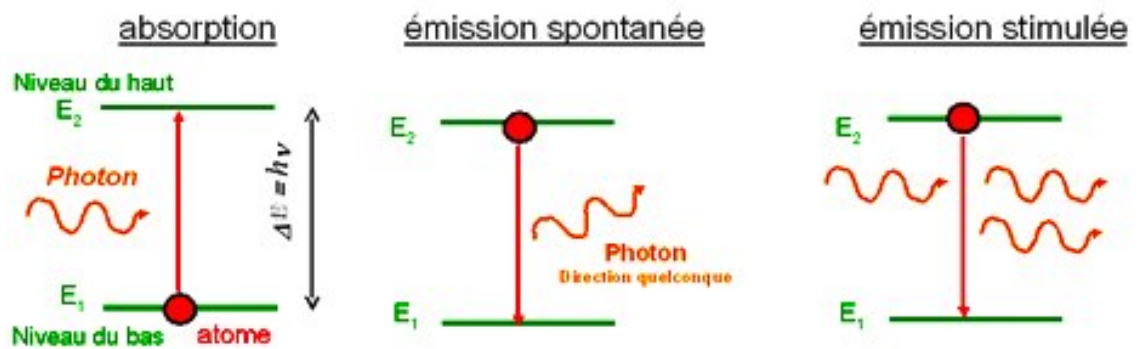


Fig. 3 : Absorption, stimulation spontanée et stimulée (15)

### 1-2.1.3-Principes et mode de fonctionnement d'un laser

#### 1-2.1.3.1-Composition d'une source de rayonnement laser

Le « cœur » du laser est constitué d'un milieu actif (solide, gaz, liquide) stimulé par un mécanisme de pompage. L'ensemble est placé dans une cavité résonnante à deux miroirs permettant de créer des oscillations grâce aux allers et retours de la lumière laser de cette cavité. L'un des deux miroirs laisse passer les photons en phase et dans une seule direction. A la sortie, on obtient donc un rayonnement d'une cohérence énergétique et spatiale exceptionnelle [15,27].

Le milieu actif est constitué des atomes que l'on souhaite exciter. Les principaux milieux actifs sont :

- gaz : CO<sub>2</sub>, Hélium-Néon, Argon ;
- solide : Nd:YAG, Nd:YAP, KTP, Er:YAP;
- liquide : colorants.

### 1-2.1.3.2-Système de pompage

La source de pompage qui va être alimentée par une source d'énergie extérieure va venir activer le matériau laser (cristal, gaz, etc.) et stimuler l'émission de photons à l'intérieur du résonateur optique (Fig. 4). Sortiront de la cavité résonnante, par le miroir semi-réfléchissant, uniquement les photons strictement cohérents et unidirectionnels qui transporteront l'énergie du rayonnement laser.

A savoir que si la source de pompage fonctionne par impulsions très brèves, le rayonnement sortant sera directement en mode pulsé [1,16,27].

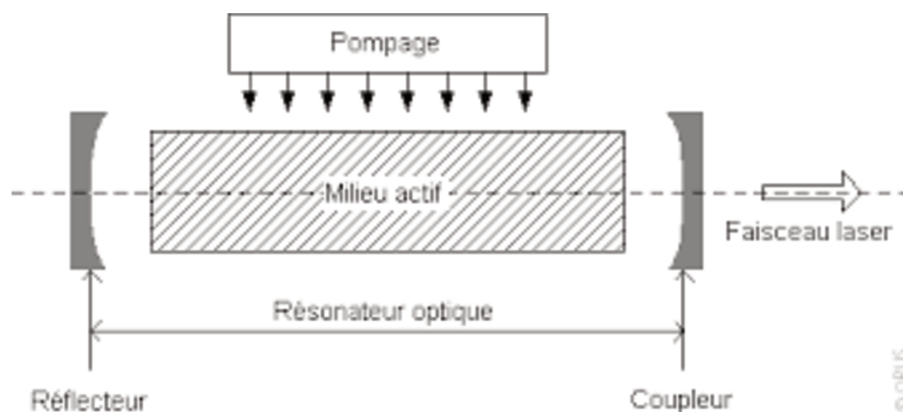


Fig. 4 : Principes de fonctionnement d'un laser (16)

### 1-2.1.3.3-Les Caractéristiques énergétiques du rayonnement laser

La puissance émise par un laser peut se mesurer en Watts. Si le laser émet en continu, la puissance sera donc constante. Mais si le laser émet en mode pulsé la puissance variera avec le temps.

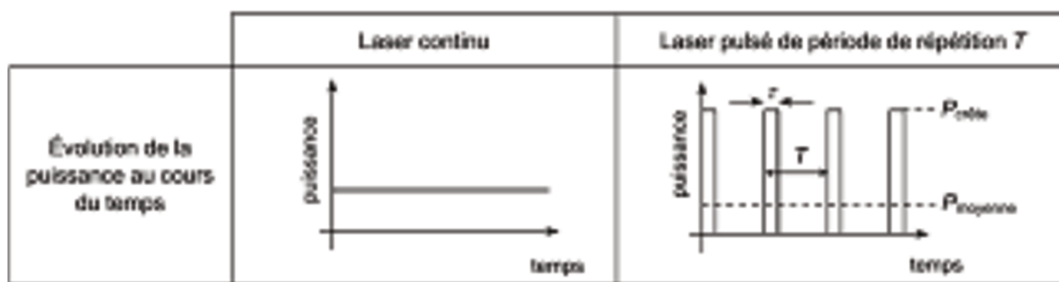


Fig. 5 : Différentes puissances du rayonnement laser (27)

### 1-3-Les différents types de laser utilisé en odontologie

#### 1.3.1-Laser Hélium-Néon

C'était l'un des premiers laser disponible. Mis au point par Javan et Bernet en 1960. C'est un laser à gaz composé d'un mélange d'hélium et de néon émettant à une longueur d'onde de 632,8 nm, c'est à dire une lumière visible rouge, c'est un laser pénétrant. Le mélange gazeux est excité par décharge électrique qui agira sur un gaz intermédiaire puis sur le milieu actif. Ces lasers permettent un effet trophique par biostimulation cellulaire, un effet anti inflammatoire ainsi qu'un effet antalgique [1,24,27].

#### 1.3.2-Laser CO2

Le milieu actif de ce laser est le dioxyde de carbone, il possède le même principe de fonctionnement que le laser à l'hélium. Sa longueur d'onde est de 10 600 nm au niveau de l'infrarouge plus lointain lui accordant une excellente absorption dans les tissus mous et logiquement une faible pénétration. L'indication principale de ce laser est la chirurgie esthétique ou fonctionnelle des tissus mous (décapuchonnage des dents de sagesse, élongation coronaire etc.). Ce laser a la capacité de volatiliser, couper, ou de coaguler les tissus selon le niveau d'énergie appliquée. Les effets constatés sont dépendants de la proportion d'eau des tissus. Les conséquences néfastes thermiques sont directement reliées au temps d'exposition ainsi que la fréquence et donc indépendantes de la puissance appliquée. Néanmoins, il s'agit d'un laser à utiliser avec précaution car l'absorption est aussi élevée pour les principaux

minéraux constituant les tissus durs de la dent comme l'hydroxyapatite ce qui peut créer d'importants dégâts thermiques [1,24,27].

### **1.3.3-Laser Nd:YAG**

Ce laser est largement utilisé en médecine et possède une longue d'onde de 1064 nm ou 1340 nm, il se situe donc dans le domaine de l'infrarouge. Son rayonnement est assez peu absorbé par l'eau et s'avère être l'un des plus pénétrant au sein des tissus mous (jusqu'à 10mm) ce qui lui confère une action décontaminante en profondeur. Il est aussi indiqué dans les chirurgies telles que la frénectomie, frénotomie et l'excision des tissus pathologiques en particulier s'ils sont très hémorragiques. Ce laser peut aussi être utilisé dans divers domaines tels que :

- le traitement de l'émail et de la dentine ;
- la parodontologie ;
- l'endodontie ;
- la chirurgie générale et osseuse ;
- l'implantologie.

### **1.3.4-Laser Nd:YAP**

Il s'agit d'un laser solide qui est constitué d'un Crystal de yttrium aluminium perowskite dopé au Néodyme. En émettant à une longue d'onde de 1340 nm ce laser possède une absorption plus élevée dans les tissus mous ainsi la pénétration de son rayonnement ne dépasse pas le millimètre. Il s'agit d'un laser d'omni pratique aussi bien adapté aux traitements parodontaux qu'endodontiques. Cette longue d'onde est particulièrement bien absorbée par l'hémoglobine ce qui lui attribue un pouvoir hémostatique [27].

### **1.3.5-Laser Er:YAG**

La modification du laser qui cette fois est dopé à l'Erbium lui confère une longueur d'onde de 2940 nm et un maximum d'absorption de l'eau et de l'hydroxyapatite. Ainsi ce laser à une absorption tissulaire immédiate élevée et s'avère être faiblement transmis aux tissus sous-jacents. Il sera donc très efficace sur les tissus durs et permettra même l'élimination des tissus dentaires cariés, la chirurgie osseuse ou encore l'ablation de tissus muqueux. Ce laser offre un excellent confort non

négligeable contre aussi bien la douleur que la chaleur faisant du laser Er:YAG un outil de choix en dentisterie pédiatrique [27].

### **1.3.6-Laser Diodes ou à semi-conducteurs**

Ils émettent dans le rouge et proche infrarouge (625 à 980 nm environ) et sont constitués de deux semi-conducteurs de natures différentes. Ces lasers opèrent selon le principe de conversion de l'énergie électrique en énergie lumineuse. Ils sont de taille extrêmement réduite et sont repartis en unité appelée « barrette », par empilement de ses barrettes on peut atteindre des puissances élevées et permettre ainsi l'obtention de longueurs d'ondes variables.

