

FICHE RESSOURCE

Classe : 4^{ème}

SÉQUENCE : Comment produire et stocker de l'énergie électrique ?

Page 1/4

Activité 2 : Comment génère-t-on l'énergie électrique à partir du soleil ?

LE PHOTOVOLTAÏQUE

I - HISTOIRE DU PHOTOVOLTAÏQUE

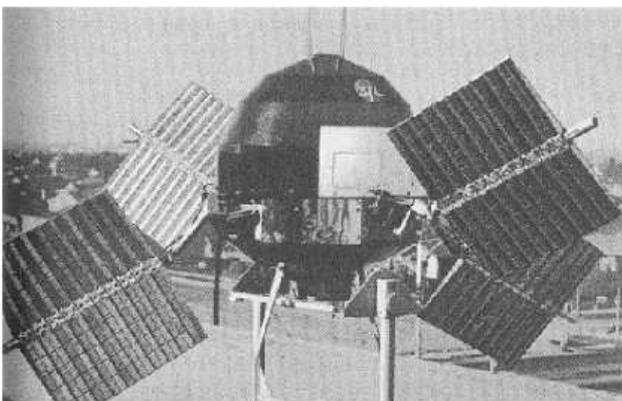


Découvert en 1839 par Antoine Becquerel, l'effet photovoltaïque permet la transformation de l'énergie lumineuse en électricité. Ce principe repose sur la technologie des semi-conducteurs. Il consiste à utiliser les photons pour libérer des électrons et créer une différence de potentiel entre les bornes de la cellule, qui génère un courant électrique continu.

A la différence des autres énergies renouvelables, l'énergie solaire est disponible partout sur la Terre. L'Europe reçoit en moyenne chaque jour 3kWh par mètre carré, même si les déserts les plus ensoleillés recueillent 7kWh. Il n'y a donc pas de problème de gisement pour cette source.

En 1875, le physicien Werner Von Siemens expose devant l'Académie des Sciences de Berlin un article sur l'effet photovoltaïque dans les semi-conducteurs. Malheureusement, le phénomène est encore considéré comme anecdotique jusqu'à la Seconde Guerre Mondiale. Les premières vraies cellules sont apparues en 1930 avec les cellules à oxyde cuivreux puis au sélénium.

Ce n'est qu'en 1954 que trois chercheurs américains, Chapin, Pearson et Prince mettent au point une cellule photovoltaïque. On entrevoit alors la possibilité de fournir de l'électricité grâce à ces cellules. Au même moment, l'industrie spatiale naissante cherche de nouvelles solutions pour alimenter ses satellites.



Premier satellite scientifique Américain l'Explorer 6 lancé en 1959. Il était équipé de panneaux solaires.

En 1958, une cellule avec un rendement de 9% est mise au point et en même temps, les premiers satellites avec panneau solaires sont envoyés dans l'espace.

Au cours des années 80, la technologie photovoltaïque terrestre a progressé régulièrement par la mise en place de plusieurs centrales de quelques mégawatts, et est même devenue familière à des consommateurs à travers de nombreux produits de faible puissance y faisant appel : montres, calculatrices, balises radio et météorologiques, pompes et même réfrigérateurs solaires.

FICHE RESSOURCE

Classe : 4^{ème}

SÉQUENCE : Comment produire et stocker de l'énergie électrique ?

Page 2/4

Activité 2 : Comment génère-t-on l'énergie électrique à partir du soleil ?

II - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'effet photovoltaïque correspond à l'apparition d'une différence de potentiel entre les deux côtés d'une jonction semi-conductrice sous l'action d'une radiation lumineuse.

En plaçant en série différents semi-conducteurs sensibles à la lumière, Antoine Becquerel constata l'existence d'une polarité dans ce dispositif. En effet, pour une longueur d'onde suffisamment courte, le rayonnement provoque le déplacement d'électrons d'un conducteur à l'autre : une différence de potentiel apparaît alors aux deux bornes du dispositif, constituant ainsi une pile.

Les cellules utilisent des matériaux semi-conducteurs qui produisent des porteurs de charges (électrons et trous) en absorbant des photons.

