

1<sup>ère</sup> Spé

Thème : L'énergie : conversions et transferts

TP14

Chimie

Bilan énergétique d'un électrolyseur

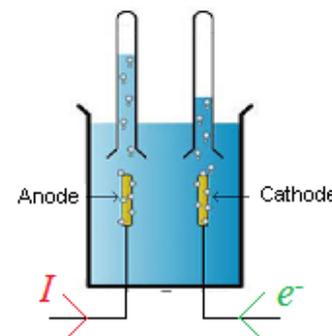
Chap.13

➤ **But du TP** : Etudier les transferts d'énergie dans un électrolyseur afin d'en évaluer son rendement.

**I. Etude qualitative**

**Document 1 : L'électrolyseur**

- Un électrolyseur permet de faire circuler de l'électricité entre deux électrodes plongeant dans une solution afin de réaliser une réaction d'oxydoréduction appelée **électrolyse**.
- Il est couramment utilisé dans l'industrie pour réaliser la production de dihydrogène (ou électrolyse de l'eau), la production d'aluminium ou de dichlore, ou encore pour le placage d'objets par galvanoplastie (traitement de surface d'un métal pour éviter la corrosion des voitures par exemple).
- La caractéristique d'un électrolyseur obéit à l'équation  $U = E' + r' \times I$  avec  $E'$  : force contre-électromotrice ou fcm (en V) qui permet la production d'énergie chimique  $\mathcal{E}_{chim} = E' \times I \times \Delta t$  ;  $r'$  : résistance interne (en  $\Omega$ )



**Données**

- Couples oxydant/réducteur mis en jeu :  $H^+_{(aq)} / H_{2(g)}$  et  $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$
- Volume molaire des gaz :  $V_M = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Energie nécessaire pour dissocier une mole d'eau par électrolyse :  $\mathcal{E}_{diss} = 5,5 \times 10^5 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$

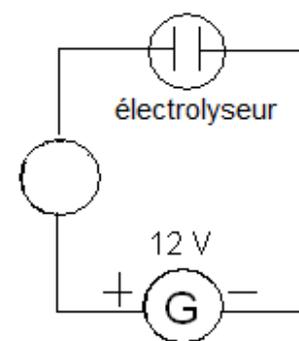
**Matériel**

Générateur de tension variable	1 électrolyseur	1 éprouvette 100 mL	Solution acide sulfurique à environ $0,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
1 multimètre	3 fils de connexion	1 chronomètre	morceaux papier filtre
2 tubes à essais + 1 bouchon	Allumettes + bûchette	1 pissette d'eau distillée	

**1. Protocole expérimental (Réaliser)**

**1.1.** Sur le schéma ci-contre, indiquer le sens conventionnel du courant et l'ampèremètre avec ses bornes.

- Verser de l'eau acidifiée dans l'électrolyseur pour qu'elle recouvre les deux électrodes.
- Avec la pissette, remplir à ras bord deux tubes à essais, placer un morceau de papier filtre et les retourner sans bulle d'air.
- Réaliser le circuit avec le générateur sur 12 V en circuit ouvert (fil relié au + débranché).



**Appeler le professeur pour faire vérifier le montage.**

**1.2.** Fermer le circuit et déclencher le chronomètre pour mesurer la durée  $\Delta t$  nécessaire au remplissage du tube recouvrant la cathode (électrode reliée à la borne - du générateur).

Mesurer l'intensité  $I$  du courant qui traverse le circuit jusqu'au remplissage du premier tube ( $I \approx 1 \text{ A}$ ).

t (en s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
I (en A)										

t (en s)	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380
I (en A)										

## 2. Tests caractéristiques (Réaliser-Valider)

- Une fois le premier tube rempli, indiquer la valeur de la durée  $\Delta t$  et arrêter le chronomètre.
  - Sortir le tube, le boucher et laisser l'électrolyse se poursuivre (vérifier que le second tube n'est rempli qu'à moitié).
- 2.1. Approcher une allumette enflammée de l'ouverture du premier tube. En déduire le gaz produit.
  - 2.2. Elaborer un protocole expérimental afin de déterminer le volume  $V$  du tube à essais avec le plus de précision.

 **Faire vérifier votre protocole par le professeur, puis calculer la valeur de ce volume.** 

- Lorsque le second tube est rempli, arrêter l'électrolyse.
- 2.3. Sortir le tube et y introduire une bûchette incandescente. Nommer le gaz produit.

## 3. Exploitation (Réaliser-Analyser)

- 3.1. Ecrire la demi-équation d'oxydoréduction ayant lieu sur chaque électrode, puis l'équation traduisant l'électrolyse de l'eau.
- 3.2. Nommer l'électrode où s'effectue l'oxydation de l'eau ? la réduction de l'eau ?
- 3.3. Expliquer pourquoi l'un des gaz est produit en quantité double.

## II. Etude quantitative

- Afin d'évaluer le rendement de l'électrolyseur, nous allons déterminer sa caractéristique  $U = f(I)$ .

### 1. Protocole expérimental (Réaliser)

- 1.1. A l'aide du montage précédent (sans les tubes à essais), faire les mesures pour compléter le tableau ci-dessous.

U (en V)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I (en A)													

- 1.2. Sous Regressi, tracer la caractéristique  $U = f(I)$  de l'électrolyseur.
- 1.3. Choisir le modèle le plus adapté pour vérifier l'équation traduisant le comportement électrique de l'électrolyseur.

 **Après accord du professeur, imprimer le graphique avec son titre.** 

### 2. Exploitation (Analyser)

- 2.1. Indiquer la valeur de la force contre-électromotrice  $E'$  de l'électrolyseur et de sa résistance interne  $r'$ .
- 2.2. À partir de la valeur moyenne de  $I$ , calculer l'énergie chimique  $\mathcal{E}_{\text{chim}}$  produite pendant la durée  $\Delta t$  nécessaire pour remplir le tube.
- 2.3. Calculer l'énergie électrique  $\mathcal{E}_{\text{elec}}$  fournit au circuit pendant cette même durée.
- 2.4. Après avoir défini le rendement énergétique  $\eta$  de l'électrolyseur, calculer sa valeur (en %). Conclure.

### 3. Problème (Raisonner)

- A partir de vos résultats expérimentaux, vérifier la valeur  $\mathcal{E}_{\text{diss}}$  de l'énergie de dissociation d'une mole d'eau donnée dans l'énoncé.