



Partie 1 : le solaire photovoltaïque

Solar Impulse 2 est presque entièrement recouvert de panneaux solaires photovoltaïques. Les matériaux semi-conducteurs utilisés pour constituer les cellules photovoltaïques sont le résultat de nombreuses recherches.

On s'intéresse dans cette partie à la production d'électricité par l'effet photovoltaïque.

➤ L'effet photovoltaïque

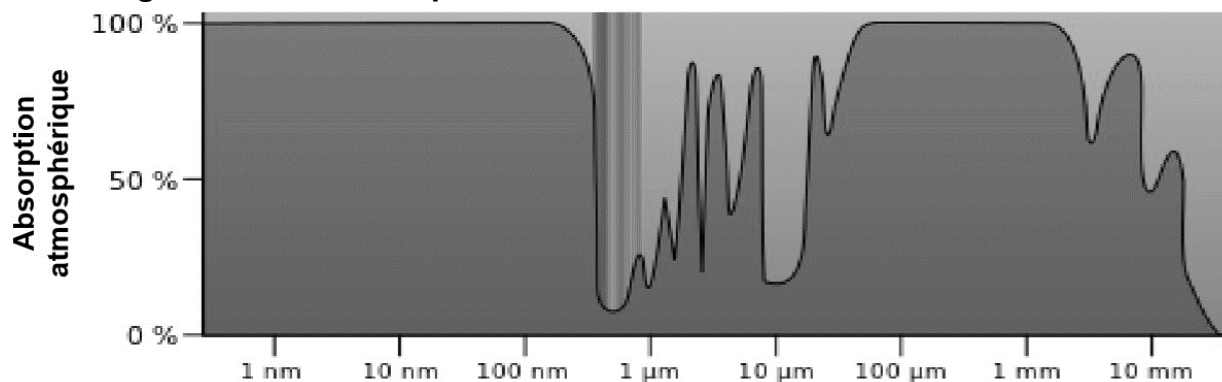
Dans un semi-conducteur exposé à la lumière, un photon d'énergie suffisante extrait un électron qui participe à la conduction de l'électricité.

La valeur minimale d'énergie apportée par le photon doit être $E_{min} = 1,12 \text{ eV}$.

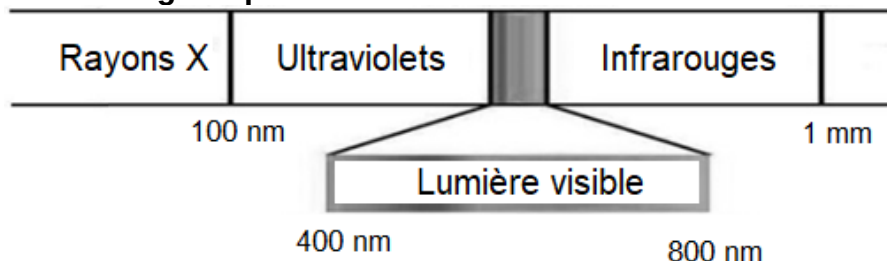
Données :

- électronvolt : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$;
- la valeur de la célérité c de la lumière dans le vide est supposée connue.

➤ Absorption atmosphérique du rayonnement solaire pour des radiations lumineuses de longueurs d'onde comprises entre 1 nm et 10 mm



➤ Les ondes électromagnétiques



1.1 Montrer qu'un photon d'énergie 1,12 eV est associé à un rayonnement de longueur d'onde λ voisine de $1 \mu\text{m}$.

1.2 À quel domaine des ondes électromagnétiques ces ondes appartiennent-elles ?

1.3 Expliquer pourquoi les matériaux semi-conducteurs présentent un intérêt dans le fonctionnement des cellules photovoltaïques.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

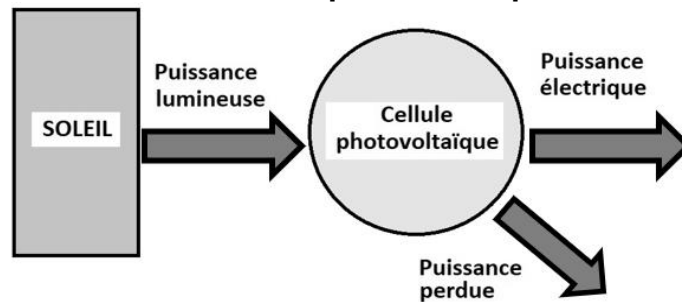
 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Partie 2 : les performances des panneaux solaires de Solar Impulse 2

On se propose d'étudier en laboratoire une cellule photovoltaïque « classique » afin de comparer son rendement à l'une des 17 000 cellules qui équipent l'avion Solar Impulse 2.

➤ Diagramme de puissance d'une cellule photovoltaïque



➤ Puissance lumineuse reçue

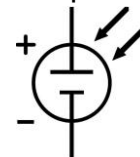
La puissance lumineuse P_{lum} reçue par la cellule photovoltaïque, exprimée en W, est égale au produit de l'éclairement E_{lum} , exprimé en $W \cdot m^{-2}$, par la surface utile S de la cellule exprimée en m^2 : $P_{lum} = E_{lum} * S$.

