

Nom: ..... Prénom: ..... Classe: ..... Date: .....

## Rendement d'un électrolyseur

Objectifs	Classe
<input type="checkbox"/> Puissance et énergie. Bilan de puissance dans un circuit. Effet Joule. Cas des dipôles ohmiques. Rendement d'un convertisseur.	1 <sup>ère</sup> Spé
<input type="checkbox"/> Définir le rendement d'un convertisseur. <input type="checkbox"/> Évaluer le rendement d'un dispositif.	Durée
	2 h

### Sur la paillasse

- Un électrolyseur,
- Un générateur de tension continue réglable (0-30 V),
- Deux multimètres,
- Deux éprouvettes graduées de 20 mL ou 25 mL,
- Une potence et deux pinces,
- Cinq fils électriques,
- Un chronomètre,
- 350 mL d'une solution de sulfate de sodium à  $0,50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,
- Un rhéostat ou potentiomètre,
- Gants et lunettes de protection,
- Des allumettes,
- Une bûchette.

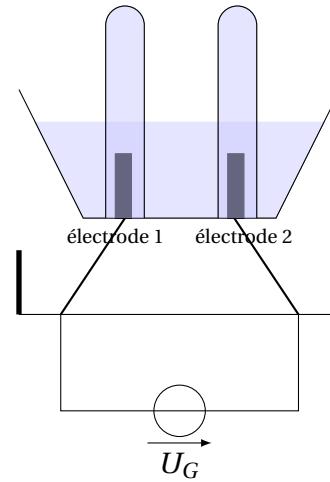


Figure 1: Montage expérimental pour l'étude du rendement de l'électrolyseur.

L'électrolyse de l'eau est l'une des voies de production du dihydrogène. Elle est envisagée pour stocker les surplus de production d'électricité<sup>1</sup>. La manipulation proposée permet d'étudier le fonctionnement d'un électrolyseur et de déterminer le rendement de la transformation d'énergie qu'il effectue.

## 1 Caractéristique d'un électrolyseur



- Régler la tension aux bornes du générateur sur 2V, aucun circuit n'étant connecté sur ce dernier.
- Représenter sur le schéma ci-contre le voltmètre permettant de mesurer la tension  $U$  aux bornes de l'électrolyseur ainsi que l'ampèremètre qui mesure l'intensité  $I$  du courant le traversant.
- Réaliser le montage en vous inspirant du schéma ci-contre (laisser une borne du générateur débranchée).
- Remplir deux éprouvettes graduées avec la solution de sulfate de sodium et les retourner sur l'électrolyseur en les plaçant (attention à l'équilibre !) au-dessus des électrodes en **laissant un espace** pour permettre aux ions de migrer d'une électrode à l'autre. Les fixer à l'aide des pinces. **Il ne faudra plus toucher aux éprouvettes avant la fin du TP.** Vérifier donc que les graduations sont lisibles.
- Placer le voltmètre et l'ampèremètre dans le circuit sans les allumer.
- Préparer un tableau de mesures :  $U$  (V) en fonction de  $I$  (mA) converti ensuite en Ampère.

### Appel 1

Vérification du circuit

<sup>1</sup> TP basé sur Hachette, 2012, p53-54

- Après vérification fermer le circuit et allumer les appareils de mesure. **Attention au calibre de l'ampèremètre pendant les mesures !**
- Augmenter progressivement la tension  $U$  aux bornes de l'électrolyseur (jusqu'à 6 V) et relever simultanément, pour chaque valeur de tension, l'intensité du courant traversant l'électrolyseur.
- À fin des manipulations, relever le volume de dihydrogène et de dioxygène dans les tubes à essai.

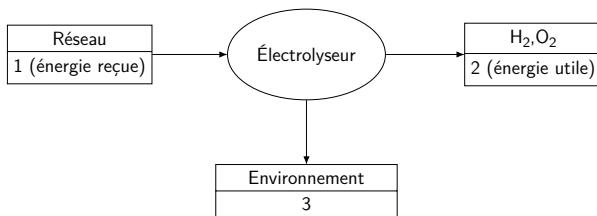
- Tracer, à l'aide de *régessi*, la caractéristique de l'électrolyseur  $U = f(I)$ .
- La caractéristique est-elle de type :  $U = E' + rI$ ,  $U = E' - rI$ ,  $U = rI$  ? Justifier le choix fait et vérifier-le en affichant l'équation dans *régessi*.
- L'électrolyseur est-il un générateur ou un récepteur électrique ?
- Déduire de la caractéristique, la valeur de la force contre électromotrice  $E'$  de l'électrolyseur et celle de sa résistance interne  $r$ .

## 2 Rendement d'un électrolyseur



- Allumer le générateur en déclenchant le chronomètre, régler très rapidement la tension mesurée à une valeur voisine de 5 V. Noter alors l'intensité  $I_0$  et la valeur précise de la tension  $U$ .
- Laisser débiter le générateur.
- Éteindre le générateur et stopper simultanément le chronomètre lorsque le volume de dihydrogène formé (lors de cette deuxième manipulation, retirer de la mesure le volume déjà produit) est égal à  $V(H_2) = 10\text{mL}$ .
- Noter la durée  $\Delta t$  écoulée et le volume de dioxygène formé  $V(O_2)$ .

- Recopier et compléter le schéma de la chaîne énergétique suivant, en précisant la nature des énergies 1,2 et 3:



- Exprimer l'énergie électrique  $E_E$  reçue par l'électrolyseur en fonction de  $U$ ,  $I_0$  et  $\Delta t$ , puis la calculer.
- L'énergie utile, notée  $E_{ch}$ , a pour expression :  $E_{ch} = E' I_0 \Delta t$ : la calculer.
- Exprimer l'énergie produite  $E_J$  en fonction de  $r$ ,  $I_0$  et  $\Delta t$ . Comment appelle-t-on cet effet mis en jeu ?
- Quelle relation doit vérifier  $E_E$ ,  $E_{ch}$  et  $E_J$  ? Est-ce le cas environ ?
- Définir le rendement énergétique de l'électrolyseur. Montrer qu'il peut s'écrire

$$\eta = E'/U. \text{ Le calculer.}$$

- Montrer que l'équation de la réaction mise en jeu a pour équation  $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons 2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ . On considérera les couples oxydoréduction suivants:  $\text{O}_{2(g)}/\text{H}_2\text{O}_{(l)}$  et  $\text{H}^+_{(aq)}/\text{H}_{2(g)}$ .
- La dissociation d'une mole d'eau nécessite une énergie chimique  $E_{deau} = 282\text{ kJ}$ .
  - Quelle est l'énergie chimique  $E_{dm}$  qui a été mise en jeu lors de l'obtention du volume  $V(H_2) = 10\text{mL}$  sachant que le volume occupé par une mole de gaz est de  $V_m = 24\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$  dans ces conditions ?
  - Calculer le quotient  $E_{dm}/E_{ch}$  Commenter le résultat obtenu.
- Commenter la différence de volume entre  $V(O_2)$  et  $V(H_2)$ .
- Vérifier que les gaz produits sont bien du dioxygène et du dihydrogène en prodiguant leur tests caractéristiques.