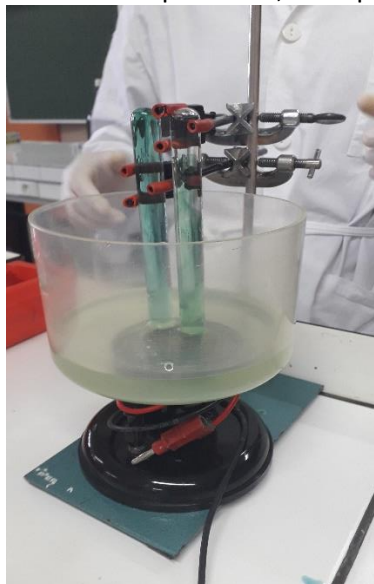


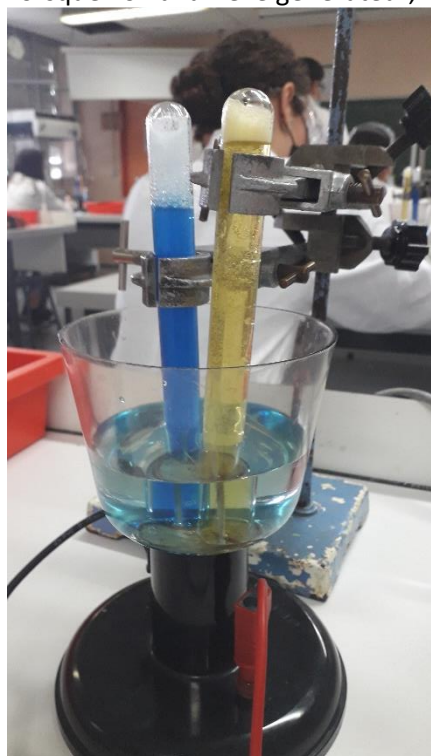
TP 22 : Electrolyse de l'eau

A – Etude Qualitative

On réalise le protocole, au départ nos deux tubes sont de couleur verte :



Lorsque l'on allume le générateur, les solutions contenues dans les tubes changent de teinte,



La solution contenue dans le tube 1 à gauche devient bleue et celle contenue dans le tube 2 à droite jaune. Dans les deux tubes un gaz se forme.



Le gaz en formation dans le tube 1 se forme plus vite que celui contenu dans le tube 2 . Lorsque le tube 1 est rempli de gaz on arrête le générateur. On constate alors que le volume de gaz formé dans le tube 1 est beaucoup plus important que celui formé dans le tube 2 (**le tube 1 est rempli de gaz, le tube 2 est rempli presque à moitié de gaz**)

1/ En réalisant le test du tube 1, on constate que le gaz formé dans ce tube au contact de la flamme provoque une petite explosion. **On en déduit que la gaz formé dans le tube 1 est du dihydrogène (H_2).**

En réalisant le test du tube 2, on constate qu'une fois introduite dans le tube la flamme presque éteinte de l'allumette se ravive légèrement. **On en déduit que le gaz formé dans le tube 2 est du dioxygène (O_2)**

2/ a – Le tube 1 passe du vert au bleu, or comme précisé dans l'énoncé le bleu de bromothymol qui a été introduit dans le tube 1 donne une teinte bleue à une solution dont le pH est supérieur à 7,6. On peut donc dire que le changement de couleur dans le tube **1 traduit une augmentation du pH de la solution donc une production d'ions HO^- (aq) ce qui la rend plus basique.**

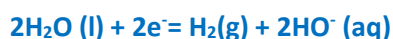
b - Le tube 2 passe du vert au jaune, or comme précisé dans l'énoncé le bleu de bromothymol qui a été introduit dans le tube 2 donne une teinte jaune à une solution dont le pH est inférieur à 6. On peut donc dire que le changement de couleur dans le tube **2 traduit une diminution du pH de la solution donc une production d'ions H^+ (aq) ce qui la rend plus acide.**

3/ a – Dans le circuit le sens conventionnel du courant électrique I est **de la borne + du générateur vers la borne –**

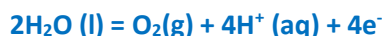
b – Le sens de déplacement des électrons est contraire à celui du courant électrique, les électrons se déplacent donc **de la borne – du générateur vers la borne +**

