

Epilation laser

Dr Monique
Donabedian
Janvier2025

Plan du cours

L'avant épilation

Les prérequis sur le poil

L'épilation par le laser

Les techniques d'épilation

Procédure de traitement

Cas particuliers

Résultats – Effets indésirables

Photos

Lasers épilatoires

L'avant épilation

Les deux grandes indications

La consultation préalable

Le calendrier

Les deux grandes indications

Esthétique	Médicale
<p>Majorité des cas</p> <p>Poils faciaux ou corporels</p> <p>Abondance ++, vécu pénible</p> <p>Par fréquence : aisselles, maillot, jambes, face (femme) poitrine, dos, épaules, cou, oreilles (homme)</p> <p>Par efficacité : maillot, jambes, aisselles >> cuisses, visage, LS</p>	<p>Hypertrichose</p> <p>Hirsutisme</p> <p>Hyperpilosité constitutionnelle</p> <p>Pili incarnati (post cire/rasage)</p> <p>Pseudo folliculites de la barbe</p> <p>Kystes sacrococcygiens</p> <p>Hamartome de Becker</p> <p>Patients transgenres sous traitement hormonal</p>

La consultation préalable ①

A l'interrogatoire :

Recherche d'antécédents:

Hormonaux / Familiaux / Iatrogènes / Tumoraux

Modalités thérapeutiques antérieures

Grossesse

Traitements en cours (isotrétinoïne)

Survenue récente d'une repousse

Présence de tatouages ou nævi

Attentes du patient

Loisirs ou mode de vie pouvant interférer avec le traitement

Bronzage récent

Prise de Bêtacarotène, d'autobronzants

La consultation préalable ②

Examen clinique:

Identifier le phototype du patient

Infection cutanée locale ou récidivante

Herpes buccal /génital

Cicatrice chéloïde ou hypertrophique

Vitiligo/Psoriasis

Hyperandrogénie, SOPK, Hirsutisme, Obésité,

Poils blancs roux gris

Peau bronzée,

Herpès labial,

Vitiligo (contre-indication)

La consultation préalable ③

Le patient idéal :

état endocrinien normal

poils sombres et épais, peau claire (phototypes I à III)

pas de terrain à risque

attentes réalistes

La consultation préalable ④

Ne plus jamais arracher, simplement **couper ou raser**, ne pas bronzer.

PHOTOPROTECTION, risque de brûlure

Fiche d'information afin de recueillir le **consentement éclairé** : limites de la technique, effets secondaires, complications, bons et mauvais répondeurs, possibilité de repousse, entretien, possibilité de non-repousse définitive.

Devis clair, ne pas se prononcer sur le nombre de séances, environ 80% de non-repousse.

Le calendrier

L'intervalle entre les séances est fonction de la durée du cycle du poil de la zone traitée:

visage: 4 à 6 semaines

pubis/jambes/aisselles: 8 semaines

Poursuite en fonction de la repousse.

Nombre total de séances dépend :

phototype/âge/sexe/ sensibilité à la douleur du patient

type de poil Fin/épais/profond

matériel utilisé

Prévoir un nombre élevé de séances sur les zones hormono dépendantes

Les prérequis sur le poil

Généralités

Origine et développement du follicule pileux

Morphologie du follicule pileux

Pigmentation

Cycle pilaire

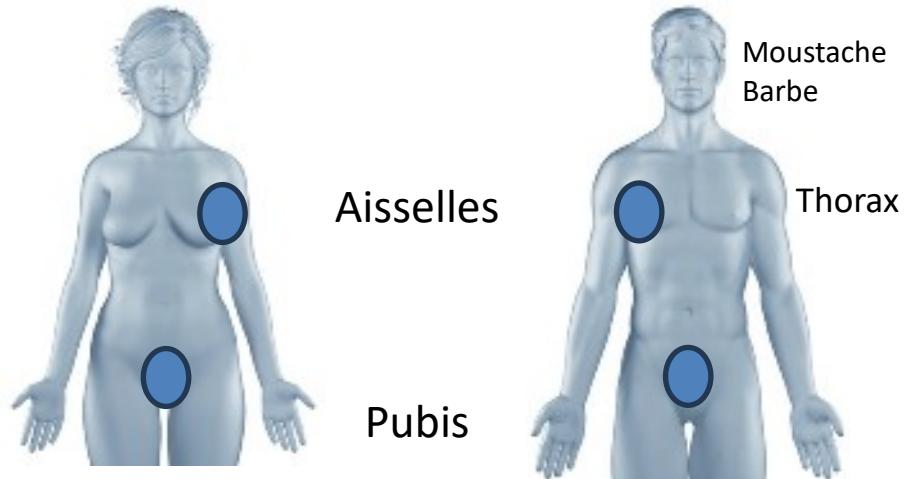
Généralités

Le follicule est une annexe cutanée totalement autonome, avec son propre cycle et son propre système interne de régulation.

Les follicules terminaux « primaires » : cheveux, sourcils, cils.

Les follicules terminaux « secondaires » apparaissent au moment de la puberté, sous l'action des hormones sexuelles dans les deux sexes.

Les poils « intermédiaires » avant-bras, jambes, cuisses, bras, dans les deux sexes.



Origine et développement du follicule pileux

Partie épithéliale

Le poil et ses gaines dérivent d'une invagination de l'épiderme

L'invagination :

- constitue la paroi de **l'infundibulum**, puis la **gaine épithéliale externe**
- se renfle et forme le **bulbe pileux** constitué de cellules matricielles mêlées aux **mélanocytes**

Les cellules matricielles, prolifèrent progressent vers la surface de la peau, renouvellent

