



*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**MINISTÈRE DE LA DÉFENSE  
ET DES ANCIENS COMBATTANTS**



**ANNALES**  
**du concours d'admission**  
**d'élèves officiers**  
**médecins et pharmaciens**  
**à l'École de**  
**Santé des Armées**

**CONCOURS 2012**  
**(catégorie baccalauréat)**

# ANNALES

## EPREUVE DE COMPOSITION

Coefficient : 3    Durée : 1 heure 30.

### ANNEE 2006

*Avertissement.* Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies, de l'expression et de l'orthographe.

**SUJET :** « L'écrivain ou l'artiste qui pense beaucoup ne sera jamais celui de la multitude ? »

Vous commenterez et discuterez cette affirmation en vous appuyant sur des exemples empruntés à la littérature et autres formes d'art.

Votre développement, structuré, ne devra pas dépasser huit pages

### ANNEE 2007

*Avertissement.* Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies, de l'expression et de l'orthographe.

**SUJET :** L'écrivain argentin Alberto Manguel revendique que « lire c'est prendre le pouvoir ».

Vous discuterez ce rôle dévolu à la lecture en vous appuyant sur des exemples empruntés à votre culture.

Votre devoir ne devra pas dépasser deux copies doubles.

### ANNEE 2008

*Avertissement.* Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies, de l'expression et de l'orthographe.

**SUJET :** « Montesquieu écrit dans l'Esprit-des-lois : « *aujourd'hui nous recevons trois éducations différentes ou contraires : celles de nos pères, celle de nos maîtres, celle du monde. Ce qu'on nous dit dans la dernière renverse toutes les idées des premières* ».

Vous discuterez ce propos en vous appuyant sur des exemples empruntés à votre culture.

Vos développements ne doivent pas dépasser quatre feuilles, c'est-à-dire huit pages.

### ANNEE 2009

*Avertissement.* Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies, de l'expression et de l'orthographe.

**SUJET :** « *La science a fait de nous des dieux avant même que nous méritions d'être des hommes* ».

Jean Rostand.

Vous discuterez ce propos en structurant votre copie en un discours argumenté où vous devrez faire état de connaissances précises en littérature, philosophie ou histoire.

Vos développements ne doivent pas dépasser quatre feuilles, c'est-à-dire huit pages.

## ANNEE 2010

### Composition écrite

« Si je diffère de toi, loin de te léser, je t'augmente », Saint-Exupéry, *Lettre à un otage*. Cette évidence, tous nos réflexes la nient. Notre besoin superficiel de confort intellectuel nous pousse à tout ramener à des types et à juger selon la conformité aux types ; mais la richesse est dans la différence.

Beaucoup plus profond, plus fondamental, est le besoin d'être unique, pour « être » vraiment. Notre obsession est d'être reconnu comme une personne originale, irremplaçable ; nous le sommes réellement, mais nous ne sentons jamais assez que notre entourage en est conscient. Quel plus beau cadeau peut nous faire l'« autre » que de renforcer notre unicité, notre originalité, en étant différent de nous ? Il ne s'agit pas d'édulcorer les conflits, de gommer les oppositions ; mais d'admettre que ces conflits, ces oppositions doivent et peuvent être bénéfiques à tous.

La condition est que l'objectif ne soit pas la destruction de l'autre, ou l'instauration d'une hiérarchie, mais la construction progressive de chacun. Le heurt, même violent, est bienfaisant ; il permet à chacun de se révéler dans sa singularité ; la compétition, au contraire, presque toujours sournoise, est destructrice, elle ne peut aboutir qu'à situer chacun à l'intérieur d'un ordre imposé, d'une hiérarchie nécessairement artificielle, arbitraire.

Leçon première de la génétique est que les individus, tous différents, ne peuvent être classés, évalués, ordonnés : la définition de « races », utile pour certaines recherches, ne peut être qu'arbitraire et imprécise ; l'interrogation sur le « moins bon » et le « meilleur » est sans réponse ; la qualité spécifique de l'Homme, l'intelligence, dont il est si fier, échappe pour l'essentiel à nos techniques d'analyse ; les tentatives passées d'« amélioration » biologique de l'Homme ont été parfois simplement ridicules, le plus souvent criminelles à l'égard des individus, dévastatrices pour le groupe.

[...] Transformer notre patrimoine génétique est une tentation, mais cette action restera longtemps, espérons-le, hors de notre portée.

Cette réflexion peut être transposée de la génétique à la culture : les civilisations que nous avons secrétées sont merveilleusement diverses et cette diversité constitue la richesse de chacun de nous. Grâce à une certaine difficulté de communication, cette hétérogénéité des cultures a pu longtemps subsister ; mais, il est clair qu'elle risque de disparaître rapidement. Notre propre civilisation européenne a étonnamment progressé vers l'objectif qu'elle s'était donné : le bien-être matériel. Cette réussite lui donne un pouvoir de diffusion sans précédent, qui aboutit peu à peu à la destruction de toutes les autres ; tel a été le sort, pour ne citer qu'un exemple parmi tant d'autres, des Esquimaux d'Ammassalik, sur la côte Est du Groenland, dont R. Gessain a décrit la mort culturelle sous la pression de la « civilisation obligatoire ».

Lorsque l'on constate la qualité des rapports humains, de l'harmonie sociale dans certains groupes que nous appelons « primitifs », on peut se demander si l'alignement sur notre culture ne sera pas une catastrophe ; le prix payé pour l'amélioration du niveau de vie est terriblement élevé, si cette harmonie est remplacée par nos contradictions internes, nos tensions, nos conflits. Est-il encore temps d'éviter le nivellement des cultures ? La richesse à préserver ne vaut-elle pas l'abandon de certains objectifs qui se mesurent en produit national brut ou même en espérance de vie ?

