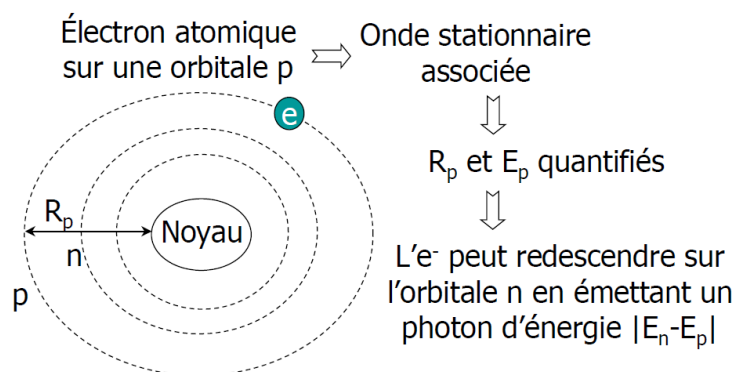


Applications

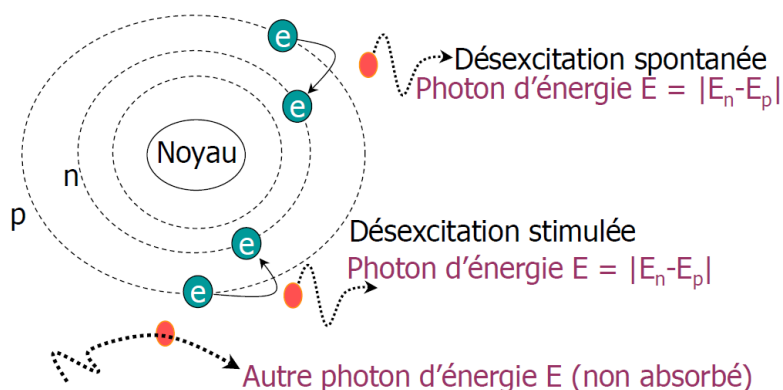
Laser

Base du laser

R_p : distance noyau / électron quantifiée
 E_p : énergie de l'électron sur la couche p quantifiée



En 1917, A. Einstein montra que cette désexcitation peut se faire de manière **spontanée** (aléatoire) ou **stimulée**.



Emission d'un **photon de fluorescence** de même énergie et de mêmes caractéristiques (même phase, même λ) que le photon qui l'a stimulé

La probabilité d'émission stimulée est proportionnelle au nombre d'électrons sur l'orbitale p
Elle diffère de celle de l'absorption s'il existe au moins 3 niveaux énergétiques

Dans ces conditions, on peut donc amplifier une radiation EM d'énergie E à condition d'accumuler des électrons sur la couche p et de piéger la lumière émise dans une cavité résonnante.

\Rightarrow **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation

Mécanisme du laser

- Amplification d'une radiation par accumulation d'électrons sur la couche p : **phénomène de pompage**
- Injection d'un photon d'énergie $E_n - E_p$: provoque des **émissions stimulées** d'énergie E
- Emissions stimulées **piégées dans une cavité résonante**

Principes du laser

- **Inversion de population**

= Atomes avec leurs électrons majoritairement sur la couche p

Pompage : fait de fournir de l'énergie pour exciter les électrons (vers p)

