

2 Pile électrique

Cyrus SMITH, après mûres réflexions, résolut donc de fabriquer une pile très simple, se rapprochant de celle que BECQUEREL imagina en 1820, et dans laquelle le zinc est uniquement employé. [...] Un certain nombre de flacons de verre furent fabriqués et remplis d'acide azotique [acide nitrique]. L'ingénieur les boucha au moyen d'un bouchon que traversait un tube de verre fermé à son extrémité inférieure et destiné à plonger dans l'acide au moyen d'un tampon d'argile maintenu par un linge. Dans ce tube, par son extrémité supérieure, il versa alors une dissolution de potasse [...]. Cyrus SMITH prit ensuite deux lames de zinc, dont l'une fut plongée dans l'acide azotique, l'autre dans la dissolution de potasse. Aussitôt un courant se produisit [...].

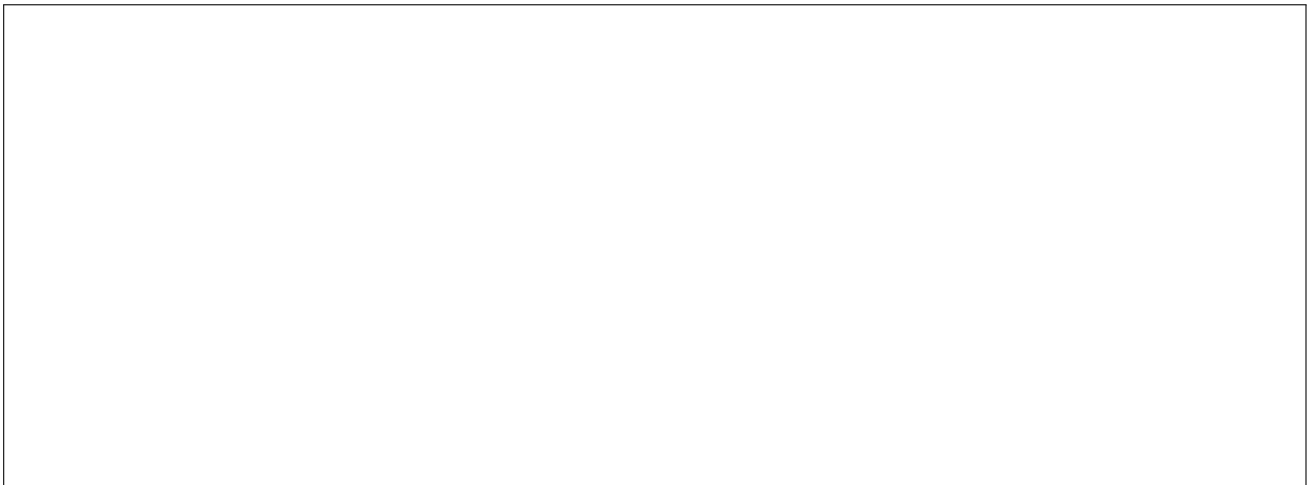
La pile d'Antoine BECQUEREL (grand-père de Henry BECQUEREL) dont s'inspire Cyrus SMITH présente un grand intérêt historique car elle est la première à courant continu qui ait été construite. Dans cette pile, le rôle de pont salin est joué par l'argile, les électrodes sont identiques et à la différence de Cyrus SMITH, BECQUEREL utilisa des électrodes de platine (plutôt que de zinc). Par ailleurs, lors du fonctionnement de la pile, un dégagement gazeux est observé au niveau de chacune des électrodes. Le gaz émis au-dessus du flacon est de couleur brune. On suppose que l'acide nitrique contenu dans le flacon (1 L) à une concentration de $0,50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et que la potasse KOH contenue dans le tube (10 cL) a une concentration initiale de $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

14. À l'aide de la formule de NERNST, calculer le potentiel du couple redox $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\ell)$ au pH de la solution de potasse dans le tube et pour une pression partielle en dioxygène de 1 bar.

15. Faire un schéma détaillé de la pile d'Antoine BECQUEREL en indiquant les espèces présentes en solution.



16. Écrire les demi-équations redox se produisant à chacune des électrodes ainsi que l'équation de la réaction chimique globale de fonctionnement de la pile.