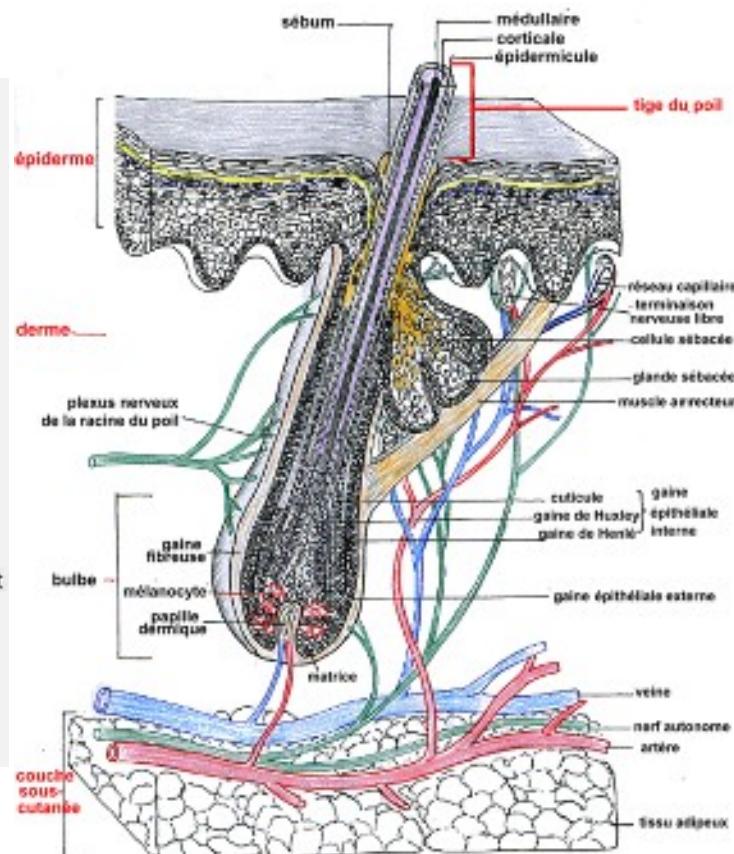
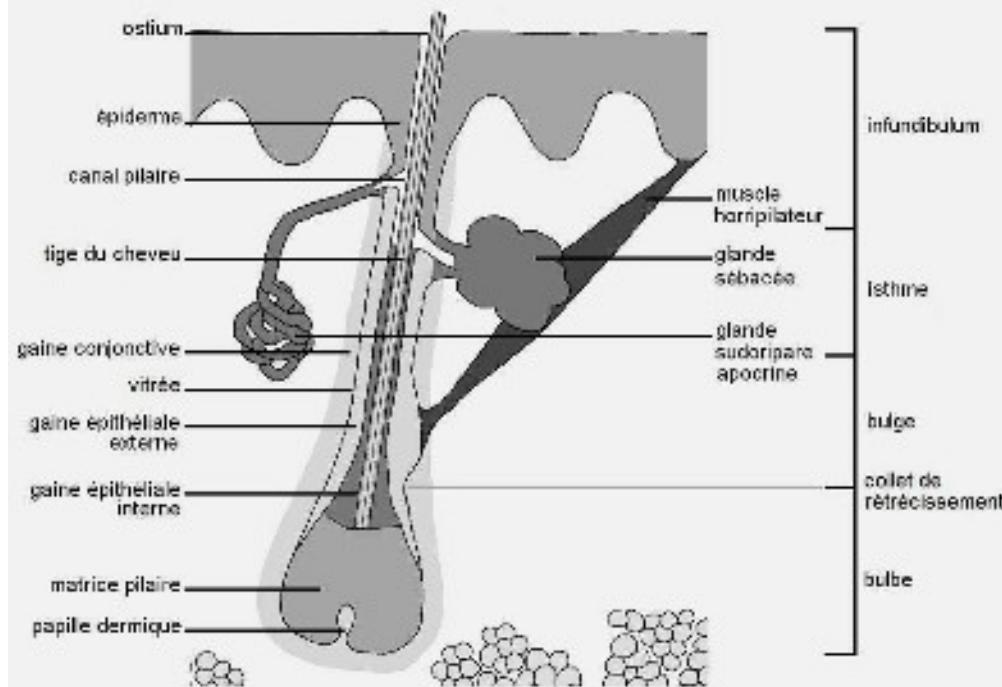
- le poil
- la gaine épithéliale interne.

Partie dermique

La gaine fibroconjonctive

- entoure la membrane basale qui enveloppe l'ensemble du poil
- synthétisée par des fibroblastes
- richement vascularisée et innervée
- se prolonge par la **papille folliculaire**

Morphologie du poil



COUPE LONGITUDINALE DE LA RACINE D'UN POIL
ET D'UNE PARTIE DE LA TIGE

Pigmentation

La couleur du poil dépend du rapport entre l'eumélanine et la phaeomélanine.

La pigmentation du poil résulte de l'activité des mélanocytes présents dans le bulbe.

La mélanine est distribuée aux kératinocytes.

La couleur du poil dépend de la phase du cycle pilaire et de la vitesse de croissance du poil.

Il existe des mélanocytes quiescents (mélanocytes « souches ») dans la gaine épithéliale externe.

Ils ne produisent pratiquement pas de mélanine.

Ils ne participent pas à la pigmentation de la tige pilaire.

Le cycle pilaire

Le renouvellement des poils suit un cycle:

croissance **anagène**, pigmentation ++, activité kératogène du bulbe permanente.

involution **catagène**, involution spontanée du bulbe, GEI +/- partie basse GEE permanence des autres structures

latence **télogène**. pas de zone kératogène, le poil tombe quand le nouveau follicule anagène se forme à partir des structures permanentes.

de durées différentes selon le type de poils et la région anatomique.

sous l'influence des hormones androgènes et surrénauliennes...,

Les kératinocytes pluripotents de la GEE , activés par les signaux de la papille dermique reforment le bulbe.

La phase de croissance du poil dépend des **interactions entre la papille folliculaire et le bulbe**.

L'activité mitotique et métabolique des kératinocytes du bulbe est très importante durant toute la phase anagène.

L'épilation par le laser

Les cibles de l'épilation :

Cibles physiques.

Cibles biologiques.

Particularité de l'épilation laser.

Les lasers épilatoires.

Généralités.

Technologies:

Laser Alexandrite Long Pulse 755 nm.

Laser Néodyme YAG Long Pulse 1064 nm.

Laser diode.

Lumière pulsée.

Paramètres du laser.

Résultats obtenus.

Les cibles de l'épilation

Quels sont les chromophores présents dans le poil qui peuvent capter les photons d'un rayonnement laser compris dans son spectre d'absorption?

