

**FIL 1 :**

**Séquence 3 : Transfert  
d'énergie  
entre systèmes**

# **PARTIE A: Différents modes de transfert et notion d'énergie interne.**

- 1) Echelle microscopique/macrosopique
- 2) les transferts thermiques
- 3) Flux thermique dans la matière
- 4) Energie interne  $U$
- 5) Bilan énergétique

# 1) Echelle microscopique/macrosopique :

✓ *Voir l'activité 1*

- Approche microscopique : décrit le comportement individuel des constituants du système (atomes, molécules, ions). Dispositifs de visualisation d'atomes et molécules : Activité la microscopie
- Approche macrosopique : décrit le comportement de l'ensemble des constituants du système à l'échelle de l'être humain.

## 2) Les différents transferts thermiques :



**A partir de cette photo identifier les 3 modes de transfert thermiques : conduction, convection, rayonnement.**

Fil2-Séq3: Transfert d'énergie entre systèmes

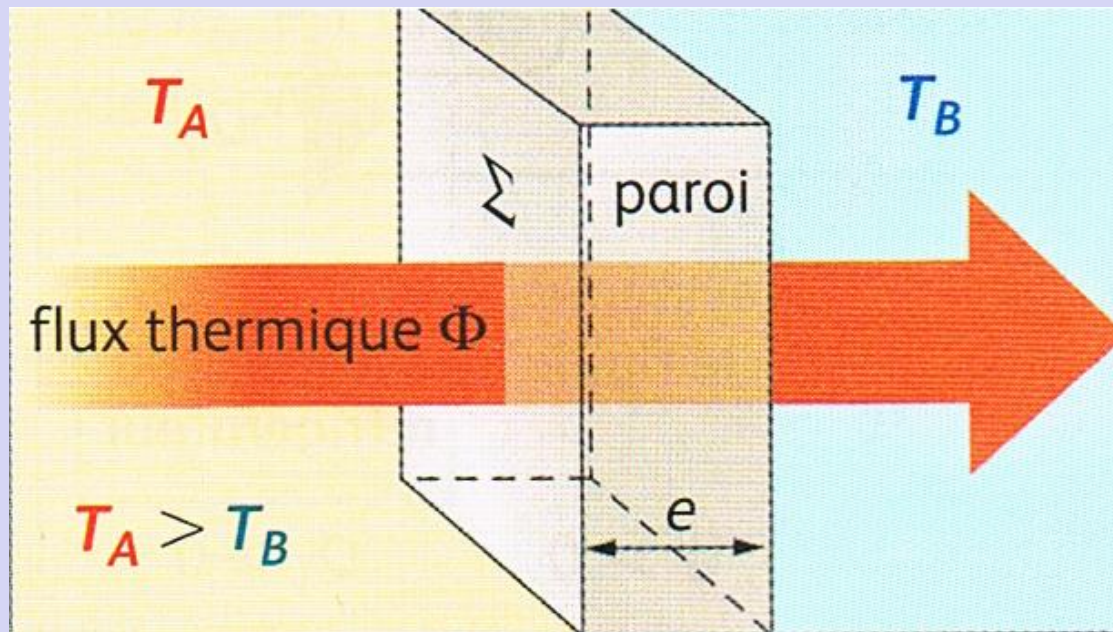
### 3) Le flux thermique à travers la surface d'une paroi :

✓ Voir l'activité 2 isolation d'une maison.

