EXERCICE III - DES RÉCIFS CORALLIENS ARTIFICIELS (5 points)



De nombreux récifs coralliens sont fortement endommagés par des actions humaines ou par des phénomènes météorologiques et climatiques (réchauffement climatique, acidification des océans...).
Les scientifiques Wolf Hilbertz et Thomas Goreau sont à l'origine du projet « Biorock », programme de repeuplement et de préservation des récifs. Ce programme repose sur l'utilisation de structures métalliques qui se recouvrent au bout de quelques heures de carbonate de calcium $CaCO_3$, alors qu'en temps normal le corail doit générer lui-même cette roche qui lui sert de squelette. La croissance des coraux greffés sur la surface métallique est 3 à 5 fois supérieure à celle mesurée dans les conditions naturelles et ces coraux sont beaucoup plus résistants.

D'après http://www.futura-sciences.com

Dans cet exercice, on se propose d'étudier la reconstitution des récifs coralliens dans l'île de Bali, grâce à la technique de l'électrolyse.

À Bali, la croissance moyenne du squelette des coraux naturels est de l'ordre de 2 mm par an. Une équipe de chercheurs souhaite fabriquer un récif corallien artificiel à Permutaran grâce à la technique « Biorock ». Ils ont besoin pour cela de déposer du carbonate de calcium sur des structures métalliques.

Le dispositif installé au nord de Bali est réalisé avec des moyens très simples :

- le fer acheté sur les marchés locaux est soudé sur place ;
- des plongeurs attachent des coraux à cette grille avec du fil de fer fin ;
- l'installation est électrifiée sous une tension de 3,0 V et un courant de 10 A.

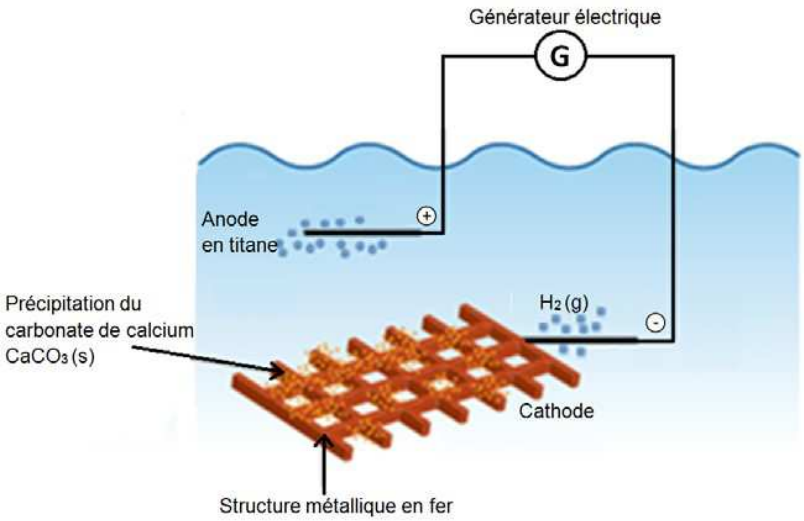


Figure 1. Schéma du dispositif installé à Permutaran à Bali.
D'après http://www.globalcoral.org/

La cathode est le siège d'une réduction modélisée par la demi-équation suivante :

$$2\ H_2O(\ell) + 2e^- = H_2(g) + 2\ HO^-(aq) \quad (1)$$

- Formation du carbonate de calcium $CaCO_3$:

Le dioxyde de carbone CO_2 présent dans l'atmosphère et dissous dans l'eau ainsi que les ions Ca^{2+} présents naturellement dans l'eau de mer réagissent avec les ions HO^- produits à la cathode pour former le carbonate de calcium selon la réaction suivante :

$$Ca^{2+}(aq) + CO_2(g) + 2\ HO^-(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(\ell) \quad (2)$$

On ne tiendra pas compte des réactions de précipitation des autres ions présents dans l'eau de mer.

- L'intensité du courant électrique :

Lors de la réaction d'oxydo-réduction, la relation liant l'intensité I du courant électrique et la charge électrique échangée Q pendant une durée Δt est : $Q = I \times \Delta t$ où I s'exprime en ampère (A), Q en coulomb (C) et Δt en seconde (s).

Données :

- masse molaire : M ($CaCO_3$) = 100,0 $g.mol^{-1}$;
- masse volumique du carbonate de calcium : $\rho = 2{,}9 \times 10^3$ $kg.m^{-3}$;
- une mole d'électrons possède une charge électrique égale en valeur absolue à $9{,}65 \times 10^4$ C.

1. Calculer la quantité de matière d'électrons, en moles, nécessaire à l'obtention d'une masse m = 1,0 g de carbonate de calcium.

2. À partir des documents fournis, calculer la durée d'électrolyse nécessaire à la réalisation d'un dépôt artificiel de carbonate de calcium de 2 mm d'épaisseur sur une surface métallique de 4 m^2.

Commenter la valeur obtenue en admettant que le squelette du corail n'est fait que de carbonate de calcium.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.