

Les lasers sont la source de lumière préférée dans toutes les installations expérimentales au laboratoire, et bien sûr ailleurs : très brillants, d'utilisation optique aisée car bien collimatés, ils ne nécessitent normalement pas de lentilles à régler soigneusement, monochromatiques, ils sont faciles à focaliser sur un petit spot, etc. Bref, tout ce qu'il faut pour simplifier la vie de l'expérimentateur.

Mais qu'est-ce que c'est un laser ? Comment ça marche ? D'où sort-il ses caractéristiques si "sympa" ?

En deux mots, un laser est une source de lumière qui fonctionne par fluorescence, tout comme un tube néon, une ampoule fluocompacte, une LED ; mais dans laquelle on arrive à "choisir" les propriétés, telles que la longueur d'onde, la direction, la polarisation, etc, des photons émis grâce au phénomène de l'émission stimulée. Laser est en effet un sigle pour *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, en français *amplification de la lumière par émission stimulée de rayonnement*.

Le cœur de toute source lumineuse par fluorescence est le **milieu actif**. Les électrons de ce milieu sont responsables de l'émission de lumière. Quand on dit que l'on "**pompe**" le milieu, cela signifie qu'on lui fournit de l'énergie, par exemple en y injectant électriquement des porteurs, ou en y réalisant une décharge électrique, ou encore en l'éclairant avec une autre source lumineuse, on amène des électrons du milieu actif dans un **état excité**. Cet état étant instable, les électrons vont au bout d'un certain temps retomber dans leur minimum d'énergie, dit **état fondamental**, et peuvent entre autre, le faire en émettant l'excès d'énergie sous forme de lumière : voilà notre source fluorescente au travail.

La lumière est émise pour l'instant dans toutes les directions, et dans une plage de longueur d'onde (donc de couleurs) large. C'est là qu'entre en jeu le phénomène de **l'émission stimulée**: si on éclaire avec de la lumière d'énergie égale à celle d'une transition entre état excité et état fondamental (donc par exemple de la lumière émise spontanément par fluorescence), alors on peut favoriser la désexcitation radiative d'un électron qui se trouve dans un état excité. Le deuxième photon émis aura les mêmes propriétés de celui qui a causé son émission.

Ce processus est en compétition avec celui de l'**absorption** de la lumière par les électrons qui se trouvent dans l'état fondamental. Si on pompe suffisamment le milieu actif, en augmentant le nombre d'électrons dans l'état excité jusqu'à la condition dite d'**inversion de population**, alors on arrive à avoir une probabilité d'émission stimulée (génération d'un nouveau photon) plus grande de celle d'absorption (annihilation d'un photon): à ce point-là, si on éclaire le milieu actif avec une certaine quantité de lumière, on aura à sa sortie plus de lumière que celle qu'on a envoyé. Nous avons là un **amplificateur optique**.

Il suffit maintenant d'enfermer l'amplificateur optique dans une **cavité** résonante, formée par un miroir totalement réfléchissant et un semi-réfléchissant, et nous avons un laser complet. La lumière émise par le milieu actif est contrainte à faire des allers-retours dans la cavité, et à chaque fois qu'elle traverse le milieu actif elle est amplifiée. Elle ne l'est pas tout de même à l'infini : on arrive à un certain point d'équilibre entre l'amplification, les pertes de cavité, et la pompe. La fraction de lumière qui échappe par le miroir semi-réfléchissant est le faisceau laser qu'on peut utiliser.



Note de sécurité :

Attention! Toutes les propriétés des lasers qu'on aime, les rendent aussi potentiellement dangereux. Si un faisceau bien brillant, bien collimaté arrive sur notre oeil (et aussi à la peau pour les lasers les plus intenses), il va pouvoir entraîner des dégâts permanents! Ou encore, un laser qui tape n'importe où risque de mettre le feu...

Il est fondamental de mettre en œuvre des mesures de prévention et de suivre des bonnes pratiques de laboratoire pour minimiser le risque d'accident. En cas de doute, demandez à l'équipe de sécurité laser!

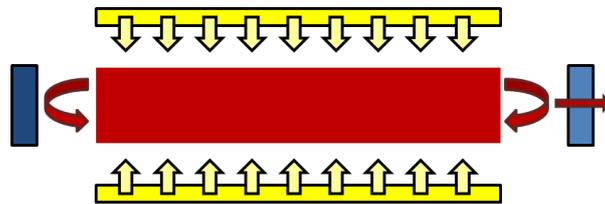
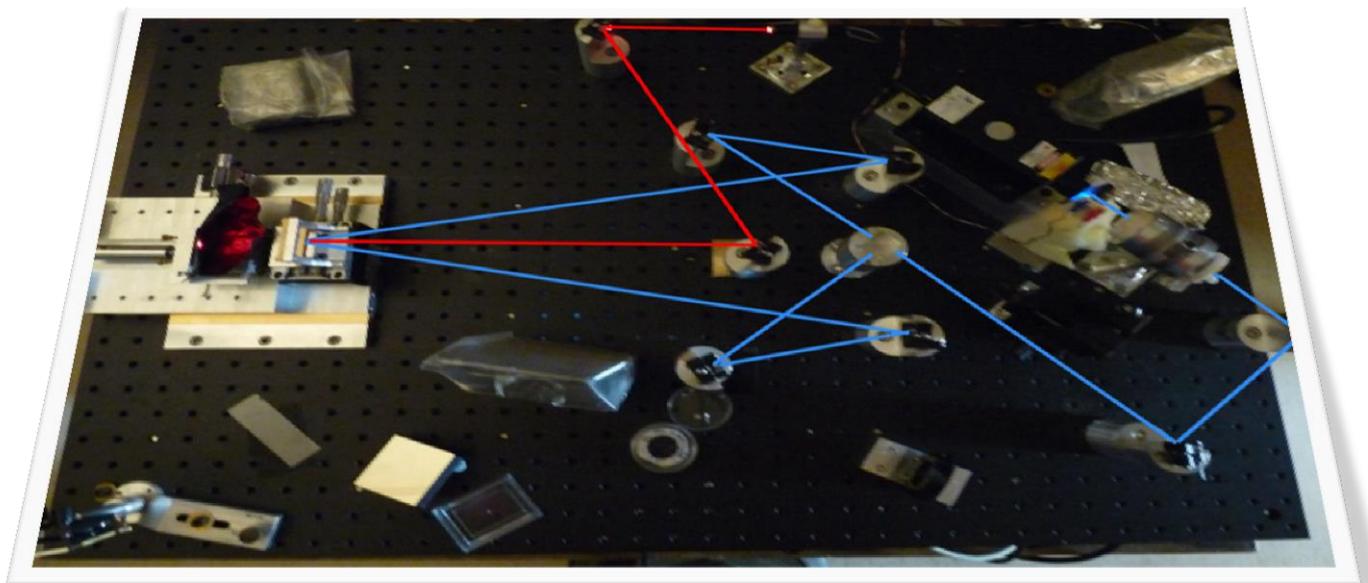


Schéma d'un laser: une lampe de pompe (en jaune) met le milieu actif (rouge) en condition d'inversion de population. Les photons émis rebondissent dans la cavité résonante, et s'échappent en partie par le miroir semi-réfléchissant (à droite).



copyrightphoto@NicolasDesboeufs

Expérience d'enregistrement de motifs holographiques dans des couches photo-actives

Lucio Martinelli, référent laser du PMC

