BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2005

ÉPREUVE : **PHYSIQUE-CHIMIE – Série S**

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 – COEFFICIENT : 6

ENSEIGNEMENT OBLIGATOIRE

L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISÉ

Ce sujet comporte un exercice de PHYSIQUE et deux exercices de CHIMIE présentés sur 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11, y compris celle-ci.

Les pages 10/11 et 11/11 sont à rendre avec la copie après avoir été complétées.

Le candidat doit traiter les trois exercices, qui sont indépendants les uns des autres :

I. A propos du zinc (7 points)
II. Le téléphone « pot de yaourt » (5 points)
III. La grêle (4 points)

EXERCICE I : A PROPOS DU ZINC (7 points)

Certaines transformations chimiques peuvent mettre en jeu la réaction modélisée par l'équation (1) :

$$Fe^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} = Zn^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)} \quad \text{équation (1)}$$

dont la constante d'équilibre associée est : $K = 1{,}40 \times 10^{11}$.

Pour étudier expérimentalement des transformations mettant en jeu les espèces chimiques $Fe^{2+}_{(aq)}$, $Zn_{(s)}$, $Zn^{2+}_{(aq)}$, $Fe_{(s)}$ on dispose :

- d'une solution aqueuse de sulfate de fer S_1 contenant des ions $Fe^{2+}_{(aq)}$ de concentration $1{,}00 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1}.
- d'une solution aqueuse de sulfate de zinc S_2 contenant des ions $Zn^{2+}_{(aq)}$ de concentration $1{,}00 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1}.

Les données nécessaires à l'exploitation des expériences 1 et 2 sont rappelées ci-dessous :

- les expériences sont réalisées à une température de 25°C ;
- on se limite aux couples oxydant/réducteur suivants : $(Fe^{2+}_{(aq)}/Fe_{(s)})$, $(Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)})$; et $(H^{+}_{(aq)}/H_{2(g)})$;
- masses molaires : M (Fe) = 55,6 g.mol^{-1} et M(Zn) = 65,4 g.mol^{-1} ;
- nombre d'Avogadro : $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1} ;
- charge élémentaire : $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C.

A – EXPERIENCE 1 – TRANSFORMATION SPONTANEE

A l'instant t = 0, on mélange dans un grand bécher 100 mL de la solution S_1, 200 mL de la solution S_2, 5,56 g de fer et 6,54 g de zinc, puis on agite.
La transformation chimique de ce système peut être modélisée par l'équation (1).

1) Écrire les demi-équations électroniques qui conduisent à cette équation.

2) Déterminer les quantités de matière d'ions fer(II) et d'ions zinc(II) introduites initialement.

3) Le système chimique ainsi créé évolue spontanément. Une analyse du système permet d'obtenir des histogrammes qui donnent les concentrations en ions fer(II) et en ions zinc(II) pour différents états du système. Les trois histogrammes représentés sur les figures 1 à 3 (**annexe page 10 à rendre avec la copie**) correspondent chacun à un état du système lors de son évolution.

a) Calculer le quotient de réaction associé à l'équation de réaction (1) à l'état initial. Quel histogramme correspond à cet état ? Justifier.

b) Énoncer le critère d'évolution spontanée d'un système chimique. Prévoir dans quel sens évolue spontanément le système.

c) Calculer les quotients de réaction $Q_{r,1}$ et $Q_{r,3}$ correspondant aux états E_1 et E_3 (figures 1 et 3, **annexe page 10**).

d) Les deux états E_1 et E_3 peuvent-ils correspondre à des états intermédiaires du système entre l'état initial et l'état final ? Justifier.

4) L'avancement de la transformation à l'état final est égal à $1{,}00 \times 10^{-2}$ mol.

a) Compléter le tableau descriptif de l'évolution du système (**annexe page 10**) et déterminer les quantités de matière à l'état final.

b) Compléter l'histogramme donnant les concentrations en ions fer(II) et en ions zinc(II) dans l'état final (figure 4 de **l'annexe page 10**).

