

Lasers dermatologiques



Sofia Aboudar

Service de chirurgie plastique

Hôpital Arrazi

Centre hospitalier universitaire Mohamed VI

PLAN

I-Définition

II. Rappel biophysique

III. Le principe de fonctionnement

IV. Accessoires du laser

V. Caractéristiques du laser

VI. Différents lasers dermatologiques

VII. Indications dermatologiques

VIII. Risques et précautions

IX. Conclusion

L.A.S.E.R

- **Light**
- **Amplification**
- by **Stimulated**
- **Emission**
- of **Radiation**

- **Amplification**
- **Lumineuse**
- **Par une émission**
- **De rayonnement**
- **Stimulée**

Qu'est ce qu'un laser : milieu solide, liquide ou gazeux dont on excite les électrons des atomes avec une source externe. Ces électrons vont émettre un faisceau de lumière cohérente monochrome =

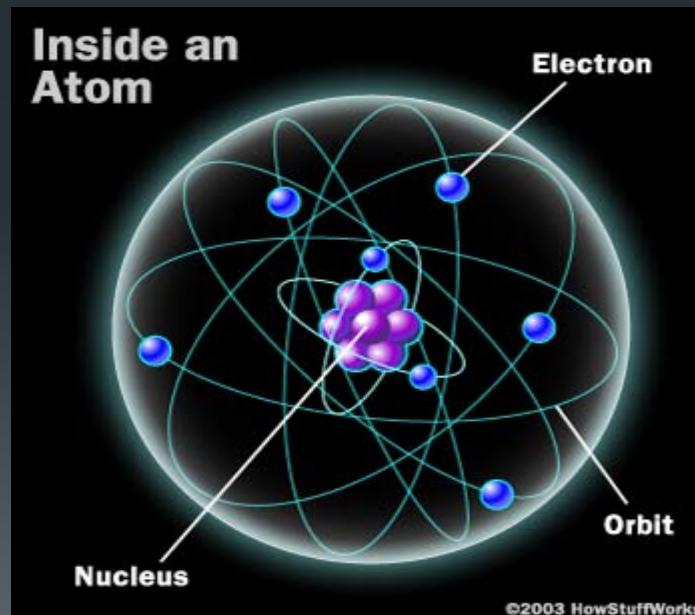
faisceau laser

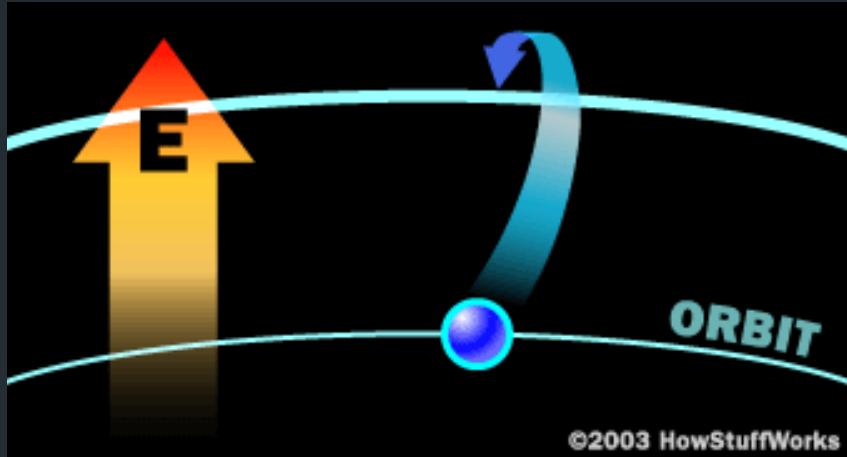
Rappel biophysique

Les atomes absorbent ou émettent des photons

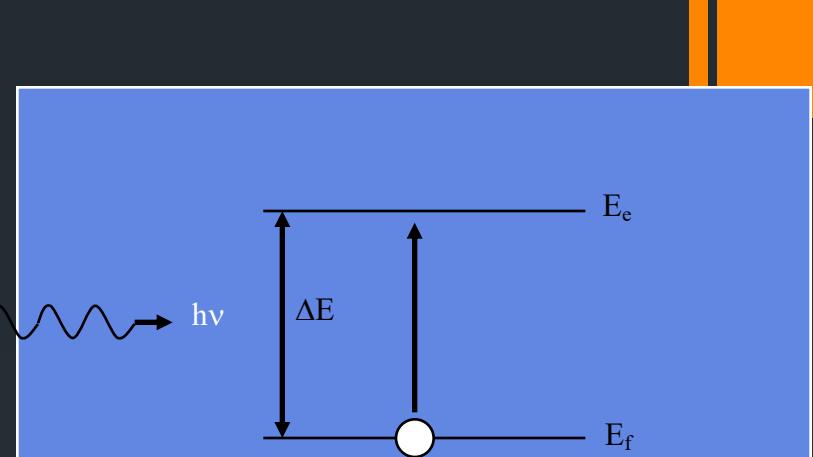


changent d'état d'énergie

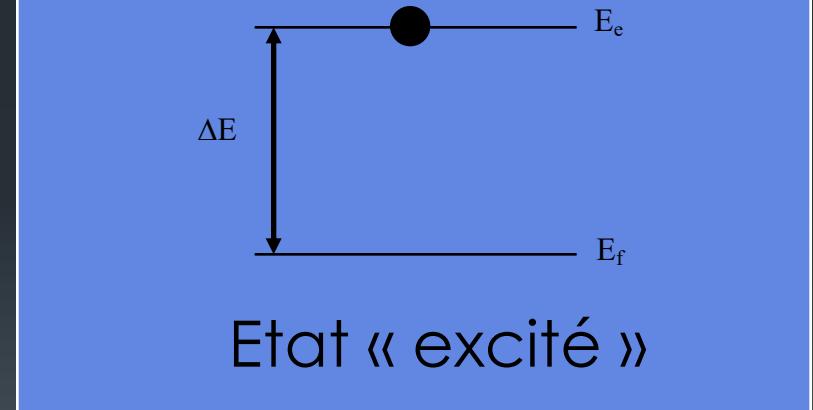




Absorption de lumière par un atome est le processus qui le fait passer à un niveau d'énergie supérieur, on dit que l'atome est excité.