➤ Étude d'une cellule photovoltaïque « classique » en laboratoire

Matériel à disposition :

- une lampe halogène ;
- un solarimètre ;
- une cellule photovoltaïque de surface utile $S = 26,1 \times 10^{-4} m^2$;
- une résistance variable ;
- un ampèremètre ;
- un voltmètre ;
- des fils de connexion.

Symbole normalisé
d'une cellule
photovoltaïque :

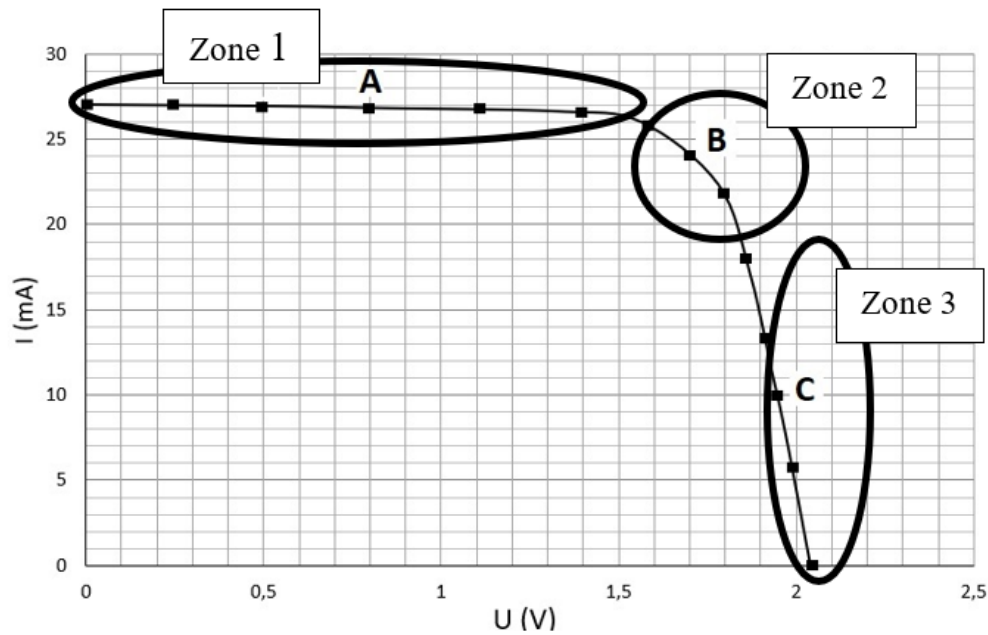


Protocole expérimental :

- 1 brancher en série la cellule photovoltaïque et la résistance variable ;
- 2 éclairer la cellule photovoltaïque à l'aide de la lampe halogène placée à 10 cm, et mesurer l'éclairement E_{lum} au niveau de la cellule photovoltaïque en utilisant le solarimètre (la distance lampe/cellule sera maintenue fixe tout au long de l'étude) ;
- 3 pour différentes valeurs de la résistance R , relever les valeurs de la tension U aux bornes de la cellule et de l'intensité I du courant dans le circuit à l'aide des appareils de mesure correctement connectés ;
- 4 tracer à l'aide d'un tableur grapheur la caractéristique $I = f(U)$ de la cellule photovoltaïque.



La caractéristique ci-dessous a été obtenue pour un éclairement $E_{lum} = 300 \text{ W.m}^{-2}$ (mesure effectuée avec le solarimètre).



➤ Rendement de différents types de convertisseurs d'énergie

Convertisseur d'énergie	Rendement moyen
Cellule photovoltaïque « classique »	15 % (conditions normalisées : $E_{soleil} = 1000 \text{ W.m}^{-2}$)
Éolienne domestique	20 %
Alternateur	90 %
Batterie automobile	70 %

- 2.1 Schématiser le montage électrique associé au protocole (le solarimètre ne sera pas représenté sur votre schéma).
- 2.2 Dans quelle zone (1, 2 ou 3) la puissance électrique délivrée par cette cellule est-elle la plus grande ? Justifier la réponse en déterminant la puissance électrique délivrée par la cellule aux points A, B et C.

On considère que la puissance électrique maximale délivrée par la cellule photovoltaïque étudiée est $P_{elec_max} = 0,041 \text{ W}$.

- 2.3 Montrer, en justifiant par un calcul, que le rendement maximal de la cellule photovoltaïque étudiée au laboratoire est $\eta_{max} = 5,2 \%$.
- 2.4 Pourquoi le rendement déterminé ne correspond-il pas à celui du tableau, alors que la cellule étudiée peut être considérée comme une cellule photovoltaïque « classique » ?

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : **N° d'inscription** :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1..1

2.5 Les cellules photovoltaïques de Solar Impulse 2 ont un rendement de 23 %. Vous paraissent-elles performantes ? Justifier la réponse.