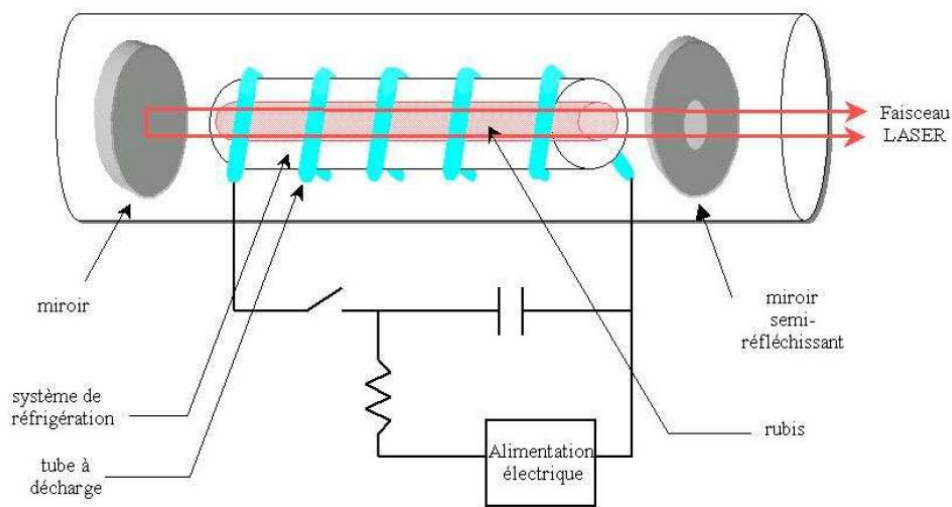
- **Cavité résonante**

Permet de piéger l'émission stimulée de photons entre deux miroirs

Apparition d'une onde stationnaire où l'intensité est amplifiée

« Fuite » d'un des deux miroirs pour créer le faisceau LASER (continu ou pulsé)

Exemple du laser à rubis



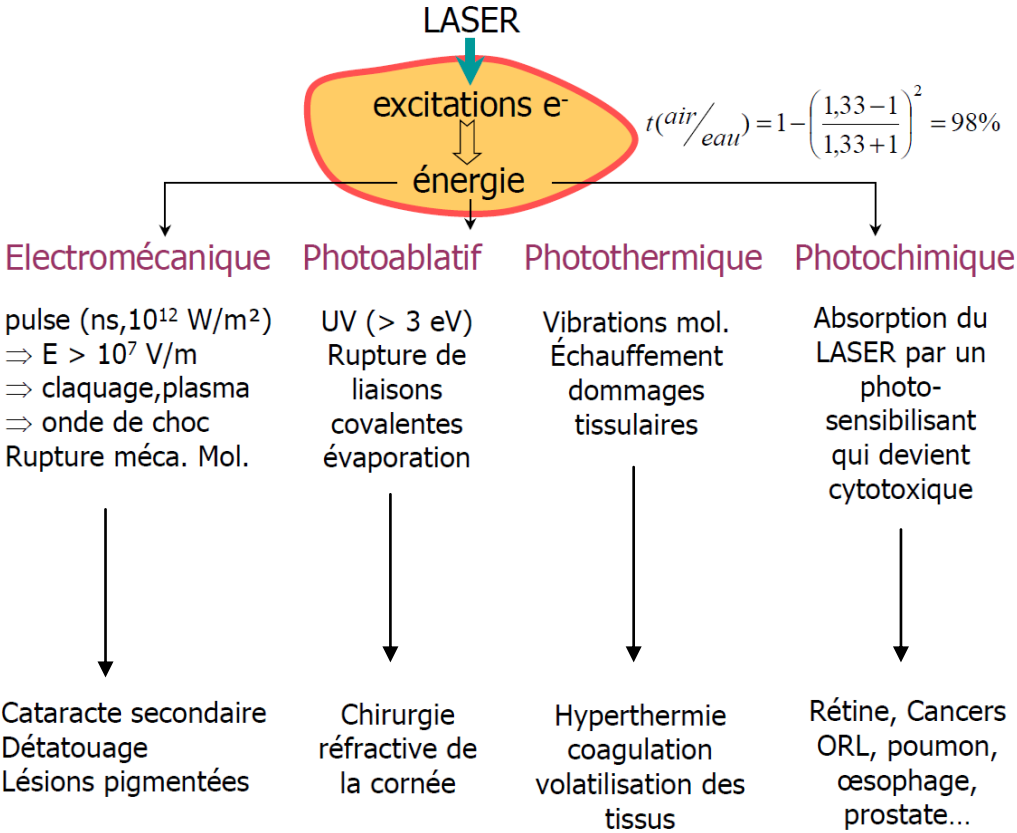
Tube à décharge : envoi des éclairs qui servent à faire le pompage

Caractéristique du rayonnement laser

- ⇒ Onde monochromatique
- ⇒ Onde cohérente
- ⇒ Onde amplifiée et focalisée

Le LASER peut émettre dans le spectre optique ou dans les micro-ondes (recherche en cours pour les rayons X).