Cibles physiques

L'eumélanine est le chromophore sélectif:

présente dans **le bulbe et la tige pilaire**

production maximum durant la phase anagène

(Les mélanocytes du bulbe responsables de la pigmentation de la tige pilaire).

Eau : chromophore non sélectif présent dans la GEE, le bulbe et la papille.

(Hémoglobine: chromophore sélectif (?) présent dans la papille).

Cibles biologiques

Zones germinatives du poil :

bulge dans la gaine épithéliale externe
papille folliculaire

Particularité de l'épilation laser

Parties permanentes vs parties transitoires

Parties permanentes \Leftrightarrow croissance et renouvellement du poil

Parties transitoires \Leftrightarrow croissance du poil, mort programmée

Epilation permanente \Leftrightarrow Destruction d'une ou plusieurs structures permanentes du poil

Particularité de l'épilation laser

La cible physique : mélanine se situe dans le **bulbe et la tige pilaire**.

L'effet thermique généré dans le **bulbe et la tige pilaire** est **transféré** aux **cibles biologiques** : **bulge et papille folliculaire**.

Condition nécessaire à ce transfert de chaleur:

Température et Temps d'impulsion suffisamment longs de la **cible physique** afin de réaliser les dénaturations efficaces des **cibles biologiques**.

Ceci est possible:

Si la cible est correctement identifiée: diamètre, taille, densité des poils..

Si les paramètres laser: longueur d'onde, temps d'impulsion, fluence sont adaptés.

Les lasers épilatoires

Le mode d'action de l'épilation repose sur le principe de la **photothermolyse sélective**.

Les longueurs d'onde entre 600 et 1200 nm : bonne absorption dans la mélanine et diffusion en profondeur.

Le temps d'impulsion très inférieur au temps de relaxation thermique de la cible et de l'épiderme.

La fluence (J/cm^2) suffisante pour permettre un échauffement brutal de la cible et sa destruction.

Le diamètre du spot large : augmentation de la quantité d'énergie en profondeur.

Système de refroidissement.

Technologies

Les lasers de longueur d'onde : <600 -1200nm>

Laser alexandrite LP 755 nm

Diode laser entre 800 et 940 nm

Laser Nd:YAG LP 1064 nm

Lumière pulsée : fenêtre optique <600-900nm>

Longueur d'onde

Laser Alexandrite LP 755 nm:

λ très absorbée par la mélanine
Phototypes clairs I à III
Possible sur phototype IV : ↓ la
Fluence et ↑ TI

Laser diode haute fluence: 800-940 nm

Absorption plus faible que 755 nm.
Plus adapté aux épidermes plus foncés

Laser diode basse fluence:

Balayage de la surface avec Fluences basses, TI long et N élevée-> ↑ Θ progressive.

Laser Nd:YAG LP 1064 nm

λ peu absorbée par la mélanine
Pénètre profondément dans la peau
Respecte l'épiderme
Phototypes foncés
Utilisation de fortes fluences

Lumière Pulsée 600à 900 nm

Lumière non monochromatique
Phototypes I à III, peaux non bronzées
Technologies récentes: TTT PHT plus élevé

Paramètres du laser

Temps d'impulsion TI défini par le temps de relaxation thermique TRT

Fluence J/cm²

Diamètre du spot

Le temps d'impulsion : TI

Est défini en fonction du temps de relaxation thermique (TRT) de la cible et du tissu(de l'épiderme)

TRT: = temps nécessaire pour que la moitié de la chaleur captée par la cible diffuse à l'extérieur -> refroidissement de la cible -> élévation de Θ des tissus adjacents

TRT de la tige pilaire < 40-100 ms >

TRT de l'épiderme : < 3-10 ms >

TI < TRT → photothermolysé sélective

Choix d'un TI < 3-40 ms > :

effet optimum sur la mélanine
protège l'épiderme

Fluence et diamètre du spot

La fluence optimale entraîne l'échauffement brutal de la cible et sa destruction. Critère d'**efficacité** du bon paramétrage : aspect d'érythème et œdème périfolliculaire.

Un spot large augmente la quantité d'énergie apportée en profondeur et raccourcit le temps de traitement.

Il est impératif d'utiliser un système de refroidissement afin de diminuer la douleur et d'épargner l'épiderme.

Les étapes de la «destruction »

Etape optique : absorption du faisceau (lumineux ou laser) par les chromophores (λ entre 700 et 1100 nm)

Etape thermique : transformation du faisceau en chaleur à l'intérieur de la cible: thermolyse → diffusion aux gaines, papille, bulge, TRT poil entre 1 et 100 ms

Etape biologique : effet de **coagulation** au niveau des cibles laser.

(**coagulation** : 50 à 100° pendant qqs sec : dénaturation des protéines et du collagène, détersion puis processus de cicatrisation)

Procédure de traitement

Précédant la séance

Choix du laser

Déroulement de la séance

Suites immédiates

Soins post laser

Procédure de traitement ①

Prévoir des **photos** sur une zone non rasée.

Le jour de la séance : poils rasés ou crème dépilatoire la veille.

Application d'une crème anesthésiante sur la zone 1 heure avant.

Le choix du laser dépend du phototype

Phototype I à III

Laser alexandrite LP 755 nm

Laser diode 800 nm

Lampe pulsée

Phototypes IV à VI

Laser Nd:YAG LP 1064 nm

Laser diode à basse fluence

Procédure de traitement ②

La séance:

Port de **lunettes** spécifiques de la longueur d'onde par le patient et l'opérateur.

Protection par des **coques** pour épilation des zones du visage.

La durée de la séance est fonction de la surface à traiter.

Les grandes surfaces peuvent être subdivisées par un marquage.

A la fin de la séance : application d'une crème émolliente à renouveler.

Les suites immédiates:

peau lisse, nette après l'utilisation du laser alexandrite LP 755 nm.

érythème et œdème périfolliculaire (critère d'efficacité) disparaît en 1 ou 2 jours.

Soins post-laser

Poches de glace pour atténuer la douleur et diminuer l'œdème.

Traitement antiviral prophylactique doit être mené à terme

En cas de lésion épidermique : application d'une pommade antibiotique. Pommade contenant un topique corticoïde léger peut être appliqué pour réduire l'œdème et l'érythème post-opératoire.

