Intérêt et indications différentielles du laser CO₂ en odontostomatologie

Interest and indications of the CO₂ laser in odontostomatology

Résumé

Abstract

MOTS-CLEFS :

- Laser CO₂, peu pénétrant, chirurgie des tissus mous, indication de choix, effet ablatif

KEYWORDS:

- CO₂ laser, low penetrating, soft tissue surgery, gold standard

Les traitements laser sont des thérapeutiques ayant fait leur preuve depuis plus d'une trentaine d'années dans le domaine médical. Il existe plusieurs lasers en odontostomatologie : - Nd Yap (1340 nm), Nd Yag (1064 nm) et Diode (910 nm). Absorbé dans les tissus mous donc dits pénétrants.

- D'autres lasers comme le laser CO₂ (10600 nm) ou Erbium Yag (2940 nm) ayant un effet photo ablatif (tissus mous pour le CO₂, tissu dur pour le Erbium Yag) et sont dits peu pénétrants.

Le but de cet article est de dégager les indications de choix du laser CO₂, le laser illustré par des cas cliniques réalisés avec le laser SHARPLAN (1020) depuis 1992 à nos jours ; celles-ci concernent essentiellement la chirurgie des tissus mous, en effet le laser CO₂ permet de réaliser une découpe des tissus mous sans saignement, il permettra donc une incision des tissus mous en mode focalisé comme un véritable bistouri lumière, un désépaississement de surface en mode defocalisé, avec des suites post-opératoires beaucoup moins importantes qu'avec une lame froide, il présente de plus un effet bactéricide.

Les indications de choix des autres lasers seront abordées et discutées. Le laser CO₂, malgré son ancienneté, garde néanmoins toute son actualité dans notre arsenal thérapeutique laser.

The laser treatments are therapies with proven themselves for over thirty years in the medical field.

There are several lasers in dentistry:

- Nd Yap (1340 nm), Nd YAG (1064 nm), LED (910nm) absorbed in the soft tissues are called "penetrating laser"

- Other lasers such as CO₂ laser (10600 nm) or Erbium YAG (2940 nm) with an ablative photo effect (soft tissue for CO₂ - hard tissue for the Erbium Yag) are called "low penetrating laser".

The aim of this work is to identify the indications for choosing the CO₂ laser illustrated by clinical cases performed with the laser SHARPLAN (1020), from 1992 to present.

These cases mainly concern the soft tissue surgery. The laser CO₂ is bactericidal, It allows cutting of soft tissue without bleeding. It will present an incision soft tissue in focused mode like a real knife light. It will present a peeling surface in defocused mode with much smaller postoperative following Indications for choosing other lasers wavelengths will be discussed and debated.

The CO₂ laser despite its age still retain all its relevance in our laser armamentarium.

AOS 2015;271:23-32
DOI: 10.1051/aos/2015204
© EDP Sciences 2015

► **Dr David Vincent Dilouya**, Chirurgien-Dentiste, Diplômé de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Paris V – DEA de Biologie et Biomatiériaux du Milieu Buccal et Osseux, Paris V - Paris VII – Maître en Sciences Biologiques et Médicales de la Faculté de Médecine de Paris V – CES en Parodontologie - DU de Prothèse Implantaire et Chirurgie Implantologique, Paris V – DU de Chirurgie Reconstructrice Preimplantaire, Paris XI - DU européen en chirurgie dentaire laser assistée, Paris VII Chargé d'Enseignement au DU en chirurgie dentaire laser assistée Paris VII Expert Près de la Cour D'Appel de Paris

INTRODUCTION

Laser est l'acronyme de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (amplification de lumière par émission stimulée de radiation), appliquant le postulat d'émission stimulée énoncé par Einstein en 1917. Il n'existe pas un laser mais des « lasers », chacun ayant pour spécificité la longueur d'onde unique des photons en phase qui composent son rayonnement puissant et monodirectionnel.

Depuis la découverte du laser rubis par Maiman en 1960 et la mise au point du laser CO₂ par Patel en 1964, les techniques lasers trouvent leurs indications dans différentes spécialités médicales comme le laser argon, ainsi que le laser excimer en ophtalmologie, ou comme le laser CO₂ en ORL, en gynécologie puis en odontostomatologie.

Chaque longueur d'onde d'une émission laser donnée agira donc spécifiquement sur un tissu cible en fonction du spectre d'absorption du tissu vis-à-vis de la longueur d'onde lumineuse choisie.

Ainsi, pour obtenir un effet thérapeutique de la part d'un laser, il faut choisir un rayonnement laser spécifique du tissu cible qui nous intéresse.

Les tissus cibles dans notre discipline odontostomatologique sont :

- ▀ les tissus mous : la gencive ou le tissu de granulation ;
- ▀ les tissus durs : l'os, la dentine, l'émail.

Les premiers cas cliniques répertoriés en odontostomatologie ont été ceux de Taylor en 1965 sur des tissus mous linguaux avec un laser rubis, puis ceux de Goldman en 1970 sur les tissus osseux avec un laser CO₂.

