

EXERCICE 4 (6 points)

(physique-chimie)

Étude expérimentale d'un panneau photovoltaïque

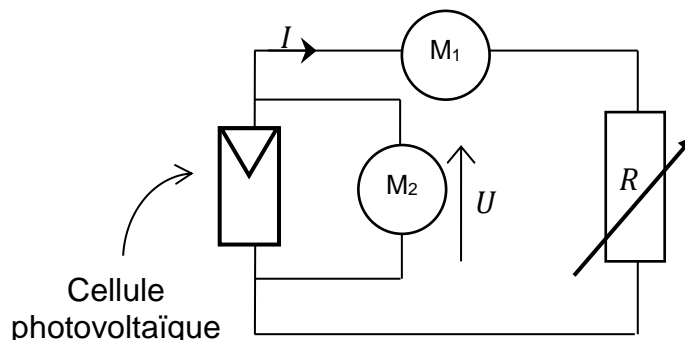
L'effet photovoltaïque, découvert par Edmond Becquerel en 1839, permet de générer de l'électricité à partir de la lumière du Soleil. Il est mis en application dans les cellules photovoltaïques, utilisant les propriétés de certains matériaux semi-conducteurs comme le silicium.

Assemblées en série et en parallèle, puis protégées par différentes couches de matériaux afin de former un module photovoltaïque, ces cellules fournissent une tension et un courant électriques. Selon les technologies, entre 8 et 22 % de l'énergie solaire peut être convertie en électricité par un module photovoltaïque, et ce, pendant près de 30 ans.

D'après <https://expertises.ademe.fr/energies/>

Afin d'étudier la possibilité d'alimenter le logement familial par des panneaux photovoltaïques, Emma, élève de terminale STI2D, utilise une maquette disponible dans son lycée. Son premier objectif est de déterminer le rendement maximal d'une cellule photovoltaïque. Suivant les conseils de son professeur de physique-chimie, elle réalise le montage suivant puis dispose l'ensemble devant un projecteur qui fait office de source lumineuse.

Figure 3 : Schéma du montage utilisé



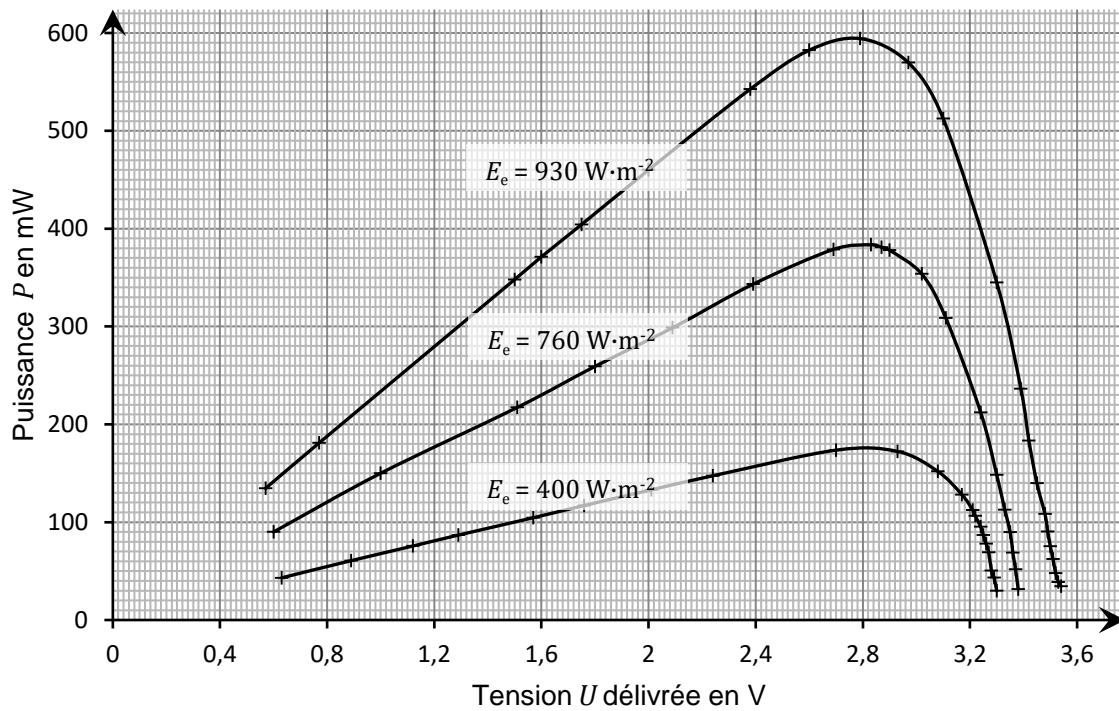
Les appareils M_1 et M_2 sont destinés à mesurer l'intensité I du courant délivré par la cellule photovoltaïque et la tension U à ses bornes.

