LYCÉE PAPE CLÉMENT - PESSAC

BACCALAURÉAT BLANC

avril 2006

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

obligatoire

!

L'usage d'une calculatrice est autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Les données sont en italique

Ce sujet comporte deux exercices présentés sur 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci et l**es annexes**, **QUI SERONT À RENDRE AVEC LA COPIE CORRESPONDANTE**.

Le candidat doit traiter sur **deux copies séparées** les **deux exercices** qui sont indépendants les uns des autres en indiquant nom, prénom et classe sur chaque copie et sur les annexes éventuelles :

I. **Pile et électrolyse avec le cuivre (8 points)**

II. **Une équation au service des sciences physiques (12 points)**

Cet exercice comporte trois parties indépendantes

A) Dans le domaine des systèmes électriques (4 points)

B) Dans le domaine mécanique (4 points)

C) Dans le domaine de la radioactivité (4 points)

Exercice I. Pile et électrolyse avec le cuivre (**8 points**)

Cet exercice comporte une annexe à rendre avec la copie.

Données :

Masse molaire atomique du cuivre : M(Cu) = 63,5 $g.mol^{-1}$
Charge élémentaire : e = 1,6 .10^{-19} C
Constante d'Avogadro : N = 6,02.10^{23} mol^{-1}
Charge électrique d'une mole d'électrons : F = 96500 $C.mol^{-1}$

1. PILE DE CONCENTRATION

On considère une pile constituée de deux électrodes de cuivre plongeant chacune dans des solutions de sulfate de cuivre de concentrations différentes.
Chaque solution a pour volume V = 100 mL et la concentration initiale des ions positifs est :

$$[Cu^{2+}]_1 = 1,0\ mol.L^{-1} \text{ et } [Cu^{2+}]_2 = 1,0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

1.1. Équations des réactions

1.1.1. Écrire, en accord avec la polarité donnée en annexe sur la figure 1, les demi-équations des réactions se produisant aux électrodes quand la pile débite.

1.1.2. Donner le nom de chaque demi-réaction.

1.1.3. Écrire l'équation de la réaction s'effectuant dans la pile.

1.2. Évolution de la pile
Pour la réaction considérée la constante d'équilibre vaut K = 1.

1.2.1. Calculer la valeur du quotient réactionnel initial $Q_{r,\,i}$.

1.2.2 Cette valeur est-elle cohérente avec la polarité proposée ?

1.3. Étude de la pile

On fait débiter la pile dans un conducteur ohmique et un ampèremètre.

1.3.1. Compléter le schéma de la figure 1 en **annexe à rendre avec la copie**.

1.3.2. Sur le schéma, indiquer par des flèches le sens du courant et le sens de déplacement des électrons dans le circuit extérieur.

1.3.3. Que peut-on dire des concentrations finales quand l'équilibre est atteint ?

2. DÉPÔT DE CUIVRE PAR ELECTROLYSE

2.1. *On remplace une électrode de cuivre par une bague en métal conducteur que l'on veut recouvrir de cuivre (voir la figure 2 de l'annexe).*

2.1.1. Quel appareil est-il nécessaire de rajouter dans le montage précédent pour réaliser ce dépôt ? Le représenter sur la figure 2 de l'annexe à rendre avec la copie.

2.1.2. Écrire les demi-équations aux électrodes en justifiant votre raisonnement.

2.1.3. En déduire le sens des électrons, le sens du courant et la polarité dans le montage puis compléter la figure 2 (**en annexe à rendre avec la copie**).

2.2. *L'électrolyse fonctionne pendant une heure à une intensité constante I = 400 mA.*

2.2.1. Déterminer la quantité d'électricité correspondante notée Q.

2.2.2. En déduire la quantité de matière d'électrons, notée $n(e^-)$, qui a circulé pendant cette durée.

2.2.3. Quelle relation existe-t-il entre la quantité de matière d'ions cuivre II, $n_{disp}(Cu^{2+})$, qui a disparu et la quantité de matière $n(e^-)$ d'électrons qui a circulé ?