4/ Les réactions se déroulant dans les tubes **1 et 2 ont pour réactif H_2O (l)** car les ions sulfate (SO_4^{2-}) et les ions sodium (Na^+) sont spectateurs.

a – Le tube 1 est positionné sur l'électrode reliée à la borne – du générateur, on y observe une production de H_2 (g) mais aussi de HO^- (aq) en raison du changement de couleur, on en déduit l'équation suivante :



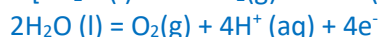
Le tube 2 est positionné sur l'électrode reliée à la borne + du générateur, on y observe une production de $O_2(g)$ mais aussi de $H^+(aq)$ en raison du changement de couleur, on en déduit l'équation suivante :



b – L'anode est l'électrode attirant les ions négatifs dans l'électrolyseur il s'y produit une Oxydation, il s'agit donc de l'électrode reliée à la borne + du générateur où est positionné le tube 2.

La cathode est l'électrode attirant les ions positifs dans l'électrolyseur il s'y produit une Réduction, il s'agit donc de l'électrode reliée à la borne – du générateur où est positionné le tube 1.

5/ a – On a déterminé est question 4, 2 demi-équations :



On ajoute le coefficient 2 devant la première équation pour équilibrer le nombre d'électrons échangés.

Equation bilan du fonctionnement global de l'électrolyseur ;



Soit avec $OH^- + H^+ = H_2O$



b – Tableau d'avancement :

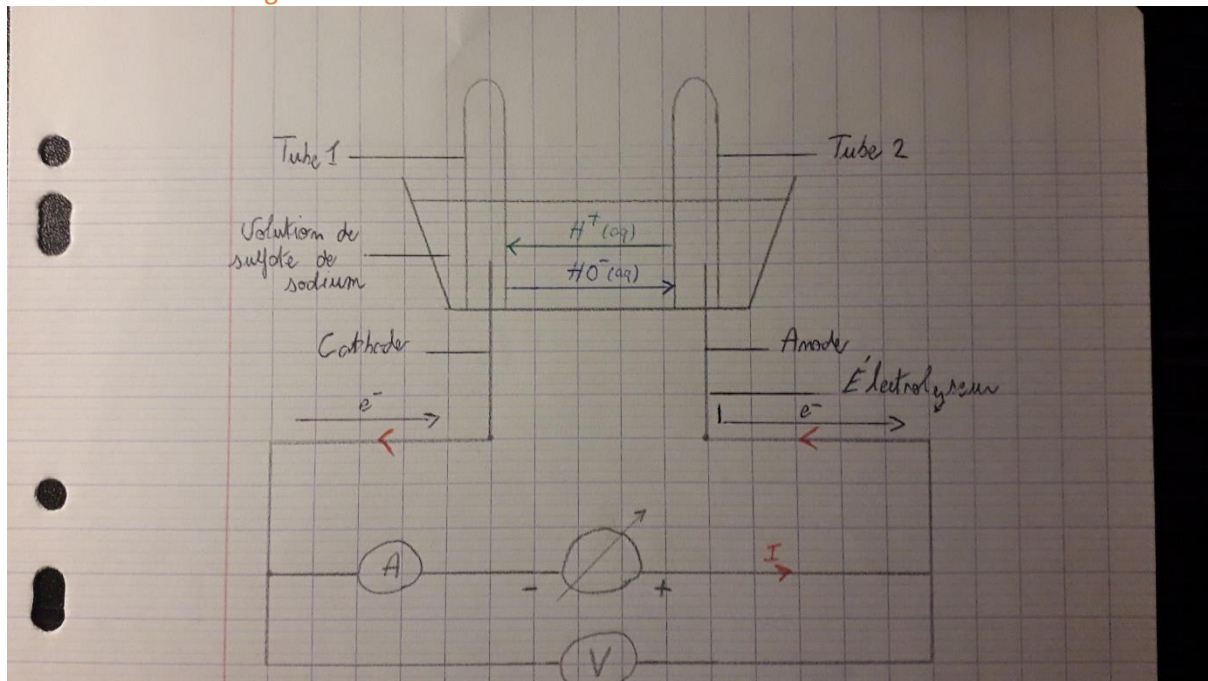
Equation chimique		$H_2O(l) \rightleftharpoons 2 H_2(g) + O_2(g)$		
Etat du système	Avancement (en mol)	Quantités de matière (en mol)		
Etat initial	0	Excès	0	0
Etat intermédiaire	x	Excès	2x	x
Etat final	x_f	Excès	2 x_f	x_f

