Séquence 3	**Le modèle corpusculaire de la lumière**

A. Le photon
A.1. le photon, quantum d'énergie P1
A.2. Classification des ondes électromagnétiques P1
B. Quantification de l'énergie d'un atome
B.1. Les niveaux d'énergie P2
B.2. Interprétation des spectres de raies d'émission P2
B.3. Interprétation des spectres de raies d'absorption P3

A. Le photon

A.1. Le photon, quantum d'énergie

• Le modèle ondulatoire de la lumière, étudié dans la séquence précédente, ne permet pas d'interpréter toutes les expériences faisant intervenir la lumière. (ex : l'effet photoélectrique)

↳ Pour interpréter ces faits expérimentaux que le modèle ondulatoire ne permettait pas de prévoir :

♦ Albert Einstein a proposé en 1905 de décrire la lumière comme un flux **de quanta d'énergie indivisibles : LES PHOTONS.**

Un photon possède une masse nulle, une charge électrique nulle mais une énergie régie par la loi de Planck-Einstein : $\mathbf{E = h.\nu}$

Unité SI :

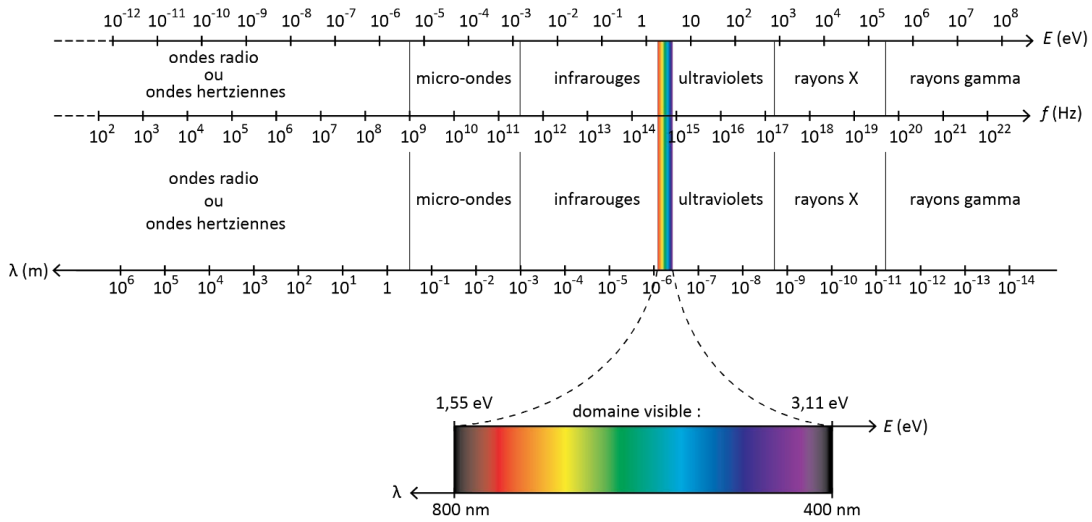
- E : énergie du photon (en J)
- ν : fréquence du rayonnement en Hz
- $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J · s : constante de Planck

Remarque :

L'énergie d'un photon est souvent exprimée en électronvolt (eV) : **1 eV = 1,60×10^{-19} J**

A.2. Classification des ondes électromagnétiques selon l'énergie du photon

Principaux domaines d'ondes électromagnétiques, classés selon leur fréquence, leur longueur d'onde dans le vide et l'énergie du photon (en eV) :



B. Quantification de l'énergie d'un atome

B.1. Les niveaux d'énergie

Fait expérimental :

Lorsqu'ils sont chauffés ou excités électriquement, des atomes isolés les uns des autres au sein d'une vapeur (par exemple dans une lampe spectrale) n'émettent que quelques ondes monochromatiques de fréquences bien distinctes. Cela se traduit par des spectres de raies d'émission.

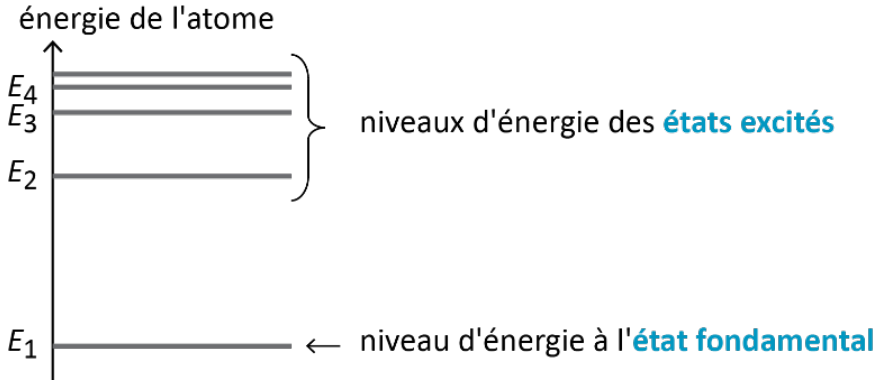
♦ **Hypothèse de BOHR (1913) :**

L'énergie d'un atome ne peut prendre que certaines valeurs discrètes. On dit que son énergie est **quantifiée**. Ces valeurs sont les **niveaux d'énergie** de l'atome.