Les longueurs d'onde variant entre 625 et 700 nm sont employées pour la biostimulation car pénétrant au niveau des tissus mous et pour l'hémostase, la désinfection des poches parodontales ainsi que la désinfection endodontique. Les lasers diodes sont fréquemment retrouvés dans les cabinets d'omni pratique.

En odontologie les deux types de lasers diodes les plus souvent utilisés sont :

- le laser GaAsAlIn (Gallium, Arseniure, Aluminium, Indium) ;
- le laser AlGaInP (Aluminium, Gallium, Phosphore d'indium).

Il semble maintenant important à ce stade d'illustrer les différences fondamentales existant entre ces différents lasers. Ils ont tous en lien le fait d'avoir un rayonnement dont l'énergie plus ou moins forte sera responsable de différents effets décrits plus loin.

Dans la réalité, certains rayonnements peu ou pas absorbés par certains tissus les traverseront pour aller céder leur énergie progressivement en profondeur et d'autres ne pourront simplement pas y pénétrer, l'action du rayonnement étant notamment très efficace sur la surface d'impact de celui-ci. C'est la longueur d'onde de chaque laser qui permet cette particularité primordiale [1,24,27].

On constate sur cette courbe d'absorption des principaux constituants de nos tissus (Fig. 6), qu'il existe un intervalle de longueur d'onde (entre 800 et 1400 nm) où le coefficient d'absorption dans l'eau, dans l'hémoglobine et dans la mélanine se côtoient avec des valeurs proches. C'est précisément cette zone qui est singulièrement importante pour une utilisation régulière en omni pratique générale.

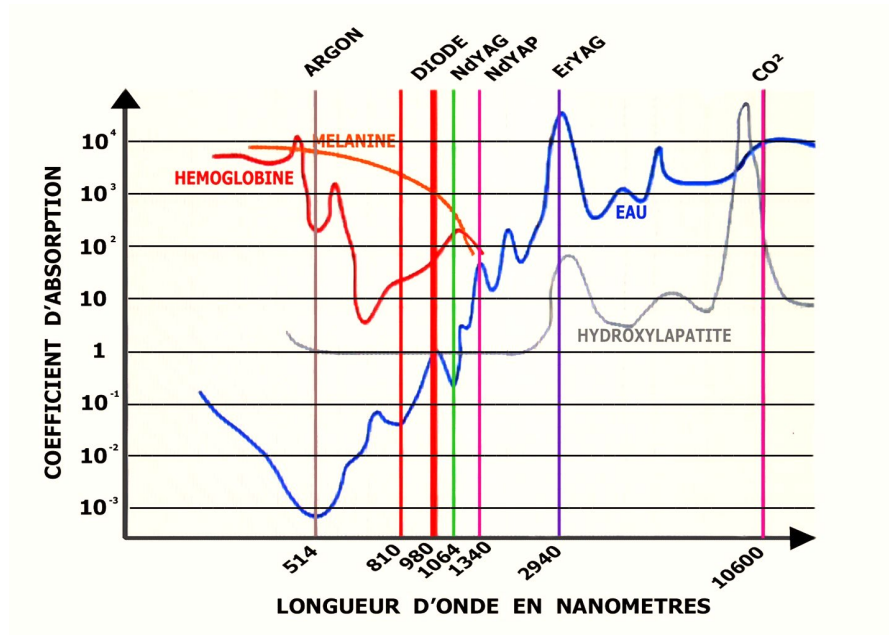


Fig. 6 : Absorption des rayonnements lasers dans les tissus cibles (27)

Cette absorption immédiate ou progressive différencie significativement les effets obtenus ainsi le schéma de la Fig.7 nous donne une notion relative de la pénétration différentielle obtenue par les longueurs d'ondes des principaux lasers cités. L'énergie laser est diffusée dans les tissus au fur et à mesure de la pénétration. A puissance similaire, la même énergie est donnée aux tissus mais elle est absorbée instantanément pour les lasers à faible pénétration et, *a contrario* transmise avec pertes progressives pour les lasers pénétrants.

Les lasers CO<sub>2</sub> sont donc peu pénétrants au vu du schéma tout comme les lasers Er:YAG, néanmoins les lasers diodes ou Nd:YAG pénètrent beaucoup plus loin dans les tissus.

Tous ces éléments regroupés tels que l'absorption, la longue d'onde et la pénétration tissulaire sont autant d'éléments qui vont conditionner les différents effets principaux des lasers d'odontologie [24,27].

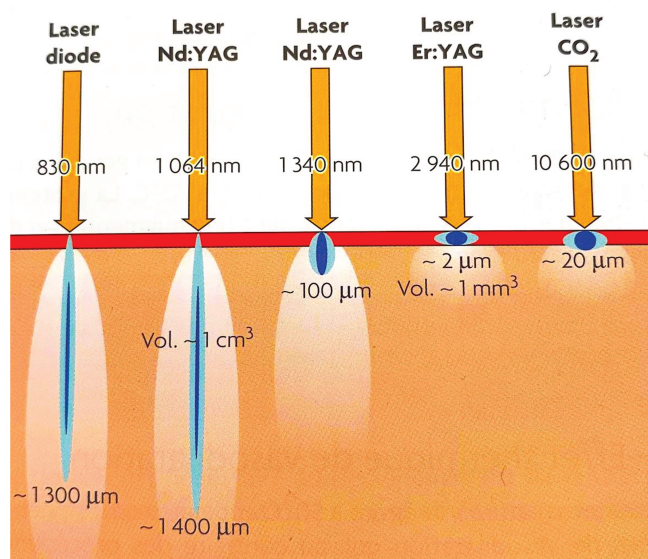


Fig. 7 : Pénétration relative de l'énergie laser dans les tissus mous (27)

#### 1-4- Effets principaux des lasers

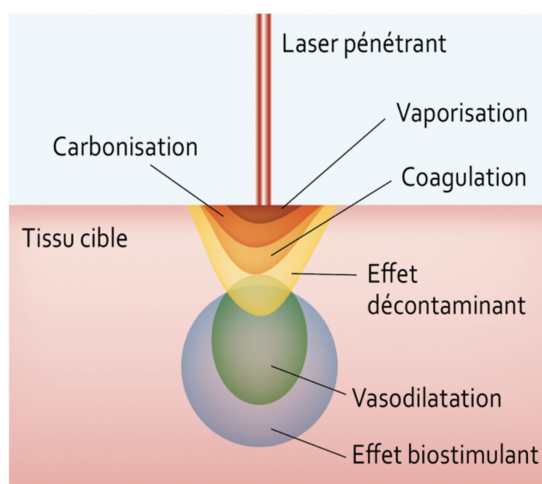


Fig. 8 : Les effets principaux du rayonnement laser (27)

Il existe 7 effets principaux connus pour les rayonnements lasers d'omni pratique, ici nous n'en verront que 6. Parmi ces effets certains seront directement visible à l'œil nu lors du traitement et d'autres se situent en dessous d'une limite visible et seront ainsi plus pénétrants et plus efficaces.



#### **1-4.1- Effet photo ablatif**

C'est un effet qui change en fonction de l'absorption dans l'eau de la longueur d'onde du laser. Plus le coefficient d'absorption est élevé plus le seuil d'ablation sera bas. Les lasers Er:YAG et CO2 auront de très bons effets photo ablatif et seront facilement utilisés lors des actes chirurgicaux [24,27].

L'effet photo ablatif nécessite des puissances élevées avec des temps de contact sur le site courts et espacés de moments de repos.

#### **1-4.2- Effet thermique de carbonisation**

La carbonisation aura pour conséquence d'entraîner la mort cellulaire irréversible, il est bon de préciser que les lasers de manière générale entraînent un échauffement des tissus avec une réaction tissulaire accompagnée le plus souvent d'une déshydratation.

#### **1-4.3- Effet thermique de coagulation**

L'effet thermique de coagulation est en général issu d'un échauffement des tissus de l'ordre de 55° à 70°. La protéine plasmatique est alors dénaturée, entraînant l'augmentation de la viscosité du sang. Ce procédé permet de former un caillot sanguin protecteur dans les alvéoles post extractionnelles par exemple.

#### **1-4.4- Effet thermique de vasodilatation**

Quand on atteint une température inférieure à 50°, il est possible de constater un phénomène de vasodilatation (Tableau 1) qui, contrairement au précédent, peut entraîner un saignement des sites opératoires dans le cas où l'on désirerait un apport de sang et donc de facteurs de croissance naturels [24,27].

Les effets thermiques sont omniprésents et peuvent s'additionner à tous les autres effets qui ont été présentés. Le déplacement plus ou moins rapide et les temps de repos sont les seuls facteurs pouvant réduire au maximum leurs actions lorsqu'ils ne seront pas souhaités.

45 °C	Vasodilatation
50°C	Perturbation de l'activité cellulaire
60°C	Dénaturation des protéines
70°C	Dénaturation du collagène
80°C	Carbonisation et nécrose tissulaire
100°C	Déshydratation par vaporisation de l'eau
Plus de 100°C	Volatilisation des tissus

### Limite biologique

Tableau 1 : Action thermique de l'énergie laser sur les tissus mous (27)

#### 1-4.5- Effet Photochimique

Cet effet se situe en dessous de la limite des actions visibles. Il est ainsi primordial de suivre un protocole rigoureux et parfaitement défini et vérifié scientifiquement. Cette action photo dynamique sera logiquement plus efficace avec des lasers peu absorbés en surface.

