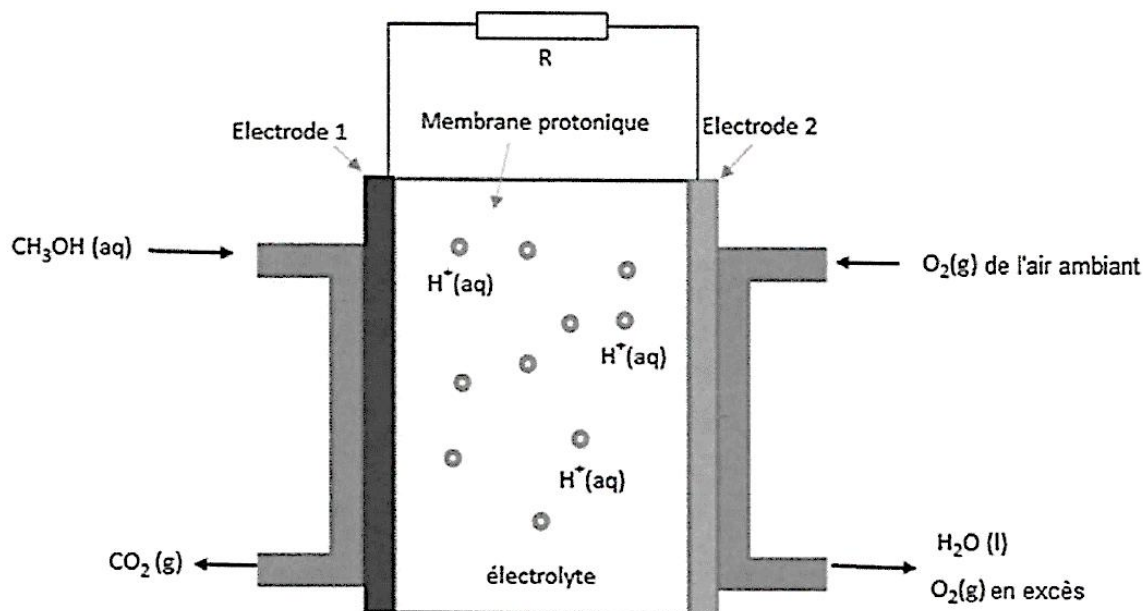


**Exercice 1** : La pile au méthanol

Bac Nouvelle-Calédonie 2022

Une pile au méthanol fait partie des piles à combustibles. Elle est constituée de deux électrodes en platine, au niveau desquelles se produisent une réaction d'oxydation et une réaction de réduction. Le platine sert de catalyseur pour les réactions d'oxydo-réduction. Les deux électrodes sont séparées par une membrane poreuse riche en ions hydrogène  $\text{H}^+(\text{aq})$ , appelée membrane protonique. L'une des électrodes est alimentée par du dioxygène puisé dans l'air, et l'autre est alimentée par un combustible, ici le méthanol en solution aqueuse (**figure 1**).



**Figure 1. La pile au méthanol en fonctionnement**

**Données :**

- Masse molaire du méthanol :  $M_{\text{méthanol}} = 32,0 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- Masse volumique du méthanol :  $\rho_{\text{méthanol}} = 0,792 \text{ g.mL}^{-1}$ .
- Composition volumique de l'air : 20 % de dioxygène et 80 % de diazote.
- Volume molaire du dioxygène dans les conditions de l'expérience :  $V_m = 24,5 \text{ L.mol}^{-1}$ .
- Constante de Faraday :  $F = 9,6 \times 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$ .
- Le rendement  $r$  d'une pile relie sa capacité électrique réelle  $Q'_{\text{max}}$  à sa capacité électrique théorique  $Q_{\text{Max}}$  par la relation :  $Q'_{\text{max}} = r \times Q_{\text{max}}$ .
- Lorsqu'on associe des piles en série, leurs capacités électriques s'ajoutent.

**PARTIE A : étude du fonctionnement de la pile au méthanol**

Les demi-équations traduisant les réactions au niveau des électrodes de la pile au méthanol sont données ci-dessous :

- Électrode 1 :  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 6 \text{e}^- + 6 \text{H}^+(\text{aq})$
- Électrode 2 :  $\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{e}^- + 4 \text{H}^+(\text{aq}) = 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

**A.1.1.** Identifier quelle électrode constitue l'anode et quelle électrode constitue la cathode dans la pile au méthanol.

**A.1.2.** Indiquer sur le schéma du circuit étudié donné ci-dessous, les pôles de la pile ainsi que le sens du courant électrique.

**A.1.3.** Expliquer le rôle de la membrane protonique dans la pile au méthanol.

**A.1.4.** Indiquer le sens de circulation des porteurs de charge à l'intérieur et à l'extérieur de la pile sur le schéma ci-contre.

**A.2.** Écrire l'équation de la réaction chimique modélisant le fonctionnement de la pile.

La pile est alimentée avec un volume  $V = 5,0 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse de méthanol à 10 % en volume et avec de l'air ambiant. Le compartiment qui contient l'air est constamment en contact avec l'air ambiant.

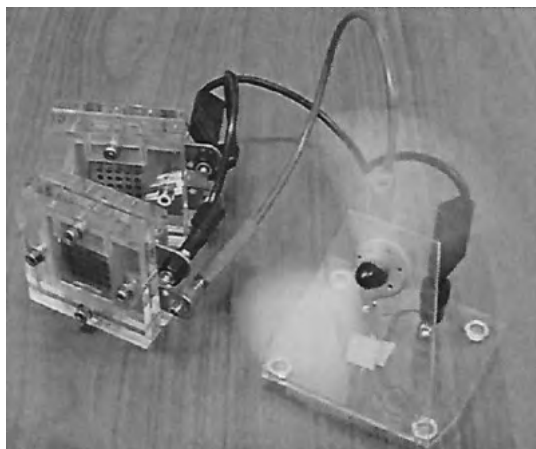
**A.3.1.** Montrer que la quantité de matière de méthanol introduite dans la pile au méthanol a pour valeur  $n(\text{CH}_3\text{OH}) = 1,2 \times 10^{-2} \text{ mol}$ .

**A.3.2.** Justifier que le dioxygène est le réactif en excès.

**A.3.3.** Déterminer le volume d'air  $V(\text{air})$  consommé lors du fonctionnement de la pile jusqu'à son usure.

### PARTIE B : Alimentation d'un circuit comportant un petit ventilateur

Au laboratoire du lycée, des élèves cherchent à faire fonctionner un petit ventilateur avec la pile au méthanol étudiée dans la partie A. Pour y parvenir, ils doivent associer deux piles en série (**figure 2**). Ils mesurent alors que l'intensité du courant qui circule dans le circuit lorsque le ventilateur fonctionne vaut  $I = 450 \text{ mA}$ . Chacune des piles a un rendement de 70 %.



**Figure 2 : Circuit d'alimentation du ventilateur**

**B.1.** Calculer la capacité électrique théorique de la pile au méthanol étudiée dans la partie A.

**B.2.** Les élèves souhaitent faire fonctionner le ventilateur pendant au moins une heure. Expliquer en argumentant la réponse s'ils y parviendront.

*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.*

