

UNIVERSITE DE NANTES
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2015

N° 035

**APPORT DE LA TECHNOLOGIE LASER
EN ESTHETIQUE DENTAIRE**

THESE POUR LE DIPLÔME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Thibault CHEVREUX

Né le 21/05/1986

Le 09/07/2015 devant le jury ci-dessous

Président M. le Professeur Assem SOUEIDAN

Assesseur M. le Docteur François BODIC

Directeur de thèse M. le Docteur Zahi BADRAN

Co-directeur de thèse M. le Docteur Erwan FREUCHET

| UNIVERSITÉ DE NANTES | |
|--|---|
| Président | Pr LABOUX Olivier |
| FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE | |
| Doyen | Pr AMOURIQ Yves |
| Assesseurs | Dr RENAUDIN Stéphane Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre |
| Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D. | |
| Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur LESCLOUS Philippe | Madame LICHT Brigitte Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre |
| Professeurs des Universités | |
| Monsieur BOULER Jean-Michel | |
| Professeurs Emérites | |
| Monsieur BOHNE Wolf | Monsieur JEAN Alain |
| Praticiens Hospitaliers | |
| Madame DUPAS Cécile Madame LEROUXEL Emmanuelle | Madame BLERY Pauline Madame Isabelle HYON Madame Hélène GOEMAERE GALIERE |
| Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D. | Assistants Hospitaliers Universitaires des C.S.E.R.D. |
| Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BADRAN Zahi Monsieur BODIC François Madame DAJEAN-TRUDAUD Sylvie Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Madame JORDANA Fabienne Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLLOU Xavier Monsieur VERNER Christian | Madame BOEDEC Anne Monsieur CLÉE Thibaud Monsieur DAUZAT Antoine Monsieur DEUMIER Laurent Madame CLOITRE Alexandra Madame GOUGEON Béatrice Monsieur KOUADIO Kouakou (Assistant associé) Monsieur LANOISELEE Edouard Monsieur LE BOURHIS Antoine Madame LE GOFFE Claire Madame MAÇON Claire Madame MELIN Fanny Madame MERAMETDJIAN Laure Monsieur PILON Nicolas Monsieur PRUD'HOMME Tony Monsieur RESTOUX Gauthier Madame RICHARD Catherine Monsieur ROLOT Morgan |
| Enseignants Associés | A.T.E.R. |
| Madame BRETECHE Anne (MC Associé) Madame RAKIC Mia (MC Associé) Madame VINATIER Claire (PR Associé) | Monsieur COUASNAY Greig |

06/02/15

Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

REMERCIEMENTS

**A Monsieur le Professeur Assem SOUEIDAN,
Docteur en chirurgie-dentaire,
Vice-Doyen de l'Université de Chirurgie Dentaire de Nantes,
Professeur des Universités,
Praticien hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche
Dentaire,
Chef de département de Parodontologie.**

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.
Recevez ici mes remerciements et l'expression de mon plus grand
respect.*

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Docteur Zahi BADRAN,
Docteur en chirurgie-dentaire,
Maître de Conférences des Universités,
Praticien hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche
Dentaire,
Département de Parodontologie.

Pour avoir accepté la direction de ce jury.

Recevez l'expression de ma profonde reconnaissance et de mes remerciements.

REMERCIEMENTS

**A Monsieur le Docteur Erwan FREUCHET,
Docteur en chirurgie-dentaire.**

*Pour la co-direction tout au long de ce travail, pour vos
relectures et vos conseils avisés.*

*Veillez recevoir l'expression de mes sincères remerciements et de
mon entière gratitude.*

REMERCIEMENTS

**A Monsieur le Docteur François BODIC,
Docteur en chirurgie-dentaire,
Maître de Conférences des Universités,
Praticien hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche
Dentaire,
Département de Prothèse.**

Pour votre participation à ce jury et votre accessibilité.

Recevez ici mes remerciements les plus chaleureux.

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| Introduction..... | 10 |
| 1- LASER..... | 11 |
| 1.1- Histoire du LASER..... | 11 |
| 1.2- Fonctionnement du LASER..... | 12 |
| 1.2.1- Notions physiques fondamentales..... | 12 |
| 1.2.1.1- La lumière..... | 12 |
| 1.2.1.2- Absorption, émission spontanée et émission stimulée..... | 13 |
| 1.2.1.3- Caractéristiques de la lumière LASER..... | 15 |
| 1.2.1.4- Puissance, énergie et fluence..... | 15 |
| 1.2.2- Principes de fonctionnement du LASER..... | 16 |
| 1.2.2.1- Milieu actif..... | 16 |
| 1.2.2.2- Système de pompage..... | 17 |
| 1.2.2.3- Cavité de résonance..... | 17 |
| 1.2.2.4- Inversion de population..... | 18 |
| 1.2.2.5- Acheminement de la lumière LASER..... | 19 |
| 1.2.3- Modes d'émissions..... | 21 |
| 1.2.3.1- Mode continu..... | 21 |
| 1.2.3.2- Mode discontinu ou pulsé..... | 21 |
| 1.2.4- Paramètres d'utilisation des lasers..... | 22 |
| 1.2.4.1- Longueur d'onde et absorption..... | 23 |
| 1.2.4.2- Energie et fluence..... | 24 |
| 1.2.4.3- Durée du pulse et vitesse de répétition..... | 25 |
| 1.2.4.4- Diffusion et réflexion..... | 25 |
| 1.3- Effets du LASER sur les tissus..... | 26 |
| 1.3.1- Effet thermique..... | 26 |
| 1.3.2- Effet photoablatif..... | 27 |
| 1.3.3- Effet électromécanique..... | 28 |
| 1.3.4- Effet photochimique..... | 28 |
| 1.3.5- Biostimulation..... | 28 |
| 1.4- Les principaux lasers en chirurgie dentaire..... | 30 |
| 1.5- Classification des lasers..... | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 2- Esthétique dentaire..... | 32 |
| 2.1- Notions d'esthétique dentaire..... | 32 |
| 2.2- L'évaluation du sourire..... | 33 |
| 2.2.1- Critères esthétiques..... | 33 |
| 2.2.1.1- Le cadre facial..... | 34 |
| 2.2.1.2- Le cadre labial..... | 35 |
| 2.2.1.3- Le cadre dentaire..... | 36 |
| 2.2.1.4- Le cadre gingival..... | 37 |
| 2.2.2- Défauts inesthétiques..... | 38 |
| 2.2.3- Le «SMILES» Design, un outil d'évaluation du sourire..... | 39 |
| | |
| 3- Applications thérapeutiques à visée esthétique des lasers..... | 40 |
| 3.1- Freinectomie..... | 40 |
| 3.2- Hyperpigmentation gingivale..... | 44 |
| 3.3- Tatouage muqueux..... | 46 |
| 3.4- Chirurgies gingivales..... | 48 |
| 3.4.1- Remodelage des contours gingivaux..... | 48 |
| 3.4.2- Elongation coronaire..... | 50 |
| 3.4.3- Accès aux limites prothétiques..... | 52 |
| 3.4.4- Aménagement du profil d'émergence..... | 53 |
| 3.4.5- Rapports d'études sur les chirurgies des tissus mous au LASER..... | 54 |
| 3.5- Eclaircissement dentaire externe..... | 54 |
| 3.6- Mordancage sur dent hypoplasique..... | 56 |
| 3.7- Parodontologie..... | 58 |
| 3.8- Orthodontie..... | 58 |
| 3.9- Les lasers face aux techniques conventionnelles..... | 59 |
| 3.9.1- Avantages des lasers..... | 59 |
| 3.9.2- Quel laser pour quelle application? | 60 |
| | |
| Conclusion..... | 61 |
| Bibliographie..... | 62 |
| Annexe..... | 72 |

INTRODUCTION

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. La médecine, dans le but d'améliorer les traitements, a su très vite exploiter les avancées technologiques de son temps.

Le LASER a profité de ces avancées et désormais ses applications sont multiples (dermatologie, ophtalmologie, chirurgie, etc.).

On doit l'apparition du premier LASER à Théodore Maiman, en 1960, malgré des bases théoriques posées dès 1917 par Albert Einstein. Dès lors, la médecine tente de récupérer cette innovation, et à partir des années 1980-90 le laser rentre en pratique dans différents domaines médicaux.

De par ses interactions avec les tissus mous et durs de la cavité buccale, le laser présente un intérêt grandissant dans le domaine de l'esthétique dentaire. Effectivement, les standards esthétiques jouent désormais une plus forte pression, et les patients deviennent plus exigeants vis à vis des résultats au niveau de la sphère stomato-gnathique.

Nous nous intéresserons donc plus particulièrement aux applications à visée esthétique des lasers en chirurgie-dentaire.

Nous poserons tout d'abord les bases physiques du fonctionnement des lasers ainsi que leurs interactions avec les tissus.

Nous discuterons ensuite des notions fondamentales nécessaires à la bonne indication des interventions à visée esthétique.

Enfin, nous détaillerons les applications esthétiques des lasers, leurs avantages, et nous les comparerons aux techniques conventionnelles.

1- LASER

LASER est l'acronyme de «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation», c'est-à-dire «Lumière amplifiée par émission stimulée de photons».

1.1- Histoire du laser

- En 1900, Max Planck affirme que des échanges d'énergie existent entre la lumière et la matière. Selon lui l'énergie échangée est inversement proportionnelle à la longueur d'onde émise ou absorbée. (69)

- En 1917, Albert Einstein, par l'analyse de la théorie de Planck, émet 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. Einstein introduit également les notions d'émission stimulée et d'amplification de la lumière. (19)

- S'en suit une opposition entre la physique de l'optique qui considère la lumière comme une onde immatérielle $\lambda=c.T$ avec λ la longueur d'onde (nm), c la célérité de la lumière (m.s-1) et T la période de l'onde; et la physique quantique qui pose l'hypothèse de corpuscules d'énergie possédant une masse $E=m.c^2$ avec E l'énergie (J), m la masse (kg) et c la célérité de la lumière (m.s-1).

- En 1950, Alfred Kastler, prix Nobel en 1967, fait une découverte décisive: le pompage optique ou l'inversion de population, c'est à dire avoir plus d'atomes excités dans un milieu que d'atomes non excités, qui rend possible la conception du laser. (48)

- En 1960 Theodore Maiman conçoit aux Etats-Unis le premier laser avec un cristal de rubis pour amplificateur. (56) La même année Javan et Bennet mettent au point le premier laser à gaz avec un mélange Hélium Néon. (44)

- En 1962, Nick Holonyak Jr. invente le laser diode. (40)

- En 1964, Kumar Patel invente le laser à CO₂ (68), Joseph E. Geusic crée le premier laser Nd:Yag (31) et William B. Bridges le laser Argon ion (11).

- La même année, le prix Nobel de physique est accordé à Charles Townes, Nicolay Basov et Aleksandr Prokhorov pour leurs travaux sur le laser et le maser, dispositif permettant l'émission d'un faisceau cohérent de micro-ondes (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

- En 1965, Stern et Sognaes utilisent le laser rubis pour vaporiser de l'émail, c'est la première application directe dans le domaine de l'odontologie. (81)

- En 1990, «l'American Dental Laser», un laser Nd:Yag à usage des chirurgiens-dentistes, est le premier à être développé et commercialisé par le Dr Terry Myers et marquera le début du développement des lasers au sein des cabinets dentaires.

1.2- Fonctionnement du laser

1.2.1- Notions physiques fondamentales (60)

1.2.1.1- La lumière

La lumière visible est une onde électromagnétique composée de photons (dualité onde-corpuscule) caractérisée par une longueur d'onde λ comprise entre 380nm (violet) et 780nm (rouge).

L'ensemble des ondes électromagnétiques forme le spectre électromagnétique allant des rayonnements gamma aux ondes radios. (Fig1)

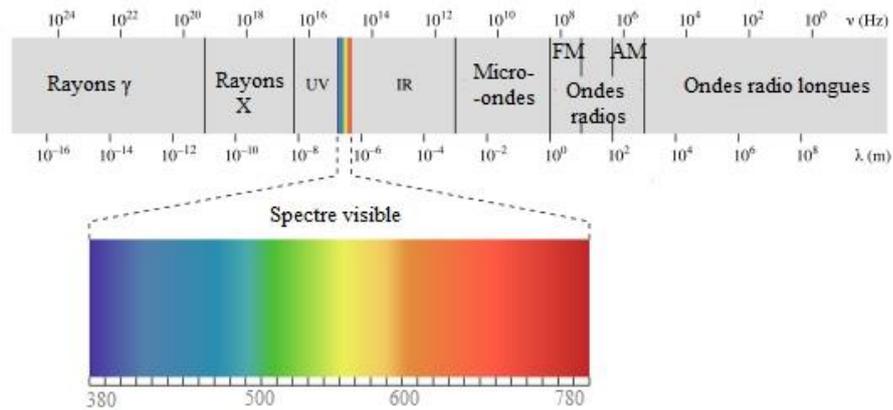


Fig. 1. Schéma du spectre électromagnétique

1.2.1.2- Absorption, émission spontanée et émission stimulée

Selon le modèle de Bohr (Fig2), un atome est composé d'un noyau et d'électrons répartis sur des couches électroniques (K, L, M, N...) autour de ce noyau en fonction de l'énergie nécessaire à leur excitation; c'est à dire l'énergie nécessaire pour les faire passer sur la couche électronique supérieure. (7)

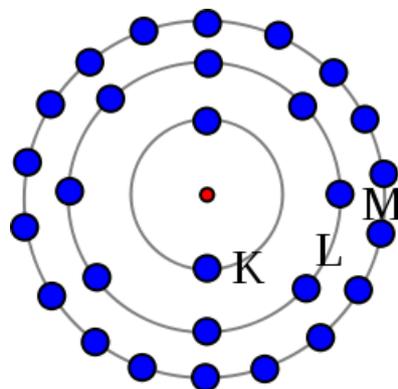


Fig. 2. Modèle atomique de Bohr

Il existe trois types de réactions photoniques au niveau atomique: l'absorption, l'émission spontanée et l'émission stimulée.