2.2.4. En déduire la quantité de matière de cuivre, $n_{dép}(Cu)$, déposée sur la bague en métal.

2.2.5. Quelle est la masse m(Cu) correspondante ?

3. DÉTERMINATION D'UNE CONCENTRATION EN IONS CUIVRE II

3.1. *On considère la réaction de précipitation suivante :*

$$2\ Cu^{2+}_{(aq)}\ +\ 4\ I^-_{(aq)}\ =\ 2\ CuI_{(s)}\ +\ I_{2(aq)}\ \textbf{(1)}$$

3.1.1. Compléter le tableau d'avancement donné en annexe (les ions iodure sont introduits en excès). *On note* n_0 *la quantité initiale d'ions* Cu^{2+} *et* n_1 *la quantité de diiode formé.*

3.1.2. Établir une relation entre n_0 et n_1.

3.2. *On dose la quantité* n_1 *de diiode précédemment formé par la réaction de dosage :*

$$I_{2(aq)}\ +\ 2\ S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}\ =\ 2\ I^-_{(aq)}\ +\ S_4O_6^{2-}{}_{(aq)} \qquad \textbf{(2)}$$

3.2.1. *Seule l'espèce* $I_{2\ (aq)}$ *est colorée.* Comment repère-t-on l'équivalence ?

3.2.2. Quelle relation existe-t-il entre $n(S_2O_3^{2-})$ introduit à l'équivalence et n_1 quantité de diiode dosée ? On pourra éventuellement s'aider d'un tableau d'avancement.

3.2.3. Le volume versé à l'équivalence est $V_{éq}$ = 10,0 mL. Sachant que la concentration des ions thiosulfate est $1{,}0.10^{-1}$ mol.L^{-1}, en déduire n_1.

3.2.4. Calculer n_0.

3.2.5. En déduire la concentration C_0 des ions cuivre dans 100 mL de solution.

Exercice II. Une équation au service des sciences physiques (**12 points**)

Cet exercice comporte une annexe à rendre avec la copie.
Les parties A, B et C sont indépendantes.

L'équation différentielle $\dfrac{dx}{dt} + \alpha x = \beta$ **(1)**, *(α et β étant des grandeurs constantes), permet de décrire un grand nombre de phénomènes physiques variables au cours du temps: intensité, tension, vitesse, grandeur radioactive.*
On rappelle que mathématiquement cette équation admet en particulier 2 solutions :

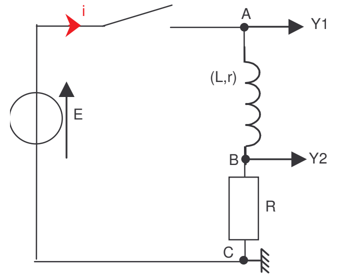
Si $\beta \neq 0$ *alors* $x(t) = \dfrac{\beta}{\alpha} \cdot \left(1 - e^{-\alpha t}\right)$ **(2)** *et* *si* $\beta = 0$ *alors* $x(t) = X_0 e^{-\alpha t}$ *avec* X_0 *grandeur constante*

PARTIE A: DANS LE DOMAINE DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES

Cette première partie tend à montrer la validité du modèle pour un circuit électrique mettant en jeu une bobine d'inductance L et de résistance r = *11,8 Ω ,(donc non négligeable), et un conducteur ohmique de résistance* R = *12 Ω, alimenté par un générateur délivrant une tension continue* E = *6,1 V.*

On réalise expérimentalement le circuit électrique ci-contre. L'évolution des grandeurs variables, tension u(t) *et intensité* i(t), *est obtenue par voie informatique.*

- *La voie Y1 permet de visualiser la tension* E
- *La voie Y2 permet de visualiser la tension* $u_{BC}(t)$



1. Étude expérimentale

La courbe expérimentale donnant l'évolution de l'intensité i(t), obtenue par traitement informatique est donnée en ***ANNEXE, graphique 1*** .

1.1. Évaluer graphiquement la durée du régime transitoire. Aucune justification n'est demandée.
1.2. τ étant la constante de temps associée au dipôle {bobine-conducteur ohmique} :
1.2.1. Donner l'expression littérale de τ en fonction des paramètres du circuit.
1.2.2. En déduire l'expression de l'inductance de la bobine et calculer sa valeur (elle doit être comprise entre 0,95 H et 1,20 H).

2. Modèle théorique

2.1. En utilisant la loi d'additivité des tensions et en respectant l'orientation du circuit, établir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité *i*(*t*).
2.2. Par identification avec l'équation (1) vérifier que $\alpha = \dfrac{R+r}{L}$ et donner l'expression de β.
2.3. En déduire l'équation horaire littérale i(t) en fonction de {r, R, L et E}. Montrer que cette solution valide bien l'équation établie en **2.1**.
2.4. Montrer que cette équation horaire peut s'écrire $i(t) = \dfrac{E}{R+r}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$.