B – Experience 2 – L'electrolyse

On réalise le montage représenté figure 5, annexe page 10. Le générateur de tension continue permet de faire circuler un courant électrique d'intensité I.

1) L'interrupteur est fermé. On observe alors sur l'électrode de fer la formation d'un dépôt métallique et un dégagement de dihydrogène.

a) Représenter le sens de circulation des porteurs de charges. On précisera leurs noms, dans la solution et dans les fils de connexion.

b) En vous aidant des couples donnés et des observations, écrire les demi-équations se produisant à l'électrode de fer. Cette électrode est-elle l'anode ou la cathode ? Justifier.

c) Quel est l'intérêt pratique de ce dépôt métallique sur l'électrode de fer ?

d) Comment évolue la masse de l'électrode de zinc ? Justifier votre réponse en écrivant la demi-équation qui se produit à l'électrode de zinc.

2) On suppose maintenant que seul le couple $(Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)})$ intervient au cours de l'électrolyse.
Le générateur délivre une intensité du courant $I = 0{,}5$ A pendant $\Delta t = 10$ min.

a) Montrer que l'équation correspondant au bilan de l'électrolyse peut s'écrire :

$$Zn_{anode.\,(s)} + Zn^{2+}_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + Zn_{cathode.\,(s)}$$

Cette électrolyse est dite « à anode soluble ».

b) Calculer la quantité d'électricité Q échangée pendant 10 mn.

En déduire la quantité de matière d'électrons échangée n_e.

c) Quelle relation existe-t-il entre la quantité de matière de zinc ayant disparu $n_{Zn,disp}$ et la quantité de matière n_e d'électrons qui a circulé ?

d) Calculer la variation de masse de l'électrode de zinc.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE II : LE TELEPHONE « POT DE YAOURT » (5 points)

A l'ère du téléphone portable, il est encore possible de communiquer avec un système bien plus archaïque...

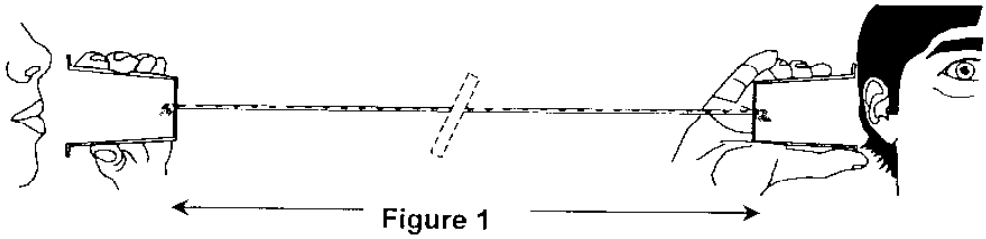


Figure 1

L'onde sonore produite par le premier interlocuteur fait vibrer le fond du pot de yaourt, le mouvement de va et vient de celui-ci, imperceptible à l'œil, crée une perturbation qui se propage le long du fil. Cette perturbation fait vibrer le fond du second pot de yaourt et l'énergie véhiculée par le fil peut être ainsi restituée sous la forme d'une onde sonore perceptible par un second protagoniste.

Données : célérité du son dans l'air à 25°C $v_{air} = 340\ m.s^{-1}$

A – A PROPOS DES ONDES

1. Identifier la chaîne des différents milieux de propagation des ondes mécaniques au sein du dispositif : de la bouche de la personne qui parle, à l'oreille de la personne qui écoute (figure 1).

Ce fil légèrement élastique peut être modélisé par un ressort à spires non jointives.

Les schémas suivants illustrent les conséquences de deux modes de déformation d'un ressort : l'écartement d'une extrémité du ressort selon une direction perpendiculaire à l'axe de celui-ci produit une onde de cisaillement (figure 2), *alors qu'une déformation selon l'axe du ressort produit une onde de compression* (figure 3).