L'absorption (Fig3) d'un photon d'énergie $h\nu$, avec h la constante de Planck et ν la fréquence du photon, par un atome stable, entraîne un passage au niveau d'énergie supérieur instable, l'atome est dit excité.

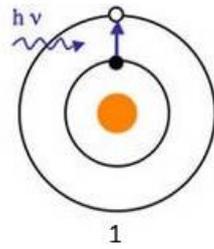


Fig. 3. Le phénomène d'absorption

L'atome excité retournera ensuite à son état d'énergie stable de façon spontanée en émettant la même quantité d'énergie que celle absorbée, c'est l'émission spontanée (Fig4).

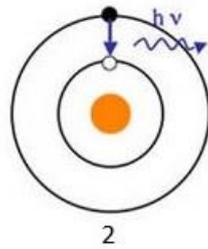


Fig. 4. Le phénomène d'émission spontanée

Dans le cas de l'émission stimulée (Fig5), c'est l'absorption d'un photon incident pendant la désexcitation qui provoque l'émission d'un autre photon ayant les mêmes caractéristiques que celles du photon initial.

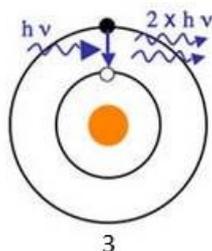


Fig. 5. Le phénomène d'émission stimulée

1.2.1.3- Caractéristiques de la lumière LASER (60)

La lumière LASER se distingue de la lumière ordinaire par 3 caractéristiques:

- Monochromatisme: la lumière LASER n'émet qu'une seule longueur d'onde spécifique de son milieu actif.
- Propagation unidirectionnelle: les ondes de la lumière LASER ne se propagent que dans une seule direction, ou tout du moins la divergence est insignifiante en comparaison à celle de la lumière ordinaire.
- Cohérence spatiale et temporelle: toutes les ondes se propagent en phase, tant dans le temps que dans l'espace.

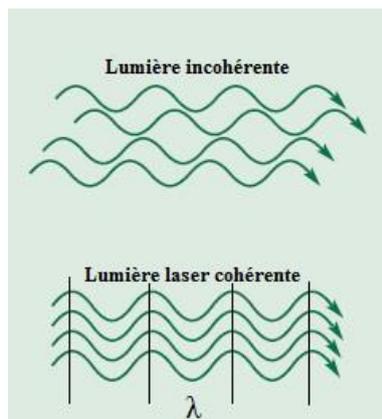


Fig. 6. Cohérence spatiale et temporelle de la lumière laser (17)

1.2.1.4- Puissance, énergie et fluence

La puissance d'un LASER se mesure en watts (W) et l'énergie qu'il distribue se mesure en joules (J). Un joule correspond à l'exposition à une puissance de 1 watt pendant 1 seconde.

$$\text{Puissance (W)} = \text{Energie (joules)} / \text{Temps (sec)}$$

La fluence, qui dérive de la puissance, est l'énergie reçue par une surface de 1cm² et est exprimée en joule/cm². Elle représente la dose d'énergie délivrée lors d'un tir laser.

$$Fluence = \text{Energie (joules)} / \text{surface (cm}^2\text{)}$$

L'énergie E transportée par les photons est inversement proportionnelle à la longueur d'onde, autrement dit plus la longueur d'onde est courte plus l'énergie du rayonnement sera élevée. Et donc l'énergie est directement proportionnelle à la fréquence.

Selon la loi de Planck:

$$E = h \times c / \lambda$$

$$E = h \times \nu$$

E: énergie en joules

h: constante de Planck = 6,626 068 x 10⁻³⁴ j.s

c: célérité de la lumière = 299 792 458 m/s simplifiée en 3.10puissance8 m/s

λ: longueur d'onde

ν: fréquence

1.2.2- Principes de fonctionnement du LASER (82)

1.2.2.1- Milieu actif

Le milieu actif, «cœur» du laser, est constitué des atomes que l'on souhaite exciter.

Principaux types de milieux actifs:

- gaz: CO₂, Hélium-Néon, Argon
- solide: Nd:Yag, Nd:Yap, KTP, Er:Yag
- liquide: colorants

1.2.2.2- Système de pompage

C'est Alfred Kastler qui, en 1950, a mis au point ce procédé permettant de maintenir les atomes du milieu actif à l'état excité. (48)

Le système de pompage peut-être optique, chimique ou électrique et amène par stimulation à l'inversion de population indispensable pour l'émission d'une lumière LASER.

1.2.2.3- Cavité de résonance

La cavité de résonance est un dispositif composé de deux miroirs parallèles dont l'un est réfléchissant et l'autre partiellement réfléchissant.

Cette cavité permet de confiner les rayonnements lumineux et de ne laisser passer que les photons en phase dans une seule direction.

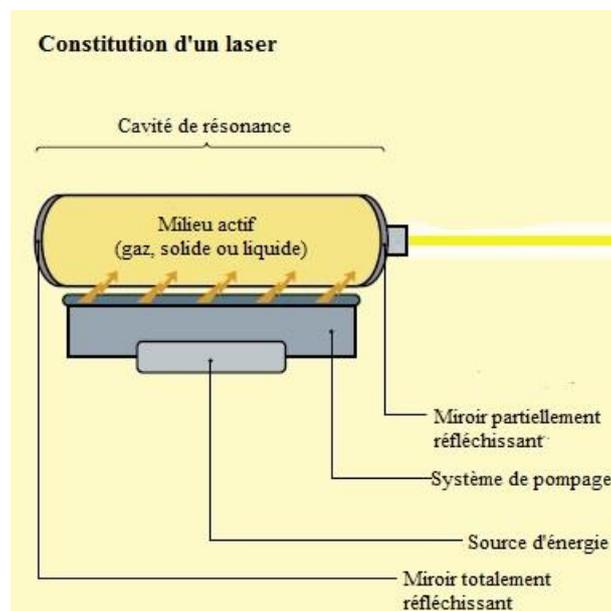


Fig. 7. Représentation schématique d'un laser (82)

1.2.2.4- Inversion de population

A l'équilibre thermodynamique, la majorité des atomes se trouvent dans un état de basse énergie E_1 . Pour obtenir le phénomène d'émission stimulée, il faut qu'un grand nombre d'atomes soient à un état de haute énergie E_2 ou état excité.

Ainsi le système de pompage fournit l'énergie nécessaire pour le passage des atomes de l'état stable d'énergie E_1 à l'état excité d'énergie E_2 , c'est l'inversion de population.

Ensuite se réalise une réaction en chaîne avec une multiplication des photons dans le milieu actif par photostimulation des atomes.

Plus précisément, l'inversion de population est un système à trois niveaux.

Le pompage produit, par décharge électrique, réaction chimique ou flash lumineux, une inversion de population entre le niveau fondamental 1 et le niveau excité 3. Puis le niveau 3 se dépeuple vers le niveau 2 sans émission de photon par une transition non-radiative qui se produit dans un laps de temps très court.

Les atomes excités sont alors dans leur état métastable (niveau 2) et leur retour à l'état fondamental donnera un rayonnement par émission stimulée.

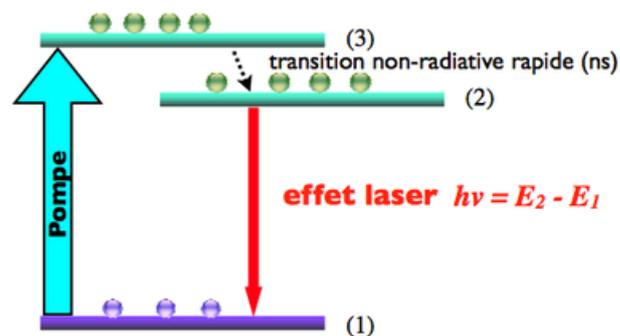


Fig. 8. Le phénomène d'inversion de population par pompage (23)

1.2.2.5- Acheminement de la lumière LASER

La lumière laser peut-être délivrée à la cible par divers moyens: la fibre optique, le bras articulé ou le guide d'ondes creux.

La fibre optique en silice avec embout saphir est un moyen de transmission quasi idéal. Souple et solide à la fois, elle permet la transmission de fortes puissances avec un bon rendement.

Seulement, l'efficacité de transmission est de l'ordre de 80 à 90 % pour les longueurs d'ondes comprises entre 300 et 2400nm. Les longueurs d'ondes au-delà sont absorbées par la silice. (45)

De plus, la fibre optique modifie la géométrie du faisceau laser qui, lorsqu'il en sort, est fortement divergent.



Fig. 9. Laser Diode Kavo GentleRay 980 à fibre optique

Le bras articulé, à l'intérieur duquel sont placés des miroirs à 45°, a l'avantage de ne pas modifier la géométrie du faisceau, mais c'est un système encombrant et fragile.



Fig. 10. Laser CO2 Sharplan à bras articulé

Le guide d'onde creux souple, en silice ou alumine, permet la transmission de longueurs d'ondes du domaine infrarouge et est destiné à remplacer les bras articulés de par une meilleure ergonomie et des performances accrues. (71, 45)



Fig. 11. Laser CO2 LS-1005 à guide d'onde creux

1.2.3- Modes d'émissions

1.2.3.1- Emission continue

Le mode continu consiste à conserver la puissance d'émission constante. En réalité c'est une émission impulsionnelle mais les impulsions sont si longues qu'elles se chevauchent et le rayonnement est donc continu. Les lasers utilisant ce mode d'émission sont dotés d'obturateurs pour couper le faisceau continu, ce qui permet la relaxation du tissu cible.

(20)

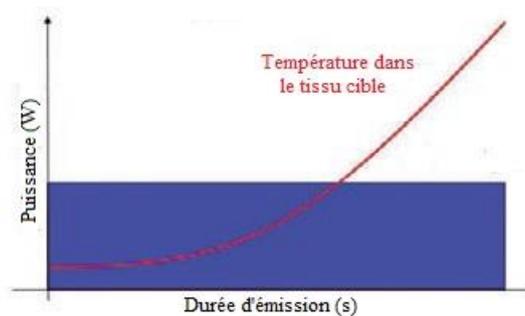


Fig. 12. Graphique d'émission continue d'un laser (20)

1.2.3.2- Emission discontinue ou pulsée

Le mode discontinu ou pulsé permet de connaître très précisément la quantité d'énergie délivrée à chaque tir LASER. L'émission est contrôlée dans sa durée et sa puissance et permet la relaxation du tissu cible entre les tirs. (20)

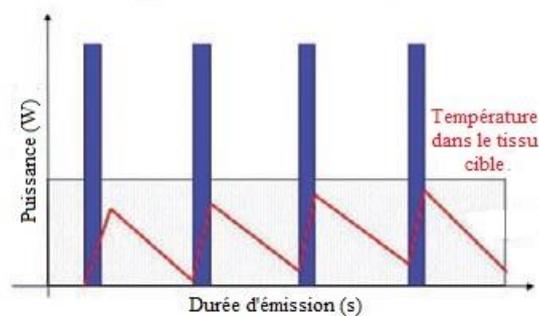


Fig. 13. Graphique d'émission discontinue d'un laser (20)

1.2.4- Paramètres d'utilisation des lasers

Bien que la plupart des lasers vendus actuellement soient équipés d'une interface avec pré-réglages (Fig14), il est nécessaire, afin de choisir le laser dont les caractéristiques seront les plus adaptées à un acte particulier de chirurgie dentaire, de comprendre les interactions fondamentales du laser avec les différents tissus biologiques (*cf 1.3*) et de connaître les paramètres qui conditionnent ses interactions.



Fig. 14. Interface du laser diode Sirona Xtend

Les paramètres à prendre en compte sont la longueur d'onde, le mode d'émission, l'énergie, la fluence, la durée, le nombre et la vitesse de répétition des pulses, ainsi que les propriétés d'absorption, de diffusion et de réflexion car une partie de la lumière ne pénétrera pas les tissus du fait de la réflexion. L'autre partie sera divisée en énergie diffusée et en énergie absorbée qui nous intéresse particulièrement car c'est elle qui est à la base des effets sur les tissus (première loi de photobiologie de Grotthus-Draper). (13)

1.2.4.1- Longueur d'onde et absorption

La longueur d'onde est le premier facteur déterminant la quantité d'énergie qui sera absorbée par un tissu, ou plutôt par ses différents constituants, appelés chromophores. Les principaux chromophores retrouvés au niveau des tissus sont l'eau, la mélanine, l'hémoglobine et l'hydroxyapatite. (67)

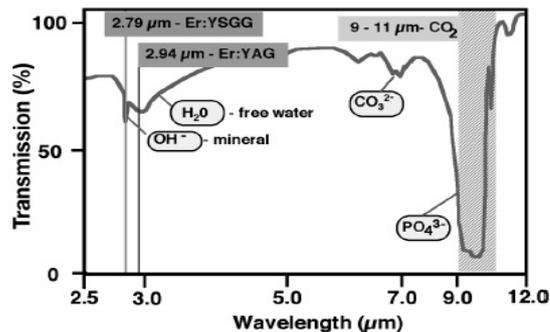


Fig. 15. Spectre de transmission de l'émail en fonction de la longueur d'onde (22)

On observe 4 pics d'absorption correspondant à différents constituants de l'émail:

- A 2790nm pour l'hydroxyle de l'hydroxyapatite.
- A 2940nm pour l'eau.
- A 7000nm pour les ions carbonates.
- Entre 9000 et 11000nm pour les ions phosphates de l'hydroxyapatite.

Le coefficient d'absorption est une mesure du degré d'absorption de l'énergie dans un tissu spécifique pour une longueur d'onde spécifique (Fig. 16).

La profondeur d'absorption est la profondeur à laquelle la majorité de l'énergie d'un pulse laser est absorbée. Cette énergie est convertie en chaleur qui irradie les tissus. Plus le coefficient d'absorption est élevé, plus la profondeur d'absorption est basse donc moins le rayonnement laser pénétrera dans le tissu.