flux (W) →  $\Phi = \frac{Q}{\tau}$

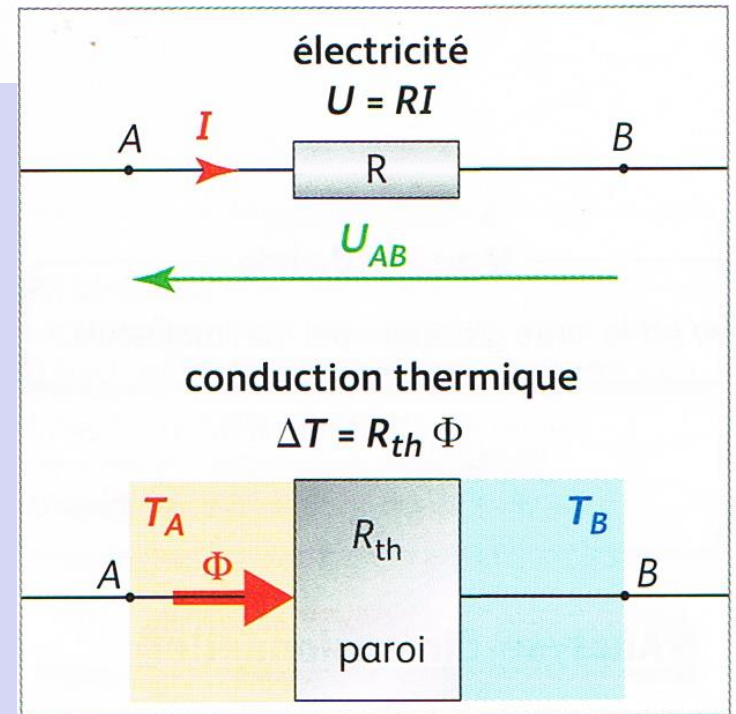
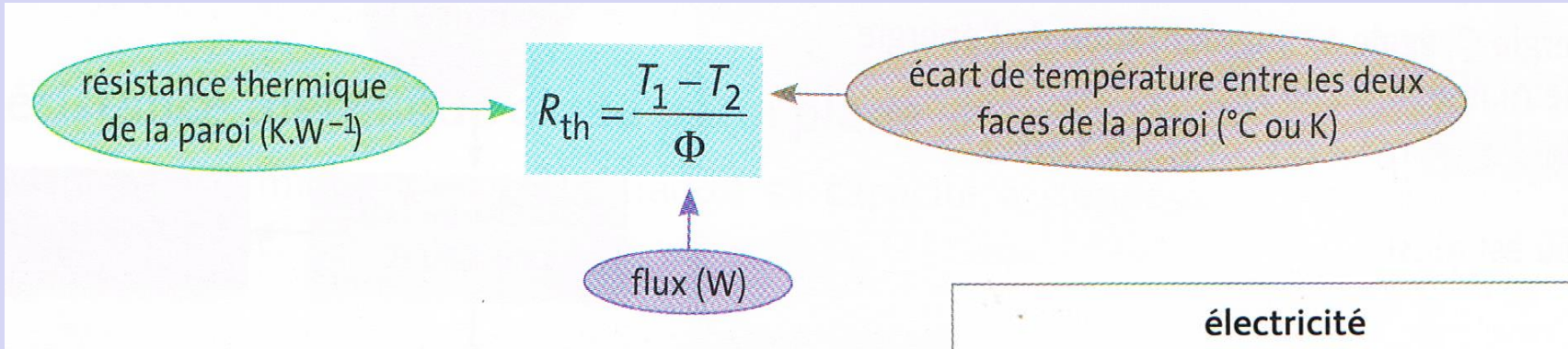
transfert thermique (J)

durée du transfert (s)



Fil2-Séq3: Transfert d'énergie entre systèmes

# Résistance thermique d'une paroi fine :



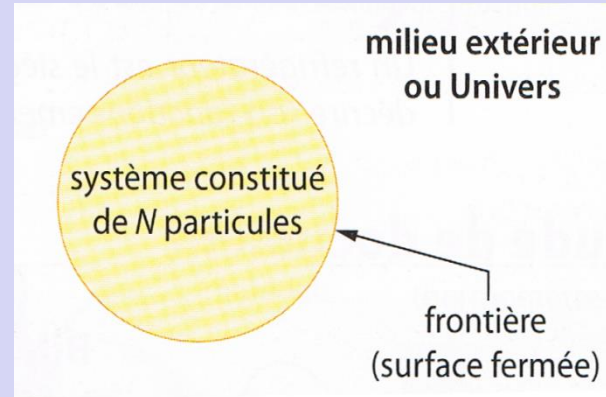
Fil2-Séq3: Transfert d'énergie entre systèmes

Analogie entre la loi d'Ohm et le transfert thermique.