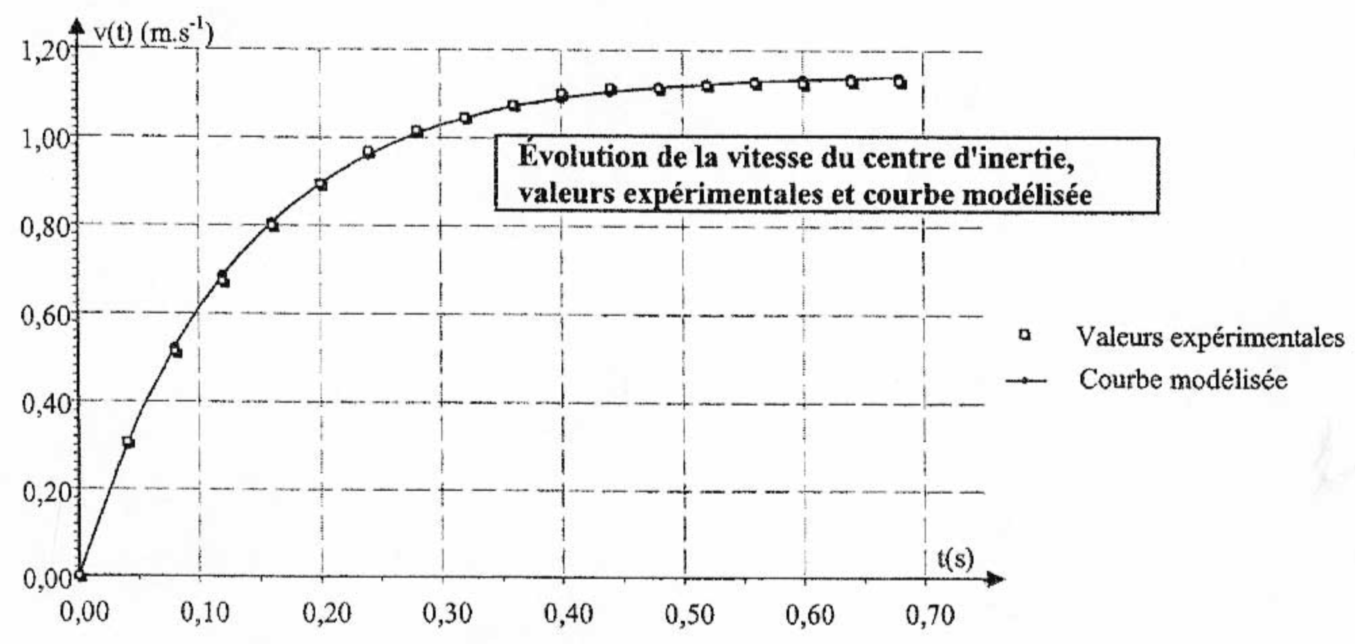
3. Confrontation des résultats expérimentaux avec le modèle théorique.

On rappelle que $\lim\limits_{x \to -\infty} e^x = 0$ *et* $e^0 = 1$

3.1. On appellera *I* l'intensité en régime permanent (l'intensité étant constante). Donner l'expression littérale de *I.* Calculer sa valeur. Est-elle en accord avec la valeur expérimentale obtenue ?
3.2. Donner l'expression littérale de i(t) à la date t = τ en fonction de *I.* Calculer sa valeur. Est-elle en accord avec l'expérience ?

PARTIE B : DANS LE DOMAINE MÉCANIQUE

L'étude de la chute d'une bille d'acier, de masse m, dans un fluide de masse volumique ρ_{fluide} a été exploitée grâce à un logiciel.
Les capacités du logiciel permettent ensuite de faire tracer l'évolution de la vitesse du centre d'inertie en fonction du temps. Les deux courbes, expérimentale et modélisée, sont proposées ci-dessous, mais ne donnent lieu à aucune exploitation.



1. Exploitation de l'équation v(t) modélisée.

La modélisation conduit à l'expression $v(t) = 1{,}14.\left(1 - e^{-\frac{t}{0{,}132}}\right)$ **(3)**, *avec* v(t) *en m.s*$^{-1}$ *et* t *en s.* ***<u>Cette expression est de la même forme que l'équation (2) donnée en début d'exercice.</u>***

1.1. Déterminer la valeur de α et du rapport $\frac{\beta}{\alpha}$. Donner, sans justification, l'unité du rapport $\frac{\beta}{\alpha}$.

