

Une Nouvelle Photocellule à Jonction $p-n$ en Silicium pour Convertir le Rayonnement Solaire en Puissance Électrique

Écrit en 2014 par Corentin CHAROUSSET
corentin.charousset@gmail.com

Ce texte est une traduction de l'article sur le photovoltaïque des laboratoires Bell intitulé *A New Silicon p-n Junction Photocell for Converting Solar Radiation into Electrical Power*. Il est paru dans le *Journal of Applied Physics* en 1954.

D. M. CHAPIN, C. S. FULLER, ET G. L. PEARSON
Bell Telephone Laboratories, Inc., Murray Hill, New Jersey
(Reçu le 11 janvier 1954)

La conversion directe du rayonnement solaire en puissance électrique par les moyens d'une photocellule apparaît plus prometteuse suite au résultat d'un travail récent sur les jonctions $p-n$ en silicium. Comme l'énergie rayonnée est utilisée sans être au préalable convertie en chaleur, le rendement théorique est élevé.

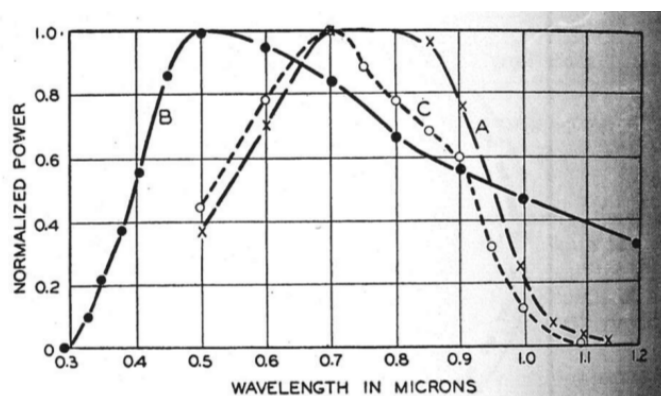


Fig. 1. Distribution d'énergie spectrale normalisée. Abscisse : longueur d'onde en microns. Ordonnée : puissance normalisée. (A) Réponse équivalente de la photocellule en silicium. (B) Énergie solaire à la surface de la terre. (C) Courbe A fois Courbe B.

Des photons de 1,02 électron-volt ($\lambda=1,2$ micron) sont capables de créer des paires électron-trou dans le silicium. Ces paires électron-trou sont séparées en la présence d'une barrière $p-n$ et poussées à produire du travail dans un circuit externe. Toute la lumière de longueur d'onde inférieure à 1,2 micron est potentiellement utile pour générer des paires électron-trou mais l'efficacité de conversion de l'énergie décroît aux faibles longueurs d'onde car l'énergie supérieure au 1,02 électron-volt nécessaire est gaspillée. En tenant compte de cette perte et en supposant un voltage de claquage de 0,5 volt, ce qui est près du maximum mesuré, un calcul effectué sur la totalité du spectre solaire indique un rendement limite d'environ 22 pour cent pour une cellule avec des pertes internes négligeables et en utilisant toutes les paires électron-trou possibles.

Plusieurs facteurs pratiques voient cette image à la baisse. La surface de silicium non-traitée reflète près de la moitié de la radiation incidente. Une partie peut être récupérée avec un traitement de surface approprié. La seconde perte importante est due aux paires électron-trou qui se recombinent avant d'atteindre la barrière $p-n$. La pénétration du rayonnement de la plupart du spectre utile est extrêmement superficielle ce qui fait qu'il est nécessaire de placer la jonction $p-n$ le plus près possible de la surface, sauf pour la troisième perte importante. Il s'agit de la perte I^2R due à la résistance de la couche de surface et à la résistance de contact. Les cellules extrêmement petites minimisent la perte de résistance et offrent des données utiles. Pour des cellules de plusieurs centimètres carré, une géométrie des contacts spéciale minimisera les pertes par résistance.

Le présent travail sur des photocellules $p-n$ au silicium utilise une couche mince de silicium de type p formée sur une base de type n . La couche de surface fait moins de 0,0001 pouce de large. La figure 1 montre la réponse spectrale d'une telle cellule. La courbe A est la puissance de sortie mesurée à des intensités égales de faible rayonnement en fonction de la longueur d'onde. La sensibilité maximum a été arbitrairement prise comme unité. Dans l'idéal, le maximum devrait apparaître près de 1,2 micron, avec la moitié de cette sensibilité à 0,6 et le quart à 0,3. La courbe B est la distribution normale de la lumière solaire complète¹ avec le maximum pris pour unité. La courbe C est le produit de la courbe A et de la courbe B avec une fois encore le maximum pris comme unité. Cette courbe montre quelle partie du rayonnement solaire est la plus utile pour cette cellule précise.

Les photocellules décrites ici ont été faites pour délivrer de la puissance depuis le soleil dans une résistance à une densité de 60 Watts par mètre carré de surface de photocellule. Cela correspond approximativement à un rendement de 6 pour cent, en comparaison avec une valeur mesurée de 0,5 pour cent pour une cellule disponible dans le commerce. Auparavant, le plus grand rendement connu pour la conversion directe de rayonnement solaire en puissance électrique a été effectué par Telkes² en utilisant des jonctions thermoélectriques et s'élève à 1 pour cent.

Nous souhaitons remercier H. B. Briggs qui a fait la mesure spectrale montrée dans la courbe A.

¹ W. E. Forsythe, *Measurement of Radiant Energy* (McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1937)

² Maria Telkes, *J. Appl. Phys.* **18**, 1116 (1947)