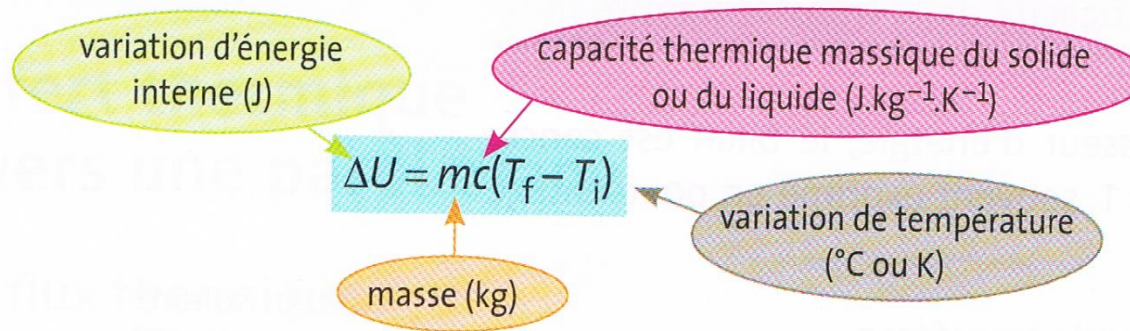


## 4) Energie interne $U$ et température $T$ :

✓ Voir l'activité 2 p 387



■ **Énergie interne  $U$**  : somme des énergies microscopiques des particules.  
La variation de l'énergie interne d'un système de masse  $m$  en état condensé passant de la température  $T_i$  à la température  $T_f$  est :



■ **Variation de  $U$**  : due aux transferts par travail électrique (noté  $W_e$ ), par travail mécanique (noté  $W$ ) ou transfert thermique (souvent notés  $Q$ ).

## 5) Bilan énergétique :

✓ Voir l'activité 4 p 389

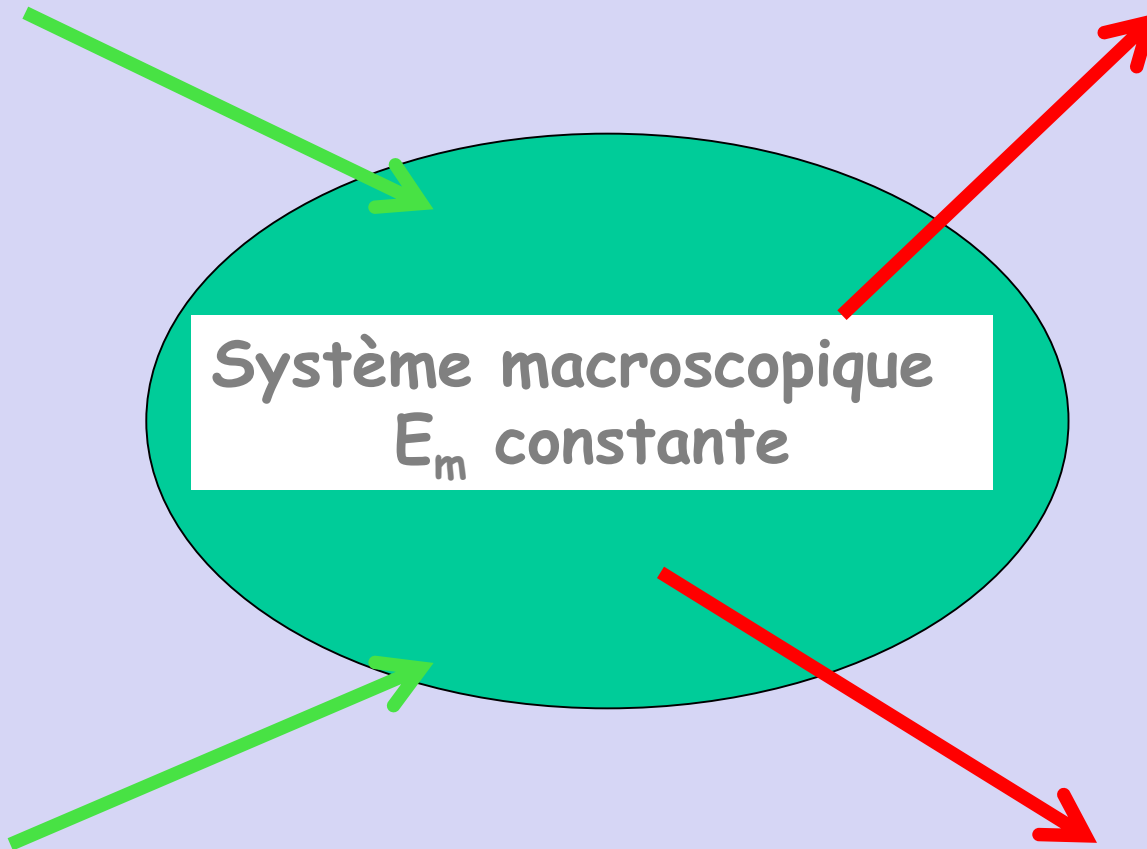
Pour établir un bilan énergétique il faut :

