ACADEMIE d'AIX-MARSEILLE

Le laser à faible puissance en parodontie

THESE

Présentée et publiquement soutenue devant la

Faculté d'Odontologie de Marseille
(Doyen : Monsieur le Professeur Jacques DEJOU)

Aix Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Yvon BERLAND)

Le 15 janvier 2019

par

RENE Pierre
né le 21 septembre 1993
à OLLIOULES

Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

EXAMINATEURS DE LA THESE :

Président : Monsieur le Professeur F. BUKIET

Assesseurs : Monsieur le Docteur C. PIGNOLY
Monsieur le Docteur B. JACQUOT
Monsieur le Docteur B. PRECKEL

ACADEMIE d'AIX-MARSEILLE

Le laser à faible puissance en parodontie

THESE

Présentée et publiquement soutenue devant la

Faculté d'Odontologie de Marseille
(Doyen : Monsieur le Professeur Jacques DEJOU)

Aix Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Yvon BERLAND)

Le 15 janvier 2019

par

RENE Pierre
né le 21 septembre 1993
à OLLIOULES

Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

EXAMINATEURS DE LA THESE :

Président : Monsieur le Professeur F. BUKIET

Assesseurs : Monsieur le Docteur C. PIGNOLY
Monsieur le Docteur B. JACQUOT
Monsieur le Docteur B. PRECKEL

Faculté d'Odontologie
Aix*Marseille Université

ADMINISTRATION

Mise à jour : octobre 2018

DOYENS HONORAIRES	Professeur	R. SANGIUOLO
	Professeur	H. ZATTARA
	Professeur	A. SALVADORI
DOYEN	Professeur	J. DEJOU
VICE – DOYEN CHARGE DES ENSEIGNEMENTS DIRECTEUR DU DEPARTEMENT DE FORMATION INITIALE	Professeur	J.D. ORTHLIEB
VICE – DOYEN CHARGE DE LA RECHERCHE DIRECTEUR DU DEPARTEMENT DE LA RECHERCHE	Professeur	C. TARDIEU
DIRECTEUR DU DEPARTEMENT DE FORMATION CONTINUE	Professeur	V. MONNET-CORTI
CHARGES DE MISSION	Professeur	F. BUKIET
	Professeur	A. RASKIN
RESPONSABLE DES SERVICES ADMINISTRATIFS ET TECHNIQUES	Madame	K. LEONI
PROFESSEUR ÉMERITE	Professeur	O. HUE

56ème SECTION :
DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

56.01 ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE

Professeur	C. TARDIEU *	*Assistant*	H. AL AZAWI
Maître de Conférences	D. BANDON	*Assistant*	V. MAGNAN
Maître de Conférences	I. BLANCHET		
Maître de Conférences	A. CAMOIN		
Maître de Conférences	A. CHAFAIE		

ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Maître de Conférences	J. BOHAR	*Assistant*	I. CAMBON
Maître de Conférences	J. GAUBERT	*Assistant*	L. LEVY
Maître de Conférences	M. LE GALL *	*Assistant*	R. MATTERA
Maître de Conférences	C. PHILIP-ALLIEZ	*Assistant*	C. MITTLER
		Assistant	A. PATRIS-CHARRUET

56.02 PRÉVENTION - ÉPIDÉMIOLOGIE - ÉCONOMIE DE LA SANTÉ - ODONTOLOGIE LÉGALE

Professeur	B. FOTI *	*Assistant*	A. PORTAL
Professeur	D. TARDIVO		

57ème SECTION :
CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

57.01 CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

PARODONTOLOGIE

Professeur	V. MONNET-CORTI *	*Assistant*	A. BOYER
		Assistant	C. DUMAS
		Assistant	V. MOLL

CHIRURGIE BUCCALE – PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE - ANESTHÉSIOLOGIE – RÉANIMATION

Maître de Conférences	D. BELLONI	*Assistant*	E. QUINQUE
Maître de Conférences	F. CAMPANA		
Maître de Conférences	J. H. CATHERINE *		
Maître de Conférences	P. ROCHE-POGGI		

BIOLOGIE ORALE

Maître de Conférences	P. LAURENT	*Assistant*	C. LE FOURNIS

65EME SECTION : BIOLOGIE CELLULAIRE

Professeur	Imad ABOUT * (Responsable de la Biologie orale)

* Responsable de la discipline

58ème SECTION :
REHABILITATION ORALE

58.01 RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX

ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Professeur	F. BUKIET *	*Assistant*	B. BALLESTER
Professeur	H. TASSERY	*Assistant*	H. DE BELENET
Maître de Conférences	G. ABOUDHARAM	*Assistant*	A. DEVICTOR
Maître de Conférences	M. GUIVARC'H	*Assistant*	S. MANSOUR
Maître de Conférences	C. PIGNOLY	*Assistant*	L. MICHEL-ROLLET
Maître de Conférences	L. POMMEL		
Maître de Conférences	E. TERRER		

PROTHÈSE

Professeur	M. RUQUET *	*Assistant*	N. CHAUDESAYGUES
Maître de Conférences	G. LABORDE	*Assistant*	M. DODDS
Maître de Conférences	M. LAURENT	*Assistant*	A. FERDANI
Maître de Conférences	G. MAILLE	*Assistant*	C. MENSE
Maître de Conférences	B.E. PRECKEL	*Assistant*	A. REPETTO
Maître de Conférences	G. STEPHAN	*Assistant*	A. SETTE
Maître de Conférences	P. TAVITIAN	*Assistant*	F. SILVESTRI
Maître de Conférences	A. TOSELLO		
Maître de Conférences associé	R. LAN		

SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES OCCLUSODONTOLOGIE, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

Professeur	J. DEJOU	*Assistant*	M. JEANY
Professeur	J. D. ORTHLIEB *		
Professeur	A. RASKIN		
Maître de Conférences	T. GIRAUD		
Maître de Conférences	A. GIRAUDEAU		
Maître de Conférences	B. JACQUOT		
Maître de Conférences	J. P. RÉ		

* Responsable de la discipline

A Monsieur le Professeur Fréderic BUKIET

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.
Nous nous souviendrons de la qualité de votre enseignement.
Veuillez trouver l'expression de nos remerciements les plus sincères.

A Monsieur le Docteur Bruno JACQUOT

Nous vous exprimons toute notre gratitude pour votre disponibilité et vos conseils.
Nous espérons que ce travail est à la hauteur de vos attentes.
Nous vous adressons toute notre reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Christian PIGNOLY

Nous sommes très honoré que vous ayez accepté de nous juger.
Nous n'oublierons jamais l'humour, la présence et les explications dont vous nous avez couverts durant nos années de cliniques.
Nous vous prions de trouver dans ce travail toute l'expression de notre gratitude.

A Monsieur le Docteur Bernard Eric PRECKEL

Nous vous remercions de nous faire l'honneur de s'intéresser à notre thèse et d'être notre juge.
Merci pour votre gentillesse et votre pédagogie qui nous a énormément aidé pendant notre cursus.

Le laser à faible puissance en parodontie

Table des matières

INTRODUCTION……1

1. Qu'est ce qu'un « laser » ?.....2

1.1. Historique…… 2
1.2. Lumière et lumière laser…… 2
1.3. Propriétés de la lumière laser…… 3
1.4. Unités de mesure…… 3
1.5. Principe de fonctionnement du laser……4
1.6. Mode d'émission des lasers…… 5
1.7. Les lasers en médecine……5

2. La thérapie laser à faible puissance……..7

2.1. Historique et applications du laser à faible puissance…… 7
2.2. Mécanisme d'action du laser à faible puissance…… 7
2.3. Les paramètres du laser à faible puissance…… 9
2.4. Sécurité…… 9
2.5. Classification des appareils lasers……10
2.6. Les produits sur le marché……12

3. Efficacité de la thérapie laser à faible puissance en parodontologie…….. 14

3.1. Intérêt des lasers à faible puissance associés au surfaçage parodontal dans le traitement des parodontites agressives…… 14
3.2. Efficacité de la thérapie laser à faible puissance associée à un traitement parodontal non chirurgical sur des patients présentant une parodontite chronique……17
3.3. Effets des lasers à faible puissance sur la prolifération et la différenciation des cellules de régénération osseuse……21
3.4. Efficacité des lasers à faible puissance dans la thérapie par chirurgie parodontale……22
3.5. Efficacité de la thérapie laser associée au traitement des récessions gingivales……..24
3.6. Efficacité des lasers à faible puissance sur le traitement de l'hypersensibilité dentinaire……27
3.7. Intérêt de la thérapie laser à faible puissance dans la cicatrisation osseuse après une chirurgie bucco-dentaire……29
3.8. Intérêt du laser à faible puissance dans l'ostéointégration des implants en titane……31

4. « Best evidence review » pour la thérapie laser à faible puissance en parodontie en 2018…….. 34

CONCLUSIONS……..37

INTRODUCTION

La thérapie laser à faible puissance ou LLLT « low level laser therapy » est une application médicale du laser utilisant des énergies plus faibles que celles utilisées dans les applications chirurgicales. Le laser à faible puissance est principalement utilisé pour la stimulation des processus de cicatrisation, pour l'analgésie et la gestion des douleurs post-opératoires.

Depuis plus de 30 ans, les effets de ces lasers sur la cellule et sur les tissus ont été étudiés. Il existe de nombreuses études scientifiques sur la thérapie laser à fable puissance et les résultats sont controversés. Très peu de chirurgiens dentistes pratiquent aujourd'hui la thérapie laser à faible puissance en cabinet.

Nous avons donc voulu savoir si le laser à faible puissance avait un intérêt dans la pratique quotidienne de nos cabinets principalement dans le domaine de la parodontie en explorant les revues scientifiques actuelles et s'il était nécessaire ou non d'investir dans ces appareils lasers.

Chapitre 1 : Qu'est ce qu'un « laser » ?

1.1. Historique

Le mot LASER est l'acronyme de « light amplification by stimulated emission of radiation » qui signifie «amplification de lumière par émission stimulée de rayonnement.

C'est au début de XXème siècle que Max Planck établit que des échanges d'énergie existent entre la lumière et la matière, il quantifie ces énergies et établit que l'énergie échangée est inversement proportionnelle à la longueur d'onde émise ou absorbée.

Albert Einstein émet plus tard l'hypothèse selon laquelle un atome excité peut émettre un photon d'énergie possédant une longueur d'onde et une direction propre. Il introduira les notions d'émission stimulée et d'amplification de la lumière à la base du concept de LASER.

Le premier laser fut conçu par Théodore Maiman aux Etats Unis en 1960. (16)

1.2. Lumière et lumière laser

La nature de la lumière est double ; elle possède une propriété ondulatoire et une propriété corpusculaire. Elle est composée d'ondes électromagnétiques caractérisées par leur longueur d'onde (λ). L'ensemble des ondes émises par un corps est nommé spectre électromagnétique. L'onde électromagnétique est la superposition entre un champ électrique et un champ magnétique, ces deux champs sont orthogonaux et se propagent dans la même direction.

La lumière visible par l'œil humain ne représente qu'une infime partie du spectre électromagnétique du soleil. En effet, seules les longueurs d'ondes comprises entre 400 et 800nm forment la lumière blanche.

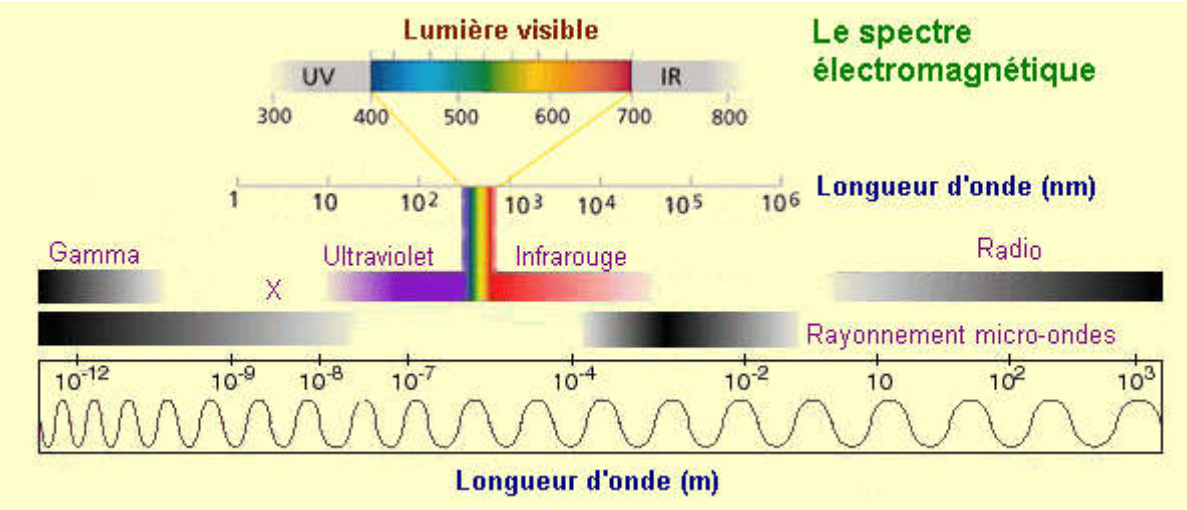


Figure 1 : schéma du spectre électromagnétique et décomposition de la lumière blanche (31)

La lumière utilisée dans les lasers est une lumière monochromatique, c'est-à-dire qu'elle n'est composée que d'une seule longueur d'onde (en m) ou fréquence (en Hz).