L'action photochimique est dû à l'activation d'une substance par le laser qui va induire des réactions d'oxydoréduction dont l'accepteur d'énergie est l'oxygène. L'oxygène est nécessaire au déclenchement de la réaction et exige une concentration dans les tissus supérieure à 2%.

C'est le transfert de l'énergie des photons à l'oxygène qui permet les réactions de photo-oxydation et ainsi la production d'oxygène singulier qui est puissamment bactéricide.

La réaction d'oxydoréduction est à l'origine de tous les effets bactéricides constatés en photothérapie dynamique et particulièrement dans le protocole H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (eau oxygéné) + laser qui a été décrit par Rey en 2000 [27,45].

L'effet photochimique aura besoin d'une puissance moyenne couplée à un temps d'application moyen, pouvant être géré par rafales successives, espacées de temps de repos.

## **1-4.6- Effet Biostimulant**

Cet effet se situe nettement sous la limite des effets visibles. Il s'agit d'une thérapie obtenue en basse énergie qui engendre une prolifération cellulaire dont nous verrons les cibles principales dans la troisième partie.

La libération des facteurs de croissances sanguins accompagne l'oxygénation et la respiration cellulaire ainsi que la synthèse de l'adénosine triphosphate (ATP). Autrement dit, tout ce processus engendre la transformation des fibroblastes en myofibroblastes et la synthèse du collagène.

Ces réactions en chaînes dues à l'énergie photonique laser pénétrante et peu thermique permettent des suites indolores et une guérison rapide.

L'effet biostimulant correspond à l'utilisation de puissance faible, sur un site d'action et d'impact agrandie, l'application pourra donc être plus longue sans temps de repos et surtout sans effets thermiques néfastes [27].

## **2-Applications thérapeutiques : le laser, une réponse intuitive et esthétique aux problèmes de l'omni pratique**

### **2.1- Traitement des tissus mous**

#### **2.1.1- Frénectomie**

##### **2.1.1.1- Définition**

Tout d'abord, le frein est un repli muco-conjonctif, qui joint les lèvres et la langue aux os de la mâchoire. Leurs formes et positions peuvent varier d'un individu à l'autre. Le rôle majeur des freins est de garder les lèvres et la langue en harmonie avec la croissance des structures osseuses de la bouche pendant le développement.

Les freins ayant le plus d'incidence et d'influence sur la dentition et l'environnement buccal sont le frein labial, reliant la face interne de la lèvre et s'étant jusqu'à la ligne muco-gingivale et dans certains cas jusqu'à la papille rétro incisive pour le frein labial et le frein lingual, qui lui, attache la langue. Dans ce cas clinique nous nous focaliserons

sur le traitement du frein labial : la frénectomie. Un effet les freins labiaux du fait de leur insertion sont susceptible de générer des problèmes au niveau esthétique [1,24].

En 1975, Mirko Placek met au point une classification morphologique et fonctionnelle qui présente différents niveaux d'insertions frénales ainsi que la prévalence des pathologies associées. Il y a ainsi 4 types d'attachements :

1- Attachement muqueux sur la ligne muco-gingivale.

2- Attachement gingival sur la gencive attachée.

3- Attachement sur la papille interdentaire.

4- Attachement pénétrant au-delà de la papille interdentaire.

Seules les deux dernières situations sont considérées comme pathologiques et potentiellement problématiques [27].

La frénectomie est l'ablation d'un frein iatrogène afin de réduire les tractions et forces exercées sur la muqueuse gingivale ou de libérer l'espace inter incisif. La frénectomie est indiquée s'il y a présence :

- d'une distance des incisives centrales maxillaires ou mandibulaires ;
- d'une rétractation gingivale ;
- d'un problème parodontal, afin de créer un espace biologique sain ;
- d'un désagrément esthétique notamment en présence d'une ligne du sourire haute.

Il existe deux procédures principales qui permettent de réaliser une frénectomie labiale :

- L'incision horizontale simple ou frénotomie ;
- L'incision en V ou rhomboïde avec ou sans rappel papillaire.

### 2.1.1.2- Cas clinique

Voici le cas d'un enfant dont le frein labial maxillaire est trop important et présente une implantation papillaire pouvant avoir des répercussions esthétiques. Il est nécessaire de le couper. Les frénectomies peuvent être réalisées par des laser CO2 et Nd:YAG [2,10,24,27].

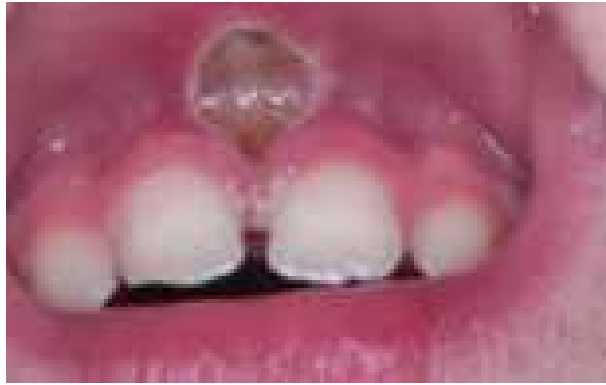


*Fig. 9 : Cas d'un enfant avec frein labial supérieur empêchant la fermeture de l'espace inter-incisif (10)*

L'intervention débute par une incision dans l'axe du frein, suivie par une deuxième incision transversale jusqu'à l'obtention de la forme rhomboïde. La lèvre supérieure sera maintenue en tension durant l'entièreté de l'intervention afin de conserver une contrainte du frein et permettre une précision de coupe optimale. L'hémostase est gérée facilement pendant l'intervention grâce notamment à l'effet de coagulation du laser Nd:YAG qui sera utilisé ici. A noter qu'il est préférable d'utiliser de manière constante une aspiration proche du site opératoire afin d'aspirer la fumée se dégageant des tissus vaporisés.



*Fig. 10 : Incision dans l'axe du frein (10)*



*Fig. 11 : Incision transversale rhomboïde de l'entièreté du frein (10)*

On constate un petit dépôt blanc autour de la zone traitée qui correspond à une partie de gencive subissant la volatilisation des tissus, ainsi qu'un caillot sanguin plus foncé au centre qui se forme de manière instantanée. L'enfant peut ensuite repartir sans suture, il n'y aura pas de tiraillement tissulaire, avec pour seule consigne de ne pas brosser la zone. Il pourra manger tout de suite sans plus de précautions [10].



*Fig. 12 : Résultat à 15 jours après l'intervention (10)*

A 15 jours post-opératoire la cicatrisation est optimale.

La frénectomie par laser se révèle posséder de multiples avantages comparativement à la chirurgie classique au bistouri :

### En per-opérateur :

- anesthésie topique qui permet une meilleure résilience chez les enfants ainsi que de diminuer la dose d'anesthésique à injecter ;
- simplicité d'utilisation ;
- désinfection du site chirurgical, par la réduction du taux de bactéries ainsi que les autres pathogènes par le biais du pouvoir stérilisant du laser ;
- hémostase instantanée permettant une visibilité accrue per-opérateur ;
- diminution voire la dispense de sutures.

### En post-opérateur :

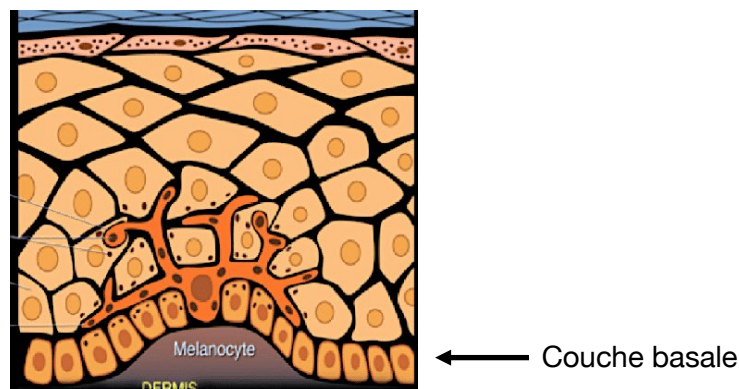
- réduction au minimum voire l'absence de douleur per ou post-opérateur sans nécessité de prescription d'analgésique, par la formation d'un coagulum protéique formant un ersatz de pansement biologique naturel emprisonnant les terminaisons des fibres nerveuses sensibles ;
- œdème réduit ou nul ;
- cicatrisation accélérée (moins de 10 jours) ;
- limitation voire absence d'hémorragie et d'infection post-opérateur [1,9,18,20,23,24].

## **2.1.2- Hyperpigmentation gingivale**

### **2.1.2.1- Définitions**

La pigmentation se définit par une formation associée à une accumulation normale ou pathologique de pigments dans les tissus.

L'hyperpigmentation gingivale est causée par la mélanine, produite par les mélanocytes dans les couches basales et supra basales de l'épithélium [40].



*Fig. 13 : Schéma d'un épithélium et représentation de la situation du mélanocyte (40)*

La coloration peut varier du marron clair au noir en fonction de la quantité et la distribution de cette mélanine dans les tissus gingivaux.

A noter que le degré de pigmentation est en relation avec l'activité des mélanocytes et non leur nombre.

La pigmentation se retrouve principalement en vestibulaire se révélant ainsi être un souci esthétique pour bon nombre de patients notamment lors de sourires gingivaux. Elle peut être retrouvée sur la gencive attachée et les papilles inter dentaires en forme bien délimitée, en bande uniforme ou bien en symétrie bilatérale [11,22,24,34,41].



