

# SESSION 2013

**EPRUVE : FRANÇAIS – DUREE : 04H00**

**Sujet 1 :**

« Les vrais hommes de progrès sont ceux qui ont pour point de départ un respect profond du passé. Tout ce que nous faisons, tout ce que nous sommes est l'aboutissant d'un travail séculaire »

Quelles réflexions vous inspire ce propos d'Ernest RENAN ? (1823-1892)

Vous ferez un développement structuré et nourri d'exemples précis.

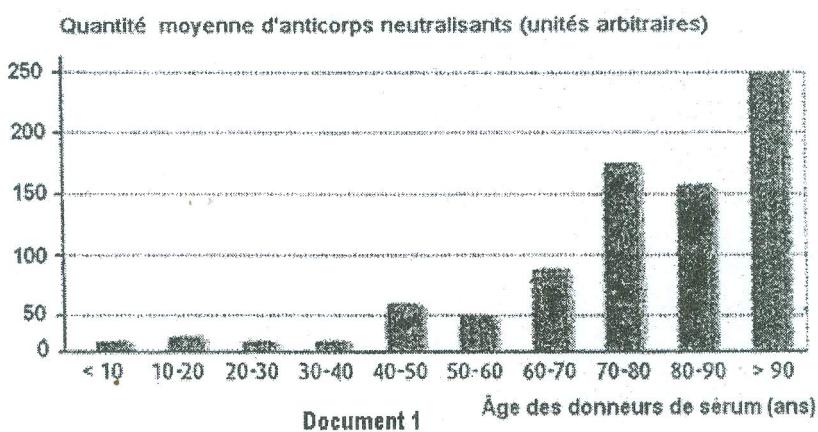
# SESSION 2013

SVT

**EPRUVE :** SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE - DUREE : 04H00

**EXERCICE I** (06,5 points)

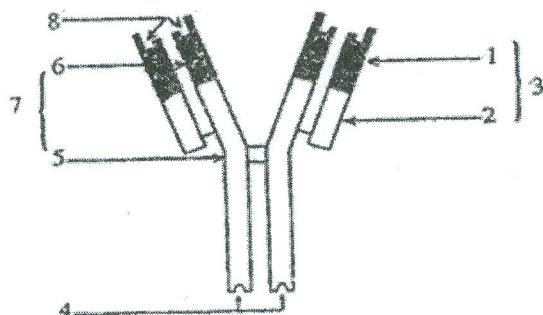
A- En 2009 une nouvelle souche de virus de la grippe, la souche H1N1/09 est apparue et s'est rapidement répandue à travers le monde, causant une épidémie grippale. Cette grippe a été particulièrement agressive chez les jeunes enfants. Lors de l'étude représentée ici, on a testé la capacité de sérum prélevés à Taïwan en 2008 (avant l'émergence de la pandémie), à neutraliser le virus H1N1/09.



- 1) Montrez que cette étude met en évidence l'existence d'une mémoire immunitaire et proposez une hypothèse expliquant la virulence particulière de la souche H1N1/09 contre les jeunes enfants.

(02 points)

- 2) Le document 2 représente un schéma de la structure d'un anticorps circulant.



**Document 2**

Ecrivez sur votre copie la légende correspondant aux numéros indiqués.

(01 point)

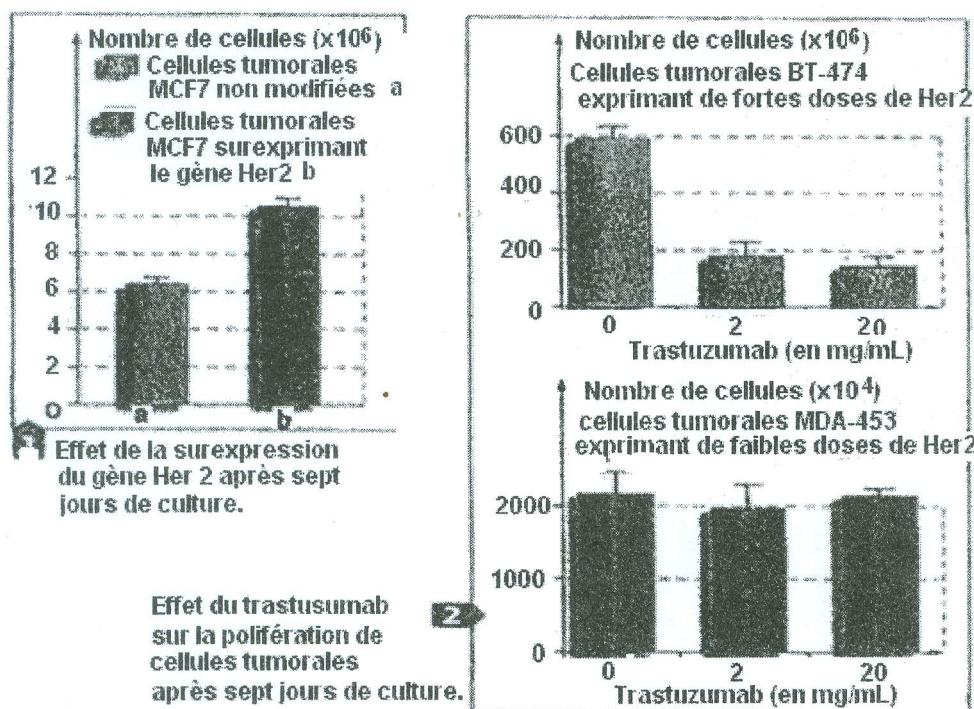
- 3) Présentez les particularités fonctionnelles de cette molécule en relation avec sa structure.

(01 point)

B- Le cancer du sein est le plus fréquent chez la femme. Chez un quart des patientes, on observe une expression de la protéine Her2 à la surface des cellules cancéreuses qui s'accompagne d'un envahissement rapide de l'organisme par les cellules tumorales.

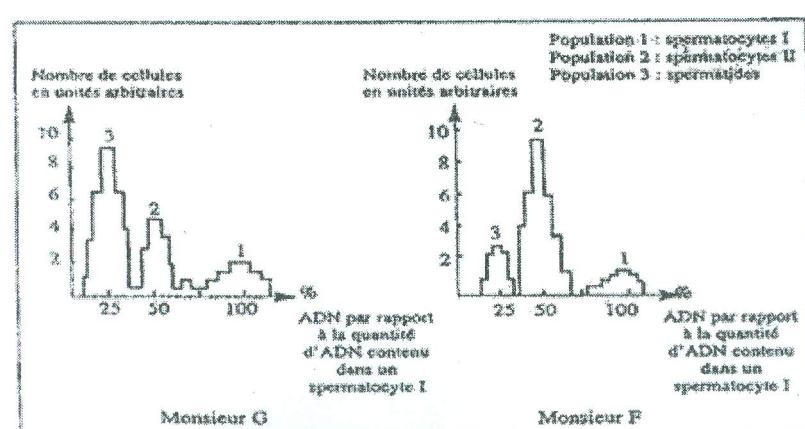
La protéine Her2 est ainsi devenue une cible thérapeutique dans le cadre d'un traitement anticancéreux et l'on a développé le trastuzumab, un anticorps monoclonal dirigé contre cette molécule. Le trastuzumab est un anticorps de souris humanisé : la partie variable est murine (issue de souris), la partie constante est humaine.