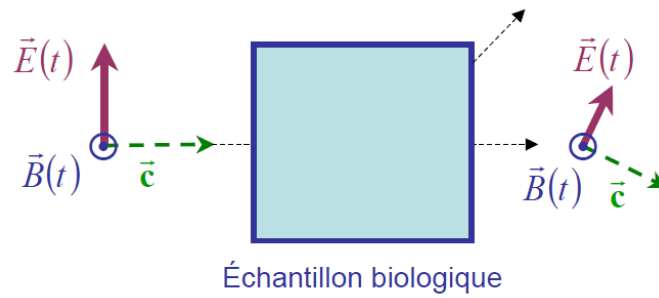
Interactions Laser / Tissus



Spectroscopie optique

But : Caractériser (composition chimique, structure, environnement) voire doser des macromolécules biologiques en solution

Principe: modification d'un REM traversant un échantillon



Observations

- ⇒ **Fraction absorbée du REM** : information sur la concentration de l'échantillon
Absorption d'UV, du visible, d'IR
- ⇒ **REM réémis** par l'échantillon : par diffusion inélastique de Raman, par fluorescence
- ⇒ **Polarisation modifiée** : dichroïsme circulaire

Spectrometrie d'absorption Optique-UV

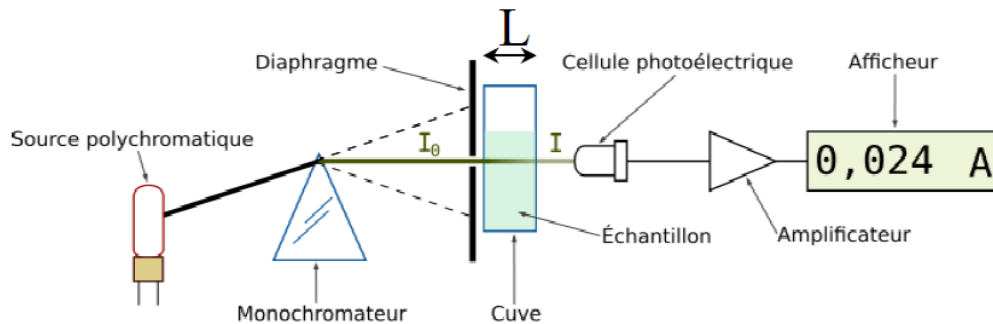
Optique-UV : $\lambda \in [160 \text{ nm}, 800 \text{ nm}]$ soit $E \in [1,6 \text{ eV}, 7,8 \text{ eV}]$

Excitation possible de certains électrons atomiques d'un **doublet non liant** ou d'une **double liaison**

Absorption spécifique de certaines λ par un **chromophore**

On enregistre un **spectre d'absorption** :

- ⇒ Mesure de l'absorbance à la sortie de l'échantillon : varie en fonction de λ
- ⇒ Ce spectre est caractéristique de la composition atomique et des liaisons chimiques de la solution étudiée



$$I(L) = I_0 \cdot e^{-\sigma \cdot C \cdot L}$$

Loi de Beer-Lambert

$$F = \frac{I_0 - I}{I} \approx \sigma \cdot C \cdot L$$

F : Fraction de lumière absorbée = **absorbance** = **densité optique**

C : Concentration en $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$

σ : Section efficace ou coefficient d'extinction molaire

Exemple : oxymétrie de pouls

Permet de surveiller la **saturation en hémoglobine** (taux de HbO_2) chez le patient

Spectrométrie d'absorption dans l'IR

Les **énergies vibrationnelles** de nombreuses molécules correspondent à l'absorption de photons dans le moyen IR ($\lambda = 2,5-25 \mu\text{m}$)

