EXERCICE 4 (5 points)

(physique-chimie)

On considère une lampe de signalisation arrière pour vélo et son système d'alimentation. Cet éclairage, accroché sous la selle du cycliste, émet de la lumière en continu ou des flashs lumineux afin d'améliorer la visibilité de la personne lors de ses déplacements.

Source : *https://veasybike.com*

Cette lampe est alimentée par un accumulateur $\mathrm{Ni\text{-}Cd}$, de capacité $Q = 700\ \mathrm{mAh}$, pour lequel la valeur de la tension nominale, supposée constante, est $U = 4{,}8\ \mathrm{V}$.

Données :

- $1\ \mathrm{Ah} = 3600\ \mathrm{C}$
- Masse molaire : $M(\mathrm{Cd}) = 112{,}4\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$
- Constante de Faraday (ou charge par mole de charges élémentaires) :

$$F = 9{,}65 \times 10^4\ \mathrm{C \cdot mol^{-1}}$$

- Couples oxydant/réducteur : $\mathrm{Ni^{2+}(aq)/Ni(s)}$ et $\mathrm{Cd^{2+}(aq)/Cd(s)}$

On s'intéresse à la phase de décharge de l'accumulateur. Au cours de cette phase, il fonctionne comme une pile.

1. Compléter le diagramme de conversion d'énergie présent dans le **document réponse DR2 page 11 à rendre avec la copie**.

L'équation de réaction modélisant le fonctionnement de la pile $\mathrm{Ni\text{-}Cd}$ s'écrit :

$$\mathrm{Cd(s) + Ni^{2+}(aq) \rightarrow Cd^{2+}(aq) + Ni\ (s)}$$

2. Identifier la formule de l'espèce chimique ayant subi une oxydation en indiquant l'évolution de son nombre d'oxydation.

3. Écrire les équations des demi-réactions se produisant à chaque électrode de la pile.

4. Sur le schéma de principe d'une pile $\mathrm{Ni\text{-}Cd}$ du **document réponse DR3 page 11 à rendre avec la copie**, indiquer clairement :

- la polarité de chaque lame de métal (borne **+** et borne **–**) et justifier ;
- le sens du courant I ;
- le sens de déplacement des électrons $\mathrm{e^-}$.

5. Déterminer, en moles, la quantité d'électrons ayant circulé dans le circuit lors de la décharge complète de la pile.

6. À l'aide des questions 3 et 5, déterminer la masse minimale de Cadmium que doit contenir la pile lorsqu'elle est chargée.

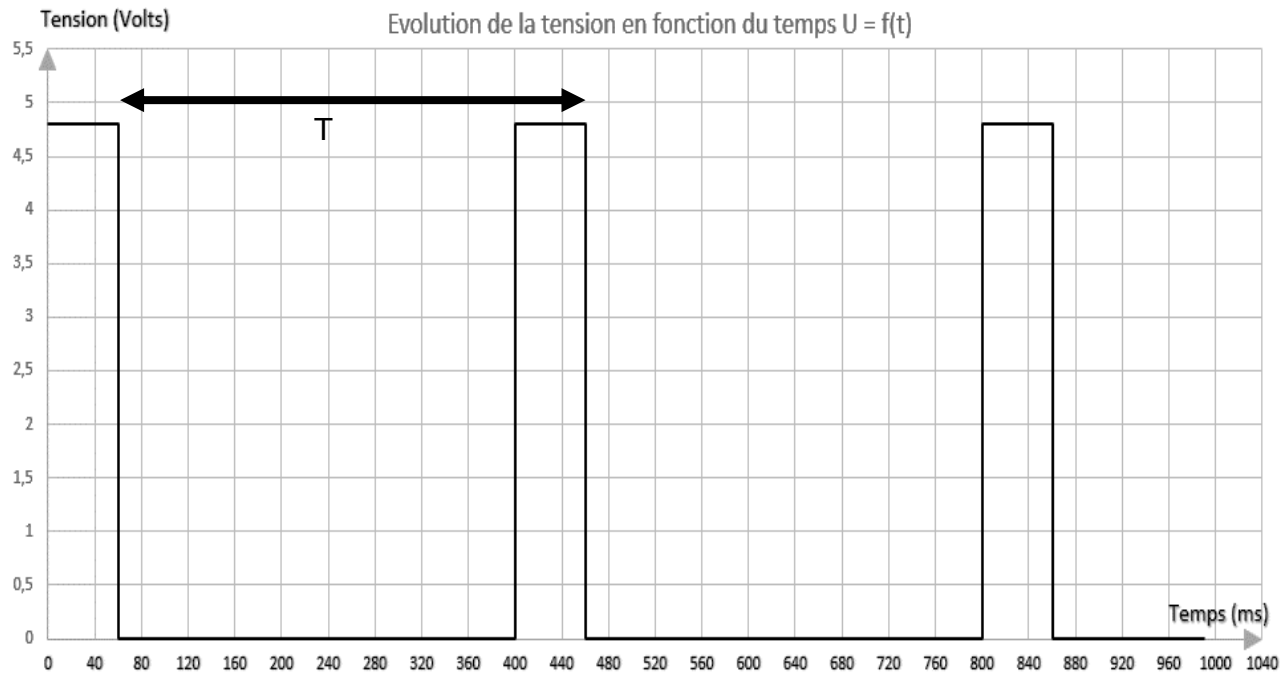
On s'intéresse maintenant au fonctionnement de la lampe de signalisation. Les informations ci-dessous sont extraites de la notice technique de cette lampe.