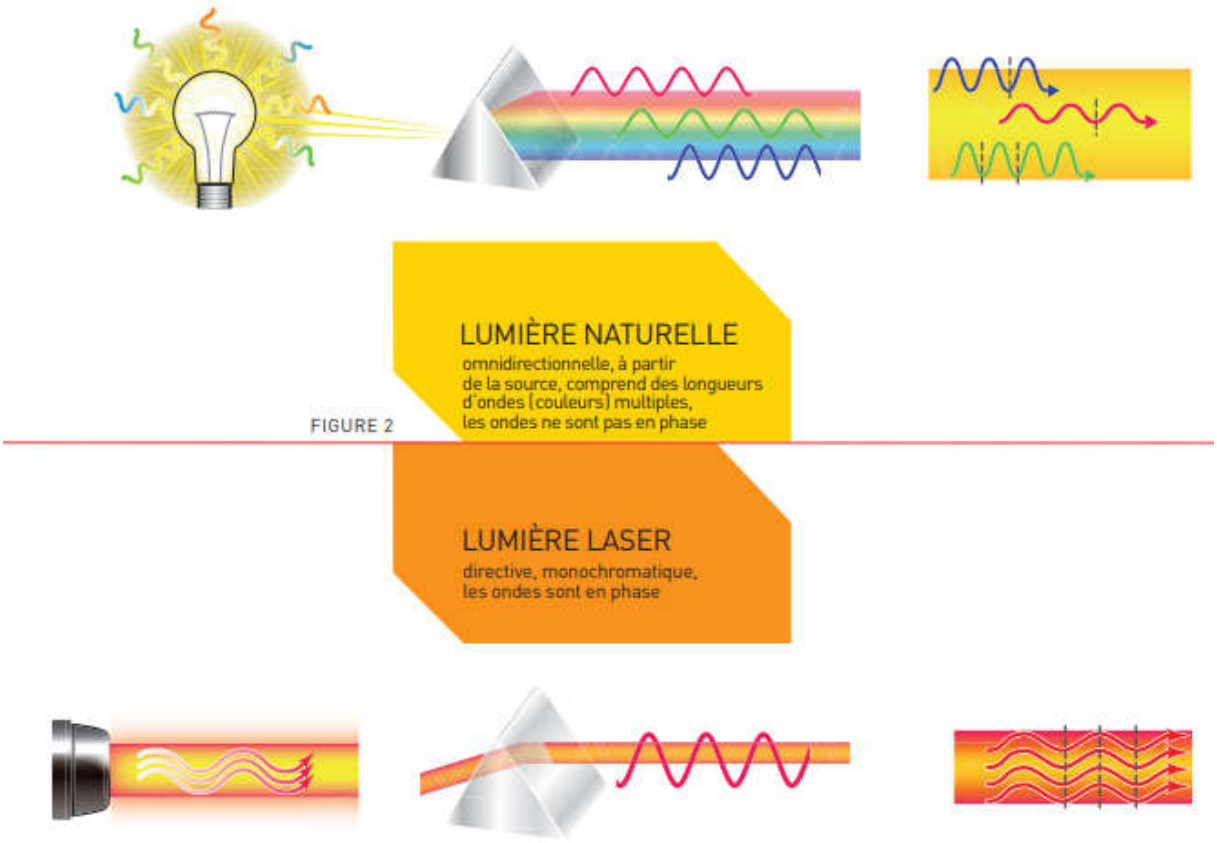


Figure 2 : comparaison entre la lumière naturelle et la lumière laser (20)

1.3. Propriétés de la lumière laser

- Dans un milieu homogène, la lumière laser se propage en ligne droite
- La lumière laser est monochromatique, elle émet une seule longueur d'onde spécifique de son milieu actif
- Elle possède une cohérence temporelle : toutes les ondes émises sont en phase
- Elle possède une cohérence spatiale : le faisceau lumineux émis est un pinceau de lumière très directif et de très faible divergence. (20)

1.4. Unités de mesure

- La puissance indique la quantité d'énergie délivrée par unité de temps au point d'impact et s'exprime en Watts
- L'énergie est mesurée en joule

- L'irradiance ou densité de puissance est définie par le degré de puissance rapportée à la surface, elle s'exprime en W/cm^2
- La fluence est l'énergie totale reçue par unité de surface, elle intègre la durée du tir, on l'exprime en J/cm^2 (22)

1.5. Principe de fonctionnement du laser

On effectue une inversion de population dans un milieu actif par pompage au sein d'une cavité résonnante. La cavité résonnante est constituée de deux miroirs parallèles, l'un est totalement réfléchissant (100%), l'autre est semi-transparent (90% de réflexion) de façon à permettre la sortie du rayonnement généré. Ce rayonnement dans son trajet formé de multiples réflexions entre les miroirs s'amplifie par émission stimulée à chaque passage dans le milieu actif. Au niveau du miroir semi transparent, une certaine fraction du champ traverse le miroir pour constituer le faisceau laser tandis que la fraction réfléchie effectue un trajet inverse le long de l'axe, résultant en un accroissement de l'intensité dans la cavité. Cette réaction en chaîne produit la libération de l'énergie stockée dans le niveau supérieur de la transition de manière extrêmement rapide, convertissant cette énergie en une onde électromagnétique de très forte intensité. La source de pompage est constituée par exemple d'une lampe à éclairs amplifiée par un réflecteur ou par des impulsions électriques (comme dans le cas des lasers à gaz). Une fois le pompage effectué, un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde(λ) appropriée arrive dans le milieu actif qui va amplifier le rayonnement laser par émission stimulée. (16)

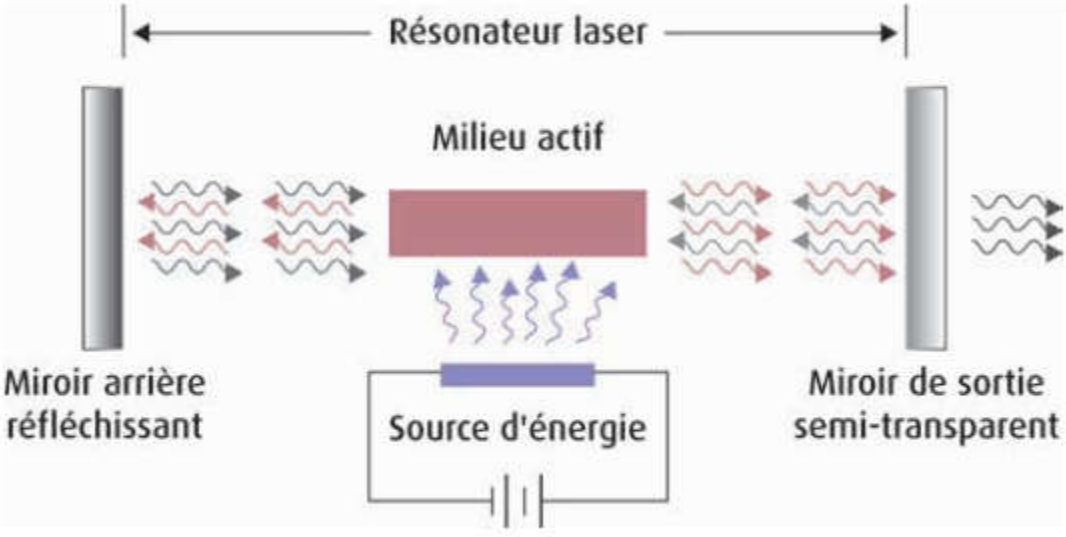


Figure 3 : schéma du laser (20)

1.6. Mode d'émission des lasers

Un laser peut être caractérisé en fonction de sa longueur d'onde d'émission, de la nature du milieu matériel excitable (gaz, solide, liquide), du mode d'excitation ou de pompage (haute tension, haute fréquence, lampe flash, lampe à arc, courant électrique, autre laser). La mise en œuvre de l'effet laser nécessite donc des matières et des moyens qui peuvent être à l'origine de risques divers (chimique, électrique, électromagnétique, fluides pressurisés, fluides cryogéniques).

La nature de l'émission laser peut également être associée à la caractérisation d'un faisceau laser :

- **Emission laser continue** : lorsque le faisceau lumineux est émis pendant une durée supérieure à 250 ms.
- **Emission laser impulsionnelle**, réalisée soit par découpage d'une émission continue, soit par émission relaxée : le faisceau émis se présente comme une suite d'impulsions lumineuses, visibles ou non en fonction de la longueur d'onde d'émission
- **Emission laser déclenchée ou pulsée** : le pompage est impulsionnel mais l'émission d'énergie lumineuse est d'abord contenue puis, lorsqu'elle atteint un certain niveau, elle est libérée en une impulsion unique en un instant très bref. La puissance de crête est alors considérable.

1.7. Les lasers en médecine

Il existe un grand nombre de lasers différents, avec des longueurs d'onde différentes, qui peuvent être utilisés avec des variations de puissance, de durée des tirs et des densités d'énergie délivrée variables.

- Le laser CO_2 bien que largement reconnu pour ses effets bactéricides et hémostatiques entre autre, doit être réservé à la seule chirurgie des tissus mous car même s'il est capable de travailler sur tissus durs les dommages qu'il occasionne sur l'émail, la dentine et le cément (dommages thermiques sévères pour la pulpe, fissures et fêlures) en limitent son utilisation en parodontologie.

- De même le laser Nd:YAG doit être utilisé avec parcimonie en parodontologie car même si son efficacité a été prouvée dans la réduction des germes lors d'une utilisation conjointe du traitement par les instruments manuels et le laser par rapport au traitement avec des instruments manuels seuls, des lésions ont été observées sur le cément même dans le cas d'une utilisation à faible énergie.

- Les lasers diodes surtout absorbés par l'hémoglobine mais peu par l'eau sont principalement dévolus à la chirurgie des tissus mous, à la préparation sulculaire et à

l'hémostase, ils ont été approuvés pour le traitement parodontal en conjonction avec le surfaçage radiculaire manuel avec un bémol qui est le risque lié à l'augmentation de température (risque de carbonisation) lors des tirs.

- Le laser Er-YAG qui comme le laser CO_2 est fortement absorbé par l'eau est capable de travailler sur tissu dur (comme sur tissu mou) sans effet collatéral car il est moins absorbé dans les éléments organiques que le laser CO_2, son effet est à la fois thermomécanique et photo-ablatif, il est donc tout à fait indiqué en parodontologie et produira une surface poreuse lors des tirs. (16)

Matériau actif	Longueur d'onde (nm)	Régime : continu ou pulsé	Cadence des impulsions	Energie ou puissance	Utilisation
Gaz					
Azote	337	100 ns	1 à 10 Hz	1 mJ à 100 mJ	photochimie, recherche, impression graphique.
Excimères (*) (KrF, ArF, XeCl)	190 à 350	10 à 60 ns	1 Hz à 10 kHz	1 mJ à 300 mJ (Pmoy < 1,2 kW)	impression marquage.
Hélium - néon	632	continu		0,1 à 100 mW	télémétrie, topographie, métrologie, holographie, impression.
Gaz ionisé (Kr, Ar)	350 à 800	continu		0,1 W à 40 W	télémétrie, spectroscopie, recherche, spectacles.
Dioxyde de carbone CO_2	10600	10 à 100 ns continu	10 kHz	1 W à 50 kW	découpage, marquage, perçage, soudage, traitement thermique.
Vapeurs métalliques	500 à 15000	20 ns	quelques Hz	quelques mJ	recherche, séparation isotopique.
Solide					
Rubis	694	30 ns 500 µs	0,03 à 10 Hz faibles cadences: 0,03 Hz à 5 Hz	0,1 à 10 J 0,05 à 5 J	holographie dynamique, télémétrie, micro-usinage, perçage, soudage.
Yag : Nd	1064 532 (doublé en fr.) 355 (triplé en fr.) 266 (quadruplé fr.)	30 ps à 30 ns et continu	1 à 80 kHz	0,1 mJ à 50 J jusqu'à quelques kW	vaporisation métal, recuits, perçage, soudage, nettoyage, gravure
Verre dopé au néodyme	1060	de 0,5 à 5 ms	10 à 20 Hz	1 à 400 J	soudage par points, gravure, perçage, spectrographie.
Titane saphir	accordable de 370 à 3000	$< 80^{-15}$ s	1 à 50 kHz	0 à 0,2 J	spectroscopie, recherche.
Diodes lasers	accordable de 447 à 30000 selon matériaux utilisés	continu (superposition de signaux impulsionnels)		1 à 65 mW	télémétrie, lecture de codes-barres, bureautique, audio-vidéo-hifi.
Liquide					
Colorants	variable 350 à 1000	continu		quelques mW à quelques W	spectroscopie, étude des matériaux

Tableau 1 : Caractéristiques générales essentielles des lasers médicaux (21)

Plus récemment, l'utilisation d'une thérapie laser à faible puissance a vu le jour offrant une alternative à la médecine moderne, cette thérapie permet de limiter les effets néfastes des lasers et permet d'apporter des effets biostimulants pour les tissus.

