

PARTIE 1 : Les ondes
Séquence 3 : Dualité onde – particule
Séance 2 : Le principe du LASER

I. Le LASER

Le mot LASER est un acronyme créé à partir de l'anglais : **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation (amplification de lumière par émission stimulée de rayonnement).

Contrairement aux autres sources de lumière qui utilisent l'émission spontanée, la lumière laser est produite par émission stimulée.

Réaliser un laser consiste donc à favoriser l'émission stimulée au détriment de l'émission spontanée. Comment est-ce possible ?

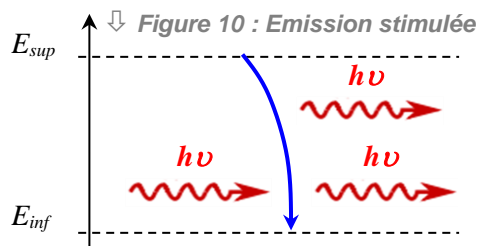
1. Émission stimulée

Lors d'une émission stimulée, un photon incident d'énergie E force un atome dans un état excité E_2 à passer à un niveau d'énergie inférieur E_1 en émettant un nouveau photon de même direction, sens, phase et énergie que le photon incident.

Remarque :

Il faut que l'atome dispose de niveaux d'énergie lui permettant d'émettre un photon de même énergie que le photon incident, sinon la stimulation ne se fait pas.

Les photons produits par émission stimulée augmentent donc l'énergie de l'onde qui interagit avec les atomes.

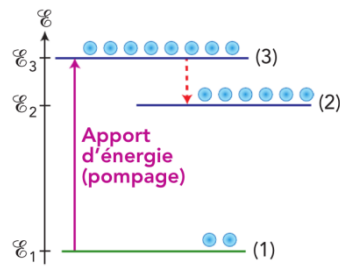


2. Principe de fonctionnement du laser

a) Pompage optique

La majorité des atomes étant dans un état stable, pour **augmenter le nombre d'émissions stimulées**, il faut créer une **inversion de population**, c'est-à-dire maintenir la majorité des atomes dans un **état excité** : cette opération est appelée **pompage**.

Principe : un excitateur (décharge électrique ou un faisceau lumineux) excite les atomes qui passent du niveau E_1 à un niveau excité E_3 légèrement supérieur à E_2 . Les atomes du niveau 3 peuplent le niveau 2 en se désexcitant très rapidement réalisant ainsi l'inversion.



Doc. 8 Répartition des atomes (représentés symboliquement par des sphères) dans les niveaux d'énergie avec inversion de population.

On utilise couramment des flashes de lumière pour l'inversion de population.

b) Amplification de la lumière

Un laser est constitué **d'une cavité** contenant de la matière sous forme solide, liquide ou gazeuse. Cette matière constitue **le milieu actif**.

L'excitation du milieu produit une émission stimulée de photons.

Deux miroirs, dont l'un semi-réfléchissant, situés aux extrémités du laser, se renvoient les photons par réflexions successives amplifiant le phénomène d'émission stimulée.

Du fait des allers retours dans la cavité, seuls les photons émis dans l'axe sont conservés et lorsqu'il y a assez d'énergie, le faisceau devient assez puissant pour traverser le miroir semi-transparent. Il se forme un rayon laser.