- 4) En exploitant les informations fournies par le document 3, identifiez les conséquences d'une sur expression de Her2 par les cellules tumorales. **(0,5 point)**
- 5) Précisez en quoi le traitement des cancers du sein par le trastuzumab semble prometteur. Est-ce valable pour tous les cancers du sein ? Justifiez votre réponse. **(0,5 point)**
- 6) Expliquez, en vue d'un traitement chez la femme, l'intérêt d'avoir un anticorps humanisé plutôt qu'un simple anticorps de souris. **(0,5 point)**

**EXERCICE 2****(07 points)**

Une étude quantitative du taux d'ADN est effectuée sur une suspension de cellules sexuelles des testicules d'un homme adulte stérile Monsieur F, et d'un homme fertile Monsieur G.

Les résultats sont résumés sur les histogrammes ci-dessous (document 4).

**DOCUMENT 4**

1) Expliquez la différence de la quantité d'ADN observée dans les trois populations de cellules.

(01 point)

2) a- Représentez par un graphe l'évolution de la quantité d'ADN contenue dans le noyau d'une cellule sexuelle au cours de la spermatogenèse. Sur ce graphe vous situerez les différentes phases de la spermatogenèse et les trois populations de cellules du document 4. (01 point)

b- En comparant les histogrammes de Monsieur G et de monsieur F, émettez une hypothèse possible pour expliquer la stérilité de Monsieur F. (0,5 point)

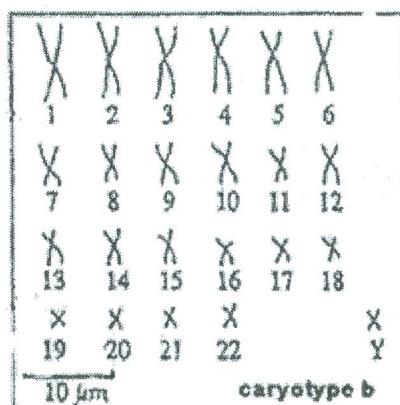
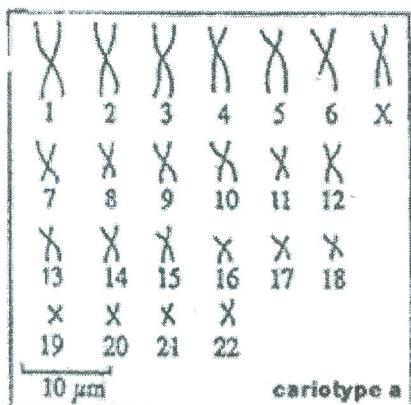
On établit le caryotype de certaines cellules germinales prélevées chez Monsieur F (document 5).

Les résultats statistiques sont les suivants :

-50% des cellules présentent le caryotype a.

-50% des cellules présentent le caryotype b.

Ces caryotypes correspondent à une des populations (1, 2, ou 3) de l'histogramme du document 4.



#### Document 5

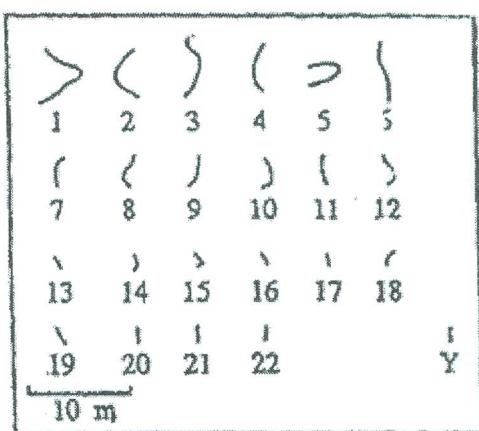
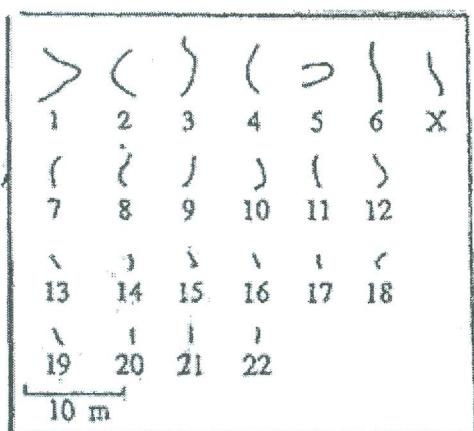
c- Précisez en justifiant votre réponse, de quelle population de cellules il s'agit.

(0,5 point)

d- Sachant que l'on trouve très peu de cellules de la population 3, représentez par des schémas correctement annotés l'évolution de la spermatogenèse chez Monsieur F. Pour la clarté de vos schémas, vous utiliserez  $2n = 6$  dont une paire de chromosomes sexuels. (01 point)

e- Expliquez les pourcentages obtenus.

Après un traitement médical (injections de testostérone), Monsieur F est guéri de la stérilité. Les caryotypes de la majorité des cellules germinales trouvées dans la lumière des tubes séminifères de Monsieur F sont les suivants (document 6).



#### DOCUMENT 6

3) Donnez leurs caractéristiques. Ces caractéristiques permettent- elles de confirmer votre hypothèse de la question 2b ? (01,5 point)

4) Regroupez vos conclusions dans un ordre logique et faites apparaître l'origine de la stérilité de Monsieur F. (01,5 point)

**EXERCICE 3****(03,5 points)**Questions à complément rationnel.

Répondez par 1 si les deux propositions sont vraies et si elles ont une relation de cause à effet ; par 2 si elles sont vraies mais n'ont pas de relation de cause à effet ; par 3 si l'une des deux seulement est fausse ; par 4 si elles sont fausses toutes les deux. Exemple : 1 h ; 3i

- a- Une diminution de la volémie conduit à la sécrétion d'aldostérone  
car la sécrétion de rénine augmente en cas de baisse de la pression artérielle.
- b- Une diminution de la volémie stimule la sécrétion d'hormone antidiurétique  
car les barorécepteurs carotidiens activent l'hypothalamus.
- c- Une perte importante d'eau stimule la sécrétion d'ADH  
car il existe des neurones hypothalamiques osmosensibles.
- d- En cas de perte importante de sel, la réabsorption rénale du sodium augmente  
car dans ce cas, la sécrétion d'aldostérone augmente.
- e- L'augmentation de la sécrétion d'aldostérone sous l'effet de l'angiotensine II s'accompagne en général d'une élévation de la pression artérielle  
car l'angiotensine II est un puissant vaso-constricteur.
- f- Le rein est le principal effecteur de l'équilibre acido-basique  
car il produit les principaux systèmes tampons.
- g- Le rein est le principal effecteur de l'équilibre hydro-électrolytique  
car il contrôle les pertes d'eau et de sel dans les urines.

**EXERCICE 4****(03 points)**

Soient deux gènes A et B, dont chacun présente deux formes alléliques :  $a_1$  et  $a_2$  pour le gène A ;  $b_1$  et  $b_2$  pour le gène B.

On réalise le croisement suivant :

Un individu 1 de phénotype  $[a_1, b_1]$  avec un individu 2 de phénotype  $[a_2, b_2]$ , l'individu 2 est de génotype homozygote pour les deux gènes.