Chapitre 2 : La thérapie laser à faible puissance

La thérapie laser à faible puissance est une application de la lumière qui engendre la réparation tissulaire, réduit l'inflammation et analgésie en stimulant directement les cellules hôtes. Le laser à faible puissance a fait l'objet de nombreuses revues de littérature. La thérapie laser à faible puissance ne provoque pas d'échauffement des tissus contrairement à de nombreux lasers. Les lasers à faible puissance ont des applications dans de nombreuses spécialités dentaires notamment l'endodontie, la parodontie, l'orthodontie et la chirurgie maxillo-faciale. Ils ont également montré leur efficacité dans la gestion des douleurs chroniques et dans la cicatrisation des tissus mous.

Les dispositifs lasers à faible puissance émettent dans la gamme du rouge et proche infrarouge avec des longueurs d'onde de 600 à 1000 nanomètres, une fluence de 5mW/cm2 à 5W/cm2 et une puissance de 1mW à 10W. Le mode d'émission peut-être pulsé ou continu. Le temps d'irradiation est en général de 30 à 60 secondes par point de traitement. L'application laser peut se faire en une séance ou en plusieurs séances. (19)

2.1 Historique et application du laser à faible puissance

En 1967, le docteur Endre Mester, à l'université médicale de Semmelweis à Budapest, a essayé d'appliquer une irradiation répétée au laser ruby de faible puissance sur la peau de souris rasée. Il a remarqué que les poils ont repoussé plus rapidement sur les peaux de souris irradiées que sur celles non irradiées. En revanche, si une irradiation de forte puissance est appliquée sur la peau de souris, aucun poil ne pousse. Ce fut la première expérience expliquant l'effet stimulateur du laser à faible puissance. (32)

Par la suite de nombreux articles ont été publiés sur cette application laser à faible puissance. Tandis que la plupart des études portent sur le traitement des douleurs musculo-squelettiques, de nombreuses études récentes portent sur les applications lasers sur la sphère orale.

2.2 Mécanisme d'action du laser à faible puissance

La plupart des effets du laser à faible puissance peuvent être expliqués par l'absorption de la lumière par les mitochondries qui produisent de l'énergie cellulaire sous forme d'ATP à partir d'oxygène et de pyruvate. Si le tissu est affecté, les mitochondries synthétisent du monoxyde d'azote qui perturbe la liaison de l'oxygène avec le cytochrome c oxydase. Il en résulte une réduction de la production d'ATP et une augmentation du stress oxydatif.

Les conséquences du laser à faible puissance sur les cellules hypoxiques et stressées :

- *Premier effet : absorption par le cytochrome c oxydase*
  Le cytochrome c oxydase absorbe la lumière rouge et proche infrarouge, le transfert d'énergie déclenche une avalanche d'effets.
- *Deuxième effet : modulations de l'ATP, des espèces réactives de l'oxygène et du monoxyde d'azote.*
  Après application du laser à faible puissance, le monoxyde d'azote est libéré et la production d'ATP augmente, le stress oxydatif est réduit.
- *Troisième effet : réponses intracellulaires en aval (transcription génétique et signalisation cellulaire)* :
  En intracellulaire, les intermédiaires biochimiques affectent les composants du cytosol, de la membrane cellulaire et les fonctions nucléaires qui contrôlent la transcription des gènes et régulent les réponses cellulaires comme la prolifération, la migration, la nécrose et l'inflammation.
- *Quatrième effet : les effets à distance, indirectes et extra-cellulaires*
  Les tissus qui n'ont pas absorbé de photons peuvent également être affectés indirectement via des molécules bioactives libérées par des cellules stimulées par la lumière absorbée. Les cellules du sang et de la lymphe peuvent aussi être stimulées et produire des effets sur les systèmes autocrine, paracrine et endocrinien.

Œdème et flux lymphatique

Il existe un niveau de preuve élevé précisant que le laser à faible puissance améliore le flux lymphatique avec une réduction significative de l'œdème lymphatique après application du laser à faible puissance.

Analgésie

La lumière laser, une fois absorbée par les nocicepteurs, exerce un effet inhibiteur sur les fibres Aδ et C de la douleur, en ralentissant la vitesse de conduction, en réduisant l'amplitude des potentiels d'action, et en supprimant l'inflammation neurogène.

Point déclencheurs myofasciaux

Les nodules palpables dans les bandes musculaires tendues et la contraction des fibres musculaires qui conduisent à des spasmes musculaires et limitent les mouvements articulaires sont appelés points déclencheurs myofasciaux. Ils participent à des situations douloureuses comme les migraines, les céphalées de tension, les troubles temporo-mandibulaires et les douleurs cervicales. Des études électromyographiques ont montré une activité électrique anormalement élevée au niveau de ces points. La thérapie laser à faible puissance permet de réduire cette activité électrique et donc la douleur.

2.3 Les paramètres du laser à faible puissance

Pour que la thérapie laser à faible puissance soit efficace, les paramètres d'irradiation comprenant la longueur d'onde, la puissance, l'énergie, le temps d'exposition doivent être appliqué sous certaines conditions.

Les paramètres d'irradiation

Si des paramètres d'irradiation incorrects sont appliqués, que la période de temps est incorrecte, le traitement sera probablement inefficace. Si l'irradiance est trop faible ou le temps d'exposition trop court, il peut ne pas y avoir d'effet significatif. Inversement, si la puissance est trop élevée ou le temps d'exposition trop long il peut se produire des effets indésirables. Malheureusement de nombreux chercheurs ne parviennent pas à mesurer avec précision ces paramètres cliniques.

La dose

L'énergie (J) ou l'irradiance (W/m2) sont souvent appelé à tord « dose », ce sont deux paramètres différents.

Profondeur de pénétration

Des longueurs d'onde comprises entre 700 et 850 nm pénètrent bien dans les tissus et peuvent atteindre une profondeur de 5 cm lorsque la puissance du faisceau est de 1 W et la fluence de 5W/cm2. La lumière pénètre particulièrement bien dans des longueurs d'onde de 670 à 900 nm sur la main avec deux pics de pénétration à 725 et 810 nm.

Traitement

Il existe 4 sites d'application des lasers à faible puissance :

- Le site de la lésion, de la maladie ou du dysfonctionnement pour favoriser la cicatrisation et réduire l'inflammation
- Les ganglions lymphatiques pour réduire l'œdème
- Les nerfs pour induire une analgésie
- Les points déclencheurs myofasciaux pour détendre les fibres musculaires

Le temps d'exposition du laser est de 30 à 60 secondes par point d'application, il peut y avoir 1 à 15 points d'application pour les dysfonctionnements complexes.

2.4 Sécurité

Il y a moins de risque associé aux lasers à faible puissance par rapport aux lasers chirurgicaux de classe IV. La plupart des dispositifs lasers à faible puissance sont des lasers ou LED de classe 3B, bien que certain dispositifs soient de classe IV. Le principal risque est oculaire.

Dans la plupart des cas, les appareils lasers à faible puissance émettent des faisceaux divergents pour réduire le risque oculaire sur la distance. Les fabriquant doivent fournir les données oculaires de distance de danger.

La thérapie laser à faible puissance est un traitement efficace et sans danger pour améliorer la guérison, optimiser la cicatrisation des tissus et réduire l'inflammation et augmenter l'analgésie dans de nombreuses pathologies buccales.

2.5 Classification des appareils lasers

Elle est normalisée et spécifiée dans la norme NF EN 60825-1 de juillet 1994. Cette classification est associée à la prescription de mesures de sécurité. La norme range les lasers en cinq classes de risques. (15)

Classe 1 - Lasers considérés comme sans danger dans toutes les conditions d'utilisation prévisibles.

Classe 2 - Lasers émettant un rayonnement visible dans la gamme de longueurs d'onde comprises entre 0,4 µm et 0,7 µm. La protection de l'œil est normalement assurée par les réflexes de défense comprenant le réflexe palpébral censé intervenir dans un délai de 0,25 s. Pour ces appareils, la puissance maximale des lasers à émission continue est généralement de 1 mW. Cependant, une exposition oculaire prolongée peut entraîner un dépassement des valeurs limites d'exposition pour l'œil et la peau (VLE). Il est donc recommandé de ne pas garder intentionnellement l'œil dans le faisceau pour des durées d'exposition allant jusqu'à 0,25 s.

Classe 3A - Lasers sans danger pour la vision à l'œil nu. Pour les lasers émettant dans la gamme de longueurs d'onde comprises entre 0,4 µm et 0,7 µm, la protection de l'œil est normalement assurée par les réflexes de défense comprenant le réflexe palpébral. Pour les autres longueurs d'onde, le risque pour la vision à l'œil nu ne doit pas être supérieur à celui de la classe 1. La vision directe dans le faisceau de lasers de la classe 3A à l'aide d'instruments optiques (jumelles, télescopes, microscopes par exemple) peut être dangereuse. Ces lasers ont généralement une puissance de sortie pouvant atteindre 5 mW pour les émissions continues ou cinq fois la limite d'émission accessible de la classe 2 pour les émissions à impulsions répétitives ou à balayage en lumière visible. Toutefois en un point quelconque du faisceau, l'éclairement énergétique ne doit pas être supérieur à 25 W.m-2.

Classe 3B - Lasers dont la vision directe du faisceau est toujours dangereuse. La vision de réflexions diffuses est normalement sans danger et, dans la gamme de longueurs d'onde correspondant à l'émission de lumière visible, il y a lieu de respecter une distance minimale écran-cornée de 13 cm et une durée maximale de vision de 10 s. D'autres conditions de vision imposent une comparaison de l'exposition à la réflexion diffuse avec la valeur limite

d'exposition VLE. A titre indicatif, cette classe correspond aux lasers dont la puissance d'émission continue est inférieure à 0,5 W.

Classe 4 - Lasers de puissance supérieure à celle des lasers de classe 3B et qui sont capables de produire des réflexions diffuses dangereuses. Ils peuvent causer des dommages sur la peau et constituer un danger d'incendie. Leur utilisation requiert des précautions significatives.

Les lasers utilisés en médecine dentaire sont en général de la classe 3 (A ou B) et de la classe 4. Une protection est donc nécessaire pour l'utilisation de ces produits.