*Fig. 15 : Pigmentation gingivale élevée plutôt noire (11)*



*Fig. 14 : Pigmentation gingivale légèrement brune (34)*

La dépigmentation gingivale consiste en une chirurgie sur le parodonte ayant pour objectif de réduire ou supprimer l'hyperpigmentation en retirant l'épithélium gingival atteint par la mélanine ainsi qu'une légère couche du tissu conjonctif sous-jacent dans le but que le tissu conjonctif restant réalise une cicatrisation de seconde intention. Une fois de plus le laser présente de nombreux avantages pour ce type de chirurgie. Les laser utilisés à cette fin sont ceux au CO<sub>2</sub>, les diodes lasers, les laser Nd:YAG ainsi que les Er:YAG. Il est à souligner qu'il existe deux types de chirurgies permettant une dépigmentation au laser une ablative et une non invasive. [22,40].



### 2.1.2.2- Cas clinique : La dépigmentation par ablation

Nous sommes en présence d'un patient présentant une hyperpigmentation gingivale moyenne qui sera traitée par laser diode.

Le protocole de la chirurgie de dépigmentation par laser est le suivant :

- Anesthésie locale du site qui va être dépigmenté par infiltration para-apicale ;
- Déplacement du laser de manière méticuleuse et lente, quasi perpendiculairement. En utilisant un mouvement de balayage sur la surface de la gencive en faisant bien attention à ne pas diriger le faisceau laser sur les dents.

Il est possible qu'il faille réaliser plusieurs passages. Entre chaque passage, les résidus de tissus seront retirés à l'aide d'une gaze stérile imbibée de sérum physiologique, afin de conserver une visibilité optimale du site [27,41].



*Fig. 17 : Situation initiale d'un patient présentant une hyperpigmentation gingivale (41)*



*Fig. 16 : Traitement par laser diode (980 nm) de l'hyperpigmentation durée d'environ 12 minutes (41)*



*Fig. 18 : Résultat après 1 semaine de cicatrisation (41)*

La gencive sera initialement recouverte d'une couche carbonisée, mais dès 24 heures après l'intervention une couche épaisse de fibrine viendra recouvrir le site. La ré-épithélialisation sera complète en 2 à 3 semaines et la kératinisation clinique achevée à environ 3 à 5 semaines après le traitement sans trace de pigmentation [22,24].



*Fig. 19 : Résultat à 1 an (41)*

La chirurgie de dépigmentation au laser possède bon nombre d'avantages en per et en post-opératoire tels que :

- absence de saignement aidant à accentuer la bonne visibilité du site chirurgical ;
- pansement parodontal non requis ;
- stérilisation immédiate du site lors de l'intervention ;
- absence d'œdème post-opératoire ;
- laser CO2 : action en surface limitant le risque de dommage sur le périoste et l'os sous-jacent en regard de la gencive traitée ;

- laser YAG : dommages thermiques réduits ;
- laser Diode : Traitement sur en contact direct ou à proximité des tissus, risque peu élevé de dommages collatéraux [11,22,24,34,41].

### 2.1.2.3- Cas clinique : La dépigmentation par technique non ablative

Contrairement à la chirurgie par ablation laser qui vaporise la surface de l'épithélium, la technique non ablative pénètre la muqueuse gingivale et coagule la couche sous-jacente de la gencive tout en conservant la couche superficielle.

Dans le cas suivant nous mettrons en lumière l'effet de dépigmentation en utilisant les laser proches de l'infrarouge et les diodes lasers de 810 nm. Cette longueur d'onde étant préférentiellement absorbée par la mélanine et l'hémoglobine elle permet ainsi de concentrer l'énergie thermique du rayon laser uniquement sur la surface de la gencive à l'aide de très rapide pulsations. Ici sera utilisé un laser diode à faible puissance, appliqué deux minutes sur arcade [24].



*Fig. 20 : Situation préopératoire d'une hyperpigmentation gingivale (24)*



*Fig. 21 Résultat immédiat post-opératoire (24)*

A noter que la surface gingivale traitée pèlera d'elle-même 1 ou 2 jours après l'intervention.



*Fig. 22 : Résultat à 6 semaines après l'intervention et absence de pigment (24)*

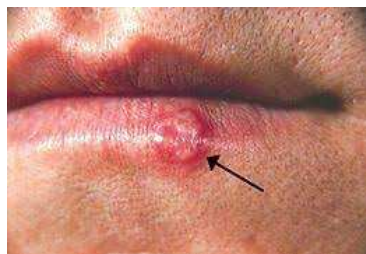
Le plus grand avantage de cette technique est qu'elle est non invasive ainsi les contraintes post-opératoires sont quasi nulles et la cicatrisation extrêmement rapide. Cette technique est plutôt indiquée dans le cas de pigmentation légère à moyenne.

Il semble essentiel d'ajouter que ces traitements de dépigmentation peuvent aussi être employés pour supprimer les tatouages muqueux venant d'amalgames, de couronnes métalliques ou céramo-métalliques.

### **2.1.3- Ulcères aphteux et herpétiques**

Les aphtes ainsi que les ulcères herpétiques sont des lésions fréquemment rencontrées par le chirurgien-dentiste au cours de son exercice. C'est en effet un motif courant de consultation, étant donné que ce sont les lésions de la muqueuse buccale les plus communément retrouvées. Ce type de lésion peut s'avérer extrêmement douloureuses et handicapantes pour le patient, pouvant empêcher la bonne alimentation, la parole et le maintien d'une hygiène correcte. Ces lésions peuvent d'autre part soulever un problème esthétique dont les patients ont de plus en plus conscience.

Une fois de plus la thérapie laser se positionne comme un traitement de choix pour répondre aussi bien à la demande de soulagement de la douleur ainsi qu'à la concerne esthétique du patient. C'est d'ailleurs le seul traitement efficace connu à ce jour [5,12,21,47].



*Fig. 24 : Lésion herpétique (12)*



*Fig. 23 : Lésion aphteuse (1)*

### **2.1.3.1- Définitions**

L'aphte correspond à une petite ulcération douloureuse de la muqueuse buccale, à la forme ronde ou ovale. L'ulcération possède un aspect à fond déprimé nécrotique, gris ou jaune, des bords nets entourés d'un halo rouge inflammatoire. Généralement, la guérison est spontanée aux alentours de 8 à 10 jours après l'apparition de la lésion.

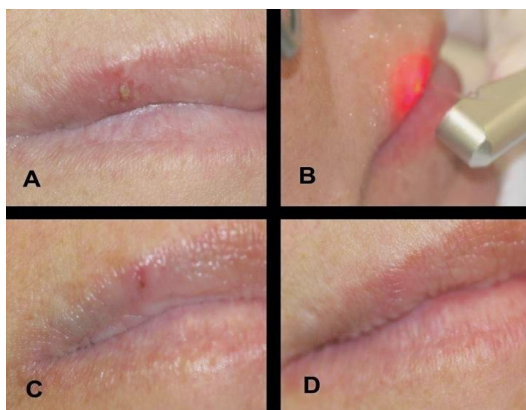
Un aphte récidivant à hauteur de plusieurs poussés par an sera appelé aphtes buccale récidivant ou bien stomatite aphteuse récidivante (SAR). Le plus fréquemment, ils sont retrouvés au niveau de la muqueuse non kératinisée débordante c'est à dire sur la face ventrale de la langue, sur la face interne de la lèvre et des joues.

L'herpès, quant à lui, est une maladie virale liée à l'infection par le herpès simplex virus HSV-1. L'herpès orofaciale rassemble des symptômes comprenant des lésions vésiculaires ou plaies ouvertes (ulcères) douloureuses plus communément appelées « bouton de fièvre ». Le patient peut alors ressentir des picotements voir des démangeaisons ainsi qu'une sensation de brûlure avant la réelle apparition de la lésion (prodromes). Tout comme les lésions aphteuses, ces symptômes peuvent survenir de nouveau avec une fréquence variant selon les individus [1,24,47].

### 2.1.3.2- Cas clinique : traitement laser d'une lésion herpétique

Le traitement de l'herpès est le plus communément réalisé à l'aide des laser Er:YAG et Nd:YAG qu'on appellera les HLPs : High Power Lasers.

Ils vont permettre de détruire et drainer les vésicules herpétiques soulageant le patient, et d'hypothétiquement diminuer la charge virale présente dans le fluide en augmentant la température (décontamination) locale ainsi qu'en diminuant de manière conséquente la fréquence de réapparition et la durée des symptômes [1,24].



*Fig. 25 : Traitement d'un herpès labial par laser Er:YAG A) Situation initiale B) Irradiation au laser C) Résultat immédiat post opératoire D) Complète cicatrisation à 10 jours (24)*

Comme tout traitement au laser il est important de stipuler qu'il faudra accompagner l'intervention d'un spray d'eau permettant de réduire la douleur lors de l'irradiation et de maintenir une visualisation optimale.

Patiente consultant pour son bouton d'herpès (Fig.35), le traitement consiste à décrire une spirale allant de l'extérieur à l'intérieur afin de couper la vascularisation centripète de la lésion pour ensuite traiter par volatilisatation la lésion (bien utiliser l'aspiration afin d'éviter l'émission du virus qui peut être transporté par l'air). Il est possible de coupler ce traitement avec une séance de biostimulation. Immédiatement après l'intervention une croûte va se former : c'est la traduction de la déshydratation des tissus qui ont été traités, elle disparaîtra dans les 24 heures. Cependant les symptômes disparaissent quasi instantanément et la cicatrisation est extrêmement rapide permettant de diminuer les chances de récives sur ce site [12,21,47].

Les avantages de la technique laser sont les mêmes que les autres cas cliniques, on peut cependant ajouter que pour ce traitement une anesthésie n'est pas nécessaire.