Depuis de nombreux lasers ont été utilisés et étudiés en odontostomatologie :

- ▀ **Laser hélium-néon** : c'est l'un des premiers lasers disponibles, mis au point par Javan et Bennett en 1960 ; il est utilisé dès les années 1980 pour son effet trophique, anti-inflammatoire et antalgique. À l'heure actuelle, il sert souvent de mire de visée couplé à un autre laser puisque sa longueur d'onde de 633 nanomètres et de couleur rouge émet dans le visible.
- ▀ **Lasers diodes ou à semi-conducteurs** : ces lasers émettent dans le proche infrarouge entre 800 et 1 000 nanomètres ; peu absorbés par les tissus mous, ils sont classés parmi les lasers dits « pénétrants ».
- ▀ **Laser Nd-YAG** : il émet à une longueur d'onde de 1 064 nm, donc dans l'infrarouge. Il est classé parmi les lasers pénétrants au même titre que les diodes, ce qui lui permettra une action décontaminante en profondeur (Ben Hatit et al.1996 ; Cobb et al.1992).
- ▀ **Laser Nd-YAP** : pénétrant. Sa longueur d'onde émet à 1 340 nm et son absorption est plus importante dans

les tissus mous que le Nd-YAG ; la pénétration de son rayonnement étant inférieure à 1 mm.

- ▀ **Laser Erbium-YAG** : photo-ablatif, peu pénétrant. Sa longueur d'onde est de 2 940 nm ; son pic maximum d'absorption se trouve dans l'eau et l'hydroxyapatite. Ce laser est donc absorbé, il est peu pénétrant dans les tissus mous comme dans les tissus durs donc il sera très efficace dans les tissus durs en particulier pour l'élimination des tissus dentinaires cariés ou la chirurgie osseuse. Il permet l'ablation des tissus durs.
- ▀ **Laser CO₂** : photo-ablatif. La longueur d'onde de 10 600 nm le place dans l'infrarouge plus lointain ; il est donc classé dans les lasers peu pénétrants, absorbés, permettant une photo-ablation des tissus mous. Le laser CO₂ est utilisé depuis de nombreuses années dans de nombreuses disciplines médicales. C'est pour ma part après avoir observé en 1990 l'utilisation du laser CO₂ par les ORL, notamment dans les techniques de chirurgie des cordes vocales du voile du palais pour le traitement du ronflement et des apnées du sommeil, que j'ai choisi d'intégrer les thérapeutiques lasers CO₂ dans ma pratique quotidienne depuis 1991.

Le but de ce travail est de présenter les différentes indications du laser CO₂ en précisant pour chacune d'entre elles celle pour laquelle nous considérons que le laser CO₂ est l'indication de choix, en indiquant les paramètres utilisés ainsi que les paramètres habituellement conseillés, en l'illustrant par des cas cliniques, en précisant les indications où nous considérons qu'une autre longueur d'onde semble complémentaire ou plus adaptée.

MATÉRIEL

Le laser CO₂ : principe technologique

Le milieu actif de ce laser à gaz est le dioxyde de carbone. Le pompage électrique excite d'abord un gaz intermédiaire puis, grâce à des collisions intermoléculaires, le milieu actif est sollicité.

Longueur d'onde du rayonnement

Les lasers CO₂ utilisés en odontostomatologie ont une longueur d'onde de 10,6 µm. En raison de sa longueur d'onde infrarouge, le rayonnement est arrêté par le verre. Il ne peut être conduit, contrairement à celui des lasers Nd-YAG, Nd-YAP, Erbium-YAG, et diode, par une fibre optique à cœur de silice. C'est là une carence pour cette technique. Les fibres en thallium sont toxiques et les fibres en chlorure d'argent ne sont pas suffisamment minces.

Descriptif du matériel médical

Différents types de laser CO₂ ont été proposés en odontologie :

- ▶ laser à guide d'onde scellé (5 watts qui n'est plus utilisé), distribué dans les années 1985 à 1995, il n'est plus disponible actuellement ;
- ▶ laser avec transmission par fibre creuse flexible, avec une puissance de 0,5 à 15 watts ne présentant pas de mire de visée hélium néon ;
- ▶ laser à bras articulé d'une puissance de 0,5 à 20 watts :
 - ▶ deux modes d'émission peuvent être suffisants en chirurgie (un mode continu, un mode pulsé). Comme la majorité des lasers CO₂, une mire de visée hélium néon de couleur rouge est couplée au rayon laser de 10 600 nm qui, lui, est invisible. Cependant les lasers CO₂ de dernière génération proposent les modes d'émissions supplémentaires suivants :
 - ▶ 4 modes d'émission :
 - a) un mode continu : CW de 0 à 25 watts avec timer et temps d'application général intégré ;
 - b) un mode Single Pulse : émission d'un seul pulse réglable de 10 ms à 500 ms avec répétition programmable, soit à la pédale, soit par timer (entre 1 s et 5 s) ;
 - c) un mode Repeat Pulse : émission d'une rafale de pulses réglables de 10 ms à 50 ms avec contrôle du temps d'action de la rafale dans 1 seconde (le timer sur 1 seconde correspond à une émission en continu des pulses) ;
 - d) un mode Ultra Pulse : avec réglage du pulse de 0,5 ms à 5 ms.

MÉTHODES

Paramétrages

Paramètres indicatifs utilisés

- ▶ Continu focalisé (3 à 7 watts) pour toute section.
- ▶ Continu défocalisé (3 à 7 watts) pour toute plastie.
- ▶ Continu focalisé (1 à 3 watts) pour toute plastie fine.
- ▶ Tir unique ou tir répété.
- ▶ Tir répété pour tout traitement sur tissu dentinaire, avec H₂O₂ (0,5 à 2 watts).
- ▶ Continu défocalisé pour toute suture laser ou hémostase (2 à 5 watts).
- ▶ Continu défocalisé pour décontamination de lésion osseuse, avec ou sans H₂O₂ (2 à 5 watts).
- ▶ Continu très défocalisé pour toute biostimulation (0,5 à 1 watt).