2.6 Les produits sur le marché (17,18)

Diode laser	Longueur d'onde (en nm)	Puissance (en W)	Fréquence (en Hz)	Mode d'émission	Classe de l'appareil	Cycle de travail (en %)	Application
FONALaser de FONA (23)	970	0.5 à 7	1 à 100	Continu, haché, impulsion de crête		50 % en mode haché	Endodontie, parodontologie, éclaircissement
Sirolaser blue de Dentsply Sirona (24)	445	2		Onde continue	Classe IV		Frénectomie, gingivectomie, hémostase
Sirolaser blue de Dentsply Sirona (24)	660	0.025		Onde continue	Classe I		Hyperesthésie dentinaire, cicatrisation
Sirolaser blue de Dentsply Sirona (24)	970	1.5 à 2	5 à 20	Mode ondulé	Classe IV	50	Péri-implantite, parodontie, endodontie, pulpotomie
SL3 Dental Diode laser de DentMat	808	3	10		Classe 4		Chirurgie des tissus mous
Epic pro de BIOLASE	940	10	50	Continu ou mode pulsé	Classe 4		Péri-implantite, chirurgie des tissus mous, parodontie
NV Microlaser de DentMat (25)	830	0.005 à 2	10	Continu ou mode pulsé	Classe 4	50 en pulsé, 100 en continu	Gingivectomie, péri-implantite, parodontie, hémostase
DCLase diode laser de DC International (26)	980	0.1 à 7		Super-pulsé	Classe 4		Parodontologie, endodontie, orthodontie, éclaircissement
Pioneer pro de Pioneer Laser (27)	810	5		Continu ou pulsé	Classe 4		Gingivectomie, biopsie, frenectomie
Hyper diode 808 de Hyper Photonics (28)	808	30		Continu, pulsé, super-pulsé			Parodontie, endodontie, frenectomie, implantologie
Wiser Laser de Doctor Smile (29)	980	16	Jusqu'à 25 kHz	Continu ou pulsé	Classe 4		Endodontie, parodontologie, implantologie
Picasso laser de AMD LASER (30)	810	0.5 à 7		Continu ou pulsé	Classe 4	20	Gingivectomie, hémostase, parodontie



Photo 1 : FONA laser



Photo 2 : Sirolaser blue



Photo 3 : SL3 Dental diode laser



Photo 4 : Epic pro



Photo 5 : NV microlaser



Photo 6 : Picasso laser

Chapitre 3 : Efficacité de la thérapie laser à faible puissance en odontologie

L'objectif de cette recherche est de déterminer quelles sont les données actuelles de la science à propos de l'efficacité de la thérapie laser à faible puissance sur le parodonte dans le traitement des parodontites, péri-implantites et maladies liées au parodonte en général. La recherche à été effectué sur Pubmed en tapant les mots clés « low level laser therapy periodontics review ».

Suite à cette recherche, 23 articles ont été répertoriés et 8 thèmes émergent concernant l'utilisation des lasers à faible puissance lors des traitements parodontaux :

- Intérêt des lasers à faible puissance associés au surfaçage parodontal dans le traitement des parodontites agressives
- Efficacité de la thérapie laser à faible puissance associée à un traitement parodontal non chirurgical sur des patients présentant une parodontite chronique
- Effets des lasers à faible puissance sur la prolifération et la différentiation des cellules de régénération osseuse
- Efficacité des lasers à faible puissance en chirurgie parodontale
- Efficacité de la thérapie laser associée au traitement des récessions gingivales
- Efficacité des lasers à faible puissance dans le traitement de l'hypersensibilité dentinaire
- Intérêt de la thérapie laser à faible puissance dans la cicatrisation osseuse après une chirurgie bucco-dentaire
- Intérêt du laser à faible puissance dans l'ostéointégration des implants en titane

D'autres articles ont été associés en effectuant une recherche complémentaire basée sur les mots clés de chaque thème. Les différentes revues de littérature et méta-analyses ont été dépouillées. Il est à noter que dans ces différentes revues, d'autres lasers que les lasers à faible puissance ont pu être utilisés.

3.1 Intérêt des lasers à faible puissance associés au surfaçage parodontal dans le traitement des parodontites agressives

Seule la revue systématique de Mokeem et coll en 2018 traite ce sujet : **Efficacy of adjunctive low level therapy in the treatment of agressive periodontitis : a systematic review**

Questionnement
La thérapie laser à faible puissance améliore-t-elle les résultats cliniques lorsqu'elle est associée au surfaçage radiculaire dans le traitement des parodontites agressives ?

Différentes études ont été réalisées pour évaluer l'efficacité des lasers à faible puissance dans le traitement des parodontites agressives et les résultats sont controversés. Les articles retenus doivent évaluer l'efficacité de la thérapie laser à faible puissance associée au traitement par surfaçage radiculaire en comparaison avec un traitement par surfaçage radiculaire seul dans le cadre de parodontites agressives. (2)

Etudes incluses
L'auteur a retenu 4 études, dont 3 essais cliniques randomisés.

Population
Pour l'ensemble des études, les patients ont un âge moyen compris entre 27 et 41 ans, le nombre de participants est compris entre 13 et 31 individus et la durée de suivi est comprise entre 4 et 52 semaines.

Paramètres analysés
Les paramètres analysés par les auteurs dans ces 4 études sont le gain d'attache clinique, la profondeur de poche parodontale, l'indice de plaque dentaire et le saignement au sondage.

Lasers
Les lasers utilisés sont des lasers diode avec une longueur d'onde de 810, 940 ou 980nm, avec une puissance de 0,1 à 1 watt et une durée d'irradiation par dent de 20 ou 30 secondes. Le tableau 2 nous montre le relevé des différents paramètres cliniques au début et à la fin de chaque étude retenue.

Investigators	Clinical attachment level (mm)	Probing depth (mm)	Plaque index	Bleeding on probing (%)
Matarese et al[12]	SRP Baseline: 4.88 ± 0.55 Follow up: 4.23 ± 0.21 SRP+LLLT[a] Baseline: 5.36 ± 0.39 Follow up: 3.44 ± 0.28[d]	SRP Baseline: 5.18 ± 0.57 Follow up: 3.36 ± 0.51 SRP+LLLT[a] Baseline: 5.25 ± 0.46 Follow up: 2.56 ± 0.44[d]	SRP[a] Baseline: 28.54 ± 5.23 Follow up: 17.94 ± 3.24 SRP+LLLT[a] Baseline: 28.21 ± 5.12 Follow up: 18.27 ± 3.13	SRP Baseline: 78.12 ± 2.2 Follow up: 32.26 ± 3.1[d] SRP+LLLT Baseline: 75.26 ± 3.6 Follow up: 26.16 ± 2.4[d]
Ertugrul et al[16]	SRP Baseline: 6.12 ± 0.74 Follow up: 4.67 ± 0.22[d] SRP+LLLT Baseline: 6.00 ± 0.51 Follow up: 4.11 ± 0.38[d]	SRP Baseline: 6.00 ± 0.64 Follow up: 4.78 ± 0.32[d] SRP+LLLT Baseline: 6.14 ± 0.54 Follow up: 4.28 ± 0.39[d]	SRP Baseline: 1.66 ± 0.14 Follow up: 0.44 ± 0.09[d] SRP+LLLT Baseline: 1.51 ± 0.41 Follow up: 0.42 ± 0.09[d]	SRP Baseline: 100.00 ± 0.0 Follow up: 41.00 ± 6.0[d] SRP+LLLT Baseline: 100.00 ± 0.0 Follow up: 56.97 ± 26.0[d]
Annaji et al[14]	SRP[b] Baseline: 9.41 ± 0.51 Follow up: 9.13 ± 0.46 SRP+LLLT[b,e] Baseline: 9.63 ± 0.77 Follow up: 9.17 ± 0.84[d]	SRP Baseline: 6.08 ± 0.21 Follow up: 5.79 ± 0.20[d] SRP+LLLT Baseline: 6.13 ± 0.35 Follow up: 5.63 ± 0.47[d]	SRP Baseline: 2.61 ± 0.18 Follow up: 1.58 ± 0.26[d] SRP+LLLT[a] Baseline: 2.51 ± 0.020 Follow up: 1.59 ± 0.25[d]	SRP[c] Baseline: 3.16 ± 0.35 Follow up: 1.72 ± 0.20[d] SRP+LLLT[c] Baseline: 3.28 ± 0.35 Follow up: 1.58 ± 0.23[d]
Kamma et al.[15]	SRP Baseline: 7.07 ± 1.58 Follow up: 5.20 ± 1.65[d] SRP+LLLT[e] Baseline: 7.07 ± 1.71 Follow up: 4.93 ± 1.62[d]	SRP Baseline: 6.47 ± 1.35 Follow up: 4.13 ± 1.06[d] SRP+LLLT[e] Baseline: 6.67 ± 1.29 Follow up: 3.87 ± 0.91[d]	SRP (%)[d] Baseline: 54.1 Follow up: 32.6 SRP+LLLT (%)[d] Baseline: 52.7 Follow up: 29.2	SRP[d] Baseline: 81.6 Follow up: 25.8 SRP+LLLT[d] Baseline: 82.4 Follow up: 24.3

LLLT, low-level laser therapy; NA, not available; SRP, scaling and root planing.
[a]Full-mouth plaque score in percentage.
[b]relative clinical attachment level.
[c]bleeding index.
[d]significant difference from baseline to follow up.
[e]significant difference between the groups.

Tableau 2 : Paramètres cliniques parodontaux des études incluses dans l'article de Mokeem (2)

Résultats

En comparaison avec le surfaçage radiculaire seul, 3 études montrent une amélioration significative des résultats parodontaux, la quatrième donne des résultats similaires.

Cependant, les résultats de cette revue doivent être interprétés avec précaution en raison d'un manque de données pertinentes au niveau des paramètres lasers, comme la fluence énergétique ou les diamètres des fibres optiques utilisées.

La limitation essentielle de cette revue systématique provient du faible nombre d'études incluses. De plus, la durée des études est courte et le nombre d'échantillons est faible.

Conclusions

L'efficacité des lasers à faible puissance par rapport au surfaçage seul dans le traitement des parodontites agressives reste discutable. (2)

3.2 Efficacité de la thérapie laser à faible puissance associée à un traitement parodontal non chirurgical sur des patients présentant une parodontite chronique

Pour traiter ce sujet, 3 articles sont retenus :

- Une méta-analyse de Ren et coll en 2017 : **The effectiveness of low level laser therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment : a meta-analysis**

Questionnement
La thérapie laser à faible puissance est recommandée pour ses rôles photochimiques, anti-inflammatoires, de biostimulation et analgésiques. On estime que les lasers à faible puissance fonctionnent via la chaîne respiratoire mitochondriale, entraînant la production d'adénosine tri-phosphate, facilitant la prolifération des fibroblastes, la libération de facteurs de croissance et la synthèse de collagène.

Cependant, les avis divergent quant à l'intérêt des lasers à faible puissance associés au traitement parodontal non chirurgical. Ren et coll font le point sur les études cliniques recherchant un avantage à l'utilisation des lasers à faible puissance dans le traitement des parodontites chroniques. (3)

Etudes incluses
Les auteurs retiennent 7 études pour comparer l'effet de la thérapie laser à faible puissance associé ou non au traitement parodontal non chirurgical.

Population
Pour l'ensemble des études, les patients ont un âge moyen compris entre 22 et 70 ans, le nombre de participants est compris entre 10 et 60 individus et la durée de suivi est comprise entre 10 jours et 12 mois.

Paramètres cliniques
A la fin de l'étude, différents paramètres cliniques (profondeur de poche, niveau d'attache parodontal, indice de plaque, etc.), biochimiques et immunologiques (TNF-a, IL-1b, prostaglandine E2, etc.) ont été analysés.

Lasers
Différents lasers ont été utilisés dans cette étude, laser diode, laser GaAIAS, laser HeNe, avec des longueurs d'onde variant de 632 à 830nm avec des puissances différentes et des temps d'exposition variables.

Résultats
A court terme, on observe une nette amélioration de certains paramètres cliniques comme la profondeur de poche parodontale dans les groupes traités par laser à faible puissance comparé aux groupes traités par surfaçage seul. On remarque aussi une diminution d'interleukine 1b dans le fluide gingival. Cependant, aucune différence n'est relevée au niveau du gain d'attache clinique. A plus long terme (3 et 6 mois), aucune amélioration significative n'est relevée au niveau de l'indice de plaque, de la profondeur de poche parodontale ou du niveau d'attache clinique entre les groupes traités par des lasers à faible puissance et les groupes uniquement traités par surfaçage. Aucune différence significative au niveau de la densité osseuse n'a été observée entre ces deux groupes.

Une étude a comparé des groupes fumeurs et non fumeurs, la thérapie laser à faible puissance montre des effets favorables supplémentaires chez les sujets fumeurs. Cet effet est dû au rôle positif du laser à faible puissance dans la microcirculation, la synthèse de collagène et dans la modulation de cytokine qui est en baisse chez les fumeurs.

Cependant, les résultats de cette revue systématique sont à interpréter avec précaution du fait d'importantes lacunes méthodologiques et de la grande hétérogénéité dans les études.

Conclusions
Les résultats montrent que les lasers à faible puissance apportent un avantage au traitement des parodontites chroniques comparé au surfaçage seul mais seulement à court terme avec une réduction de la profondeur des poches parodontales. Les effets à plus long terme ne sont pas significatifs.

- Une méta-analyse de Sgolastra et coll en 2013 : **Effectiveness of diode laser as adjunctive therapy to scaling root planing in the treatment of chronic periodontitis :a meta-analysis**

Questionnement
Le but de cette méta-analyse est de comparer l'effet des lasers à faible puissance (diode) en adjonction au traitement parodontal non chirurgical dans le traitement des parodontites chroniques.