La descendance obtenue est la suivante :

- 45 individus de phénotype  $[a_1 ; b_2]$ ,
- 45 individus de phénotype  $[a_2 ; b_1]$ ,
- 5 individus de phénotype  $[a_1 ; b_1]$ ,
- 5 individus de phénotype  $[a_2 ; b_2]$

L'analyse des résultats de ce croisement permet d'affirmer :

- a- L'allèle  $a_1$  est dominant par rapport à l'allèle  $a_2$  ; l'allèle  $b_1$  est dominant par rapport à l'allèle  $b_2$
  - b- Les allèles  $a_1$  et  $a_2$  d'une part,  $b_1$  et  $b_2$  d'autre part, sont codominants.
  - c- L'allèle  $a_1$  est dominant par rapport à l'allèle  $a_2$ , l'allèle  $b_2$  est dominant par rapport à l'allèle  $b_1$
  - d- Ce croisement ne permet pas d'établir la dominance entre les différents allèles.
  - e- L'individu 1 est hétérozygote pour les deux gènes A et B
  - f- L'individu 1 est homozygote pour les deux gènes A et B
  - g- L'individu 1 est hétérozygote pour le gène A et homozygote pour le gène B
  - h- L'individu 1 est homozygote pour le gène A, hétérozygote pour le gène B
  - i- On ne peut pas déterminer le génotype de l'individu 1
  - j- Les gènes A et B sont indépendants
  - k- Les gènes A et B sont liés.
  - l- Les gènes A et B sont portés par le gonosome X.
- Relevez dans l'ordre alphabétique sur votre copie les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k et associez à chacune d'elles, les termes «vrai» ou «faux».

Exemple :    n - faux  
                     o - vrai

.....Fin

## CONCOURS D'ENTREE A L'ECOLE MILITAIRE DE SANTE

SESSION 2013

## EPREUVE DE PHYSIQUE

DUREE : 04 HEURES

**EXERCICE 1****22 points**

Un obus sphérique de masse  $m$  assimilé à un point matériel  $M$  est lancé dans l'air avec une vitesse  $\vec{V}_0$  depuis le point  $O$ , origine d'un repère  $(0, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  lié au référentiel terrestre supposé galiléen. La vitesse  $\vec{V}_0$  fait un angle  $\alpha$  avec l'horizontale  $OX$  dans le plan  $OXZ$  et  $OZ$  est la verticale ascendante du lieu (figure 1).

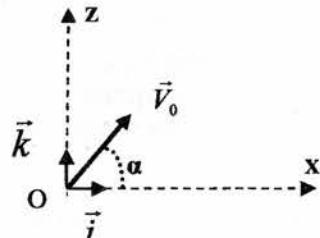


Figure 1

Le champ de pesanteur  $\vec{g}$  est supposé uniforme. Données :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ ;  $V_0 = 30 \text{ m.s}^{-1}$ ;  $m = 1 \text{ kg}$ .

**Partie I :** On néglige tout frottement.

**I-1** Etablir les équations horaires de l'obus et en déduire l'équation de sa trajectoire.

**I-2** Déterminer l'expression de l'altitude  $H$  maximale (appelée flèche de la trajectoire) atteinte par l'obus. Pour quel angle  $\alpha_1$  cette flèche est-elle maximale ?

**I-3** Déterminer la distance entre le point  $O$  et le point de chute sur le plan horizontal (appelée la portée horizontale  $D$ ). Pour quel angle  $\alpha_2$  la portée  $D$  est-elle maximale ?

Calculer pour cet angle  $\alpha_2$  la portée et la flèche de la trajectoire.

**Partie II :** L'obus lancé de la même façon que précédemment, est cette fois soumis, en plus de son poids à une force de frottement (traduisant la résistance de l'air) du type :  $\vec{f} = -\lambda \vec{V}$ , relation où  $\vec{V}$  représente le vecteur vitesse instantané de l'obus. On prendra  $\alpha=45^\circ$  et  $\lambda=0,1 \text{ kg.s}^{-1}$ .

**II-1** En appliquant le théorème du centre d'inertie à l'obus, montrer que l'équation différentielle relative au vecteur vitesse instantanée est :  $\frac{d\vec{V}}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot \vec{V} = \vec{g}$  où  $\tau$  est une constante dont on donnera l'expression et son unité.

**II-2** Déterminer les composantes  $V_x(t)$  et  $V_z(t)$  du vecteur vitesse instantanée de l'obus en fonction de  $V_0$ ,  $\alpha$ ,  $\tau$ ,  $t$  et éventuellement de  $g$ .

**II-3** Déterminer les composantes  $x(t)$  et  $z(t)$  du vecteur position de l'obus en fonction de  $V_0$ ,  $\alpha$ ,  $\tau$ ,  $t$  et éventuellement de  $g$ .

**II-4** Trouver l'expression des coordonnées  $x_F$  et  $z_F$  du point  $F$  d'altitude maximale atteinte par l'obus puis calculer  $x_F$  et  $z_F$ .

**II-5** Montrer que la trajectoire tend vers une asymptote verticale dont on précisera la position et que la vitesse aussi de l'obus tend vers une limite que l'on calculera.

**EXERCICE 2****23 points**

La Terre est assimilée à une répartition de masse à symétrie sphérique. Elle est considérée comme une sphère de centre  $O$ , de rayon  $R = 6370 \text{ km}$  et de masse  $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ .

La constante de gravitation universelle est  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.kg}^{-2}. \text{m}^2$ .

Dans cet exercice on s'intéresse aux interactions entre la Terre et un objet dans les deux situations suivantes : l'objet se situe à une distance  $r$  du centre telle que  $r \geq R$  puis le cas où cette distance est inférieure au rayon terrestre  $r \leq R$ .

**2-1 Satellite de masse m sur orbite circulaire autour de la Terre :**

Dans cette partie, on étudie le mouvement d'un satellite S de masse m décrivant autour de la Terre une orbite circulaire de rayon r.

**2-1-1** Donner les caractéristiques de la force de gravitation  $\vec{F}$  exercée par la Terre sur le satellite S. Faire un schéma.

**2-1-2** Donner l'expression du champ de gravitation  $\vec{g}$  créé par la Terre au point où se trouve le satellite S.

Représenter ce vecteur champ de gravitation  $\vec{g}$  sur le schéma précédent.

**2-1-3** Déterminer la nature du mouvement du satellite dans le référentiel d'étude à préciser.

**2-1-4** Etablir les expressions de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique du système Terre-satellite ainsi que celle de l'énergie cinétique du satellite en fonction de, m, r R et  $g_0$  intensité du champ de pesanteur terrestre à la surface de la Terre. On choisira la surface de la Terre comme état de référence pour l'énergie potentielle.

**2-1-5** Le satellite subit des frottements sur les hautes couches de l'atmosphère ; ces frottements sont équivalents à une force de freinage de module  $f = \lambda mv^2$ . Ce freinage est très faible, et on peut supposer que les révolutions restent presque circulaires et que pour chacune d'elle, le rayon de l'orbite r du satellite diminue de  $\Delta r$  avec  $\Delta r \ll r$ .

Exprimer la variation de vitesse  $\Delta v$  en fonction de  $\Delta r$  et de la période T de révolution du satellite. En déduire l'expression de  $\lambda$  en fonction de r et  $\Delta r$ .

