

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Les semi-conducteurs	
✔ Objectifs	👤 Classe
<input type="checkbox"/> Au début du XX ^e 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. L'exploitation technologique des matériaux semi-conducteurs, en particulier du silicium, en est également une conséquence. Ces matériaux sont utilisés en électronique et sont constitutifs des capteurs photovoltaïques. Ceux-ci absorbent l'énergie radiative et la convertissent en énergie électrique. <input type="checkbox"/> Interpréter et exploiter un spectre d'émission atomique. <input type="checkbox"/> Comparer le spectre d'absorption d'un matériau semi-conducteur et le spectre solaire pour décider si ce matériau est susceptible d'être utilisé pour fabriquer un capteur photovoltaïque.	Terminale ES
	🕒 Durée
	1 h

Au début du XX^{ème} siècle, la mécanique quantique introduit la notion de comportement probabiliste de la nature et permet d'expliquer les interactions entre la lumière et la matière. Les progrès de la recherche scientifique dans ce domaine permettent ainsi de développer de nouveaux procédés pour produire de l'électricité¹.

📄 Document 1: L'explication de l'effet photoélectrique par Einstein

Le nom d'Albert Einstein est associé à sa théorie de la relativité, mais c'est pour son explication de l'effet photoélectrique que le prix Nobel lui a été attribué en 1921. Au milieu du XIX^{ème} siècle, l'effet photoélectrique avait été observé sans qu'aucune théorie ne l'explique correctement : un faisceau de lumière qui atteignait un métal pouvait lui arracher des électrons. En 1905, Einstein postula que la lumière se comportait comme si elle était constituée de "grains visibles", les photons. La matière peut absorber ou émettre des photons, chacun portant une quantité d'énergie bien définie, un quantum ; cette approche constituera l'un des fondements de la mécanique quantique.

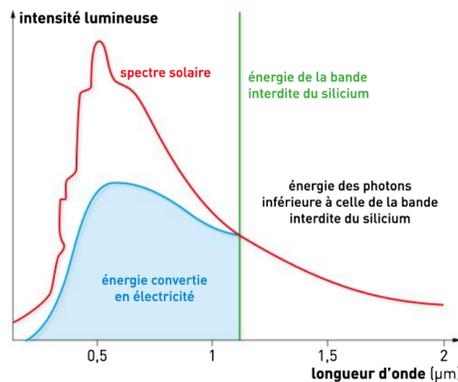
📄 Document 2: Le modèle quantique de l'atome

Le spectre de la lumière émis par un gaz excité est composé de fines raies colorées, chacune des raies correspondant à une émission de photons identiques, de même longueur d'onde. Nous retrouvons la théorie des quanta utilisé par Einstein : l'énergie d'un atome ne peut prendre que des valeurs bien déterminées, dites discrètes. Ainsi, l'énergie d'un atome isolé est quantifiée.

La valeur de l'énergie d'un photon émis est égale la différence d'énergie (en valeur absolue) qui existe entre deux niveaux possibles, c'est-à-dire entre deux états d'énergie possible de l'atome. Ce sont donc uniquement les photons identiques à ceux émis qui pourront être absorbés par cet atome. L'analyse de la lumière absorbée permet ainsi d'identifier l'atome.