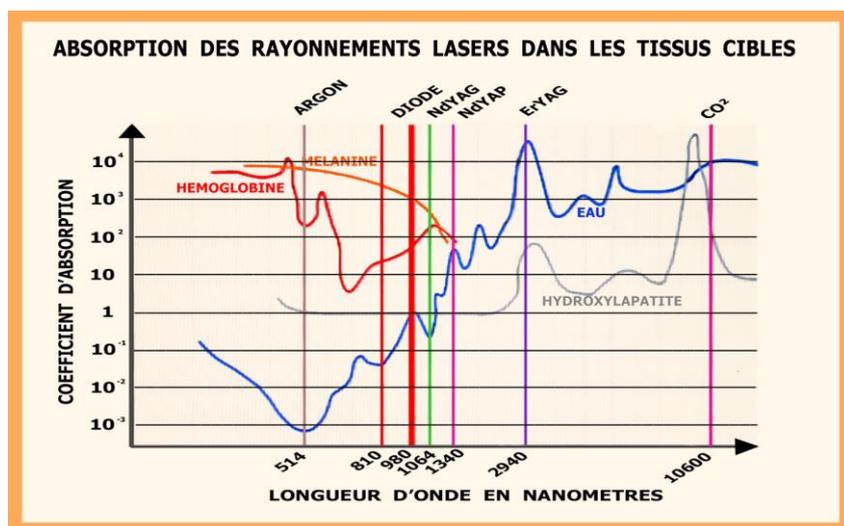


Fig. 16. Graphique des coefficients d'absorption des principaux chromophores en fonction de la longueur d'onde. (REY G.)

1.2.4.2- Energie et fluence

La quantité d'énergie absorbée doit être suffisante pour obtenir l'effet désiré, mais un surplus d'énergie entraînera une absorption possiblement délétère pour les tissus environnants pouvant causer stress thermique, dommages pulpaire et ainsi nécrose. Pour obtenir un effet ablatif, la fluence doit dépasser le seuil tissulaire qui est le moment où suffisamment d'énergie a atteint la surface du tissu cible pour causer l'expansion et/ou la vaporisation de ce tissu. (22)

| LASER | Longueurs d'ondes | Chromophores | Tissus Cibles |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|--|
| Diode | 810, 940, 980, 1064 nm | Mélanine Hémoglobine | Gencive Muqueuse |
| Neodymium (Nd):YAG | 1064 nm | Mélanine Hémoglobine | Gencive Muqueuse |
| Erbium Chromium (Er,Cr):YSGG | 2780 nm | Eau Hydroxyapatite | Gencive, Muqueuse Email, Dentine, Os |
| Er:YAG | 2940 nm | Eau Hydroxyapatite | Gencive, Muqueuse Email, Dentine, Os |
| CO ₂ | 10,600 nm | Eau | Gencive Muqueuse |

Fig. 17. Tableau des chromophores des principaux lasers utilisés en chirurgie dentaire et leurs tissus cibles

1.2.4.3- Durée du pulse et vitesse de répétition

Le but de l'émission pulsée est de permettre la relaxation thermique du tissu cible entre les tirs. L'excès de chaleur doit se dissiper avant le prochain pulse sous peine d'entraîner des dommages indésirables pour les tissus alentours.

Le pulse permet ainsi l'utilisation de très hautes énergies sur de très courtes périodes. Il a été déterminé que pour un effet ablatif optimal, le temps de relaxation doit correspondre à la durée du pulse. (22)

1.2.4.4- Diffusion et réflexion

Les tissus diffusent la lumière selon la longueur d'onde; l'émail diffuse énormément les longueurs d'onde proches du vert et très peu les longueurs d'onde proches infra-rouge, alors que la dentine diffuse la lumière visible et proche infra-rouge de la même façon.

Aux longueurs d'onde visibles et proches infra-rouge, la réflexion est minimale. Mais aux longueurs d'onde plus éloignées, la réflexion est à prendre en compte pour déterminer l'énergie incidente.

Par exemple, la réflexion pour le laser CO₂ est de 13% à 10600nm et peut atteindre 49% à 9600nm alors que celle du laser Er:Yag est de 5% à 2940nm. (22)

1.3- Effets du LASER sur les tissus

Les interactions de la lumière laser avec les tissus sont multiples et complexes.

Elles dépendent de la dose d'énergie absorbée par le tissu cible.

Cette dose d'énergie est fonction de la puissance d'émission rapportée à la surface exposée, c'est la fluence exprimée en Joules par cm².

1.3.1- Effet thermique (12)

Les effets thermiques sont dus à la conversion de la lumière absorbée par les tissus en chaleur du fait de l'absorption. Cette chaleur va se propager dans les tissus et provoquer hyperthermie, nécrose de coagulation ou volatilisation en fonction de l'élévation de la température et du temps d'exposition.

L'on peut ainsi distinguer les dommages tissulaires réversibles où la température et la durée d'application sont insuffisantes pour produire une nécrose, et les dommages tissulaires irréversibles avec apparition d'une nécrose.

L'hyperthermie correspond à une élévation de la température de quelques degrés, obtenue lors d'exposition de 41 à 45°C pendant une dizaine de minutes.

Cette exposition entraîne une mort cellulaire par atteinte des processus enzymatiques.

La coagulation est obtenue pour des températures de l'ordre de 50 à 99°C avec un temps d'exposition de l'ordre de la seconde.

A ces températures, l'on observera une dessiccation avec rétraction tissulaire par dénaturation des protéines et du collagène.

Par la suite, la détersion des tissus atteints sera suivie par un processus de cicatrisation.

L'architecture tissulaire est ainsi conservée.

La volatilisation survient pour des températures supérieures à 100°C pendant un temps très bref de l'ordre de la milliseconde.

Les différents constituants tissulaires partent alors en fumée et l'on observe une perte de substance immédiate. Au microscope, la zone volatilisée est entourée de berges nécrosées car la transition avec la zone saine se fait de manière progressive.

Si la zone volatilisée a une grande surface (quelques millimètres) alors il y aura un effet destructif. Si cette zone est étroite (quelques micromètres) alors il y aura un effet d'incision sans saignement sur les berges.

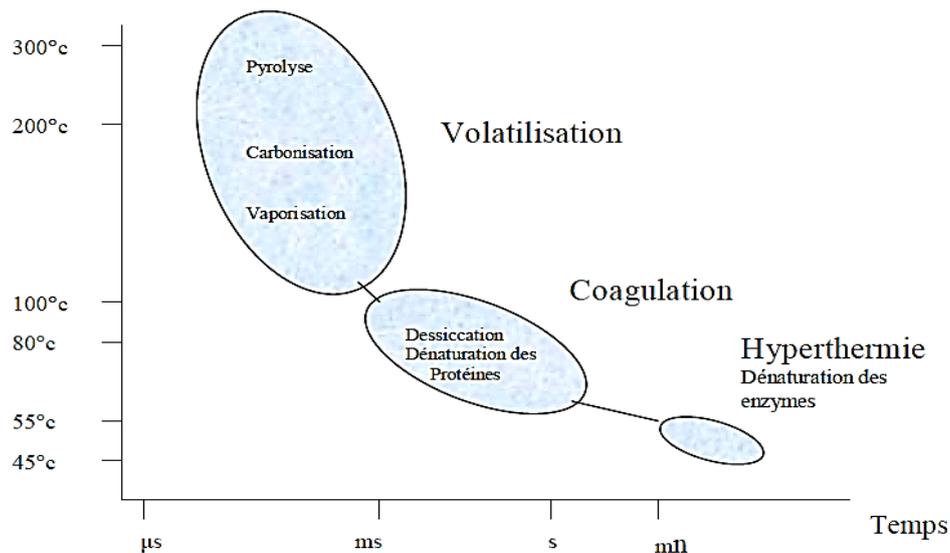


Fig. 18. Actions de la chaleur sur les tissus en fonction de la température et du temps (12)

1.3.2- Effet photo-ablatif ou effet «bistouri» (12)

L'effet photo-ablatif est observé pour des longueurs d'ondes très énergiques (0,190 à 0,300μm) avec un temps d'exposition extrêmement bref de l'ordre de la microseconde. C'est une ablation pure de tissu sans lésion thermique sur les berges car les molécules sont cassées et les constituants tissulaires sont gazéifiés. L'effet est superficiel (quelques micromètres) car la lumière est fortement absorbée par les tissus.

1.3.3- Effet électromécanique (12)

L'effet électromécanique résulte de la concentration du flux lumineux sur de petites surfaces, ce qui entraîne une ionisation des atomes et la création d'un plasma.

Après initiation du processus, l'on observe la génération d'électrons libres et l'accroissement du plasma par réaction en chaîne. A la limite entre milieu ionisé et milieu externe apparaît un gradient de pression induisant une onde de choc provoquant la destruction tissulaire.

Cet effet est principalement utilisé en ophtalmologie (greffe de cristallin artificiel) et en dermatologie (traitement de lésions pigmentées et détatouage). (64)

1.3.4- Effet photochimique (12)

Ce que l'on appelle photochimiothérapie ou photothérapie dynamique consiste à injecter un photosensibilisant pour marquer un tissu pathologique et provoquer ensuite sa destruction en l'exposant à une lumière dont la longueur d'onde correspond au domaine d'absorption du photosensibilisant.

Cet effet est utilisé dans le traitement de lésions cancéreuses. (64)

1.3.5- Biostimulation (3, 15, 21, 37, 51, 67)

La biostimulation est utilisée dans la Low Level Laser Therapy (thérapie laser à basse énergie) et consiste en la stimulation d'effets biologiques au niveau du tissu cible.

La biostimulation permet la réduction de l'inflammation et l'accélération de la cicatrisation par amélioration de la prolifération fibroblastique, la stimulation de l'angiogenèse, la formation du tissu de granulation, la synthèse du collagène et l'augmentation de la libération de facteurs de croissance.

D'autres exemples d'applications possibles de la biostimulation:

- traitement de trismus et de dysfonctions de l'articulation temporo-mandibulaire
- traitement de paresthésies, des névralgies trigéminées
- traitement des sensibilités dentinaires
- traitement de lésions buccales (stomatites, herpès, aphtes)
- suppression du réflexe nauséeux

Les mécanismes biochimiques responsables de ces effets ne sont pas encore totalement compris. Les recherches actuelles tournent autour d'une augmentation de l'activité des mitochondries qui seraient le point de départ de ces effets de biostimulation.

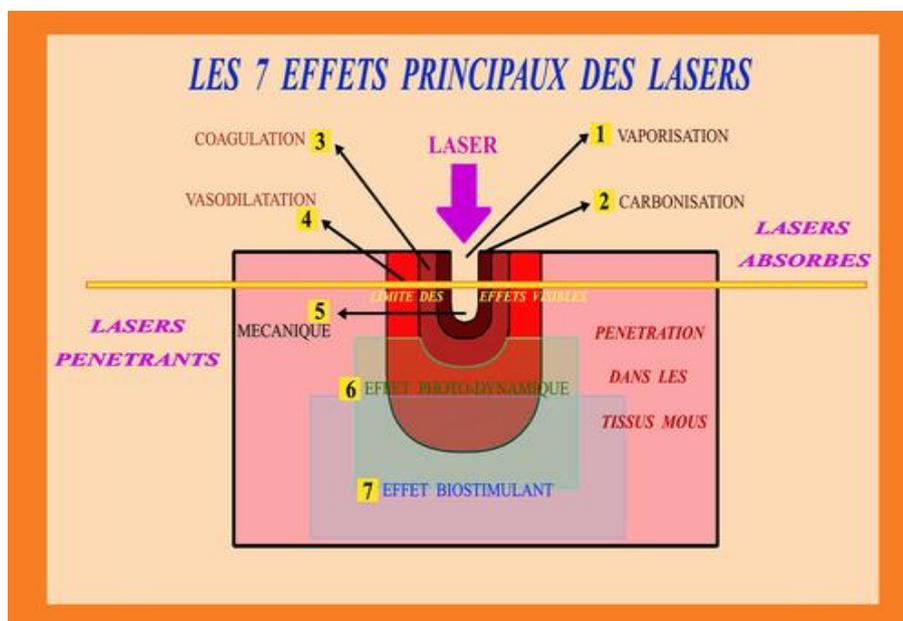


Fig. 19. Les effets principaux des lasers (Dr Rey G.)

1.4- Les principaux lasers en chirurgie dentaire

Les lasers utilisés actuellement en dentisterie fonctionnent dans un spectre électromagnétique allant de l'infrarouge à l'ultraviolet.