Applications

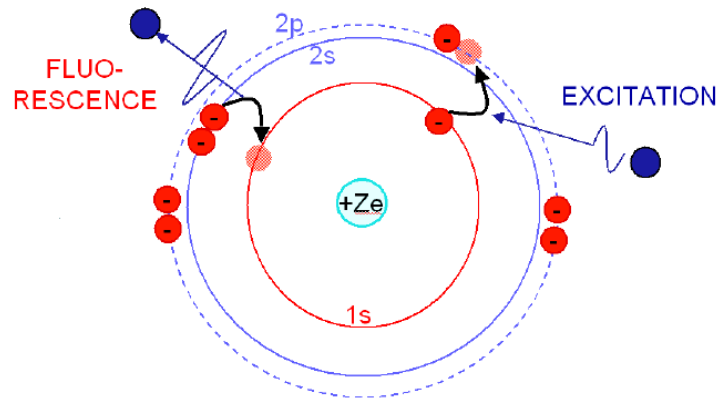
- **Spectre de protéines** par transmission (caractérise les groupements amide et alcane)
- Étude des **structures secondaires** des protéines (hélices α , feuillets β ,...)
- Dosage des acides gras, phospholipides
- Dosage de l'ADN

Spectrométrie par fluorescence

Fluorescence = capacité de certains atomes (**fluorophores**) irradiés par de la lumière visible ou UV à ré-émettre une lumière de λ plus élevée

Mécanisme : émission de photons par des électrons revenant à leur état énergétique fondamental

Cette technique est **hyper sensible** : permet de mesurer de très faibles concentrations (nM)



Spectrométrie de diffusion Raman

Diffusion inélastique: certains photons diffusés par des molécules ont une énergie plus faible que l'énergie incidente

Cette différence d'énergie est conférée à des **niveaux d'énergie vibrationnelle** (voire rotationnelle ou électronique) lors d'une interaction entre le dipôle électrique d'une molécule et un photon (laser).

Le spectre Raman donne des informations sur les **liaisons amides** du squelette protidique, de la **structure secondaire** des protéines (ADN), **l'environnement des acides aminés**...

Spectropolarimétrie

Activité optique des solutions chirales : carbone ou environnement asymétrique

Éclairage de la solution par une lumière à **polarisation rectiligne** composée par la somme de deux composantes de même longueur d'onde λ à polarisation circulaire tournant en sens inverse.

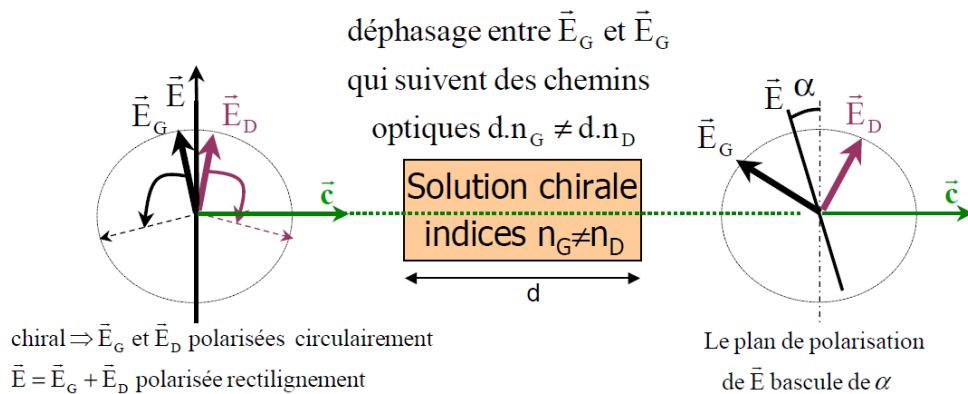
On analyse en fonction de λ la polarisation de l'onde émergent de la solution.

Pouvoir rotatoire

Une molécule optiquement active va faire déplacer avec des vitesses différentes une lumière polarisée circulairement à droite ou à gauche

Le résultat est qu'une polarisation rectiligne se trouve être toujours une polarisation rectiligne mais basculée d'un angle α

- ⇒ La mesure de α nous donne une information sur la concentration en molécules chirales dans la solution
- ⇒ La mesure de α pour toutes les longueurs d'onde donne une information sur le type de molécules qui ont provoqué ce phénomène de bascule



Dichroïsme circulaire

A la sortie de la cuve, le champ électrique suit une **polarisation elliptique**.

On mesure l'**ellipticité (angle Ψ)**.

Cet angle Ψ est proportionnel à la concentration des molécules chirales présentes dans la solution.

Donne aussi une information sur les structures secondaires de ces molécules (par analyse du spectre).