États fondamental et excités :

Lorsque l'atome possède l'énergie la plus basse possible, il se trouve dans son **état fondamental.**

- Lorsqu'il se trouve dans un état d'énergie de valeur supérieure à celle de son état fondamental, on dit qu'il est dans un **état excité.**



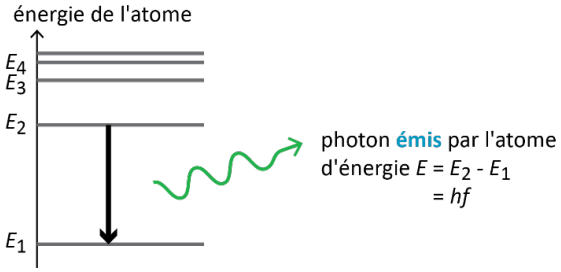
B.2. Interprétation des spectres de raies d'émission

Comment expliquer l'existence des raies lumineuses dans les spectres de la lumière émise par un gaz ?

Interprétation de l'existence des raies d'émission :

• Si un atome se trouve dans un état excité d'énergie E_2, il peut se désexciter, c'est-à-dire atteindre un état d'énergie $E_1 < E_2$ **en émettant spontanément UN photon** d'énergie :

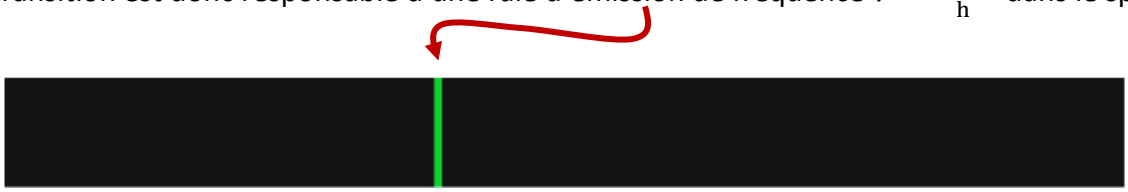
$$\mathbf{E_{photon} = E_2 - E_1}$$



• Ce photon est un quantum de lumière de fréquence :

$$\nu = \frac{E_{photon}}{h} = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

• Cette transition est donc responsable d'une raie d'émission de fréquence $\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$ dans le spectre.



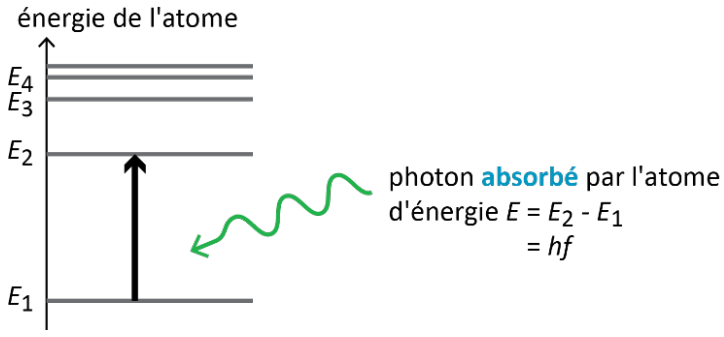
B.3. Interprétation des spectres de raies d'absorption

Comment expliquer l'existence des raies noires dans les spectres de la lumière absorbée par un gaz ?

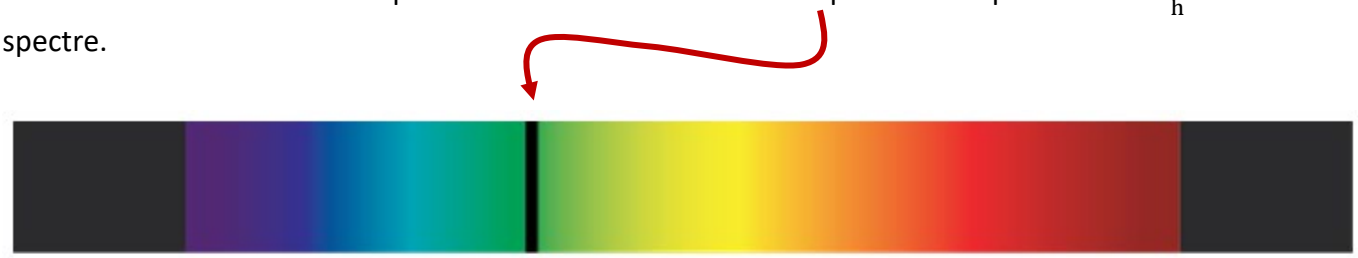
Interprétation de l'existence des raies d'absorption :

• Un atome se trouve dans un état d'énergie E_1 et intercepte un photon d'énergie E_{photon}.

Si l'atome possède un niveau d'énergie E_2 tel que $E_{photon} = E_2 - E_1$, alors il passe au niveau d'énergie E_2 et **le photon est absorbé.**



• Le spectre de la lumière blanche incidente est alors amputé d'une de ses ondes, de fréquence :

$$\nu = \frac{E_{photon}}{h} = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

• Cette transition est donc responsable d'une raie noire d'absorption de fréquence $\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$ dans le spectre.