- Définir le système macroscopique étudié
- Repérer les modes de transfert :
  - si transfert thermique = chaleur notée  $Q$
  - si transfert mécanique = travail noté  $W$
- Affecter un signe + ou – aux énergies échangées par le système :
  - Energie reçue par le système = signe +
  - Energie cédée par le système = signe -



Travail reçu  $W > 0$

Travail cédé  $W < 0$



Système macroscopique  
 $E_m$  constante

Transfert thermique  
reçu  $Q > 0$

Transfert thermique  
cédé  $Q < 0$

# Energie totale d'un système et principe de conservation :

\* L'énergie totale d'un système est la somme de son énergie mécanique  $E_m$  d'origine macroscopique et de son énergie interne  $U$  d'origine microscopique.

$$E_T = E_m + U = E_{c,macro} + E_{pp} + U$$

\* Un système est dit isolé s'il n'effectue pas de transfert d'énergie avec d'autres systèmes. Son énergie totale se conserve alors.

\* Seule est mesurable la variation d'énergie totale d'un système  $\Delta E_T$  :

$$\Delta E_T = \Delta E_m + \Delta U = W + Q$$

\* Si le système est immobile:

$$\Delta E_T = \Delta U = W + Q$$

# PARTIE B: Transferts quantiques d'énergie: le laser.

## 1. Transferts d'énergie d'une particule :

✓ *activité 1 p 404*

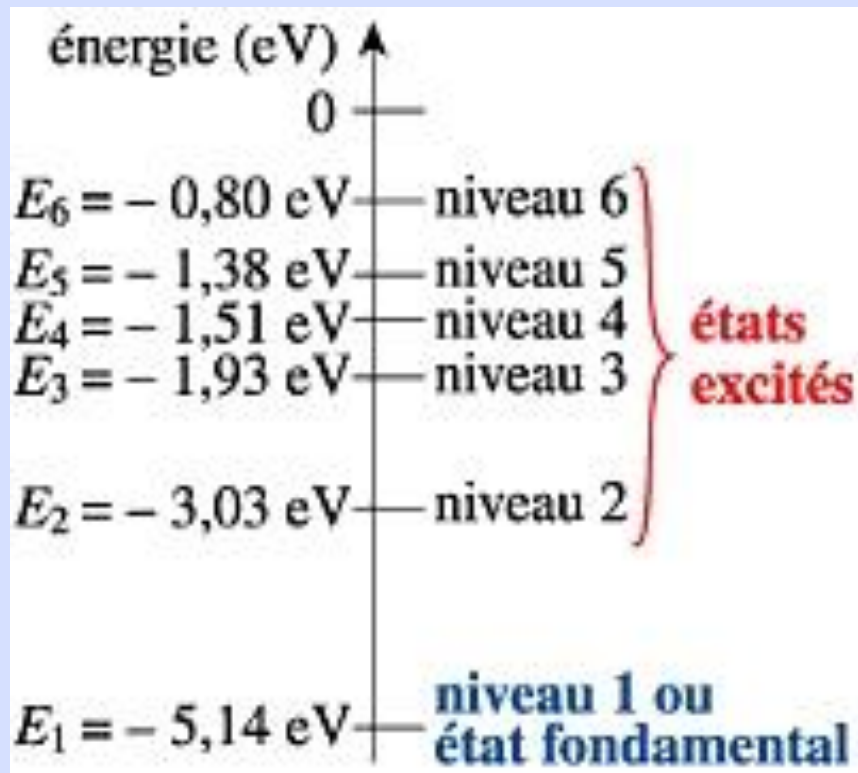
### Ce qu'il faut retenir :

\* Niveaux d'énergie d'un atome: ils sont **quantifiés** (ne peuvent prendre que des valeurs bien déterminées). Dans son **état fondamental** (niveau d'énergie le plus bas) l'atome est **stable**. Dans les **niveaux d'énergie supérieurs**, l'atome est dans un **état excité**,