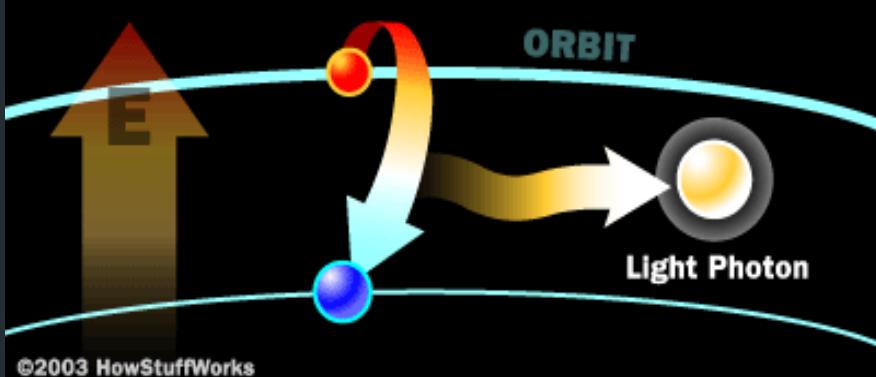


Etat « fondamental »

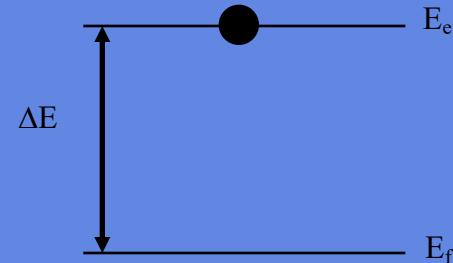


Etat « excité »

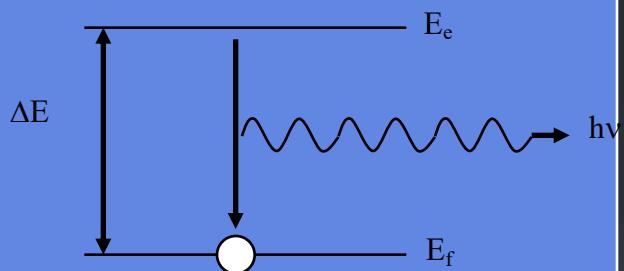
Emission of Light



Au contraire, l'émission stimulée transforme l'atome d'un état d'énergie supérieur ou excité (E_2) à un état d'énergie inférieur ou état fondamental (E_1). L'énergie perdue de l'atome est transformée en énergie lumineuse



Etat « excité »

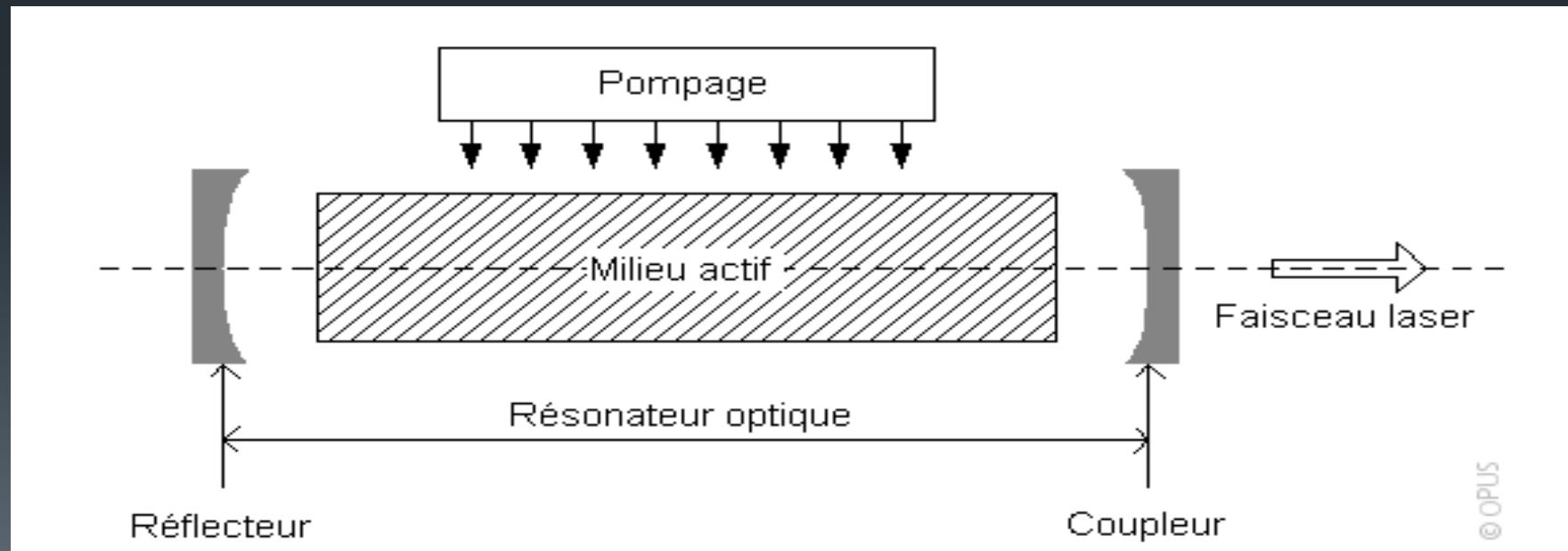


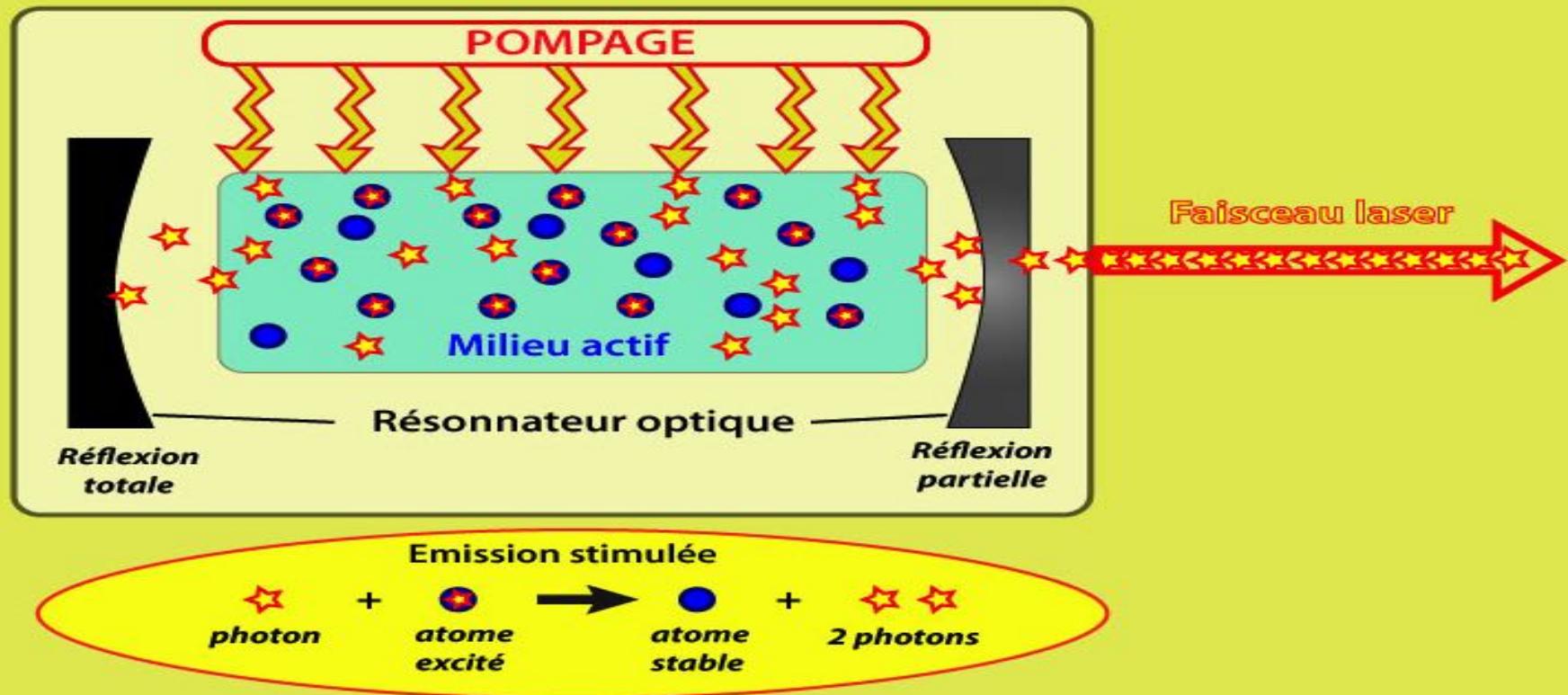
Etat « fondamental »

