

## **DOCUMENTS A CONSULTER :**

DOSSIER SUR LE LASER :

[http://50ansdulaser.com/50\\_ans\\_du\\_laser.php?p=laser&s=2](http://50ansdulaser.com/50_ans_du_laser.php?p=laser&s=2)

Animation sur le laser :

<http://www.onera.fr/lumiere/medias/laser.swf>

Animation sur les ondes :

[http://www.abret.asso.fr/50ansdulaser/pages\\_web/lumiere/anim\\_ondes\\_onera.html](http://www.abret.asso.fr/50ansdulaser/pages_web/lumiere/anim_ondes_onera.html)

Animation sur la nature de la lumière :

[http://www.abret.asso.fr/50ansdulaser/pages\\_web/lumiere/anim\\_nature\\_onera.html](http://www.abret.asso.fr/50ansdulaser/pages_web/lumiere/anim_nature_onera.html)

## I. Le principe du laser :

Du simple pointeur de poche jusqu'aux *monstres* utilisés dans l'industrie des métaux, en passant par les lasers de chirurgie, l'acronyme laser désigne des sources de lumière artificielles très différentes par leur puissance et donc leur emploi, mais qui reposent sur le même principe physique commun - **l'émission stimulée** - prédite par Einstein en 1917.

- Pointeur laser de la taille d'un stylo:



- Laser avec une puissance de sortie de plusieurs kilowatts.



Principe :

Le mot LASER est formé à partir des initiales de « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiations ». La lumière émise par une lampe à incandescence ou un tube fluorescent provient des variations d'énergie au sein des atomes du filament ou du gaz contenus dans le tube. Ces variations d'énergie sont aléatoires et créent des photons émis de manière incohérente. L'émission stimulée, principe physique sur lequel se base le fonctionnement du laser, consiste à provoquer ces variations d'énergie de manière synchronisée. Dans ce cas les photons émis sortent du laser en possédant tous la même énergie. Les photons émis ayant tous la même énergie, le rayonnement a la propriété d'être **monochromatique** (d'une seule couleur).

La simultanéité et le synchronisme des émissions permettent d'obtenir des rayons de **puissances instantanées énormes** (dépassant le Gigawatt) et la structure du laser rend le faisceau **très directif**.

A titre de comparaison les photons émis par une lampe à incandescence pourraient être assimilés à un groupe de personnes s'éparpillant dans le plus complet désordre tandis qu'un faisceau laser correspondrait à une troupe marchant au pas cadencé donc avec une fréquence commune parfaitement déterminée et les individus admirablement alignés !

1. Quelles sont les 3 principales qualités d'un laser ?
2. Donner la signification française de l'acronyme laser.
3. Sur quel principe physique est basé le laser ?
4. Citer 3 applications de la vie courante qui intègrent un laser.
5. À puissance égale, une lumière provenant d'un laser est beaucoup plus dangereuse que la lumière d'une lampe, pourquoi ?
6. La puissance d'un laser augmente inversement à la longueur d'onde. Les lasers rouges sont-ils plus ou moins puissants que les lasers verts ?

## II. Le laser en médecine :

Il existe différents types de laser « médicaux » suivant le type d'usage (voir tableau ci-dessous).