1. Nommer l'appareil M_1 en précisant si la borne COM est située à gauche ou à droite du symbole M_1 sur le schéma. Nommer l'appareil M_2 .

En faisant varier la résistance R du rhéostat, Emma a pu tracer les courbes représentant l'évolution de la puissance délivrée par la cellule en fonction de la tension, pour différents éclairagements énergétiques E_e (ou irradiance).

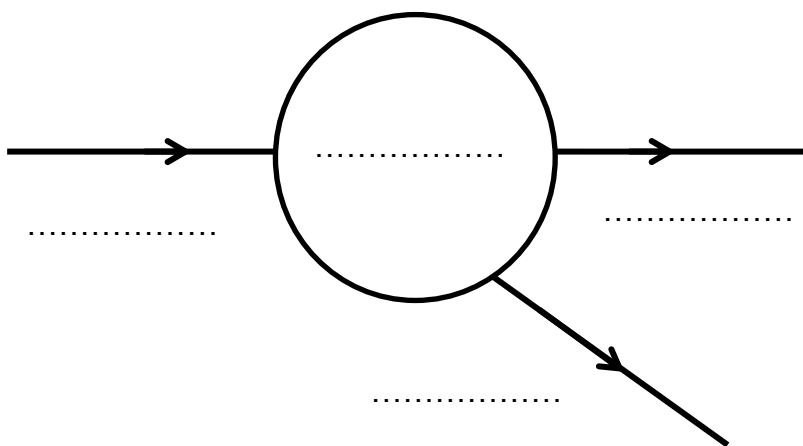
2. Préciser de quelle manière Emma a pu modifier l'éclairage énergétique E_e au niveau de la cellule photovoltaïque.
3. Indiquer comment Emma a pu calculer la puissance P délivrée par la cellule à partir des grandeurs mesurées.

Figure 4 : Puissances délivrées par la cellule pour différents éclairagements



4. Déterminer la puissance électrique maximale disponible dans les conditions d'éclairément les plus favorables.
5. Recopier et compléter la chaîne énergétique simplifiée d'une cellule photovoltaïque.

Figure 5 : Chaîne énergétique simplifiée d'une cellule photovoltaïque



La cellule étudiée par Emma est rectangulaire, de largeur 72 mm et de longueur 100 mm.

6. Calculer la surface de la cellule en m^2 .
7. En déduire la puissance reçue par la cellule pour un éclairement énergétique de $930 W \cdot m^{-2}$.
8. Définir et calculer le rendement maximal de la cellule photovoltaïque étudiée.

Emma souhaite vérifier la valeur de l'intensité du courant de court-circuit débité par son panneau pour un éclairement énergétique de $930 W \cdot m^{-2}$.

9. À partir du schéma de la figure 3, indiquer la démarche permettant la mesure de l'intensité du courant de court-circuit I_{cc} .

Emma mesure 238 mA. Surprise par cette valeur, elle demande aux six autres groupes de sa classe de reproduire la même démarche. Les résultats sont les suivants :

Groupe/Élève	Emma	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Gr 5	Gr 6
Intensité I_{cc} (en mA)	238	252	233	245	261	225	250

10. Déterminer la valeur moyenne $I_{cc \text{ moy}}$.
11. Déterminer l'écart-type expérimental σ_{n-1} .
12. En déduire l'incertitude-type sur la mesure de $I_{cc \text{ moy}}$ à partir de la formule :

$$u(I_{cc \text{ moy}}) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

où n représente le nombre total de mesures effectuées.

Le constructeur de la maquette annonce une valeur de l'intensité maximale du courant de court-circuit de 420 mA pour un éclairement énergétique solaire de $930 W \cdot m^{-2}$.

13. Estimer l'écart séparant $I_{cc \text{ moy}}$ et la valeur du constructeur en nombre d'incertitudes-types.
14. En déduire si ces deux valeurs sont compatibles.

Emma utilise le spectrophotomètre du lycée pour enregistrer les spectres de rayonnement du Soleil et du projecteur utilisé lors de son expérience. Elle obtient les spectres représentés sur les figures 6 et 7.