NB : En clinique, le programme du laser est fonction de l'indication du traitement, de l'épaisseur des tissus,

des pathologies en présence, et sera réévalué après un premier tir minoré ; le mouvement imprimé à la pièce à main étant de type « balayage » au pinceau ; le temps de repos dans les cas présentés étant pour ce laser en mode manuel (par interruption de l'action de la pédale).

Normes de sécurité et précautions d'usage

Le laser est un laser de classe IV

Les lasers classe IV sont des lasers de puissance utilisés en médecine et en chirurgie, qui sont dangereux pour l'œil et la peau par rayonnement direct ou diffusé. Ils peuvent être à l'origine de brûlures cutanées, incendies, lésions rétinienne.

Précautions cliniques

- ▶ Des lunettes protectrices particulières ayant des capacités de filtration sont nécessaires pour le personnel soignant et pour les patients.
- ▶ Les zones entourant le site à opérer seront protégées par des compresses humides - Écarteurs opaques ne réfléchissant pas la lumière - Protection des tissus dentaires environnants si nécessaire.
- ▶ Une aspiration chirurgicale devra être utilisée pour aspirer les fumées dégagées par l'effet thermique pouvant être facteurs d'irritation bronchiques.
- ▶ Touches « stand by » et bouton d'arrêt d'urgence dans les normes constructeurs du laser.

Précautions ergonomiques

- ▶ Il faut éviter de laisser des flacons de perfusion intra-veineuse suspendus au-dessus du laser CO₂.
- ▶ Le laser CO₂ peut provoquer un incendie si le faisceau est dirigé vers des matériaux inflammables (champs en tissu, compresses).
- ▶ Solutions antiseptiques inflammables, préparations à base d'alcool.
- ▶ Protoxyde d'azote.
- ▶ Spray anesthésiant.
- ▶ Gaz utilisés durant l'anesthésie ne devant pas comporter plus de 35 % d'oxygène.
- ▶ Sondes d'intubation en PVC.

Caractéristiques cliniques du laser CO₂

Le laser CO₂ a une longueur d'onde de 10 600 nanomètres, le situant dans le moyen infrarouge du spectre électromagnétique.

Il présente :

- ▶ un coefficient d'absorption élevé dans les tissus riches en eau, et également tous les tissus qui en contiennent sans relation avec la couleur du tissu (98 % du faisceau est absorbé dans les premiers 0,01 millimètre

d'un tissu cible muqueux, permettant d'obtenir en fonction de la focalisation du rayon une incision ou une hémostase) ;

- ▶ une incision exsangue, ou une désépithélialisation de surface exsangue ;
- ▶ une hémostase (hémostase des vaisseaux sanguins de moins de 0,5 millimètre de diamètre) ;
- ▶ un effet thermique important mais limité à 0,1 et 0,2 millimètre d'épaisseur ;
- ▶ un effet stérilisant bactéricide dû à l'effet thermique ;
- ▶ un effet trophique ;
- ▶ un coefficient d'absorption dans le spectre de l'hydroxyapatite donc avec un effet de coupe sur les tissus durs.

Laser CO₂ et tissus mous

Le laser CO₂ est la thérapeutique de choix dans le traitement des tissus mous, en particulier dans toutes techniques d'éviction muqueuse, à savoir toutes les manœuvres de :

- ▶ gingivectomie [47] ;
- ▶ traitement des tumeurs bénignes de la cavité buccale (Barak 1994) ;
- ▶ traitement des mucocèles, des lithiases salivaires (Barak 1994) ;
- ▶ frénectomie ou frénotomie ;
- ▶ remodelage muqueux ;
- ▶ élimination des pigmentations gingivales [9] ;
- ▶ éviction des tissus de granulation à la face interne d'un lambeau d'assainissement ;
- ▶ élimination de tissu de granulation kystique ;
- ▶ élimination de tissu de granulation après extraction.

Du fait de sa rapidité d'exécution sur les tissus mous, de son effet bactéricide, sans saignement, augmentant la visibilité de l'utilisation d'un spot lumineux plutôt que d'un instrument à main et permettant une accessibilité plus facile des zones opératoires, le confort d'exécution du praticien est décuplé voire transformé et le temps d'exécution est largement diminué.

Le laser CO₂ correspond donc à la technique de choix sur les tissus mous.

De plus, l'effet bactéricide du laser CO₂ diminue de manière importante les suites postopératoires et le temps de cicatrisation.

Lasers CO₂ et tissus durs

Le traitement des tissus durs par le laser CO₂ a été une voie d'investigation dans les années 1980 (paramètre 3 watts discontinu focalisé même si son effet d'ablation était faible), son action thermique de pyrolyse et de fusion lui ont vu attribuer des propriétés de stérilisation sur la dentine, de restructuration et de fusion de l'hydroxyapatite dentinaire entraînant une augmentation de la dureté de surface de dentine traitée.

Ces propriétés ne sont en réalité objectivées qu'au niveau du point d'impact lumineux. En effet, les puissances utilisées lors des études tests et l'effet thermique important sont toujours accompagnés de fissures périphériques lors du refroidissement augmentant largement la perméabilité dentinaire globale.

De plus le laser Erbium-YAG (2 940 nm) est de loin plus indiqué pour le traitement des tissus durs [32].

L'ablation des tissus durs par la lumière Erbium-YAG est un processus thermomécanique dû à une brusque évaporation des molécules d'eau du fait de la forte absorption du rayonnement par les molécules d'eau contenues dans les tissus augmentant subitement la pression interne (provoquant des micro-explosions se faisant à distance des tissus au niveau des particules vaporisées au moment de l'impact lumineux).