II Le principe de fonctionnement

Comporte 3 éléments fondamentaux :

- Milieu actif : solides (YAG) gaz (CO₂) liquides.
- Dispositif de pompage
- Cavité résonante





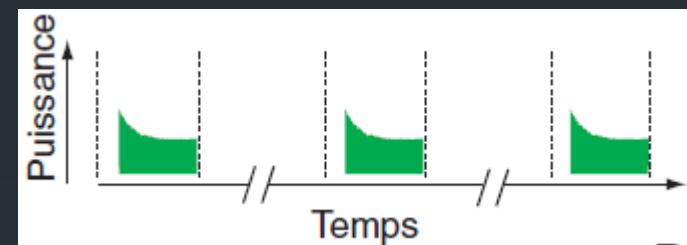
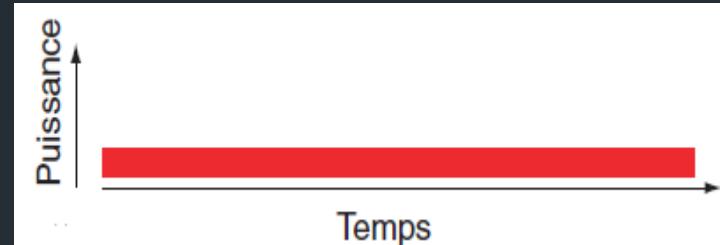
Milieu actif caractérisé par la présence de particules possédant au moins un état d'énergie excité . Une particule qui se trouve dans cet état le restera suffisamment longtemps (5-10s) pour que le phénomène d'**émission stimulée** puisse se produire

Le pompage excite certains atomes dans le milieu actif qui se désexcitent par émission spontanée. Chaque photon émis peut rencontrer un autre atome excité qui va réémettre 2 photons identiques par émission stimulée.

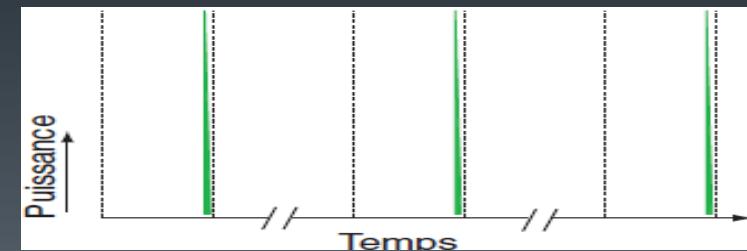
III. Caractéristiques du laser

1) Puissance et durée d'émission:

- Un laser émet photons en:
 - **mode continu** [s] puissance (1 - 10 W) → effet **photothermochimique**.
 - **mode impulsif** [ms] ou [μ s], puissance kW et conduit → effet **thermomécanique**.
 - **mode déclenché** [ns], la puissance MW, et conduit à une action **électromécanique**.



Système de pompage qui détermine l'impulsion

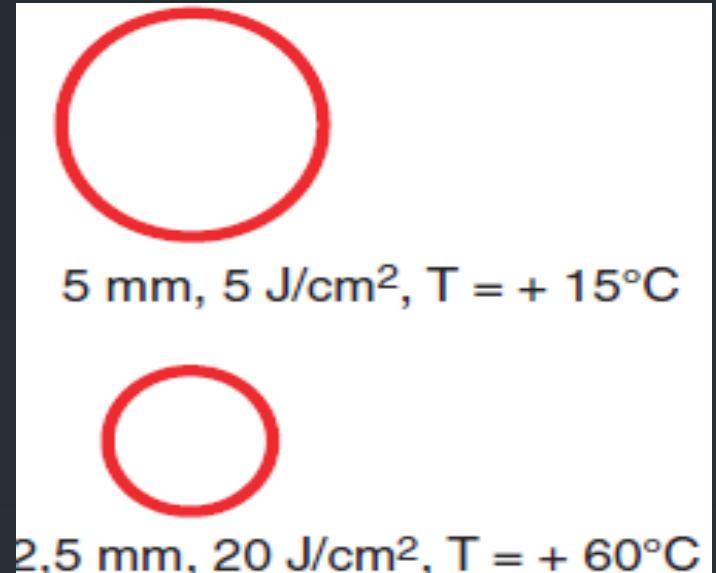


Q-switched dans la cavité contrôle l'émission du laser

III. Caractéristiques du laser

2) Taille du faisceau laser

- Diamètre du spot laser (D) :
- Surface du spot : $(\pi \times D^2)/4$;
- Fluence F (J/cm^2) = puissance \times durée d'émission/surface (cm^2)