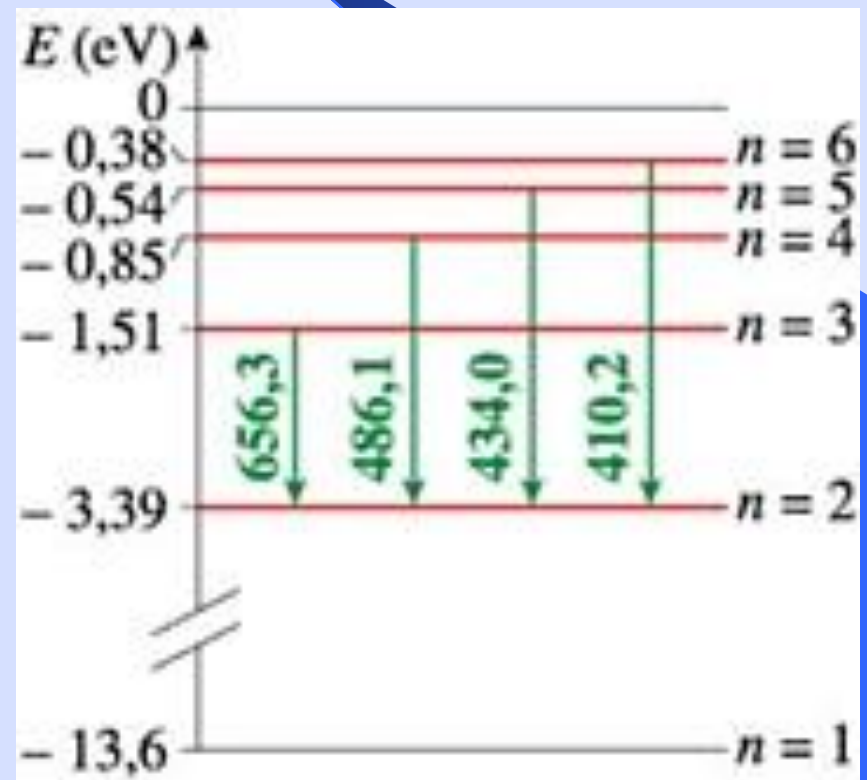
\* Transition quantique: **passage** de l'atome d'un **état à un autre**. Ces échanges d'énergie sont donc quantifiés.