### 2.1.3.3- Cas clinique : traitement laser d'une lésion aphteuse

Le traitement des aphtes est principalement palliatif étant donné qu'il consiste à soulager la douleur, réduire les symptômes, la fréquence et la durée de leur apparition. On utilisera pour ce type de d'opération des lasers CO2 non ablatif ou Nd:YAG qui sont des lasers pénétrants réalisant à la fois une décontamination et une biostimulation. Avant le passage du faisceau laser on recouvrira le site d'un gel à haute teneur en eau afin de diminuer l'absorption du rayon. On peut ajouter qu'un traitement par Low Level Laser Thérapie possède d'excellent résultats et sera détaillée dans la troisième partie [1,5,18,45].

Les lasers agissent sur la douleur en cautérisant la surface des ulcérations grâce à leur effet thermique, créant alors une couche protectrice en surface du tissu conjonctif auparavant exposé. Cette couche va donc protéger la lésion des bactéries ainsi que des frictions mécaniques soulageant instantanément le patient [27].



*Fig. 26 : Situation initiale d'aphtes douloureux gingivaux (45)*



*Fig. 27 : Traitement par laser CO2 de la lésion (45)*

Le traitement est le même que pour les ulcérations herpétiques, pas besoin d'anesthésie et nécessité d'un spray d'air continu. Cette fois ci, le laser sera amené de l'intérieur vers l'extérieur jusqu'à ce que l'on constate la formation d'une croûte et la disparition de la douleur. On prendra soin de légèrement surestimer les contours de la lésion afin de ne pas venir stimuler uniquement l'aphte lui-même, mais aussi et surtout les tissus sains environnant qui engendreront une cicatrisation centripète. Il est possible de réaliser 1 à 3 séances séparées de 48 heures selon la taille des aphtes et leur nombre [5,32,45].



*Fig. 28 : Cicatrisation à 8 jours (45)*

L'intervention est minime, rapide et peu voire non douloureuse, sans répéter les nombreux avantages déjà cité dans les autres cas cliniques.



## **2.2- Traitement des tissus durs de la dent**

### **2.2.1- Traitement et prise en charge des dents hypoplasiques**

#### **2.2.1.1- Définitions**

L'hypoplasie de l'émail est une altération quantitative et qualitative de l'émail engendrant une atteinte de ses qualités esthétiques et mécaniques. L'hypoplasie peut avoir comme origine des facteurs environnementaux et génétiques venant perturber le bon développement et la formation correcte des tissus de la dent.

Les facteurs étiologiques les plus fréquents sont les carences alimentaires pré et post-natales, l'exposition à des produits toxiques, des affections héréditaires, des infections lors de la grossesse ou de la petite enfance ou des traumatismes.

L'atteinte peut être minime notamment sous forme de petites taches ou plus grosses et répandues sur l'ensemble de la dent.

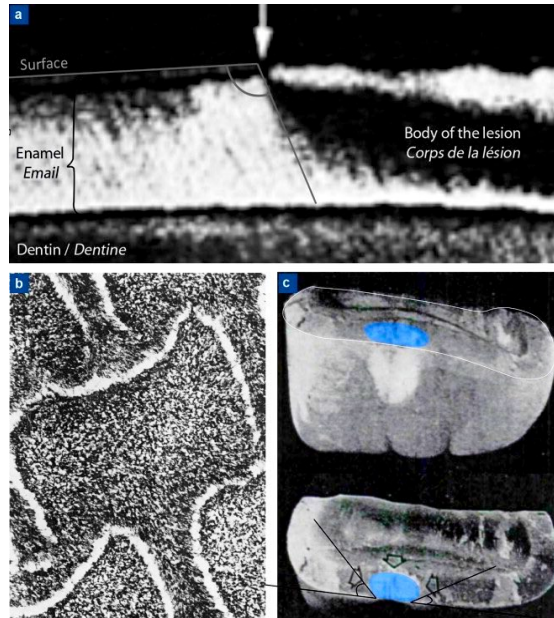
L'hypoplasie peut être retrouvée sur une dent unitaire ou sur de multiples dents [14,17,19,25,38,42].

Les sites atteints peuvent avoir un aspect blanc, jaune ou brun et sont extrêmement sujets à l'abrasion ainsi qu'aux caries.

Les principaux traitements en vigueur dans ces cas sont la restauration conservatrice par composite ou prothétique par facette ou couronne selon l'atteinte observée.

L'hypoplasie de l'émail soulève un problème esthétique principalement au niveau des dents antérieures et se révèle être un complexe psychologique majeur chez les patients jeunes. Il s'agit donc d'un challenge esthétique fondamental.

Le mordantage à l'acide est communément utilisé pour tous types de restaurations en dentisterie, il a pour objectif d'augmenter la rétention mécanique des matériaux de reconstitution à base de résine. Néanmoins le succès de la liaison dent-résine est dépendante de la réponse amélaire au mordantage (Fig. 29). Ainsi en cas d'émail anormalement constituée les concentrations d'acide normalement utilisées se révèlent inappropriées [4,7].



*Fig. 29 : Différence d'état de surface entre émail sain à gauche et émail hypoplasique à droite (14)*

C'est à nouveau que le laser et tout particulièrement le laser Er:YAG, trouve son utilité pour répondre aux concerns esthétiques des patients tout en s'adaptant à une anomalie amélaire.

### **2.2.1.2- Cas clinique**



*Fig. 30 : Situation initiale d'une hypoplasie sur la 22 (39)*

Patiente de 16 ans présentant une hypoplasie au niveau de son incisive maxillaire gauche, altérant fortement l'esthétique de son sourire, ayant pour répercussion une baisse de confiance en soi. D'après l'anamnèse, l'étiologie de cette tâche serait un traumatisme à l'âge de 3 ans. Au vu de l'âge de la patiente il est décidé de réaliser un traitement peu invasif par mordantage au laser Er:YAG [14,17,39].



*Fig. 31 : A) Préparation et mordantage au laser Er:YAG sous irrigation  
B) Aspect de la surface traitée une fois séchée (39)*

Traitement de la surface au laser pendant 10 secondes, sans anesthésie. Au microscope l'émail une fois mordancé par le rayonnement laser montre une absence de boue dentaire, et une surface irrégulière extrêmement favorable à l'adhésion des restaurations antérieures esthétique. Ainsi le mordantage laser prouve être une réelle option efficace au mordantage chimique. Vient ensuite l'application classique d'adhésif puis d'une résine composite hybride de teinte adaptée.



*Fig. 32 : C) Application d'adhésif à la microbrush D) Observation de la restauration achevée (39)*

On a donc différents avantages avec cette technique tels que :

- une simplicité d'exécution ;
- temps de traitement assez court ;
- absence d'utilisation d'acide ;
- préparation indolore.

## **2.2.2- Éclaircissement dentaire externe**

### **2.2.2.1- Définitions**

L'éclaircissement dentaire est une technique non invasive qui, de nos jours, possède une place à part entière dans le plan de traitement global visant à répondre aux exigences du patient.

L'éclaircissement dentaire a été associé aux procédures esthétiques depuis des années et s'est beaucoup développé depuis les années 1989. Depuis cette époque, un grand nombre de techniques sont apparues afin d'améliorer le confort du patient ainsi que de diminuer le temps d'application.

La technique d'éclaircissement vise à augmenter la perméabilité de la dentine et donc augmentera la sensibilité dentaire particulièrement lors des variations de températures. L'activation du système d'éclaircissement passe par l'augmentation de la température du système et sera donc dépendante de la sensibilité individuelle du patient. De ce fait il est primordial de mettre en place des techniques qui ne nécessitent que des niveaux d'irradiations bas générant ainsi un minimum de chaleur. On peut ajouter que les thérapies laser infrarouges ne génèrent pas de chaleur et par conséquent minimisent la sensibilité dentaire pendant la procédure.

L'éclaircissement dentaire a pour objectif de traiter les dyschromies pouvant aussi bien être d'origines intrinsèques ou extrinsèques afin de donner un sourire plus harmonieux et esthétique aux patients [3,20,36].

### 2.2.2.2- Cas clinique

Tous les traitements éclaircissants ont pour base un agent éclaircissant au peroxyde d'hydrogène ou au peroxyde de carbamide qu'il faudra venir activer, et c'est en se décomposant qu'ils vont venir former des radicaux libres responsables de l'éclaircissement dentaire. Il est possible de potentialiser le résultat en augmentant le nombre de radicaux libres formés en augmentant la température de 10°, sauf dans le cas des lasers Diodes (1064 nm) ici utilisés qui ne nécessite ni ne provoque une augmentation de la température [3,24].



*Fig. 33 : A) Teinte et situation de départ teinte A3 B) Pose en bleu d'une digue chimique et en rouge du gel au peroxyde d'hydrogène C) Traitement proprement dit au laser D) Résultat final teinte B1(24)*

L'intervention commence par un isolement des lèvres, la pose de l'aspiration et la pose de digue liquide afin de protéger le collet des dents et la gencive environnante. Ensuite on posera le gel de peroxyde d'hydrogène teinté rouge afin de maximiser l'absorption du laser diode et donc le résultat obtenu. L'activation du gel dure une quinzaine de minutes.

L'avantage principal est une faible augmentation de la température lors de l'éclaircissement et donc un confort accru pour le patient ainsi qu'un temps élevé de relaxation pour les tissus dentaires [24].