**2-2 Force de gravitation et tunnel terrestre**

On démontre que pour tout solide M de masse m supposé ponctuel, situé à l'intérieur de la Terre à la distance r du

centre 0 de la Terre, l'attraction terrestre est une force  $\vec{F}$  agissant en ce point M dirigée vers le centre de la Terre :

$$\vec{F} = -m \cdot g_0 \cdot \frac{\vec{r}}{R} \cdot \vec{u}_r, \quad \vec{u}_r \text{ est un vecteur unitaire.}$$

R est le rayon de la Terre,  $r = OM$  et  $g_0$  l'intensité du champ de pesanteur terrestre à la surface de la Terre (figure 2).

**2-2-1** Recopier la figure 2 et y représenter la force  $\vec{F}$ .

**2-2-2** Trouver l'expression de l'énergie potentielle du système constitué par la Terre et le solide M en fonction de m, R, r et  $g_0$  (en supposant que  $E_p = 0$  pour  $r = 0$ ).

**2-2-3** On considère un tunnel rectiligne AB, d'axe (Hx) ne passant pas par O et traversant la Terre. On note d la distance OH du tunnel au centre de la Terre. Un véhicule assimilé à un point matériel M de masse m glisse sans frottement dans le tunnel. Il part, à l'instant de date  $t=0$ , du point A de la surface terrestre sans vitesse initiale.

a) Quelle est l'expression de sa vitesse maximale  $V_m$  au cours du mouvement en fonction de R, d et  $g_0$ ? Pour  $d = 5.10^6$  m calculer  $V_m$ .

b) Etablir l'équation différentielle de l'abscisse  $x = \overline{HM}$  qui traduit le mouvement du point matériel M par une méthode énergétique.

c) Montrer que x peut se sous la forme :  $x = \sqrt{(R^2 - d^2)} \cdot \cos \left[ \left( \sqrt{\frac{g_0}{R}} \right) t + \pi \right]$  puis retrouver l'expression

de la vitesse maximale  $V_m$  établie à la question 2.2.3.a.

**2-2-4** Représenter, en fonction de x, l'énergie potentielle de gravitation  $E_p(x)$  de M. Commenter le graphe obtenu. Décrire le mouvement de M à partir de sa position initiale en A.

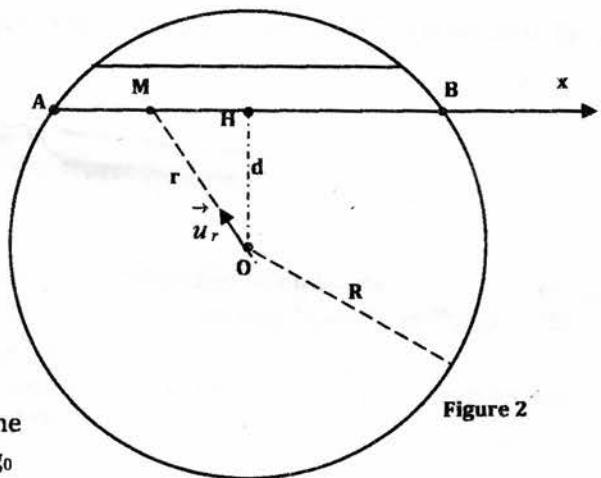


Figure 2

**EXERCICE 3****15 points****Données:**Charge élémentaire :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;Masse molaire du soufre :  $M(S) = 32 \text{ g.mol}^{-1}$ .Constante d'Avogadro :  $N = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 

« Aujourd'hui très focalisée sur les cancers, la médecine nucléaire est appelée à élargir son champ d'application, notamment en cardiologie. A cette fin, il est nécessaire de disposer de radio-isotopes variés, en quantités suffisantes et aux caractéristiques adaptées, telles qu'une demi-vie ni très inférieure ni très supérieure à quelques heures. De nouveaux isotopes particulièrement intéressants seront disponibles grâce au cyclotron Arronax comme des isotopes du cuivre. » Extrait de "Tête chercheuses" actualité et culture des sciences en Pays de Loire. Printemps 2008.

Généralement on trouve le cuivre dans les sulfures tels que la chalcopyrite ( $\text{CuFeS}_2$ ), la covelline ( $\text{CuS}$ ), la chalcosine ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) ou la cuprite ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ). Le cuivre naturel est essentiellement constitué des isotopes  $^{65}\text{Cu}$  et  $^{63}\text{Cu}$ . Pour déterminer la composition massique de ces deux isotopes dans le cuivre naturel, on soumet à une analyse spectrométrique un échantillon de covelline.

La covelline est placée dans la chambre d'ionisation (compartiment (I) de la figure 3) où ces molécules sont transformées en ions  $^x\text{CuS}^{2+}$  et  $^{65}\text{CuS}^{2+}$  de masses respectives  $m_1$  et  $m_2$ .

**3-1** Les ions sont accélérés entre les deux plaques  $P_1$  et  $P_2$  (compartiment (II) de la figure 3) par une tension  $|U_{P1P2}| = U = 4000 \text{ V}$ .

**3-1-1** Quelle est le signe de la tension  $U_{P1P2}$ ?

**3-1-2** Déterminer l'expression littérale de la vitesse  $V_1$  de l'ion  $^x\text{CuS}^{2+}$  et  $V_2$  de l'ion  $^{65}\text{CuS}^{2+}$  à la sortie O. En

déduire la valeur numérique de  $x$  sachant que  $\frac{V_1}{V_2} = 1,01$ .

**3-2** Les ions pénètrent ensuite dans le compartiment (III) de la figure 3 où règne un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme perpendiculaire au plan de la figure. La distance  $F_1F_2$  qui sépare les deux points d'impact sur la plaque est de 10 mm.

**3-2-1** Déterminer le sens de  $\vec{B}$  pour que les ions décrivent dans ce compartiment des trajectoires comme indiqué sur la figure puis montrer que le mouvement d'un ion est circulaire et uniforme.

**3-2-2** Déterminer les valeurs des rayons  $R_1$  et  $R_2$  décrits respectivement par les ions  $^x\text{CuS}^{2+}$  et  $^{65}\text{CuS}^{2+}$ . En déduire la valeur de l'intensité du champ magnétique utilisé.

**3-3** En réalité la vitesse d'un ion à la sortie de la chambre d'ionisation est faible mais non nulle. Ainsi les ions qui arrivent en O, ont une vitesse qui varie entre  $V_i$  et  $V_i(1 + \varepsilon)$  avec  $\varepsilon \ll 1$  ( $i = 1$  ou  $2$ ). Derrière les fentes  $F_1$  et  $F_2$  sont placés deux collecteurs.

**3-3-1** Exprimer en fonction de  $R_i$  et  $\varepsilon$  la largeur minimale  $l_m$  de la fente de chaque collecteur recevant un type d'ion.

**3-3-2** Pour  $\varepsilon = 1,10^{-2}$ , calculer la largeur minimale de la fente de chaque collecteur. En déduire les distances minimales  $d_{\min}$  et maximale  $d_{\max}$  entre les points d'entrée dans les collecteurs.

**3-4** Les collecteurs sont reliés électriquement au sol par deux circuits contenant deux ampèremètres très sensibles  $A_1$  et  $A_2$ . Lorsqu'un ion tombe sur un collecteur, des électrons apportés par le circuit contenant l'ampèremètre, viennent les neutraliser. Le courant qui traverse  $A_1$  est  $I_1$  et celui qui traverse  $A_2$  est  $I_2$ . On constate que  $I_2 = 0,43 I_1$ . Déterminer la composition centésimale massique des deux isotopes dans le cuivre naturel (on considérera que le cuivre naturel est constitué essentiellement de ces deux isotopes).