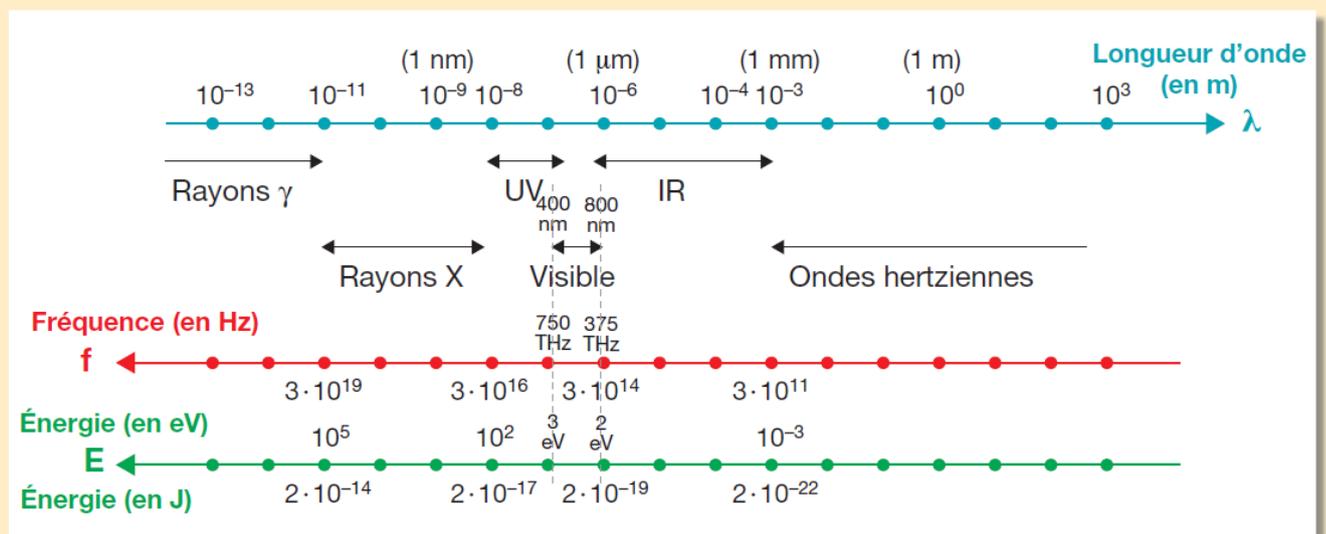
1. Quel est l'intervalle de longueurs d'onde du domaine visible ? (voir documents ci après)
2. Quels sont les lasers dont le faisceau est dans le domaine visible ?
3. En vous aidant des documents ci-dessous, préciser la couleur du faisceau pour les lasers (prendre un exemple par type de matériau actif) dont la longueur d'onde est dans le visible.

Tableau : Caractéristiques générales essentielles de lasers médicaux (doc. INRS)

Matériau actif	Longueur d'onde (en nanomètres)	Régime continu ou pulsé	Cadence des impulsions	Énergie ou puissance	Utilisation
Excimères	190 à 350, 248, 308	pulsé	1 à 400 Hz	100 mJ à qqes joules	angioplastie, ophtalmologie
Vapeurs métalliques (or), plasma	511 et 578 Or: 628	pulsé	10 kHz	5 à 20 W	dermatologie, chirurgie plastique, photothérapie
Hélium – Néon	632	continu		0,1 à 50 mW	acupuncture, médecine sportive et esthétique, rhumatologie, auriculothérapie, dermatologie, traumatologie
Argon krypton (plasma)	488-515-647-976	continu		0,1 à 20 mW	dermatologie, pompage de laser à colorant, ophtalmologie, photocoagulation, chirurgie plastique
Monoxyde de carbone CO	5300	continu		1 à 20 W	ORL, gynécologie, dermatologie, odontologie
Dioxyde de carbone CO <sub>2</sub>	10 600	pulsé-continu	10 kHz	100 J à 100 W	cardiovasculaire, ORL, dermatologie, gynécologie, chirurgie plastique, gastrologie, odontologie
Yag – Erbium	2 930	pulsé	quelques Hz	10 J.cm <sup>-2</sup>	dermatologie, effets combiné des lasers CO <sub>2</sub> et excimères, ophtalmologie
Yag doublé avec cristal de Kr	532	puisé-continu	1 à 50 Hz	1 à 120 W	dermatologie
Rubis	694	pulsé	quelques Hz	10 ou 50 mJ	pholithotritie, dermatologie, destruction des calculs rénaux
Diodes lasers	850	pulsé-continu		quelques W	ophtalmologie, angioplastie
Yag – Néodyme doublé avec cristal KDP, KTP	1 064 532 [doublé en fréquence]	pulsé-continu	1 à 50 kHz	1 à 60 WW	ORL, gynécologie, urologie, chirurgie générale, odontologie, ophtalmologie, dermatologie
Titane saphir	700 à 1 070 – Doublé: 350 à 535	pulsé-continu	1 à 50 kHz	quelques mJ – 1 W	photothérapie
Yag – Holmium	2 100	pulsé	1 à 5 Hz	0,5 à 100 J.cm <sup>-2</sup>	lithotritie
Colorants	320 à 1 200 surtout: 504 et 630	pulsé-continu		quelques W	pholithotritie, photothérapie, dermatologie, photochimiothérapie, photocoagulation

### LES DOMAINES ELECTROMAGNETIQUES :

Plus la longueur d'onde de la radiation électromagnétique est petite, plus la fréquence est grande, plus la radiation est énergétique et plus elle est dangereuse.