Poser une telle question est grave ; il est bien difficile, face à cette interrogation, de rester cohérent avec soi-même, selon que l'on s'interroge dans le calme douillet de sa bibliothèque ou que l'on partage durant quelques instants la vie d'un de ces groupes qui nous émerveillent, mais où les enfants meurent, faute de nourriture ou de soins.

Pourrons-nous préserver la diversité des cultures sans payer un prix exorbitant ?

Albert JACQUARD, *Éloge de la différence*, 1978

1. **Résumé (10 points)**

Résumez le texte suivant en 130 mots (+/- 10%).

Vous insérerez une barre oblique tous les 20 mots sans oublier d'indiquer le nombre total de mots à la fin.

2. **Discussion (10 points)**

Choisissez une idée du texte qui vous paraît importante et intéressante et discutez-la dans un développement structuré.

Rappel :

**On appelle mot, toute unité typographique signifiante séparée d'une autre par un espace ou un tiret.**

**Exemples : c'est-à-dire = 4 mots - j'espère = 2 mots - après-midi = 2 mots.**

**Mais : aujourd'hui = 1 mot - socio-économique = 1 mot, puisque les deux unités typographiques n'ont pas de sens à elles seules ; a-t-il = 2 mots, car "t" n'a pas une signification propre.**

**Attention : un pourcentage, une date, un sigle = 1 mot.**

## ANNEE 2011

« Chacun sait que la Grèce a offert au monde l'expression parfaite et comme idéale de la justice et de la liberté. Ce n'est déjà pas mal ! Et ces deux grandes idées en ont entraîné d'autres dans leur sillage. Elles ont entraîné, bien entendu, le respect des lois (que l'on a rencontré à propos de la démocratie), ainsi que le civisme et le sens du courage. Mais elles ont entraîné aussi le désir de soutenir les opprimés, de libérer les victimes, de s'exposer pour leur défense : c'est là un des titres de gloire auxquels Athènes ne cesse de prétendre. Ces deux idées, combinées ensemble, se sont donc révélées toniques et ouvertes. Elles étaient déjà ouverture aux autres.

Mais ce point de départ éclatant ne doit pas faire oublier tout ce qui, par-delà la loi et ses règles, allait dans le même sens, plus discrètement.

Déjà la loi, pourquoi ? On l'a rencontrée ici dans le contexte politique de la démocratie : il est temps de remonter un peu plus haut ; avec les Grecs, c'est le mouvement à effectuer, toujours ! On mesure alors qu'elle constituait pour eux, avant tout, le contraire de la violence.

Les Grecs n'ont cessé de s'élever contre la violence. Ils ont détesté la guerre, l'arbitraire, le désordre.

Pour la guerre, cela est connu. Déjà chez Homère, la guerre est le lieu de l'héroïsme, mais aussi celui de la souffrance et de la mort. Arès, le dieu de la guerre, est en horreur même à Zeus : « Tu m'es le plus odieux de tous les Immortels qui habitent l'Olympe. Ton plaisir, toujours, c'est la querelle, la guerre et les combats » (*Il.*, V, 890-891).

La condamnation de la guerre traversera, en fait, tous les textes grecs. Elle est dans Hérodote, à qui elle inspire entre autres une formule célèbre : « Personne n'est assez fou pour préférer la guerre à la paix : dans la paix, les fils ensevelissent leurs pères, dans la guerre, les pères ensevelissent leurs fils » (I, 87). Elle est dans Eschyle, avec ses grands chœurs de douleur et l'image qui dit, à propos de la guerre de Troie : « Arès, changeur de mort, dans la mêlée guerrière a dressé ses balances et, d'Ilion, il renvoie aux parents, au sortir de la flamme, une poussière lourde de pleurs cruels – en guise d'hommes de la cendre, que dans des vases il entasse aisément ! (*Agamemnon*, 439-444). Elle est surtout dans Euripide, avec ces terribles tirades des *Suppliantes* disant que les hommes, dans leur folie, préfèrent « la guerre et l'asservissement du faible par le fort, de l'Etat par l'Etat, et de l'homme par l'homme ». Elle est aussi chez Aristophane. Elle est partout.

D'autre part, le texte d'Euripide cité en dernier montre bien que, derrière cette condamnation de la guerre pour les maux qu'elle cause, les Grecs discernaient bien que le principe même en était inadmissible : il supposait que l'on s'en remît à la force seule. Or ce scandale du règne de la force avait été perçu dès l'origine. Déjà Hésiode l'illustre dans le merveilleux apologue de l'épervier et du rossignol, qui a été cité plus haut, dans le chapitre relatif à Pindare.

La même protestation anime le *Prométhée* d'Eschyle, où l'arbitraire de Zeus a pour ministres Pouvoir et Force, ou, selon une traduction plus exacte, Force et Violence (au sens où l'on dit faire violence à quelqu'un). Elle se retrouve dans toutes les analyses relatives à la tyrannie et surtout à cette tyrannie entre Etats qu'est l'impérialisme : régner *bia(i)*, c'est régner par la contrainte, contre le gré des gens. Elle se retrouve dans les analyses abstraites et impitoyables de Thucydide (dans le dialogue de Mélos, au livre V) ou de Platon (avec le Calliclès du *Gorgias*).

La Grèce a été comme mobilisée contre la violence. C'est cela qui a inspiré son respect passionné de la loi. Mais ce sentiment s'est traduit également sous des formes plus larges, car à la violence s'oppose aussi la persuasion. »

Jacqueline de ROMILLY, *Pourquoi la Grèce ?*, 1992.

### 1. Résumé (8 points)

Résumez le texte en 150 mots (+/- 10 %)

Vous insérerez une barre oblique tous les 20 mots sans oublier d'indiquer le nombre total de mots à la fin.