Eviter tout traumatisme (écorchure grattage) de la zone traitée.

Eviter exposition directe au soleil ou utiliser des écrans solaires pendant la 1ère semaine de cicatrisation.

Eviter maquillage si présence de croûtes ou vésicules.

Les poils endommagés tombent pendant les 1ères semaines qui suivent le traitement : ce n'est pas un signe de repousse des poils.

Cas particuliers

Epilation des sourcils:

N'épiler que la partie supérieure et la zone intersourcilière

Risque d'atteinte oculaire

Coques protectrices indispensables

Hamartome de Becker:

L'épilation doit précéder le laser pigmentaire.



Kyste du sinus pilonidal :

L'épilation de la zone péri lésionnelle
évite les récidives.

Résultats - Effets indésirables

Résultats et bénéfices attendus

Effets indésirables

Résultats

- ↘ viabilité des cellules du bulbe et du peloton capillaire.
- ↘ viabilité des cellules du bulge.
- disparition du poil

Épilation temporaire : retard de croissance 1-3 mois.

Epilation permanente : diminution significative du nombre de poils terminaux, stable pendant une période > cycle pilaire en un endroit donné.

Epilation complète : absence de repousse de poils mais temporaire ou permanente.

Moins de poils

Poils plus fins

Poils repoussent plus lentement

Poils plus clairs

Effets indésirables ①

Essentiellement en rapport avec absorption inappropriée de l'énergie :

Fluence excessive

TI trop court.

Croûtelles, hyperpigmentation, Hypopigmentation

Spontanément régressives : 5, 28 et 120 j respectivement

Folliculite acnéiforme après traitement d'une zone à forte densité pilaire

Urticaire, vascularite urticarienne, livedo réticulé

Phénomène de **Koebner** (vitiligo)

Syndrome de Fox-Fordyce (papule prurigineuse des aisselles)

Leucotrichie

Eruptions herpétiques rares mais possibles

Disparition des lentigines ou effacement des tatouages

Effets indésirables ②

Hypertrichose « paradoxale »:

Déf: apparition de poils dans des zones où ils n'existaient pas après > 3 séances.

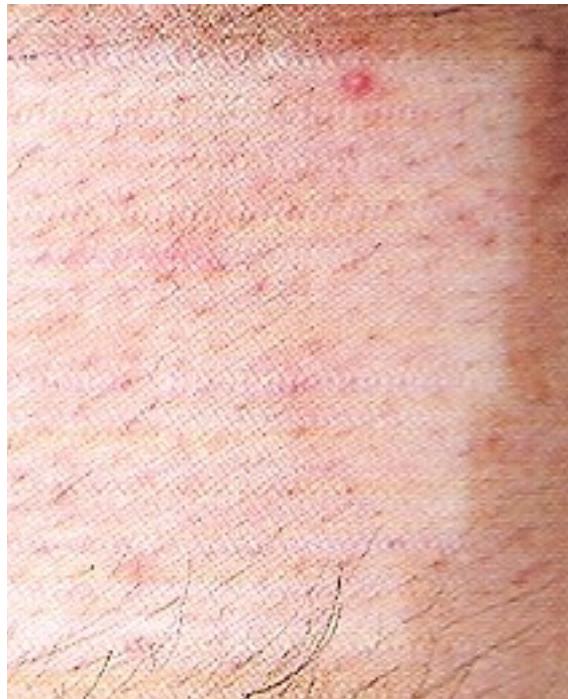
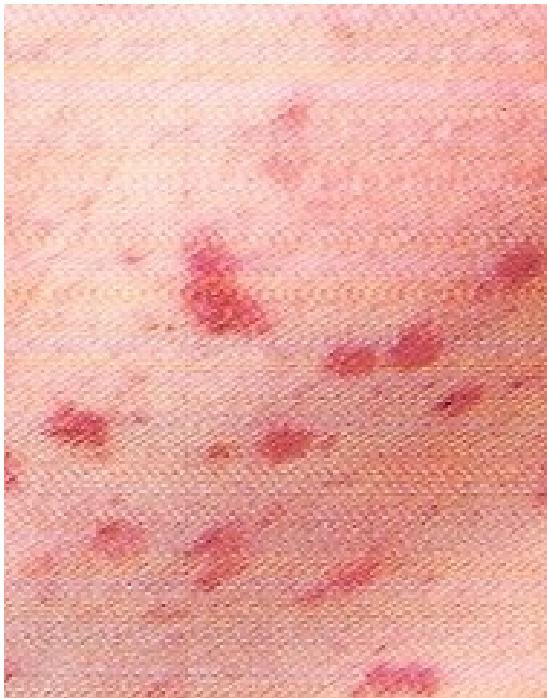
Fréquence : 0,9-4,5%, phototypes III-IV