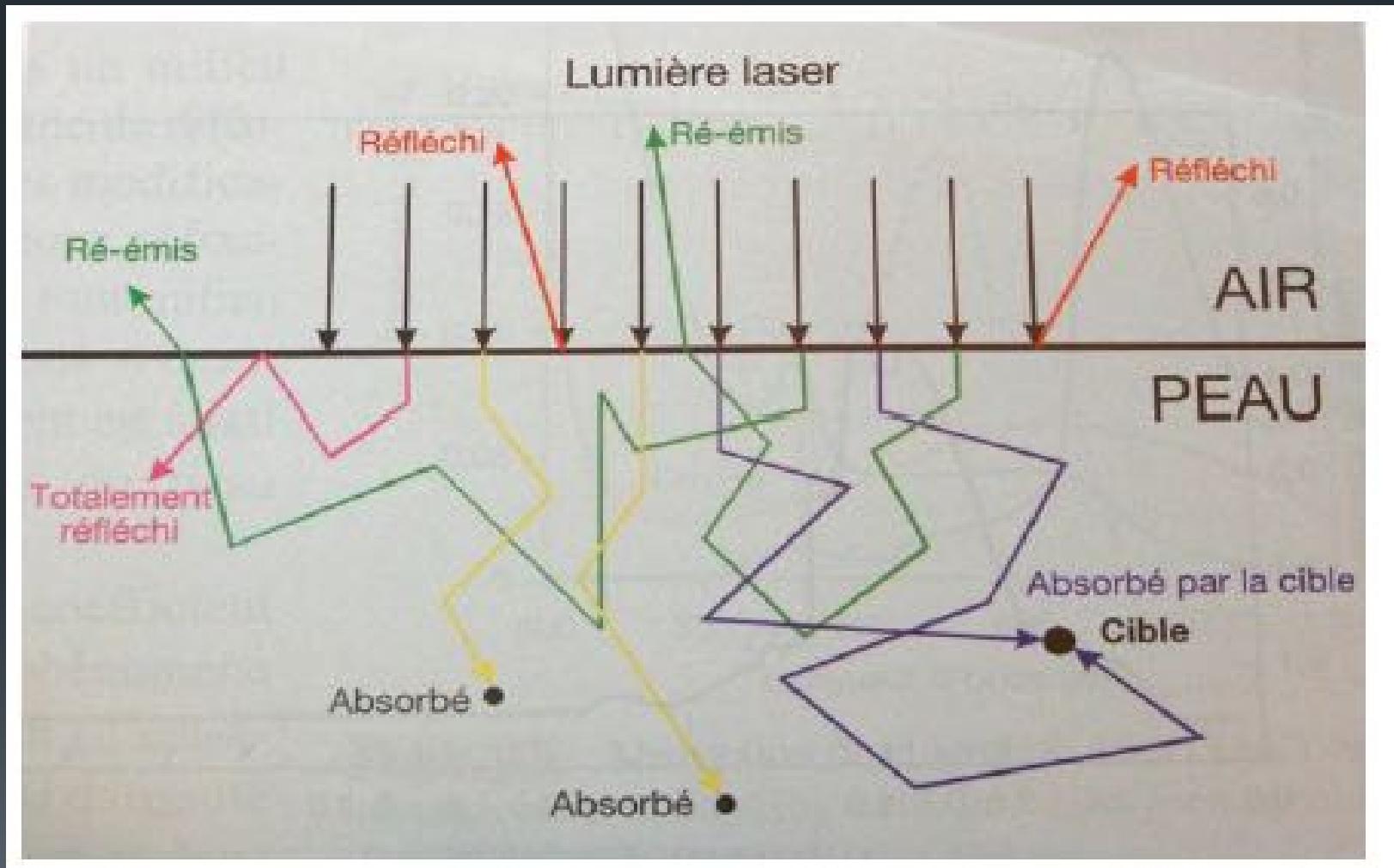


Exemple : un spot de 5 mm, un laser émettant 10 W pendant 0,1 s, une fluence de 5 J/cm² et une élévation de T de la cible de 15 °C .

La réduction du spot de moitié, soit 2,5 mm, réduit la surface d'un facteur 4, la fluence est ainsi de 20 J/cm², conduisant alors à une élévation de T =60 °C.

Risque de surdosage et par conséquent risque cicatriciel

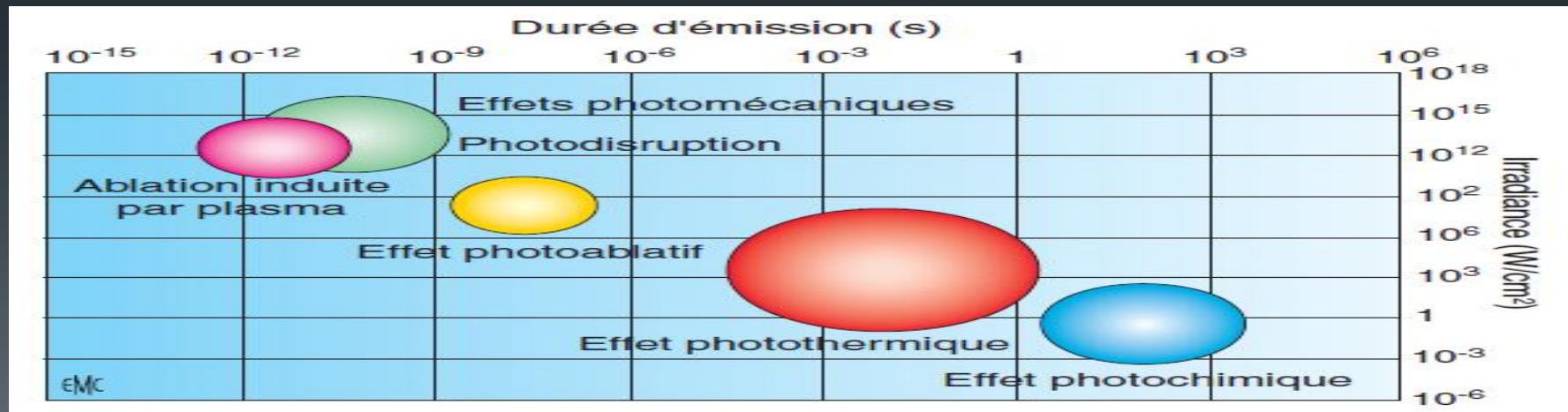
III. Caractéristiques principales du laser



III. Caractéristiques principales du laser

3) 2 grands effets connus du laser :

- **Effet thermique non spécifique** : brûlure par carbonisation des cibles sans respect des tissus voisins
- **Effet photochimique spécifique**: effet recherché correspond à une destruction spécifique



III. Caractéristiques principales du laser

- Chromophores sont les cibles de la lumière laser :

L'oxyhémoglobine

Mélanine

L'eau

Pigments artificiels

Sont atteints par l'ajustement des paramètres suivants:

La longueur d'onde

La durée d'impulsion

La taille du spot

La fluence: qui correspond à l'énergie par surface

IV. Accessoire

1) Pièce à main



- focalisation du faisceau
- faciliter le geste du praticien.
- détermine très exactement la distance idéale
pièce à main-tissu

IV. Accessoire

2) Bras articulé:

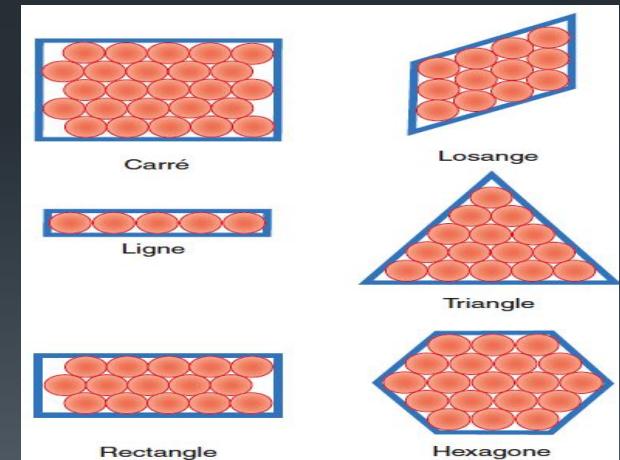
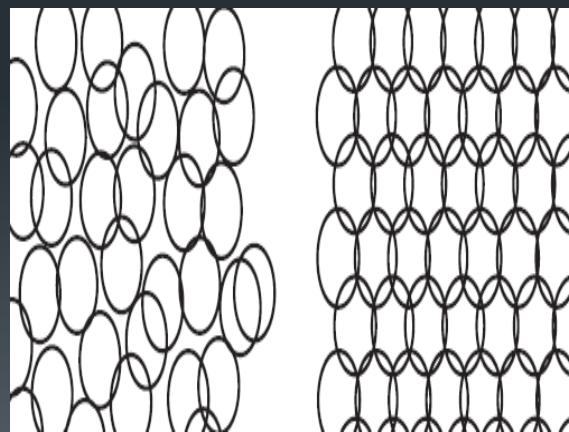


formé de 2 tubes rigides et légers, de 6 articulations, sur lequel peut être connecté une pièce à main, un système à balayage ou un scanner.

