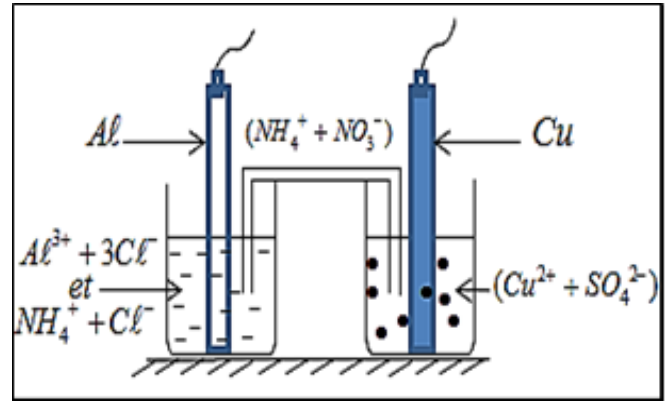


## Série d'exercices - Piles électrochimiques

### Exercice n°1/

La pile de la figure ci-contre représente la pile Aluminium - Cuivre, le volume de chaque solution est  $V=50\text{mL}$ , la concentration initial en ions aluminium est  $[\text{Al}^{3+}]_i=0,010\text{mol/L}$  et la concentration initial des ions Cuivre est  $[\text{Cu}^{2+}]_i=0,10\text{mol/L}$ . Les deux solutions sont reliées par un pont ionique d'une solution de nitrate d'ammonium, les deux lames sont liées par une petite résistance  $r$  et d'un ampèremètre. On donne:



$M(\text{Cu}) = 63,5\text{g/mol}$  ;  $M(\text{Al}) = 27\text{g/mol}$  ;

Le Faraday :  $F = 9,65 \cdot 10^4\text{C} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

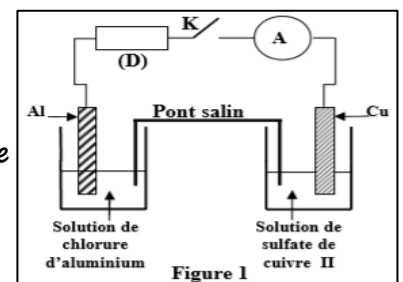
On branche la borne -com- de l'ampèremètre avec la lame de cuivre, ce dernier affiche une valeur constante  $I = -50\text{mA}$ .

- 1- Déterminer la polarité, l'anode, la cathode et donner l'écriture conventionnelle de cette pile.
- 2- Représenter sur le schéma le sens de chaque porteur de charge au niveau des fils et du pont salin.
- 3- Écrire les demi-équations redox au niveau de chaque électrode et déduire l'équation globale du fonctionnement de la pile.
- 4- Calculer la quantité d'électricité  $Q$  fournie par la pile au cours de son fonctionnement au bout de  $t=1\text{h}$ .
- 5- Calculer  $\Delta m(\text{Al})$  et  $\Delta m(\text{Cu})$  les variations des masses des deux électrodes.
- 6- Calculer les concentrations finales  $[\text{Al}^{3+}]$  et  $[\text{Cu}^{2+}]$  après  $t=1\text{h}$  de fonctionnement.

### Exercice n°2/ (Session Normale 2012 SM)

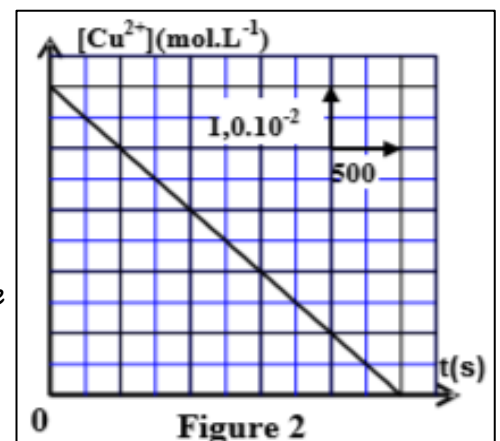
On avait découvert la pile qui met en œuvre les couples de type " Ion métal/Métal" à une époque où l'évolution du télégraphe nécessitait un besoin de sources de courant électrique continu. L'objectif de cette partie est l'étude de la pile Cuivre-Aluminium. Données : - Constante de Faraday :  $F = 96500\text{C} \cdot \text{mol}^{-1}$  - Masse molaire atomique de l'élément aluminium :  $M = 27\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  - Constante d'équilibre associée à l'équation  $3\text{Cu}_s + 2\text{Al}^{3+}_{aq} \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+}_{aq} + 2\text{Al}_s$  est :  $K=10^{-20}$ .

On réalise la pile Cuivre-Aluminium en reliant deux demi-piles par un pont salin de chlorure d'ammonium. La première demi-pile est constituée d'une lame de cuivre partiellement immergée dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration  $C_0$  et de volume  $V = 50\text{mL}$ .