Délai variable : 7 mois en moyenne

En bordure des zones traitées : ♀ joues, menton, cou; ♂ dos

Mécanisme inconnu : hypothèse des fluences trop basses

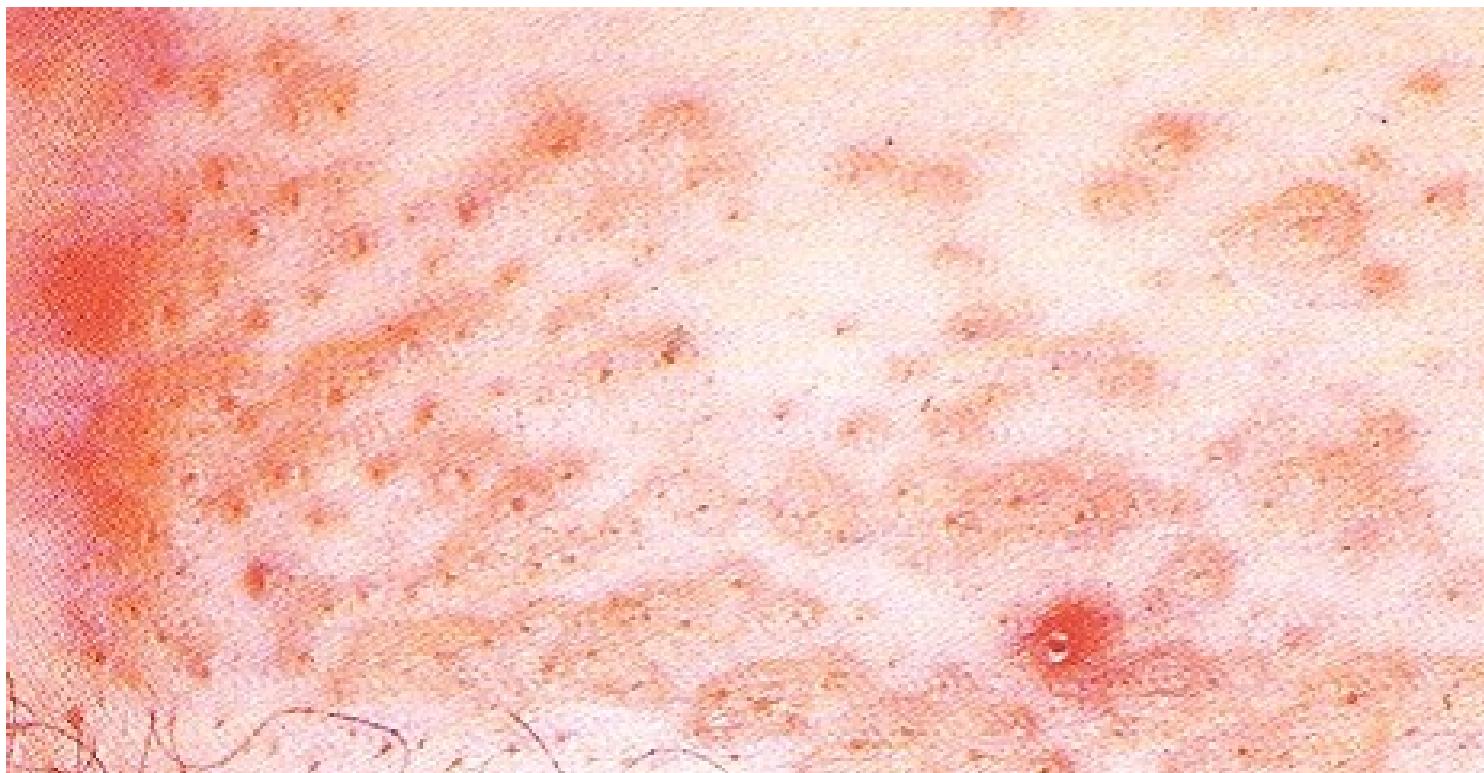
CAT : poursuite laser souvent sur un nombre élevé de séances,
préventivement : glaçage des zones périphériques...











Lasers épilatoires

Laser Alexandrite Long Pulse 755 nm

Laser Néodyme YAG Long Pulse 1064 nm

Prérequis : le semi-conducteur.

Diode laser 800 nm

Lampe polychromatique pulsée.

Laser Alexandrite Long Pulse 755 nm

Laser solide.

Milieu actif: cristal d'alexandrite qui émet à 755 nm, longueur d'onde très absorbée dans la mélanine

Ne permet que le traitement des phototypes clairs de I à III et éventuellement IV sur les zones non insolées.

Fluences :10 à 40 J/cm²

Diamètre de spots: 8 mm-24 mm.

Fréquence de tir maximale: 2 Hz

Temps d'impulsions réglables: de 0,5 à 100 ms selon les appareils.

Le système de refroidissement:
spray cryogénique/ air pulsé continu



Laser Nd: YAG 1064 nm

Laser solide

Milieu actif: cristal composite : le YAG (yttrium-aluminium-garnet) dopé par un ion trivalent actif : le néodyme.

Longueur d'onde:

- 1 064 nm peu absorbée par la mélanine
- pénètre profondément dans la peau.

Fluences entre 30 et 60 J/cm²

Laser pour épiler les peaux de phototype élevé

Temps d'impulsion:

- 3 ms pour les peaux claires à
- 30 à 100 ms, pour les peaux noires

Système de refroidissement :spray cryogénique/ air pulsé continu



Diode laser

Structure de base : Jonction de semi-conducteurs:

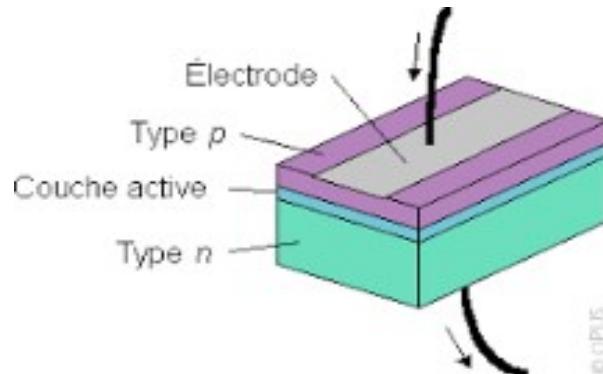
Trois zones caractéristiques :

- une couche de confinement de type n
- une zone active
- une couche de confinement de type p.

Les couches de confinement permettent d'optimiser l'utilisation du courant dans la diode et d'augmenter le rendement.

Principe de fonctionnement : comme tout laser, une diode laser fonctionne avec:

- un milieu amplificateur
- une structure résonante
- un processus de pompage (courant électrique).



Prérequis : le semi-conducteur

Un semi-conducteur, comme le silicium, est un matériau qui n'est ni tout à fait un conducteur d'électricité, ni tout à fait un isolant.

Il peut être soit l'un, soit l'autre selon diverses conditions.

