

Doc. 1: fabrication de cellules PV

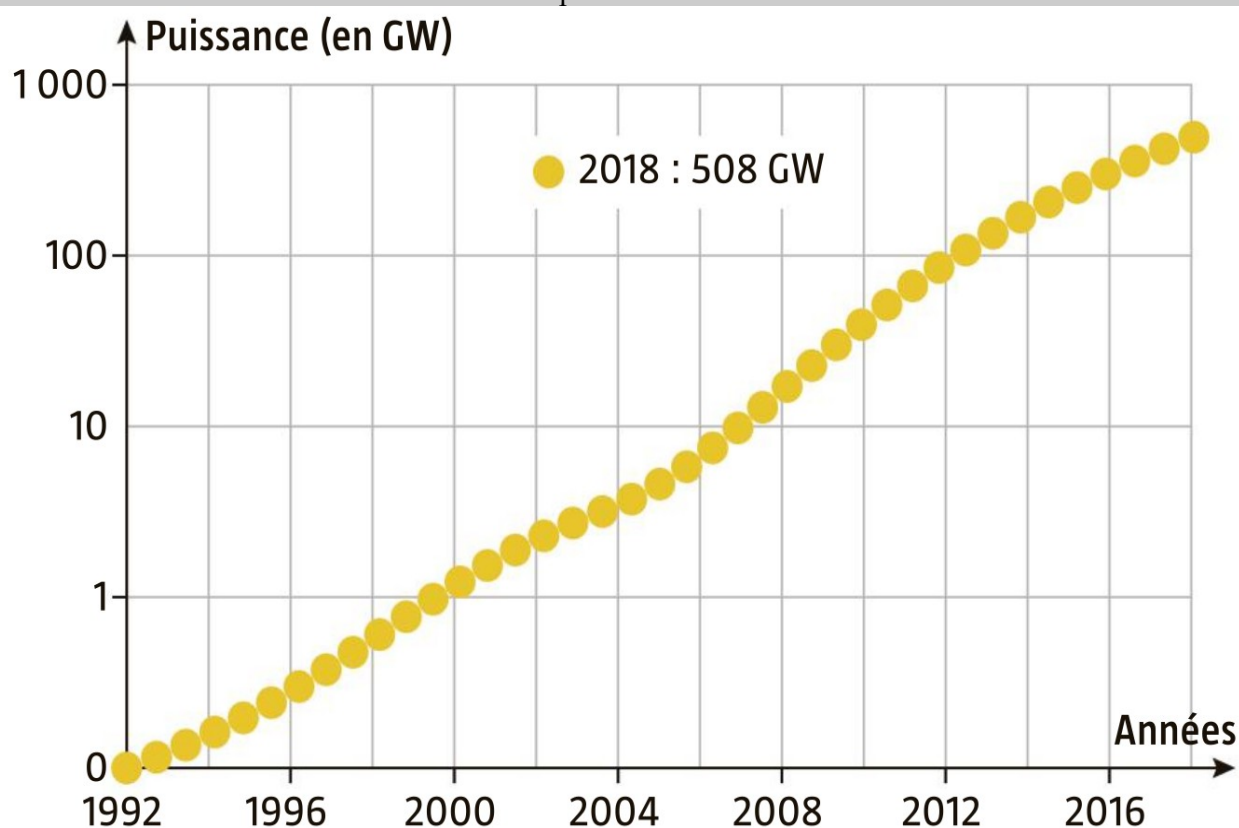
L'élément silicium est très abondant sur Terre, notamment dans le sable, sous forme de silice SiO_2 . Mais la fabrication de cellules photovoltaïques n'est possible aujourd'hui qu'avec de la silice très pure. On ne peut ainsi utiliser que des cristaux de quartz, bien moins abondants, et qui ont un coût d'extraction élevé.

En faisant réagir la silice avec du carbone à plus de 3000°C , on obtient du CO_2 et du silicium sous forme atomique. Les étapes de purification qui suivent sont très énergivores car elles se font à haute température on obtient du silicium pur à 99,999999 %. Après une dernière opération, le dopage, réalisée à 900°C , le silicium peut être utilisé pour fabriquer des cellules photovoltaïques.



Un panneau photovoltaïque, constitué de plusieurs dizaines de cellules, a une durée de vie estimée à 25 ans. Le recyclage des panneaux demande beaucoup d'eau et d'énergie et n'est pas encore très développée.