## LONGUEUR D'ONDE ET COULEUR :

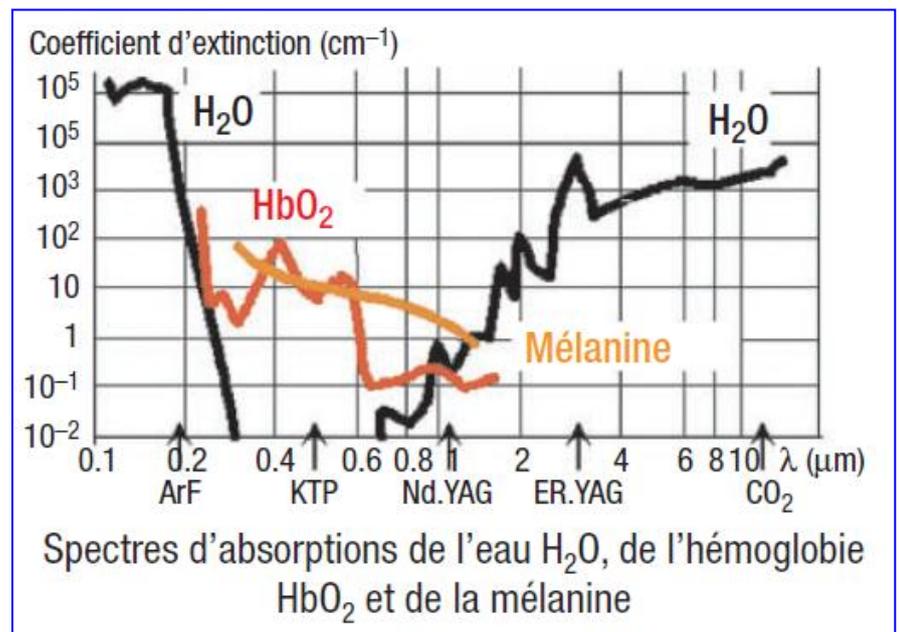
couleur	Longueur d'onde dans le vide (nm)	Fréquence (THz)	Énergie de photon (eV)
Infrarouge	> 780	< 405	< 1.6
rouge	~ 625-740	~ 480-405	~ 1.6 - 2.0
orange	~ 590-625	~ 510-480	~ 2.0 - 2.1
jaune	~ 565-590	~ 530-510	~ 2.1 - 2.2
vert	~ 520-565	~ 580-530	~ 2.2 - 2.4
bleu	~ 446-520	~ 690-580	~ 2.4 - 2.8
violet	~ 380-446	~ 790-690	~ 2.8 - 3.2
ultraviolet	< 380	> 790	> 3.3

### III. Le laser en dermatologie :

Les trois principales utilisations des lasers en dermatologie sont :

- le **laser vasculaire** où la cible du laser est l'hémoglobine  $HbO_2$ ,
  - le **laser dépilatoire** où la cible du laser est la mélanine située dans la tige pileuse et le bulbe du poil,
  - le **laser pigmentaire** où les cibles sont soit les pigments des tatouages, soit l'eau dans le traitement des rides.
- Le principe est identique pour l'ensemble des techniques : l'énergie du faisceau laser est **absorbée** par la cible provoquant son **échauffement** et ainsi son traitement.

Par exemple, pour détruire un poil, on va utiliser un laser dont la longueur d'onde correspond à une absorption maximale de la mélanine mais à une absorption minimale de l'eau et de l'hémoglobine.



1. En utilisant le graphe, déterminer les longueurs d'onde des lasers ArF, KTP, Nd.YAG, ER.YAG et CO<sub>2</sub>.
2. Dans quel domaine électromagnétique émet le laser CO<sub>2</sub> ?
3. Pour chacun de ces lasers, préciser quelle est l'espèce chimique (eau, hémoglobine ou mélanine) qui absorbe le plus d'énergie.
4. À partir des courbes ci-dessus, choisissez le type de laser qui convient le mieux pour effectuer une épilation ? Un traitement antirides ?
5. À quelle longueur d'onde faudrait-il régler un laser pour un traitement optimal d'une couperose ? (*rechercher ce qu'est une couperose*)

Le détatouage est une opération extrêmement délicate. En effet, le principe est de détruire les chromophores des pigments utilisés par les tatoueurs. Pour cela on va utiliser un laser dont la longueur d'onde est absorbée par le pigment. Par exemple, pour éliminer le vert on utilise un laser à 532 nm.

6. En observant le spectre d'absorption de l'eau, de l'hémoglobine et de la mélanine, dites ce que risque d'entraîner comme effet secondaire l'utilisation d'un tel laser.