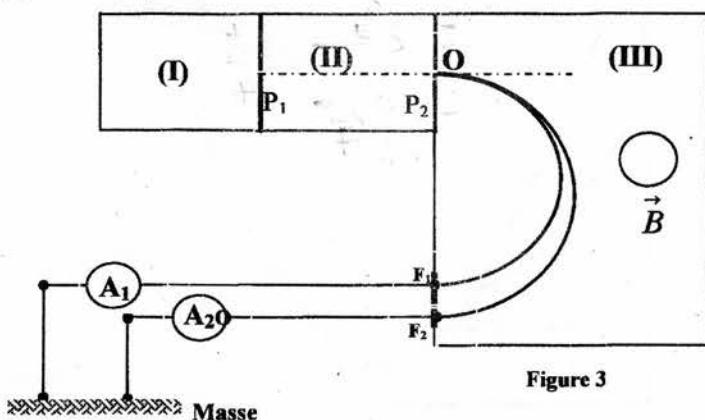


Figure 3

**EXERCICE 4****20 points**

On dispose de trois dipôles :

- Un conducteur ohmique de résistance R.
- Un condensateur parfait de capacité C.
- Une bobine d'inductance L et de résistance r.

On réalise un circuit en montant ces trois composants en série avec un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale de fréquence N variable et de valeur efficace U constante (figure 4).

**4-1** Dans une première expérience on choisit  $N=N_1$ .

Un oscilloscope est branché comme l'indique la figure 4, et permet de suivre les variations de deux tensions sur les voies Y<sub>1</sub> et Y<sub>2</sub>, l'oscillogramme obtenu est reproduit sur la figure 5.

**4-1-1** Préciser la tension visualisée sur chaque voie? Pour chaque tension on précisera sa valeur efficace.

**4-1-2** Déterminer la fréquence N<sub>1</sub> des tensions visualisées.

**4-1-3** Quelle est, des deux tensions, celle qui est en avance sur l'autre?

**4-1-4** Déterminer le déphasage  $\Delta\varphi$  de l'intensité instantanée i(t) qui parcourt le circuit par rapport à la tension u(t) aux bornes du générateur. En déduire  $\cos\Delta\varphi$ .

Représenter la construction de Fresnel dans le cas étudié, puis donner l'expression de l'intensité maximale I<sub>max</sub> en fonction de R, r,  $\cos\Delta\varphi$ , et U<sub>m</sub> (valeur maximale de la tension aux bornes du générateur).

**4-1-5** L'intensité efficace du courant dans le circuit étant de 59 mA, déterminer la valeur de la résistance R du conducteur ohmique et celle de la résistance r de la bobine.

**4-2** Dans une deuxième expérience, on fixe la fréquence du générateur à la valeur N<sub>2</sub> et on branche dans le circuit trois voltmètres V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> comme l'indique la figure 6.

On trouve respectivement les tensions U<sub>1</sub> = 4,38 V, U<sub>2</sub> = 0,57 V, U<sub>3</sub> = 4,95 V.

**4-2-1** Montrer que dans ces conditions, le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

**4-2-2** Dans ces conditions, quelle est l'indication d'un ampèremètre monté en série dans le circuit..

**4-2-3** Donner l'expression de la fréquence N<sub>2</sub> en fonction de L et C.

**4-3** Pendant une troisième expérience, on enlève le conducteur ohmique de résistance R et on alimente le circuit par le même générateur GBF. Pour une fréquence N<sub>3</sub>=55,7 Hz on constate que les tensions efficaces aux bornes du condensateur, aux bornes de la bobine et aux bornes de l'ensemble du circuit sont égales.

**4-3-1** Faire la construction de Fresnel correspondante et préciser la nature inductive ou capacitive du circuit.

**4-3-2** En déduire les valeurs de L, C, et N<sub>2</sub>.

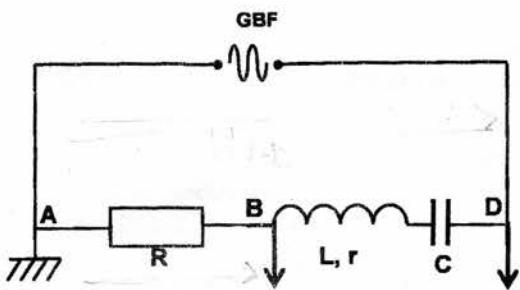


Figure 4

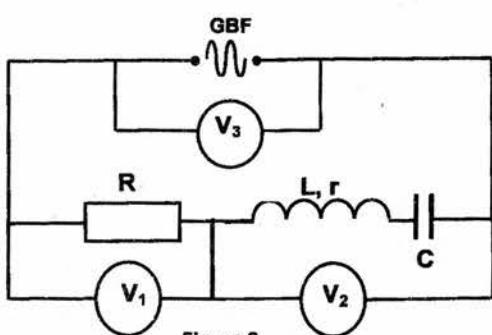
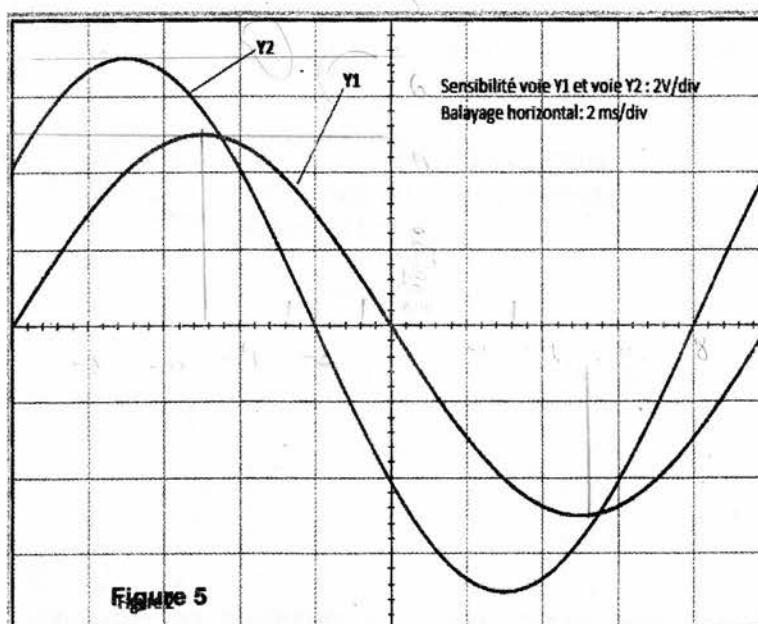


Figure 6

**EXERCICE 5****20 points**

Le technétium  $^{99}\text{Tc}^*$  (état excité de  $^{99}\text{Tc}$ ), est émetteur de rayons  $\gamma$  selon l'équation :  $^{99}_{43}\text{Tc}^* \rightarrow ^{99}_{43}\text{Tc} + \gamma$ .

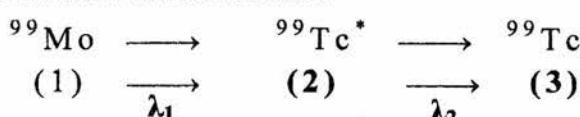
Les rayons  $\gamma$  ainsi produits sont utilisés en médecine nucléaire pour détecter les tumeurs cervicales.