Le caractère conducteur ou isolant prend sa source dans la structure même des atomes

Les électrons dans les solides cristallins se situent à des **niveaux d'énergie spécifiques**. Ces niveaux très proches les uns des autres, sont regroupés en « bandes d'énergie » avec des rôles spécifiques :

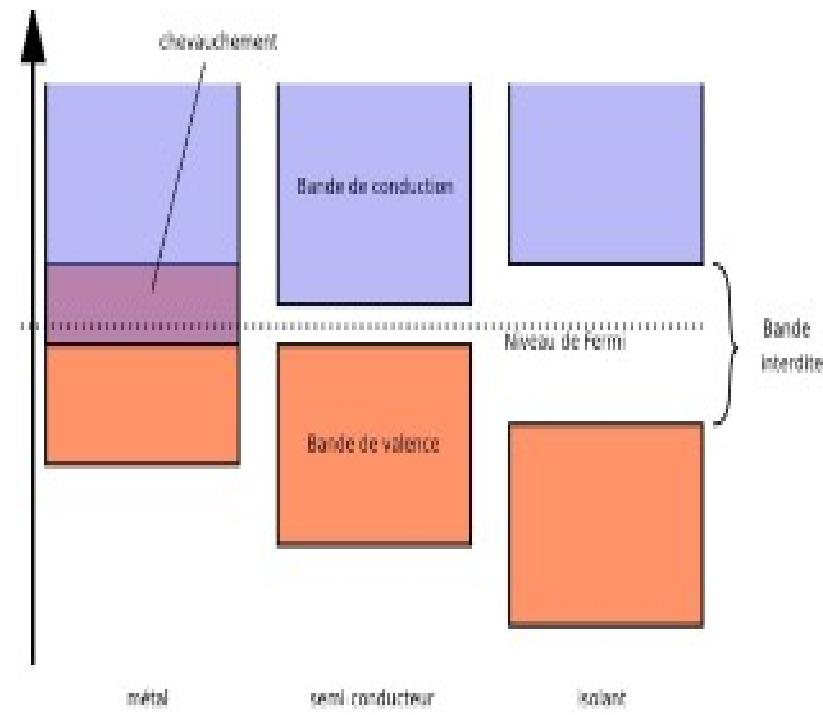
- électrons de cœur : proches du noyau , n'interagissent pas vraiment avec les autres atomes ;
- électrons de valence : sur les couches externes de l'atome, permettent de créer des liaisons interatomiques et de former les molécules ;
- électrons de conduction : responsables de la circulation du courant électrique.

Prérequis : Le semi-conducteur

Dans un métal : certains électrons sont à la fois dans la bande de valence et dans la bande de conduction. Il peut conduire le courant

Dans un isolant, les deux bandes sont séparées par un espace appelé « bande interdite » : les électrons ne peuvent pas s'y trouver.

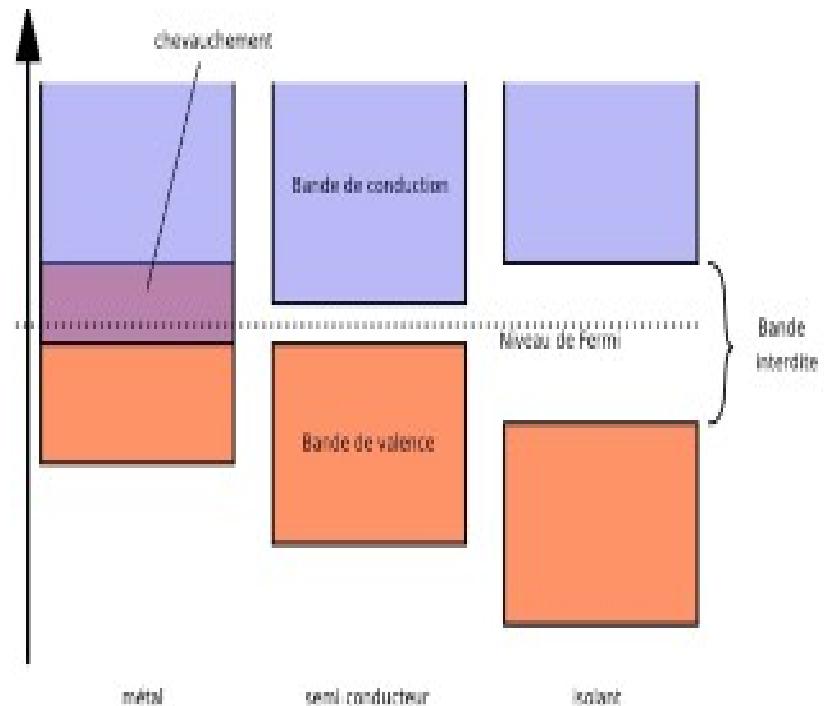
Dans un isolant, les électrons externes sont tous dans la bande de valence et aucun ne se trouve dans la bande de conduction : ces matériaux ne peuvent donc pas conduire l'électricité.



Prérequis : Le semi-conducteur

Le semi-conducteur:

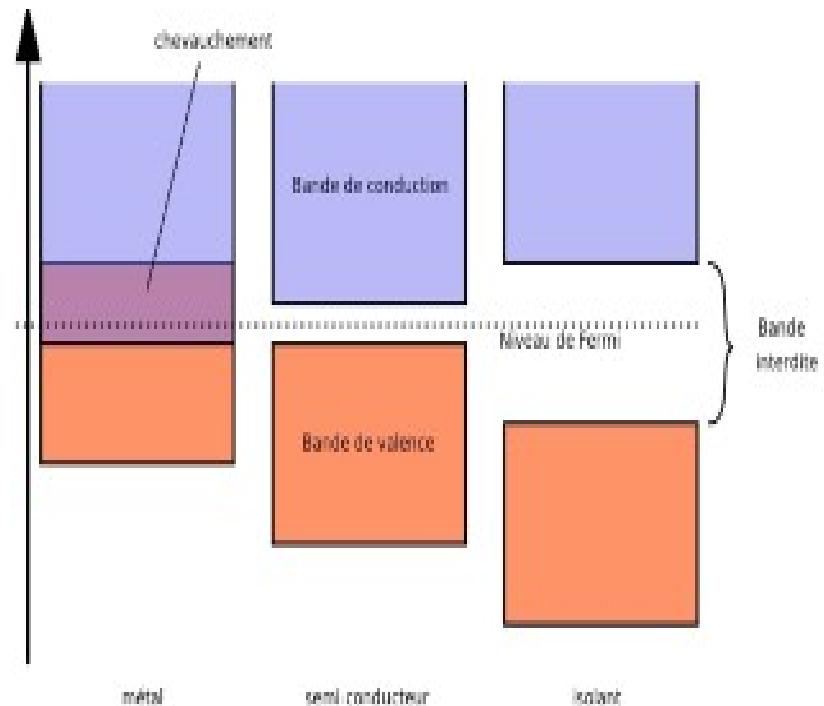
- Au milieu, il existe une bande interdite très fine.
- Pour rendre le semi-conducteur... conducteur:
- il faut que les électrons de valence puissent passer dans la bande de conduction
- Deux solutions:
 - l'excitation des électrons
 - le dopage