L'utilisation du laser Erbium-YAG se fait entre 60 et 500 millijoules de fréquence 1 à 15 hertz.

L'éviction des tissus durs émail et dentine par le laser Erbium-YAG est réalisée à une vitesse comparable à celle réalisée par une fraise diamantée.

De plus, l'action du laser Erbium-YAG sur les tissus durs se fait sans tâche brunâtre et sans carbonisation du tissu irradié.

L'élévation de température du laser Erbium-YAG lors de l'éviction des tissus durs sous irrigation (6 millilitres par minute) se situe entre 2 et 5 degrés, ce qui est compatible avec la physiologie pulpaire.

L'Erbium-YAG est donc le laser de choix dans le traitement des tissus durs.

Propriété bactéricide du laser CO₂

On attribue au laser CO₂ un effet bactéricide puissant sur les tissus irradiés [41] et donc un potentiel de détoxification sur la dentine cariée, sur le ciment toxifié ou sur les tissus mous infiltrés de tissu de granulation, lié probablement à l'effet thermique par absorption de l'eau intracellulaire couplée à la vaporisation.

INDICATIONS ET CAS CLINIQUES

Indications et cas cliniques

Éviction de tissu carieux

L'éviction de tissu carieux au laser CO₂ ne semble pas être une indication de choix pour cette longueur d'onde en comparaison avec les performances de l'Erbium-YAG sur l'émail et la dentine.

Décontamination de dentine infiltrée

La décontamination de dentine infiltrée est cependant une application intéressante (paramètres : sous H₂O₂ : 2 à 3 watts 20 hertz défocalisé).

Pulpotomie haute et coiffage direct

Traitement endodontique

• Traitement endocanalair

Les longueurs d'ondes pouvant être fibrées comme le Nd-YAG (100 millijoules, 10 herz, fibre 200 microns) ou le Nd-YAP (entre 1,8 watts à 5 herz et 2 W à 10 Hz fibre 200 microns) sont plus adaptées aux traitements endodontiques [11].

• Chirurgie endodontique

C'est une application intéressante du laser CO₂ de par son effet sélectif sur le tissu de granulation, son effet bactéricide, l'accessibilité du rayon à la lésion plus facile qu'avec des instruments rotatifs, la visibilité accrue par l'hémostase immédiate plus efficace et moins invasive que ceux-ci (aux paramètres suivants 2 watts 20 hertz défocalisés).

L'Erbium-Yag est cependant une longueur d'onde plus adaptée à la chirurgie endodontique [44, 45], puisqu'elle permet en plus de couper la partie apicale infiltrée, d'éliminer le tissu de granulation et de cruanter la plaie osseuse de manière à obtenir une régénération optimale (80 millijoules, 20 hertz, pour la décontamination de la plaie osseuse ; 200 millijoules, 20 hertz type de 600 microns pour l'ablation de la partie apicale infiltrée (Rey, 2010).

Chirurgie buccale

Tumeur bénigne de la cavité buccale

Paramètre utilisé pour l'excision des tumeurs bénignes de la cavité buccale : entre 3 et 5 watts en mode continu, rayon focalisé pour s'en servir comme d'un bistouri optique.

C'est une indication de choix.

▲ Fig. 1, 2, 3 et 4 : Exérèse d'une tumeur bénigne au niveau de la pointe de la langue, vue peropératoire.

◀ Fig. 5 : Exérèse d'une tumeur bénigne au niveau de la pointe de la langue, vue postopératoire à une semaine.

Mucocèle ou grenouillette

Paramètre : ablation tissu mou en profondeur type dissection 3 à 5 watts en mode continu défocalisé en vue de limiter les récurrences fréquentes de ce type de lésion. C'est une indication de choix.

▲ Fig. 6 : Traitement d'un ranula au niveau de la lèvre inférieure.

▲ Fig. 7 : Vaporisation en profondeur en mode défocalisé pulsé 3 à 5 watts.

◀ Fig. 8 : Vue postopératoire à une semaine.

Élimination des pigmentations gingivales

• Traitement de l'aphte buccal

1 watt continu mode défocalisé.

• Traitement de l'herpès labial

1 watt continu mode défocalisé.

• Traitement de tumeur précancéreuse : leucokératose

Le laser CO₂ est particulièrement adapté pour ce type de lésion qui s'étend en surface.

Le traitement de ces lésions (mode défocalisé de 3 à 5 watts continu) par désépithélialisation par vaporisation de la lésion en surface constitue une indication de choix d'utilisation du laser CO₂ améliorant très nettement le pronostic de la lésion, ainsi que le confort fonctionnel du patient.

• Traitement des lésions cancéreuses de la cavité buccale

L'intérêt du laser CO₂ se porte sur des lésions localisées de type carcinome épidermoïde *in situ* dans sa forme débutante et permet de pratiquer une exérèse biopsie afin de faire un diagnostic ou de confirmer un diagnostic rapidement et d'adresser le patient au service

d'oncologie compétent. Le médecin anatomopathologiste devra être informé du type de la technique de prélèvement pour ne pas être surpris par les bords carbonisés du prélèvement.

Chirurgie préprothétique

Prothèse fixée

• *Plastie gingivale préprothétique*

Une véritable sculpture gingivale exsangue peut être réalisée au niveau des futurs sites d'intermédiaire de bridge afin d'améliorer et de préparer le profil d'émergence des futures prothèses.

◀ Fig. 9 : Plastie gingivale préprothétique 3 à 5 watts en mode défocalisé.