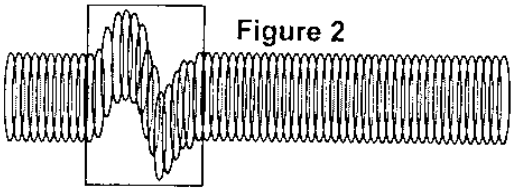


Figure 2

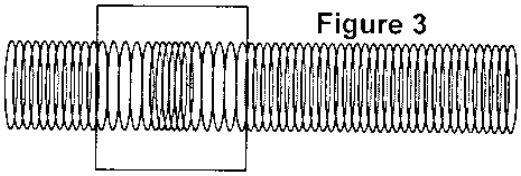


Figure 3

2. Attribuer, à chacune des situations représentées sur les figures 2 et 3, les termes d'onde longitudinale et d'onde transversale. Justifier votre réponse.

Seul le second mode de déformation (figure 3) *correspond au phénomène observé sur le fil du dispositif étudié par la suite.*

B – CELERITE DE L'ONDE QUI SE PROPAGE LE LONG DU FIL

A 25 °C, on réalise le montage suivant (figure 4), *afin de mesurer la célérité des ondes sur le fil du dispositif. Deux capteurs, reliés en deux points A et B distants de* D = 20 m *sur le fil, détectent successivement le passage d'une perturbation générée par un son bref à l'entrée du pot de yaourt émetteur E.*
Les capteurs enregistrent l'amplitude de cette perturbation au cours du temps.

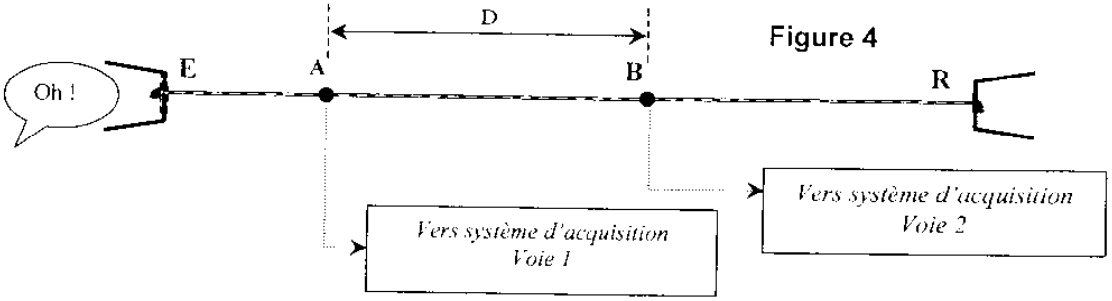


Figure 4

1. A partir de l'enregistrement (figure 5), déterminer avec quel retard τ, par rapport au point A, le point B est atteint par le signal.

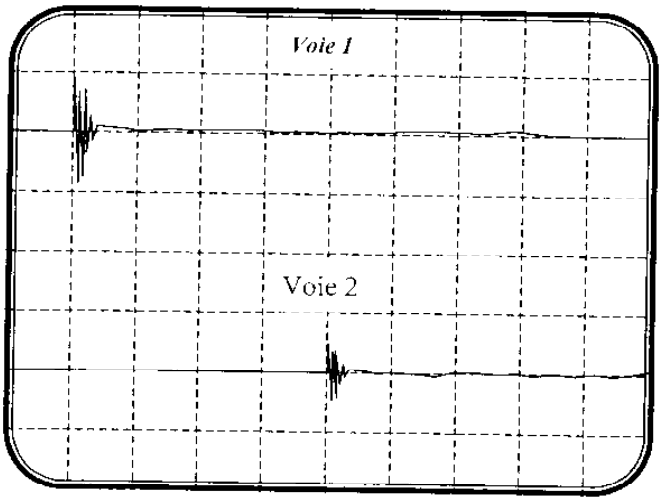


Figure 5

Sensibilité verticale 1 mV / div

Sensibilité horizontale 5 ms / div

2. Donner l'expression de la célérité *v* de l'onde sur ce fil en fonction de D et τ.
Calculer sa valeur.
Comparer cette valeur à celle de la célérité du son dans l'air à 25°C. Quelle propriété justifie ce résultat ?

