

LASER

I- Généralité :

Dispositif capable de **générer** et d'**amplifier** des **rayonnements monochromatiques**. Le laser (acronyme de **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiations** ou « amplification de la lumière par l'émission stimulée de rayonnement ») est dérivé du maser (acronyme de Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiations), qui l'a précédé de quelques années ; il repose sur la technique de l'émission stimulée de rayonnement.

On dispose de laser à **rubis**, à **hélium néon**, à **jonction** ou à **gaz**. Les **atomes, ions ou molécules** occupent certains **états stationnaires**, caractérisés par des niveaux énergétiques distincts, et peuvent interagir avec le rayonnement électromagnétique ; l'**interaction** consiste en l'**absorption** d'un **photon** qui fait passer le système dans un état de plus grande énergie, ou en l'émission d'un rayonnement, le système se retrouvant dans un niveau d'énergie plus bas.

L'émission peut être **spontanée** ou **stimulée** : dans le cas de la lumière visible émise par un système en équilibre thermique, l'émission stimulée est négligeable face à l'émission spontanée ; l'égalité entre les deux types d'émission n'est observée qu'à partir des longueurs d'onde d'environ **60 μm** .

Dans le domaine des **micro-ondes** (**1 cm** environ), la situation se renverse et le taux d'émission stimulée est nettement supérieur au taux d'émission spontanée.

Pour qu'une substance puisse se comporter comme un amplificateur laser, il est nécessaire de lui imposer préalablement une action extérieure modifiant substantiellement la distribution d'équilibre : il en résulte un phénomène appelé **inversion de population** caractérisé par le fait qu'un niveau d'énergie supérieur est plus peuplé (c'est-à-dire, qu'un plus grand nombre d'atomes s'y trouvent) qu'un niveau d'énergie moindre.

L'amplification est d'autant plus grande que le taux d'inversion est plus grand. Pour que le matériau puisse se comporter comme un **oscillateur laser** et émettre un **rayonnement lumineux cohérent**, il doit être placé dans une « **cavité** » résonnante (par analogie avec les cavités résonnantes utilisées en hyperfréquence), constituée généralement de deux miroirs plans parallèles, l'un étant partiellement réfléchissant, l'autre totalement.

A cause des pertes par **diffraction** et **absorption** dans la cavité, la seule inversion de population ne suffit pas à assurer l'oscillation : il est nécessaire que le gain de matériau soit supérieur à 1 (c'est-à-dire que les pertes soient compensées par une production de nouvelles transitions).

Si ces conditions sont satisfaites, le processus en chaîne de l'émission stimulée peut s'amorcer et la laser peut commencer à osciller par lui-même.

Toutefois, il est indispensable, pour maintenir l'oscillation, de **pomper** continuellement les atomes d'un certain niveau énergétique à un niveau énergétique supérieur, opération qui nécessite de fournir une puissance considérable au matériau oscillant.

Au-delà d'une certaine valeur seuil, une fraction du rayonnement quitte la cavité à travers le miroir semi-transparent, l'autre fraction restant confinée dans la cavité pour être à nouveau amplifiée. Le rayonnement est émis sous forme d'onde pratiquement plane.

En outre, l'amplification opère sur une bande très étroite autour de la fréquence centrale ; il en résulte que l'onde formée est, avec une très bonne approximation, monochromatique.

II- Applications :

Grâce à leur capacité à concentrer dans un angle solide une très grande puissance lumineuse, les lasers se prêtent à un très grand nombre d'applications (il est devenu un mot du langage courant, notamment dans les **télécommunications**, la **téléométrie** par **radar optique**, les **techniques interférentielles**, etc.

Les applications technologiques sont également très nombreuses : **micro-soudures**, **calculateurs électroniques**, **photographie ultra-rapide**, **enregistrement** et **lecture numérique (lecteur laser)**.

Enfin, le laser trouve un large emploi en **microchirurgie** : intervention sur l'**œil**, destruction des **tumeurs**, **stérilisation**, etc.

Le champ de ses applications s'est ultérieurement agrandi avec la création et la diffusion des lasers à **gaz carbonique**, à **vapeur de cuivre**, et le **laser dit YAG**, capable de produire une lumière située dans la poche **infrarouge**, à **1,060 μm** .