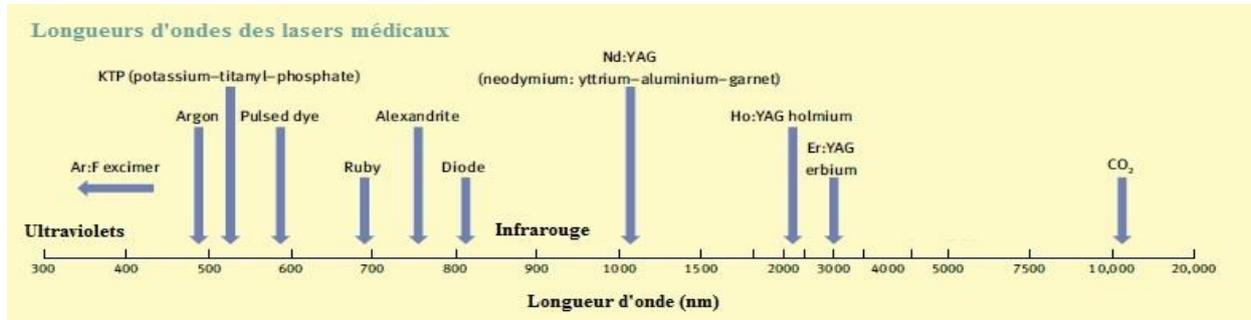


Fig. 20. Longueur d'ondes des différents lasers médicaux (82)

| LASER | Milieu Actif | Longueur d'onde (nm) | Acheminement | Mode d'émission | Absorption dans |
|-----------------|---|----------------------|--|------------------|--|
| Argon | Argon ionisé | 488; 515 | Fibre optique | Continu ou pulsé | Hémoglobine Hydroxyapatite Mélanine |
| KTP | Yttrium Aluminium Garnet dopé au néodyme avec phosphate de potassium titanyle | 532 | Fibre optique | Continu | Hémoglobine Mélanine |
| Diode | Arséniure de Gallium | 810; 980; | Fibre optique | Continu ou pulsé | Hémoglobine Mélanine |
| Hélium-Néon | Hélium (85%) Néon (15%) | 630 | Fibre optique | Continu | Hémoglobine Mélanine |
| Nd:Yag | Yttrium Aluminium Garnet dopé au néodyme | 1064 | Fibre optique | Pulsé | Hémoglobine Mélanine |
| Nd:Yap | yttrium-aluminium-perovskite dopé au néodyme | 1341 | Fibre optique | Pulsé | Eau Hémoglobine Hydroxyapatite Mélanine |
| ErCr:YSGG | yttrium-scandium-gallium-garnet dopé à l'erbium-chromium | 2780 | Fibre optique | Pulsé | Eau Hydroxyapatite |
| Er:YAG | Yttrium Aluminium Garnet dopé à l'erbium | 2940 | Fibre optique Guide creux | Pulsé | Eau Hydroxyapatite |
| CO ₂ | dioxyde de carbone (10%), d'azote (10%) et d'hélium (80%) | 9600 10600 | Bras articulé et miroirs Guide d'onde | Continu ou pulsé | Eau Hydroxyapatite |

Fig. 21. Tableau des principaux lasers utilisés en chirurgie dentaire et leurs propriétés.

1.5- Classifications des lasers (42)

L'évaluation des risques présentés par les appareils lasers repose sur leur classification déterminée essentiellement en fonction de leur puissance et de leur longueur d'onde.

Il existe à ce jour 7 classes différentes de lasers qui représentent leur niveau de dangerosité.

Avant 2007, les normes régissant la classification des lasers étaient différentes en Europe et aux États-Unis.

Il est donc possible de trouver les deux types de classification dans les laboratoires, en fonction du lieu et de l'année de fabrication des lasers.

Cependant, depuis 2007, la classification de la norme américaine s'est ajustée à la norme européenne, qui est la norme internationale EN 60825-1:2007 et ANSI Z136.1-2007.

| CLASSE | DANGERS/PRECAUTIONS D'USAGE |
|---------------|--|
| Classe 1 | Laser considéré comme sans danger dans des conditions raisonnablement prévisibles d'utilisation. Sont inclus les systèmes lasers fermés de haut voltage dont le rayon est inaccessible pendant l'utilisation. |
| Classe 1M | laser émettant un rayonnement compris entre 302,5 et 4 000 nm et sans danger dans des conditions prévisibles d'utilisation. |
| Classe 2 | laser émettant un rayonnement visible dans la gamme de longueurs d'onde comprise entre 400 et 700 nm |
| Classe 2M | laser dont la vision à la sortie du faisceau peut être dangereuse en cas d'utilisation d'instruments d'optique. |
| Classe 3R | laser émettant un rayonnement dans la gamme de longueurs d'onde comprise entre 302,5 et 106 nm. La vision dans le faisceau peut être dangereuse mais le risque est plus faible que pour les lasers de classe 3B. |
| Classe 3B | laser dont la vision directe du faisceau est toujours dangereuse. Port de lunettes de protection obligatoire. Accès sécurisé à la salle d'utilisation. |
| Classe 4 | laser capable de produire des réflexions diffuses dangereuses. Port de lunettes de protection obligatoire. Accès sécurisé à la salle d'utilisation |

Fig. 22. Classification LASER européenne EN 60825-1:2007

Tous les lasers médicaux et chirurgicaux font partie de la classe 4.

2- L'esthétisme en chirurgie dentaire

2.1- Notions d'esthétique dentaire

De nos jours l'apparence physique est une préoccupation de tous les instants et l'image que nous renvoyons conditionne nos rapports avec notre société.

«Être beau» améliore les interactions sociales et a des conséquences directes au niveau économique, professionnel et relationnel. De plus cela a une incidence plus que favorable sur la confiance en soi et l'image que l'on veut renvoyer aux autres. (35) Ainsi, comme le rapporte le sondage réalisé par l'AACD (American Academy of Cosmetic Dentistry), les praticiens observent actuellement une nette hausse des demandes cosmétiques. (2)

L'objectif de la dentisterie esthétique est de réaliser des restaurations et des chirurgies dont la forme et la fonction miment le naturel et permettent la biocompatibilité tissulaire. (1)

Les principales demandes des patients concernent la teinte, la forme et l'état de leurs dents qui sont en partie conditionnés par l'état des tissus environnants.

Les deux principaux objectifs en matière d'esthétique dentaire sont de créer des dents avec des proportions satisfaisantes les unes par rapport aux autres et de créer une relation harmonieuse entre les dents, les gencives et le visage. (28)

L'évaluation du sourire est une interprétation personnelle qui varie selon les cultures. Du fait de ces divergences, il est préférable de standardiser cette évaluation avec des critères précis et des mesures aisément reproductibles.

Lors d'une réhabilitation du sourire, la considération du visage dans son ensemble permet d'obtenir un résultat esthétique. La réussite du traitement dépend en grande partie de l'harmonie entre les tissus durs et les tissus mous au repos et au sourire. (76) Le laser permet de simplifier les interventions à visée esthétique et d'en accroître les indications comme nous allons le voir par la suite.

2.2- L'évaluation du sourire

2.2.1- Critères esthétiques (9)

Le sourire est une position dynamique des lèvres, qui varie selon le degré de contraction des muscles et le profil des lèvres.

Un sourire «parfait» est observé lorsque:

- les dents maxillaires antérieures sont alignées sur la courbure de la lèvre inférieure,
- les commissures labiales sont élevées à la même hauteur de chaque côté de la bouche
- des espaces négatifs bilatéraux séparent les dents des commissures des lèvres.



Fig. 23. Un sourire harmonieux et esthétique



Fig. 24. Un sourire disharmonieux et les axes de travail dans une optique esthétique

(28)

Plusieurs cadres de références sont à prendre en compte à l'intérieur desquels nous décrirons divers repères servant de critères esthétiques pour définir le sourire «parfait».

2.2.1.1- Le cadre facial

C'est l'élément primordial pour le patient qui conçoit son sourire au sein de ce cadre. Il est composé de références horizontales, verticales et sagittales.

Parmi les références horizontales:

- la ligne bipupillaire qui sert de référence pour l'orientation du plan occlusal et incisif,
- la ligne ophryaque, tangente aux sourcils,
- la ligne passant par les ailes du nez,
- la ligne bicommissurale.

C'est le parallélisme de ces lignes qui favorise l'esthétique du visage. (9)

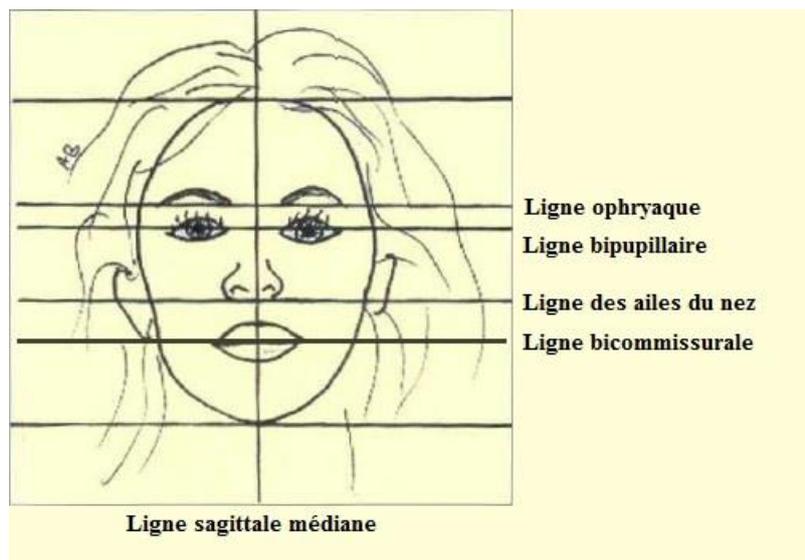


Fig. 25. Lignes de référence du cadre facial (dessin de Chiche et Pinault)

Pour les références verticales, la ligne sagittale médiane, passant par l'arête du nez et le philtrum, doit être perpendiculaire aux lignes horizontales. La ligne sagittale médiane sert également à mesurer les écarts transversaux des positions dentaires.

La ligne inter-incisive maxillaire coïncide avec la ligne sagittale médiane chez 70,4% des patients. (9)

Pour ce qui est des références sagittales, le plan de Camper, du point sous-nasal au tragus, doit être parallèle au plan d'occlusion. Le plan de Francfort, du point infra-orbitaire au tragus, et l'angle naso-labial sont également à prendre en compte. De plus, le profil de la lèvre supérieure et de la lèvre inférieure doit servir de guide à l'appréciation de la position des dents.

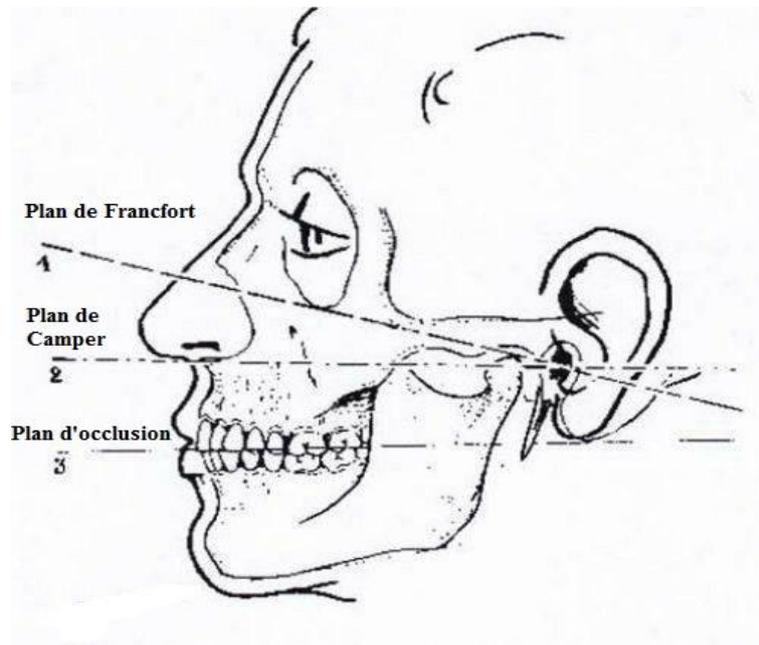


Fig. 26. Lignes de références horizontales du cadre facial

2.2.1.2: Le cadre labial

Les lèvres définissent la zone esthétique qui dépend de la quantité de dents exposée au repos et pendant la fonction.

La ligne du sourire suit le bord inférieur de la lèvre supérieure lors du sourire.

Il existe trois types de ligne du sourire:

- ligne haute avec un sourire découvrant l'entièreté des dents maxillaires antérieures et une bande continue de gencive
- ligne moyenne avec un sourire découvrant 75 à 100% des dents maxillaires antérieures et la gencive inter-proximale
- ligne basse avec un sourire découvrant moins de 75% des dents maxillaires antérieures



Fig. 27. Lignes du sourire haute (1), moyenne (2) et basse (3) (9)

2.2.1.3- Le cadre dentaire

Les facteurs à prendre en compte pour la beauté du sourire au niveau des dents sont les dimensions, les formes, et les relations inter et intra-arcade. La teinte, la transparence et la réflexion de la lumière sont d'autres facteurs cosmétiques importants.

Les formes diffèrent chez les hommes et les femmes; pour une femme il est préférable d'avoir des formes rondes avec des lignes douces et délicates, pour un homme l'on préférera des formes carrées, angulaires et massives.

La ligne médiane est le point focal le plus important pour un sourire esthétique. La ligne inter-incisive maxillaire doit coïncider avec le frein labial et la ligne sagittale médiane.



Fig. 32. Alignement des lignes médiane et inter-incisive

2.2.1.4- Le cadre gingival

La ligne esthétique gingivale est la ligne joignant les tangentes des zéniths gingivaux marginaux des incisives centrales et des canines. L'angle de la ligne esthétique gingivale est formé à l'intersection de cette ligne avec la ligne inter-incisive maxillaire.

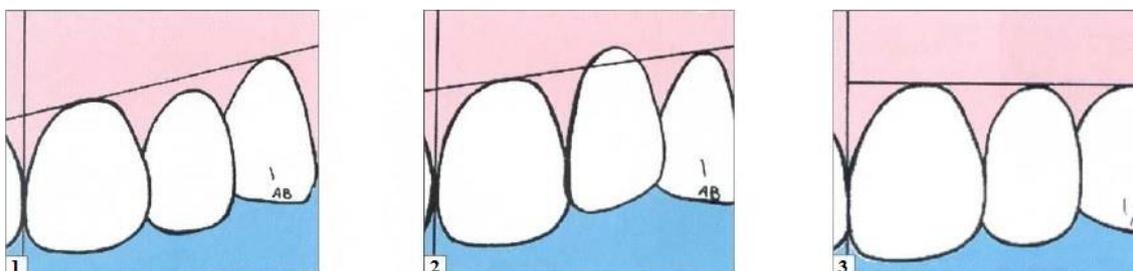


Fig. 28. Lignes gingivales de classe I (1), de classe II (2) et de classe III (3) selon Ahmad (9)

Pour une ligne gingivale harmonieuse, les festons marginaux des incisives centrales doivent être symétriques (1mm au-dessus de ceux des incisives latérales). Ceux des canines seront au même niveau ou plus apicaux que ceux des incisives centrales, et ceux des incisives latérales ne devront pas être plus hauts que ceux des canines.