En conclusion le laser est un outil d'exception se révélant pratique et répondant au cahier des charges à la fois du patient et du praticien d'omni pratique. Il possède un spectre d'action extrêmement large (Tableau 2) et permet de traiter aussi bien les tissus mous et durs qui composent la sphère orofaciale. Une fois sa prise en main faite, il s'avère être aussi simple dans ses réglages que dans son utilisation pour la moins intuitive. Pour résumer les différents champs d'action possible des différents lasers voici un tableau récapitulatif :

LASER	Diode (810-980nm)	Nd:YAG (1064 nm)	Nd:YAP (1341 nm)	Er:YAG (2780-2940 nm)	CO2 (10600 nm°)
<b>Frénectomie</b>	+	++	++	+	+++
<b>Hyperpigmentation</b>	+	+	++	+	++
<b>Gingivectomie</b>	++	++	++	+	+++
<b>Accès aux limites</b>	+++	+++	+++	+	++
<b>Élongation Coronaire</b>	Gingivale	Gingivale	Gingivale	Gingivale et osseuse	Gingivale
<b>Tissus dur dent (os, émail)</b>	/	++	+	+++	/
<b>Hémostase</b>	++	++	+++	-	+++
<b>Éclaircissement</b>	+++	+	+	+	+
<b>Biostimulation</b>	+++	+	+	-	+
<b>Parodontie</b>	Désinfection des tissus mous	Désinfection des tissus mous	Désinfection des tissus mous	Désinfection des tissus mous	Désinfection des tissus mous

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des domaines d'action des différents lasers (source personnelle)

### 3- La Biostimulation : une nouvelle manière de concevoir la dentisterie

La biostimulation, est une des plus récente innovation applicable au laser. Elle est de fait une des moins connue, bien que les études sur ce sujet se multiplient offrant de nouvelles perspectives passionnantes.

La biostimulation possède de nombreux atouts tels que ses actions anti-inflammatoires, son action régénératrice tissulaire, son action antalgique, sa capacité à réduire les œdèmes et bien d'autres.

Cependant l'effet biostimulant étant hors de la limite des effets visibles, il est primordial d'appliquer un protocole extrêmement rigoureux sans préjuger du visuel.

Le terme Low Level Laser Therapy correspond à la définition anglaise du concept de biostimulation ou photobiostimulation. Le terme biomodulation étant certainement le plus correct car le traitement ne fait pas que stimuler les tissus, il peut également supprimer certains processus biologiques entraînant une modulation de la réponse tissulaire [27].

### **3.1- Définition**

Photobiostimulation, biomodulation ou encore LLLT, sont des termes utilisés pour définir un traitement qui utilise une irradiation de faible intensité et de faible puissance afin d'engendrer une réponse des tissus face à la lumière projetée et non face à la chaleur.

Il est donc nécessaire d'utiliser des lasers réglés en faible puissance. La biostimulation doit être réalisée par un faisceau lumineux se situant dans la lumière bleue, rouge visible ou dans le proche infrarouge c'est à dire sur des longueurs d'ondes entre 404 et 454 pour le bleu, et 630 nm et 900 nm pour le rouge et proche infrarouge.

La technique de la biostimulation se réalise à l'aide de lasers dit « froids » tels que les Hélium-Néon, les lasers Diodes, Er:YAG et Nd:YAG.

Le rayonnement laser utilisé va alors agir sur l'équilibre cellulaire des tissus irradiés sans pour autant les altérer [1,27,29,30].

La LLLT peut ainsi être définie comme une application athermique de lumière laser, utilisant les photons du visible à l'infrarouge visant à la cicatrisation tissulaire et la diminution de la douleur.

### **3.2- Mécanisme d'action de la Biostimulation**

Le principe de base d'action de la LLLT est l'absorption par les cellules et principalement par leurs protéines, des photons du faisceau laser amenant à des réactions photoélectriques, photochimiques et photothermiques permettant un temps d'application plus long de 30 à 120 secondes.

On considère que ces lasers froids et leurs photons vont mettre en jeu l'absorption des photorécepteurs de la cellule, celle-ci ayant pour conséquence une action sur la chaîne respiratoire mitochondriale augmentant la synthèse d'Adénosine Tri Phosphate (ATP) dans les cellules, ainsi qu'une hausse du potentiel électrique de la membrane mitochondriale et l'activation de nombreux médiateurs responsables de la transcription génique. Cette technique aura en premier lieu une action immédiate se décrivant par l'augmentation de la production d'ATP puis, en second, une réponse retardée définie par une accentuation de l'activité cellulaire grâce à l'énergie ainsi créée [1,27,29,31].

Plus simplement, la production amplifiée d'ATP par la cellule va avoir pour finalité une réaction immunologique en chaîne stimulant la prolifération cellulaire ce qui aura pour conséquence une accélération de la cicatrisation et la diminution du processus inflammatoire. Les cellules les plus sensibles à ce traitement par LLLT sont les fibroblastes, les cellules épithéliales, les cellules immunitaires, les cellules osseuses et nerveuses ainsi que les cellules vasculaires. Le traitement par biostimulation possède donc un champ d'action cellulaire extrêmement complet et varié [1,24,27].

La biomodulation entraîne quant à elle une modulation de la libération de médiateurs nociceptifs, une diminution de l'activité des fibres de la douleur, une dépolarisation des membranes cellulaires (c'est à dire la diminution du message nerveux transmis) et une modification du seuil de la douleur. Pour toutes ces raisons, la biostimulation possède un effet antalgique.

De plus, la légère conversion d'une petite partie de l'énergie transmise par le laser de faible intensité en chaleur aura comme conséquence la relaxation des muscles lisses de l'endothélium. Cette relaxation des muscles viendra créer une vasodilatation. En découle une augmentation de la microcirculation locale permettant un recrutement accru en cellules immunitaires du site et l'accroissement de l'apport en oxygène. Ces facteurs peuvent laisser penser à une action anti-inflammatoire de la LLLT. A noter que le faisceau laser est aussi à l'origine d'une stimulation du réseau lymphatique réduisant l'œdème post-opératoire ainsi que la douleur [27,29,30,31,33,43].



De part ces nombreuses réactions obtenues à l'aide du rayonnement laser, la LLLT met en œuvre énormément de phénomènes tels que :

- la diminution de la douleur ;
- la restauration des tissus endommagés ;
- la diminution de l'inflammation (par la stimulation de la chaîne respiratoire mitochondriale) ;
- l'accélération de la cicatrisation.

Ces phénomènes sont responsables de gonflements et d'une inflammation pouvant créer des préjudices esthétiques.

### **3.3- Cas cliniques**

Il est essentiel de préciser que l'ensemble des cas cliniques vus précédemment dans la deuxième partie peuvent tous être couplés à un laser biostimulant afin de potentialiser les résultats obtenus.

#### **3.3.1- Premier cas**

L'état initial démontre une gencive œdématisée, rose vif et douloureuse pour le patient. On balayera la zone d'intérêt pendant 60 à 120 secondes lentement en réglant le laser sur 1,2 ou 3 W en continu, à l'aide d'une pièce à main munie d'une lentille spécialement adaptée à la biostimulation afin d'augmenter la surface d'impact [1,6,8,27].



*Fig. 34 : État initial de la gencive (27)*

Résultat après deux séances de traitement à la LLLT : réduction de l'inflammation significative, suppression des papilles œdématisées donnant un résultat plus esthétique et une gencive plus saine.

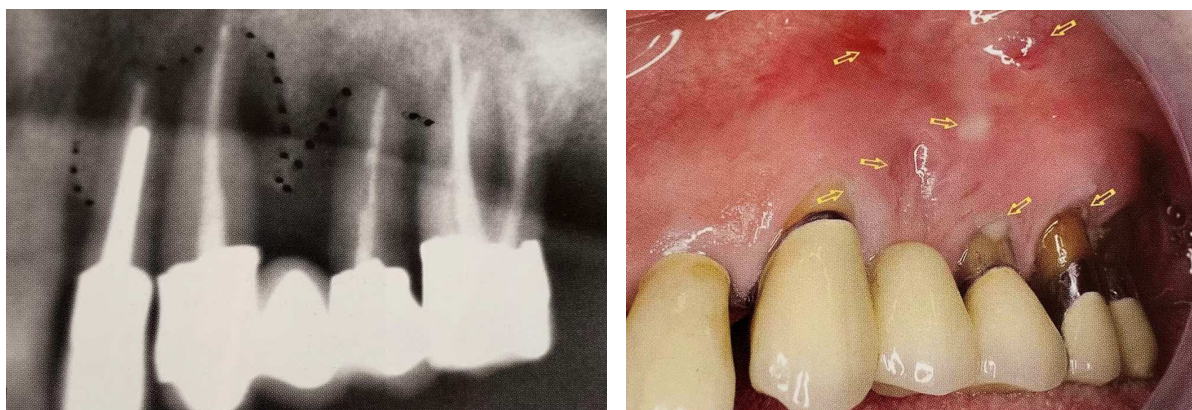


*Fig. 35 : Résultat après biostimulation (27)*

### **3.3.2- Deuxième cas**

Cas initial d'un patient possédant une infection parodontale, l'examen radiographique confirme des lésions profondes ayant atteints les apex des dents 22, 23 et 25. On constate une gencive gonflée douloureuse ainsi que des récessions gingivales peu esthétiques.

Le patient a déjà reçu une double antibiothérapie de métronidazole et amoxicilline s'étant révélée inefficace [1,27].

