

A – Analyse et Synthèse de documents scientifiques (Durée conseillée : 30 min)

Les cellules photovoltaïques convertissent l'énergie lumineuse du Soleil en énergie électrique.

Comment fonctionnent-elles ?

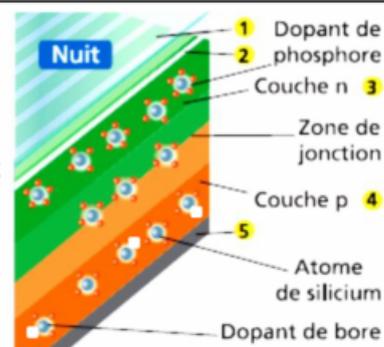
Document 1 : Cellule photovoltaïque

Une cellule photovoltaïque est un composant électronique d'épaisseur comprise entre 0,2 et 0,3 mm, et de 10 cm de côté environ. Elle est composée de cinq couches différentes : une couche antireflet ①, deux couches conductrices (cathode en forme de grille ② et anode compacte ⑤) et deux couches de silicium dopé ③ et ④.

Un atome de silicium compte 4 électrons périphériques. La couche de silicium supérieure ③, exposée au Soleil, est dopée avec des atomes de phosphore possédant 5 électrons périphériques, soit un de plus que les atomes de silicium.

La couche de silicium inférieure ④ est dopée avec des atomes de bore ayant 3 électrons périphériques, soit un de moins que les atomes de silicium (présence d'un trou). La couche ③ est donc excédentaire en électrons et la couche ④ est déficitaire. Lorsque les deux couches sont mises en contact, les électrons en excès de la couche ③ diffusent dans la couche ④. Ainsi, la couche ③ se charge positivement, tandis que la couche ④ se charge négativement. Un équilibre se crée et un champ électrique interne apparaît.

D'après F. MATHÉ et A. GANIER, Les défis du CEA, n° 131.



Document 2 : Le rôle du Soleil

Les photons du Soleil qui pénètrent dans la cellule photovoltaïque peuvent arracher des électrons aux atomes de silicium présents dans les couches ③ et ④. Le champ électrique interne à la cellule entraîne les électrons libérés vers la cathode ② (-), où ils empruntent un circuit extérieur, générant ainsi un courant électrique qui alimente, par exemple, une ampoule électrique. Les électrons rejoignent ensuite l'anode ⑤ (+), où ils se recombinaient avec des trous.

Plus le nombre de photons absorbés est important, plus le nombre d'électrons libérés, et donc le courant généré, est important. Les cellules sont regroupées en modules formant des panneaux solaires. Aujourd'hui, les rendements énergétiques moyens des panneaux solaires sont de l'ordre de 15 %.

D'après F. MATHÉ et A. GANIER, Les défis du CEA, n° 131.



Document 3 : les panneaux solaires

<http://www.cea.fr/jeunes/mediatheque/animations-flash/a-la-loupe/les-panneaux-solaires>

1. Pourquoi la cathode ② est-elle une grille et non une plaque comme l'anode ⑤ ?
2. Pourquoi utiliser des semi-conducteurs dopés dans les couches ③ et ④ ?
3. Quel est le rôle du champ électrique interne dans la cellule photovoltaïque ?
4. Soit $h \cdot \nu$ l'énergie transportée par un photon et \mathcal{E}_g le « gap » de la bande interdite du silicium. Quelle inégalité doit-il exister entre $h \cdot \nu$ et \mathcal{E}_g pour qu'un photon arrache un électron à un atome de silicium ?
5. De quel(s) paramètre(s) peut dépendre l'intensité du courant électrique débité par une cellule photovoltaïque ?
6. Commenter la valeur du rendement énergétique moyen des panneaux solaires.