



# CH3 LA LUMIERE, UNE ORIGINE AU CŒUR DE LA MATIERE

## Une science née avec le XX<sup>e</sup> siècle

### 1. UNE CONTRADICTION MANIFESTE

L'existence d'objets de différentes couleurs et pourtant à la même température est en contradiction avec la loi de Wien, et donc avec une description ondulatoire de la lumière.

Il faut donc trouver une autre explication à l'origine de la couleur de ces objets.

### 2. RETOUR EN FORCE DE LA THEORIE CORPUSCULAIRE

En 1905, le physicien Albert Einstein postule que les transferts d'énergie entre matière et lumière ne sont pas continus, ils sont quantifiés.

Selon lui, l'énergie rayonnée sous forme d'une onde de fréquence  $\nu$  peut être associée à l'émission de grains d'énergie appelés **photons**. Chaque photon d'une radiation, **particule sans masse**, a une énergie  $E_{ph}$  donnée par la relation de Planck :

$$\text{en joules (J)} \quad \overbrace{E_{ph}} = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

- $h$  : constante de Planck ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s.
- $\nu$  : fréquence associée à la radiation, mesurée en hertz (Hz).
- $c$  : célérité de la lumière.
- $\lambda$  : longueur d'onde de la radiation, mesurée en mètres.

**Rq :** Autre unité utilisée pour l'énergie : l'électron-volt, tel que  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J.

La lumière peut donc être décrite de deux manières selon le phénomène que l'on étudie, soit de manière **ondulatoire**, soit de manière **corpusculaire**.

On parle de dualité onde – corpuscule.

### 3. QUANTIFICATION DE L'ENERGIE DE L'ATOME

En 1913, le physicien danois Niels Bohr propose un modèle quantique de l'atome :

Un atome ne peut exister que dans des états bien définis (correspondant à des répartitions bien définies des électrons dans les couches électroniques), chacun d'eux étant caractérisé par un niveau d'énergie.

**Les états d'énergie de l'atome sont donc quantifiés.**

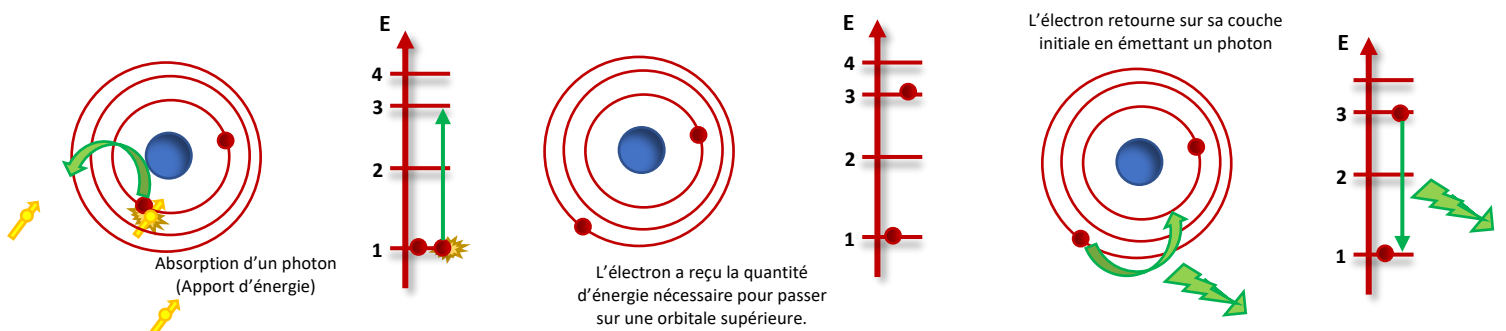
L'état de plus basse énergie correspond à l'état fondamental de l'atome. Il est alors stable.

Les autres états, d'énergies plus élevées, correspondent aux états excités.

L'atome passe d'un niveau d'énergie à un niveau d'énergie supérieure grâce à un gain d'énergie. C'est alors l'un de ses électrons qui passe d'une couche électronique à une couche électronique d'énergie supérieure.

De même, il peut y avoir perte d'énergie pour passer à un niveau inférieur.

Ces processus sont appelés transitions.





**Rq :** Lorsqu'un atome est ionisé sous la forme d'un cation, l'énergie qui lie l'électron perdu à l'atome est nulle. Les niveaux d'énergie de l'atome ont donc des valeurs négatives.

#### 4. MOLECULES ET QUANTIFICATION

**Tout comme pour un atome, l'énergie d'une molécule est quantifiée.** Toutefois, les niveaux d'énergie de la molécule sont beaucoup plus proches les uns des autres, notamment en raison des nombreux mouvements possibles de la molécule (rotation autour des liaisons covalentes simples, vibrations des atomes les uns par rapport aux autres).

#### 5. TRANSITION ET PHOTON

On associe à une transition, un photon d'énergie  $E_{ph}$  égale à la différence d'énergie  $\Delta E$  entre le niveau final et le niveau initial de la transition (différence d'énergie entre l'énergie de la couche d'arrivée et celle de la couche de départ d'un électron).

$$E_{ph} = \Delta E = E_{\text{final}} - E_{\text{initial}}$$

Dans le cadre de la dualité onde-corpuscule, ce photon correspond à une onde de longueur d'onde donnée par la relation :

$$\lambda = \frac{hc}{|\Delta E|}$$

### Interprétation des spectres de raies des gaz basse pression

#### 1. SPECTRE DE RAIES D'ABSORPTION

Le gaz reçoit un rayonnement incident dont certaines radiations peuvent correspondre à des transitions d'énergie des atomes ou molécules le constituant. Ces radiations sont donc absorbées.

Les atomes ou molécules du gaz sont alors dans un état excité, instable.

Sur le spectre d'absorption du gaz, on observe des raies noires sur fond coloré :



**Rq :** Les radiations ne permettant pas de transitions traversent le gaz.

#### 2. SPECTRE DE RAIES D'EMISSION

Les atomes ou molécules instables se désexcitent par émission de photons correspondant à des transitions vers l'état fondamental. Ces émissions se font dans toutes les directions disponibles.

Sur le spectre d'émission du gaz, on observe des raies colorées sur fond noir correspondant aux transitions vers l'état fondamental :



**Rq :** Les raies du spectre d'absorption correspondent à celles du spectre d'émission.