

Thème 2 - Le futur des énergies	Chapitre 1 - Deux siècles d'énergie électrique	Term Enseignement scientifique
<i>Fiche 2 - Spectre d'émission d'un atome</i>		

Au début du XXème siècle, la physique a connu une révolution conceptuelle à travers la vision quantique qui introduit un comportement probabiliste de la nature.

Le caractère discret des spectres de raies d'émission des atomes s'explique de cette façon.

Document 1 - Effet photoélectrique et physique quantique

L'effet photoélectrique est l'émission d'électrons par un matériau sous l'effet de la lumière. Pour expliquer cet effet, Albert Einstein (1879-1955) reprend en 1905 une hypothèse de Max Planck (1858-1947) et explique que la lumière est un ensemble de particules appelées **photons** dont l'énergie est définie.

L'énergie d'un photon est inversement proportionnelle à la longueur d'onde de la lumière. Par exemple, le laser He-Ne émet une radiation de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 633 \text{ nm}$. L'énergie d'un photon de cette radiation vaut $3 \times 10^{-19} \text{ J}$. Ce laser ne peut donc émettre et échanger de l'énergie que par multiples entiers de $3 \times 10^{-19} \text{ J}$, soit $3 \times 10^{-19} \text{ J}$, $6 \times 10^{-19} \text{ J}$, $9 \times 10^{-19} \text{ J}$, $12 \times 10^{-19} \text{ J}$, etc.

Cet aspect particulaire de la lumière et les valeurs discrètes* que peut prendre l'énergie sont à la base de la physique quantique. Cette branche de la physique qui décrit l'infiniment petit révolutionne la physique



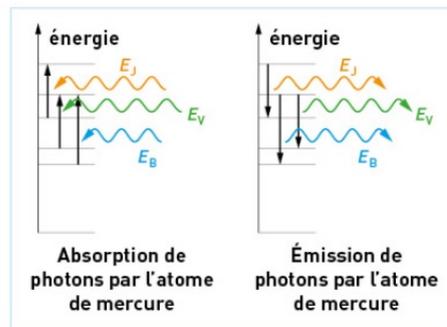
Max Planck (à gauche) et Albert Einstein (à droite).

car, à cette échelle, la matière a des propriétés étonnantes et peu intuitives. Par exemple, on ne localise plus l'électron autour d'un noyau mais on cartographie sa probabilité de présence.

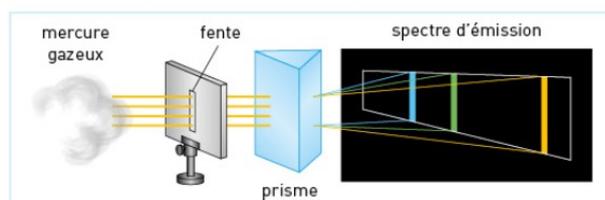
Document 2 - Quantification de l'énergie des atomes et spectres d'émission

Les spectres d'émission atomiques ne sont pas continus mais présentent des raies (a). Chaque atome a un spectre propre qui permet de l'identifier. La physique classique ne permet pas d'expliquer cela.

En 1913, Niels Bohr (1885-1962), un scientifique danois, introduit, pour expliquer le spectre de l'atome d'hydrogène, la quantification de l'énergie de l'atome : l'énergie de l'atome ne peut pas prendre n'importe quelle valeur. Les valeurs possibles sont précisées sur le diagramme d'énergie par des traits horizontaux. Ainsi l'atome peut gagner de l'énergie en absorbant une énergie qui correspond à l'écart entre deux niveaux. Cette énergie peut être fournie par un photon, par exemple, ou par une décharge électrique. L'atome ainsi excité libèrera ensuite cette énergie en émettant des photons.