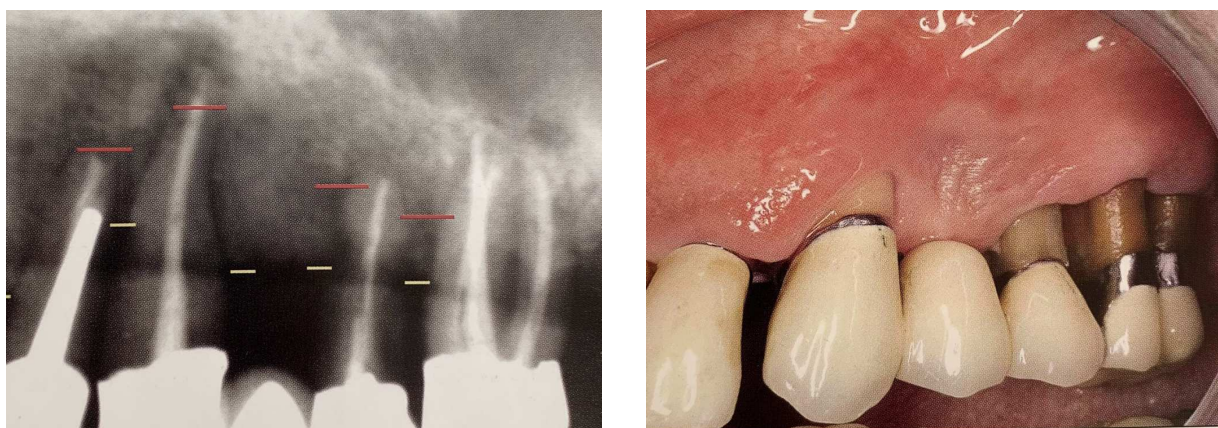


*Fig. 36 : A) Radiographie de l'état initial B) Photographie endo buccale de l'état initial (27)*

Pour débiter le traitement, on prépare initialement les lésions en leur injectant du peroxyde d'hydrogène à 3% puis on pose le rayonnement laser réglé sur 4 W en mode

pulsé afin d'avoir un impact sur l'oxygène et permettre un effet bactéricide. On constate une suppression de l'infection sans nécessité d'antibiothérapie complémentaire (Technique de Rey) [45].

Le protocole de soin doit être appliquée de manière quotidienne pour éviter toute récurrence pendant quelques mois. Sur la radiographie post biostimulation les traits rouges correspondent à la hauteur d'os initiale et les traits jaunes à la hauteur d'os après traitement. On remarque une diminution de l'inflammation ainsi que de l'infection, la gencive comporte un aspect plus sain qui est validé par la radiographie. Ce retour à l'équilibre gingivale va permettre d'une part un sourire plus esthétique et la reconsidération de nouvelles couronnes mieux adaptées qui n'auraient pas pu être envisageable avec le terrain gingival du début [27].



*Fig. 37 : A) Radiographie post traitement B) Photographie endobuccale post traitement (27)*

### **3.3.3- Troisième cas**

L'état initial du patient démontre une mauvaise situation gingivale en l'absence de contrôle depuis 2 ans. La gencive est fragile, douloureuse ainsi qu'hémorragique.

Après une seule séance de laser, la situation est visiblement plus confortable pour la patiente. La gencive a retrouvé un aspect rose sain.



*Fig. 38 : Etat gingival initial (27)*



*Fig. 39 : Résultat après une seule séance au laser biostimulant (27)*

Enfin, voici une vue clinique 4 ans après le traitement de biostimulation avec des suivis réguliers et quelques séances supplémentaires. On constate un accroissement de l'attachement gingival notamment au niveau des papilles inter dentaires. La muqueuse est ainsi correctement entretenue cela permettant le maintien d'un sourire esthétique, et d'une adaptation *quasi* idéale des couronnes [1,27].



*Fig. 40 : Résultat à 4 ans (27)*

## Conclusion

Qu'importe l'âge, la nature de la lésion ou bien le sexe du patient, le traitement par rayonnement laser semble être le traitement lumineux et conservateur par excellence et pourra très certainement devenir l'auxiliaire incontournable à la fois de l'omnipraticien et du spécialiste. Tout au long de cette thèse nous avons pu réaliser qu'il existe bons nombres d'utilisations en particulier esthétiques, répondant aux demandes de plus en plus accrues de nos patients. La possibilité et la liberté que peuvent offrir les lasers capables de traiter à la fois l'essence même de notre métier, c'est à dire l'organe dentaire et sa muqueuse, mais à la fois l'ensemble de la sphère orofaciale sont autant d'avantages de prise en main que de possibilités d'augmenter notre champ d'action.

La biostimulation contribue à améliorer aussi bien la stabilité des tissus mous que leur qualité, elle renforce l'immunité et la pérennité des dents traitées. Il s'agit d'un outil polyvalent permettant de répondre à d'innombrables contraintes pré, per et post opératoires et pourvoyant un résultat esthétique optimal.

Il est important de souligner la réduction conséquente des médications antalgiques, anti-inflammatoires et antibiotiques au grand bénéfice des patients poly-allergiques et de l'économie de santé.

## Table des références

1. Elshenawy H. *Basics of Laser Dentistry: A User's Guide*. Lambert Academic Publishing; 2019.
2. Fulton JE, Shitabata PK. CO2 laser physics and tissue interactions in skin. *Lasers Surg Med*. 1999;24(2):113-121.
3. Abdelfattah MM. Different Types of Laser used in teeth Bleaching. *Int Res J Med Med Sci*. 5(10).
4. Cebe F, Bulbul M, Simsek I, Cebe MA, Ozturk B. Effect of Erbium:yttrium aluminum garnet laser on bond strength of a total-etch adhesive system to caries-affected dentin on gingival wall. *Niger J Clin Pract*. 2017;20(6):734-740.
5. Suter VGA, Sjölund S, Bornstein MM. Effect of laser on pain relief and wound healing of recurrent aphthous stomatitis: a systematic review. *Lasers Med Sci*. 2017;32(4):953-963.
6. Gandhi KK, Pavaskar R, Cappetta EG, Drew HJ. Effectiveness of Adjunctive Use of Low-Level Laser Therapy and Photodynamic Therapy After Scaling and Root Planing in Patients with Chronic Periodontitis. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2019;39(6):837-843.
7. Golshah A, Bagheri N, Moslem Imani M, Safari-Faramani R. Effects of different types of laser etching versus phosphoric acid etching on shear bond strength of metal brackets to human enamel: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Int Orthod*. 2020;18(4):673-683.
8. Silveira PCL, Streck EL, Pinho RA. Evaluation of mitochondrial respiratory chain activity in wound healing by low-level laser therapy. *J Photochem Photobiol B*. 2007;86(3):279-282.
9. Haytac MC, Ozcelik O. Evaluation of patient perceptions after frenectomy operations: a comparison of carbon dioxide laser and scalpel techniques. *J Periodontol*. 2006;77(11):1815-1819.
10. Le Corre Y. Frénectomie au Laser. <https://dr-le-corre-yann.chirurgiens-dentistes.fr/traitement-au-laser/freinectomie-au-laser-sur-auriol>. Published October 22, 2020.
11. Farista DrS. Gingival depigmentation with dental lasers for management of gingival hyperpigmentation. Published online May 25, 2020. [https://www.pioon.com/clinical\\_dental\\_articals/52.html](https://www.pioon.com/clinical_dental_articals/52.html)
12. Kaye KM. Infection par le virus herpès simplex HSV. *Harv Med Sch*. Published online April 2020. <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/infections/infections-à-herpèsvirus/infections-par-le-virus-herpès-simplex-hsv>
13. Keyhan SO Fattahi, Tirbod, Bagheri, Shahrokh C, Bohluli B Amirzade Iranaq, Mohammad Hosein. *Integrated Procedures in Facial Cosmetic Surgery*. Published online 2021.

14. Frapier L, Sache MP. *International Orthodontics*. Vol 20. Elsevier Masson.; 2003. <https://www.sciencedirect.com/journal/international-orthodontics/about/editorial-board>
15. Presson B. Introduction à la physique quantique. Published online January 10, 2014. <https://beatricepresson.weebly.com/16-physique-quantique.html>
16. Bache M, Rimoldi M. Laser à absorbant saturable. Published online 2015. <http://physique.unice.fr/sem6/2015-2016/PagesWeb/PT/Vague/modelisation.html>
17. Powell GL, Anderson JR, Blankenau RJ. Laser and curing light induced in vitro pulpal temperature changes. *J Clin Laser Med Surg*. 1999;17(1):3-5.
18. (WFLD) WFFLD. *LASER DENTISTRY: Current Clinical Applications*. UNIVERSAL Publishers; 2018.
19. Featherstone JD, Nelson DG. Laser effects on dental hard tissues. *Adv Dent Res*. 1987;1(1):21-26.
20. Olivi M, Genovese MD, Olivi G. Laser labial frenectomy: a simplified and predictable technique. Retrospective clinical study. *Eur J Paediatr Dent*. 2018;19(1):56-60.
21. de Paula Eduardo C, Aranha ACC, Simões A, et al. Laser treatment of recurrent herpes labialis: a literature review. *Lasers Med Sci*. 2014;29(4):1517-1529.
22. Muruppel AM, Pai BSJ, Bhat S, Parker S, Lynch E. Laser-Assisted Depigmentation-An Introspection of the Science, Techniques, and Perceptions. *Dent J*. 2020;8(3):E88.
23. Kotlow L. Lasers and pediatric dental care. *Gen Dent*. 2008;56(7):618-627.
24. Coluzzi DJ, Parker SPA, eds. *Lasers in Dentistry - Current Concepts*. Springer; 2017.
25. Olivi G, Olivi M. *Lasers in Restorative Dentistry: A Practical Guide*. Springer; 2015.
26. Rocca JP. *Les lasers en odontologie*. Éd. CdP; 2008.
27. Rey G, Missika P. *Les lasers et la chirurgie dentaire: innovations et stratégies cliniques*. Éd. CdP; 2010.
28. Vincent Dilouya D, Missika P, Stroumza JM. *Les lasers tout simplement*. Espace id; 2019.
29. Bouma MG, Buurman WA, van den Wildenberg FA. Low energy laser irradiation fails to modulate the inflammatory function of human monocytes and endothelial cells. *Lasers Surg Med*. 1996;19(2):207-215.
30. Hopkins JT, McLoda TA, Seegmiller JG, David Baxter G. Low-Level Laser Therapy Facilitates Superficial Wound Healing in Humans: A Triple-Blind, Sham-Controlled Study. *J Athl Train*. 2004;39(3):223-229.
31. Nadhreen AA, Alamoudi NM, Elkhodary HM. Low-level laser therapy in dentistry: Extra-oral applications. *Niger J Clin Pract*. 2019;22(10):1313-1318.