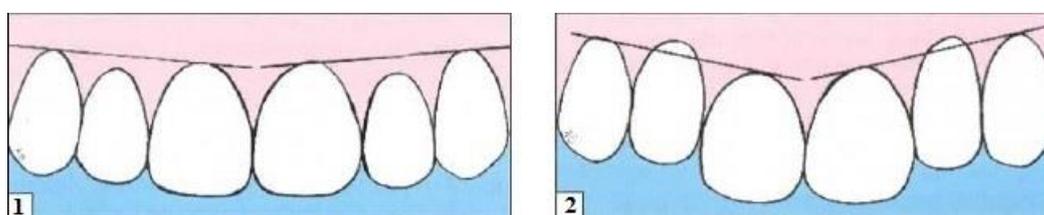


Fig. 29. Exemples de ligne gingivale esthétique (1) et inesthétique (2) (9)

La papille inter-dentaire est une extension de gencive libre marginale sous le point de contact. Une absence de papilles entraînera l'apparition de triangles noirs disgracieux, et une hypertrophie attirant le regard aura un aspect inesthétique.



Fig. 30. Absence de papilles autour de 21



Fig.31. Retour à l'état physiologique

Le tableau ci-dessous résume les composantes du sourire et les facteurs à prendre en compte pour chacune d'elles.

| Composantes | Facteurs à considérer |
|-------------|---|
| Dents | Teinte, Position et Profil |
| Gencive | Santé, Harmonie et continuité des formes, Symétrie des incisives centrales, Équilibre des incisives latérales, canines et prémolaires déterminé par le rideau labial |
| Lèvres | Définition de la zone esthétique Trois formes de ligne labiale : haute, moyenne et basse Géométrie de l'harmonie La ligne gingivale suit le contour de la lèvre supérieure Le bord incisif suit la forme de la lèvre inférieure |

Fig. 33. Les traits désirables d'un sourire attrayant d'après Garber et Salama (27)

2.2.2- Liste des défauts esthétiques pour le sourire (9)

- Gingivite entraînant rougeurs, saignements, œdème, aspect lisse
- Parodontite provoquant perte de support parodontal, affaissement de la lèvre supérieure par perte des dents, rapports largeur/hauteur défavorables, embrasures plus hautes et apparition de diastèmes
- Non-respect de l'espace biologique ayant pour effet une inflammation aiguë ou chronique et des récessions tissulaires marginales
- Asymétrie gingivale
- Récessions tissulaires marginales localisées
- Excès de gencive visible
- Interférence du frein sur le contour gingival
- Papilles inter-dentaires déficientes ou absentes
- Dyschromies gingivales et/ou dentaires.

2.2.3- le «SMILES» Design, un outil d'évaluation du sourire (1)

SMILES est l'acronyme de Size and golden proportion, Midline and canting, Inclination axial, Lip line versus incisal edge of teeth, Extra hard tissue guidelines, Soft tissue conditions (que l'on peut traduire par: taille des dents et nombre d'or, ligne médiane et inclinaison, inclinaison axiale des dents, ligne des lèvres et bords incisifs, harmonie des tissus durs, état des tissus mous).

C'est un système d'évaluation du sourire portant sur des critères bien définis.

| The S.M.I.L.E.S. Evaluation Technique | |
|---|------------------------------|
| Patients Name _____ | Date _____ |
| S. - Size and golden proportion. | |
| Width of centrals _____ Length of Centrals _____ W/L Ratio _____ (75%-80%) | |
| Golden Proportion _____ / _____ / _____ (1.6/ 1.1.6) | |
| Centrals Laterals Cuspids | |
| Correct to proper dimensions if possible | |
| <input type="checkbox"/> Yes | <input type="checkbox"/> No |
| M. - Midline and Canting | |
| Is the midline correct? | Is the smile canted? |
| <input type="checkbox"/> Yes | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> No how far off _____ R/L | <input type="checkbox"/> No |
| I. - Axial Inclination | |
| <input type="checkbox"/> The teeth are properly mesially inclined | |
| <input type="checkbox"/> Mesial / distal incline which needs correction | |
| <input type="checkbox"/> Leave teeth as is, even though not properly inclined | |
| L. - Lip Line vs. Incisal Edge of Teeth | |
| <input type="checkbox"/> Incisal edges properly follows lip line | |
| <input type="checkbox"/> Reverse smile line | |
| <input type="checkbox"/> Deficiency (describe) | |
| E. - Extra hard tissue guidelines | |
| <input type="checkbox"/> Contact points proper (gingival migration posteriorly) | |
| <input type="checkbox"/> Gradation of teeth proper | |
| <input type="checkbox"/> Arch form proper | |
| Corrections necessary | |
| S. - Soft Tissue Conditions | |
| <input type="checkbox"/> Good Gingival Symmetry / Correction _____ | |
| <input type="checkbox"/> Good Height and Contour / Correction _____ | |
| <input type="checkbox"/> Gingival Zenith Correct / Correction _____ | |

Fig. 34. Questionnaire d'évaluation SMILES par Dickerson WG (1) en annexe

Toutes ces notions d'esthétique et outils d'évaluation servent à la bonne pose d'indications d'interventions à visée esthétique. C'est par cette analyse multifactorielle rigoureuse que commence la réussite du traitement.

3- Applications thérapeutiques à visée esthétique du laser

3.1- Freinectomie (18, 30, 36, 38, 47, 57, 63, 66)

La freinectomie consiste en l'ablation d'un frein iatrogène dans le but de diminuer les tractions qu'il exerce sur la muqueuse gingivale ou de libérer l'espace inter-incisif.

Les freins buccaux sont classiquement décrits comme des replis muqueux comportant un tractus fibreux ou musculo-fibreux plus ou moins important. (57)

La freinectomie est indiquée en présence:

- de diastème des incisives centrales maxillaires ou mandibulaires
- de rétraction gingivale
- de problèmes prothétiques et /ou parodontaux afin de créer un espace biologique sain
- de désagréments esthétiques notamment en présence d'une ligne de sourire haute. (30)

Nous nous intéresserons aux freinectomies labiales maxillaires et mandibulaires.

La freinectomie linguale au laser est plus sensible et nécessite un très bon contrôle de la profondeur de pénétration du rayonnement dans les tissus sous peine d'endommager les structures anatomiques proches telles que les vaisseaux ranins, l'artère et le nerf lingual, les canaux salivaires et les muscles génio-glosses.



Fig. 35. Cas n°1: Frein labial supérieur empêchant la fermeture de l'espace inter-incisif

(47)



Fig. 36. Cas n°2: Frein labial inférieur entraînant une rétraction gingivale sur 31 et 41

(30)

Le frein labial a été classé en 4 catégories par Mirko Placek (63) en fonction de son attachement cervical:

- I: attachement muqueux sur la ligne mucogingivale
- II: attachement gingival sur la gencive attachée
- III: attachement sur la papille inter-dentaire
- IV: attachement pénétrant au-delà de la papille inter-dentaire.

Les types III et IV ont une prédisposition anatomique potentiellement pathogène. Lors de la réalisation du test de traction de la lèvre supérieure, un frein de type III entraîne un déplacement de la gencive marginale des incisives centrales et un frein de type IV entraîne une mobilisation de la papille inter-dentaire. (57)

Il existe 2 principales procédures pour réaliser une freinectomie labiale:

- l'incision horizontale simple ou freinotomie,
- l'incision en V ou rhomboïde avec ou sans rappel papillaire.



Fig. 37. Incision au laser diode (47)

L'intervention commence par une incision dans l'axe du frein (Fig. 37) et est suivie par une incision transversale jusqu'à obtenir une forme rhomboïde.

La lèvre doit être maintenue en tension tout au long de l'intervention afin de conserver une précision de coupe optimale.

L'hémostase est contrôlée tout au long de l'intervention grâce à l'effet de coagulation du laser diode. (Fig. 38)

A 10 jours post-opératoires, la cicatrisation est optimale. (Fig. 39)



Fig. 38. Situation post-opératoire (47)



Fig. 39. Cicatrisation à 10 jours (47)



Fig. 40. Freinectomie par incision simple (30)



Fig. 41. Cicatrisation à 7 et 21 jours (30)

La freinectomie laser présente de nombreux avantages face à la chirurgie classique au bistouri: (18, 30, 47, 57, 66)

- anesthésie topique qui permet une acceptation accrue chez les enfants
- hémostase immédiate et visibilité peropératoire accrue
- dispense de suture
- absence de douleur per ou post-opératoire sans prescription analgésique
- œdème réduit
- stérilisation du site
- cicatrisation rapide (moins de 10 jours)

De plus, Haytac et Ozcelik (38), dans une étude portant sur 40 patients, ont comparé le laser CO2 et le scalpel pour la réalisation de freinectomies. Les résultats, en faveur du laser CO2, ont montré une diminution importante des douleurs et des suites post-opératoires (phonation et mastication) ainsi qu'un moindre besoin d'analgésiques après l'intervention.

3.2- Hyperpigmentation gingivale (5, 16, 50, 54, 61, 70, 73, 79, 84, 89)

L'hyperpigmentation gingivale due à la mélanine représente un souci esthétique notamment lors de sourires gingivaux.

La mélanine est un pigment produit par les mélanocytes localisés dans les couches basale et supra basale de l'épithélium. (50)

La coloration due à la mélanine varie du marron clair au noir et dépend de la quantité et de la distribution de la mélanine dans les tissus. De plus, il faut savoir que c'est l'activité des mélanocytes et non leur nombre qui influe sur le degré de pigmentation. (54)



Fig. 42. Hyperpigmentation gingivale due à la mélanine (16)

La dépigmentation gingivale est une procédure chirurgicale parodontale ayant pour but de supprimer ou réduire l'hyperpigmentation en retirant l'épithélium gingival atteint ainsi qu'une fine couche du tissu conjonctif sous-jacent afin que le tissu conjonctif restant puisse cicatriser en seconde intention. (70)

Il existe diverses méthodes de dépigmentation et toutes présentent des résultats similaires avec tout de même plus ou moins d'effets indésirables post-opératoires.

Elles comprennent: la gingivectomie, l'autogreffe de gencive libre, l'électrochirurgie, la cryochirurgie, la radio chirurgie, l'utilisation d'agents chimiques tels que le phénol 90% ou l'alcool 95%, l'abrasion à la fraise diamantée, et la chirurgie laser. (16, 50)



Fig. 43. Dépigmentation au bistouri (16)



Fig. 44. Dépigmentation au laser diode (16)



Fig. 45. Comparaison post-opératoire (16)
(16)



Fig. 46. Cicatrisation à 1 mois

Là encore le laser présente des avantages certains: hémostase immédiate et visibilité peropératoire accrue, dispense d'anesthésie locale, dispense de pansement parodontal post-chirurgical, stérilisation du site, amélioration du confort du patient et diminution du temps opératoire. (5, 16, 50, 61, 70, 73, 79, 84, 89)

3.3- Tatouage muqueux (14, 29, 33, 78)

Le tatouage muqueux est une coloration, bleu-grise, exogène, localisée, de la muqueuse buccale due à la présence d'une particule métallique (amalgame dentaire ou éclat de pièce prothétique) que l'on observe le plus souvent au niveau de la gencive marginale ou de la face interne de la joue. (33)



Fig. 47. Tatouage muqueux en regard de la 35 (14)

Il est toutefois nécessaire de réaliser une radiographie rétro-alvéolaire ou panoramique afin d'affirmer ou d'infirmer la présence de particules métalliques.

S'il est impossible de la mettre en évidence, une biopsie diagnostique doit être réalisée pour éliminer l'hypothèse d'un mélanome muqueux. (29)

Le traitement classique consiste en l'excision de la lésion au bistouri mais le laser peut être utilisé avantageusement une fois de plus en permettant une très bonne hémostase améliorant la visibilité peropératoire, la stérilisation du site et l'absence de suture. (33)

Cependant, en fonction de la profondeur et de l'importance de la lésion, plusieurs séances peuvent être nécessaires à la disparition totale du tatouage. (78)



Fig. 48. Tatouage muqueux en regard de la 14 (33)

Chez cette patiente, la coloration bleu-grise est apparue rapidement suite à la réalisation d'une reconstitution corono-radicaire à l'amalgame sur la 14 précédant la pose de la couronne. (Fig. 48)

Après anesthésie locale, la pointe de la fibre optique est placée dans le sulcus afin d'atteindre le site de la coloration par un balayage progressif. (Fig. 49)



Fig. 49. Traitement de la lésion au laser diode 980nm (33)

A la fin de l'intervention, la gencive a blanchi mais ne présente pas de signes de dommages tissulaires en surface.

A 10 jours post-opératoires, la teinte de la gencive est toujours irrégulière.

A 1 mois, la gencive est saine et a retrouvé un aspect esthétique. (Fig. 50)



Fig. 50. Contrôle à 1 mois (33)

Le laser présente ici encore de nombreux avantages: hémostase contrôlée tout au long de l'intervention, dispense de sutures, et très peu de dommages aux tissus adjacents ce qui permet des suites post-opératoires simplifiées et non désagréables. (33)

3.4- Chirurgies gingivales

Comme nous l'avons vu précédemment, les considérations importantes en termes d'esthétisme du sourire sont les rapports hauteur/largeur des couronnes cliniques, ainsi que la forme et l'aspect des gencives faisant intervenir la ligne du sourire, la ligne gingivale, les zéniths gingivaux et les papilles inter-dentaires.

Le laser permet un remaniement simple et rapide de la gencive marginale pour un résultat esthétique immédiat.

3.4.1- Remodelage des contours gingivaux (20, 39, 75, 80)

Le remodelage des contours gingivaux consiste en un remaniement de la gencive autour des dents naturelles ou prothétiques pour une meilleure intégration esthétique dans la dynamique du sourire.