◀ Fig. 10 : Noter l'intégration prothétique liée à l'aménagement du profil d'émergence.

• *Allongement de couronne clinique (en mode focalisé, 1 à 3 watts, continu)*

◀ Fig. 11 : Allongement de couronne clinique.

Prothèse amovible

• *Approfondissement de vestibule (en mode focalisé, 3 à 5 watts, continu)*

C'est une indication de choix.

• *Élimination de crêtes flottantes (mode défocalisé de 3 à 5 watts continu)*

C'est une indication de choix.

Parodontie

Chirurgie mucogingivale

• *Freinectomie*

C'est une indication de choix du laser CO₂ en particulier chez l'enfant.

Cette intervention sera réalisée en mode focalisé 3 à 5 watts continu, elle permettra la section exsangue du frein et de placer la nouvelle limite du nouveau frein en position plus apicale, puis de terminer en mode défocalisé pour l'élimination des brides résiduelles, de désépaissir les bords et de réaliser une hémostase.

Mademoiselle J, 8 ans, ne présentant pas de pathologie d'ordre général. Adressée par une correspondante orthodontiste pour une frénectomie du frein médian maxillaire supérieure.

▲ Fig. 12 : Noter la tension des tissus et le volume du frein.

▲ Fig. 13 : Frénectomie laser réalisée en mode focalisé 3 à 5 watts continu. Section exsangue du frein, limite du nouveau frein en position plus apicale. Élimination des brides résiduelles, désépaississement, hémostase en mode défocalisé.

◀ Fig. 14 : Cicatrisation à 10 jours postopératoire avec début de fermeture du diastème.

• Réalignement de collets

C'est une indication de choix du laser CO₂. Un marquage des tissus peut être réalisé en mode focalisé 1 watt continu servant de véritable guide chirurgical.

Une exérèse des tissus muqueux en excès peut être réalisée (en mode focalisé, 3 à 5 watts, continu). Suivi d'une hémostase éventuelle (mode focalisé 3 à 5 watts, continu). Un réaménagement des tissus mous (ex-frénectomie) peut être réalisé dans la même séance. Un aménagement éventuel des tissus durs (sans lambeau) respectant l'espace biologique peut être réalisé avec l'Erbium-YAG ou de manière conventionnelle avec une fraise diamantée.

Mademoiselle G, 18 ans, ne présentant pas de pathologie générale.

Elle souhaite améliorer l'esthétique de son sourire gingival.

▲ Fig. 15 : Sourire gingival. Noter l'inflammation gingivale liée à l'excès tissulaire.

▲ Fig. 16 : Un marquage des tissus peut être réalisé en mode focalisé 1 watt continu servant de véritable guide chirurgical.

▲ Fig. 17 : Exérèse des tissus muqueux en excès et frénectomie réalisée dans la même séance (en mode focalisé, 3 à 5 watts, continu). Hémostase et plastie des bords (mode focalisé 3 à 5 watts, continu).

▲ Fig. 18 : Excellente cicatrisation à 15 jours. Amélioration de l'esthétique du sourire. Traitement de l'inflammation gingivale.

• **Augmentation de gencive kératinisée** par approfondissement simple de vestibule ou par préparation de site receveur par greffe épithélioconjonctive (mode focalisé 3 à 5 watts continu).

Traitement de la maladie parodontale

Le laser CO₂ peut être utilisé pour le traitement de la réduction des poches parodontales.

• **Sans lambeau** : par désépithélialisation de surface en mode défocalisé paramètre 3 à 5 watts continu. Cette

indication du laser CO₂ est particulièrement intéressante pour un sujet portant des brackets d'orthodontie. Traitement d'une poche parodontale au niveau de la face palatine avant réalisation prothétique en mode défocalisé 3 à 5 watts, continu.

◀ Fig. 19 : Traitement d'une poche parodontale au niveau de la face palatine avant réalisation prothétique. En mode défocalisé 3 watts, continu.

• **Avec lambeau** : le laser CO₂ peut être utilisé lors d'une chirurgie parodontale à lambeau, au niveau de la face interne de celle-ci, ainsi qu'au niveau des zones interdentaires, en mode défocalisé, 3 à 5 watts continu. Cependant, compte tenu des données actuelles (Rey et al.), nous considérons que les lasers pénétrants, comme le laser diode 980 nm superpulsé (2,5 watts, 6 000 hertz, Ton 30 %), en association avec l'eau oxygénée, constitue la longueur d'onde de choix pour le traitement de la maladie parodontale.

• Biostimulation parodontale

De même, un traitement de biostimulation postopératoire gingivale peut être réalisé au laser CO₂ en mode continu 1 watt à 15 cm, très défocalisé.

Cependant, nous considérons que le laser diode 980 nm superpulsé (3 watts continu, lentille défocalisante) par action pénétrante est une longueur d'onde plus adaptée pour la biostimulation des tissus mous que le laser CO₂.

Implantologie

Extraction-implantation

Nous privilégierons les techniques d'extraction-implantation sans lambeau toujours dans un souci de réaliser la technique la moins invasive possible et d'obtenir la plus faible rétraction tissulaire postopératoire à l'aide du protocole suivant :

après extraction, l'élimination du tissu de granulation au sein d'une alvéole déshabillée est réalisée à l'aide du laser CO₂ (paramètre 3 à 5 watts - mode continu défocalisé) de manière plus efficace que celle obtenue avec d'autres instruments à main ou rotatifs grâce à :

► l'action spécifique du laser CO₂ sur les tissus mous de granulations adhérents à l'os qui sont éliminés en préservant le volume alvéolaire ;

- ▶ l'accessibilité plus grande du spot lumineux aux lésions intra-osseuses ;
- ▶ la visibilité accrue lors de l'acte opératoire obtenue par l'hémostase immédiate de l'alvéole ;
- ▶ l'effet bactéricide du rayon laser CO₂ sur les tissus irradiés.

