

# LP14 : INTERACTION LUMIÈRE-MATIÈRE

## Introduction pédagogique

**Niveau :** Terminale spécialité

**Bibliographie :**

1. Belin 1ère
2. Bordas term S Spécialité

**Prérequis :**

1. Électricité : tension, courant, puissance électrique
2. Onde électromagnétique : diffraction
3. Energie cinétique
4. Bilan d'énergie
5. Spectre

**Objectifs :**

1. Comprendre la nature des interactions lumières matières dans le modèle corpusculaire de la lumière
2. Comprendre l'effet photoélectrique et notamment son importance pour la cellule photovoltaïque

**Difficulté**

1. Dualité onde-corpuscule

**Expérience :**

1. Rendement énergétique d'une cellule voltaïque

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Nature de la lumière</b>	<b>2</b>
2.1	Historique . . . . .	2
2.2	Un premier exemple d'interaction : l'effet photoélectrique . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Absorption et émission de photon</b>	<b>2</b>
3.1	Modèle corpusculaire de la lumière . . . . .	2
3.2	Quantification des niveaux d'énergie de l'atome . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Application : cellule photovoltaïque</b>	<b>4</b>
4.1	Principe de fonctionnement . . . . .	4
4.2	Bilan de puissance . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>5</b>

## 1 Introduction

La lumière est un outils très utile pour les physiciens et les chimistes : grâce à elle les scientifiques peuvent obtenir des informations sur les objets célestes ou sur les composés chimiques. Grâce à l'essor des panneaux solaires, on peut maintenant récupérer de l'énergie à partir de la lumière. Tout ça est possible grâce à des interactions entre la lumière et la matière.

Durant cette leçon, nous allons voir comment modéliser ces interactions.

## 2 Nature de la lumière

### 2.1 Historique

1. Newton : les phénomènes de réflexion ne peuvent s'expliquer que par une nature corpusculaire de la lumière
2. Huygens : les phénomènes de diffraction ne peuvent s'expliquer que par une nature ondulatoire de la lumière
3. Maxwell : démontre que la lumière est une onde électromagnétique
4. Einstein explique l'**effet photoélectrique** par un modèle corpusculaire

### 2.2 Un premier exemple d'interaction : l'effet photoélectrique

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric>

- On envoie de la lumière sur un métal : on arrache des électrons au métal si la fréquence de la lumière est supérieure à une fréquence seuil
- Ne s'explique que par le modèle corpusculaire
- Le nombre de photon émis dépend de l'intensité du faisceau mais il faut toujours que la fréquence soit supérieure à la fréquence seuil

## 3 Absorption et émission de photon

### 3.1 Modèle corpusculaire de la lumière

La lumière est constituée de photon dont l'énergie s'exprime :

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \quad (1)$$

Avec  $h$  la constante de Planck :

$$h = 6,63 \times 10^{-34} J.s$$

Et  $\nu$  la fréquence de l'onde électromagnétique associée en Hz ;  $\lambda$  la longueur d'onde en m

**Exemple :** Énergie d'une liaison C-C : 348 kJ/mol.

Ce qui correspond à un photon UV.

### 3.2 Quantification des niveaux d'énergie de l'atome

La mécanique quantique décrit les niveaux d'énergies de manière discrète : un atome ne peut avoir que certaines valeurs d'énergie. On appelle le niveau d'énergie minimale le niveau fondamental de l'atome. Les autres états sont des états dit excité.

**Exemple :** Niveau fondamental de l'hydrogène :  $E = -13.6$  eV.

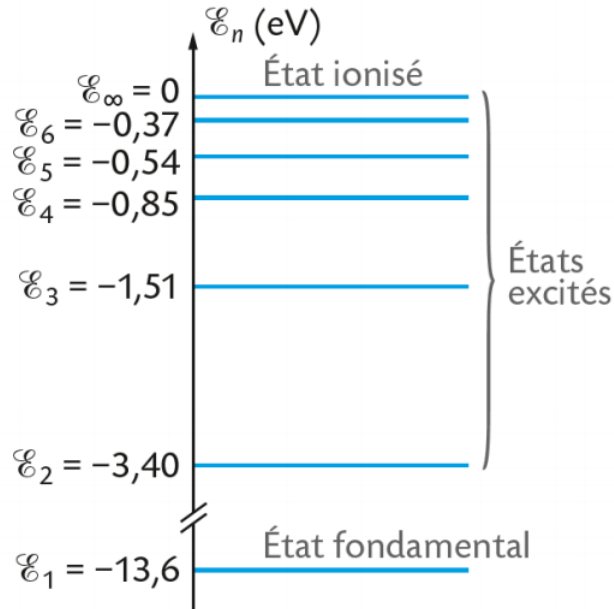


FIGURE 1 – Niveaux énergétiques de l'hydrogène

**Attention aux unités :** l'énergie des atomes est généralement exprimé en électron volt et non en joule : attention aux conversions :  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