### 2. Discussion (10 points)

« La guerre est le lieu de l'héroïsme, mais aussi celui de la souffrance et de la mort. »

Vous commenterez cette assertion et vous l'illustrerez par des exemples de votre choix, littéraires, culturels ou d'actualité. Vos développements ne doivent pas dépasser une copie double.

# EPREUVES DE MATHÉMATIQUES

Coefficient : 3      Durée : 1 heure 30

## ANNEE 2006

Avertissement : L'utilisation de calculatrices, de règles à calcul, de formulaires et de papier millimétré n'est pas autorisée. Il ne sera pas fait usage d'encre rouge. Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe.

*Le candidat traitera les trois exercices en respectant les notations du texte et la numérotation des questions.*

Aucun document ne sera rendu avec la copie.

### **EXERCICE 1 (6 POINTS)**

Dire si les propositions des parties A et B (qui sont indépendantes) sont vraies ou fausses.

Chaque réponse juste rapporte 1 point. Chaque réponse fautive enlève 0,5 point.

Une absence de réponse n'enlève ni ne rapporte aucun point. Si le total est négatif, la note de l'exercice est ramenée à 0.

Aucune justification n'est demandée.

**A.** Soient  $f$  et  $g$  deux fonctions quelconques continues et positives sur  $[0; +\infty[$ .

1. la fonction définie sur  $[0; +\infty[$  par  $x \mapsto \int_5^x f(t)dt$  a pour dérivée  $f$ .
2. la fonction définie sur  $[0; +\infty[$  par  $x \mapsto \int_5^x f(t)dt$  prend des valeurs toutes positives ou nulles.
3. Pour tous réels  $a$  et  $b$  de  $[0; +\infty[$ ,  $\int_a^b f(x)g(x)dx = \left(\int_a^b f(x)dx\right)\left(\int_a^b g(x)dx\right)$ .

**B.**

1.  $\int_0^\pi \sin x \cos x dx = 0$ .
2.  $\int_1^e \frac{(\ln x)^2}{x} dx = \frac{1}{3}$ .
3.  $\int_0^{-\pi} \sin^4 x dx = \int_0^\pi \sin^4 x dx$ .

### **EXERCICE 2 (8 POINTS)**

$z$  étant un complexe, on note  $(S)$  le système 
$$\begin{cases} |z| = |z - 6| \\ \arg(z^2) = \frac{\pi}{2} + 2k\pi, k \in \mathbb{Z} \end{cases}$$

Le plan est rapporté à un repère orthonormal direct  $(O; \vec{u}; \vec{v})$ .

1. Donner le module et un argument des trois complexes suivants :  $a = \sqrt{3} + i$        $b = -2 + 2i$   
 $c = 3 + 3i$
2. Parmi les complexes  $a$ ,  $b$  et  $c$  quels sont ceux qui sont solutions du système  $(S)$ ? (on justifiera la réponse).
3.  $M$  étant le point d'affixe  $z$  et  $A$  étant le point d'affixe 6, traduire géométriquement les deux contraintes de  $(S)$ .
4. Résoudre le système  $(S)$  par la méthode de votre choix.

### EXERCICE 3 (6 POINTS)

On considère la suite  $(u_n)$  de réels strictement positifs définie par :  $u_0 = 2$  et, pour tout  $n$  de  $\mathbb{N}$ ,

$$\ln(u_{n+1}) = 1 + \ln(u_n).$$

1. Exprimer  $u_{n+1}$  en fonction de  $u_n$  et préciser la nature de la suite  $(u_n)$ .

2. Déterminer la monotonie de la suite  $(u_n)$  et préciser sa limite.

3. Exprimer la somme  $\sum_{k=0}^n u_k$  en fonction de  $n$ .

4. Exprimer la somme  $\sum_{k=1}^n \ln(u_k)$  en fonction de  $n$ . En déduire le calcul de  $u_1 \times u_2 \times \dots \times u_n$  en fonction de  $n$ .

### ANNEE 2007

Avertissement : L'utilisation de calculatrices, de règles à calcul, de formulaires et de papier millimétré n'est pas autorisée. Il ne sera pas fait usage d'encre rouge. Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe.

*Le candidat traitera les trois exercices en respectant les notations du texte et la numérotation des questions.*

**Aucun document ne sera rendu avec la copie.**

Les réponses de l'exercice n°1 (QCM) seront données sur une grille prévue à cet effet.  
Les exercices n°2 et n°3 seront traités sur une copie à part.

#### **I) EXERCICE N°1 (7 POINTS)**

*Pour chacune des questions une seule des quatre affirmations A, B, C et D est exacte.*

*Vous répondrez en recopiant le tableau fourni à la fin de cet exercice et en cochant pour chaque question la réponse qui vous semble exacte. Aucune justification n'est demandée.*

*Toute réponse juste est comptée +0,5 point. Toute réponse fautive est comptée -0,25 point.*

*Une absence de réponse est comptée 0 point. Si le total est négatif, la note est ramenée à 0.*

1) Soient A et B deux événements distincts de probabilité non nulle. Alors :

$$A : p_A(B) = p_B(A)$$

$$B : p_A(B)p(A \cap B) = p(A)$$

$$C : p_A(B)p_B(A) = \frac{(p(A \cap B))^2}{p(A)p(B)}$$

$$D : p(A \cap B) = p(A)p_B(A)$$

2) On effectue un tirage simultané de 2 boules indiscernables au toucher parmi 10. Combien y a-t-il de tirages différents ?

A : 100

B : 90

C : 45

D : 20

3) Soient A et B deux événements distincts de probabilité non nulle.