Doc. 2: évolution de la puissance installée dans le monde

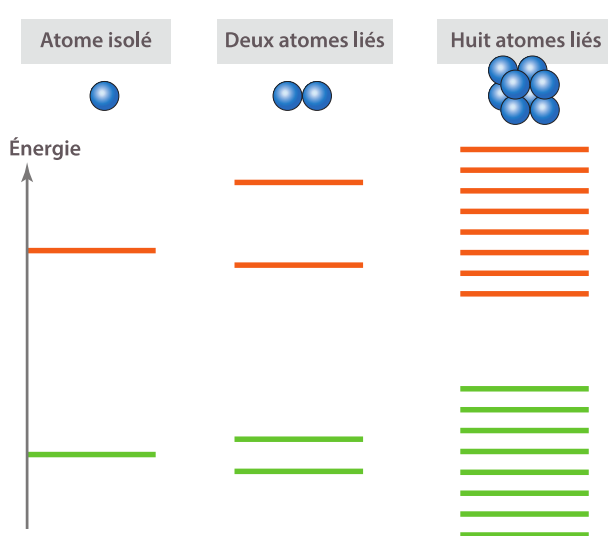


Doc. 3: prix relatif de quelques semi-conducteurs

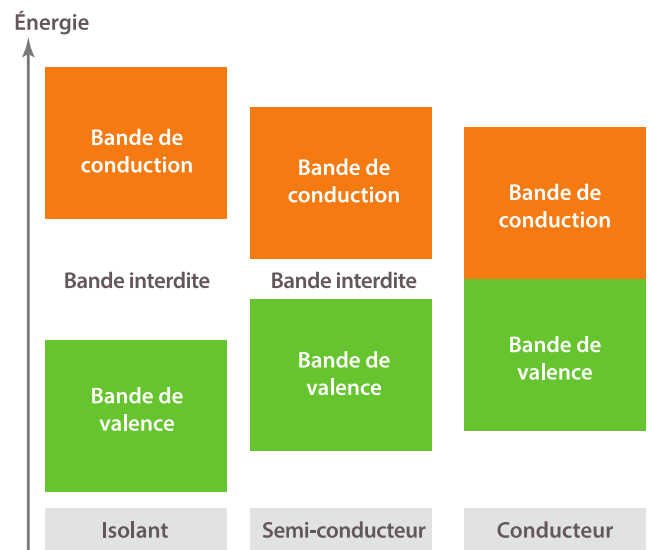
Semi-conducteur	Si	Ge	GaAs
prix relatif	1×	4×	10×

Doc. 4: propriétés des semi-conducteurs

Si un atome se lie à un autre atome, des états d'énergie supplémentaires apparaissent. Lorsqu'un grand nombre d'atomes s'associent pour former un solide, les états d'énergie se multiplient et finissent par se chevaucher pour former des bandes d'énergie appelées bande de valence, bande de conduction et bande interdite. Les positions relatives de ces bandes permettent d'expliquer les propriétés électriques des différents matériaux.



Association d'atomes et états d'énergie correspondants.

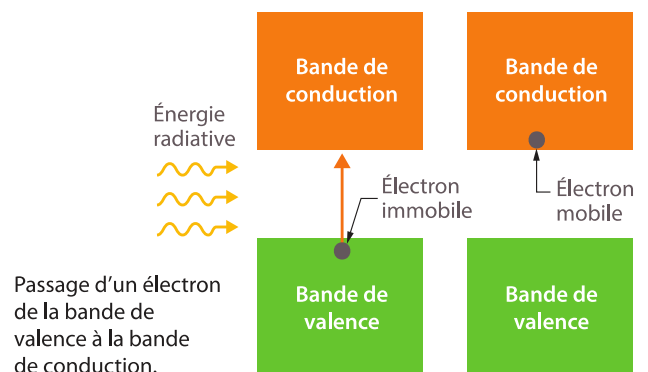


Différents types de solides caractérisés par la largeur de leur bande interdite.

Si la largeur de la bande interdite est importante, le solide est un isolant électrique ; si la largeur de cette bande est nulle, le solide est un conducteur du courant électrique.

Dans un semi-conducteur, la bande interdite est étroite et cette propriété va permettre au matériau de se comporter, selon les conditions d'utilisation, comme un isolant ou un conducteur.

Dans les capteurs photovoltaïques*, lorsqu'un semi-conducteur absorbe l'énergie radiative solaire*, un électron de la bande de valence passe par saut quantique dans la bande de conduction. Ce gain d'énergie permet à l'électron d'être mobile, créant ainsi un courant électrique : c'est l'effet photovoltaïque.

