

Lumière et électricité

Quel est le point commun entre l'œil électrique qui contrôle la fermeture d'une porte d'ascenseur, la communication à haut débit par fibre optique, et la production d'électricité par un panneau photovoltaïque ?

L'utilisation de l'effet photoélectrique !

Quand de la lumière frappe un atome de matière, son énergie peut être transférée à un électron de l'atome. Si cette énergie est suffisante, l'électron est arraché à l'atome. Selon le matériau auquel il appartient, l'électron peut être éjecté hors du matériau – c'est l'effet photoélectrique au sens strict – ou libéré à l'intérieur du matériau, sous la forme d'un courant électrique – l'effet le plus souvent utilisé.

Le saviez-vous ?

Einstein a reçu le prix Nobel en 1921 « pour ses contributions à la physique théorique, en particulier la découverte de la loi de l'effet photoélectrique ». La théorie de la relativité n'est pas explicitement citée !

transmis par une fibre optique est dirigé à l'arrivée sur un dispositif à semi-conducteur appelé photodiode. La photodiode transforme les variations d'intensité lumineuse, qui codent l'information, en variations de courant électrique qui peuvent être traitées par un circuit électronique classique. Dans un panneau photovoltaïque, le principe général est le même mais c'est l'énergie de la lumière solaire que l'on récupère sous forme d'énergie électrique.



Un photon transporte une énergie (exprimée ici en électronvolts, eV) qui dépend de sa longueur d'onde (en nanomètres, nm). Si cette énergie est supérieure à un seuil appelé « travail de sortie », il peut éjecter un électron. L'énergie excédentaire est transférée à l'électron sous forme d'énergie cinétique : plus elle est grande plus l'électron est rapide.

Au XIX^e siècle, on savait que l'effet photoélectrique ne se produit que si la lumière possède une fréquence suffisamment élevée (c'est-à-dire une longueur d'onde suffisamment courte). Au-dessous d'un certain seuil, qui dépend du matériau considéré, aucun électron n'est éjecté, quelle que soit la puissance lumineuse. Si la fréquence dépasse ce seuil, l'intensité du courant électrique produit augmente avec la puissance lumineuse. Ceci était inexplicable par la théorie dominante à l'époque, selon laquelle la lumière est une onde électromagnétique. En 1905, Einstein a pu interpréter ces observations en supposant que la lumière est composée de petits « grains » qui transportent chacun une énergie proportionnelle à la fréquence lumineuse. Aujourd'hui, la physique quantique décrit la lumière comme un ensemble de photons, des objets qui se comportent soit comme les ondes, soit comme les particules de la physique classique selon les propriétés que l'on considère.

La lumière et l'électricité sont deux formes d'énergie que l'on peut également utiliser pour véhiculer de l'information. L'effet photoélectrique établit un pont entre ces deux domaines. Ainsi, le signal lumineux



Le robot Opportunity, qui s'est posé sur Mars en 2004, est toujours en activité en 2015 grâce à ses panneaux photovoltaïques qui lui fournissent une énergie inépuisable.

Lumière sur la recherche

Au Laboratoire de Génie Électrique de Paris (CNRS/Supélec/Université Paris-Sud), l'équipe de Jean-Paul Kleider s'attache à caractériser de nouveaux matériaux pour les panneaux photovoltaïques (semi-conducteurs en couches minces) ou les composants opto-électroniques (semi-conducteurs à large bande interdite). En

partenariat avec les laboratoires publics ou industriels qui fabriquent ces matériaux, ils développent des méthodes expérimentales et des simulations numériques pour modéliser les interactions entre photons et électrons au sein de la matière.