

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

Rendement d'un électrolyseur

✔ Objectifs

- ☐ Puissance et énergie. Bilan de puissance dans un circuit. Effet Joule. Cas des dipôles ohmiques. Rendement d'un convertisseur.
- ☐ Définir le rendement d'un convertisseur.
- ☐ Évaluer le rendement d'un dispositif.

👤 Classe

1^{ère} Spé

🕒 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.

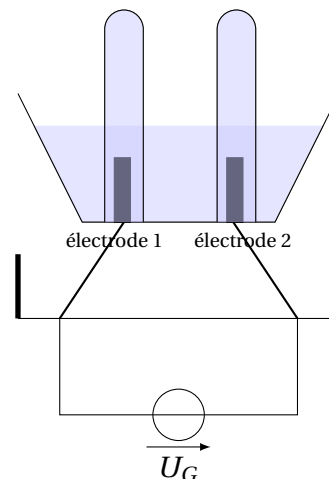


Figure 1: Montage expérimental pour l'étude du rendement de l'électrolyseur.

L'électrolyse de l'eau est l'une des voies de production du dihydrogène. Elle est envisagée pour stocker les surplus de production d'électricité¹. 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 2 V, 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

¹TP 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.

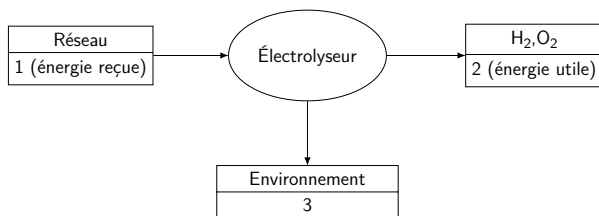
1. Tracer, à l'aide de *régressi*, la caractéristique de l'électrolyseur $U = f(I)$.
2. La caractéristique est-elle de type : $U = E' + rI$, $U = E' - rI$, $U = rI$? Justifier le choix fait et vérifier-le en affichant l'équation dans *régressi*.
3. L'électrolyseur est-il un générateur ou un récepteur électrique ?
4. Dédire 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 $V(\text{H}_2) = 10 \text{ mL}$.
- Noter la durée Δt écoulée et le volume de dioxygène formé $V(\text{O}_2)$.

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



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

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

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