## a. Diagramme d'énergie de quelques atomes

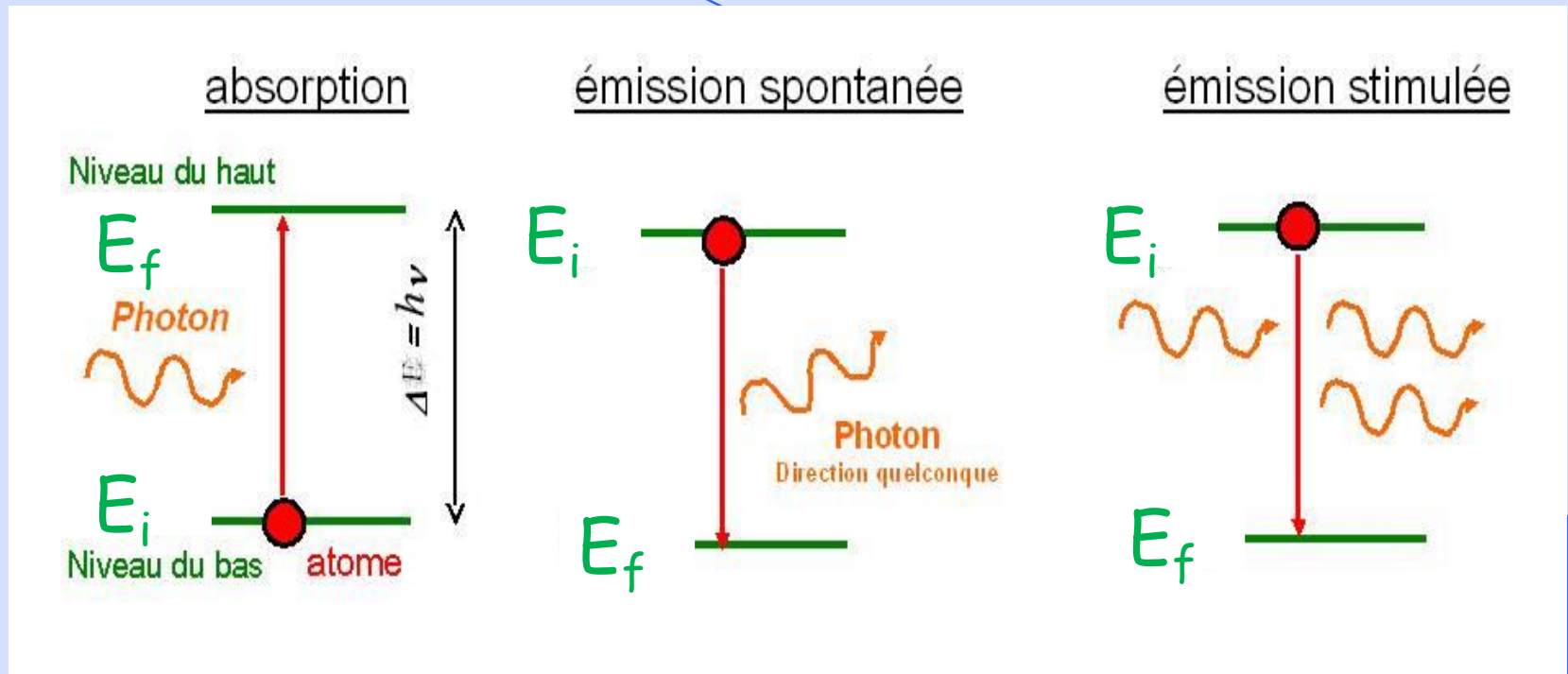
Niveaux d'énergie de l'atome de sodium



Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène



## b. Types de transferts quantiques



**Absorption** (gain d'énergie par photon, passage courant électrique...):

Lorsqu'une particule passe d'un **niveau d'énergie  $E_i$**  à un **niveau d'énergie supérieur  $E_f$** , elle gagne exactement le quantum d'énergie  $E_f - E_i$ .



## Emission spontanée

Une particule dans un **état excité** cherche à retrouver sa **stabilité en émettant de façon spontanée un photon**.

Lorsqu'elle passe d'un niveau d'énergie  $E_i$  à un niveau d'énergie inférieur  $E_f$ , elle perd exactement le quantum d'énergie  $E_i - E_f$ .  $\Rightarrow E_i - E_f = h \cdot \nu = h c / \lambda$

Le photon a une **direction aléatoire**.

## Emission stimulée

Après la **rencontre (forcée)** avec un photon d'énergie **adaptée**, la particule dans un **état excité** retrouve un **état plus stable en émettant un photon identique à celui incident** (même direction, même sens de propagation). Le **photon incident n'est pas absorbé**; le photon émis vient donc **augmenter l'énergie de l'onde lumineuse incidente**.

## 2. Application au laser:

✓ Activité 2 p405 (document)

• Simulation :

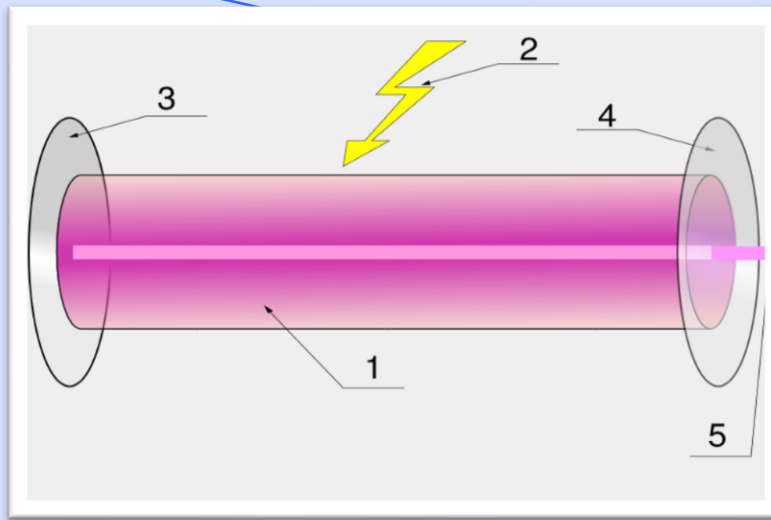
<http://videosphysique.blogspot.fr/2010/12/principe-du-laser.html>

### • **Fonctionnement:**

Dans un laser, la lumière est **amplifiée** par **émission stimulée**.

Une **cavité résonante** formée de **deux miroirs** permet à la lumière de faire un grand nombre d'aller-retour dans le milieu actif.

Le **pompage optique** (flash de lumière) dans ce milieu permet de réaliser une **inversion de population** (maximum de particules dans un état excité, émission stimulée favorisée p/r à l'absorption).