Figure 6 : Spectre du projecteur

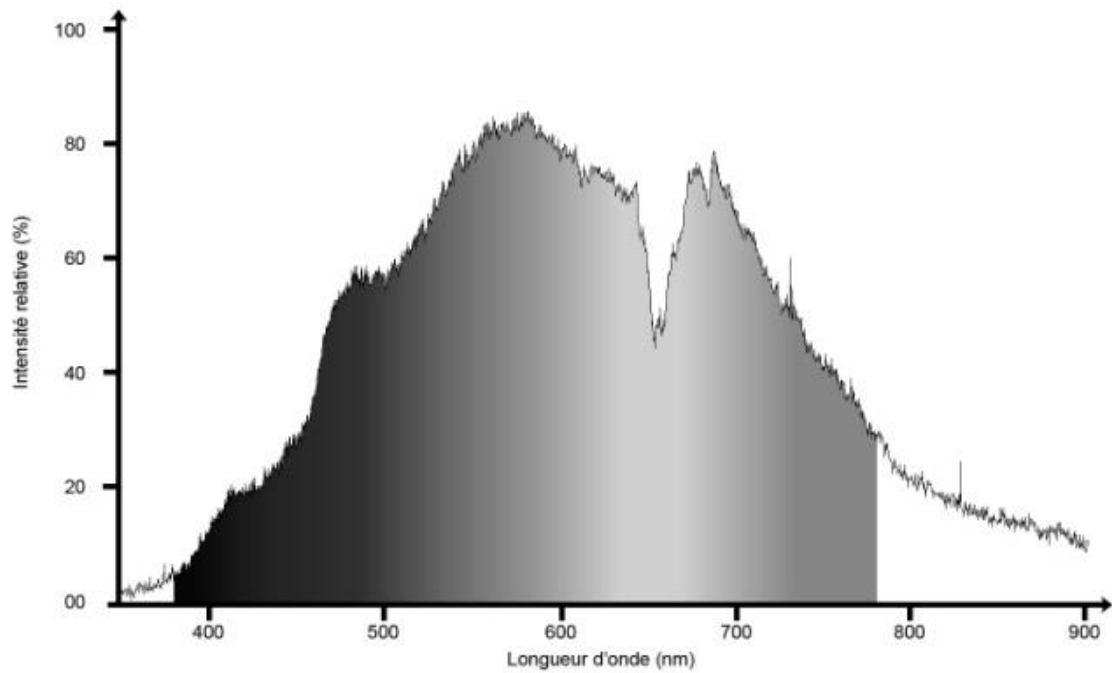
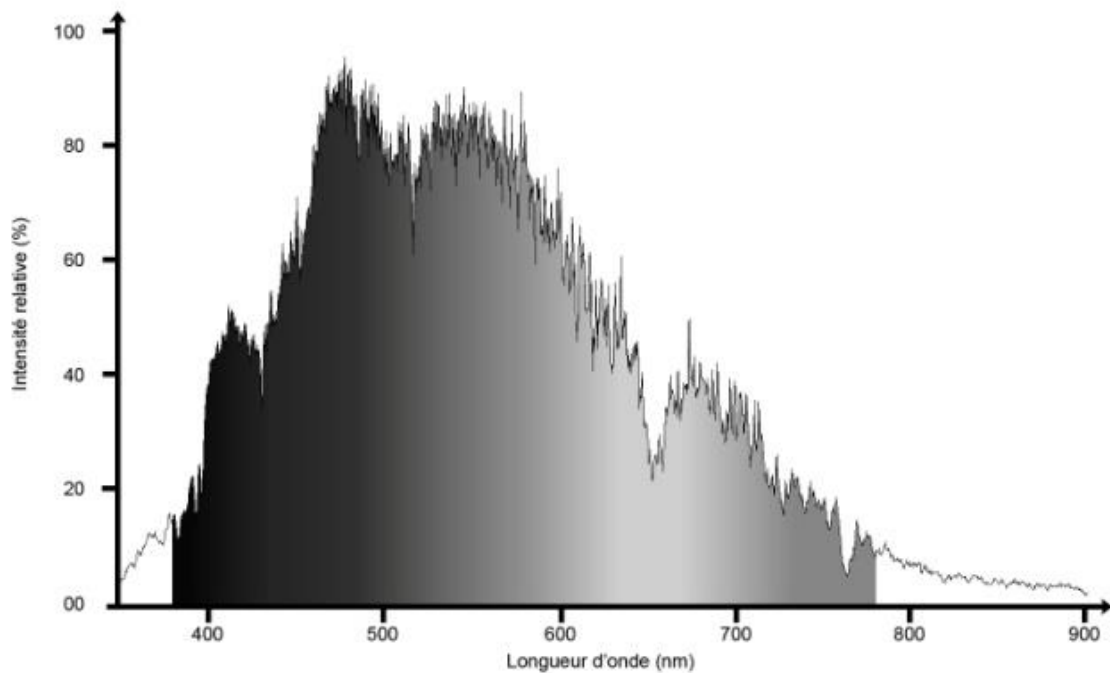


Figure 7 : Spectre du Soleil



15. À partir des figures 6 et 7, proposer une origine possible à l'écart constaté précédemment.