Prérequis : Le semi-conducteur

Le semi-conducteur:

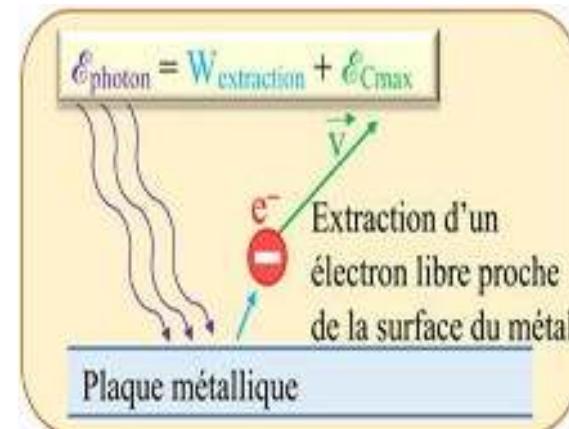
- Au milieu, il existe une bande interdite très fine.
- Pour rendre le semi-conducteur... conducteur:
- il faut que les électrons de valence puissent passer dans la bande de conduction
- Deux solutions:
 - l'excitation des électrons
 - le dopage



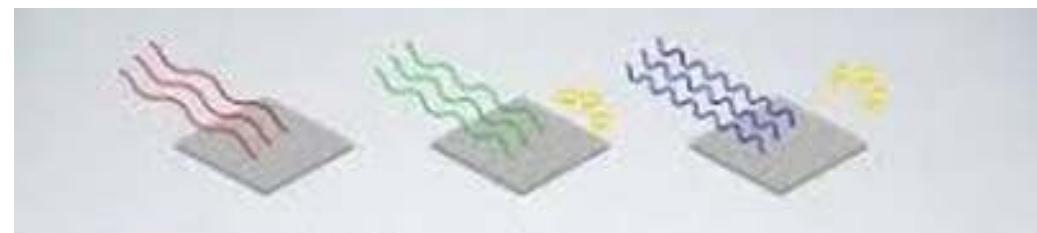
Prérequis : Le semi-conducteur

L'excitation des électrons:
en chauffant le matériau
en l'éclairant

Si on éclaire une plaque métallique, la plaque devient conductrice
on crée un courant électrique :



c'est l'effet photoélectrique



Prérequis : Le semi-conducteur

Le dopage:

Dans un semi conducteur dopé sont introduites des impuretés bien choisies qui vont modifier considérablement les propriétés de conduction du matériau. Dans le cas du silicium tétravalent, on utilise deux types d'impuretés,

- des atomes pentavalents (5 électrons périphériques),
- des atomes trivalents (3 électrons périphériques)

Prérequis : Le semi-conducteur

Semi-conducteur dopé N

Atomes pentavalents : 5 \AA périphériques

On substitue un atome de silicium par un atome de phosphore

→ l'électron en excès assure la liaison avec les atomes voisins.

Un faible apport d'énergie fourni par l'agitation thermique permet à cet électron faiblement lié de participer à la **conduction**.

L'atome de phosphore est un donneur d'électrons, ionisé P^+ .

Phosphore, arsenic, antimoine, bismuth

Semi-conducteur dopé P

Atomes trivalents : 3 \AA périphériques

On substitue un atome de silicium par un atome de bore

→ manque d'électron pour assurer la liaison avec les atomes voisins.

Un faible apport d'énergie, fourni par l'agitation thermique, permet à ce manque d'être comblé par un électron de valence du silicium, ce qui crée un trou qui peut recevoir un électron voisin qui laisse alors un trou derrière lui.

Le trou s'est déplacé

→ **déplacement de charges → conduction**

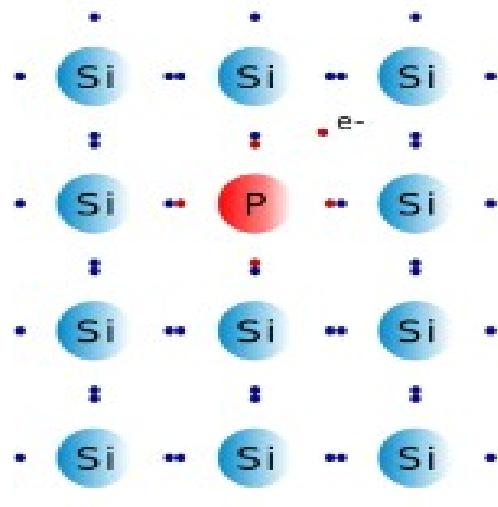
L'atome de bore est un accepteur d'électrons, ionisé B^- .

Bore, aluminium, gallium, indium

Prérequis : Le semi-conducteur

Semi-conducteur dopé N

Electron supplémentaire mobile

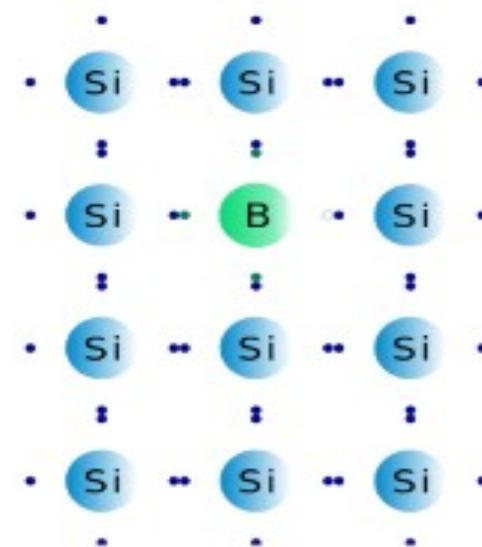


dopage N
(au phosphore)

Excès d'électron

Semi-conducteur dopé P

Electron manquant= trou mobile



dopage P
(au bore)