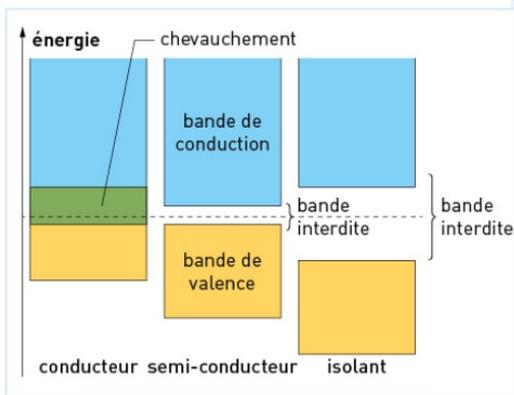


a Absorption et émission de photons par un atome de mercure.



b Obtention du spectre d'émission de l'atome de mercure.

Document 3 - Conducteurs; semi-conducteurs et isolants



Bandes d'énergie d'un conducteur, d'un isolant et d'un semi-conducteur.

Selon leurs propriétés électriques, on peut classer les matériaux en trois catégories : les conducteurs, les semi-conducteurs et les isolants. La différence entre eux est à chercher dans leur diagramme d'énergie, la théorie des bandes explique pour un solide que les électrons sont regroupés en bandes d'énergies; une bande de valence qui est totalement occupée par des électrons lorsque la température est nulle suivi de ce que l'on appelle une bande de conduction.

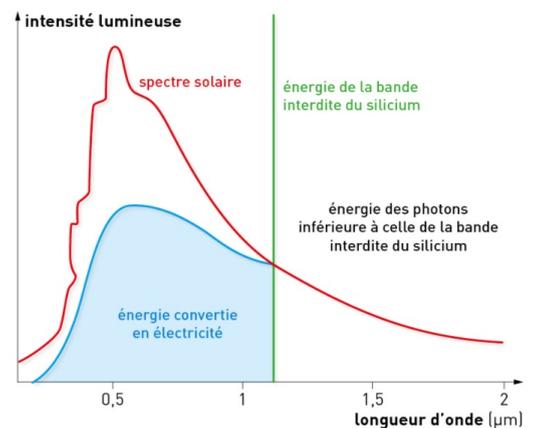
Il y a conduction d'électricité lorsque des électrons ont l'énergie nécessaire pour être dans la bande de conduction, ce qui est le cas pour les conducteurs, car les deux bandes se chevauchent.

Au contraire pour les semi-conducteurs et les isolants, il existe une bande interdite d'énergie (on parle de *gap* d'énergie), que les électrons ne peuvent prendre entre les deux bandes précédente. Pour promouvoir un électron de la bande de valence vers la bande de conduction, il est nécessaire de lui fournir une quantité d'énergie supérieure à l'énergie de gap, par exemple avec l'absorption d'un photon.

Document 4 - Spectre solaire et spectre d'absorption d'un semi-conducteur

Pour une cellule solaire photovoltaïque, on utilise des matériaux qui vont absorber le rayonnement solaire incident; pour cela on utilise des semi-conducteurs (SC), dont les gaps sont idéaux par rapport au spectre solaire.

Lorsque les photons sont d'énergie supérieure au gap ou de manière équivalente si leur longueur d'onde est inférieure à une celle correspondant au gap, alors ils sont absorbés, cela correspond au spectre d'absorption superposé au spectre solaire. Pour qu'un SC soit utilisé, il faut que son spectre d'absorption recouvre la plus grande partie possible du spectre solaire. On donne ici l'exemple du silicium (semi-conducteur).



Spectre solaire et spectre d'absorption du silicium utilisé dans des cellules photovoltaïques.

Questions (à partir des documents précédents)

1. Comment peut-on qualifier l'énergie d'un atome lorsqu'elle ne peut prendre que certaines valeurs?
2. Quelle est la différence entre la physique classique et quantique concernant la localisation d'un électron?
3. Expliquer, en s'appuyant sur l'exemple de l'atome de mercure, comment la physique quantique interprète les spectres d'émission atomiques.
4. En comparant un semi-conducteur avec un isolant, proposer une définition pour un semi-conducteur (SC).
5. Que doit vérifier un SC pour être utilisé dans une cellule.