1.2. Montrer que l'expression **(3)** ci-dessus est solution de l'équation différentielle ayant pour écriture numérique : $\frac{dv}{dt} + 7{,}58 \cdot v = 8{,}64$.

2. Étude du phénomène physique.

2.1. Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées à la bille. Les représenter sans souci d'échelle sur un schéma, en sens et direction, appliquées au centre d'inertie G de la bille.

2.2. Appliquer au système bille la seconde loi de Newton.

3. Exploitation de la modélisation

La bille ayant servi à réaliser l'étude est une bille d'acier de masse m = *32 g et de volume* V. *L'accélération de la pesanteur est* g = *9,81 m.s*$^{-2}$.

Les forces de frottement qui s'appliquent à la bille ont pour expression $\vec{f} = -k\vec{v}$.

3.1. En utilisant un axe vertical orienté vers le bas, montrer que l'équation différentielle relative à la grandeur variable v(t) vérifie : $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = \left(1 - \frac{\rho_{fluide}.V}{m}\right).g$.

3.2. En déduire l'expression littérale des coefficients α et β de l'équation **(1).**

3.3. Quelle serait la valeur du coefficient β si la poussée d'Archimède était nulle ? En utilisant l'équation établie en 1.2., justifier que cette force doit être prise en compte.

PARTIE C : DANS LE DOMAINE DE LA RADIOACTIVITÉ

Les traceurs radioactifs sont des radio-isotopes très utilisés en imagerie médicale pour l'exploration des organes.

Des dispositifs adaptés transforment en image les mesures d'activité enregistrées.

Le ^{11}C est un traceur radioactif utilisé pour suivre en particulier l'évolution de la maladie de Parkinson.
Le traceur radioactif se fixe sur le cerveau. L'activité moyenne résiduelle évolue au cours du temps selon la loi : $A(t) = A_0 . e^{-\lambda t}$ **(4)**.

1. *L'évolution de l'activité d'un échantillon de ^{11}C est donnée sur le* **graphique 2** *de l'***ANNEXE***. On va utiliser ce graphique pour atteindre les grandeurs radioactives caractéristiques du ^{11}C.*

1.1 Montrer par analyse dimensionnelle que λ (constante radioactive), est identifiable à l'inverse d'un temps.
1.2 Rappeler la relation liant λ à la constante de temps τ du radio isotope. Exprimer la loi d'évolution A(t) en fonction de τ.
1.3 Évaluer graphiquement la valeur de la constante de temps τ et en déduire la valeur de λ.
On prendra par la suite $\lambda = 3{,}40.10^{-2}$ min^{-1}.
1.4 Définir le temps de demi-vie $t_{1/2}$; le déterminer graphiquement.

2. $A(t) = A_0 . e^{-\lambda t}$ *étant solution de l'équation différentielle* $\frac{dA}{dt} + \lambda . A(t) = 0$*, on se propose d'utiliser la méthode itérative d'Euler pour résoudre cette équation.*
On rappelle que pour une grandeur variable x(t), la méthode d'Euler permet d'écrire:

$$x(t + \Delta t) = x(t) + \frac{dx}{dt}\Delta t$$

Exploiter cette équation pour établir la relation liant $A(t+\Delta t)$, $A(t)$, λ et Δt.

3. *L'activité initiale de la dose injectée au patient est* $A_0 = A(t_0) = 3{,}00.10^8$ *Bq.*
La méthode d'Euler impose de se fixer un pas Δt pour effectuer les calculs.

3.1. Justifier que la valeur $\Delta t = 15$ min n'est pas correctement adaptée à l'étude.
3.2. On choisit de faire les calculs avec un pas $\Delta t = 5$ min. Recopier et compléter le tableau ci-dessous mettant en parallèle les résultats obtenus avec la méthode d'Euler et ceux obtenus à partir de l'équation théorique **(4)**.