Son action d'exérèse rapide sur le tissu de granulation peut être couplée avec une action de décontamination et de biostimulation par un laser pénétrant type diode sous H₂O₂ (2 watts, 3 000 hertz, diode 25 %, fibre 400 microns).

Un forage est ensuite réalisé en utilisant une séquence classique implantaire, permettant la préparation habituelle du site avec la mise en place immédiate du (ou des) implant(s).

◀ Fig. 20 : 21 et 22 à extraire.

◀ Fig. 21 : Décontamination de l'alvéole au laser CO₂ sans lambeau 3 à 5 watts continu défocalisé.

Cette préparation préalable permettra d'augmenter le taux de réussite des techniques d'extraction implantaire et de poser des indications sur des sites présentant des foyers infectieux.

Traitement des complications implantaires avec conservation de l'implant

Le laser CO₂ utilisé sur la surface implantaire permet la décontamination de cette surface et l'élimination des tissus de granulation à ce niveau sans altérer la surface du titane (2 à 3 watts continu défocalisé). Ce traitement pourra donc être associé et améliorer le pronostic

◀ Fig. 22 : Irradiation de la surface d'un implant au laser CO₂.

d'un traitement par comblement afin de favoriser une régénération osseuse péri-implantaire.

Cependant, nous considérons que l'utilisation du laser pénétrant type YAP (permettant de plus une technique sans lambeau) couplée à l'eau oxygénée (200 milijoule, 30 herz, fibre 320 microns, Ton 30 %) reste l'indication de première intention du traitement des péri-implantites.

Gestion d'un échec implantaire par réimplantation immédiate

La décontamination de la lésion osseuse au sein de l'alvéole déshabillée par la dépose d'un implant non ostéo-intégré, en mode défocalisé 2 à 5 watts, avec ou sans H₂O₂ (eau oxygénée), permet de gérer simplement et sans lambeau un échec implantaire. Son action d'exérèse rapide sur le tissu de granulation peut être couplée avec une action de décontamination et de biostimulation par un laser pénétrant type diode sous H₂O₂ (2 watts, 3 000 hertz, diode 25 %, fibre 400 microns). Le protocole est ainsi similaire à celui vu ci-dessus concernant la technique d'extraction implantation sans lambeau, un implant de diamètre supérieur pouvant être immédiatement stabilisé dans l'alvéole.

Le laser CO₂ permet une décontamination plus rapide et plus efficace, par l'hémostase obtenue, par l'accessibilité facilitée de gérer dans une seule séance des sites à situations complexes et des foyers infectieux multiples, il permet ainsi de diminuer le nombre de séances de chirurgie.

DISCUSSION

Inconvénients du laser CO₂

- ▶ Il ne peut être conduit à l'heure actuelle par une fibre optique. Il est donc moins adapté pour les traitements endodontiques que les lasers fibrés, en particulier le Nd-YAG et le Nd-YAP, sans compter l'onde de choc décrite avec ces longueurs d'onde en endodontie [11].
- ▶ Il est peu pénétrant dans les tissus mous, il sera donc moins performant que le laser diode dans le traitement de la maladie parodontale (Rey, Missika 2010).
- ▶ Il présente moins d'intérêt sur le traitement des tissus durs que le laser Erbium-YAG, de loin plus performant tant en ce qui concerne l'effet de coupe que le respect de la physiologie pulpaire [34].

Avantages du laser CO₂

- ▶ Fortement bactéricide dû à l'effet thermique [29].
- ▶ Il permet un exérèse plus rapide et moins invasive due à sa plus faible pénétration que les autres longueurs d'onde (Barak 1990).

► L'hémostase obtenue est plus efficace qu'avec les autres lasers cités ci-dessus, celle-ci accroît la visibilité de l'acte et augmente la rapidité d'exécution, aussi bien pour les techniques de section ou d'ablation de surface, de manière plus précise, qu'avec les autres lasers cités ci-dessus.

CONCLUSION

Malgré la mise au point et l'émergence des nouveaux lasers en chirurgie dentaire et des progrès réalisés

dans les applications et le paramétrage de ceux-ci, le laser CO₂ reste néanmoins la longueur d'onde de choix pour toute chirurgie de type exérèse ou désépithélialisation de surface des tissus mous, du fait de sa simplicité d'utilisation de paramétrage, sa rapidité d'exécution, l'hémostase obtenue instantanément, offrant un confort peropératoire et postopératoire important.

Si l'on ajoute à cela la reproductibilité des résultats cliniques obtenus, nous pouvons conclure que le laser CO₂ garde une place de choix au sein de notre arsenal thérapeutique laser.