A : Si A et B sont incompatibles alors ils sont indépendants

B : Si A et B sont indépendants alors ils sont incompatibles

C : Si A et B sont indépendants alors ils ne sont pas incompatibles

D : Si A et B sont incompatibles alors A et  $\bar{B}$  le sont aussi

4) Les solutions de l'équation différentielle  $y' + 2y = 0$  sont les fonctions :

- A :  $x \mapsto ke^{2x}$                       B :  $x \mapsto ke^{\frac{1}{2}x}$                       C :  $x \mapsto ke^{-2x}$                       D :  
 $x \mapsto ke^{-\frac{x}{2}}$

( $k$  désigne une constante réelle)

- 5)  $e^{-3 \ln 4}$  est égal à : A : -12                      B :  $\frac{1}{12}$                       C :  $\frac{1}{81}$

D :  $\frac{1}{64}$

6) La fonction dérivée sur  $\mathbb{R}$  de la fonction  $x \mapsto \sqrt{e^{3x}}$  est la fonction :

- A :  $x \mapsto \frac{1}{2\sqrt{e^{3x}}}$                       B :  $x \mapsto \frac{3}{2}e^{\frac{3x}{2}}$                       C :  $x \mapsto \sqrt{e^{3x}}$                       D :  
 $x \mapsto \frac{3}{2\sqrt{e^{3x}}}$

- 7)  $\lim_{x \rightarrow +\infty} x \left(\frac{1}{2}\right)^x$  est égale à : A : 0                      B : 1                      C :  $+\infty$                       D :  $\frac{1}{2}$

8) Une primitive sur  $\mathbb{R}$  de la fonction  $x \mapsto xe^x$  est la fonction :

- A :  $x \mapsto (x-1)e^x$                       B :  $x \mapsto xe^x$                       C :  $x \mapsto (x+1)e^x$                       D :  $x \mapsto \frac{x^2}{2}e^x$

9) Soient  $(u_n)$  et  $(v_n)$  deux suites telles que, pour tout  $n \in \mathbb{N}$ ,  $u_n < v_n$ .

- A : Si  $(u_n)$  diverge alors  $(v_n)$  diverge                      B : Si  $(v_n)$  est bornée alors  $(u_n)$  est majorée

- C : Si  $(u_n)$  est croissante alors  $(v_n)$  aussi                      D : Si  $(u_n)$  est bornée alors  $(v_n)$  converge

10) Dans l'espace rapporté à un repère orthonormal  $(O; \vec{i}; \vec{j}; \vec{k})$ , l'ensemble des points M de coordonnées  $(x; y; z)$

tels que  $2x + y - 3 = 0$  est :

- A : Une droite de vecteur directeur  $\vec{u}(-1; 2; 0)$                       B : Un plan de vecteur normal  $\vec{n}(2; 1; 0)$   
 C : Un plan parallèle au plan  $(xOy)$                       D : Un plan passant par le point H(0 ; -3 ; 3)

11) Soit  $z$  un complexe non nul et  $z'$  défini par  $z' = -\frac{3}{\bar{z}}$  où  $\bar{z}$  est le conjugué de  $z$ . Pour tout  $z \neq 0$ ,

- A :  $\arg(z') = \arg(z) + 2k\pi, k \in \mathbb{Z}$                       B :  $\arg(z') = -\arg(z) + 2k\pi, k \in \mathbb{Z}$   
 C :  $\arg(z') = \arg(z) + \pi + 2k\pi, k \in \mathbb{Z}$                       D :  $\arg(z') = 3\arg(z) + 2k\pi, k \in \mathbb{Z}$



12) La transformation du plan dans lui-même d'écriture complexe  $z' = -iz + 3 + i$  est :

A : une homothétie                      B : une symétrie centrale                      C : une rotation                      D :  
une translation

13) Le complexe  $-5 + 5i\sqrt{3}$  a pour argument :    A :  $\frac{\pi}{3}$                       B :  $-\frac{\pi}{3}$                       C :  $\frac{2\pi}{3}$

D :  $\frac{4\pi}{3}$

14) Le réel  $\int_0^1 e^{\frac{x}{2}} dx$  est égal à :    A :  $2(\sqrt{e} - 1)$                       B :  $\frac{e-1}{2}$                       C :  $\frac{1}{2}(e^{\frac{1}{2}} - 1)$

D :  $e^{\frac{1}{2}} - 1$

### II) EXERCICE N°2 (7,5 POINTS)

Soit  $f$  la fonction définie sur  $]0; +\infty[$  par  $f(x) = \frac{\ln x}{x}$  et  $C_f$  sa courbe représentative dans un repère orthonormal du plan.

1) Donner la fonction dérivée de  $f$ . En déduire le sens de variation de  $f$ .

2) Calculer et simplifier  $f(e)$ ,  $f(e^2)$  et  $f\left(\frac{1}{e}\right)$ .

3) Donner une équation de la tangente à  $C_f$  au point d'abscisse  $\frac{1}{e}$ .

4) On considère la suite  $(u_n)$  définie pour  $n \geq 3$  par  $u_n = \sum_{k=3}^n \frac{\ln k}{k}$ .

Comparer  $u_n$  à  $\int_3^{n+1} f(x) dx$  et en déduire  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n$ .

5) Montrer qu'il existe un seul couple d'entiers naturels non nuls  $x < y$  tels que  $x^y = y^x$ .

### III) EXERCICE N°3 (5,5 POINTS)

Soit  $(u_n)$  la suite définie par  $u_0 = a$ ,  $a > 0$ , et, pour tout  $n \in \mathbb{N}$ ,  $2u_{n+1} = 3u_n^2$ .

1) Montrer que tous les termes de la suite  $(u_n)$  sont strictement positifs.

2) Exprimer les termes  $u_1$  et  $u_2$  en fonction de  $a$ .

3) On pose, pour  $n \in \mathbb{N}$ ,  $v_n = \ln(u_n) + \ln\left(\frac{3}{2}\right)$ . Déterminer la nature de la suite  $(v_n)$ .