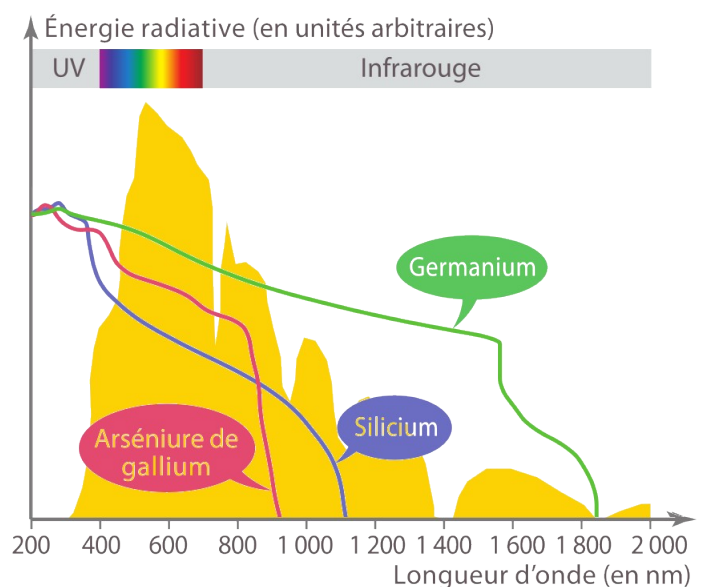


Passage d'un électron de la bande de valence à la bande de conduction.

Doc. 5: spectre solaire et absorption de quelques semi-conducteurs

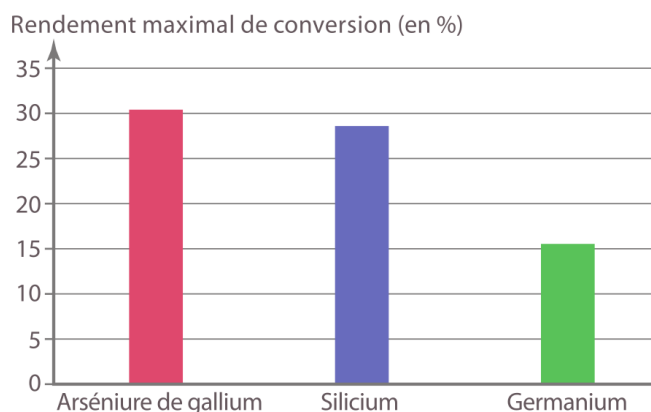
Le spectre solaire au niveau de la surface terrestre (en jaune) s'étend du proche ultraviolet au proche infrarouge. La plus grande partie de l'énergie radiative solaire est contenue dans le domaine du visible.

Lorsqu'un matériau semi-conducteur est soumis à un rayonnement, il absorbe une partie de l'énergie radiative (représentée par les courbes). Cette absorption dépend de la longueur d'onde du rayonnement. Au-delà d'une certaine longueur d'onde, qui dépend de la largeur de la bande interdite, le matériau semi-conducteur n'absorbe plus l'énergie radiative.



Doc. 6 : rendement des capteurs selon le semi-conducteur utilisé

Un capteur photovoltaïque absorbe l'énergie radiative du Soleil et la convertit, en partie, en énergie électrique. Le rendement d'un capteur permet de mesurer l'efficacité de cette conversion d'énergie



Doc. 7: Taux de retour carbone de panneaux PV

Les panneaux photovoltaïques sont majoritairement produits en Chine où la production électrique est fortement carbonée. Un kWh électrique obtenu en Chine émet environ 44 g de CO₂e, quand le même kWh émet environ 25 g de CO₂e en France.

Un panneau solaire d'1,6 m², installé à Valence peut produire 323 kWh / an avec une puissance maximale de 250 W. La production en Chine de ce panneau émettra environ 255 kg de CO₂e.

On appelle taux de retour carbone (TRC) la durée d'utilisation d'un panneau nécessaire à éviter autant d'émission qu'il lui en a fallu pour être fabriqué.

Questions

1. Calculer le coefficient par lequel a été multiplié la puissance PV installée entre 2000 et 2007, entre 2000 et 2012, et entre 2000 et 2018.

2. Comment qualifier une telle progression ? (linéaire, affine, exponentielle, constante)

3. Écrire l'équation de réaction modélisant la production de silicium à partir de silice.

4. À l'aide du document 4, expliquer la différence de conductivité électrique entre un matériau semi-conducteur, un matériau isolant et un matériau conducteur.

5. Dans quelle bande se situent les électrons en tant normal ? Quel phénomène permet à un électron de changer de bande ? Préciser où va cet électron.

On rappelle que les électrons circulent de la borne – vers la borne +.

6. Quelle borne de la cellule PV est exposée au rayonnement solaire ?

7. En exploitant les documents 3, 5 et 6, exposer pourquoi le silicium est le semi-conducteur préférentiellement utilisé pour fabriquer des cellules photovoltaïques.

8. Déterminer le TRC du panneau fabriqué en Chine décrit dans le document 7, en considérant qu'il est utilisé en France. Commenter.

9. À quoi faut-il faire attention si l'on veut installer des panneaux PV sans augmenter les émissions de CO₂e globales ?

10. Que pensez-vous de la phrase « La plus grande partie de l'énergie radiative solaire est contenue dans le domaine du visible » ?