

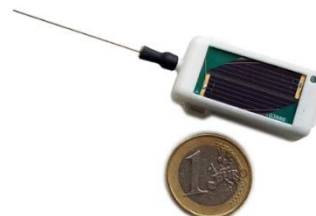
Exercice 4 (5 points)

(Physique-Chimie)

Étude énergétique de la migration des bécasses

Au mois d'août 2023, des agents de l'Office Français de la Biodiversité se sont déplacés en Estonie afin de réaliser une opération de pose de balises sur 12 bécasses. Leur but était d'étudier la migration de ces oiseaux.

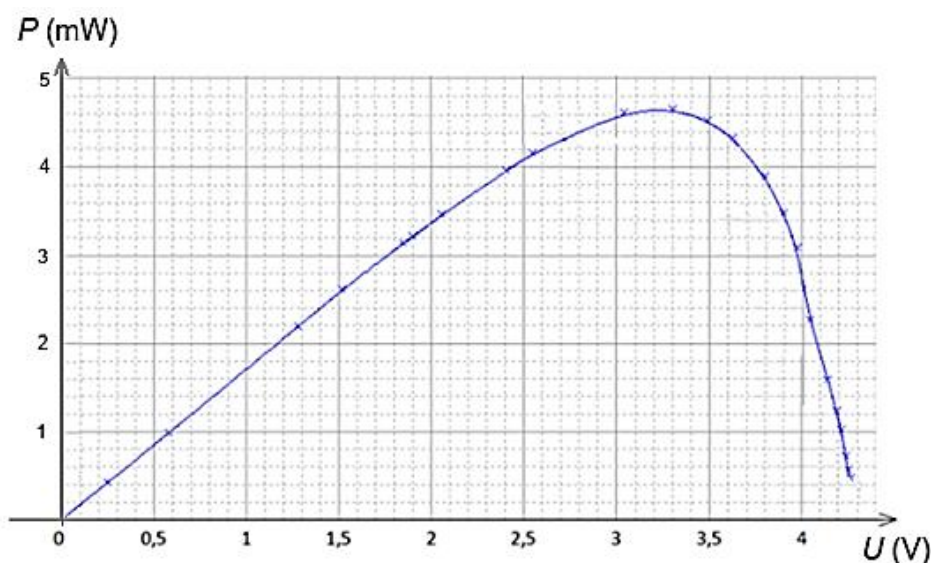
Les balises utilisées (voir photo ci-contre) comportent une cellule photovoltaïque, une batterie et un émetteur.



Les trois parties de cet exercice sont indépendantes.

Partie A : Étude d'une cellule photovoltaïque

Document 1 : Caractéristique puissance - tension du type de cellules photovoltaïques utilisées : puissance électrique fournie par la cellule en fonction de la tension appliquée.



1. À partir de la caractéristique représentée sur le **document 1**, déterminer la valeur de la puissance électrique maximale P_{\max} fournie par la cellule photovoltaïque.
2. Exprimer la puissance lumineuse P_{lum} reçue par les cellules photovoltaïques en fonction de la surface S des cellules fixées sur les bécasses et de l'éclairement énergétique I_R . Calculer sa valeur.

Données :

- Surface S des cellules utilisées : $3,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.
- L'éclairement énergétique I_R est supposé constant et sa valeur est égale à $200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

- Déterminer, à l'aide des questions précédentes, le rendement des cellules photovoltaïques utilisées.
- Comparer ce résultat aux valeurs courantes indiquées dans le tableau ci-dessous et conclure sur la performance des cellules utilisées.

Type de cellules	Silicium monocristallin	Silicium polycristallin	Perovskite	Couche mince
Rendement (en %)	18 à 22	15 à 18	15 à 20	13 à 16

Partie B : Étude de la charge de la batterie présente dans la balise

Les cellules photovoltaïques permettent de charger la batterie de façon à ce que la balise puisse émettre des signaux toutes les deux heures.

Les demi-équations d'oxydoréduction associées à chaque électrode lors de la charge de la batterie sont les suivantes :

Électrode positive : $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$

Électrode négative : $\text{LiCoO}_2 \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^- + \text{CoO}_2$

- Définir une réaction d'oxydation et une réaction de réduction.
- Justifier si la réaction se déroulant à l'électrode positive est une réduction ou une oxydation.
- Écrire l'équation de la réaction d'oxydo-réduction se produisant lors de la charge de la batterie.

Partie C : Étude des éléments caractéristiques de la balise

La batterie équipant la balise est de type lithium-ion polymère dont les caractéristiques sont la tension $U = 3,7 \text{ V}$ et la quantité d'électricité $Q = 25 \text{ mAh}$ (milliampère-heure).

- Préciser la relation entre la quantité d'électricité Q , la durée Δt et l'intensité du courant I . Préciser les unités de chacune des grandeurs.

Dans des conditions optimales d'éclairement énergétique, la charge de la batterie est réalisée avec un courant d'intensité constante $I = 1,5 \text{ mA}$.

- Montrer que dans ces conditions, la durée de la charge est égale à 16 heures et 40 minutes.
- Conclure sur la possibilité de charger complètement et quotidiennement la batterie sachant que selon les saisons, la durée d'ensoleillement peut varier de 6h en hiver à 18 heures en été.

L'émetteur présent dans la balise est un émetteur GPS GSM. Les ondes électromagnétiques émises permettant le suivi des bécasses lors de leur migration, se propagent à la vitesse de propagation c valant $3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Les signaux émis sont

collectés par un centre situé à Tallinn en Estonie. Lors de leur migration vers Tanger, au Maroc, les bécasses peuvent parcourir plusieurs milliers de kilomètres.

11. Estimer la distance à laquelle se trouve la bécasse équipée d'une balise, sachant que le signal est reçu par le centre, $23 \mu\text{s}$ après son émission.

12. Conclure si la bécasse suivie a déjà atteint le Maroc.

Donnée :

- Distance Tallinn (Estonie) – Tanger (Maroc) : 3400 km environ.