32. Ślebioda Z, Dorocka-Bobkowska B. Low-level laser therapy in the treatment of recurrent aphthous stomatitis and oral lichen planus: a literature review. *Postepy Dermatol Alergol.* 2020;37(4):475-481.
33. Parker S. Low-level laser use in dentistry. *Br Dent J.* 2007;202(3):131-138.
34. Cruz LRN, Martos J, Borges F, Kochhann Lima E. Management of gingival hyperpigmentation. *Pigment Int.* 2016;3(1):29.
35. Muscolino JE, Pillu M, Gouriet A, Estrade JL. *Manuel de palpation osseuse et musculaire: points gachettes, zones de projection et étirements.* Elsevier Masson; 2010. Accessed July 14, 2022. <http://site.ebrary.com/id/10537484>
36. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int Berl Ger 1985.* 1989;20(3):173-176.
37. Gatinel D. Particularités de la lumière laser. Published online September 14, 2013. <https://www.gatinel.com/recherche-formation/laser/particularites-de-la-lumiere-laser/>
38. Convissar RA. *Principles and Practice of Laser Dentistry.*; 2016. Accessed July 14, 2022. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/adtc/detail.action?docID=2074546>
39. Tomov DrG. Réadaptation esthétique de dents antérieures hypoplasiques en utilisant le Laser Er:YAG. Un rapport de ca. *Dent Trib.* Published online January 19, 2011. <https://fr.dental-tribune.com/news/readaptation-esthetique-de-dents-anterieures-hypoplasiques-en-utilisant-le-laser-litetouch-eryag-un-rapport-de-cas/>
40. LaBerge GS, Duvall E, Grasmick Z. Recent Advances in studies of skin color and skin cancer. Published online March 2020. [https://www.researchgate.net/publication/340253811\\_Recent\\_Advances\\_in\\_Studies\\_of\\_Skin\\_Color\\_and\\_Skin\\_Cancer](https://www.researchgate.net/publication/340253811_Recent_Advances_in_Studies_of_Skin_Color_and_Skin_Cancer)
41. Sushama G. Split Mouth Gingival Depigmentation Using Blade and Diode Laser-A Case Report. *Medecine.* Published online 2012. <https://www.semanticscholar.org/paper/Split-Mouth-Gingival-Depigmentation-Using-Blade-and-Sushama/a67cdf0d71d95f63b86002002616bb59dbe1efc1>
42. Apel C, Meister J, Ioana RS, Franzen R, Hering P, Gutknecht N. The ablation threshold of Er:YAG and Er:YSGG laser radiation in dental enamel. *Lasers Med Sci.* 2002;17(4):246-252.
43. Walsh LJ. The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 1. Soft tissue applications. *Aust Dent J.* 1997;42(4):247-254.
44. Çiçek Y, Ertaş U. The normal and pathological pigmentation of oral mucous membrane: a review. *J Contemp Dent Pract.* 2003;4(3):76-86.
45. Rey G. Traitements avec laser des maladies de la bouche : Aphtes. Published online 2020. <https://dr-rey-gerard.chirurgiens-dentistes.fr/content/traitement-des-maladies-de-la-bouche-aphtes-herpès-lichens>
46. Italiani P, Mazza EMC, Lucchesi D, et al. Transcriptomic Profiling of the Development of the Inflammatory Response in Human Monocytes In Vitro. Poli G, ed. *PLoS ONE.* 2014;9(2):e87680.



47. Pavlić V, vujić-Aleksić V, Aoki A, Nežić L. Treatment of recurrent aphthous stomatitis by laser therapy: A systematic review of the literature. *Vojnosanit Pregl.* 2015;72(8):722-728.

## Table des illustrations

Fig. 1 : Représentation du spectre des ondes électromagnétiques (27) .....	9
Fig. 2 : Cohérence d'un rayonnement laser (37) .....	9
Fig. 3 : Absorption, stimulation spontanée et stimulée (15).....	10
Fig. 4 : Principes de fonctionnement d'un laser (16).....	11
Fig. 5 : Différentes puissances du rayonnement laser (27).....	12
Fig. 6 : Absorption des rayonnements lasers dans les tissus cibles (27) .....	15
Fig. 7 : Pénétration relative de l'énergie laser dans les tissus mous (27) .....	16
Fig. 8 : Les effets principaux du rayonnement laser (27) .....	16
Fig. 9 : Cas d'un enfant avec frein labial supérieur empêchant la fermeture de l'espace inter-incisif (10) .....	21
Fig. 10 : Incision dans l'axe du frein (10).....	21
Fig. 11 : Incision transversale rhomboïde de l'entièreté du frein (10) .....	22
Fig. 12 : Résultat à 15 jours après l'intervention (10) .....	22
Fig. 13 : Schéma d'un épithélium et représentation de la situation du mélanocyte (40) .....	23
Fig. 14 : Pigmentation gingivale légèrement brune (34) .....	24
Fig. 15 : Pigmentation gingivale élevée plutôt noire (11) .....	24
Fig. 16 : Traitement par laser diode (980 nm) de l'hyperpigmentation durée d'environ 12 minutes (41) .....	25
Fig. 17 : Situation initiale d'un patient présentant une hyperpigmentation gingivale (41) .....	25
Fig. 18 : Résultat après 1 semaine de cicatrisation (41) .....	26
Fig. 19 : Résultat à 1 an (41).....	26
Fig. 20 : Situation préopératoire d'une hyperpigmentation gingivale (24) .....	27
Fig. 21 Résultat immédiat post-opératoire (24).....	27
Fig. 22 : Résultat à 6 semaines après l'intervention et absence de pigment (24) .....	28
Fig. 23 : Lésion aphteuse (1) .....	29
Fig. 24 : Lésion herpétique (12).....	29
Fig. 25 : Traitement d'un herpès labial par laser Er:YAG A) Situation initiale B) Irradiation au laser C) Résultat immédiat post opératoire D) Complète cicatrisation à 10 jours (24).....	30
Fig. 26 : Situation initiale d'aphtes douloureux gingivaux (45).....	31
Fig. 27 : Traitement par laser CO2 de la lésion (45) .....	32
Fig. 28 : Cicatrisation à 8 jours (45).....	32
Fig. 29 : Différence d'état de surface entre émail sain à gauche et émail hypoplasique à droite (14) .....	34
Fig. 30 : Situation initiale d'une hypoplasie sur la 22 (39).....	34
Fig. 31 : A) Préparation et mordantage au laser Er:YAG sous irrigation.....	35
Fig. 32 : C) Application d'adhésif à la microbrush D) Observation de la restauration achevée (39).....	35
Fig. 33 : A) Teinte et situation de départ teinte A3 B) Pose en bleu d'une digue chimique et en rouge du gel au peroxyde d'hydrogène C) Traitement proprement dit au laser D) Résultat final teinte B1(24).....	37
Fig. 34 : État initial de la gencive (27) .....	41
Fig. 35 : Résultat après biostimulation (27).....	42
Fig. 36 : A) Radiographie de l'état initial B) Photographie endo buccale de l'état initial (27).....	42
Fig. 37 : A) Radiographie post traitement B) Photographie endobuccale post traitement (27).....	43
Fig. 38 : Etat gingival initial (27) .....	44
Fig. 39 : Résultat après une seule séance au laser biostimulant (27).....	44
Fig. 40 : Résultat à 4 ans (27) .....	44

## **Table des tableaux**

Tableau 1 : Action thermique de l'énergie laser sur les tissus mous.....	18
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des domaines d'action des différents lasers (source personnelle).....	38

Les Lasers : un outil innovant au service de l'esthétique dentaire et orofaciale,  
l'exemple particulier de la biostimulation

**Faustine NIEL.** – p. (52) ; ill. (40) ; réf. (47)

**Domaine** : Dentisterie Restauratrice

**Mots clés Rameau** :

**Mots clés FMeSH** :

**Mots clés libres** : Laser en esthétique

---

### **Résumé de la thèse**

Grace à ses nombreuses interactions avec les tissus durs et mous de la cavité buccale, le LASER se révèle d'un intérêt particulièrement grandissant dans le domaine de l'esthétique en dentaire. En effet, à ce jour les normes esthétiques jouent un rôle prépondérant dans la demande du patient ainsi que la pression et l'augmentation de l'exigence vis à vis du résultat obtenu. Nous nous intéresserons donc particulièrement aux applications à visées esthétiques des lasers en chirurgie dentaire sur tissus mous et tissus durs.

La suite de la thèse se concentrera sur une nouvelle technique non invasive : la biostimulation. Nous y aborderons son mécanisme d'action puis nous terminerons sur des cas cliniques afin de permettre une bonne visualisation pédagogique des possibles effets.

---

### **JURY**

Président:                    Monsieur le Professeur Thomas COLARD  
Assesseeurs :                Monsieur le Docteur Henri PERSOON  
                                      Monsieur le Docteur Xavier COUTEL  
                                      Monsieur le Docteur Corentin DENIS