Un atome peut changer de niveau d'énergie en absorbant ou en émettant un photon :

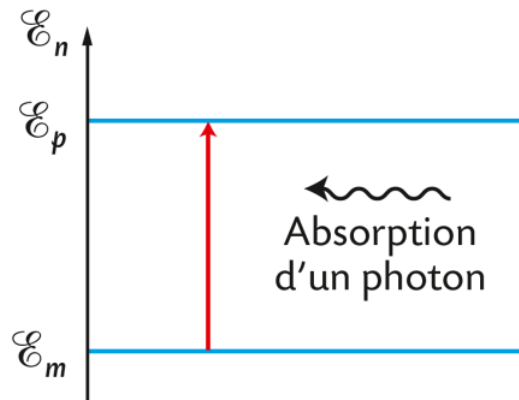


FIGURE 2 – Phénomène d'absorption d'un photon

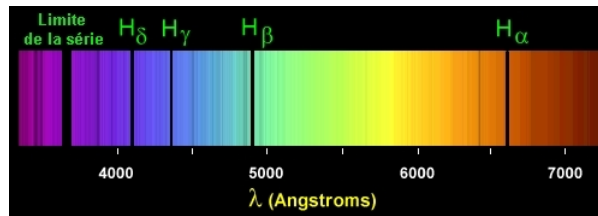


FIGURE 3 – Spectre d'absorption de l'hydrogène

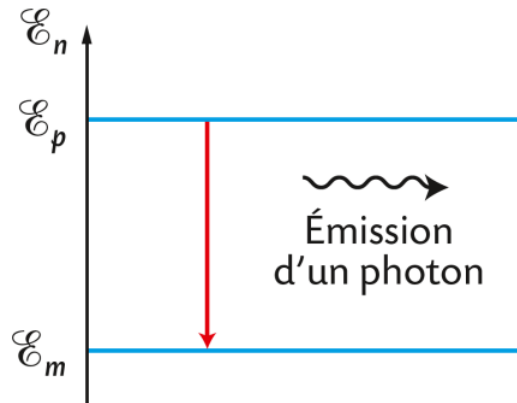


FIGURE 4 – Phénomène d'émission spontanée d'un photon

Le photon absorbé ou émis doit avoir une énergie correspondant à la différence d'énergie entre les niveaux. On a ainsi :

$$\Delta E = E_p - E_m = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad (2)$$

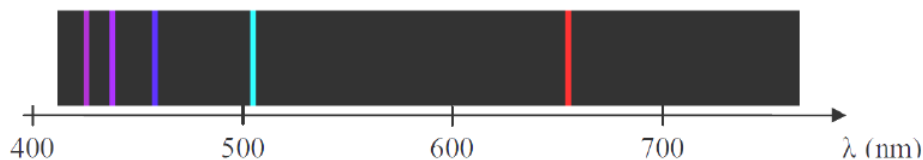


FIGURE 5 – Spectre d'émission de l'hydrogène

La spectroscopie permet ainsi de connaître la composition de l'atmosphère des étoiles, en analysant les raies manquantes à leurs spectre ou encore de caractériser des composés chimiques comme vous l'avez vu en TP.

Nous allons maintenant voir une dernière application des interactions lumières matières dans le domaine de l'énergie : la cellule photovoltaïque

## 4 Application : cellule photovoltaïque

### 4.1 Principe de fonctionnement

On a un semi-conducteur : bande de valence et de conduction qui peuvent être assimilés à des niveaux électroniques comme vu précédemment. Si une bande est pleine un matériau ne conduit pas l'électricité. Pour un semi-conducteur, l'écart énergétique entre les deux bandes

est assez faible. Le rayonnement électromagnétique réalise une transition électronique de la bande de valence à la bande de conduction : on crée un courant

## 4.2 Bilan de puissance

On mesure le courant et la tension de la cellule photovoltaïque. On éclaire avec une lampe 10 W. On fait un bilan d'énergie pour mesurer l'efficacité de la cellule photovoltaïque.

Comparaison avec les autres sources d'énergie renouvelable ;

## 5 Conclusion

Nous avons pu voir dans cette leçon comment on pouvait expliquer les interactions entre la lumière et la matière et comment on pouvait les utiliser, que ce soit pour l'analyse ou pour des applications dans les domaines énergétiques. Nous avons utilisé le modèle corpusculaire de la lumière mais il ne faut pas perdre la nature ondulatoire de la lumière.