

Thème 2 matériaux	activité 14
DES CELLULES PHOTOVOLTAÏQUES POUR UN TOUR DU MONDE EN AVION	

Présentation



« Voler sans carburant, mais avec les rayons solaires comme unique source d'énergie de propulsion, jusqu'à cinq jours et cinq nuits de suite, avec un seul pilote à bord, le tout pour tenter de réaliser un tour du monde par étapes : c'est l'objectif du Solar Impulse 2 (SI2). Cet avion solaire d'une envergure plus grande que celle d'un Boeing 747, mais léger comme une grosse voiture, imaginé par l'aérostier-psychiatre suisse Bertrand Piccard et l'ingénieur-pilote militaire André Borschberg, a été dévoilé, mercredi 9 avril, sur la base militaire de Payerne, en Suisse. »

d'après un article du 9 avril 2014 édité sur Le Monde.fr

Objectifs :

Étape 1 Réalisation expérimentale

L'objectif est de déterminer expérimentalement le rendement d'une cellule photovoltaïque

Étape 2 Résolution du problème

Vérifier que le nombre de cellules photovoltaïques sur Solar Impulse 2 et la capacité de stockage des batteries sont suffisants pour lui permettre une autonomie de 24 heures.

Étape 1 Réalisation expérimentale

DOCUMENTS

Document 1 : Fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

Une cellule photovoltaïque est composée d'un matériau semi-conducteur qui absorbe l'énergie lumineuse et la transforme directement en énergie électrique. Lorsque la cellule reçoit de la lumière, une tension électrique apparaît à ses bornes. Elle se comporte alors comme un générateur.

Une cellule individuelle, unité de base d'un système photovoltaïque, ne produit qu'une très faible puissance électrique. Pour produire plus de puissance, les cellules sont assemblées pour former un module (ou panneau). La puissance totale est proportionnelle à la surface du module.

Document 2 : Grandeurs caractéristiques

Pour un éclairement E donné, la cellule photovoltaïque se comporte comme un générateur qui fournit au circuit une puissance électrique P . Elle délivre alors un courant d'intensité I et une tension électrique U apparaît à ses bornes. Les trois grandeurs P , I et U sont liées par la relation :

$$P = U.I$$

P en watts, I en ampères et U en volts.


Le rendement de la cellule photovoltaïque η est le quotient de la puissance électrique maximale P_{max} générée sur la cellule, par la puissance lumineuse P_{lum} qu'elle reçoit :

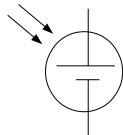
$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{lum}}$$

où $P_{lum} = E.S$ avec E l'éclairement de la cellule mesuré en $W.m^{-2}$ et S la surface de la cellule photovoltaïque exprimée en m^2 .

L'éclairement E mesuré, varie avec la distance lampe-luxmètre et l'orientation de la source lumineuse.

Matériel

- une cellule photovoltaïque ;
- un interrupteur ;
- deux multimètres numériques (un ampèremètre et un voltmètre) ;
- une boîte de résistance réglable ; 
- une lampe pour laquelle 15 lux correspond à $1,0 W.m^{-2}$;
- un luxmètre et sa notice d'utilisation simplifiée ;
- une règle graduée ;
- un ordinateur avec tableur-grapheur.



TRAVAIL A EFFECTUER

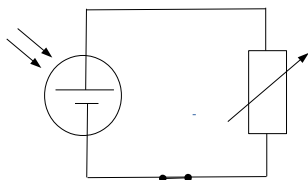
1. **Élaborer un protocole expérimental**

Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer le rendement de la cellule photovoltaïque. Ce protocole comportera les éléments suivants :

1 - l'exposé de la méthode pour tracer le graphe $P = f(U)$ de la cellule photovoltaïque pour un éclairement donné.

Recopier et compléter le montage ci-dessous avec les appareils de mesures et les explications pour obtenir différents points de mesure.

Schéma du montage :



2 – l'exposé de la méthode pour déterminer le rendement de la cellule photovoltaïque (mesures, démarche, explications)

Appeler le professeur

2. **Mise en œuvre du montage pour l'acquisition de valeurs expérimentales**

Placer la lampe à 6 cm de la cellule.

Réaliser les mesures et déterminer le rendement de la cellule photovoltaïque.

Étape 2 Résolution du problème

Vérifier que le nombre de cellules photovoltaïques sur Solar Impulse 2 et la capacité de stockage des batteries sont suffisants pour lui permettre une autonomie de 24 heures.

Vous rédigerez une réponse argumentée, en détaillant votre démarche.

L'analyse des données ainsi que la démarche suivie seront évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Les calculs numériques seront menés à leur terme. Il est aussi nécessaire d'apporter un regard critique sur le résultat et de discuter de la validité des hypothèses formulées.

Données :

- 1 Wh (watt-heure) = 3600 J ;
- au voisinage du sol, une surface horizontale de 1 m² reçoit de la part du Soleil une puissance moyenne calculée sur 24 heures égale à 250 W.

Caractéristiques de Solar Impulse 2

Le jour, les cellules solaires de Solar Impulse 2 alimentent en énergie renouvelable les quatre moteurs électriques de l'avion ainsi que les quatre batteries.

Ces quatre batteries au lithium, d'une masse totale de 633 kg et d'une densité énergétique de 260 Wh.kg⁻¹, permettent à l'appareil de voler la nuit et d'avoir ainsi une autonomie quasi illimitée.

Les cellules photovoltaïques, situées sur les ailes, le fuselage et le stabilisateur horizontal, possèdent un rendement de 23 %.

Puissance totale des quatre moteurs

Puissance moyenne, calculée sur 24 heures, comparable à celle d'une petite moto (15 CV¹) et maximale de 70 CV¹.

¹ Le cheval-vapeur est une unité de puissance ne faisant pas partie du Système international d'unités : 1 CV = 736 W.

Vitesse

Solar Impulse 2 peut voler à la vitesse d'une voiture, entre 36 km.h⁻¹ et 140 km.h⁻¹.

Fiche Technique

- Envergure des ailes : 72 mètres
- Volume du Cockpit : 3,8 m³
- Épaisseur des cellules solaires : 135 micromètres (μm)
- Dimension d'une cellule : 12,5 cm × 12,5 cm
- Nombre de cellules solaires > 17000