Etudes incluses
5 études sont retenues par les auteurs.

Population
130 patients âgés de 22 à 74 ans présentant une parodontite chronique ont été recrutés dans ces 5 études, la durée de suivi est comprise entre 1 jour et 6 mois.

Paramètres cliniques
A la fin de l'étude, les auteurs ont analysé les différents paramètres cliniques tels que le gain d'attache clinique, la profondeur de poche parodontale, l'indice de plaque, l'indice gingival et le saignement au sondage.

Lasers
Des lasers diode avec des longueurs d'onde allant de 808 à 980 nm ont été utilisés. Les 5 auteurs ont utilisé des protocoles d'application lasers différents.

Résultats
Les résultats n'ont pas montré d'avantage significatif de la thérapie laser à faible puissance par rapport au traitement conventionnel pour le soin des parodontites chroniques. De plus, les études s'arrêtent à 6 mois, on ne peut donc pas observer des résultats sur le long terme. Aucune étude n'a rapporté un effet positif supplémentaire du laser diode au niveau microbiologique. Les patients choisis pour l'étude présentaient des stades différents de la maladie parodontale, ce qui peut fausser les résultats. (4)

Conclusions
Peu d'études ont été incluses dans cette revue et 3 de ces 5 études présentent un risque de biais élevé, les résultats doivent être interprétés avec précaution. De futurs essais cliniques randomisés à plus long terme mieux conçus sont nécessaires pour évaluer l'efficacité de l'utilisation complémentaire du laser à faible puissance.

- Une revue systématique avec méta-analyse de Slot et coll en 2014 : **The effect of the thermal diode laser (wavelength 808-980 nm) in non-surgical periodontal therapy : a systematic review and meta-analysis**

Questionnement
Le but de cette revue systématique est d'analyser l'effet des lasers diode avec des longueurs d'onde comprises entre 808 et 980 nm après surfaçage radiculaire au cours de la phase initiale du traitement parodontal sur les paramètres cliniques de l'inflammation parodontale. (6)

Etudes incluses
9 études ont été retenues par les auteurs.

Population
247 patients (40 ans d'âge moyen) ont participé à cette étude. Sur 5 de ces études, les patients étaient atteints de parodontites chroniques avec des profondeurs de poche d'au moins 5mm. Les 4 autres études se sont intéressées à d'autres maladies parodontales parmi lesquelles les parodontites agressives modérées à sévères et les lésions parodontales. La durée de suivi est de 6 semaines à 6 mois. (6)

Paramètres cliniques

Les différents paramètres cliniques analysés par les auteurs sont la profondeur de poche parodontale, l'indice de plaque, le saignement au sondage, le gain d'attache clinique.

Lasers

Le tableau 3 nous montre les caractéristiques des différents lasers utilisés avec des puissances différentes, des diamètres de fibre variables, des modes d'action différents et des durées d'application du laser sur le tissu variables.

Diode laser/ Nanometre Brand	Energy settings Wave (Pulsed/Continue) Power density Cooling	Tip Ø	Procedure and Contact time
940 nm Ezlase, Biolase, USA	1.5 W Pulsed wave 15 J/cm² ?	Fibreoptic delivery system Ø = 300 µm	SRP + DL 20 s per tooth
I 980 nm GENTLEasy, KaVo Dental, Germany	2 W Pulsed wave ? W/cm² ?	Fibreoptic delivery system Ø = 300 µm	SRP + DL 20 s per tooth DL on day one, three and seven.
II 808 ± 5 nm Zap Lasers, CA, USA.	1.5 W Continues wave 1193.7 W/cm² ?	Fibreoptic delivery system Ø = 400 µm	SRP + DL 20 s per pocket DL on day one and after 1 week
V 810 nm Odyssey Diode Laser, Ivoclar Vivadent, Inc	0.8 W Continues wave ? W/cm² ?	Fibre tip Ø = ?	SRP + DL 30-45 s per site
V 808 ± 5 nm Zap Lasers, CA, USA.	1.5 W Continues wave 1193.7 W/cm² ?	Fibreoptic delivery system Ø = 400 µm	SRP + DL 20 s per pocket
VI 980 nm Smilepro 980 nm Biolitec, Jena, Germany	W Continues wave 94.3 J/cm² ?	Flexible fibre Ø = 300 µm	SRP + DL 30 s per pocket DL on day one and after 1 week
VII 980 nm Valuz S9-lasering medical laser, Mocena, Italy	2.5 W Pulsed ? W/cm² ?	Optic fibre Ø = 400 µm	SRP + DL 30 s each pocket twice with 60 s interval
VIII 809 nm GaAlAs semiconductor laser	W Continues wave ? W/cm² ?	Optical fibre Ø = 600 µm	SRP + DL 10 s/pocket? - every 10 s 30 s interruptions - mes. cist. buc. and ling Average = ?
X 980 nm InGaAsP Intermedic, Barcelona, Spain.	2.6 W Pulsed ? W/cm² Yes with saline serum	Optic fibre Ø = 2000 µm	SRP + DL SRP DL 10 s by tooth face

Tableau 3 : paramètres lasers utilisés par les auteurs de la revue de Slot et coll (6)

Résultats

Les auteurs ont rapporté qu'aucune différence significative n'est à noter quant à l'apport des lasers diodes en complément du surfaçage radiculaire en comparaison au surfaçage des racines dentaires seul. En effet, les mesures de profondeur de poche et d'indice de saignement sont sensiblement les mêmes ainsi que le gain d'attache clinique.

5 études ont analysé la charge bactérienne au début et à la fin de l'étude. Seulement 2 études ont rapporté une diminution importante des bactéries parodontogènes dans les groupes traités avec un laser diode par rapport aux groupes traités par surfaçage simple.

Conclusions

Cette revue nous montre que l'apport des diodes lasers dans le traitement des parodontites n'est pas supérieur au traitement conventionnel au niveau des paramètres cliniques comme la profondeur de poche et le gain d'attache clinique. En revanche, au niveau de l'indice de saignement on remarque une amélioration notable dans les groupes traités avec les lasers diodes. Cependant, ce n'est pas suffisant pour affirmer que les diodes lasers apportent un intérêt certain dans le traitement des maladies parodontales.

3.3 Effets des lasers à faible puissance sur la prolifération et différenciation des cellules de régénération osseuse

Un seul article traite de ce sujet, il s'agit d'une revue de littérature d'Amid et coll en 2014 : **Effect of low level laser therapy on proliferation and differentiation of the cells contribuing in bone regeneration.**

Questionnement

La thérapie laser à faible puissance également appelée photobiomodulation est un traitement qui utilise des lasers diodes pour modifier la fonction cellulaire et constitue un outil bien accepté en médecine dentaire. Compte tenu de la diversité des lasers, des paramètres lasers et des cellules cibles, les effets exacts du traitement par laser à faible puissance ne semblent pas clairs. Le but de cette étude est de passer en revue les données publiées dans le domaine des effets de la thérapie laser à faible puissance sur la prolifération et la différenciation des cellules contribuant à la régénération osseuse. (5)

Etudes incluses

22 études sont retenues dans cette revue de littérature.

Population

Dans cette revue, toutes les études *in vivo* et *in vitro* appliquant la thérapie laser à faible puissance sur des lignées cellulaires bien définies en utilisant des tests d'évaluation décrits et en obtenant des résultats clairs ont été incluses.

Lasers
Les lasers utilisés sont des diodes, HeNe, Er:YAG avec des longueurs d'onde variant de 632 à 980 nm. Différents types d'irradiation ont été utilisés selon les études (simple, super pulsé, mode continu) avec des énergies et des puissances différentes. Les tissus cibles diffèrent également (cellules ostéoblastiques, ligament parodontal, cellules souches mésenchymateuses).

Paramètres analysés
Les auteurs de ces différentes études ont analysé la prolifération cellulaire et la différenciation cellulaire.

Résultats
Les résultats montrent que la thérapie laser à faible puissance est bien acceptée en médecine. En effet, l'énergie laser aboutit à la stimulation des molécules des cellules en n'ayant aucune augmentation significative de la température tissulaire.

On observe des résultats favorables avec une diminution de la douleur, une diminution de l'inflammation, une prolifération des fibroblastes, une synthèse de collagène ainsi qu'une régénération nerveuse. On remarque également que la thérapie laser a un effet bactéricide au niveau des canaux radiculaires ainsi que dans les poches parodontales, elle entraîne aussi une réduction de l'hypersensibilité. De plus, on sait que les lasers à diode ont une grande profondeur de pénétration dans les tissus.

Conclusions
Les résultats obtenus dans cette étude semblent prouver une biostimulation sur le tissu osseux, une amélioration de la prolifération ostéoblastique et une différentiation des cellules qui peuvent être utiles à la thérapie de régénération osseuse.

3.4 Efficacité des lasers à faible puissance dans la thérapie par chirurgie parodontale

Un seul article traite de ce thème, il s'agit d'une revue systématique avec méta-analyse de Behdin et coll en 2015 : **Effectiveness of laser application for periodontal surgical therapy : a systematic review and meta-analysis**

Questionnement
Lorsque la thérapeutique initiale n'a pas montré d'amélioration au niveau de la profondeur de poche et du niveau d'attache clinique, on peut pratiquer une chirurgie parodontale pour accéder directement aux poches parodontales. Cette thérapie par chirurgie parodontale est souvent douloureuse et inconfortable pour le patient. Le laser pourrait donc être un instrument limitant les douleurs postopératoires et favorisant les résultats cliniques. Le but

de cette revue systématique est d'évaluer et de comparer les études impliquant des lasers en monothérapie ou en complément d'un traitement parodontal chirurgical. (7)

Etudes incluses
8 études ont été retenues pour observer l'efficacité des lasers à faible puissance en chirurgie parodontale en comparant des groupes traités par traitement chirurgical simple et des groupes traités par thérapie laser à faible puissance associée au traitement parodontal chirurgical.

Population
191 patients participent à cette étude, âgés de 26 à 50 ans, la durée de suivi est 2 à 18 mois.

Lasers
Les lasers utilisés sont des diodes lasers, laser Er:YAG, laser doppler, laser CO_2, laser Nd:YAG.

Paramètres cliniques
Les différents paramètres cliniques analysés par les auteurs sont la profondeur de poche parodontale, le niveau d'attache clinique, le saignement au sondage, la densité osseuse.

Résultats
Les résultats nous montrent qu'aucune différence significative n'est à noter au niveau de la profondeur de poche, du niveau d'attache clinique et des récessions gingivales dans les groupes traités par lasers et les groupes non traités. L'irradiation laser à faible puissance néanmoins montre une stimulation des cellulaires tissulaires environnantes, une réduction de l'inflammation et des douleurs postopératoires moins intenses.

Le laser CO_2 démontre des meilleurs résultats que le groupe témoin, au niveau des poches profondes (supérieures à 7mm) concernant le niveau d'attache clinique. En revanche, les praticiens utilisant le laser diode n'ont constaté aucune amélioration par rapport au débridement mécanique simple au niveau des paramètres cliniques, mais il a été noté une réduction des bactéries pathogènes à la fin du traitement. A court terme (6 mois), on a constaté une légère amélioration des paramètres cliniques pour les groupes traités par thérapie laser à faible puissance par rapport aux groupes traités uniquement par débridement mécanique avec une amélioration assez significative de l'indice de saignement. Les lasers à faible puissance semblent améliorer les résultats cliniques de la chirurgie parodontale chez les patients atteints de parodontite chronique à court terme.

Conclusions
L'efficacité des lasers à faible puissance dans le traitement des maladies parodontales associé au surfaçage conventionnel est très controversée malgré ses avantages théoriques (vaporisation, hémostase, stérilisation, réduction des bactéries pathogènes). Cette étude montre qu'au niveau de la régénération osseuse, de la réduction de poche parodontale et du niveau d'attache clinique, l'utilisation des lasers en chirurgie parodontale n'offre que très peu d'amélioration clinique comparé aux approches conventionnelles. En effet, les preuves

sont insuffisantes pour faire des lasers à faible puissance associés à la chirurgie parodontale un traitement de choix des maladies parodontales. Les résultats doivent être prudemment interprétés car il existe un risque de biais plus ou moins important dans cette étude.