Déficit d'électrons ou excès de trous

Prérequis : Le semi-conducteur

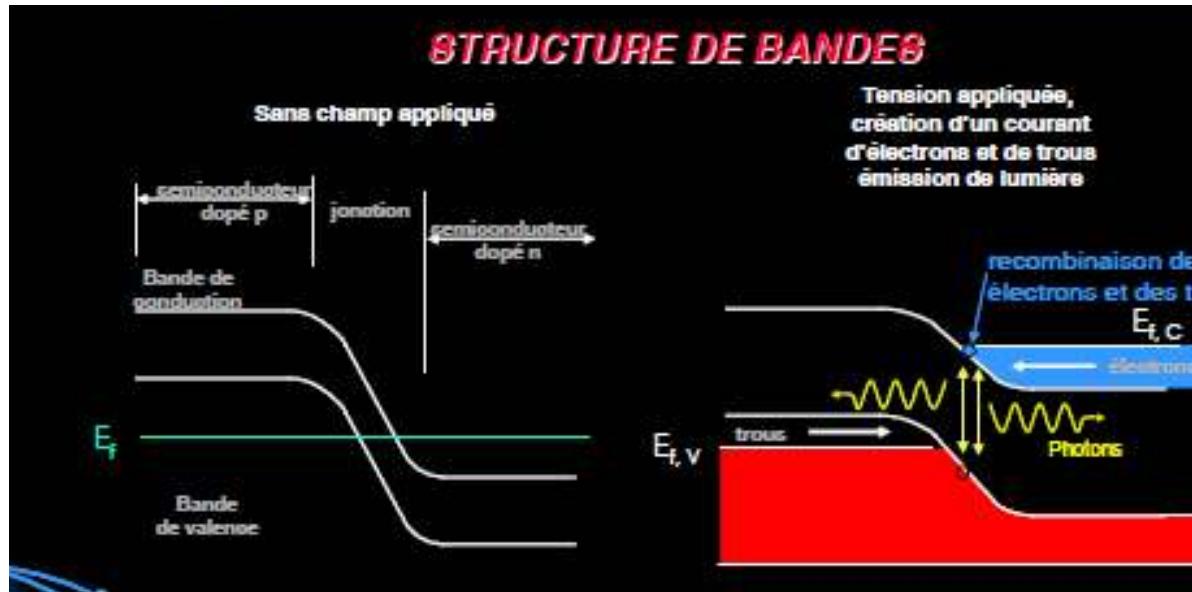
Ces deux façons de doper un semi-conducteur sont antagonistes :

l'une apporte un électron en plus au cristal semi-conducteur

l'autre en retire un.

La diode est la combinaison de deux matériaux dopés de façon différente.

Diode laser



Les semi-conducteurs utilisés pour les diodes laser sont:
Gallium-Arsenic, Indium-Gallium-Arsenic, Aluminium-Gallium-Arsenic....;

Diode laser long pulse haute fluence

Emet entre 800 et 940 nm

Nombreux appareils commercialisés

Le plus utilisé: 810 nm

Fluence jusqu'à 100 J/cm²

Diamètre de spot du saphir 8 cm²

Temps d'impulsion 10 à 400 ms (sur phototype VI)

Fréquence : 2Hz

Système de refroidissement : saphir refroidi à 5°C

Diode laser long pulse basse fluence

Même technologie que la diode laser haute fluence

Fluences de 6 à 8 J/cm²

Temps d'impulsion long

Fréquence 10 Hz

Balayage de la surface pour augmenter progressivement la température

Efficacité identique

Moins douloureux

Peu d'effets indésirables

Lampe polychromatique pulsée

Constituants:

- une lampe à xénon
- un générateur d'énergie
- une programmation informatique.
- un applicateur avec des filtres
- un système de refroidissement:
 - par ventilation d'air sur la lampe
 - par eau

**Emet une lumière défocalisée,
polychromatique, non cohérente**

Fenêtre optique :
entre 600 et 900 nm

PHT I à III non bronzé

Nouvelles technologies sur
appareils récents



Autres technologies

Destruction photo mécanique :

laser Nd:Yag Q-switched + suspension de carbone

laser Nd:Yag Q-switched

Technologie ELOS : synergie électro-optique

Destruction photomécanique

Petites « explosions » localisées provoquées par des impulsions lasers ultracourtes

→ Lasers en mode Q-switched (détatouage):

lésion efficace des cellules pigmentées au sein des follicules pileux
↔ épilation temporaire des duvets

→ Technique Softlight : **technique abandonnée**

sensibilisation aux impulsions Q-S par application d'une suspension à base de particules de carbone sur la peau ↔ ondes de choc photo acoustiques et rupture photomécanique locale des mélanocytes du bulbe sans destruction folliculaire complète.

Technologie ELOS

Synergie entre deux énergies :

électrique : radiofréquence

optique : laser/lumière

RF : chaleur sur follicule et protubérance

Optique : chaleur sur tige pilaire

➔ Distribution uniforme de la température

Deux gammes d'appareils :

RF + IPL = Aurora, RF + Diode = Polaris

Energie non absorbée par la mélanine ➔ pas de limitation due aux phototypes

RF : produit un courant électrique générant de la chaleur à la suite de la résistance tissulaire.

Résultats des études publiées

Lasers Alexandrite LP / Nd:YAG LP/ Diode HF

→ 90% d'absence de repousse à 1 an

Lampe polychromatique pulsée

→ 70% d'absence de repousse à 1 an (PHT I à III)

Technologie Elos identique en termes de résultat au laser.

Les phototypes élevés ou bronzés doivent être traités par laser Nd: YAG LP 1064 nm ou Diode HF avec des temps d'impulsion longs.

Les techniques in-motion : balayage fluence basse seraient efficaces (peu d'études)

Poils blancs: épilation électrique.

En conclusion

Le laser se pratique sur une personne que l'on a interrogée et examinée.
Après ou avec un traitement médical si besoin.

Un patient \Leftrightarrow Une catégorie : phototype, aspect des poils, zones à traiter...

Beaucoup de lasers différents mais une seule classe par catégorie de patients pour une zone donnée en un moment du traitement.

L'épilation laser a ses limites et ses complications: ne pas déconsidérer d'autres techniques épilatoires en complément ou en remplacement.

Merci de votre attention