Cette gingivoplastie est donc indiquée lors d'asymétries (Fig. 51), d'hypertrophie ou d'hyperplasie gingivale (Fig. 52), de hauteurs coronaires insuffisantes (Fig. 53), ou de sourire gingival afin de réduire la quantité de gencive exposée. (75)

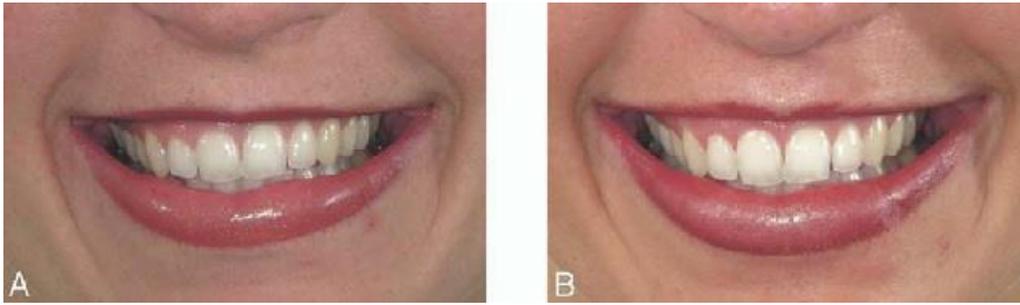


Fig. 51. Asymétrie de taille des couronnes de 11 et 12 par rapport à 21 et 22 (75)



Fig. 52. A. Hypertrophie de la gencive marginale et des papilles inter-dentaires due à un manque d'hygiène pendant le traitement orthodontique – B. Immédiatement après la chirurgie laser – C. Cicatrisation à 1 mois (75)



*Fig. 53. Insuffisance de hauteurs coronaires entraînant un défaut esthétique majeur.
(20)*



Fig. 54. Rendu esthétique post-chirurgical (20)



Fig.55. Cicatrisation à 1 mois (20)

Dans leur étude sur le laser diode 940nm portant sur 30 patients dans le cadre de gingivectomies en orthodontie, Sobouti et Al (80) ont démontré des différences significatives en matière de saignement peropératoire, de douleurs per et post-opératoires, et de consommation d'analgésiques toutes en faveur du laser.

3.4.2- Elongation coronaire (52, 53, 59, 62)

L'élongation coronaire consiste en la résection partielle des tissus de soutien parodontaux afin d'augmenter la hauteur de la couronne clinique tout en recréant un espace suffisant en position apicale pour la reformation de l'espace biologique.

C'est une intervention à la fois esthétique et fonctionnelle pour laquelle il est nécessaire de prendre en compte le rapport couronne clinique/racine clinique qui doit rester inférieur à 1 afin de ne pas mettre en danger la dent concernée.



Fig. 56. Couronnes cliniques courtes pour 23 et 24 avant restauration prothétique (62)



Fig. 57. Situation post-opératoire (62)



Fig. 58. Cicatrisation à 1 mois (62)



Fig. 59. Mesure du sulcus pour déterminer la quantité de tissu à réséquer (52)



Fig. 60. Résection gingivale effectuée au laser diode. Notez l'hémostase peropératoire parfaite (52)



Fig. 61. Résultat post-opératoire après retrait de 2,5mm d'os au laser Er:Cr:YSGG (52)

3.4.3- Accès aux limites prothétiques (32, 77, 88)

L'accès aux limites prothétiques est une étape primordiale dans la réalisation d'une reconstitution prothétique adaptée et esthétique dans le cadre de limites intra-sulculaires.

Un bon accès facilitera l'enregistrement correct des limites de préparation et des tissus de soutien environnants.

L'empreinte, ainsi réalisée, transmettra au prothésiste toutes les informations nécessaires à la fabrication d'une prothèse fonctionnelle et améliorera son intégration biologique et esthétique.

Il existe plusieurs méthodes d'accès aux limites:

- par déflexion mécanique (cordonnets, prothèse provisoire)
- par déflexion mécano-chimique (cordonnets imprégnés, pâte de rétraction gingivale)
- par éviction gingivale (curetage rotatif, électrochirurgie et LASER)



Fig. 62. Accès aux limites par éviction gingivale au laser diode (88)



Fig. 63. Comparaison: déflexion par cordonnet sur 15 et éviction laser sur 14 (88)

Gherlone et Al ont documenté le sujet et ont trouvé que l'éviction au laser diode et Nd:YAG était moins traumatique pour les tissus parodontaux que l'accès par cordonnets en entraînant moins de saignements (99.2% vs 92.7%) et moins de récessions gingivales (2.2% vs 10%). (32)

3.4.4- Aménagement du profil d'émergence prothétique (72)

Le laser permet de préparer des zones édentées pour créer, à l'intérieur de la gencive, un défaut ovoïde.

Ce défaut permet une meilleure intégration esthétique du pontique en apportant l'illusion d'un profil d'émergence naturel.

Cette gingivoplastie doit être maintenue, pour la cicatrisation, par la prothèse provisoire pendant 3 à 4 semaines afin d'obtenir un bon enregistrement des références gingivales lors de l'empreinte.

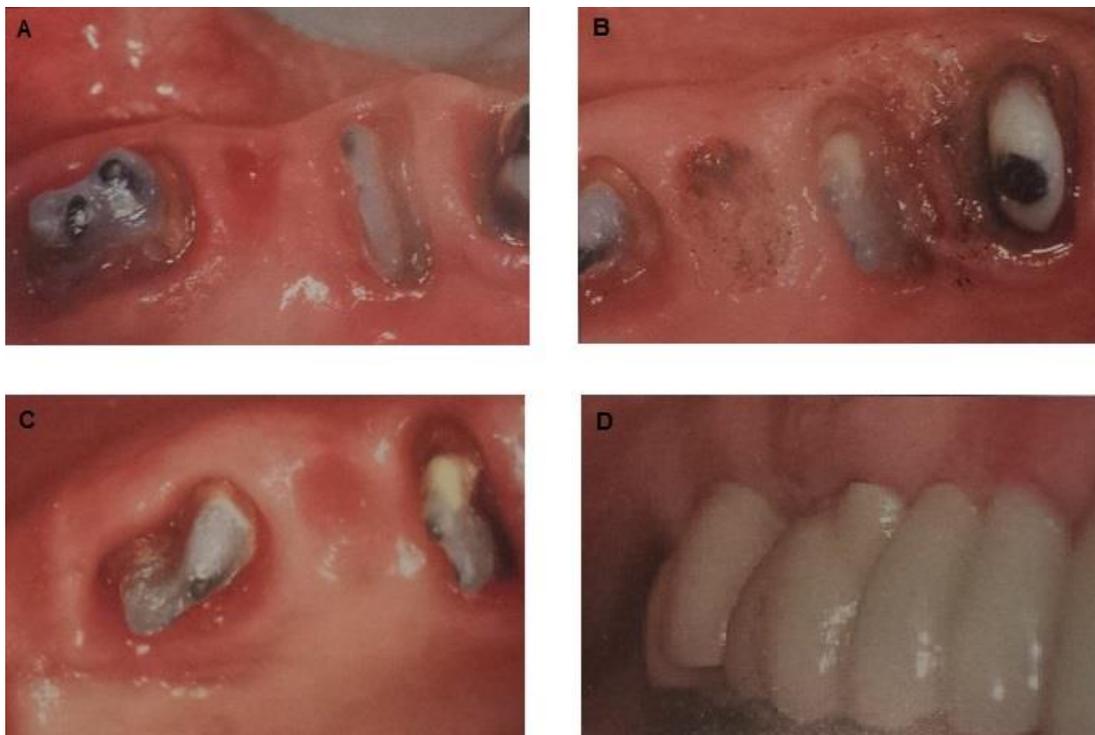


Fig. 64. A. Situation préopératoire – B. Situation post-opératoire – C. Cicatrisation à 1 mois – D. Intégration du pontique 15 (72)

3.4.5- Rapports d'études sur les chirurgies des tissus mous au LASER

Ize-Iyamu et Al (43) ont réalisé diverses chirurgies des tissus mous au laser diode 810nm sur 23 patients. Les résultats montrent des différences significatives en faveur du laser diode en matière de douleur per et post-opératoires, de saignements, de sutures mais pas de différence en ce qui concerne la durée opératoire.

Fornaini et Al (26) ont travaillé sur 37 jeunes patients dans le cadre de chirurgies des tissus mous réalisées à l'aide de lasers diode (810, 980nm) et Nd:Yag (1064nm) et ont montré les qualités des lasers dans le domaine de l'hémostase per et post-opératoire, de la réduction du temps opératoire, de la dispense d'anesthésie locale et de sutures ainsi que du confort per et post-opératoire et de la cicatrisation.

Une autre de leurs études (25), comprenant 52 patients traités au laser KTP pour des pathologies bénignes des tissus mous, a montré une très bonne compliance des jeunes patients du fait de l'absence d'anesthésie locale et de douleur peropératoire ainsi que des suites opératoires aisées sans œdème ni infection et une cicatrisation qualifiée de «restitutio ad integrum».

3.5- Eclaircissement dentaire externe (24, 34, 46, 49, 58, 83)

L'éclaircissement dentaire a pour but de traiter les dyschromies, qu'elles soient d'origines extrinsèques ou intrinsèques, afin de donner au patient un sourire plus esthétique. Des études ont montré qu'environ 1/3 de la population interrogée n'était pas satisfaite de sa teinte de dents naturelle. (34)

Le traitement consiste en l'activation d'agents éclaircissants, tels que le peroxyde d'hydrogène (30-35%) ou le peroxyde de carbamide (10-22%), qui, en se décomposant, vont entraîner la création de radicaux libres responsables de l'éclaircissement.

Une augmentation de 10°C de la température de cet agent permet de doubler la formation de radicaux libres et donc de potentialiser les résultats (83), bien que l'étude de Fornaini et AL comparant l'efficacité des lasers KTP et diode 808nm (24) semble remettre en cause ce principe d'augmentation de température.

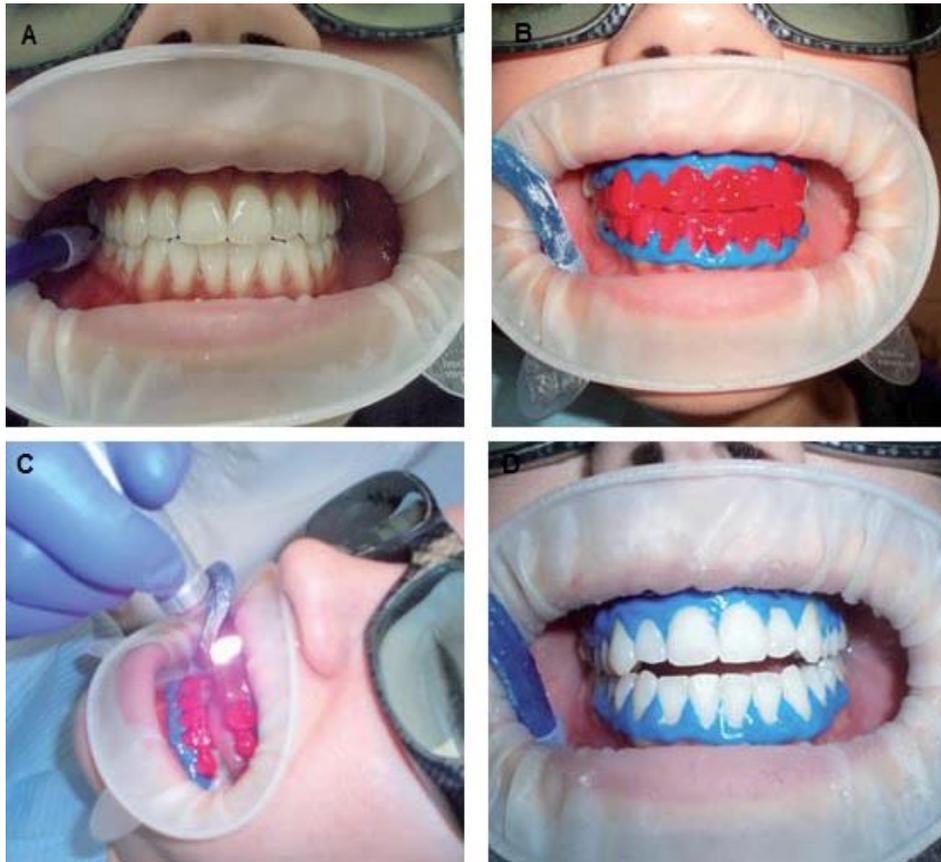


Fig. 65. A. Situation initiale teinte A3 Vita – B. Après pose d'une digue chimique et du peroxyde d'hydrogène 35% teinté pour une meilleure absorption du rayonnement laser – C. En cours de traitement au laser Nd:YAG – D. Situation post-opératoire teinte B1 Vita
(83)

Cet accroissement de la température peut se faire par diverses sources d'énergie comme les lampes à plasma, les lampes halogènes, les LED, ou encore le laser.

L'avantage du laser est qu'il permet une augmentation rapide de la température de l'agent éclaircissant ainsi qu'un temps élevé de relaxation des tissus dentaires.

L'éclaircissement par laser est plus rapide et plus confortable (58) pour le patient qui ne subit pas les sensibilités dentaires que l'on peut rencontrer après un traitement classique mais il faut s'assurer que le rayonnement soit complètement absorbé par l'agent éclaircissant afin d'éviter des dommages tissulaires notamment par augmentation de la température intra-pulpaire. De plus, l'accélération du traitement risque d'entraîner une moins bonne tenue des résultats dans le temps.

3.6- Mordançage sur dent hypoplasique (41, 85, 86)

L'hypoplasie de l'émail est une anomalie de quantité et de qualité de l'émail avec atteinte de ses qualités mécaniques et esthétiques.