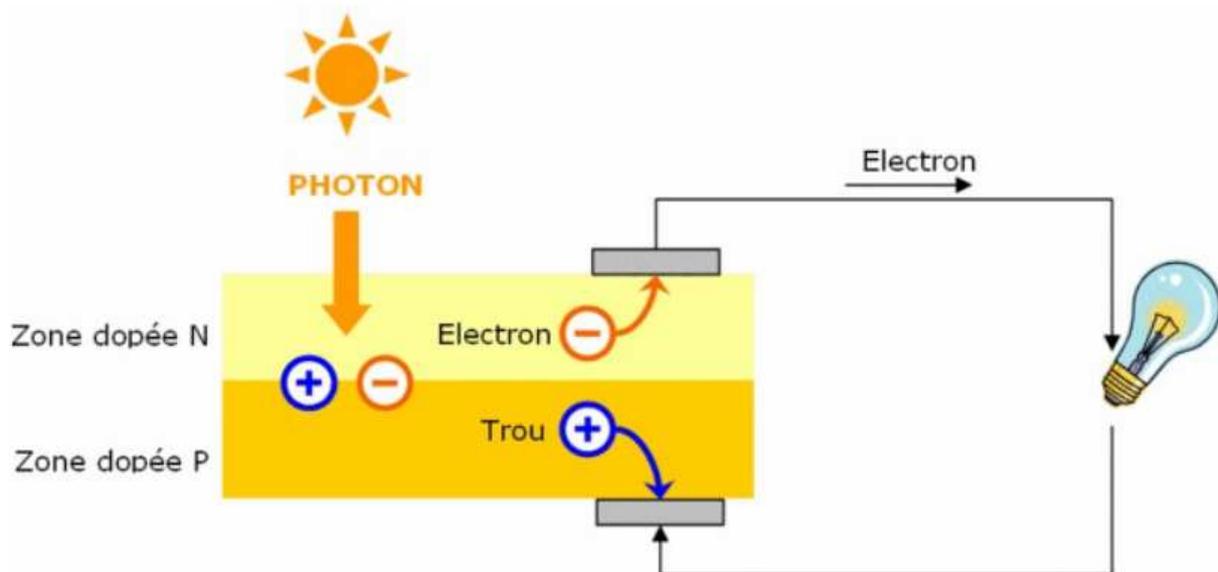
Le matériau est alors photoconducteur. Si l'on applique une tension aux bornes du matériau, un courant circule.

Pour réaliser un dispositif actif tel qu'une photopile, il est nécessaire de réaliser, à la surface du semi-conducteur, une jonction P-N.

Au voisinage de la jonction, il se crée une zone où l'on ne trouve ni trous, ni électrons. La présence de porteurs de charges de signes et crée donc une tension.

Cette tension interne constitue la source de potentiel, et les photo-porteurs générés par le rayonnement, la source de courant. La tension de sortie, de l'ordre du volt, et les densités de courant étant faibles, on réalise des modules photovoltaïques en associant, en série et en parallèle, différentes cellules élémentaires.

Voici ce qui se passe à l'intérieur d'un dispositif, semblable à une cellule photovoltaïque, constitué de deux semi-conducteurs.



L'effet photovoltaïque est produit par absorption de photons dans un matériau semi-conducteur qui génère en réponse une tension électrique.

FICHE RESSOURCE

Classe : 4^{ème}

SÉQUENCE : Comment produire et stocker de l'énergie électrique ?

Page 3/4

Activité 2 : Comment génère-t-on l'énergie électrique à partir du soleil ?

III - CELLULES PHOTOVOLTAÏQUE

Une cellule photovoltaïque est un dispositif transformant une partie de l'énergie lumineuse, issue du Soleil par exemple, en énergie électrique.

La proportion d'énergie transformée constitue le rendement de conversion de la cellule photovoltaïque. Étant donné la faible valeur des rendements actuels, les systèmes photovoltaïques solaires voient leur utilisation réduite aux seuls cas où la connexion au réseau électrique est difficile (habitations isolées, balises d'autoroute ou de pleine mer, certaines cabines téléphoniques).

Les différentes cellules se distinguent en fonction des technologies de silicium qu'elles utilisent :



Cellule monocristalline :

Les cellules en silicium monocristallin sont constituée d'un seul cristal de silicium.



Cellule polycristalline :

Les cellules en silicium polycristallin sont constituée de plusieurs cristaux de silicium.



Cellule amorphe :

Les cellules en silicium amorphe réalisées avec du silicium amorphe, non cristallisé, étalé sur une plaque de verre.

FICHE RESSOURCE

Classe : 4^{ème}

SÉQUENCE : Comment produire et stocker de l'énergie électrique ?

Page 4/4

Activité 2 : Comment génère-t-on l'énergie électrique à partir du soleil ?

Voici le tableau comparatif des différentes cellules photovoltaïques en fonction de leur rendement et leur prix :

Type de cellule	Rendement des cellules			Coût
	Théorique	En laboratoire	Actuel	
Silicium monocristallin	27,00%	24,70%	14,00% à 16,00%	+++
Silicium polycristallin	27,00%	19,80%	12,00% à 14,00%	++
Silicium amorphe	25,00%	13,00%	6,00% à 8,00%	+

Source : Tableau réalisé selon les données de l'ADEME

Le silicium, isolant électrique, n'existe pas à l'état pur, mais il est très abondant sous forme d'oxydes, par exemple la silice ou les silicates. Il est extrait de son oxyde par des procédés métallurgiques, et son niveau de pureté dépend de son utilisation finale. Le silicium est fortement chauffé, traité puis lui est réintroduit du bore ou du phosphore afin d'obtenir les cristaux désirés. La partie où est introduit le bore devient la couche dopée P tandis que celle enrichie au phosphore devient la couche dopée N.

La technologie basée sur le silicium a un développement comparable à celui de l'industrie des semi-conducteurs. Quelques sociétés actives dans ce domaine, comme Sharp, sont aussi actives dans le photovoltaïque, mais de plus en plus de nouveaux entrants affichent leurs ambitions dans ce secteur de croissance.

Outre l'amélioration constante des produits à base de silicium, on peut citer quatre technologies innovantes et sans doute promises à un bel avenir :

- Les cellules photovoltaïques en plastique
- Les cellules de Graetzel
- Les concentrateurs photovoltaïques
- Les couches minces métalliques déposées sur de nouveaux types de substrats (verre, feuillard métallique, plastique....)