4) Exprimer  $v_n$  puis  $u_n$  en fonction de  $n$ . A quelle condition sur  $a$  la suite  $(u_n)$  converge-t-elle ?

## ANNEE 2008

Avertissement : L'utilisation de calculatrices, de règles à calcul, de formulaires et de papier millimétré n'est pas autorisée. Il ne sera pas fait usage d'encre rouge. Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe.

*Le candidat traitera les trois exercices en respectant les notations du texte et la numérotation des questions.*

Aucun document ne sera rendu avec la copie.

Les réponses de l'exercice n°1 (QCM) seront données sur une grille prévue à cet effet.  
Les exercices n°2 et n°3 seront traités sur une copie à part.

### **1) EXERCICE N°1 (7 POINTS)**

*Pour chacune des questions, une seule des quatre affirmations A, B, C ou D est exacte.*

*On demande au candidat de signaler sans justification la réponse qui lui paraît exacte en répondant sur la grille prévue à cet effet.*

*Toute réponse juste est comptée +0,5 point. Toute réponse fautive est comptée -0,25 point.*

*Une absence de réponse est comptée 0 point. Si le total est négatif, la note est ramenée à 0.*

1)  $\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - i\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^{2008}$  est :    A : imaginaire pur    B : un réel positif  
C : un réel négatif    D : ni réel ni imaginaire pur

2) On pose  $z = -e^{i\frac{\pi}{3}}$ . Alors :    A :  $|z| = -1$     B :  $\bar{z} = -e^{-i\frac{\pi}{3}}$   
C : un argument de  $z$  est  $-\frac{\pi}{3}$     D :  $z^3 = -1$

3) La transformation du plan dans lui-même d'écriture complexe  $z' = -\frac{\sqrt{2}}{2}(1+i)z$  est :  
A : une rotation    B : une homothétie    C : une symétrie    D : une translation

4) Pour tous réels  $a$  et  $b$  strictement positifs,  $e^{-\ln a} + e^{\ln b}$  est égal à :  
A :  $b - a$     B :  $\frac{ab+1}{a}$     C :  $\frac{b}{a}$     D :  $-ab$

5)  $e^{-e \ln e}$  est égal à :    A :  $\frac{1}{e}$     B : 0    C :  $\frac{1}{e^e}$     D :  $-e$

6)  $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{x}{2^x}$  est égale à :    A :  $+\infty$     B : 1    C : 0    D :  $-\infty$

7) La fonction dérivée sur  $]0; +\infty[$  de la fonction  $x \mapsto \ln(\sqrt{2x})$  est la fonction :

A :  $x \mapsto \frac{1}{2\sqrt{x}}$     B :  $x \mapsto \frac{1}{\sqrt{2x}}$     C :  $x \mapsto \frac{1}{x\sqrt{2}}$     D :  
 $x \mapsto \frac{1}{2x}$

8)  $\int_0^1 xe^{-x} dx$  est égale à :    A :  $e^{-1}$     B : 0    C :  $1 - \frac{2}{e}$     D :  $1 - 2e$

9)  $\int_1^e \frac{\ln x}{x} dx$  est égale à :    **A** : 1                      **B** :  $\frac{1}{2}$                       **C** :  $\frac{e^2}{2}$                       **D** :  $e^2$

10) Si  $n$  est un entier supérieur ou égal à 3, alors la somme  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \dots + \frac{1}{2^n}$  est égale à :

**A** :  $1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n$                       **B** :  $1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1}$                       **C** :  $\frac{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n}{1 - \frac{1}{2}}$                       **D** :  $2 - \left(\frac{1}{2}\right)^n$

11)  $(a_n)$ ,  $(b_n)$  et  $(c_n)$  désignent trois suites de réels, telles que pour tout  $n \in \mathbb{N}$ , on ait simultanément  $a_n \leq b_n$  et  $b_n \leq c_n$ .

**A** : Si  $(a_n)$  et  $(c_n)$  convergent, alors  $(b_n)$  converge.    **B** : Si  $(b_n)$  converge, la suite  $\left(\frac{1}{b_n}\right)$

converge

**C** : Si  $(b_n)$  converge, la suite  $(a_n)$  converge    **D** : Si  $(a_n)$  est croissante et  $(c_n)$  décroissante, alors  $(a_n)$  converge

12) On dispose de six souris, trois mâles et trois femelles. On veut en choisir deux (de sexe opposé) afin qu'elles se reproduisent. De combien de manières ce choix peut-il s'effectuer ?

**A** : 6                      **B** : 8                      **C** : 15                      **D** : 9

13) On suppose qu'une variable aléatoire  $X$  suit une loi exponentielle de paramètre  $\lambda > 0$ . Alors  $p(X > 5)$  est égal à :

**A** :  $e^{-5\lambda}$                       **B** :  $1 - e^{-5\lambda}$                       **C** :  $e^{-5\lambda} - 1$   
**D** :  $1 + e^{-5\lambda}$

14) On considère les deux plans de l'espace  $E$  rapporté à un repère orthonormal direct  $(O; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ ,  $\Pi_1$  et

$\Pi_2$ , définis par :

$\Pi_1 : 3x - y + z - 3 = 0$  et  $\Pi_2 : x + y - z + 1 = 0$ . Alors  $\Pi_1 \cap \Pi_2$  est une droite de vecteur directeur :

**A** :  $\vec{n}_1 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$                       **B** :  $\vec{n}_2 \begin{pmatrix} 0,5 \\ 0 \\ 1,5 \end{pmatrix}$                       **C** :  $\vec{n}_3 \begin{pmatrix} 3 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$                       **D** :  $\vec{n}_4 \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$

## II) EXERCICE N°2 (7 POINTS)

On considère la fonction réelle  $f$  définie par  $f(x) = \ln \left[ \frac{3x-6}{x+4} \right]$  où  $\ln$  désigne la fonction logarithme népérien.