L'hypoplasie est due à des facteurs environnementaux et génétiques interférant avec la période de formation de la dent. Ces facteurs étiologiques sont les traumatismes, les infections pendant la grossesse ou la petite enfance, les carences alimentaire pré et post-natales, l'hypoxie tissulaire, ou l'exposition à des produits toxiques et diverses affections héréditaires.

Les zones atteintes peuvent apparaître blanches, jaunes ou brunes et sont fortement sujettes à l'abrasion et aux caries.

Le traitement consiste en une restauration par composite, facette ou couronne en fonction de l'atteinte.



Fig. 65. Patiente de 16ans avec 22 hypoplasique (86)

La difficulté rencontrée lors de la restauration au composite est due au mordançage acide de l'émail hypoplasique qui ne présente pas un état de surface typique de celui obtenu lors du mordançage d'un émail sain.

Une quantité uniforme d'émail peut être retirée et ainsi créer une situation défavorable à l'adhésion des matériaux de restauration.

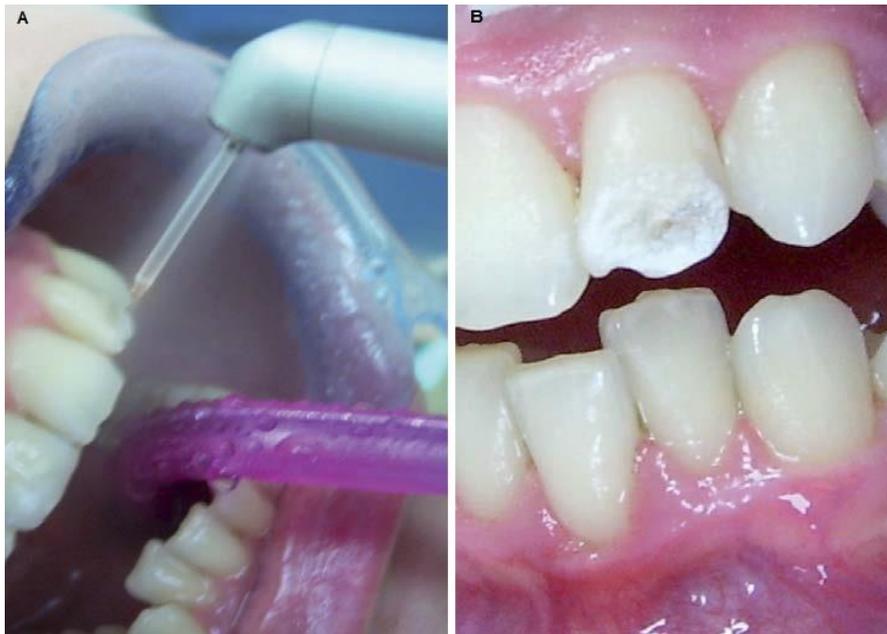


Fig. 66. A. Préparation et mordançage au laser Er:YAG sous spray - B. Vue de la surface traitée et séchée à l'air (86)

Observé sous microscopie électronique à balayage, l'émail mordancé au laser montre une surface rugueuse et irrégulière sans boue dentinaire, ce qui est favorable à la rétention et aux restaurations adhésives esthétiques antérieures. Pour cette raison, le laser semble être une alternative efficace au mordançage chimique.



Fig. 67. C. Application de l'agent adhésif - D. Vue de la restauration finale (86)

3.7- Parodontologie (4, 6, 10)

Les lasers peuvent-être utilisés en parodontologie:

- pour réaliser des traitements non-chirurgicaux avec effets antibactériens limités à la poche et à la surface radiculaire avec le laser Er:YAG (4)
- en adjuvants, pour désinfecter les tissus mous aux lasers diode et Nd:YAG (6, 10)

Ils permettent la conservation des dents naturelles sur les arcades et agissent donc indirectement en faveur de l'esthétique du patient.

3.8- Orthodontie (65)

L'orthodontie, dont le but final est l'esthétique et la fonction, est une discipline pour laquelle les lasers présentent un champ d'application extrêmement fourni en plus de toutes les chirurgies des tissus mous à visée esthétique et fonctionnelle.

Bien qu'il n'y ait pas de consensus sur le protocole exact à appliquer, les lasers permettent l'accélération des mouvements dentaires et du remodelage osseux par stimulation de la prolifération et de la fonction ostéoblastique et ostéoclastique par biostimulation.

Ils ont aussi des effets sur la régénération osseuse par augmentation de la prolifération des cellules préostéoblastiques et par stimulation de la différenciation en ostéoblastes.

Par la biostimulation, ils peuvent également réduire les douleurs lors de l'application des forces orthodontiques.

Enfin, l'irradiation laser permet de prévenir la déminéralisation de l'émail en augmentant sa résistance aux attaques acides par altération de sa structure cristalline.

3.9- Les lasers face aux techniques conventionnelles (8,25,26,38,43,74,80)

3.9.1- Avantages des lasers

En s'appuyant sur l'étude de Rossman et Cobb (74) qui ont compilé les intérêts des lasers face aux méthodes conventionnelles, et en y ajoutant les résultats d'études récentes plus ciblées ainsi que les rapports de cas précédemment exposés, nous pouvons lister les avantages à utiliser les lasers:

- dispense d'anesthésie locale
- 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 et 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 tissulaire lors de la cicatrisation
- biostimulation améliorant la guérison post-opératoire par stimulation des cellules conjonctives
- meilleure acceptation du patient

Il est important de noter que cela reste 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, et l'hémostase peropératoire pour les lasers Erbium.

3.9.2- Quel laser pour quelle application? (87)

| LASER | DIODE (810, 980nm) | Nd:YAG (1064nm) | Nd:YAP (1341nm) | ErCr:YSSG, Er:YAG (2780, 2940nm) | CO2 (10600nm) |
|---|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|
| Freinectomie | + | ++ | ++ | + | +++ |
| Hyperpigmen- tation/tatouage | + | + | ++ | + | +++ |
| Gingivectomie/ Gingivoplastie | ++ | ++ | ++ | + | +++ |
| Accès aux limites | +++ | +++ | +++ | + | ++ |
| Elongation coronaire | Gingivale | Gingivale | Gingivale | Gingivale et osseuse | Gingivale |
| Tissus durs (os, émail, dentine) | / | - | + | +++ | / |
| Hémostase | ++ | ++ | +++ | - | +++ |
| Blanchiment | +++ | + | + | + | + |
| Biostimulation | +++ | + | + | - | + |
| Parodontie | Désinfection des tissus mous | Désinfection des tissus mous | Désinfection des tissus mous | Traitements non- chirurgicaux | Désinfection des tissus mous |

Fig. 68. Tableau récapitulatif des principaux lasers utilisés en chirurgie dentaire et leurs applications esthétiques possibles

Le laser CO2 est le laser de choix pour les tissus mous du fait de son excellente absorption dans l'eau, sa capacité d'hémostase et sa faible profondeur de pénétration dans les tissus (μm) comparé aux lasers diode et Nd:YAG (mm).

Pour les tissus durs, l'on choisira les lasers de la famille Erbium fortement absorbés dans l'eau et l'hydroxyapatite, et qui entraînent moins d'échauffement des tissus adjacents.

CONCLUSION

Des disciplines comme l'ophtalmologie et la dermatologie ont depuis longtemps intégré le LASER comme un outil indispensable à leur pratique. Dans le domaine de la dentisterie, nous avons pu nous apercevoir, que les applications sont nombreuses, notamment en esthétique dentaire, part croissante de l'activité des cabinets du fait d'une exigence accrue de nos patients.

Les LASERS présentent des avantages certains face à des techniques conventionnelles peu évolutives au scalpel ou aux instruments rotatifs.

Cependant, en dépit d'améliorations matérielles constantes, le laser n'a toujours pas réellement trouvé sa place en Odontologie.

La multitude de dispositifs existants, la spécificité d'action des longueurs d'ondes, ainsi que le manque d'information et le prix d'achat/d'entretien semblent être les freins à son implantation au sein des cabinets dentaires.

L'avenir semble reposer sur un laser au coût de production raisonnable et regroupant toutes les avantages nécessaires à la chirurgie dentaire afin d'en optimiser son utilisation: puissance d'émission, hémostase, coupe et vaporisation des tissus mous, désinfection et stérilisation dentinaire, des fonds de cavités et des canaux. Cela semble être le cas du laser Nd:YAP à 1341nm, développé depuis 1994 et qui présente une excellente puissance, jusqu'à 2,6 KW, une très bonne absorption dans l'hémoglobine et une absorption dans l'eau 20 fois supérieure à celle du Nd:YAG.

La prudence se révèle cependant de mise, en effet les matériels accessibles sont relativement onéreux et le recul quant à leur utilisation est faible. La littérature scientifique sur l'utilisation du laser nous montre une insuffisance de preuves de haut grade quant à ses résultats. L'avenir reste dans une simplification de leur utilisation et une amélioration, par la preuve scientifique, de leurs résultats et de surcroît de leur intérêt.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADAMS T.C. PANG P.K.

Lasers in aesthetic dentistry
Dent Clin N Am 2004;48:833-860.

2. AMERICAN ACADEMY OF COSMETIC DENTISTRY

Cosmetic Dentistry State of the Industry Survey 2013.
<http://www.aacd.com/proxy/files/Footer%20Nav/Media%20Room/Surveys/AACD%20State%20of%20the%20Cosmetic%20Dentistry%20Industry%202013.pdf>

3. AMORIM J.C. DE SOUSA G.R. DE BARROS SILVEIRA L. et coll.

Clinical study of the gingiva healing after gingivectomy and low-level laser therapy. Photomed Laser Surg. 2006;24(5):588-94.

4. BADRAN Z.

Utilisation du laser Er:YAG en parodontologie.
Thèse:3e cycle Sci Odontol, Nantes, 2012.

5. BERKG. ATICI K. BERK N.

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

6. BIRANG R. BEHFARNIA P. YAGHINI J. et coll.

Evaluation of the Effects of Nd:YAG Laser Compared to Scaling and Root Planing Alone on Clinical Periodontal Parameters.
J Periodontol Implant Dent 2010; 1(2): 25-28.

7. BOHR N. I.

On the constitution of atoms and molecules.
Philosophical Magazine Series 6 1913;26(151):1-25.

8. BORCHERS R.

Comparison of Diode Lasers in soft- tissue surgery using cw- and superpulsed mode: an in vivo study.
Master Thesis, RWTH Aachen University, 2008

9. BORGHETTI A. MONNET-CORTI V.

Chirurgie plastique parodontale. Collection JPIO
2e édition, 2008.

10. BORRAGO JL. VARELA LG. CASTRO GL. et coll.

Diode laser (980 nm) as adjunct to scaling and root planing.
Photomed Laser Surg 2004;22(6):509-12.

11. BRIDGES W. B.

Laser oscillation in singly ionized argon in the visible spectrum.
Appl Phys Lett 1964;4:128-130.

12. BRUNETAUD J.M. MORDON S. DESMETTRE T. et coll.

Les applications thérapeutiques des lasers.
Collection SFO 4 1996;523-546.

13. CAVALCANTI TM. ALMEIDA-BARROS RQ. CATAO MH. et coll.

Knowledge of the physical properties and interaction of laser with biological tissue in dentistry.
An Bras Dermatol 2011;86(5):955-60.

14. CHAVES-ALVAREZ AJ. RODRIGUEZ-NEVADO IM. et coll.

Hyperpigmented Macule in Gingival Mucosa.
Actas Dermosifiliogr 2007;98:367-368.

15. CHAVES ME. RODRIGUES DE ARAUJO A. et coll.

Effects of low-power light therapy on wound healing: LASER x LED.
An Bras Dermatol 2014;89(4):616-623.

16. CHIRAYU S. RAHUL D. MONALI S. et coll.

Evaluation of Scalpel versus Diode Laser for Gingival Depigmentation: A Case Report.
Int J Adv Health Sci 2014; 1(2): 24-7.

17. COHERENT, INC.

Lasers Understanding the basics.
<http://www.photonics.com/EDU/Handbook.aspx?AID=25161>

18. DESIATE A. CANTORE S. TULLO D. et coll.

980nm diode lasers in oral and facial practice: current state of the science and art.
Int J Med Sci 2009; 6(6):358-364.

19. EINSTEIN A.

On the quantum theory of radiation.
Physikalische Zeitschrift 1917;18:121-128.

20. ELEXION.

The Use of Lasers in Dentistry. A clinical reference guide for diode 810nm and Er:Yag.
Rev. 1.0 / Oct. 2009
<http://www.rident.it/pdf/2010/articoli/1284416470687.pdf>

21. FARIVAR S. MALEKSHABABI T. SHIARI R.

Biological Effects of Low Level Laser Therapy.

J Lasers Med Sci. 2014;5(2):58–62.

22. FEATHERSTONE J. FRIED D.

Fundamental interactions of lasers with dental hard tissues.

Med Laser Appl 2001;16:181-194.

23. FORGET S.

Les lasers et leurs applications.

Laboratoire de Physique des Lasers Université Paris Nord.

<http://www-lpl.univ-paris13.fr:8088/lumen/documents/part%20I.pdf>

24. FORNAINI C. LAGORI G. MERIGO E. et coll.

Analysis of shade, temperature and hydrogen peroxide concentration during dental bleaching: in vitro study with the KTP and diode lasers.

Lasers Med Sci 2013;28(1):1-6.

25. FORNAINI C. ROCCA JP. MERIGO E. et coll.

Low energy KTP laser in oral soft tissues surgery: A 52 patients clinical study.

Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2012;17(2):e287-91.

26. FORNAINI C. ROCCA JP. BERTRAND MF. et coll.

Nd:YAG and diode laser in the surgical management of soft tissues related to orthodontic treatment.

Photomed Laser Surg 2007;25(5):381-92.

27. GARBER DA. SALAMA M.

The aesthetic smile diagnosis and treatment.

Periodontol 2000 1996;11:18-28.

28. GAILLARD C. HUE C.

L'art du sourire.

Le Fil dentaire 2010;55:16-18.