Bibliographie

- [1] Aoki A, Ando Y, Watanabe H, Ishikawa I. In vitro studies on laser scaling of subgingival calculus with an erbium: YAG laser. *J Periodontol* 1994;65(11):1097-1106.
- [2] Altshuler GB, Dal Fante M. Medical applications of lasers in dentistry. *SPIE* 1996
- [3] Altshuler GB, Blankenau RJ. *Advanced laser dentistry, SPIE Vol.* 1984, 20- 23 june 1994.
- [4] Barak S, Horowitz I, Katz J, Kaplan I. *Experiences with the CO₂ laser in the surgical treatment of intraoral salivary gland pathology, J Clin Laser Med Surg.* 1991 Aug;9(4):295-296
- [5] Barak S, Katz J, Kaplan I. The use of the CO₂ laser in oral surgery in the military. *J Clin Laser Med Surg* 1992;10(1):31-35.
- [6] Barak S, Mintz S, Katz J. The role of lasers in ambulatory oral maxillofacial surgery. *Operative techniques in otolaryngology* 5: 244-249.
- [7] Behrens VG, Gutknecht N, Renziehausen R, Lampert F. Die Transmission und Absorption der Temperatur und Energie des Nd:YAG Lasers im Dentin. *ZWR* 1993;102:629-634.
- [8] Borrell LN, Papapanou PN. Analytical epidemiology of periodontitis. *J Clin Periodontol* 2005;32 suppl 6:132-158.
- [9] Calderon S, Gannot I, Dror J, Dahan R, Croitoru N. Optical fibres in medicine. Abstract n° 1420. *Society of photo-optical instrument engineering* 1991;108.
- [10] Cobb CM. Lasers in periodontics: a review of the literature. *J Periodontol* 2007;(4):597-7; author reply 597-600.
- [11] Costesque M. Résultats cliniques des traitements endodontiques laser assistés (communication orale, laser Paris Garancière), 2012.
- [12] Crespi R, Barone A, Covani U. Histologic evaluation of three methods of periodontal root surface treatment in humans. *J Periodontol* 2005;76(3):476-481.
- [13] Dilouya D, Danan M, Caillon P. Apport de l'ostéo-intégration dans le traitement de la parodontite de l'adulte *Alpha Oméga News* 1998;42:0-15.
- [14] Dilouya D. Les implants recouverts d'hydroxyapatite, revue de littérature et perspective d'avenir, données cristallo-graphiques. *Entretiens de Cochin. Paris*, 1996.
- [15] Dilouya D. Application clinique du laser CO₂. *Congrès Alpha-Oméga Nouvelles Technologies. Paris, Cochin*, 1997.
- [16] Dilouya D, Kamami YV. Odontostomatologie et laser, le laser en pratique médicale. Chap. 10 : 132-139. Paris. *Abrégés Masson*.
- [17] Dilouya D. Intérêts du laser CO₂ en implantologie immédiate. *Cours dans le cadre du Diplôme universitaire de chirurgie et prothèse implantologiques. Paris, Cochin, janvier* 1997.
- [18] Dilouya DV, Kamami YV. Odontostomatologie et laser. Le laser en pratique médicale. Chap. 10 : 132-139 Paris. *Abrégés Masson*. 1997.
- [19] Dilouya DV. Laser en Odontologie. *L'information dentaire* n° 23, 6 juin 2007.
- [20] Dilouya DV. Indications différentielles du laser Erbium-Yag et du laser CO₂ en odontostomatologie. Perspectives d'avenir en implantologie immédiate. *Alpha Omega News* 2000;54:14-18.
- [21] Dilouya DV. Perspectives d'avenir des thérapeutiques laser en odontostomatologie. *Alpha Oméga News* 1999;49:19-20.
- [22] Dilouya DV. Thérapeutiques parodontales conventionnelles ou implantologie ? *Critères de décision : L'information dentaire* n° 16, 19 avril 2006.
- [23] Gafni G, Revcolevschi A, Dilouya D, Septier D, Goldberg M. Congrès de Chimie cristallographique, Crystal growth of hydroxyapatite in physiological conditions on in vitro model for biomineralization. *Jerusalem*, 1994.
- [24] Goldman L, Gray JA, Goldman J, Goldman B, Meyer R. Effect of laser impacts on teeth. *J Am Dent Assoc.* 1965;70:601-606.
- [25] Gutknecht N, Kaiser F, Hassan A, Lampert F. Long-term clinical evaluation of endodontically treated teeth by Nd:YAG lasers. *J Clin Laser Med Surg* 1996;14:7-11.
- [26] Hibst R, Keller U. Heat effect of pulsed ER: YAG laser radiation u, *SPIE* 1990.
- [27] Hibst R, Keller U. The mechanism of Er: YAG laser induced ablation of dental hard substances: experiments and modeling. In: ed. O'Brien SJ, Wigdor H, Dederich DN, Trent A, editors, *Lasers in Orthopedic, Dental and Veterinary Medicine II. Proceedings of Biomedical Optics Conference. Los Angeles*, 1993;1880:156-162.
- [28] Hibst R, Keller U. « Er: YAG laser for dentistry: basics, actual questions, and perspectives », *SPIE Proc. of medical applications of lasers II*, 1994;2327:76-86
- [29] Hooks TW, et al. Use of the carbon dioxide laser in sterilization of endodontic reamers. *Oral Surg* 1980;49(3):263-265.
- [30] Israel M, Cobb CM, Rossmann JA. The effects of CO₂, Nd: YAG and Er YAG lasers with and without surface coolant on tooth root surfaces. *J Clin Periodontol* 1997;24:595-602.