1) Déterminer l'ensemble de définition  $D_f$  de la fonction  $f$ .

2) Résoudre dans  $D_f$  l'équation  $f(x) = 0$ .

- 3) a) Calculer  $f'(x)$  pour toutes les valeurs  $x$  de l'ensemble  $D_f$ .  
 b) Déterminer une équation de la tangente à la courbe représentative de  $f$  au point d'abscisse 5.
- 4) a) Soit  $a \in \mathbb{R}$ . Pour tout  $x \in ]-a; +\infty[$ , calculer l'expression de la dérivée de la fonction  $x \mapsto (x+a)\ln(x+a)$ .  
 b) En déduire une primitive de  $f$  sur l'intervalle  $]2; +\infty[$ .  
 c) Le plan  $P$  étant muni d'un repère orthonormal  $(O; \vec{i}; \vec{j})$ , donner la valeur de l'aire du domaine délimité par la courbe représentative de  $f$ , l'axe des abscisses et les droites d'équation  $x = 5$  et  $x = 8$ .
- On exprimera le résultat en unité d'aire du repère, à l'aide des valeurs de  $\ln 2$  et  $\ln 3$ .*

### III) EXERCICE N°3 (6 POINTS)

Le plan complexe est rapporté au repère orthonormal direct  $(O; \vec{u}; \vec{v})$ .

A tout nombre complexe  $z$  non nul, on associe les points A, B et C d'affixes respectives  $a = z$ ,  $b = \bar{z}$  et  $c = \frac{z^2}{\bar{z}}$ .

- 1) On note  $r$  le module de  $z$  et  $\theta$  un argument de  $z$ . Exprimer en fonction de  $r$  et de  $\theta$  le module et un argument de  $b$  et  $c$ .
- 2) Comment faut-il choisir  $z$  pour que les points A, B et C soient distincts deux à deux ?  
*Dans la suite de l'exercice, on supposera cette condition réalisée.*
- 3) a) Montrer que les points A, B et C appartiennent à un même cercle de centre O.  
 b) Montrer que  $AB=AC$ .  
 c) Le point A étant donné, indiquer une construction géométrique succincte à la règle et au compas des points B et C.
- 4) Montrer qu'une mesure de l'angle  $(\overline{CB}, \overline{CA})$  est  $\theta$  ou  $\theta + \pi$ .

### ANNEE 2009

Avertissement : L'utilisation de calculatrices, de règles à calcul, de formulaires et de papier millimétré n'est pas autorisée. Il ne sera pas fait usage d'encre rouge. Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe.

*Le candidat traitera les trois exercices en respectant les notations du texte et la numérotation des questions.*

Aucun document ne sera rendu avec la copie.

Les réponses de l'exercice n°1 (QCM) seront données sur une grille prévue à cet effet.  
 Les exercices n°2 et n°3 seront traités sur une copie à part.

### EXERCICE N°1 (8 points)

On considère la fonction réelle  $f$  définie sur  $\mathbb{R}$  par :  $f(x) = xe^{-x}$ , et on note  $C$  sa courbe représentative dans un repère orthonormal  $(O; \vec{i}; \vec{j})$ .

- 1) Pour tout  $x \in \mathbb{R}$ , donner une expression de  $f'(x)$ .
- 2) Etudier le sens de variation de  $f$  sur  $\mathbb{R}$ .
- 3) Etudier les limites de  $f$  aux bornes de son ensemble de définition.
- 4) Donner une équation de la tangente à  $C$  au point d'abscisse 0.
- 5) Soit  $m \in \mathbb{N}^*$ ,  $m \geq 2$ . Prouver que l'aire, en unité d'aires, de la portion de plan comprise entre  $C$ , l'axe des abscisses et les droites d'équations respectives  $x = 1$  et  $x = m$  est égale à  $\frac{2}{e} - (m+1)e^{-m}$ .  
Quelle est la valeur limite de cette aire lorsque  $m$  tend vers  $+\infty$  ?

6) On considère la suite  $(u_n)$  définie par :  $u_1 = \frac{1}{e}$  et, quel que soit  $n \in \mathbb{N}^*$ ,  $u_{n+1} = \frac{1}{e} \left(1 + \frac{1}{n}\right) u_n$ .

- a) Calculer  $u_2$ ,  $u_3$  et  $u_4$ .
- b) Conjecturer une expression de  $u_n$  en fonction de  $n$  puis démontrer cette conjecture.
- c) En utilisant les questions précédentes, déterminer le sens de variation de  $(u_n)$  puis sa limite.

### EXERCICE N°2 (6 points)

- 1) Résoudre dans l'ensemble des complexes l'équation suivante :  $z^2 - 8z + 25 = 0$ .
- 2) Dans le plan complexe muni du repère orthonormal direct  $(O; \vec{u}; \vec{v})$ , on considère les points  $A$  et  $B$  d'affixes respectives  $z_A = 4 + 3i$  et  $z_B = 1 + 7i$ .

- a) Calculer  $\frac{z_A}{z_A - z_B}$ . On donnera le résultat sous forme algébrique.
- b) Interpréter géométriquement le résultat obtenu, et en déduire la nature du triangle  $OAB$ .

3) Soit  $I$  le milieu de  $[OB]$ . On désigne par  $C$  le symétrique de  $A$  par rapport à  $I$ . Quelle est l'affixe du point  $C$  ? Que peut-on en déduire concernant le quadrilatère  $OABC$  ?

### EXERCICE N°3 (6 points)

Pour chacune des questions, une seule des quatre affirmations A, B, C ou D est exacte.

On demande au candidat de signaler **sans justification** la réponse qui lui paraît exacte **en répondant sur la grille prévue à cet effet**.

Toute réponse juste est comptée +0,5 point. Toute réponse fautive est comptée -0,25 point.