Selon l'équation obtenue et le tableau d'avancement le volume de $H_2(g)$ produit serait 2 fois plus important que celui de $O_2(g)$ produit car la concentration en sulfate de sodium est supposée constante. Les volumes obtenus bien que comparés qualitativement semblent être en accord avec l'équation obtenue

c – L'eau pure étant faiblement conductrice l'utilisation d'une solution ionique ici une solution de sulfate de sodium composée d'ions Na^+ et SO_4^{2-} permet de garantir le passage du courant dans l'électrolyte.

d – Dans la solution les ions $\text{HO}^- (\text{aq})$ et $\text{H}^+ (\text{aq})$ permettent le passage du courant, les ions $\text{HO}^- (\text{aq})$ chargés négativement se déplacent vers l'Anode reliée à la borne + et les ions $\text{H}^+ (\text{aq})$ chargés positivement se déplacent vers la Cathode reliée à la borne –

e – Schéma du montage :

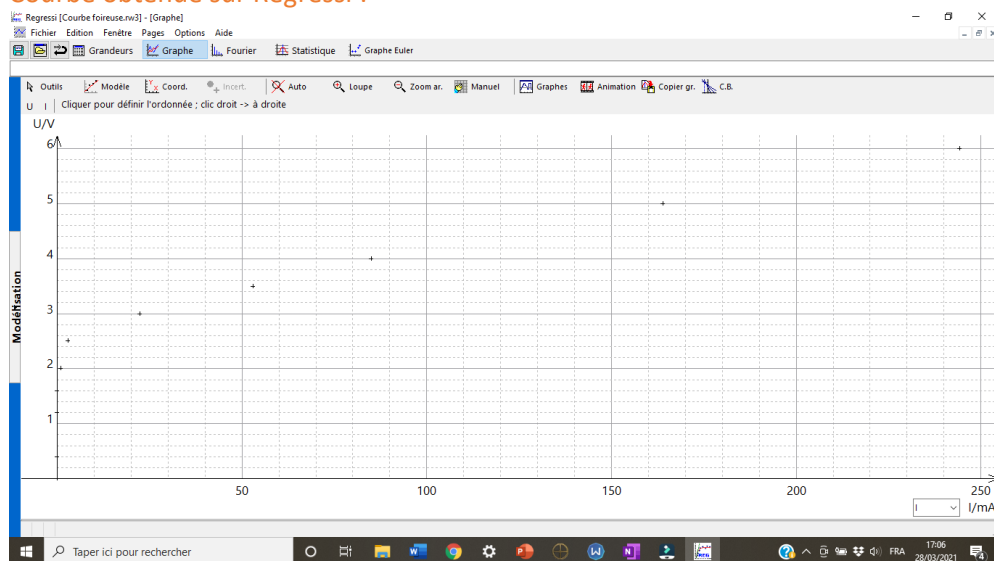


B – Tracé de la caractéristique

6 / Tableau de mesures :

U (V)	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
I (mA)	0	0,02	0,04	0,04	0,29	0,96	3,00	22,4	53,0	85,1	164,0	244,3

Courbe obtenue sur Regressi :



Comme on peut le constater la courbe obtenue est inexploitable. En effet une courbe affine était attendue ce qui nous aurait permis après modélisation d'estimer E' et r directement. La qualité de nos appareils de mesure (voltmètre et ampèremètre) n'a pas permis d'obtenir une série de mesure viable et exploitable.