IV. Accessoire

3) Scanner

- ✓ Assure le déplacement reproductible de la zone à traiter
- ✓ Contrôle le temps d'exposition



IV. Accessoire

4) Dispositifs de refroidissement

- Spray de gaz cryogénique

1-diminue la température obtenue au niveau de la mélanine (dyschromie)

2-réduire la douleur

Principaux lasers dermatologiques

■ **TROIS TYPES DE LASERS SONT UTILISES EN DERMATOLOGIE :**

- Les lasers d'abrasion (CO2 et Erbium -YAG)
- Les lasers vasculaires (YAG-KTP et laser colorant pulsé LCP)
- Les lasers pigmentaires (ND YAG QS, Alexandrite QS, Rubis QS)

V. Lasers dermatologiques

Principaux lasers utilisés

595nm (577-600nm) : Laser à Colorant Pulsé

755nm : Alexandrite

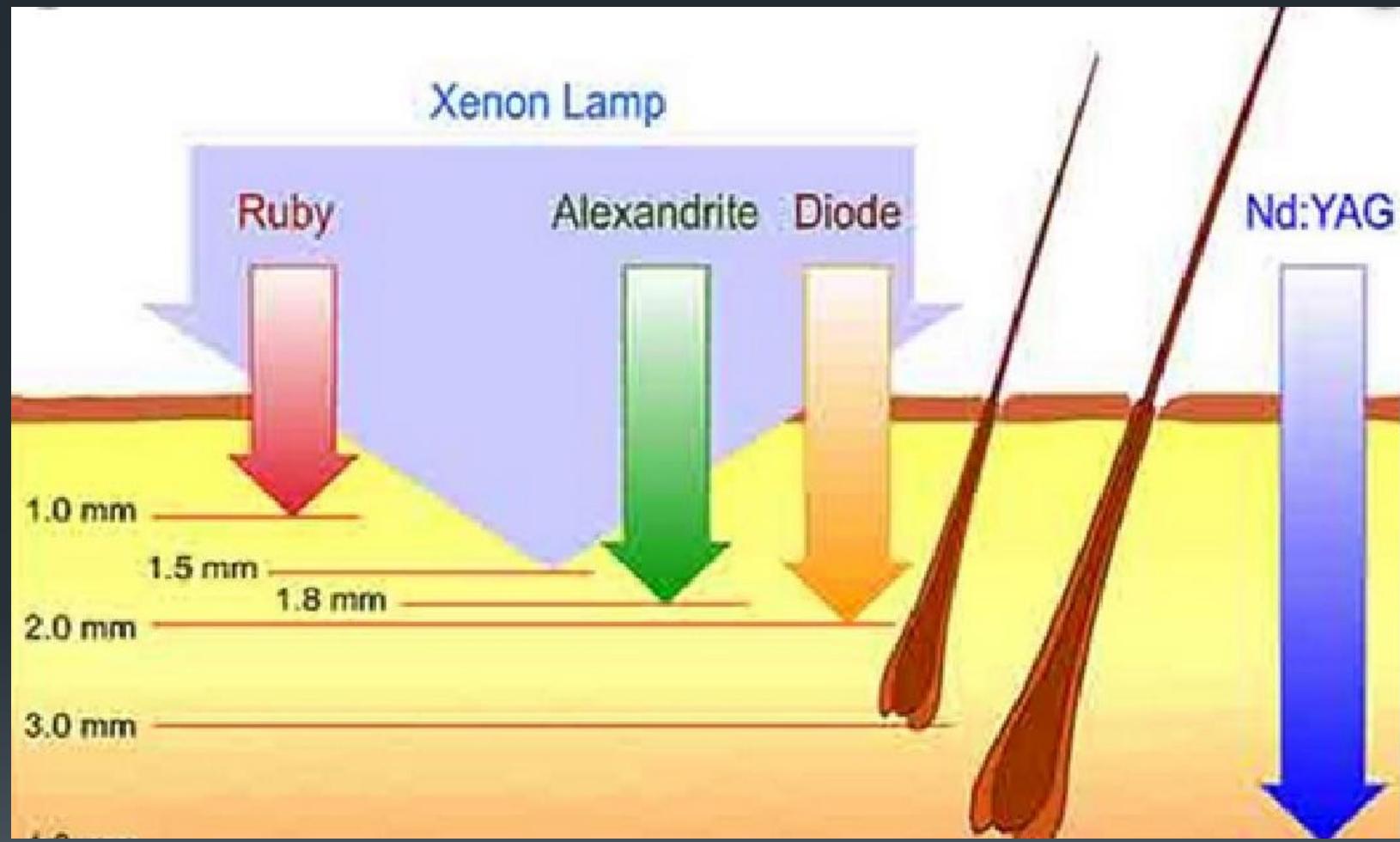
800-810nm : Diode

1064nm : Nd Yag

532nm :Nd Yag doublé en fréquence(KTP)

2940 : Erbium (:Yag) +/- Fx

10600 : CO2 +/- Fx



Laser CO₂ (10600 nm)

- **La cible est l'eau :**

Caractéristiques exceptionnelles → sectionner un tissu organique et empêcher le saignement au cours de la découpe.

- Kératoses séborrhéiques, Maladie de Bowen, Condylomes, verrues plantaires.
- Relissage (resurfacing) .
- Laser de référence : rides profondes du visage cicatrices déprimées.
- Effets : irritations, érythème.
- Ne remplace pas le traitement chirurgical.

CO₂ fractionné

- Mode d'action: laisser des intervalles de peau saine entre les impacts → récupération très rapide et délai de cicatrisation raccourci.

Laser Nd:Yag

- Utilise un barreau d'Yttrium Aluminium Garnet pour produire une lumière laser calibrée sur une Longueur d'onde de 1064 nm, dans l'infrarouge.
- Polyvalent avec capacités de pénétration en profondeur dans la peau.
- Fonctionnement avec des temps d'exposition très brefs de l'ordre de la ns. Ce sont les lasers QS.
- En pratique : souvent associé dans plateformes, douloureux++, risque de cicatrices ++

Parmi les lasers YAG:

Laser KTP :

- Laser Nd: yag + cristal qui a la propriété de diviser la longueur d'onde par 2, émet une lumière de 532 nm (Jaune vert)

Laser Erbium :

Laser d'abrasion : traite en surface, ne coagule pas

N'a pas les effets dermatologiques du CO2

Longueur d'onde de 2940 nm.