Une absence de réponse est comptée 0 point. Si le total est négatif, la note est ramenée à 0.

Pour les quatre premières questions, on considère une fonction  $f$  définie sur  $]0; +\infty[$ , dont on note  $C$  la représentation graphique dans un repère orthonormal  $(O; \vec{i}; \vec{j})$  et dont le tableau de variations est le suivant :

$x$	0	$\frac{1}{e}$	$e$	5	$+\infty$			
$f'(x)$		-	0	+	0	-	0	+
$f(x)$	5		$\ln\left(\frac{1}{2}\right)$	3		$e-2$		2

On peut alors affirmer que :

1) L'équation  $f(x) = 0$  admet :

- A) 0 solution      B) 1 seule solution      C) exactement 2 solutions      D) 3

solutions ou plus

2) La courbe  $C$  :

A) n'admet aucune asymptote    B) admet une unique asymptote    C) admet 2 asymptotes    D) admet 3 asymptotes ou plus

3) La tangente à  $C$  au point d'abscisse 3 peut avoir pour équation :

- A)  $y = 2x + 4$       B)  $y = -x + 5$       C)  $y = -4$       D)  $x = 3$

4) Le réel  $I = \int_5^7 f(x) dx$  vérifie la relation :

- A)  $I \geq 6$       B)  $1 \leq I \leq 4$       C)  $0 \leq I \leq 1$       D)  $4 \leq I \leq 6$

5)  $\int_e^{e^2} \frac{1}{x \ln x} dx$  est égal à : A)  $\ln 2$       B) 2      C) 3      D) 1

6) La valeur moyenne sur  $[0; 2]$  de la fonction  $f : x \mapsto e^{\frac{x}{2}}$  est :

- A)  $e + 1$       B)  $2(e - 1)$       C)  $\frac{1}{2}(e - 1)$       D)  $e - 1$

7)  $A$  et  $B$  sont deux événements tels que  $p(A \cap B) = \frac{2}{5}$ ,  $p_A(B) = \frac{3}{5}$ . Alors  $p(A)$  est égal à :

- A)  $\frac{2}{3}$       B)  $\frac{3}{2}$       C)  $\frac{6}{25}$       D)  $\frac{3}{5}$

8) Dans une loterie de fête foraine, on considère que le nombre de billets est suffisamment grand pour affirmer qu'un billet sur quatre est gagnant. Un joueur achète quatre billets. La probabilité qu'il possède au moins un billet gagnant est :

- A) 1      B)  $\frac{3}{4}$       C)  $\frac{175}{256}$       D)  $\frac{27}{64}$

9) On considère l'équation différentielle  $(E) : 2y' - 3y = 6$ . Une fonction  $f$  solution de  $(E)$  est :

- A)  $f : x \mapsto e^{\frac{3}{2}x} + 2$       B)  $f : x \mapsto e^{\frac{-3}{2}x} - 2$       C)  $f : x \mapsto \frac{2}{3} \left( e^{\frac{3}{2}x+1} - 3 \right)$       D)

$$f : x \mapsto \frac{2}{3} \left( e^{\frac{-3}{2}x+1} - 3 \right)$$

10)  $(u_n)$ ,  $(v_n)$  et  $(w_n)$  sont trois suites réelles telles que  $(u_n)$  est croissante,  $(v_n)$  est décroissante.

On suppose de plus que, pour tout  $n \in \mathbb{N}$ ,  $u_n \leq v_n \leq w_n$ . On peut alors affirmer que :

- A)  $(u_n)$  diverge      B)  $(u_n)$  et  $(v_n)$  sont adjacentes      C)  $(v_n)$  converge      D)  $(w_n)$  converge

11) Soient  $A, B$  et  $C$  trois points non alignés de l'espace. Parmi les égalités suivantes, quelle est celle pour laquelle

l'ensemble des points  $M$  solutions est une sphère de l'espace ?

- A)  $\|2\overline{MA} + \overline{MB} - \overline{MC}\| = 3$     B)  $\|2\overline{MA} + \overline{MB} - \overline{MC}\| = \|\overline{MA} + \overline{MB}\|$     C)  $\|\overline{MA}\| = \|\overline{MB}\|$     D)  $(\overline{MA} + \overline{MB}) \cdot (\overline{MA} - \overline{MB}) = 0$

12) L'espace étant rapporté à un repère orthonormal  $(O; \vec{i}; \vec{j}; \vec{k})$ , le plan d'équation  $3x - z + 1 = 0$  est parallèle à :

- A) l'axe  $(O; \vec{i})$     B) l'axe  $(O; \vec{j})$     C) le plan  $(O; \vec{i}; \vec{j})$     D) la droite passant par  $O$  et de vecteur directeur  $\vec{v}(3; 0; -1)$

## ANNEE 2010

Avertissement : L'utilisation de calculatrice, de règle de calcul, de formulaire et de papier millimétré n'est pas autorisée.

Il ne sera pas fait usage d'encre rouge.

Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe.

Les candidats traiteront les trois exercices.

Les réponses de l'exercice n°1 (QCM) seront données sur une grille prévue à cet effet.

Les exercices n°2 et n°3 seront traités sur une copie à part.

### EXERCICE N°1 (7 points)

Pour chacune des questions, une seule des quatre affirmations A, B, C ou D est exacte.

On demande au candidat de signaler sans justification la réponse qui lui paraît exacte en cochant la case sur la grille prévue à cet effet (Voir annexe).

Toute réponse juste est comptée **+1** point. Toute réponse fautive est comptée **-0,5** point. Une absence de réponse est comptée 0 point. Si le total est négatif, la note est ramenée à 0.