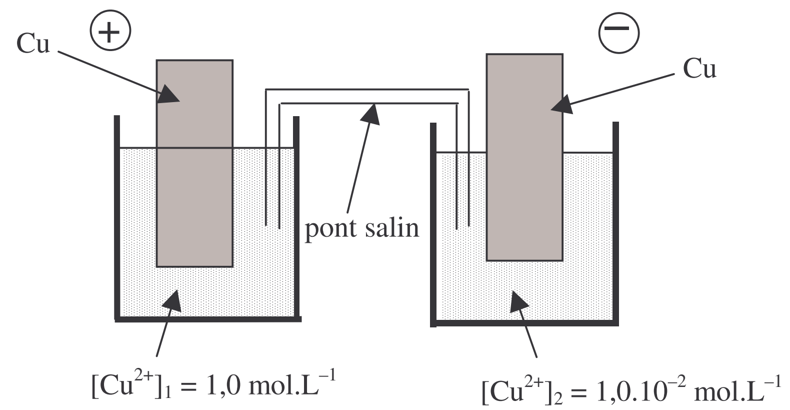
Date (min)	A_{Euler} (Bq)	$A_{théorique}$ (Bq)
0	$3{,}00.10^8$	$3{,}00.10^8$
5		$2{,}53. 10^8$
10	$2{,}07.10^8$	
15	$1{,}72.10^8$	$1{,}80.10^8$

3.3. *On considérera que le choix de Δt est pertinent si l'écart relatif entre A_{Euler} et $A_{théorique}$ est inférieur à 5%.*
La valeur proposée pour Δt vous semble-t-elle correctement adaptée ?

Nom :_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ Prénom :_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ Classe :_ _ _