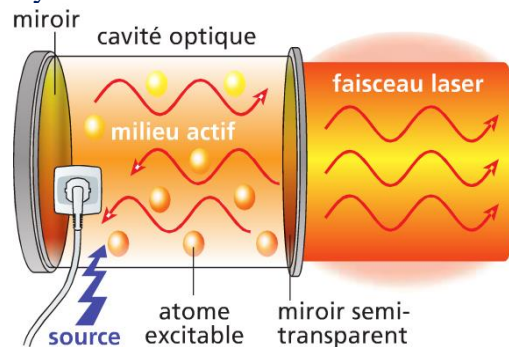
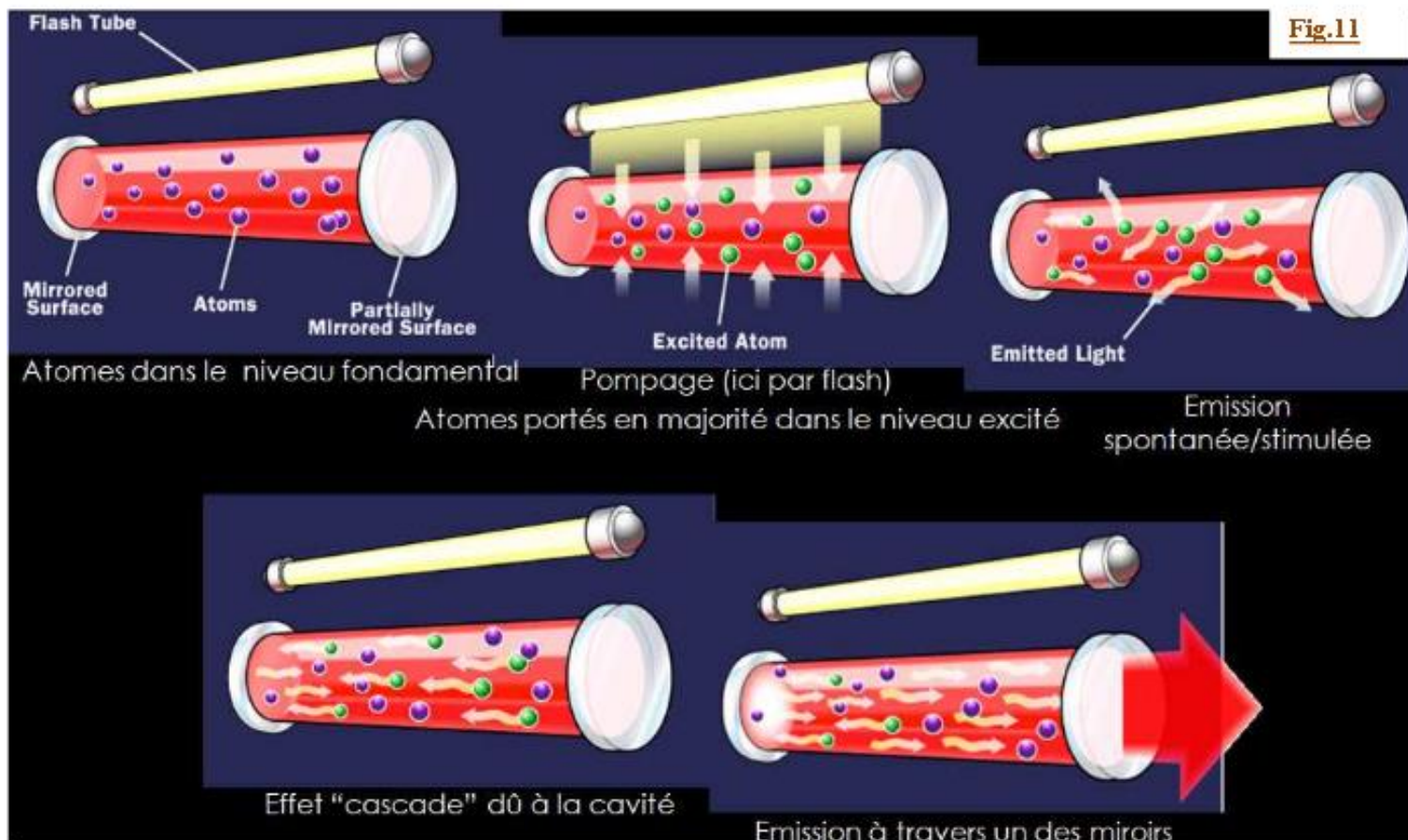


Fig. 5 Principe du laser.

Résumé :



c) Propriétés des lasers

- **Directivité du faisceau** : le faisceau émis par un laser est très directif : seuls les photons qui se déplacent dans la direction perpendiculaire aux miroirs peuvent sortir de la cavité laser. Les miroirs ont pour effet de sélectionner la direction des photons (l'angle de divergence est faible, de l'ordre du milliradian).
- **Monochromaticité** : tous les photons émis ont même fréquence.
- **Cohérence** : les photons émis sont en phase : le faisceau lumineux d'un laser est cohérent (permet d'obtenir une figure d'interférence stable).
- **Concentration spatiale d'énergie** : les lasers sont des sources lumineuses très intenses concentrant leur énergie dans un pinceau très étroit. *ÉVITER LES YEUX*
- **Concentration temporelle d'énergie** : l'énergie rayonnée peut être concentrée dans le temps dans les lasers à impulsion grâce à des émissions d'impulsions de courte durée (lasers pulsés ou à impulsion)