3.5 Efficacité de la thérapie laser associée au traitement des récessions gingivales

2 articles traitent de ce sujet :

- Une revue systématique avec méta-analyse de Yan et coll en 2018 : **Effectiveness of laser adjunctive therapy for surgical treatment of gingival recession with flap graft techniques : a systematic review and meta-analysis**

Questionnement
Des preuves ont déjà démontré les avantages de la thérapie laser en tant que méthode d'appoint pour certaines thérapies chirurgicales et la thérapie parodontale non chirurgicale. Cependant, son efficacité pour la chirurgie muco-gingivale reste incertaine. Le but de cette revue systématique est d'examiner l'efficacité de l'association du laser au traitement chirurgical de la récession gingivale en ce qui concerne le recouvrement radiculaire. (8)

Etudes incluses
Les 7 articles retenus ont un risque de biais plus ou moins important. Les différents auteurs ont utilisé des lasers avec des longueurs d'onde, des temps d'application du laser et des puissances différentes.

Population
159 patients avec une moyenne d'âge de 27 ans ont été recrutés pour cette étude, la durée de suivi est de 6 à 24 mois.

Lasers
Trois systèmes lasers différents ont été utilisé (diode laser, Er:YAG, Nd:YAG) sur le tissu parodontal mais à des endroits différents avec des longueurs d'onde différentes. Le diode laser a été utilisé pour désépithélialiser le tissu et biostimuler la zone, tandis que les lasers Er:YAG et Nd:YAG ont été appliqués sur la surface de la racine exposée.

Paramètres cliniques
Les auteurs ont analysé dans cette revue systématique le taux de recouvrement de la racine, l'indice esthétique, la largeur de tissu kératinisé, la profondeur de poche parodontale, la profondeur de la récession gingivale, le niveau d'attache clinique, la largeur de la récession gingivale.

Résultats

Cette revue montre que la chirurgie muccogingivale combinée avec la thérapie laser a offert des avantages cliniques en terme de largeur du tissu kératinisé et de niveau d'attache clinique un an après la chirurgie. En revanche, il n'a pas été observé de différences significatives pour la profondeur de la récession gingivale, la largeur de la récession, l'indice esthétique et pour le recouvrement de la racine dentaire.

Aucune différence significative esthétique n'a été observée entre les groupes traités par thérapie laser à faible puissance et ceux traités par chirurgie seule à 6 mois.

Il a été montré que le groupe laser avait de meilleurs résultats au niveau de la réduction de la profondeur de poche et du niveau d'attache clinique. Il existe aussi une différence assez significative entre les 2 groupes en ce qui concerne la largeur de tissu kératinisé après 6 mois. Ces paramètres doivent être observés sur des durées plus importantes. Des options de traitement différents avec des paramètres lasers variés augmentent le risque de biais de cette étude. De plus, seulement 2 études ont un suivi des patients de plus d'un an.

Conclusions

Cette méta-analyse révèle que la chirurgie avec thérapie laser associée apporte de meilleurs résultats cliniques en termes de largeur de tissu kératinisé et de niveau d'attache clinique à un an postopératoire. Cependant la greffe muco-gingivale associée aux lasers à faible puissance n'a pas obtenu d'avantages supplémentaires en ce qui concerne le recouvrement de la racine et l'esthétique pour le traitement de ces récessions gingivales. De nouvelles études doivent être effectuées pour évaluer les résultats cliniques basés sur des essais contrôlés randomisés bien conduits et à plus long terme pour diminuer au maximum le risque de biais des études.

- Une revue systématique avec méta-analyse d'Akram et coll en 2018 : **Low level laser therapy as an adjunct to connective tissue graft procedure in the treatment of gingival recession defects : a systematic review and meta-analysis**

Questionnement

Le but de cette revue systématique est d'évaluer l'efficacité de la thérapie laser à faible puissance en tant que traitement d'appoint à la greffe de tissu conjonctif pour le traitement de la récession gingivale. (11)

Etudes incluses

4 études ont été retenues, les patients présentent tous des récessions gingivales de classe I ou II de Miller. Un groupe témoin a été traité par greffe de conjonctif seule et un autre groupe a été traité par greffe de conjonctif associée au laser à faible puissance. Les patients des différentes études ont été suivis pendant au minimum 6 mois.

Population

100 patients sont retenus avec une moyenne d'âge de 34 ans.

Lasers

Le laser utilisé par les différents praticiens de ces études est le diode laser Arséniure de Galium-Aluminium (GaAlAs) avec des longueurs d'onde comprises entre 588 et 810 nm. La puissance varie de 30 à 300 mW et la durée d'irradiation de 10 à 300 secondes avec plusieurs applications lasers (2 ou 8).

Paramètres cliniques

Les auteurs ont analysé différents paramètres tels que la profondeur de la récession gingivale, la largeur de du tissu kératinisé, le gain d'attache clinique.

(A) Gingival recession depth

Study	Laser + CTG			CTG			Mean Difference IV, Random, 95% CI
	Mean	SD	Total	Mean	SD	Total	
Santamaria et al.[23]	0.21	0.53	19	0.26	0.56	17	-0.08 [-0.75, 0.57]
Fernandes-Dias et al.[21]	0.15	0.36	20	0.21	0.53	20	-0.13 [-0.75, 0.49]
Ozturan et al.[22]	0.26	0.28	10	0.76	0.46	10	-1.16 [-2.24, -0.26]
Singh et al.[20]	0.10	0.3	20	1.05	1.09	20	-1.16 [-1.84, -0.48]
Total			**69**			**67**	**-0.61 [-1.23, 0.004]**

Test for heterogeneity: $Chi^2 = 9.40$; $df = 3$; $(P = 0.02)$; $I^2 = 68.11\%$
Test for overall effect: $Z = -1.96$; $(P = 0.05)$

(B) Width of keratinized tissue

Study	Laser + CTG			CTG			Mean Difference IV, Random, 95% CI
	Mean	SD	Total	Mean	SD	Total	
Santamaria et al.[23]	3.76	0.78	19	4.05	0.89	17	-0.34 [-1.00, 0.32]
Fernandes-Dias et al.[21]	4.16	1.2	20	4.00	0.86	20	0.15 [-0.47, 0.77]
Ozturan et al.[22]	5.09	0.38	10	4.71	0.22	10	1.17 [0.19, 2.15]
Singh et al.[20]	5.25	0.71	20	4.35	0.58	20	1.36 [0.66, 2.06]
Total			**69**			**67**	**0.55 [-0.25, 1.37]**

Test for heterogeneity: $Chi^2 = 16.04$; $df = 3$; $(P = 0.001)$; $I^2 = 81.31\%$
Test for overall effect: $Z = 1.35$; $(P = 0.17)$

(C) Relative clinical attachment level gain

Study	Laser + CTG			CTG			Mean Difference IV, Fixed, 95% CI
	Mean	SD	Total	Mean	SD	Total	
Santamaria et al.[23]	11.37	1.49	19	11.44	1.24	17	-0.04 [-0.71, 0.61]
Fernandes-Dias et al.[21]	10.85	1.3	20	10.96	1.1	20	-0.08 [-0.71, 0.53]
Total			**39**			**37**	**-0.07 [-0.51, 0.37]**

Test for heterogeneity: $Chi^2 = 0.007$; $df = 1$; $(P = 0.92)$; $I^2 = 0\%$
Test for overall effect: $Z = -0.31$; $(P = 0.75)$

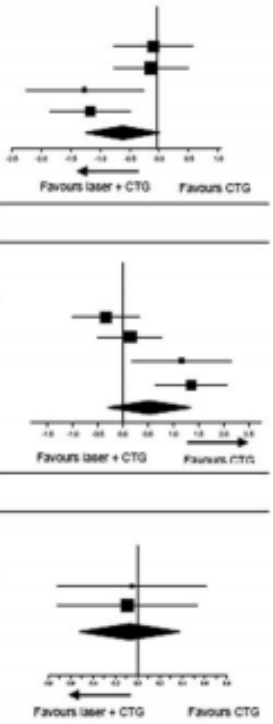


Tableau 4 : analyse des paramètres cliniques du traitement des récessions gingivales par greffe de conjonctif avec ou sans laser à faible puissance de la revue d'Akram et coll (11)

Résultats

Cette revue montre que les lasers à faible puissance associés à la greffe de conjonctif améliorent les résultats cliniques en ce qui concerne les récessions gingivales de classe I et II de Miller par rapport au traitement conventionnel. On peut donc supposer que la thérapie laser à faible puissance est une stratégie de traitement potentielle dans le traitement des récessions gingivales. Ces résultats doivent être interprétés avec précaution au vu du faible nombre d'études et de la variation des paramètres lasers. Des études mieux conçues avec des paramètres lasers précis sur des durées plus importantes doivent être réalisées pour évaluer l'influence plus exacte du laser à faible puissance sur la cicatrisation des tissus. La

présente étude n'a pas montré d'avantages supplémentaires des lasers à faible puissance au niveau de l'inconfort des patients suite à la greffe de tissu conjonctif.

Conclusions
Les auteurs ont remarqué que la thérapie laser à faible puissance améliore les résultats cliniques dans le traitement des récessions gingivales associée à la greffe de conjonctif comparativement à une greffe de tissu conjonctif seule. Cependant, son utilisation systématique reste discutable. En raison du faible nombre d'études incluses dans cette revue scientifique et d'une variation au niveau des paramètres lasers, les résultats doivent être interprétés avec réserve.

3.6 Efficacité du laser à faible puissance sur le traitement de l'hypersensibilité dentinaire

Un seul article traite de ce sujet, il s'agit d'une revue systématique de Machado et coll en 2018 : **Is photobiomodulation effective for the treatment of dentin hypersensivity ? a systematic review**

Questionnement
Les lasers à faible puissance transmettent une énergie de basse fréquence au travers de l'émail et de la dentine pour réagir avec la pulpe, en provoquant un accroissement du flux sanguin minimisant la douleur et réduisant l'inflammation. L'effet régénératif de la photobiomodulation peut également augmenter l'activité métabolique des cellules odontoblastiques et amplifier la production de dentine tertiaire.

Beaucoup de controverses existent sur les méthodes d'application cliniques et sur l'efficacité clinique de la thérapie laser à faible puissance dans le traitement de l'hypersensibilité dentinaire. (14)

Etudes retenues
Les auteurs ont retenu 3 études avec différentes méthodes d'applications lasers. Dans 2 études, des groupes témoins sans applications lasers sont mis en place pour juger de l'efficacité de la thérapie laser à faible puissance comparée à d'autres méthodes (agents désensibilisants).

Population
77 patients sont recrutés dans cette revue, le suivi des patients est effectué jusqu'à 6 mois.

Lasers
Les lasers utilisés sont des lasers GaAlAs avec des longueurs d'onde allant de 660 à 810 nm, les puissances des lasers varient dans les différents groupes, ainsi que la durée d'application et le nombre d'applications laser.

Paramètres analysés

La douleur a été évaluée grâce à l'échelle visuelle analogique (EVA) ou l'échelle numérique de douleur (de 1 à 10) à différents temps au cours du suivi du patient. Les stimuli utilisés par les cliniciens sont l'air et un stimulus tactile, une étude a utilisé un stimulus thermique.

Table 1 The final qualified studies (3) of the systematic review after inter-reviewer agreement

Authors/year	Place	Study design	Mean age	*N* (M male/F female)	Intervention (laser settings)	Follow-up	Stimulus (evaluation)	Adverse effects	Results
Ladalardo et al./2004 [24]	Brazil (U)	RTC	NR	20 patients (9 M/11 F) 40 teeth	LPL GaAlAs 660-nm/red GaAlAs 830 nm/infrared 35 mW, 4 J/cm^2, 4 sessions with intervals of 7 days during a period of four consecutive week	15 and 30 min after treatment, 15, 30, and 60 days	Thermal/cold (numerical scale from 0 to 10)	No	The immediate and late therapeutic effects of the 660-nm red diode laser were more evident compared with those of the 830-nm infrared diode laser
Vieira et al./2009 [30]	Brazil (U)	RTC	NR	30 patients (23 female, 7 men) 64 teeth	G1: LPL GaAlAs laser (660 nm, 30 mW, 120 s, 4 J/cm^2, four points: mesio-buccal, disto-buccal, and lingual and apical), oxalate gel, and placebo gel. G2: potassium oxalate gel 3% G3: placebo gel	Baseline, immediately after the fourth application, and then 3 months after the fourth application	Thermal-evaporative and tactile (VAS)	No	In both groups, there were statistically significant reductions in DH immediately after and 3 months. No significant differences among the three groups could be detected in their efficacy at either the immediate or 3-month evaluations irrespective of the stimulus.
Lopes et al./2015 [32]	Brazil (U)	Randomized	NR	27 patients, 55 teeth	G1: Gluma Desensitizer (GD); G2: LPL—low dose (3 vestibular points and 1 apical point of irradiation: 30 mW, 10 J/cm^2, 9 s per point with wavelength of 810 nm), 3 sessions with an interval of 72 h between them; G3: LPL at high dose (one cervical and one apical point: 100 mW, 90 J/cm^2, 11 s per point with wavelength of 810 nm), 3 sessions with an interval of 72 h between irradiations; G4: LPL at low dose + GD; and G5: LPL at high dose + GD	5 min, 1 week, and 1, 3, and 6 months after treatment.	Thermal-evaporative and tactile with probe (VAS)	No	There were distinct effects for the different doses of lasers; however, both were efficient in reducing pain up to the 6 months of clinical follow-up.