1. Milieu excitable
2. Énergie de pompage
3. Miroir totalement réfléchissant
4. Miroir semi réfléchissant
5. Faisceau laser.

**A VOIR:**    Fig 7 p 410    Fig 8 p 410

Seuls les photons qui se déplacent dans la direction perpendiculaire aux miroirs peuvent sortir de la cavité laser, côté miroir semi-transparent.

Un régime stable s'installe dans la cavité lorsque l'énergie rayonnée devient égale à l'énergie fournie par pompage. Ce type de cavité est appelée oscillateur optique entretenu.

- **Propriétés du laser:**

**Directivité** : la lumière laser se propage dans une direction privilégiée.

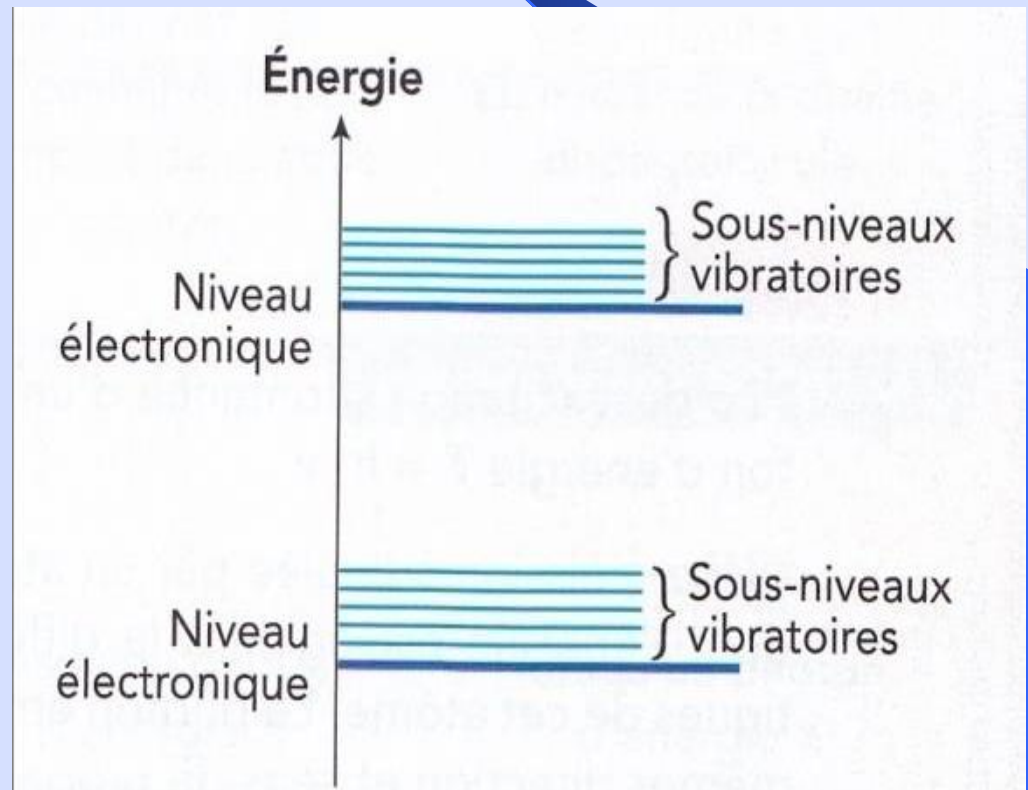
**Mono chromaticité** : la lumière laser a une longueur d'onde bien définie (faisceau de lumière monochromatique, photons émis identiques).

**Concentration spatiale et temporelle** : énergie rayonnée concentrée dans un pinceau très étroit et directif; possibilité de la concentrer dans le temps en délivrant des impulsions très brèves (laser pulsé).

### 3. Domaine spectral et transition d'énergie:

- **Energie dans une molécule:**

Une molécule est constituée d'atomes qui vibrent les uns par rapport aux autres. Elle possède donc de **l'énergie vibratoire** en plus de **l'énergie électronique** liée à la répartition des électrons.





- **Nature des transitions quantiques:**

La nature de la transition est différente suivant l'ordre de grandeur du quantum mise en jeu.

Energie du photon absorbé	Nature de la transition mise en jeu	Domaine spectral d'émission ou absorption associé
1,5 eV – 10eV	Transition entre niveaux d'énergie électronique	Visible, ultraviolet
0,003 eV – 1,5 V	Transition entre niveaux d'énergie vibratoire	Infrarouge