

(A.F) Spectre de fluorescence atomique : lorsque les atomes sont excités par la lumière, mesurer la lumière émise lorsque les atomes reviennent à l'état Directement depuis un endroit stable (il est rarement utilisé dans les travaux de routine). Considérant que l'absorption et l'émission atomiques font partie des méthodes d'analyse couramment utilisées dans les analyses de routine, même si elles ne le sont pas La fluorescence atomique est largement utilisée dans les analyses de routine.

### Avantages de la spectrométrie atomique

- 1) La forte sélectivité pour les différents éléments est due à la spécificité de la valeur ( $\Delta E$ ) entre l'état excité et l'état stable

Pour les atomes de divers éléments, où:

$$\Delta E = h\nu$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$$

Ainsi, lorsque la valeur de  $\Delta E$  est spécifique, la valeur de  $\lambda$  est spécifique, et lorsque la lumière absorbée ou émise a la même longueur d'onde. La ligne est appelée ligne de résonance.

- 2) Les raies atomiques sont très étroites, donc les interférences sont minimales, et ces raies étroites sont souhaitables à certaines fins analytiques.
- 3) Haute sensibilité aux éléments
- 4) Le spectre est simple et possède de faibles limites de détection, adaptées aux analyses de routine

### Spectre d'absorption atomique A.A

Il mesure l'absorption de la lumière mono-onde par un nuage d'atomes d'analyte et convient à la détermination de la plupart des métaux.

Il ne convient pas à la détermination directe de la plupart des métaux. Étant donné que cette technologie a une sélectivité très élevée, ce qui augmente les applications de cette technologie Les méthodes d'absorption atomique sont classées selon le type de sources d'atomisation de l'élément

Absorption atomique de la flamme

Absorption atomique sans flamme :

- ✓ atomisation thermoélectrique
- ✓ atomisation à froid

### Flames

La flamme la plus basse est Air-Propane, sa température maximale est 1750 C°,

La flamme la plus chaude est la flamme Oxygène-Acétylène 3060 C°

Remarque :

La flamme la plus courante en absorption atomique est la flamme air-acétylène, bien que certains métaux ne soient pas compatibles avec Cette flamme est comme le silicium et l'aluminium, ils ne se décomposent pas avec ce type de flamme car ils forment des oxydes résistants à la fusion. Lorsqu'il est chauffé dans cette flamme, il ne se désintègre pas à de telles températures de cette flamme

## Processus qui se produisent dans une flamme

- 1) Atomization : C'est le processus de conversion du sel en atomes libres à l'état gazeux, et cela se fait en trois étapes:
  - a) L'eau ou le solvant s'évapore, laissant un sel anhydre sec
  - b) Le sel s'évapore et se transforme en état gazeux
  - c) une partie ou la totalité des molécules gazeuses se désintègrent en atomes ou radicaux neutres libres, et les atomes neutres sont du type absorbant dans le spectre d'absorption atomique A.A
- 2) Une partie des atomes neutres absorbe l'énergie de la flamme
- 3) Une partie des atomes neutres absorbe l'énergie de la flamme (excite ou ionise)
- 4) Une partie des atomes ou radicaux neutres peut se combiner dans la flamme pour former de nouveaux composés
- 5) Le nombre d'atomes libres et neutres peut être exprimé à l'aide de la distribution de Boltzmann et selon la relation où