Laser Alexandrite

- Production de lumière à l'aide d'un cristal d'alexandrite.
- Longueur d'onde 755 nm (rouge profond).
- Fortement absorbée par la mélanine de la peau et du poil.
- Le tir laser est couplé à un système de refroidissement par jet de gaz réfrigérant ou air froid.
- Il existe des catégories de lasers Alexandrite Q switched
-

Laser Diode

- Basé sur la production de lumière par un composant électronique appelé diode.
- Existe plusieurs types de diodes avec des longueurs d'onde différentes entre 800 et 900 nm (infrarouge).

Laser Colorant pulsé

- Produit un rayonnement lumineux par stimulation d'un colorant liquide.
- Tps 'accordables' entre 550 et 590 nm.
Lumière visible
- En pratique : très cher à l'entretien

Indications





Lasers vasculaires

Lasers vasculaires

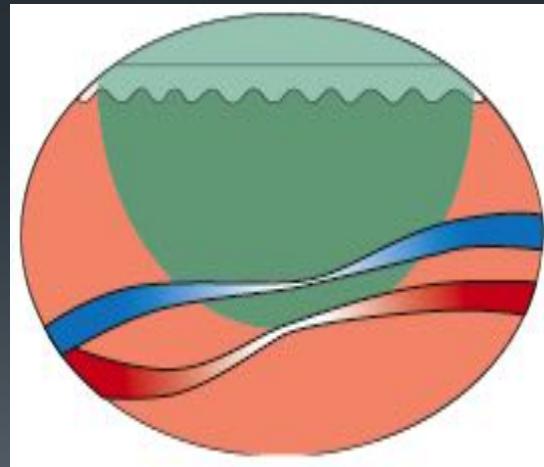
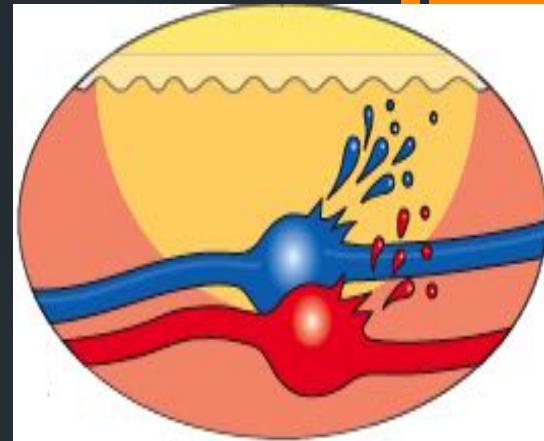
2 mode d'action :

Photothermolysé sélective:

Rupture paroi vasculaire : Purpura

Photocoagulation sélective:

Effet de sclérose





Les lasers vasculaires :

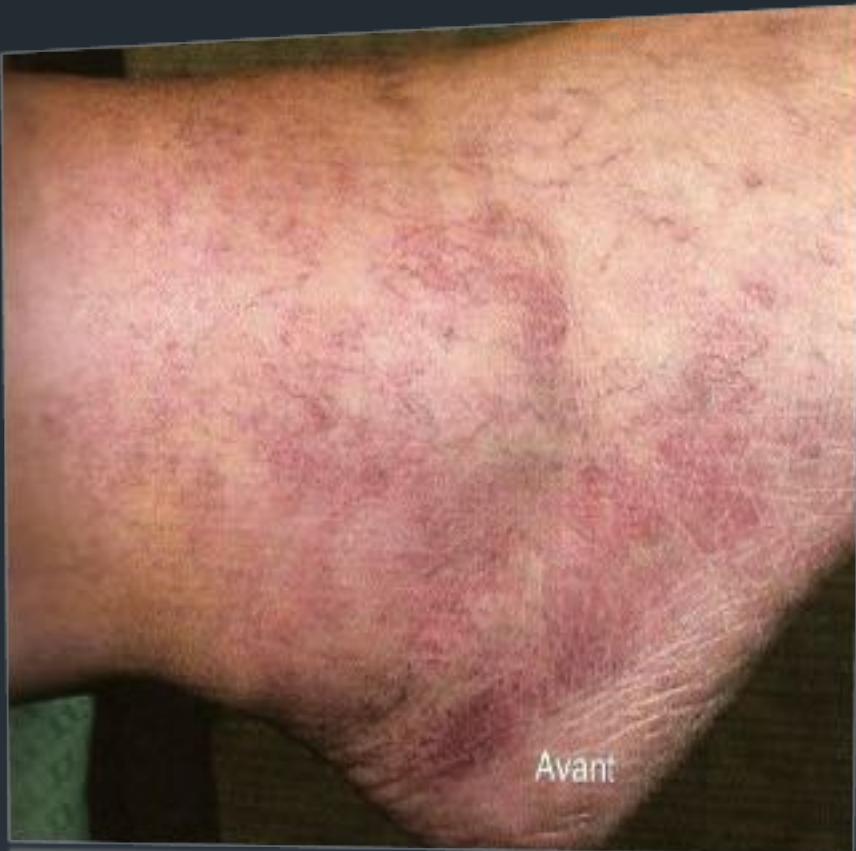
- **Laser à colorant pulsé:**
référence pour la photothermolyse
- **Laser KTP:** référence pour la
photocoagulation
- **Laser Yag long pulse :** photocoagulation



Angiome plan
avant et après 6 passages à LCP



Couperose du visage avant (a) et après traitement (b) par laser Nd:YAG-KTP



Traitemen^tt par LCP de varicosit^ses



LASERS PIGMENTAIRES



Principe:
Effet de fragmentation
thermomécanique.

Lasers utilisés: tous les lasers déclenchés (QS)

- **Laser Nd-YAG déclenché doublé en fréquence (532 nm)**

Bien absorbé par la mélanine, mais pénétration limitée.

Laser Nd-YAG déclenché à 1064 nm

Bonne pénétration → lésions pigmentaires dermiques.

- **Laser Rubis déclenché (694 nm)**

Meilleure affinité pour la mélanine → lésions dermiques.