29. GALLETTA CV. ARTICO G. DAL VECHIO AM. et coll.

Extensive amalgam tattoo on the alveolar-gingival mucosa.

An Bras Dermatol 2011;86(5):1019-21.

30. GARGARI M. AUTILI N. PETRONE A. et coll.

Using the diode laser in the lower labial frenum removal.

Oral Implantol – 2012;5(2-3):54-7.

31. GEUSIC J. E. MARCOS H. M. VAN UITERT L. G.

Laser oscillations in nd-doped yttrium aluminum, yttrium gallium and gadolinium garnets. Appl Phys Lett 1964;4(10):182-184.

32. GHERLONE EF. MAIORANA C. GRASSI RF. et coll.

The use of 980- nm Diode and 1064-nm Nd:YAG Laser for Gingival Retraction in Fixed Prostheses.

J Oral Laser Appl 2004;4:183–190.

33. GOJKOV-VUKELIC M. M. HADZIC S. PASIC E.

Laser Treatment of Oral Mucosa Tattoo.

Acta Inform Med 2011;19(4):244-246.

34. GOLDSTEIN RE.

Survey of patient attitudes toward current esthetic procedures.

J. Prosthet Dent 1984;52;775–780.

35. GOLEMAN D. GOLEMAN TB.

Beauty's hidden equation.

Am Health 1987;70-78.

36. GUTKNECHT N.

Proceedings of the 1st International Workshop of Evidence Based Dentistry on Lasers in Dentistry.

Berlin, Quintessence Publishing Co, 2007.

37. HAMBLIN M.R. DEMIDOVA T.N.

Mechanisms of Low Level Light Therapy.

Proc. Spie 2006;6140:614001-12.

38. 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.

39. HEGDE MN. HEGDE N. BHAT R.

Gummy Smile Correction: Case Report.

J Laser Opt Photonics 2014;1:103.

40. HOLONIAK N. BEVACQUA S.F.

Coherent (visible) light emission from Ga (As_{1-x} Px) junctions.

Appl Phys Lett 1962;1:82.

41. HOSSAIN M. NAKAMURA Y. YAMADA Y. et coll.

Effects of Er, Cr: YSGG laser irradiation in human enamel and dentin: ablation and morphological studies.

J Clin Laser Med Surg 1999;17:155-9.

42. INRS

Rayonnements lasers Principe, application, risque et maîtrise du risque d'exposition.

<http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206071>

43. IZE-IYAMU IN. SAHEEB BD. EDENTALEN BE.

Comparing The 810nm Diode Laser With Conventional Surgery In Orthodontic Soft Tissue Procedures.

Ghana Med J 2013;47(3):107-111.

44. JAVAN A. BENNETT WR. HERRIOTT DR.

Population inversion and continuous optical maser oscillation in a gas discharge containing a He-Ne mixture.

Phys Rev Lett 1961;6 :106.

45. JELINKOVA H. DOSTALOVA T. MIYAGI M. et coll.

Waveguide and articulated arm for Er:YAG laser system: shape and depth of laser cavity in hard dental tissues.

Proc. Spie 1998;3248:324801-11.

46. JOVANOVIC J.

TouchWhite™ Er:YAG laser-assisted Tooth Whitening.

Int Mag Laser Dent 2011;2:36-38.

<http://oemus.com/publication/laser/>

47. KAFAS P. STAVRIANOS C. JERJES W. et coll.

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

Cases J 2009;2:7138.

48. KASTLER A.

Applications of polarimetry to infrared and microwave spectroscopy.

Nature 1950;166(4211):113.

49. KINOSHITA JI. JAFARZADEH H. FORGHANI M.

Vital Bleaching of Tetracycline- Stained Teeth by Using KTP Laser: A Case Report.

Eur J Dent 2009;3(3):229–232.

50. KISHORE A. KATHARIYA R. DESHMUKH V. et coll.

Effectiveness of Er:YAG and CO₂ Lasers in the Management of Gingival Melanin Hyperpigmentation.

Oral Health Dent Manag 2014;13(2):486-91.

51. KOTLOW L.

Photobiomodulating Lasers and Children's Dental Care.

J Laser Dent 2009;17(3):125-130.

52. KUYPERS T.

The minimal invasive laser surgical crown lengthening.

Int Mag Laser Dent 2010;3:20-22.

<http://oemus.com/publication/laser/>

53. LANNING SK. WALDROP TC. GUNSOLLEY JC. et coll.

Surgical crown lengthening: evaluation of the biological width.

J Periodontol 2003;74(4):468-474.

54. LEE KM. LEE DY. SHIN SI. et coll.

A comparison of different gingival depigmentation techniques: ablation by erbium:yttrium-aluminum-garnet laser and abrasion by rotary instruments.

J Periodont Implant Sci 2011;41:201-207.

55. Laboratoire LOBEL Medical

Brochure Lokki.

<http://lobel-medical.fr/Include/ElectosFileStreaming.asp?FileId=341>

56. MAIMAN T.

Stimulated optical radiation in ruby.

Nature 1960;187:493-494.

57. MARESCHI S.

Frénectomie labiale supérieure.

DT Study Club 2014;2(2):6-9.

58. MATHEWS MA. MARIAM RM. SUDEEP S. et coll.

Clinical evaluation of laser bleaching vs. conventional in-office bleaching.

J Dent Lasers 2013;7:54-8.

59. MAYNARD JG. WILSON RD.

Physiologic dimensions of the periodontium significant to the restorative dentist.

J Periodontol 1979;50(4):170-174.

60. METTRAUX G.

Aspects fondamentaux des traitements par laser en médecine dentaire.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 2004;114(5):531-534.

61. MHURTI B. KAUR J. DAS R.

Treatment of gingival hyperpigmentation with rotary abrasive, scalpel, and laser techniques: A case series.

J Indian Soc Periodontol 2012;16(4):614–619.

62. MILAVEC S. GASPIRC B.

CASE REPORT: Clinical Crown Lengthening: Laser- Assisted Versus Conventional surgical therapy.

J Laser Health Acad 2014;1:42- 44.

<http://www.laserandhealth.com>

63. MIRKO P. MIROSLAV S. LUBOR M. et coll.

Significance of the Labial Frenum Attachment in Periodontal Disease in Man. Part 1.

Classification and Epidemiology of the Labial Frenum Attachment.

J Periodontol 1974;45(12):891-4.

64. MORDON S.

Applications médicales du laser.

Reflats de la Physique n° 21 / Le Bup n° 927. 2010:65-69.

65. NALCACI R. COKAKOGLU S.

Lasers in orthodontics.

Eur J Dent 2013;7(Suppl 1):S119–S125.

66. OLIVI G. CHAUMANET G GENOVESE MD. et coll.

Er,Cr:YSGG laser labial frenectomy: A clinical retrospective evaluation of 156 consecutive cases.

Gen Dent 2010;58(3):e126-33.

67. PANG P. ANDREANA S. AOKI A. et coll.

Laser energy in oral soft tissue applications.

J Laser Dent 2010;18(3):123-131

68. PATEL K.

Continuous-wave laser action on vibrational-rotational transitions of CO₂.

Physic Rev 1964;136(5A):A1187–A1193.

69. PLANCK M.

On the law of the energy distribution in the normal spectrum.

Ann. Phys. 1901;4:553-63.

70. PRABHUJI MLV. MADHUPREETHA SS. ARCHANA V.

Treatment of gingival hyperpigmentation for aesthetic purposes using the diode laser.

Int Mag Laser Dent 2011;2:18-19.

<http://oemus.com/publication/laser/>

71. REUVEN ML. YOAV M. TAMI F.et coll.

A comparative, controlled study of the CO2 laser waveguide and freeBeam tissue effects. White Paper Lumenis December 2011

http://www.surgical.lumenis.com/pdf/PB1112070_Rev_A_WhitePaperonFreeBeamVsHandpiece.pdf

72. REY G. MISSIKA P.

Les lasers et la chirurgie dentaire: Innovations et stratégies cliniques. Collection JPIO.

Editions CDP, 2010.

73. RIBEIRO V.F. CAVALLER CP. CASARIN RC. et coll.

Esthetic treatment of gingival hyperpigmentation with Nd:YAG laser or scalpel technique : a 6 month RCT of patient and professional assessment.

Lasers Med Sci 2014;29(2):537-44.

74. ROSSMAN JA, COBB CM.

Lasers in periodontal therapy.

Periodontol 2000 1995;9:150-64.

75. SARVER D. YANOSKY M.

Principles of cosmetic dentistry in orthodontics: Part 2. Soft tissue laser technology and cosmetic gingival contouring.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2005;127(1):85-90.

76. SAVARD B.

Indications des lasers en dentisterie esthétique.

<http://www.lefildentaire.com/articles/clinique/esthetique/290-focus-clinic-indications-des-lasers-en-dentesthetique#.VSIC-fmsW8M>

77. SCOTT A.

Use of an erbium laser in lieu of retraction cord: A modern technique.

Gen Dent 2005;53(2):116-119.

78. SHAN G. ALSTER TS.

Treatment of an amalgam tattoo with a Q-switched alexandrite (755 nm) laser.

Dermatol Surg 2002;28(12):1180-1181.

79. SHARMILA V. MEERA G. VANDANA R.

Gingival Depigmentation.

Indian Journal of Clinical Practice 2013;23(12):801-803.

80. SOBOUTI F. RAKHSHAN V. CHINIFORUSH N. et coll.

Effects of laser-assisted cosmetic smile lift gingivectomy on postoperative bleeding and pain in fixed orthodontic patients: a controlled clinical trial.

Progress Orthod 2014;15:66.

81. STERN RH. SOGNAES RE.

Laser effect on dental hard tissues. A preliminary report.

J South Calif Dent Assoc 1965;33(1):17-9.

82. STOKER M.

Basic principles of lasers.

Anesth Intensive Care Med 2055;6(12):402-404.

83. STRAKAS D.

Laser-assisted teeth bleaching.

Int Mag Laser Dent 2011;1:39-40.

<http://oemus.com/publication/laser/>

84. SUPAPORN SUTHPRASERTPORN.

Treatment of Gingival Melanin Hyperpigmentation by Er,Cr:YSGG Laser: Report of 2 Cases.

Thai J Periodont 2007;1:46-55.

85. TOMOV G. MINOVSKA A. RAKAUSKAITE B. et coll.

Er:YAG laser conditioning of hypoplastic enamel.

Int Mag Laser Dent 2013;2.

<http://oemus.com/publication/laser/>

86. TOMOV G.

Esthetic rehabilitation of anterior hypoplastic tooth using Er:YAG laser.

Int Mag Laser Dent 2011;1:36-38.

<http://oemus.com/publication/laser/>

87. THE INSTITUTE FOR ADVANCED DENTAL TECHNOLOGIES

U.S. Food and Drug Administration Marketing Clearances for Intraoral Use.

December 19, 2014:1-14.

https://www.laserdentistry.org/uploads/files/conference/2015/handouts/ALD2015_Orientation.pdf

88. VAN AS GA. Crown troughing with the 810 nm diode laser.

Int Mag Laser Dent 2012;3:34-37.

<http://oemus.com/publication/laser/>

89. YOGESH D. NIKHIL K. GIRISH B. et coll.

Management of gingival pigmentation with diode laser: is it a predictive tool?

Int Mag Laser Dent 2012;2(1):29-3.

<http://oemus.com/publication/laser/>

The S.M.I.L.E.S. Evaluation Technique

Patients Name _____ Date _____

S. - Size and golden proportion.

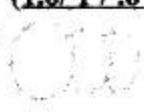
Width of centrals _____ Length of Centrals _____ W/L Ratio _____ (75%-80%)

Golden Proportion _____ / _____ / _____ (1.6 / 1 / .6)

Centrals Latrals Cuspids

Correct to proper dimensions if possible

Yes No



M. - Midline and Canting

Is the midline correct?

Yes
 No how far off _____ R/L

Is the smile canted?

Yes
 No



I. - Axial Inclination

- The teeth are properly mesially inclined
- Mesial / distal incline which needs correction
- Leave teeth as is, even though not properly inclined



L. - Lip Line vs. Incisal Edge of Teeth

- Incisal edges properly follows lip line
- Reverse smile line
- Deficiency (describe) _____



E. - Extra hard tissue guidelines

- Contact points proper (gingival migration posteriorly)
- Gradation of teeth proper
- Arch form proper

Corrections necessary _____



S. - Soft Tissue Conditions

- Good Gingival Symmetry / Correction _____
- Good Height and Contour / Correction _____
- Gingival Zenith Correct / Correction _____



CHEVREUX (Thibault). – Apport de la technologie LASER en esthétique dentaire – (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2015)

RESUME

Depuis la description, dès les années 1960, du pompage optique, l'utilisation du LASER s'est répandue dans le domaine médical. Les premiers dispositifs à usage des chirurgiens-dentistes ont été commercialisés en 1990. Dans le domaine de la dentisterie esthétique les applications sont variées. De l'éclaircissement dentaire aux chirurgies gingivales complexes mettant en œuvre tous les critères d'évaluation de l'esthétique du sourire, le LASER apparaît polyvalent et performant. Il présente de nombreux avantages parmi lesquels des capacités d'hémostase et de stérilisation ainsi qu'une nette amélioration du confort des patients, même si les techniques conventionnelles sont encore largement préférées. Malgré ses atouts, le taux d'équipement des cabinets dentaires reste faible. Sa spécificité d'action et son coût en sont les principaux freins.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Odontologie

MOTS CLES MESH

LASERS – LASERS

Physique – Physics

Dentisterie esthétique – Esthetics, dental

Thérapeutique – Therapeutics

Evaluation des risques – Risk Assessment

JURY

Président : Professeur SOUEIDAN A.

Directeur : Docteur BADRAN Z.

Co-Directeur : Docteur FREUCHET E.

Assesseur : Docteur BODIC F.

ADRESSE DE L'AUTEUR

thibault.chevreux@gmail.com