La période de désintégration  $T_2$  de  $^{99}\text{Tc}^*$  est de 6 heures.

Le  $^{99}\text{Tc}^*$  est lui-même produit par la désintégration  $\beta^-$  du molybdène  $^{99}\text{Mo}$ , dont la période  $T_1$  est de 66,5 heures selon l'équation :  $^{99}_{42}\text{Mo} \rightarrow ^{99}_{43}\text{Tc}^* + \beta^- + \bar{\nu}$

On affectera l'indice 1 aux paramètres radioactifs (nombre de noyaux, période, constante radioactive, activité) relatifs à l'élément  $^{99}\text{Mo}$ , qui subit la réaction de désintégration à l'origine de la production du  $^{99}\text{Tc}^*$ , et l'indice 2 aux paramètres relatifs au technétium  $^{99}\text{Tc}^*$ .

Les réactions nucléaires de filiation peuvent alors se schématiser :

**5-1 Variation en fonction du temps du nombre de noyaux  $N_1(t)$  de  $^{99}\text{Mo}$  et activité  $a_1(t)$ .)**

**5-1-1** Exprimer  $\frac{dN_1}{dt}$ , la dérivée par rapport au temps du nombre  $N_1$  de noyaux (1), en fonction de  $N_1$  et  $\lambda_1$ .

**5-1-2** En déduire l'expression littérale de la dérivée par rapport au temps  $\frac{da_1}{dt}$  de l'activité  $a_1$ , en fonction de  $a_1$  et de  $\lambda_1$ .

**5-1-3** Montrer que la loi de variation de  $a_1$  en fonction de l'activité initiale  $a_1(0)$  s'écrit :  $a_1(t) = a_1(0)e^{-\lambda_1 t}$

**5-2 Variation en fonction du temps du nombre de noyaux  $N_2(t)$  de  $^{99}\text{Tc}^*$  et activité  $a_2(t)$ )**

**5-2-1** Exprimer la dérivée par rapport au temps  $\frac{dN_2}{dt}$  du nombre  $N_2$  de noyaux (2) en fonction de  $N_1$ ,  $\lambda_1$ ,  $N_2$  et  $\lambda_2$ .

**5-2-2** Trouver l'expression  $da_2$  de l'activité  $a_2$  en fonction de  $a_2$ ,  $a_1$ ,  $\lambda_2$ , que l'on arrangera sous la forme d'une équation différentielle :  $k_1 \cdot \frac{da_2}{dt} + k_2 \cdot a_2 = f(t)$  où  $k_1$  et  $k_2$  sont des constantes.

**5-2-3** Vérifier que  $a_2(t) = a_1(0) \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \cdot (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t})$  est solution de cette équation différentielle.

**5-3 Tracés des variations  $a_1(t)$  et  $a_2(t)$ )**

A l'instant initial on dispose d'une source de  $^{99}\text{Mo}$  dont l'activité vaut  $a_1(0) = 8,5 \text{ Ci}$ . Cette source ne contient pas de technétium :  $a_2(t = 0) = 0$ . On rappelle que  $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10}$  désintégrations par seconde.

**5-3-1** Calculer l'activité  $a_1$  du  $^{99}\text{Mo}$  et l'activité  $a_2$  du  $^{99}\text{Tc}^*$  au temps  $t = 10 \text{ h}$ .

**5-3-2** L'activité  $a_2$  du  $^{99}\text{Tc}^*$  passe par un maximum.

a) Déterminer le temps  $t_{\max}$  pour lequel le maximum est atteint,

b) Déterminer les valeurs  $a_2(t = t_{\max})$  et  $a_1(t = t_{\max})$ .

c) Recopier le tableau de valeurs ci-après, le compléter et tracer sur un même graphe les variations de  $a_1$  et  $a_2$  en fonction du temps.

T en heures	0	10	$t_{\max}$	50	100
$a_1(t)$ en Ci	8,5			5,1	3,0
$a_2(t)$ en Ci	0			5,5	3,3

**5-3-3** Si, pour que cette source soit utilisable en Médecine nucléaire, il faut que l'activité  $a_2$  de l'échantillon soit supérieure ou égale à 5 Ci, estimer à l'aide de la courbe dans quel intervalle de temps cette source peut être utilisée.

**FIN DE L'EPREUVE**

**CONCOURS D'ENTREE A L'ECOLE MILITAIRE DE SANTE**

**SESSION 2013**

**EPRUVE DE CHIMIE**

**DUREE : 04 HEURES**

**EXERCICE 1**

**(15 points)**

*L'absorption d'alcool a des incidences physiologiques et psychologiques diverses.*

*L'alcool est un dépresseur du système nerveux central et agit principalement sur le jugement mais aussi sur les fonctions motrices. Une consommation excessive d'alcool, même de manière occasionnelle, entraîne des lésions irréversibles au cerveau. L'alcool, même à dose modérée, accroît le risque de survenue de plusieurs types de cancers (l'éthanol est classé dans la liste de cancérogènes du groupe I du CIRC). L'alcool reste un problème de santé publique majeur dans de nombreux pays du monde. De même, la question de la nocivité de l'éthanol sur les neurones est toujours en suspens.*

On se propose de réaliser le dosage de l'éthanol contenu dans un échantillon de vin pour en déterminer le degré alcoolique. Le degré alcoolique d'un vin est le volume d'alcool pur (mL), mesuré à une température de 20°C, contenu dans 100 mL de vin.

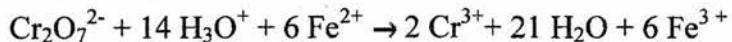
Le protocole expérimental comporte les trois étapes décrites ci-après.

- **Etape 1** : il faut d'abord isoler l'alcool des autres composés du vin (acides, matières minérales, sucres, esters,...) en réalisant une distillation. On distille 100 mL de vin pendant un temps suffisamment long pour recueillir tout l'éthanol. On introduit le distillat dans une fiole jaugée de 1000 mL que l'on complète jusqu'au trait de jauge par de l'eau distillée. La solution obtenue est notée S.

- **Etape 2** : on introduit  $V_0 = 10$  mL de solution S dans un erlenmeyer puis on ajoute  $V_1 = 20$  mL de solution de dichromate de potassium de concentration  $C = 0,10$  mol/L. Les ions dichromates sont introduits en excès. On ajoute 10 mL d'acide sulfurique concentré. On laisse réagir pendant 30 min. On suppose que tout l'alcool a été oxydé.  
Couples oxydant / réducteur intervenant :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$  ;  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 / \text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ .

- **Etape 3** : On dose alors les ions dichromate en excès avec une solution de sel de Mohr contenant des ions  $\text{Fe}^{2+}$  tels que  $[\text{Fe}^{2+}] = 5,00 \cdot 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup>. Le volume de solution de sel de Mohr nécessaire pour atteindre l'équivalence est  $V_{\text{éq}} = 7,3$  mL.

L'équation de la réaction entre les ions fer II et les ions dichromate est :



**1.1.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les ions dichromate et l'éthanol.

**1.2.** Déterminer la quantité de matière  $N_0$  (en mmol) d'ions dichromate contenus dans le volume  $V_1 = 20$  mL de solution de dichromate de potassium.