Annexe exercice I **A RENDRE AVEC LA COPIE CORRESPONDANTE**

Figure 1



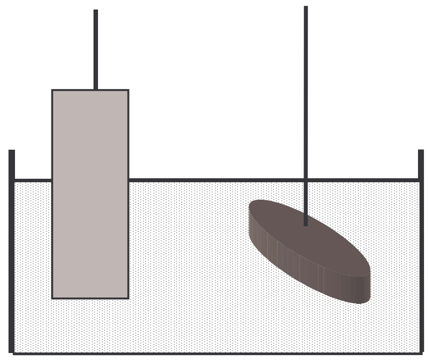


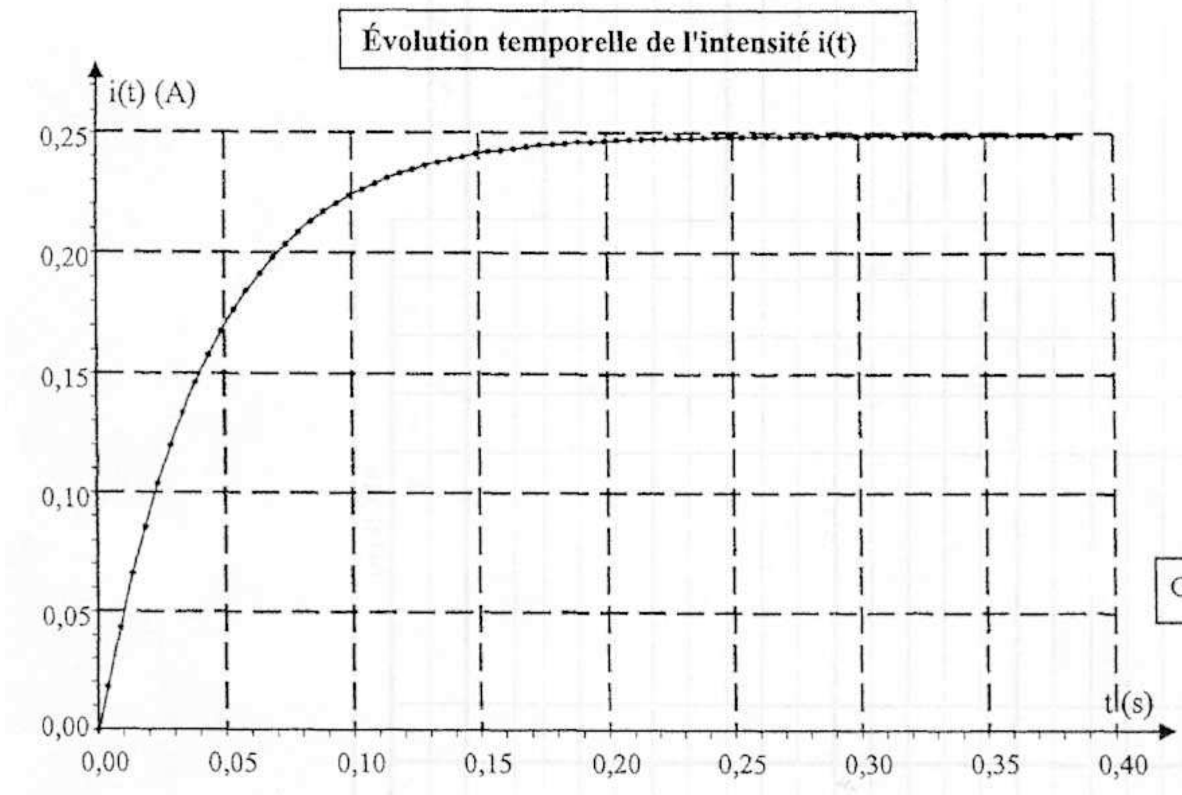
Figure 2

Équation de la réaction		$2\,Cu^{2+}_{(aq)}$ +	$4\,I^-_{(aq)}$ =	$2\,CuI_{(s)}$ +	$I_{2\,(aq)}$
État initial	Avancement $x = 0$	n_0	excès	0	0
État intermédiaire	x				
État final	x_{max}				n_1

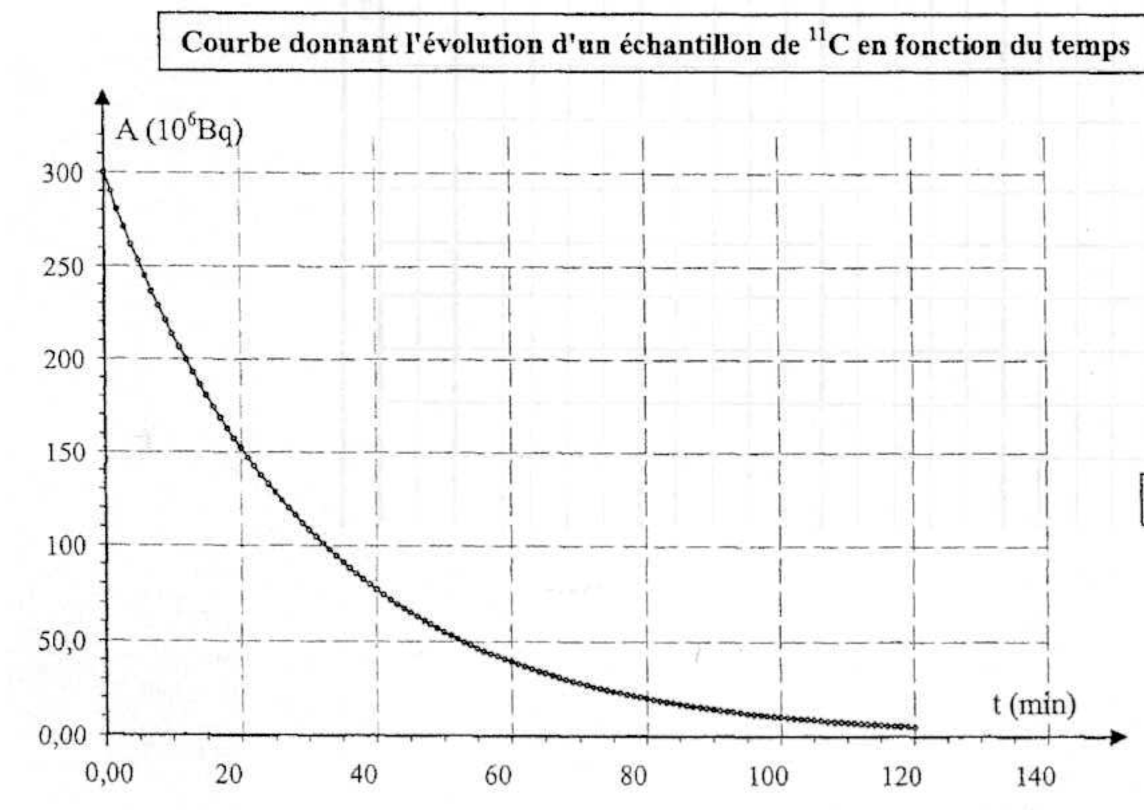
Ne rien inscrire ici

Nom :_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ Prénom :_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ Classe :_ _ _

Annexe exercice II A RENDRE AVEC LA COPIE CORRESPONDANTE



Graphique 1



Graphique 2

Ne rien inscrire ici