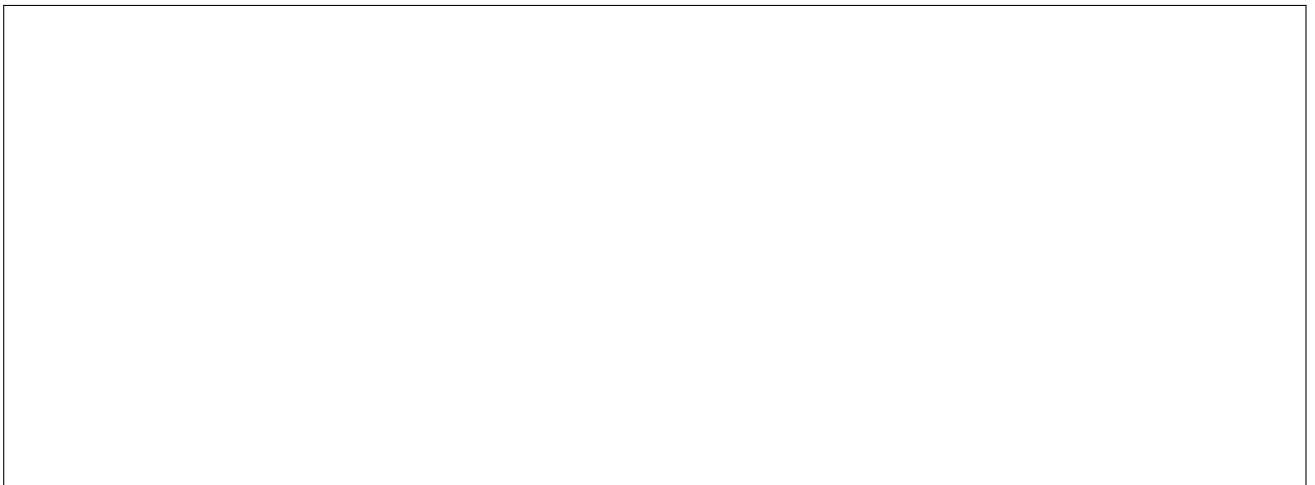


17. Compléter le schéma en indiquant l'anode et la cathode, le sens du courant électrique et celui de circulation des électrons et des ions.

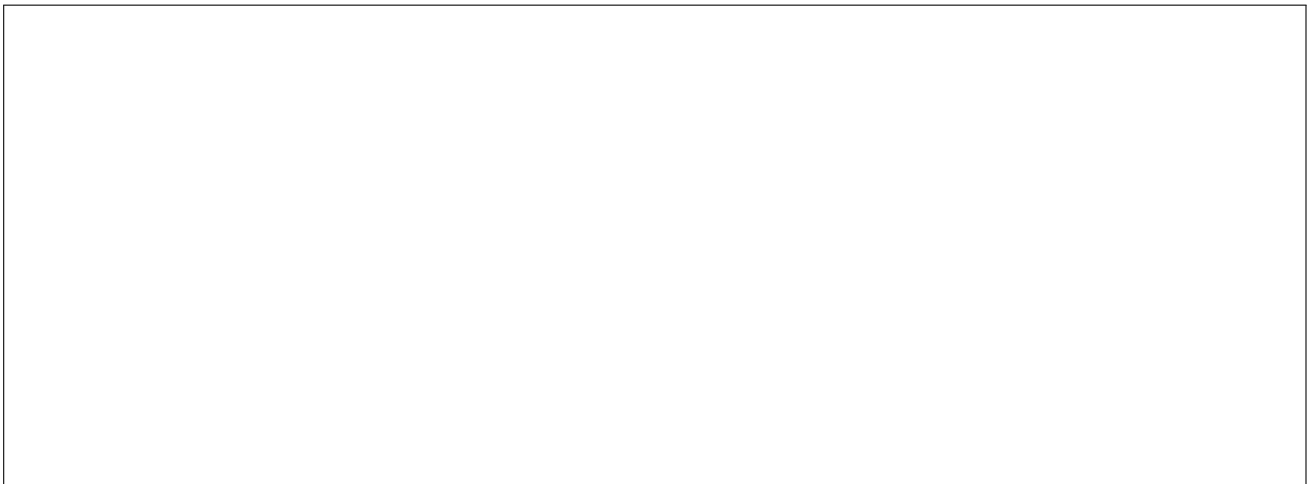
18. Établir un tableau d'avancement de la pile en fonctionnement. Quel est le réactif limitant ?



