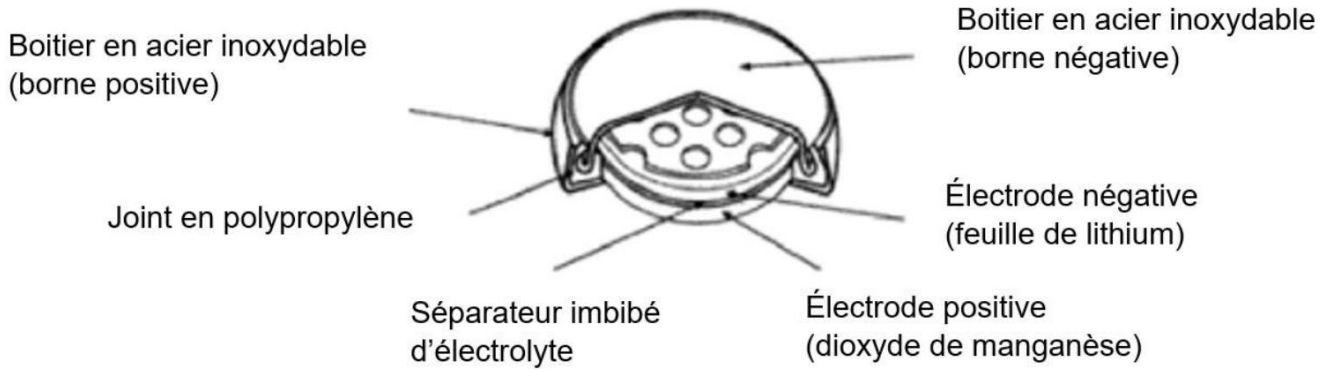
EXERCICE C (5 points)
DÉFIBRILLATEUR CARDIAQUE IMPLANTABLE

La défibrillation est une méthode utilisée afin de réguler le rythme cardiaque. Elle consiste à appliquer un « choc électrique » très bref au cœur du patient. Un défibrillateur interne est un petit boîtier qui est implanté dans le thorax du patient. Il est constitué de circuits électriques alimentés par une pile au lithium qui apporte l'énergie nécessaire à son fonctionnement.

Cet exercice étudie le fonctionnement d'une pile au lithium dont un schéma est présenté ci-dessous.



D'après générateurs électrochimiques, P. Mayé 2010

Données :

- tension à vide aux bornes de la pile au lithium : $U = 3{,}0$ V ;
- énergie stockée dans une pile : $E = Q \cdot U$ où Q est la capacité électrique de la pile en coulomb (C) et U la tension à vide en volt (V) à ses bornes ;
- masse de la pile : $m_{pile} = 2{,}9$ g ;
- composition massique de la pile :

lithium	Li	5 %
dioxyde de manganèse	MnO_2	30 %

- couples oxydant/réducteur : Li^+ / Li(s) et MnO_2(s) / MnO_2H(s) ;
- masses molaires : M(Li) = 6,9 g·mol^{-1} et M (MnO_2) = 86,9 g·mol^{-1} ;
- numéro atomique du lithium : $Z_{Li} = 3$;
- constante de Faraday : $F = 96\,500$ C·mol^{-1} ;
- constante d'Avogadro : $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}$ mol^{-1} ;
- charge élémentaire : $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C.

1. D'après les polarités des électrodes et les couples mis en jeu, écrire les réactions électrochimiques se produisant au niveau des électrodes quand la pile délivre un courant électrique, puis en déduire que l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile s'écrit :

$$Li(s) + MnO_2(s) + H^+ \rightarrow Li^+ + MnO_2H(s)$$

On donne un extrait du tableau périodique des éléments ci-dessous.

Hydrogène 1 **H** 1,0079						Hélium 2 **He** 4,0026
Lithium 3 **Li** 6,941	Béryllium 4 **Be** 9,0122	Bore 5 **B** 10,811	Carbone 6 **C** 12,011	Azote 7 **N** 14,007	Oxygène 8 **O** 15,999	Fluor 9 **F** 18,998	Néon 10 **Ne** 20,180
Sodium 11 **Na** 22,990	Magnésium 12 **Mg** 24,305	Aluminium 13 **Al** 26,982	Silicium 14 **Si** 28,086	Phosphore 15 **P** 30,974	Soufre 16 **S** 32,065	Chlore 17 **Cl** 35,453	Argon 18 **Ar** 39,948

2. La configuration électronique d'un atome de lithium est $1s^2\ 2s^1$. Justifier qu'un atome de lithium donne un ion monoatomique Li^+. Préciser, en justifiant la réponse, si le lithium métallique est un réducteur ou un oxydant.

3. Montrer que dans la pile neuve, la quantité de matière initiale de lithium est égale à $2{,}1 \times 10^{-2}$ mol et déterminer la quantité de matière initiale en oxyde de manganèse MnO_2.

4. En déduire le réactif limitant le fonctionnement de la pile et la composition de la pile quand celle-ci est usée.

5. Définir la capacité électrique Q d'une pile et calculer sa valeur maximale pour la pile au lithium considérée.

6. Le fabricant annonce une capacité électrique réelle de 225 mAh. Proposer une cause pour rendre compte de l'écart entre la valeur maximale et la valeur réelle.

7. En utilisant la capacité électrique donnée par le fabriquant, comparer l'énergie massique de la pile au lithium utilisé dans le défibrillateur avec celles d'autres piles données dans le tableau ci-dessous. Commenter.

Type de pile	lithium - monofluorure de carbone	zinc - argent	zinc - air	alcaline
Tension (V)	3	1,5	1,2	6
Énergie massique ($J \cdot g^{-1}$)	1215	378	130	363