La deuxième demi-pile est constituée d'une lame d'aluminium partiellement immergée dans une solution aqueuse de chlorure d'aluminium de même concentration  $C_0$  et de même volume  $V$ .

On branche entre les pôles de la pile un conducteur Ohmique (D), un ampèremètre et un interrupteur K (figure 1). A l'instant  $t=0$  on ferme le circuit, un courant électrique d'intensité constante  $I$  circule alors dans le circuit. La courbe de la figure 2 représente la variation de la concentration  $[\text{Cu}^{2+}]$  des ions cuivre existant dans la première demi-pile en fonction du temps.



1. 1.1- En utilisant le critère d'évolution spontanée, déterminer le sens d'évolution du système chimique constituant la pile .
- 1.2- Donner la représentation conventionnelle de la pile étudiée.
2. 2.1- Exprimer la concentration  $[Cu^{2+}]$  à un instant  $t$  en fonction de  $t$ ,  $C_0$ ,  $I$ ,  $V$  et  $F$ .
- 2.2- En déduire la valeur de l'intensité  $I$  du courant électrique qui passe dans le circuit .
- 3- La pile est entièrement usée à une date  $t_c$ . Déterminer, en fonction de  $t_c$ ,  $F$ ,  $I$  et  $M$ , la variation  $\Delta m$  de la masse de la lame d'aluminium lorsque la pile est entièrement usée. Calculer  $\Delta m$  .

### Exercice n°3/ Pile au lithium

Les piles au lithium ont le principal avantage d'avoir une grande durée d'utilisation, elles sont utilisées dans un certain nombre d'appareils électroniques et répandues dans l'industrie . Une pile au lithium est constituée d'un cylindre de 3,4 cm de diamètre et de 6,2 cm de hauteur, sa capacité volumique  $\chi = 1,28 \cdot 10^6 \text{ C/dm}^3$  représente la quantité de charge électrique contenue dans un volume d'un  $\text{dm}^3$ . Les couples en présence sont  $SOCl_2 / S$  et  $Li^+ / Li$ .

Au cours du fonctionnement de la pile, Li s'oxyde et  $SOCl_2$  se réduit et il se forme  $S$ ,  $SO_2$ ,  $Li^+$  et  $Cl^-$ .

Données : - le Faraday :  $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$  - Masses molaires atomiques en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ :

$$M(O) = 16,0 \quad ; \quad M(S) = 32,1 \quad ; \quad M(Cl) = 35,5 \quad ; \quad M(Li) = 6,9$$

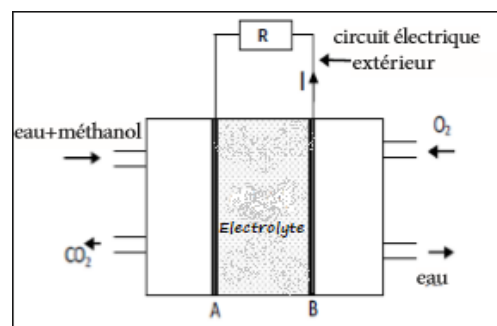
- 1- Ecrire les demis équations d'oxydo-réduction à côté de chaque électrode .
- 2- Calculer le volume de la pile en  $\text{dm}^3$  ?
- 3- Quelle est la quantité d'électricité que peut produire cette pile? On néglige l'épaisseur de ses parois .
- 4- Quelles sont les masses minimales des réactifs nécessaires pour produire cette quantité d'électricité ?



### Exercice n°4/ Pile à combustible (Session normale 2010 PC)

La pile à combustible est formée de deux parties séparées par un électrolyte qui joue le rôle du pont salin et deux électrodes A et B (figure). La pile au cours de son fonctionnement consomme le dioxygène et du méthanol liquide . Données :

- Constante de Faraday :  $1F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$  .
- La masse volumique du méthanol liquide :  $\rho = 0,79 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  .
- La masse molaire du méthanol :  $M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  .
- Les deux couples (ox/red) qui interviennent dans cette transformation sont :  $O_2(g) / H_2O(l)$  et  $CO_2(g) / CH_3OH(l)$ .



Pendant le fonctionnement de la pile , il se produit près de l'une des électrodes une transformation modélisée par l'équation chimique suivante :  $CH_3OH + H_2O \longrightarrow CO_2 + a.H^+ + b.e^-$

- 1- Déterminer les coefficients  $a$  et  $b$  . (0,5 pt)
- 2- Indiquer parmi les électrodes A et B l'électrode près de laquelle se produit cette réaction . (0,5 pt)
- 3- Écrire l'équation modélisant la transformation qui se produit près de l'autre électrode , et donner les noms des électrodes A et B . (0,75 pt)
- 4- La pile fournit au circuit extérieur un courant électrique d'intensité  $I = 45 \text{ mA}$  pendant une durée  $\Delta t = 1\text{h}45\text{min}$  de fonctionnement . Trouver le volume  $V$  de méthanol consommé pendant  $\Delta t$  . (1 pt)