1. Activité basée sur le travail de P. H.Suet.

Document 3: Spectre d'émission solaire et spectre d'absorption du silicium

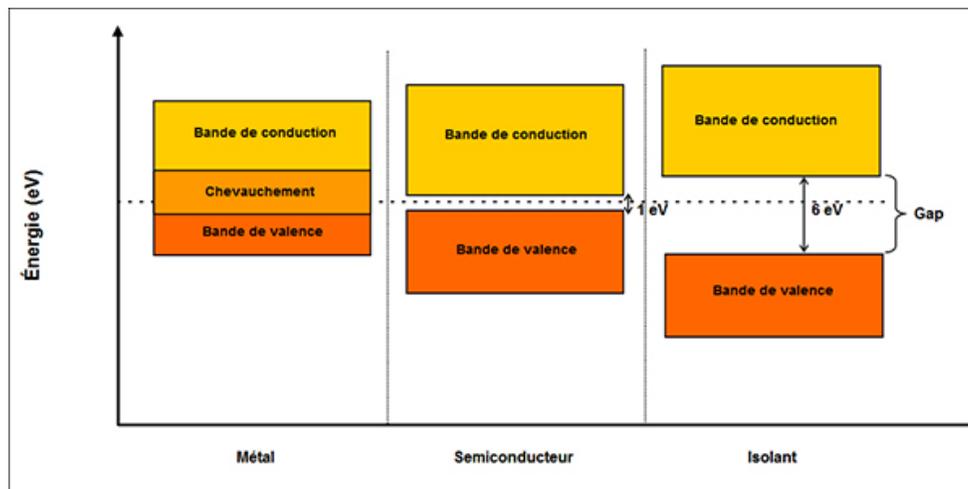


Document 4: Conducteurs, isolants et semi-conducteurs

Dans les solides, qui peuvent être considérés comme des assemblages d'atomes, ce ne sont plus des niveaux d'énergie mais des bandes d'énergie qui sont permises et qui sont séparées par des bandes interdites. Un solide est un isolant électrique lorsque que sa bande de valence est remplie et que la bande interdite est trop large pour que les électrons puissent la franchir et atteindre la bande de conduction.

Dans un conducteur électrique, la bande de valence et la bande de conduction se chevauchent ; il n'y a donc pas de bande interdite. La bande de conduction n'est pas complète, et des électrons peuvent facilement s'y déplacer.

Les matériaux semi-conducteurs, intermédiaires entre les isolants et les conducteurs, ont une structure proche de celle des isolants, avec une bande interdite moins large.



Au repos, des électrons se trouvent dans la bande de valence.

L'énergie E_g ou gap à apporter à un électron pour qu'il franchisse la bande interdite d'un semi-conducteur peut être fournie par un photon, d'énergie égale ou supérieure à E_g . Pour le silicium, par exemple $E_g = 1,12 \text{ eV}$. En dopant un semi-conducteur, c'est-à-dire en introduisant des impuretés telles que le phosphore ou le bore dans le semi-conducteur, le franchissement de la bande interdite est facilité.

Document 5: Exploitation technologique des matériaux semi-conducteurs

Un matériau semi-conducteur, comme le silicium ou le germanium, a une conductivité électrique intermédiaire entre celle d'un matériau isolant et celle d'un matériau conducteur.

Ces matériaux semi-conducteurs possèdent des propriétés électriques facilement contrôlables, ce qui permet de les utiliser pour fabriquer des composants électroniques (diodes, transistors) ou des cellules photovoltaïques. Par exemple, dans une cellule photovoltaïque, les photons provenant du rayonnement solaire apportent de l'énergie nécessaire pour libérer et faire circuler des électrons du matériau semi-conducteur dans un circuit extérieure, produisant ainsi un courant électrique.

Questions

1. Pourquoi un spectre de raies permet-il d'identifier un élément chimique ?

.....

2. Expliquer, d'après le document 2 pourquoi les spectres d'émission et d'absorption de l'hydrogène possèdent des raies caractérisées par les mêmes longueurs d'onde.

.....

3. Expliquer d'après le document 3, que le silicium permet d'absorber des rayonnements du soleil.

.....

4. Expliquer d'après le document 4, la différence de conductivité électrique entre un matériau semi-conducteur, un matériau isolant et un matériau conducteur.

.....

5. Indiquer d'après le document 5, d'où provient l'énergie reçue par une cellule photovoltaïque, lui permettant de

produire un courant électrique.

.....
.....
.....
.....

6. Faire, en schéma, le bilan énergétique de la cellule photovoltaïque.



7. Exposer rapidement pourquoi le silicium est le semi-conducteur préférentiellement utilisé pour fabriquer des cellules photovoltaïques.

.....
.....
.....
.....