Le fil ER de longueur L = 50 m est assimilé à un ressort de constante de raideur k = 20 kg.s ^{2} *et de masse linéique* $\mu = 1{,}0.10^{-3}$ *kg.m*$^{-1}$. *Dans le cas d'un fil, le produit k.L est une constante caractéristique du milieu de propagation.*

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3. Un modèle simple de la célérité *v* d'une onde de ce type dans ce fil correspond à l'une des expressions suivantes :

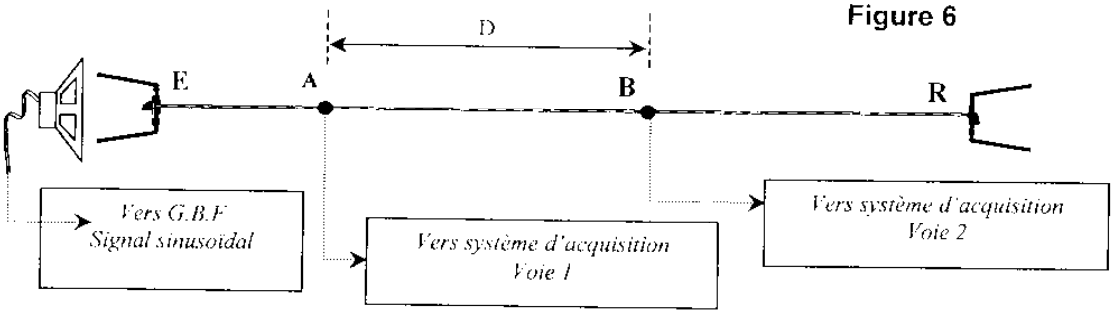
$$(1)\quad v = \sqrt{\frac{\mu}{k.L}} \qquad (2)\quad v = \sqrt{\frac{k.L}{\mu}} \qquad (3)\quad v = \frac{k.L}{\mu}$$

Retrouver la bonne expression parmi celles proposées en effectuant une analyse dimensionnelle.

4. Calculer la célérité de l'onde sur le fil ER.

Une autre méthode, permettant de déterminer la célérité v de l'onde se propageant dans le fil, consiste à placer, devant le pot de yaourt émetteur, un haut parleur (figure 6) *qui émet des ondes sonores sinusoïdales de fréquence* f_E. *Les ondes sinusoïdales qui se propagent dans le fil ont la même fréquence.*

Figure 6



Lorsque la distance D est égale à 20,0 m, on obtient l'enregistrement de la figure 7.

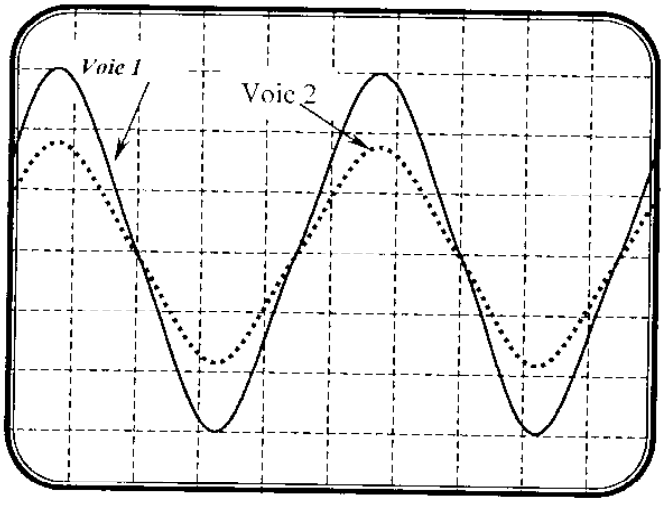


Figure 7

Sensibilité verticale 1 mV / div pour les deux voies
Sensibilité horizontale 1 ms / div

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

5. Comment peut-on expliquer que l'amplitude du signal au point B (voie 2) soit plus faible que l'amplitude du signal au point A (voie 1) ?