- **Laser Alexandrite (755 nm)**

Efficacité comparable au laser Rubis, avec pénétration dermique >

Indications



Lentigos actiniques:

Lentigos labiaux: (maladie de Peutz-Jeghers)

Kératoses séborrhéiques

Cernes péri-orbitaires:

Dermites Ocres:

Pigmentations médicamenteuses

Naevus d'Ota:



A. Hamartome de Becker à distance de la réalisation d'une zone test centrolésionnelle.

B. Aspect 18 mois après le terme du traitement.

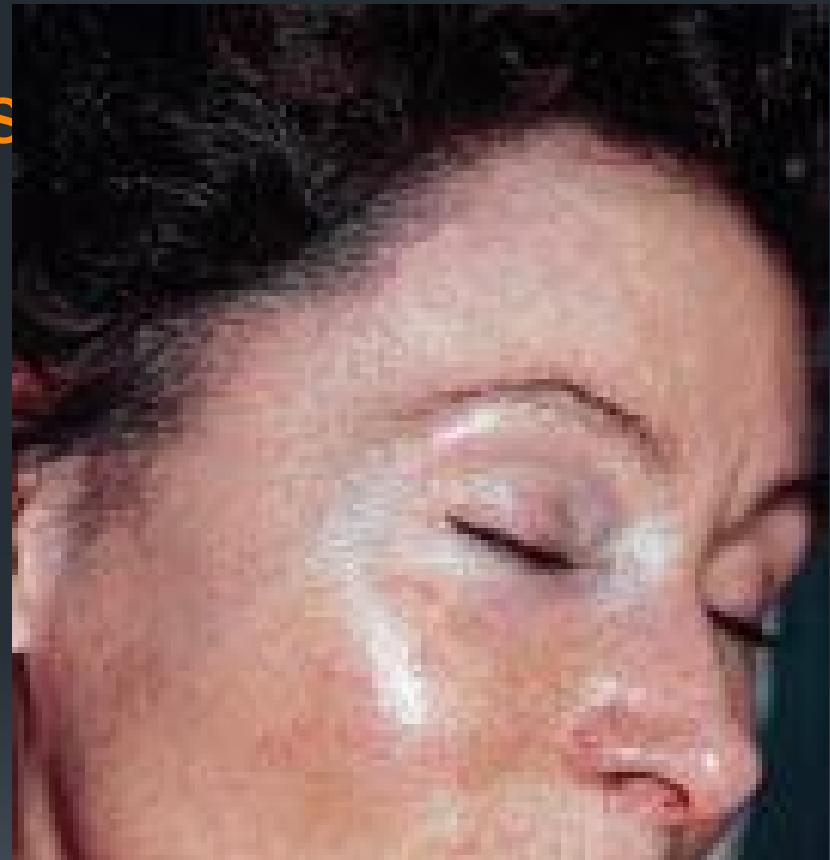
Hamartome de Becker

Peu d'études rapportées

deux à trois passages → blanchiment total



avant



après

Tatouages:

- Le laser interagit avec l'encre du tatouage, le fragmente.
- La rapidité et la qualité du détatouage sont liées à la profondeur de l'encre mais également à la couleur du tatouage :
YAG étant moins efficaces sur les verts et les bleus, et les Rubis et Alexandrite sur les jaunes et les rouges



A. Tatouage amateur avant traitement.

B. Tatouage amateur après trois passages de laser déclenché Nd-YAG.

*Tatouage rituel réalisé au khôl.
Résultat après 2 séances.*



Les indications insatisfaisantes /contre indications:

Mélasma: Inefficace, récidive constante

Taches café au lait

Naevus naevocellulaire pigmentaire : C.I

Complications:

- *Cicatrices*: passages trop rapprochés, puissance
- *Hyperchromies*: incontinence pigmentaire post inflammatoire (phototype élevé++)
- *Hypochromies*: phototype III, IV
- *Syndrome des loges*: l'œdème réactionnel → sur des zones peu extensibles (poignet/cheville).
- *Réactions allergiques*: urticaire aigue, eczéma disséminé

LASERS DEPILATOIRES





Principe:

- Cibler et détruire la mélanine du bulbe pilaire
- interaction rayon laser / pigment du poil → libération de chaleur → destruction follicule pileux

les lasers les plus utilisés:

Laser Alexandrite (755 nm):

- Efficacité, faible douleur
- Tolérance+, système de refroidissement
- Phototype 4 max

Laser Yag Long Pulse (1064 nm)

- Référence en peau mate , noire (5,6), bronzée
- Mais : + douloureux, difficultés sur poils fins et peaux claires

Laser Diode (810nm)

- +/- tous phototypes, excellent rendement
- Mais : douloureux, poils fins?

Deux types d'épilation :

Epilation à caractère médical :

- Hirsutisme
 - Pseudofolliculites de la barbe ou au niveau inguinal (femme)
 - Pili incarnati
 - Maladie de Verneuil
 - Kystes épidermiques récidivants
 - Kératose pilaire
 - Naevus de Becker pileux
- Le laser représente un traitement complémentaire.

Epilation à caractère de confort :

Toute pilosité gênante chez les femmes et les hommes.

Mise en garde:

- Risques généraux: Erythème, douleur, allergies(chaleur, froid, topiques post laser,...), papules périfolliculaires érythémateuses
- Risques spécifiques:
 - Hyperpilosité paradoxale:
 - Vérifier bilan hormonal
→ Si besoin: traitement antiandrogène freinateur
 - Nombreuses séances, jusqu'à 15 – 20 parfois (voire séances entretien): prévenir patiente +++
 - Epilation électrique

Contre indications:

- Grossesse/allaitement (C.I de principe)
- Enfant
- Naevus
- Vitiligo (koebner)
- Maladies photo-induites/aggravées
- Médicaments photosensibilisants
- Infection patente (herpes, staph)

LASERS D'ABRASION CUTANEE



Correction du vieillissement cutané (surfâçage)

Principe:

Dermabrasion + effet thermique

- néo-collagénose
- peau lisse + meilleure tenue
- atténuation/disparition rides

Lasers abrasifs utilisés

Laser CO₂ :

- Laser de référence

Laser Erbium Yag (2940nm)

- Traite plus en superficie

En pratique:

- Prémédication antivirale : valex 2000mg/jr pdt 02jr avt / jusqu'à cicatrisation
- toilette pré-geste : ATS 03jr avt ttt
- 1 seule séance, test++ (hyperpigmentation, cicatrices)
- Anesthésie locale.

- Suites normale de l'abrasion : derme à nu, rougeur, suintement, œdème
 - Enlever les pansements , 08 jours après cicatrisation complète
- Antalgique, ATB, Protection solaire/6mois
- Résultats significatifs (06mois), pas de miracle!

Surfaçage : photographies avant et après 3mois de traitement



■ **Cicatrices:**

Principe:

Consiste en une « laser-abrasion » :

- destruction superficielle de l'épiderme
- corriger les imperfections cutanées

Lasers utilisés et indications:

Laser CO₂

- Cicatrices hypertrophiques
- Cicatrices d'acné

Lasers CO₂ fractionnés :

- Cicatrice d'acné: Résultat ≈ dermabrasion/ peeling profond sans leurs risques/ moins d'effets
- Prfs : Séquelles de brûlure & Cicatrice a / hypertrophique

Contre indications :

- Grossesse/allaitement
- Patient sous isotrétinoïne
- Phototype 4 et +
- Patient ayant déjà subi plusieurs traitement abrasifs ou des peelings moyens et profonds (ATA et phénol)



LASERS DE REMODELAGE ET REJUVENATION

■ Remodelage :

- Néosynthèse collagénique = un laser abrasif CO₂ mais sans dermabrasion.
- Réaction vasculaire du derme qui provoque une RI suite à la libération de cytokines par les plaquettes.
- Cette inflammation stimule les fibroblastes et la formation de néocollagène.