19. Calculer la capacité de la pile, qui correspond à la quantité de charge pouvant être débitée par la pile.

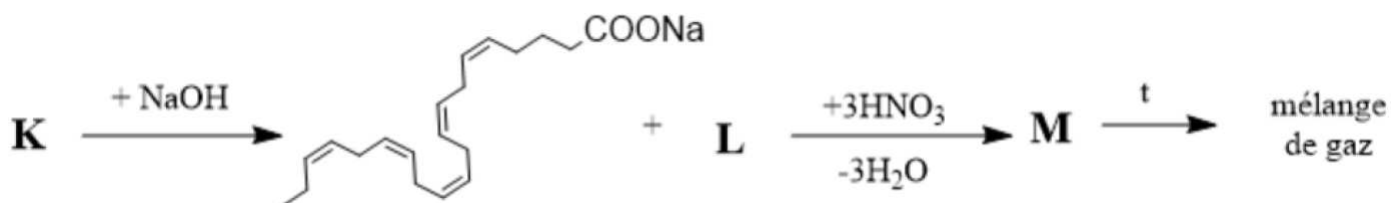


20. Dans sa pile, Cyrus SMITH utilise des électrodes de zinc. Pensez-vous que cette pile fonctionnera aussi bien ? Justifier.



3 Une graisse de poisson explosive

La graisse de poisson est précieuse pour Cyrus SMITH qui en tire tout d'abord du savon, indispensable à l'hygiène du groupe, mais également de quoi produire un explosif qui lui servira à de multiples reprises durant son séjour sur l'île. Les processus décrits dans cette partie sont résumés de manière schématique dans la figure ci-dessous, les équations ne sont pas nécessairement ajustées.



« L'ingénieur comptait fabriquer du savon dès qu'il se serait procuré les matières premières nécessaires [...] : soude ou potasse, graisse ou huile. »

Lors de la préparation de ce savon, la graisse de poisson (triglycéride **K**) réagit avec la soude (le composé **C** peut remplacer la soude) pour former l'icosapentaénoate de sodium et un sous-produit **L** de formule brute $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$. L'équation de la transformation considérée est schématisée ci-dessus.

21. Quelle est le nom de la transformation mise en jeu ? Donner la formule du sous-produit **L** ainsi que de la graisse de poisson **K**.

22. Expliquer pourquoi l'icosapentaénoate issu de cette réaction possède des propriétés lavantes.

Après avoir pris de l'acide azotique, il le mit en présence du composé L [...] et il obtint [...] plusieurs pintes d'un liquide huileux et jaunâtre. Cette dernière opération [...] présentait des dangers d'explosion, et, quand il rapporta un flacon de ce liquide à ses amis, il se contenta de leur dire : « Voilà le composé M ! »

23. Proposer une formule de LEWIS pour le composé **M**. Vous pourrez raisonner par analogie de la réaction du composé **L** avec l'acide éthanoïque.

24. ☞ Quel est le nom courant de ce composé? Quel industriel scandinave a développé et breveté sa fabrication à grande échelle?

« Et c'est cette liqueur-là qui va faire sauter nos rochers ? dit PENCROFF d'un air assez incrédule. »

Le composé **M** est en effet fortement instable. En se décomposant, le composé **M** dégage une forte énergie et produit quatre gaz dont les masses molaires, exprimées en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, sont respectivement : 18 ; 28 ; 28 et 32.

25. Ajuster l'équation de la réaction de décomposition. Si 10 g du composé **M** se décomposent, quelle quantité de matière de gaz est émis? Quel volume cela représente-t-il sous une pression de $1,01 \cdot 10^5$ Pa, à 20°C ?

Données

- $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\mathcal{N}_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- L'équation de NERNST s'écrit pour la demi-équation écrite dans le sens $\text{Red} = \text{Ox} + n e^-$:

$$E_i = E_i^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Qr$$

avec Qr le quotient réactionnel associé à la demi-équation redox, E_i le potentiel du couple redox, E_i° le potentiel standard du couple, R la constante des gaz parfait, n le nombre d'électrons échangés, \mathcal{F} la constante de FARADAY.

On donne à 298 K :

$$\frac{RT}{\mathcal{F}} \ln 10 = 0,059 \text{ V}$$

- Potentiels standard à 298 K et à $\text{pH} = 0$:

Couple	$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) / \text{Pt}(\text{s})$	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) / \text{Zn}(\text{s})$	$\text{NO}_3^-(\text{aq}) / \text{NO}_2(\text{g})$	$\text{H}^+(\text{aq}) / \text{H}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\ell)$
E° / V	1,20	-0,76	0,80	0	1,23