$$R = \frac{N^*}{N^0} = A e^{-\Delta E / KT}$$

$N^*$  : Nb d'atome excités

$N$  : Nb d'atomes stables

$A$  : const entier dépend de nombre quantique

$\Delta E$  : écart d'énergie

$K$  : const de Boltzman

## Spectroscopie d'émission atomique (A.E)

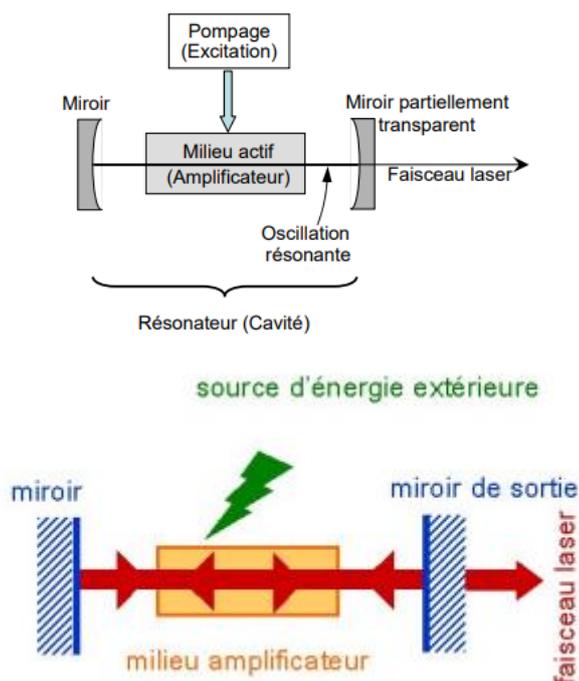
Les atomes sont excités thermo électriquement à l'aide d'une décharge électrique entre deux électrodes, généralement en graphite, et l'émission atomique, utilisé en analyse qualitative et quantitative : L'analyse qualitative s'entend à travers la localisation des longueurs et en analyse quantitative, l'intensité des lignes.

# Le laser

## Qu'est-ce qu'un laser ?

Les lasers sont des dispositifs qui produisent un rayonnement cohérent pour des longueurs d'onde situées dans les domaines infrarouge (IR), visible, ultraviolet (UV) du spectre électromagnétique.

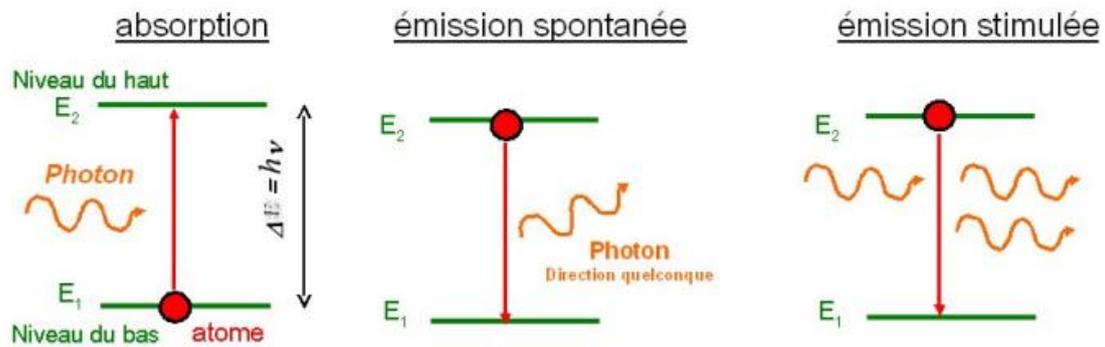
On peut définir les quatre éléments fondamentaux d'un laser, schématisé sur la Figure



1. Un milieu amplificateur constitue d'atomes, molécules, ions ou électrons dans un gaz, un plasma, un liquide ou un solide, et dont le rôle est d'accroître la puissance d'une onde au cours de sa propagation.
2. Un système d'excitation (ou de "pompage") qui permet de créer les conditions d'une amplification du rayonnement électromagnétique (exemple : "inversion de population" par pompage lumineux).
3. Un résonateur optique (ou "cavité") qui crée les conditions d'une oscillation laser résonnante (cavités linéaires Fabry-Pérot, cavités en anneau ou autre...).
4. Un couplage de sortie qui permet d'utiliser une partie du rayonnement stocké dans la cavité (miroir de sortie, etc.)

## Description des mécanismes d'émission-absorption

Il existe trois mécanismes d'interaction schématisés sur la figure

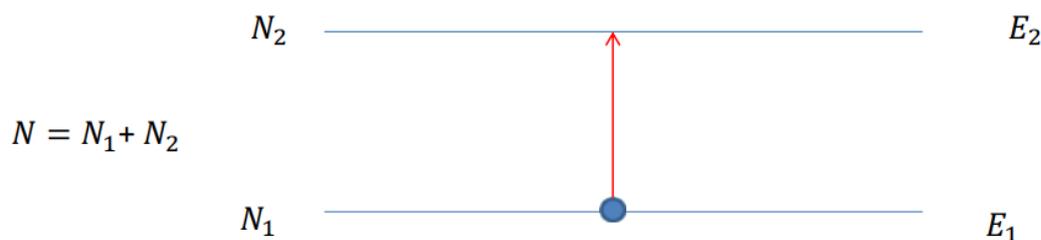
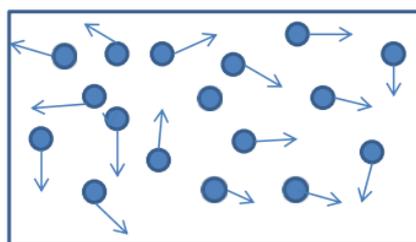