■ Lasers : Nd YAG 1320, Diode 1045

- Il est préférable d'utiliser des lasers faiblement absorbés par l'épiderme et de refroidir celui ci pour limiter les effets secondaires épidermiques (hyper ou hypopigmentation).



- **Photo-réjuvénation** : est plus superficielle destinée surtout à traiter l'héliodermie (dyschromies, télangiectasies) avec une petite production de néocollagène.
- Les IPL seraient les plus adaptés.

AUTRES INDICATIONS



Laser CO₂

- Neurofibromatose:

lésions < 1cm Ø → brûlure → Cicatrisation 3 sem
→ aspect définitif: cicatrice ronde, blanche : 1an
Anesthésie Générale/locale

- Angiofibrome (Sclérose tubéreuse de Bourneville)

CO₂: angiofibromes fibreux/protubérants
+ LCP: angiofibromes à forte composante vasculaire

Laser excimère (308 nm)

- Pelade: Apoptose des lymphocytes T

Petites plaques limitées → repousse satisfaisante

Excellente tolérance

- Psoriasis: Bons résultats sur plaques peu étendues, rebelles aux traitements

- Vitiligo:

2 à 3 séances hebdomadaire/6 mois →
repigmentation 75%

+ efficace si + immunomodulateur: tacrolimus
topique 0,1%

- Repigmentation des vergetures + ttt d'entretien,
résultat non définitif

- Acné inflammatoire

Laser vaginal (Mona Lisa Touch)

- Laser fractionné CO₂.
- Les micro-brûlures auront un effet de stimulation des tissus: plus riches en vaisseaux, fibroblastes et collagène.
- L'épithélium vaginal va s'épaissir = la femme jeune
- Baisse significative du Ph vaginal et une flore vaginale rééquilibrée.
- **Indications :**
- Sécheresse vaginale avec rapports sexuels douloureux
- Les incontinences urinaires modérées : résultats très intéressants
- La laxité vaginale.
- Laser CO₂ vulvaire: des études sont en cours.

Risques & précautions de sécurité





Risques

Risques oculaires:

- Si absence de mesures de protection
→ Conjonctivite, kératite, cataracte, lésions rétiniennes

Risques cutanés:

Facteurs:

- Fluence trop importante
- Mauvais choix de la durée d'impulsion
- Mauvaises indications
- Mauvais choix du laser vis-à-vis du phototype

Brûlure:

- Matériel mal réglé (trop fort)
- Peau bronzée non diagnostiquée
- Brûlures laser du second degré superficiel ++

Dépigmentation :

- après une brûlure
- sur peau bronzée lasérisée /tout type de peau.
- secondaires aux laser KTP ou colorant pulsé:
transitoires, disparaissent dans les semaines qui suivent l'acte (parfois plus long)

Hyperpigmentation :

- Réaction inflammatoire de la peau → surexcitation de la production de mélanine.



Cicatrice chéloïde ou hypertrophique :

- Sur une cicatrice de brûlure
- Phototypes foncés+

Risques infectieux:

- *Contamination virale*: particules virales présentes dans le nuage de fumée provoqué par la vaporisation de tumeurs à *HPV*
- *Projection sanguine*: traitement de sujets porteurs d'affections virales chroniques: VIH/HVC

Risques chimiques:

- Volatilisation de tissus humains → fumées irritantes pour l'arbre respiratoire
(à long terme risque de bronchite chronique)

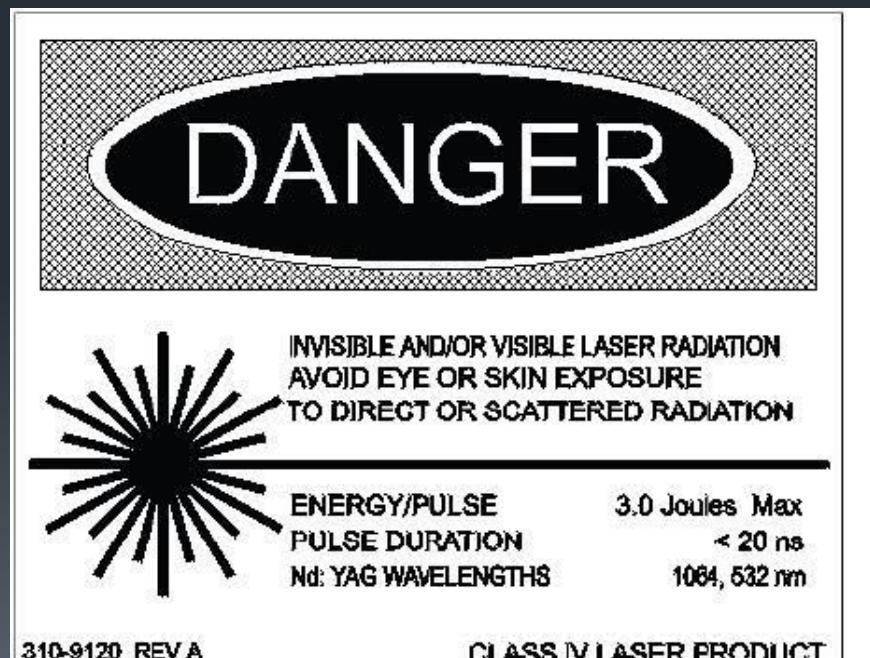


Pratiques de sécurité

- Formation à la sécurité laser obligatoire
- Formation à la manipulation du laser
- Laser homologué/marque reconnue
- Pas de champs en papier (rapidement inflammable)

- Local éclairé (l'ouverture des pupilles).
- Le sol: libre d'obstacle
- Les surfaces réfléchissantes (miroirs, instruments métalliques...) éliminées, peinture des murs et plafond mate.
- Système de renouvellement d'air (3fois par heure) + aspirateur de fumées et de tissu biologique très proche de l'impact laser

- Des panneaux d'avertissement placés en évidence à l'entrée de la salle de soins et spécifier la longueur d'onde du laser en cours d'utilisation .



- Port de lunettes de protection pour tout individu présent dans la salle (norme NF EN 207) marquées avec la première lettre qui indique le type de laser :

- D pour les lasers continus
- I pour les lasers à impulsions
- R pour les lasers à impulsions géantes
- Lunettes de vue suffisantes pour laser CO₂



- Patients VIH+, VHC+:
 - cagoule, lunettes, gants doublés
 - décontamination immédiate de tout le matériel+lunettes

Conclusion

- Technique innovante, irremplaçable pour le traitement de certaines lésions cutanées.
- Risques non négligeables, nécessité d'une formation théorique et pratique
- Sa pratique nécessite une bonne expérience de l'opérateur.
- Les résultats dépendant de nombreux paramètres.

Merci pour
votre attention