6. A partir de l'enregistrement de la figure 7, déterminer la fréquence de l'onde qui se propage dans le fil.

7. Lorsque l'on éloigne le point B, du point A, on constate que les signaux se retrouvent dans la même configuration pour les valeurs de la distance :

$$D = 25{,}0 \text{ m}, \quad D = 30{,}0 \text{ m}, \quad D = 35{,}0 \text{ m} \ldots$$

   a) En déduire la valeur de la longueur d'onde λ associée à l'onde qui se propage dans le fil, puis la célérité v de cette onde.

   b) Sur la figure de **l'annexe II page 11 à rendre avec la copie**, représenter l'allure de la courbe que l'on observerait sur la voie 2 si la distance D était égale à 27,5 m.

8. La voix est un signal complexe constitué d'ondes sonores de fréquences différentes. A l'écoute des signaux transmis, le fil ne semble pas être un milieu de propagation notablement dispersif.
   Qu'est-ce qu'un milieu dispersif ? Quelle serait la conséquence sur les signaux reçus si le fil qui constitue le dispositif était un milieu de propagation très dispersif ?

L'antenne d'un téléphone portable, émet ou reçoit des ondes électromagnétiques qui ont les mêmes propriétés que la lumière.

9. Quelle différence fondamentale existe-t-il concernant la propagation des ondes du téléphone « pot de yaourt » et celles d'un téléphone portable ?

EXERCICE III – LA GRÊLE (4 points)

La grêle se forme dans les cumulo-nimbus situés entre 1 000 km et 10 000 km d'altitude où la température est très basse, jusqu'à - 40°C. Le grêlon tombe lorsqu'il n'est plus maintenu au sein du nuage. Au sol sa vitesse peut atteindre 160 km/h.

On étudie un grêlon de masse 13 g qui tombe d'un point O d'altitude 1 500 m sans vitesse initiale. Il peut être assimilé à une sphère de diamètre 3,0 cm.

Le point O sera pris comme origine d'un axe Oz orienté positivement vers le bas.
L'intensité de la pesanteur sera considérée comme constante et de valeur $g_0 = 9{,}80\ m.s^{-2}$.

Données : volume d'une sphère $V = \frac{4}{3}\pi.r^3$; masse volumique de l'air $\rho = 1{,}3\ kg.m^{-3}$.

A - CHUTE LIBRE

On admettra que le grêlon tombe en chute libre.

1. En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer les équations horaires donnant la vitesse et la position du centre d'inertie G du grêlon en fonction de la durée t de la chute.

2. Calculer la valeur de la vitesse lorsqu'il atteint le sol, ce résultat est-il vraisemblable ? Justifier.

B - CHUTE REELLE

En réalité le grêlon est soumis à deux autres forces, la poussée d'Archimède $\vec{F}_A$ et la force de frottement fluide $\vec{F}$ proportionnelle au carré de la vitesse telle que $F = K.v^2$.