**1.3.** Déterminer la quantité de matière  $N_1$  (en mmol) d'ions dichromate restant après l'oxydation de l'éthanol. En déduire la quantité de matière  $N_2$  (en mmol) d'ions dichromate ayant réagi avec l'alcool.

**1.4.** Calculer la quantité de matière  $N_E$  (en mmol) d'éthanol contenu dans 1 L de S.

**1.5.** En déduire le degré alcoolique (en °) du vin utilisé.

On donne : masse volumique de l'éthanol :  $\rho = 780 \text{ kg m}^{-3}$ .

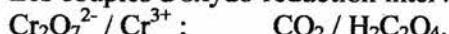
**EXERCICE 2****(15 points)**

*La cinétique chimique est l'étude de la vitesse des réactions chimiques.*

*Connaître la vitesse des réactions chimiques et être capable de la calculer est de toute première importance dans toutes les applications de la chimie.*

On étudie en fonction du temps l'évolution d'un mélange de 100 mL de solution d'acide oxalique de concentration  $C_1 = 0,08 \text{ mol/L}$  et de 100 mL de dichromate de potassium de concentration  $C_2 = 0,02 \text{ mol/L}$ .

Les couples d'oxydo-réduction intervenant dans cette réaction sont :

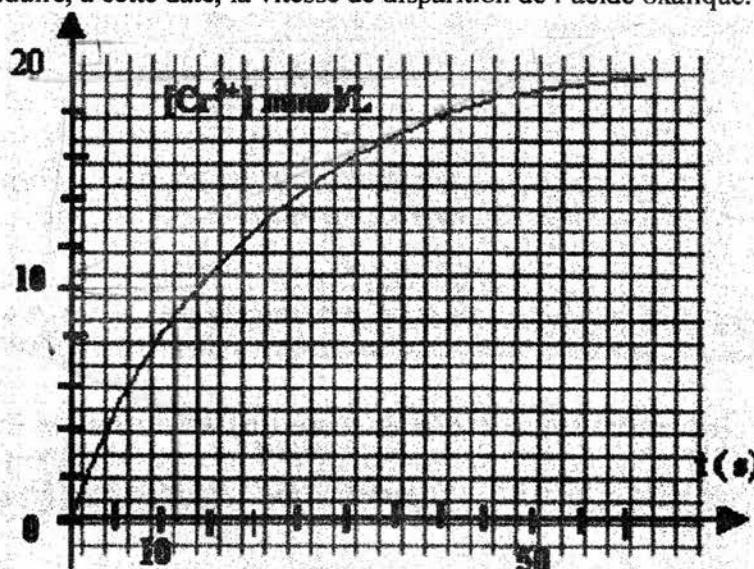


**2.1.** Ecrire l'équation bilan de cette réaction (en faisant apparaître l'ion oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ )

**2.2.** Les réactifs sont-ils dans les proportions stœchiométriques ? Justifier la réponse.

**2.3.** La température étant maintenue constante, on suit la concentration des ions  $\text{Cr}^{3+}$  formés au cours de la réaction (courbe ci-dessous).

Déterminer graphiquement la vitesse de formation des ions  $\text{Cr}^{3+}$  (en  $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ ) à la date 40 s. En déduire, à cette date, la vitesse de disparition de l'acide oxalique.



**2.4.** Déterminer par le calcul la valeur limite de la concentration des ions  $\text{Cr}^{3+}$  en mol/L.

**2.5.** En déduire le temps de demi-réaction.

**EXERCICE 3****(20 points)**

*Amines, amides, acides aminés et autres sont des composés organiques azotés qui jouent un rôle important dans le fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques. Les acides α-aminoïdes, en particulier, constituent les matières de base des polypeptides et des protéines qui peuvent intervenir dans les systèmes de régulation et jouer le rôle d'enzymes (catalyseurs biologiques).*

**3.1.** Ecrire la formule générale d'une amine primaire et celle d'un acide α - aminé.

**3.2.** Un acide α - aminé A donne, par décarboxylation, une amine primaire B de masse molaire  $31 \text{ g.mol}^{-1}$ . Donner la formule semi-développée et le nom de l'amine primaire B.

En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide α - aminé A.

**3.3.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'amine B avec l'eau. Préciser le couple acide/base auquel appartient B.

**3.4.** On considère une solution aqueuse de l'amine B de concentration initiale C. En supposant que la valeur de C est telle  $[OH^-] \ll C$ , démontrer que le pH de cette solution est donné par la relation :  $pH = 7 + \frac{1}{2} (pK_a + \log C)$ .

En déduire la valeur du pH d'une solution à  $10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup> de l'amine.

Le pKa du couple acide/base auquel appartient B vaut :  $pK_a = 10,7$

**3.5.** On désire synthétiser un dipeptide D à partir de l'acide  $\alpha$  - aminé A et de lalanine. Le groupe amine de lalanine est bloqué lors de cette synthèse. Ecrire l'équation-bilan de la synthèse du dipeptide D en mettant en évidence la liaison peptidique.

On donne la formule de lalanine:  $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ NH_2 \\ CH \\ | \\ C \\ || \\ O \\ OH \end{array}$

#### **EXERCICE 4 (25 points)**

*En chimie, les acides carboxyliques R-COOH constituent avec les acides sulfoniques R-SO<sub>3</sub>H les deux types d'acides de la chimie organique. On les trouve de manière abondante dans la nature, sous la forme d'acides gras (lipides) et ils sont très importants en chimie industrielle.*

**4.1.** Donner les formules semi-développées et les noms des isomères acides carboxyliques et esters de formule brute C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>.

**4.2.** On dissout m = 1,48 g d'un acide carboxylique (de formule C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>COOH) dans 1 L d'eau ; on obtient une solution aqueuse d'acide de concentration C<sub>a</sub>. On en prélève V<sub>a</sub> = 20 mL, on ajoute progressivement un volume V d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C<sub>b</sub> = 0,05 mol/L et on mesure le pH obtenu. On note V<sub>E</sub> le volume nécessaire pour obtenir l'équivalence.

**4.2.1.** Donner l'expression de la constante d'acidité du couple acido-basique C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>COOH / C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>COO<sup>-</sup>.

**4.2.2.** Ecrire l'équation chimique de la réaction entre l'acide C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>COOH et les ions HO<sup>-</sup>

**4.3.** Pour un volume V < V<sub>E</sub>

**4.3.1.** Exprimer K<sub>a</sub> en fonction de h = [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>], C<sub>a</sub>, C<sub>b</sub>, V<sub>a</sub>, V.

**4.3.2.** Quelle relation lie V<sub>E</sub> à C<sub>a</sub>, C<sub>b</sub>, V<sub>a</sub> ?

**4.4.** On pose y = h V.

**4.4.1.** Etablir la relation donnant y en fonction de K<sub>a</sub>, V<sub>E</sub> et V.

**4.4.2.** Recopier le tableau suivant et le compléter :

V (mL)	1	3	5	7
pH	4,02	4,65	5,09	5,72
h				
y				

**4.4.3.** Tracer y en fonction de V.

**4.4.4.** Déduire de cette courbe les valeurs de V<sub>E</sub> et de K<sub>a</sub>. Calculer C<sub>a</sub> et pK<sub>a</sub>.