- Autonomie : 200 à 1300 minutes.
- Puissance : $1{,}0$ W
- Tension d'alimentation : $4{,}8$ V
- 3 modes d'éclairage (**Mode 1** : continu ; **Mode 2** : flashs longs ; **Mode 3** : flashs rapides)
- Éclairage LED

7. Sachant que la valeur de l'énergie qui peut être stockée par l'accumulateur est égale à 12 kJ, déterminer la durée maximale Δt d'utilisation de la lampe en mode continu.

8. Comparer la durée Δt à la valeur annoncée par le constructeur et conclure.

Le graphique ci-dessous représente l'évolution de la tension d'alimentation de la lampe au cours du temps pour le mode flashs rapides. Cette lampe est allumée lorsque la tension à ses bornes est non nulle.

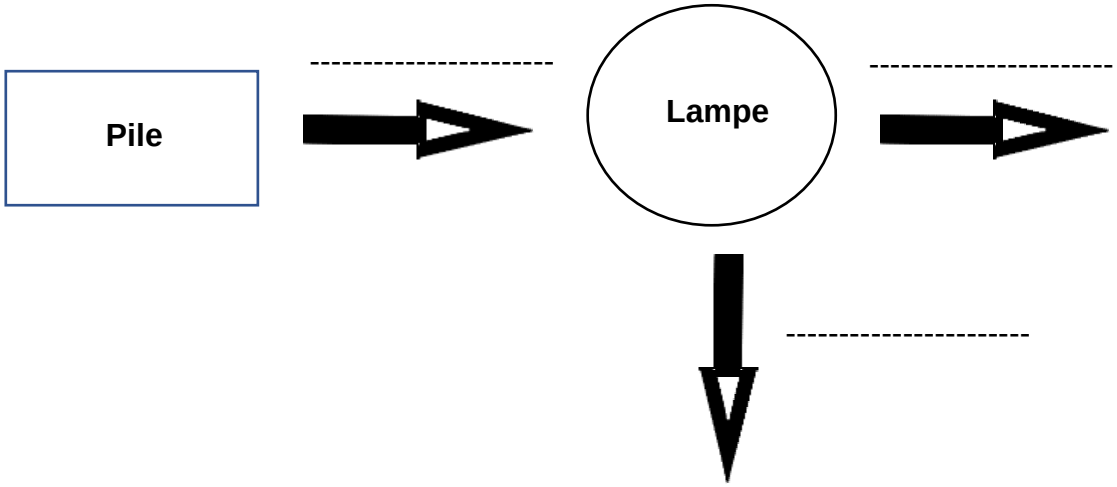
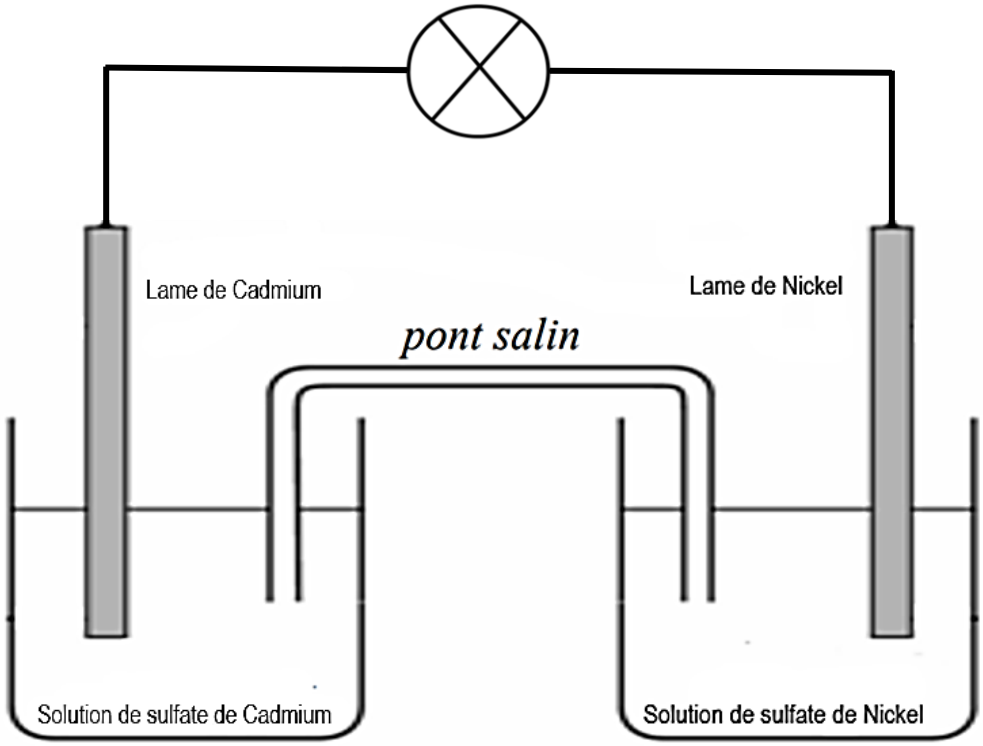


9. Montrer que, sur une durée égale à une période T, la lampe est allumée 15 % du temps.

10. Montrer alors, qu'en mode flashs rapides, l'autonomie d'éclairage peut atteindre 1300 min.

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

DR2 – Exercice 4 : diagramme de conversion d'énergie



DR3 – Exercice 4 : schéma de principe de la pile