1. Par une analyse dimensionnelle, déterminer l'unité du coefficient K dans le Système International.

2. Donner l'expression de la valeur de la poussée d'Archimède ; la calculer et la comparer à celle du poids. Conclure.

3. On néglige la poussée d'Archimède.

   a) Établir l'équation différentielle du mouvement.
   Montrer qu'elle peut s'écrire sous la forme $\frac{dv}{dt} = A - B.v^2$

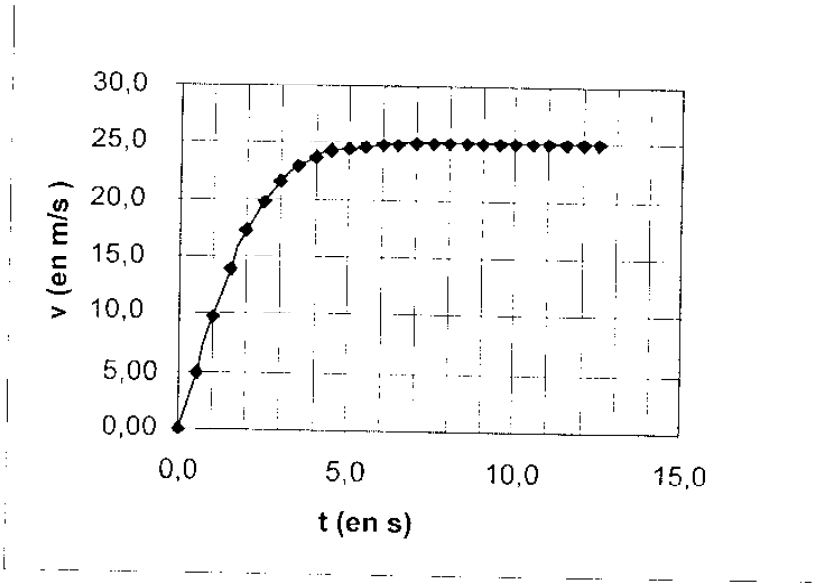
b) On veut résoudre cette équation différentielle par une méthode numérique : la méthode d'Euler.
Le tableau suivant est un extrait d'une feuille de calcul des valeurs de la vitesse (v) et de l'accélération (a) en fonction du temps (t). Il correspond aux valeurs :
$A = 9{,}80\ m.s^{-2}$ et $B = 1{,}56 \times 10^{-2}\ m^{-1}$, pas de variation $\Delta t = 0{,}5\ s$.

t (s)	v ($m.s^{-1}$)	a ($m.s^{-2}$)
0,00	0,00	9,80
0,50	4,90	9,43
1,00	9,61	8,36
1,50	13,8	6,83
2,00	17,2	a_4
2,50	v_5	3,69
3,00	21,6	2,49

Déterminer a_4 et v_5 en détaillant les calculs.

c) Exprimer littéralement la vitesse limite atteinte par le grêlon en fonction de A et B puis calculer sa valeur numérique.

d) La courbe d'évolution de la vitesse en fonction du temps est donnée ci-dessous. Retrouver graphiquement la valeur de la vitesse calculée au paragraphe précédent.