**4.4.5.** Calculer la masse molaire M de cet acide.

Quelles sont sa formule et son nom ?

#### **EXERCICE 5 (25 points)**

*La vitamine C ou acide ascorbique est vendue en pharmacie sous forme de comprimés.*

*On cherche à retrouver dans l'exercice les valeurs de la masse m de vitamine C dans un comprimé et du pKa du couple acide / base correspondant.*

**Données à 25°C :**

masse molaire de l'acide ascorbique : 176 g/mol ; pK<sub>a</sub> = 4

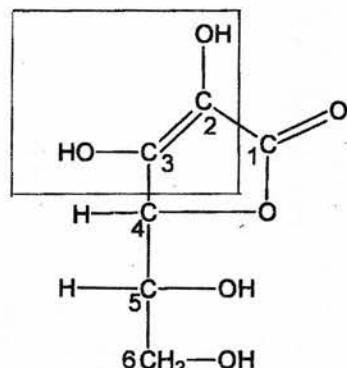
masse d'acide ascorbique dans un comprimé : 500 mg d'après le fabricant

concentration de la soude utilisée : C<sub>b</sub> = 0,02 mol/L

indicateur coloré	teinte acide	zone de virage	teinte basique
rouge de méthyle	rouge	4,2 - 6,2	jaune
rouge de créosol	jaune	7,2 - 8,8	rouge
hélianthine	rouge	3,1 - 4,4	jaune

**I La molécule d'acide ascorbique**

La formule brute de l'acide ascorbique est  $C_6H_8O_6$ , sa formule semi-développée est la suivante :



Les groupes encadrés correspondent à des fonctions énols.

5.1. Reproduire la formule de la molécule, entourer les autres groupes fonctionnels oxygénés, nommer les fonctions correspondantes.

5.2. Donner la définition d'un atome de carbone asymétrique. La molécule possède-t-elle un ou plusieurs atomes de carbones asymétriques ? Si oui, préciser le ou les numéros correspondant ?

**II. Manipulation**

Le comprimé écrasé est dissout dans un peu d'eau dans un bêcher. Le contenu du bêcher est transvasé dans une fiole jaugée de volume  $V=100 \text{ mL}$ . On complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, la solution obtenue est notée S. On prélève un volume  $V_a = 10 \text{ mL}$  de la solution S, on le verse dans un bêcher et on ajoute 20 mL d'eau distillée.

Le dosage pH-métrique par une solution d'hydroxyde de sodium donne les résultats représentés par le document de la page suivante.

L'acide ascorbique est représenté par la formule simplifiée AH.

5.3. Ecrire l'équation bilan de la réaction de dosage.

5.4. Calculer la constante de réaction et conclure.

5.5. Déterminer le point équivalent en indiquant la méthode utilisée.

Quelles sont les espèces chimiques majoritaires à l'équivalence ?

Justifier le caractère basique à l'équivalence.

5.6. Déterminer la concentration molaire  $C_a$  en acide ascorbique de la solution S.

En déduire la masse de vitamine C contenue dans un comprimé.

Calculer l'écart relatif avec la valeur indiquée par le fabricant et conclure.

5.7. En utilisant la courbe déterminer, en précisant la méthode, le  $pK_a$  du couple acide / base correspondant à l'acide ascorbique et comparer avec le résultat fourni.

5.8. Pourquoi ajoute-t-on de l'eau dans la solution S au moment du dosage ?

Cela a-t-il une influence sur le volume de soude versé à l'équivalence ? Justifier.

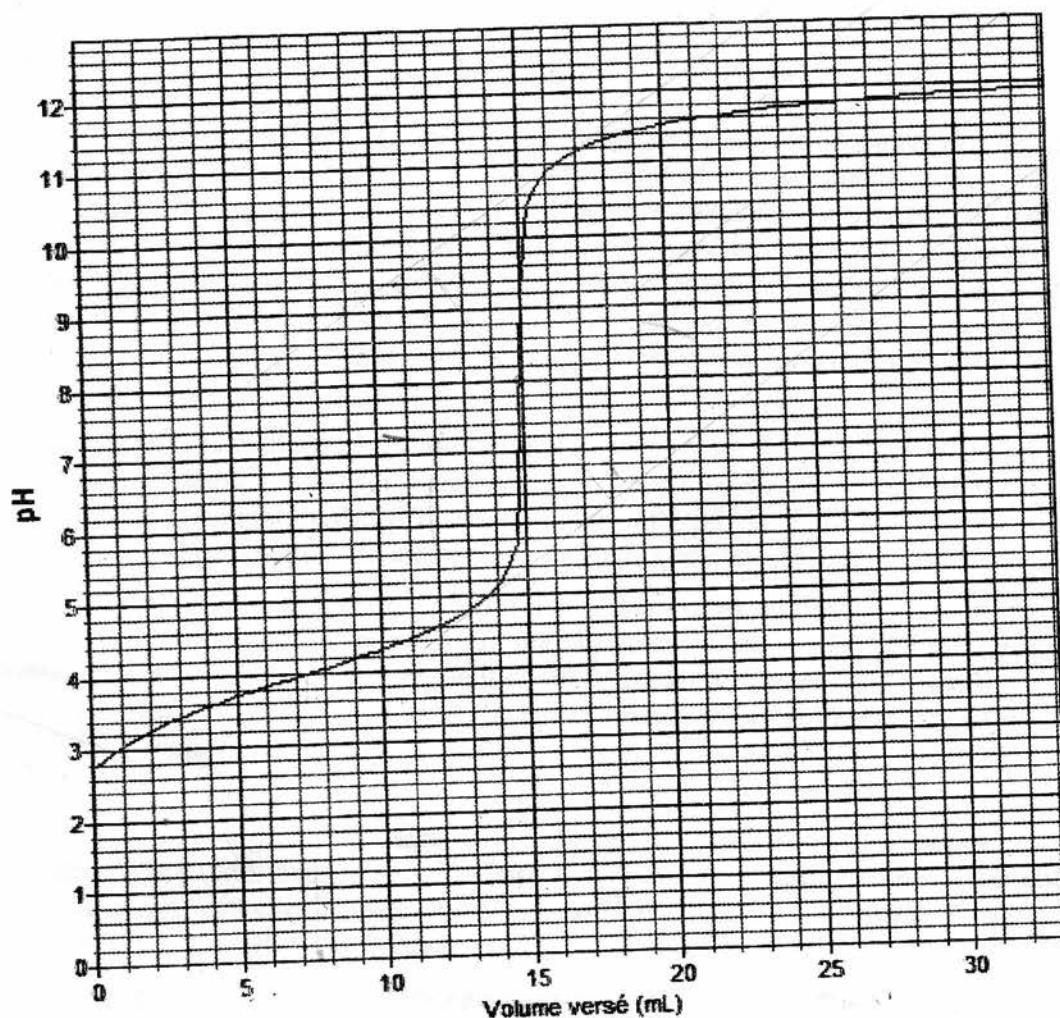
5.9. Un élève veut refaire le dosage sans utiliser de pH-mètre. Il réalise un dosage colorimétrique.

Quel est le rôle de l'indicateur coloré ?

Lequel doit-il choisir parmi ceux proposés ? Justifier.

**Masses molaires atomiques en g.mol<sup>-1</sup> : M(H) = 1 ; M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(N) = 14**

**Courbe de l'exercice 5**



5