Tableau 5 : protocoles d'application laser et résultats des différentes études de la revue de Machado et coll (14)

Résultats

Toutes les études ont montré un effet positif des lasers à faible puissance dans la réduction de l'hypersensibilité dentinaire. Cependant, aucune différence significative n'a été remarquée en terme de douleur ressentie par les patients après plusieurs mois de suivi. Les auteurs ont observé que les lasers avec une longueur d'onde de 660 nm étaient plus efficaces que ceux à 830 nm. L'effet de photobiomodulation modifie la transmission neurale et provoque un effet analgésique immédiat grâce à une augmentation de l'activité des odontoblastes qui fabriquent de la dentine tertiaire.

Conclusions

Les auteurs montrent que la thérapie laser à faible puissance est efficace comme thérapie contemporaine pour le traitement de l'hypersensibilité dentinaire. De plus, aucun effet indésirable n'a été observé dans cette étude. Cependant, en raison de la grande diversité des types de lasers à faible puissance, du mode d'évaluation de la douleur, du stimulus provoqué, de la durée du suivi des patients, et des protocoles lasers utilisés, la présente étude manque de cohérence clinique pour affirmer un intérêt de la thérapie laser à faible

puissance dans le traitement de l'hypersensibilité dentinaire. Des études plus cohérentes doivent être conduites pour observer l'avantage thérapeutique du laser à faible puissance.

3.7 Intérêt de la thérapie laser à faible puissance dans la cicatrisation osseuse après une chirurgie bucco-dentaire

Deux articles traitent de ce sujet :

- Une revue systématique de Noba et coll en 2018 : **Laser for bone healing after oral surgery : systematic review**

Questionnement
Différentes méthodes existent pour accélérer le processus de guérison osseuse comme l'utilisation de certains médicaments ou de techniques chirurgicales. Les auteurs se sont intéressés à l'effet des lasers à faible puissance dans la cicatrisation osseuse après une chirurgie orale. Les lasers de faible puissance ont été évalués lorsqu'ils sont appliqués après les implants pour accélérer l'ostéointégration, pour traiter les maladies péri-implantaires ainsi que pour la cicatrisation des tissus mous, avec des résultats satisfaisants.

De nombreuses études ont tenté d'évaluer l'utilisation du laser dans la cicatrisation osseuse après une intervention chirurgicale. Cependant, les résultats sont aléatoires. (9)

Etudes retenues
L'auteur a retenu 11 études.

Population
La moitié des études ont été réalisé *in vivo* sur des animaux (rats, lapins et chiens) et l'autre moitié sur des patients (244). Le suivi de la population est d'une semaine à 6 mois.

Lasers
Les lasers utilisés par les auteurs sont les lasers diodes, les lasers GaAIAS, les lasers He-Ne et les lasers CO_2.

Les paramètres lasers (longueurs d'onde, puissance, mode d'action, durée d'application) étaient variables selon les articles. De plus, les protocoles chirurgicaux ainsi que les protocoles d'application laser diffèrent selon les études. Ces variations de paramètres et de protocoles entraînent évidemment des variations au niveau des résultats cliniques.

Paramètres analysés
Il a été étudié la néoformation osseuse et la densité osseuse dans chaque étude après application de la thérapie laser à faible puissance dans l'alvéole suite à une avulsion dentaire.

Résultats
10 des 11 articles étudiés, indiquent une amélioration de la néoformation osseuse, ainsi que de la régénération et de la minéralisation osseuse quand le laser à faible puissance est appliqué dans la zone de chirurgie. L'application laser dans le tissu osseux entraîne l'activation des ostéoblastes, puis une prolifération et une différenciation qui engendre la néoformation osseuse.

Conclusions
La thérapie laser à faible puissance réduit le temps de guérison osseuse dans la chirurgie bucco-dentaire et maxillaire, bien qu'aucun protocole clair de chirurgie n'ait été spécifié. Le risque de biais de l'étude reste important, d'autres études doivent être réalisées en limitant le biais, grâce à des protocoles chirurgicaux bien définis, des paramètres lasers plus clairs et une population moins variée.

- Une revue systématique de Santinoni et coll en 2017 : **Influence of low level laser therapy on the healing of human bone maxillo facial defects : a systematic review**

Questionnement
L'application du laser a faible puissance a déjà fait l'objet d'une évaluation critique par certains auteurs, les revues systématiques ont évalué son effet sur la prolifération et la différenciation des lignées cellulaires osseuses. Cependant, il n'existe pas de revue systématique évaluant l'effet de cette thérapie sur la formation du tissu osseux.

Les études scientifiques publiées ont été examinées pour analyser les preuves disponibles sur ce sujet afin de fournir une compréhension plus détaillée des effets cliniques du laser à faible puissance sur l'amélioration de la réparation osseuse. (10)

Etudes retenues
15 études ont été retenues pour juger de l'efficacité de cette thérapie laser à faible puissance.

Population
374 patients avec une moyenne d'âge de 28,5 ans ont été retenus. Le suivi des patients et des paramètres cliniques vont de 0 à 360 jours.

Paramètres analysés
Les auteurs ont analysé plusieurs défauts osseux tels que l'extraction dentaire, l'ostéogénèse par distraction l'expansion maxillaire, les défauts parodontaux, les mouvements orthodontiques, les défauts dus aux kystes maxillaires. 6 études ont évalué les paramètres liés à la régénération de l'os et les 9 autres se sont intéressés aux paramètres secondaires tels que les marqueurs biologiques, l'effet anti-inflammatoire, la cicatrisation du tissu et

l'effet analgésique. L'efficacité des lasers à été étudiée en comparaison avec des groupes témoins.

Lasers
Les lasers utilisés par les auteurs sont le laser GaALS**,** le laser GaAS, le laser diode, le laser InGaALP, le laser semi-conducteur.

Les longueurs d'onde de ces lasers sont comprises entre 588 et 910 nm, la puissance varie de 25 à 500 mW et les temps d'application sont compris entre 20 secondes et 16 minutes.

Résultats
La majeure partie des études incluses ont rapporté des résultats primaires et secondaires positifs avec le traitement par laser à faible puissance. Il est à noter que la variation des paramètres lasers peut influencer les résultats observés. Les études où plusieurs applications lasers ont été effectuées ont montré des résultats positifs. De nombreux lasers sont disponibles sur le marché et aucun protocole idéal à ce jour n'a été trouvé pour l'utilisation de la thérapie laser à faible puissance.

Les effets anti-inflammatoires et analgésiques ainsi que l'accélération de la cicatrisation osseuse améliorent la qualité de vie des patients en post-opératoire à une chirurgie maxillaire et favorisent une diminution de l'administration de médicaments à la suite de l'opération.

Conclusions
Dans les limites de cette étude, une amélioration de la densité osseuse peut être observée suite à l'application de la thérapie laser à faible puissance au niveau des défauts osseux maxillo-faciaux. Les lasers à faible puissance semblent également apporter un effet anti-inflammatoire, un effet analgésique ainsi qu'une amélioration de la densité osseuse et une accélération de la cicatrisation du tissu osseux. Cependant, les protocoles d'utilisation de la thérapie laser à faible fréquence doivent être mieux décrits pour en tirer des conclusions plus spécifiques.

3.8 Intérêt du laser à faible puissance dans l'ostéointégration des implants en titane

Un seul article traite de ce sujet, il s'agit d'une revue systématique de Prados-Frutos et coll en 2016 : **Lack of clinical evidence on low level laser therapy on dental titanium implant : a systematic review**

Questionnement
De nombreux traitements ont été proposés dans le but d'améliorer et d'accélérer la formation osseuse autour de la surface d'un implant dentaire.

Il existe peu d'articles analysant les effets potentiels de la thérapie laser à faible puissance sur l'intégration des implants. Le but de cette revue systématique est de mettre à jour les résultats obtenus dans la littérature afin de comprendre de manière plus détaillée les effets des lasers à faible puissance sur l'interaction entre l'os et l'implant. (12)

Etudes retenues
14 études scientifiques sont retenues dont 12 sont menées sur des animaux (babouins, rats, lapins, moutons) et seulement 2 réalisées sur des humains.

Population

- 20 patients
- 108 lapins
- 120 rats
- 5 babouins
- 12 moutons

Lasers
Les lasers utilisés par les auteurs sont le laser photobiomodulation, le laser diode, le laser GaAlAs.

Les longueurs d'onde sont comprises entre 637 et 830 nm, avec des nombres et des durées d'application différents.

Résultats
Dans les études animales, les groupes irradiés au laser à faible puissance ont montré des bénéfices cliniques en microscopie, avec une meilleure connexion os-implant, un pourcentage plus important, de calcium, de phosphore et d'hydroxyapatite de calcium, ainsi qu'une production plus accrue d'ostéoblastes. Les lasers à faible puissance entraîneraient une maturation osseuse plus importante, une activité cellulaire accrue avec nombre d'ostéocytes plus grand comparé aux groupes témoins. Les études humaines n'ont pas rapporté de résultats significatifs quant à l'intérêt de la thérapie laser à faible puissance sur l'ostéointégration.

Il existe un risque de biais relativement élevé dans cette étude du fait qu'il n'y ait aucun protocole standard d'application laser. Une large variation de la densité d'énergie, du nombre d'applications et de longueurs d'onde est observée.

Conclusions
La thérapie laser à faible puissance a apporté des avantages cliniques au niveau de la régénération tissulaire, cependant, trop peu d'études analysent l'effet des softs lasers sur

l'ostéointégration des implants en titane. Le laser à faible puissance pourrait être une aide utile au processus d'ostéointégration mais le manque d'études cliniques sur des patients humains ne nous permet pas d'affirmer un intérêt de la thérapie laser à faible puissance sur l'intégration des implants dans l'os maxillaire.

Chapitre 4 : Best evidence review pour la thérapie laser à faible puissance en parodontie en 2018

Les revues traitées dans la partie 3 ont été publiées entre 2013 et 2018. Dans cette dernière partie nous avons retenu les dernières revues de littérature avec un niveau de preuves élevé publiées en 2018. Juste avant de boucler ce travail, quatre revues de « best evidence » ont été étudiées concernant l'efficacité du laser à faible puissance dans le traitement des parodontites et des péri-implantites. Les conclusions de ces revues ont été relevées.

Une « best evidence review » de Chambrone et coll : **Infrared lasers for the treatment of moderate to severe periodontitis: an AmericanAcademy of Periodontology best evidence review** (1)

Les améliorations cliniques relativement faibles et statistiquement significatives en termes de profondeur de poche parodontale et de gain d'attache parodontal du laser infrarouge lorsqu'il est utilisé seul ou en complément d'un autre traitement parodontal semblent fournir des résultats cliniques discutables avec peu de bénéfices pour les patients atteints de parodontites chroniques ou agressives modérées à sévères.

De futures études doivent être conduites pour évaluer l'efficacité clinique des lasers à faible puissance dans le traitement des parodontites avec des protocoles plus standardisés et des paramètres lasers plus strictes.

Une « best evidence review » Chambrone et coll : **Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of periodontitis and peri-implantitis : an american academy of periodontology best evidence review** (13)

Le principe de la thérapie photodynamique anti-microbienne implique l'utilisation d'un colorant photo-sensible non toxique appelé photosensibilisateur associé à une lumière laser de faible puissance d'une longueur d'onde correspondant au spectre d'absorption du photosensibilisateur. Cette procédure entraine la stimulation du photosensibilisateur pour former des radicaux libres dérivés de l'oxygène qui sont toxiques pour les bactéries.

Malgré les améliorations cliniques favorisées par la thérapie photodynamique antimicrobienne, les auteurs ne remarquent pas d'avantages supplémentaires par rapport aux traitements conventionnels dans le traitement des parodontites et péri-implantites modérées à sévères. La thérapie photodynamique antimicrobienne lorsqu'elle est utilisée en tant que traitement d'appoint peut apporter des améliorations cliniques similaires sur le gain d'attache parodontal comparé au traitement parodontal conventionnel. Cette thérapie n'a pas montré d'amélioration des résultats pour le traitement des péri-implantites comparé au débridement de la surface de l'implant seul.