7 / a – L'équation de la caractéristique devrait être de la forme : $U = E' + r \cdot I$ car le graphe que l'on devrait obtenir est une courbe affine croissante

b – L'électrolyseur est un récepteur électrique

c – N'ayant pas pu modéliser notre courbe, nous ne sommes pas en mesure de déterminer les valeurs de E' et r , en utilisant les résultats d'un autre TP (trouvé sur internet mais utilisant aussi une solution de sulfate de sodium à $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$) on trouve $E' = 2,98 \text{ V}$ et $r = 158 \Omega$

C – Le rendement

On relève durant la manipulation : $I_0 = 130,0 \text{ mA}$, $U = 12,45 \text{ V}$

Après une durée $\Delta t = 570 \text{ s}$ le volume de H_2 produit est $V_{\text{H}_2} = 10 \text{ mL}$ et celui de O_2 , $V_{\text{O}_2} = 4,3 \text{ mL}$

8/ Calcul des valeurs expérimentales, $n(\text{O}_2)_{\text{exp}}$ et $n(\text{H}_2)_{\text{exp}}$,

On connaît les volumes V_{H_2} et V_{O_2} expérimentaux et dans les conditions de l'expérience le volume molaire d'un gaz $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

Donc : $n(\text{O}_2)_{\text{exp}} = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_m}$ et $n(\text{H}_2)_{\text{exp}} = \frac{V_{\text{H}_2}}{V_m}$

$V_{\text{H}_2} = 10 \text{ mL} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ L}$ et $V_{\text{O}_2} = 4,3 \text{ mL} = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ L}$

Application numérique :

$$n(\text{O}_2)_{\text{exp}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-2}}{24} = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2)_{\text{exp}} = \frac{4,3 \cdot 10^{-3}}{24} = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Calcul des valeurs théoriques, $n(\text{O}_2)_{\text{th}}$ et $n(\text{H}_2)_{\text{th}}$ à l'état final

Connaissant I et Δt on peut calculer la charge électrique totale Q ,

$$Q = I \cdot \Delta t$$

$$I = 130,0 \text{ mA} = 1,300 \cdot 10^{-1} \text{ A}$$

Application numérique : $Q = 1,300 \cdot 10^{-1} \cdot 570 = 74,1 \text{ C}$

On sait aussi que : $Q = z \cdot x_f \cdot F$ soit $x_f = \frac{Q}{zF}$

Avec z le nombre d'électrons échangés lors de la réaction, x_f l'avancement final en mol et F la constante de Faraday

$$F = 96\,485 \text{ C.mol}^{-1}$$

Lors de cette réaction 4 électrons ont été échangés donc $z = 4$

Calcul de x_f :

$$x_f = \frac{74,1}{4 \cdot 96\,485} = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Or d'après le tableau d'avancement établi en question 5 – b, $n(\text{O}_2)_{\text{th}} = x_f$ et $n(\text{H}_2)_{\text{th}} = 2x_f$
On en déduit :

$$n(\text{O}_2)_{\text{th}} = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2)_{\text{th}} = 2 \cdot 1,9 \cdot 10^{-4} = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Calcul du l'écart relatif pour chaque gaz :

Les écarts relatifs pour chaque gaz s'obtiennent par les relations :

$$\Delta n(\text{O}_2) = \left| \frac{n(\text{O}_2)_{\text{th}} - n(\text{O}_2)_{\text{exp}}}{n(\text{O}_2)_{\text{th}}} \right| * 100 \quad \Delta n(\text{H}_2) = \left| \frac{n(\text{H}_2)_{\text{th}} - n(\text{H}_2)_{\text{exp}}}{n(\text{H}_2)_{\text{th}}} \right| * 100$$

Application numérique :

$$\Delta n(\text{O}_2) = \left| \frac{1,9 \cdot 10^{-4} - 1,7 \cdot 10^{-4}}{1,9 \cdot 10^{-4}} \right| * 100 = 11 \text{ soit un écart de } 11\%$$

$$\Delta n(\text{H}_2) = \left| \frac{3,8 \cdot 10^{-4} - 4,1 \cdot 10^{-4}}{3,8 \cdot 10^{-4}} \right| * 100 = 8 \text{ soit un écart de } 8\%$$

Les écarts relatifs obtenus entre les valeurs attendues et les valeurs expérimentales de quantité de matière de gaz sont supérieurs à 5% (11 et 8% respectivement pour le dioxygène et le dihydrogène) cet écart s'explique principalement par la qualité du matériel de mesure (voltmètre et ampèremètre) qui ne nous permet que de donner une approximation des valeurs théoriques.