EXERCICE I : ANNEXE à rendre avec la copie

Figure 1

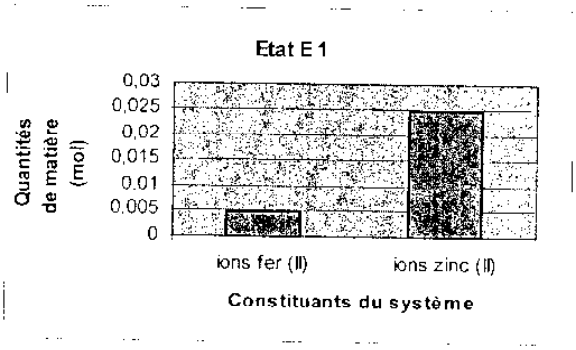


Figure 2

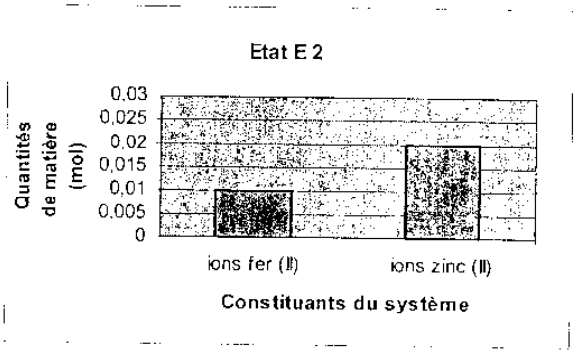


Figure 3

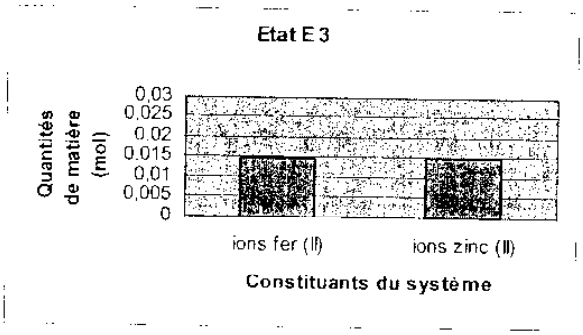
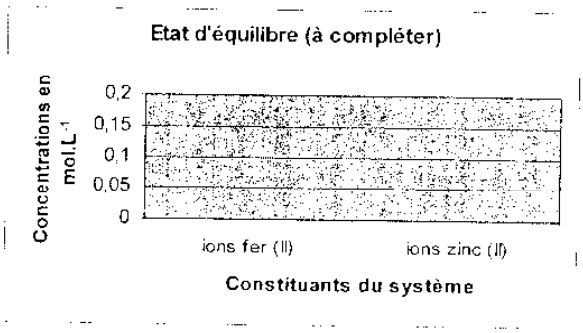
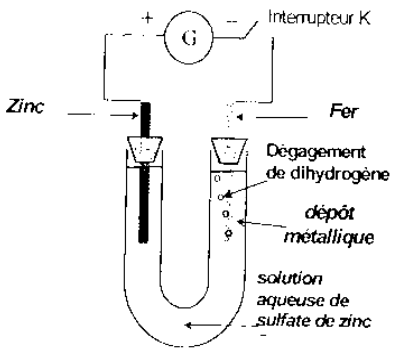


Figure 4



	Avancement (mol)	Équation de la réaction
Etat Initial	x = 0	
Etat Final	$x = x_f$	