1. Absorption : Un atome du niveau du bas peut monter dans le niveau du haut par effet d'absorption d'un photon de fréquence  $\nu$ .
2. Emission spontanée : Un atome du niveau du haut peut se désexciter spontanément vers le niveau du bas et engendrer l'émission d'un photon de fréquence  $\nu$  si la transition entre  $E_2$  et  $E_1$  est radiative. Ce photon a une direction et une phase aléatoire.
3. Émission stimulée : par l'action d'un photon incident, un atome du niveau du haut peut également se désexciter en émettant un photon dit "stimulé" dont les propriétés sont exactement les mêmes que le photon incident. Le terme stimulé souligne le fait que ce type de rayonnement n'existe que si un photon incident est présent pour "stimuler l'émission". L'amplification vient des similitudes entre le photon incident et le photon émis.

## Comment fonctionne le laser?

Nous devons aborder certains concepts de base d'absorption et d'émission.

Considérer un milieu atomique composé de  $N$  atomes, chaque atome a deux niveaux d'énergie  $E_1, E_2$ ;  $E_2 > E_1$



Avec la densité spectrale externe  $\rho(\nu)$ , trois mécanismes se produisent:

### 1. Mécanisme d'absorption stimulée:

Avec la densité, Il est probable d'élever un groupe d'atomes de l'état  $E_1$  à  $E_2$ .

Cette probabilité est proportionnelle avec le coefficient d'Einstein  $B_{12}$  et la densité d'énergie  $\rho(\nu)$ , Le taux de transition dans une unité de temps est le suivant:

$$\frac{dN_1}{dt} = - B_{12} \cdot \rho(\nu) \cdot N_1$$

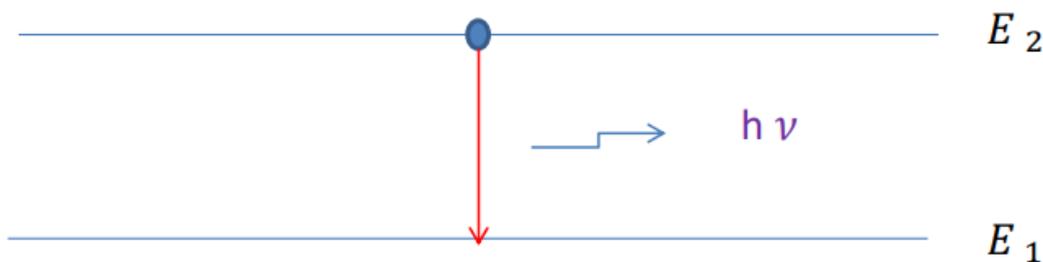
$B_{12}$ : coefficient d'Einstein de l'absorption

### 2. Mécanisme d'émission spontanée:

Nous considérons qu'un atome à l'état énergétique  $E_2$ , il y a une probabilité définie par le coefficient  $A_{21}$  dans l'unité de temps pour que cet atome tombe automatiquement à l'état énergétique  $E_1$  en envoyant un photon  $h\nu$

Le changement de population y sera

$$\frac{dN_2}{dt} = - A_{21} N_2$$



### 3. Mécanisme d'émission stimulée:

En présence de rayonnement électromagnétique son énergie est  $\rho(\nu)$  La probabilité d'induction de l'atome de passer du niveau  $E_2$  à  $E_1$  est proportionnelle à  $\rho(\nu)$  et le coefficient  $B_{21}$  qui lui correspond s'appelle le coefficient d'Einstein de l'émission stimulée.

L'atome envoie alors un photon de même spécification que le photon induit (même direction, même polarisation, même phase)