L'utilisation de la thérapie photodynamique antimicrobienne, dans ces domaines, est remise en question et d'autres études sur une population plus nombreuse et sur des durées plus

importantes doivent être réalisées pour juger de l'efficacité du laser à faible puissance dans le traitement des péri-implantites.

Une « best evidence review » de Lin G-H et coll : **Laser therapy for treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: an American Academy of Periodontology best evidence review** (33)

Les preuves actuelles permettent uniquement d'analyser les lasers Er : YAG, les lasers CO_2 et les lasers diodes. Du fait de la limitation du nombre d'études incluses, du nombre de patients, du nombre d'implants évalués et de différents modes d'action des lasers, il est difficile de garantir des résultats fiables.

Par conséquent, de futurs essais cliniques sont nécessaires pour évaluer l'avantage potentiel de la thérapie laser à faible puissance dans le traitement des péri-implantites.

Les résultats des méta-analyses ne montrent pas de différences dans la réduction de profondeur de poche parodontale, de gain d'attache parodontal, de réduction de récession gingivale et d'indice de plaque entre les groupes traités avec et sans laser associé au traitement conventionnel des péri-implantites. Cependant, les résultats rapportés dans la littérature sont controversés. Les résultats d'autres méta-analyses montrent une amélioration des paramètres cliniques à court terme mais pas à long terme.

Certains auteurs montrent que le laser pourrait entrainer une amélioration du niveau d'os marginal comparé au traitement conventionnel ainsi qu'une réduction des bactéries anaérobies à Gram négatif dans le traitement chirurgical des péri-implantites.

Une « best evidence review » de Mills et coll : **American Academy of Periodontology best evidence consensus statement on the efficacy of laser therapy used alone or as an adjunct to non-surgical and surgical treatment of periodontitis and peri-implant diseases** (34)
Lorsque la thérapie laser est utilisée en complément d'un traitement mécanique, les preuves actuelles montrent que les résultats cliniques sont similaires ou légèrement supérieurs comparé à ceux du traitement laser seul. Les preuves actuelles ne permettent pas de démontrer un bénéfice à long terme de l'utilisation du laser à faible puissance en complément du traitement conventionnel des péri-implantites et parodontites.
Lors de l'utilisation d'un laser en complément d'une chirurgie parodontale, la plupart des preuves actuelles ne suggèrent aucun avantage supplémentaire par rapport à la chirurgie seule. Quand les lasers sont utilisés pour traiter chirurgicalement une péri-implantite, la plupart des études montrent une réduction des saignements au sondage, cependant, à court terme les données démontrent une incohérence en ce qui concerne la réduction de la profondeur de poche parodontale, le gain d'attache parodontal et le comblement osseux.
La thérapie photodynamique antimicrobienne est un traitement au laser utilisé conjointement avec un photosensibilisateur destiné à réduire les bactéries parodontogènes. Les preuves actuelles soutiennent que la thérapie photodynamique antimicrobienne peut apporter des améliorations en termes de profondeur au sondage, de niveau d'attache

parodontal, par rapport au traitement parodontal conventionnel pour les patients atteints de parodontite ou de péri-implantite. Cependant, les résultats des études cliniques montrent des différences très faibles, plus d'informations sont nécessaires pour fournir une estimation fiable de l'effet du laser sur le traitement des parodontites et péri-implantites.

Dans ces revues de « best evidence » on observe les mêmes conclusions que celles du chapitre 3.

CONCLUSIONS

Le laser à faible puissance peut être utilisé dans de nombreux domaines d'applications médicales et odontologiques. Nous avons étudié son efficacité dans le traitement de diverses maladies parodontales et péri-implantaires en association avec les traitements conventionnels.

Dans toutes les revues scientifiques étudiées, les résultats montrent que la thérapie laser à faible puissance n'améliorent que très faiblement la guérison des maladies parodontales et n'apportent donc pas de résultats significatifs par rapport aux traitements conventionnels.

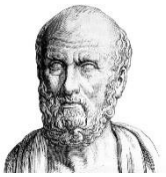
De plus, on a remarqué qu'il existe une multitude de lasers à faible puissance sur le marché et aucun laser ne se démarque des autres. Les protocoles d'application laser sont diverses et variés avec une variante dans les lasers, les longueurs d'ondes, les puissances, les modes d'émission, les fluences, les temps d'application, le nombre d'application. Toutes ces variations dans les paramètres engendrent des biais dans nos études et les résultats ne peuvent être concluants.

Pour juger d'un véritable intérêt de la thérapie laser à faible puissance, de nouvelles études doivent être réalisées en respectant un protocole d'application laser stricte et sur des durées de suivi des patients beaucoup plus longues.

Bibliographie :

1. Chambrone L, Ramos UD, Reynolds MA. Infrared lasers forthe treatment of moderate to severe periodontitis: an AmericanAcademy of Periodontology best evidence review. J Periodontol.2018;89:743–765
2. Mokeem S. Efficacy of adjunctive low level therapy in the treatment of agressive periodontitis : a systematic review. J Investig Clin Dent. 2018 :e12361
3. Ren C, McGrath C, Jin L, Zhang C, Yang Y. The effectivness of low level laser therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment : a meta-analysis. J Periodontal Res. 2017 ; 52(1):8-20.
4. Sgolastra F, Severino M, Gatto R, Monaco A. Effectivness of diode laser as adjunctive therapy to scaling root planing in the treatment of chronic periodontitis : a meta-analysis. Lasers Med Sci. 2013;28(5):1393-402.
5. Amid R, Kadkhodazadeh M, Ahsaie MG, Hakakzadeh A. Effect of low level laser therapy on proliferation and differenciation of the cells contribuing in bon regeneration. J Lasers Med Sci. 2014 Fall ; 5(4):163-70.
6. Slot DE, Jorritsma KH, Cobb CM, Van der Weijden FA. The effect of the thermal diode laser (wavelength 808-980 nm) in non-surgical periodontal therapy : a systematic review and meta-analysis. J Clin Periodontol. 2014 ; 41(7):681-92
7. Behdin S, Monje A, Lin GH, Edwards B, Othman A, Wang HL. Effectivness of laser application for periodontal surgical therapy : a systematic review and meta-analysis. J Periodontol. 2015 ; 86(12):1352-63
8. Yan J, Zhang J, Zhang Q, Zhang X, Ji K. Effectivness of laser adjunctive therapy for surgical treatment of gingival recession with flap graft techniques : a systematic review and meta-analysis. Lasers Med Sci. 2018 ; 33(4):899-908
9. Noba C, Mello-Moura ACV, Gimenez T, Tedesco TK, Moura-Netto C. Laser for bone healing after oral surgery : systematic review. Lasers Med Sci. 2018 ; 33(3):667-674.
10. Santinoni CD, Oliveira HF, Batista VE, Lemos CA, Verri FR. Influence of low level laser therapy on the healing of human bone maxillo facial defects : a systematic review. J Photochem Photobiol B. 2017 ; 169:83-89
11. Akram Z, Vohra F, Javed F.Low level laser therapy as an adjunct to connective tissue graft procedure in the treatment of gingival recession defects : a systematic review and meta-analysis. J Esthet Restor Dent. 2018 Mar 26
12. Prados-Frutos JC, Rodríguez-Molinero J, Prados-Privado M, Torres JH, Rojo R. Lack of clinical evidence on low level laser therapy on dental titanium implant : a systematic review. Lasers Med Sci. 2016 ; 31(2):383-92
13. Chambrone L, Wang HL, Romanos GE. Antimicrobial phtodynamic therapy for the treatment of periodontitis and peri-implantitis : an american academy of periodontology best evidence review. J Periodontol. 2018 ; 89(7):783-803.

14. Machado AC, Viana ÍEL, Farias-Neto AM, Braga MM, de Paula Eduardo C, de Freitas PM, Aranha ACC. Is photobiomodulation effective for the treatment of dentin hypersensivity ? a systematic review. Lasers Med Sci. 2018 ; 33(4):745-753.
15. Héé, Balty, Mayer, Les indication lasers, cahiers de notes documentaires-Hygiène et sécurité du travail- N173 4ème trimestre 1998
16. Khun Julien. Thèse : Les indications des lasers en médecine dentaire, 2010 disponible sur : http://docnum.univlorraine.fr/public/SCDPHA_TD_2010_KUHN_JULIEN.pdf
17. Dental compare disponible sur : https://www.dentalcompare.com/1186-SearchResults/?search=laser
18. Medicalexpo disponible sur : http://www.medicalexpo.fr/fabricant-medical/laser-dentaire-5831.html
19. Carroll JD, Milward MR, Cooper PR, Hadis M, Palin WM. Developments in low level light therapy (LLLT) for dentistry. Dent Mater. 2014 ; 30(5):465-75.
20. Rayonnements lasers : principe, application, risque et maîtrise du risque d'exposition Edition INRS ED 6071 2ème édition. 2018. ISBN 978-2-7389-2351-6
21. Hée, Balty , Mayer avec le concours de D. Courant et M. Lièvre. Les lasers : risques et prévention. Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail - N°173, 4e trimestre 1998
22. Reynet F. Interêt d'un laser chirurgical en clientèle canine. 96p Th : Med Vet : Alfort :2010 : 019
23. FONA laser disponible sur : https://fr.fonadental.com/products/fonalser/
24. SIROLaser blue. Sirona Dental Systems GmbH 2015. D3648.201.01.02.03 10/2015 disponible sur www.sirona.com
25. NV microlaser 1-800-433-6628 disponible sur www.dentmat.com
26. DClase soft tissue diode laser disponible sur : www.dcinter.com/dclase.html
27. Pioneer pro disponible sur : https://pioneerlasers.com/pages/diodelasertech
28. Hyper diode 808 disponible sur : www.hyperphotonics.com
29. Wiser Laser disponible sur : http://www.wiserlaser.com/wiser/
30. Picasso and picasso lite disponible sur : www.amdlasers.com/download/manuals/OIM_feb_2015_sm.pdf
31. Spectre disponible sur http://www.cosmovisions.com/spectre.htm
32. Mester A, Mester A The History of Photobiomodulation: Endre Mester (1903-1984). Photomed Laser Surg. 2017 ; 35(8):393-394
33. Lin G-H, López del Amo FS, Wang H-L. Laser therapy for treatmentof peri-implant mucositis and peri-implantitis: an American Academy of Periodontology best evidence review. J Periodontol.2018;89:766–782
34. Mills, Rosen , Chambrone , Greenwell , Kao , Klokkevold , McAllister , Reynolds, Romanos , Wang. American Academy of Periodontology best evidence consensus statement on the efficacy of laser therapy used alone or as an adjunct to non-surgical and surgical treatment of periodontitis and peri-implant diseases.J Periodontol. 2018 ; 89(7):737-742



SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.

RENE Pierre - Titre complet : Le laser à faible puissance en parodontie

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix-Marseille Université : 2019

Rubrique de classement : Biomatériaux

Résumé :
La thérapie laser à faible puissance est très peu utilisée à ce jour par les praticiens en cabinet. Les lasers à faible puissance sont étudiés depuis plusieurs décennies et les résultats sont controversés. L'intérêt de ce travail est de recueillir les résultats des revues de littératures récentes pour juger de l'efficacité de la thérapie laser à faible puissance dans le domaine de la parodontie principalement. Le but étant de savoir si l'utilisation d'un laser dans la pratique quotidienne de nos cabinets est nécessaire.
La première partie expose les propriétés du laser en général.
La deuxième partie traite du laser à faible puissance et de ces propriétés.
La troisième partie détaille l'efficacité du laser à faible puissance dans le traitement de diverses pathologies liées au parodonte.
La quatrième partie recueille les résultats des revues de best evidence en 2018 sur l'efficacité de la thérapie laser à faible puissance en parodontie.

Mots clés : laser
thérapie laser à faible puissance
parodontie

RENE Pierre - Title: Low power laser in periodontics

Abstract:
Low-power laser therapy is used very little currently by office practitioners. Low power lasers have been studied for several decades and the results are controversial. The interest of this work is to collect the results of the reviews of recent literature. This will allow us to judge the effectiveness of low power laser therapy in the field of periodontics mainly in order to know if the use of a laser in the daily practice of our offices is necessary.
The first part exposes the laser's properties in general.
The second part deals with the low power laser and these properties.
The third part details the effectiveness of the low power laser in the treatment of various periodontal diseases.
The fourth part collects the results of the best evidence reviews in 2018 on the effectiveness of low power laser therapy in periodontics.

MeSH: laser
low level laser therapy
periodontics

Adresse de l'auteur :
303 impasse des écureuils
83 190 OLLIOULES