Figure 5



EXERCICE I : ANNEXE à rendre avec la copie

Figure 1

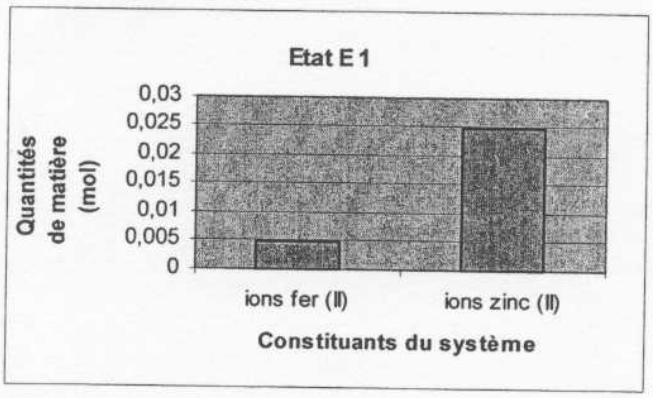


Figure 2

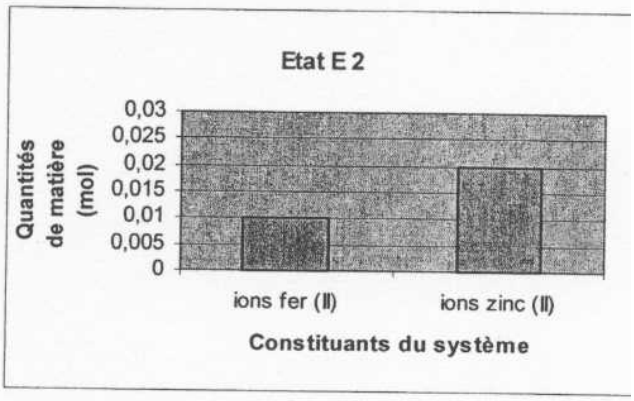


Figure 3

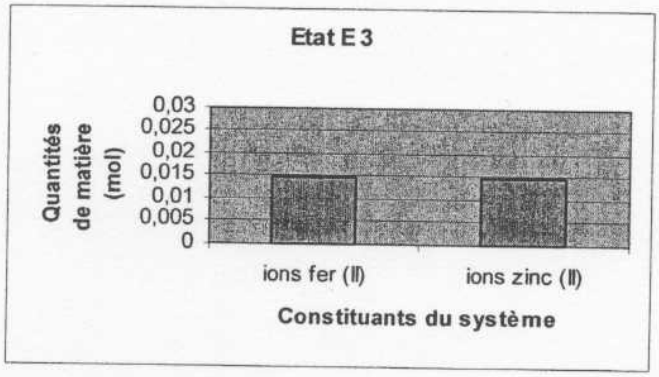
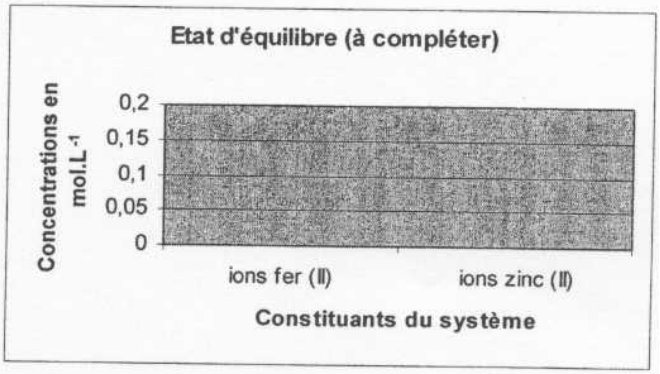
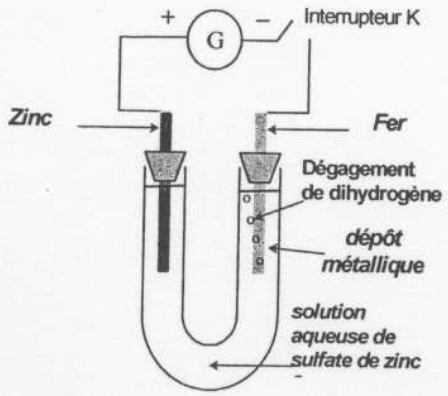


Figure 4

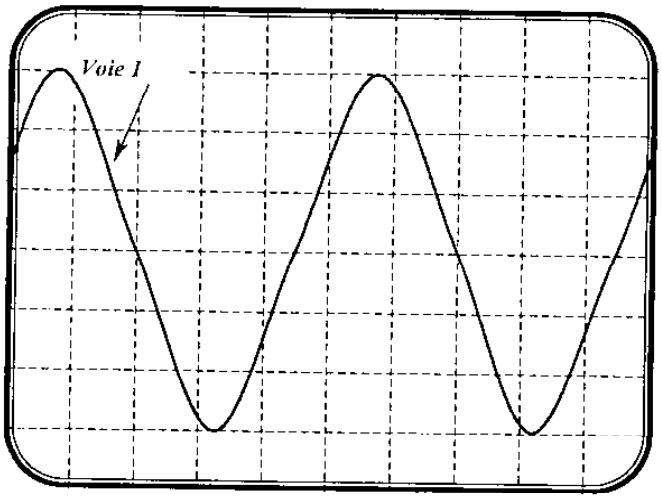


	Avancement (mol)	Équation de la réaction
Etat Initial	x = 0	
Etat Final	$x = x_f$	

Figure 5



EXERCICE II : ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE



Sensibilité verticale 1 mV / Div pour les deux voies
Sensibilité horizontale 1 ms / Div

5PYSCOAN1

11/11