Bibliographie

- [31] Kamami YV, Dilouya DV. Intérêt du laser en chirurgie ambulatoire ORL et odontostomatologique. *Information Dentaire* 1998;17-18:1257-1262.
- [32] Keller U, Hibst R. Lasers in dentistry clinical application today and tomorrow. *SPIE Vol. 2080 Dental Applications of lasers*, 1993.
- [33] Keller U. Controlled tooth surface heating and sterilisation by erbium: YAG laser radiation. *SPIE* 1996, Vol. 2922 1119, pp 119-126.
- [34] Keller U, Hibst R. Medical applications of lasers II. *SPIE* 1994 vol. 2327, 6-10 september.
- [35] Keller U, Hibst R. «Patient's response to cavity preparation using the ER:YAG laser, 841. *SPIE Vol* 2922, pp. 84-87.
- [36] Komori T, Yokoyama K, Mastumoto Y, Mastumoto K. Erbium YAG and Holmium YAG laser root resection of extracted human teeth. *J Clin Laser Med Surg* 1997;15(1):9-13.
- [37] Lin PP, Ladner JR, Mitchell JC, Little LA, Horton JE. The effect of a pulsed Nd: YAG laser on periodontally diseased root surfaces: a SEM study. *J Dental Research* 1992;71 Special issue. 299 (abstract n° 1546).
- [38] M. Laser in dentistry. Massachusetts. *Penn Weil Publishing Co* 1991, 63-75.
- [39] Melcer J. Apport du laser à CO₂ dans la stérilisation de certaines infections d'origine dentaire. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1982;83(2-3):146-151.
- [40] Miyazaki A, et al. Effects of Nd: Yag and CO₂ laser treatment and ultrasonic scaling of periodontal pockets of chronic periodontitis patients. *J Periodontol* 2003;74(2):175-180.
- [41] Nammour S, Majerus P. Sterilization potentiel of the CO₂ laser. *Actual Stomato, Belg.*, 1991;88(4):183-186.
- [42] O'Leary TJ. The impact of research on scaling and root planing, *J Periodontal* 1986;57:69-75.
- [43] Paghdiwa AF. ER-YAG laser hard tissue effects, Moretti, M.: Laser in Dentistry. 1991 Massachusetts: Penn Well Publish Co, p.63-75.
- [44] Paghdiwa AF. Does the laser work on hard dental tissue? *J Am Dent Assoc* 1991;122(1):79-80.
- [45] Paghdiwala AF. Root resection of endodontically treated teeth by Erbium YAG laser radiation. *SPIE* 1991;Vol 1424 Lasers in orthopedic, dental, and veterinary medicine, pp 150-158.
- [46] Panje WR, Scher N, Karnell M. Transoral carbon dioxide laser ablation for cancer, tumors, and other diseases. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1989;115(6):681-688.
- [47] Pick RM, Pecaro BC, Silberman CJ. The laser gingivectomy - the use of the CO₂ laser for the removal of phenytoin hyperplasia. *J Periodontol* 1985;56(8):492-496.
- [48] Rey G. Efficacité des lasers en parodontologie. *La lettre de la stomatologie* 2009;43:4-20.
- [49] Rey G, Missika P. Les lasers et chirurgie dentaire. Innovation et stratégies cliniques. *Édition CdP*, 2010.
- [50] Rey G, Missika P. Traitements parodontaux et lasers en omnipratique. *Elsevier Masson*, 2010.
- [51] Romanos GE, Nentwig GH. Regenerative therapy of deep peri-implant infrabony defects after CO₂ laser implant surface decontamination. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28(3):245-255.
- [52] Page RC. Periodontal therapy: Prospects for the future. *J Periodontal* 1993;64:744-753.
- [53] Sandford MA, Walsh LJ. Differential thermal effects of pulsed vs. continuous CO₂ laser radiation on human molar teeth. *J Clinical Laser Medicine Surgery*, 1994;12(3) : 139-142, *Mary Ann Liebert, Inc., Publishers*.
- [54] Sbordone L, Ramaglia L, Gulletta E, Iancono V. Recolonisation of the subgingival microflora after scaling and root planing in human periodontitis. *J Periodontal* 1990;61:579-584.
- [55] Selzer S, Bender IB. The dental pulp. Biologic considerations in dental procedures, 3rd ed Philadelphia: Lippincott 1990, pp 200-201.
- [56] Socrasky SS, Haffajje AD, Goodson JM, Lindhe J. Related Articles, Links New concepts of destructive periodontal disease. *J Clin Periodontal* 1984;11(1):21-32.
- [57] Stabholz A, Zeltser R, Sela M, Peretz B, Moshonov J, Ziskhind D. The use of lasers in dentistry: principles of operation and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent* 2003;24(12):935-48; quiz 949. *Review PMID*.
- [58] Stein E, Sedlacek T, Fabian RL, Nishioka NS. Acute and chronic effects of bone ablation with a pulsed Holmium laser. *Lasers Surg Med* 1990;10(4):384-388.
- [59] Kayano T, Ochiai S. Effects of Er: YAG laser irradiation on human extracted teeth. *J Clinical Laser Medicine and Surgery* 1991;14.
- [60] Whitek JM, Goodis HE, Rose CL. Use of the pulsed Nd: YAG laser for intraoral soft tissue surgery. *Lasers Surg Med* 1991;11(5):455-461.
- [61] Ando Y, Aoki A. Bactericidal effect of erbium YAG laser on periodontopathic bacteria. *Lasers Surg Med* 1996;19(2):190-200.
- [62] Yow L, Nelson, JS and Berns MW. (1989), Ablation of bone and polymethylmethacrylate by an XeCl (308 nm) excimer laser. *Lasers Surg. Med.*, 9: 141-147
- [63] enamel and dentin of human teeth. Li, Z.Z., Code, J. E. and Van de Merwe, W. P. Er:YAG laser ablation of enamel and dentin of human teeth: Determination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates. *Lasers Surg. Med.* 1992;12: 625-630.