1. La solution de l'équation différentielle (E) :  $y' = -\frac{1}{4}y$  vérifiant la condition initiale  $y(0) = e$  est :

- A.  $y = e^{\frac{1}{4}x+1}$     B.  $y = e^{-\frac{1}{4}x}$     C.  $y = e^{-4x+1}$     D.  $y = e^{\frac{1}{4}x+1}$

2. Les suites de termes généraux donnés ci-dessous sont divergentes

- A.  $\left(\cos \frac{1}{n+1}\right)$     B.  $\frac{\sin n}{\ln(n+2)}$     C.  $\frac{e^n}{n+1}$     D.  $\frac{\ln(n+1)}{n+1}$

3. Soit  $f$  la fonction numérique définie sur  $\mathbf{R}$  par  $f(x) = 3^x + \sin[\pi x]$ .

- A.  $f'(1) = 3 \ln 3 - \pi$     B.  $f'(1) = 0$   
C.  $f'(1) = -\pi$     D.  $f'(1) = 3 \ln 3 - 1$

4. On considère les intégrales  $I = \int_0^{\frac{\pi}{2}} t \cos^2 t \, dt$  et  $J = \int_0^{\frac{\pi}{2}} t \sin^2 t \, dt$ .

- A.  $I + J = \pi$     B.  $I + J = \frac{\pi^2}{4}$     C.  $I + J = \frac{\pi}{2}$     D.  $I + J = \frac{\pi^2}{8}$

5. On pose pour tout  $x \in \mathbb{R}$ ,  $g(x) = xe^{-x}$ , alors :

A.  $\int_0^1 g(x) dx = 2e - 1$       B.  $\int_0^1 g(x) dx = e$   
 C.  $\int_{-1}^1 g(x) dx = 0$       D.  $\int_{-1}^1 g(x) dx = 2e$

6. Une urne contient **8** boules dont **3** rouges et **5** noires, et **6** cubes dont **2** rouges et **4** noirs. On effectue un tirage de deux objets simultanément, en supposant les tirages équiprobables. Alors la probabilité de tirer un cube et une boule de couleurs différentes est :

A.  $\frac{22}{91}$       B.  $\frac{69}{91}$       C.  $\frac{1}{182}$       D.  $\frac{2}{91}$

7. Soit  $z = \sin \theta + i \cos \theta$  alors :

A.  $\arg(z) = \theta$       B.  $\arg(z) = \pi - \theta$       C.  $\arg(z) = \frac{\pi}{2} - \theta$       D.  $\arg(z) = \theta + \frac{\pi}{2}$

**EXERCICE N°2 : (6 points)**

On considère la fonction  $f$  définie sur  $]-\infty; 1[ \cup ]1; +\infty[$  par  $f(x) = e^{\frac{x+1}{x-1}}$  et on appelle  $C_f$  la courbe représentative de la fonction  $f$  dans le plan muni d'un repère orthonormé  $(O; \vec{i}, \vec{j})$

1. Justifier que la courbe  $C_f$  admet une asymptote horizontale et une asymptote verticale dont on précisera les équations.

2. Justifier rigoureusement que la fonction  $f$  est dérivable sur  $]-\infty; 1[ \cup ]1; +\infty[$  et calculer  $f'(x)$  pour tout réel  $x$  appartenant à  $]-\infty; 1[ \cup ]1; +\infty[$ .

3. Dresser alors le tableau de variation complet de la fonction  $f$  en précisant les limites aux bornes de l'ensemble de définition.

**EXERCICE N°3 : (7 points)**

Dans le plan complexe rapporté à un repère orthonormal direct  $(O; \vec{u}, \vec{v})$ , on considère les points  $A, B, C$  d'affixes respectives  $z_A = 4$ ,  $z_B = 2 + 2\sqrt{3}i$  et  $z_C = -2 + 2\sqrt{3}i$ .

1. Quelle est la nature du quadrilatère  $OABC$  ? Justifier.

2. Soit  $E$  le point d'intersection des diagonales  $(OB)$  et  $(AC)$ . Démontrer que l'affixe du point  $E$  est donnée par  $z_E = 1 + \sqrt{3}i$ , puis mettre cette affixe sous forme exponentielle.

A partir du point  $E$ , on construit la suite de points suivants :

$M_1$  est défini par  $OM_1 = \frac{1}{2}OE$  et  $(\vec{OE}; \vec{OM_1}) = \frac{\pi}{3} (2\pi)$ . Chaque point  $M_{n+1}$  est obtenu en fonction du précédent par les relations suivantes :

$OM_{n+1} = \frac{1}{2}OM_n$  et  $(\vec{OM_n}; \vec{OM_{n+1}}) = \frac{\pi}{3} (2\pi)$ .

Pour tout entier naturel  $n$ , on appelle  $z_n$  l'affixe du point  $M_n$ .

3.

a. Déterminer l'affixe  $z_1$  du point  $M_1$ .



b. Exprimer  $z_{n+1}$  en fonction de  $z_n$ .

c. En déduire l'expression de  $z_n$  en fonction de  $n$ , pour  $n$  entier naturel non nul.

### **ANNEE 2011**

Avertissement : L'utilisation de calculatrice, de règle de calcul, de formulaire et de papier millimétré n'est pas autorisée.

Il ne sera pas fait usage d'encre rouge.

Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe.

Les candidats traiteront les trois exercices.

Les réponses de l'exercice n°1 (QCM) seront données sur une grille prévue à cet effet.

Les exercices n°2 et n°3 seront traités sur une copie à part.

#### **EXERCICE N°1 : (6 points)**

Pour chacune des questions, une seule des quatre affirmations A, B, C ou D est exacte.

On demande au candidat de signaler **sans justification** la réponse qui lui paraît exacte **en cochant la case sur la grille prévue à cet effet (Voir annexe)**.

Toute réponse juste est comptée **+1** point. Toute réponse fautive est comptée **-0,5** point. Une absence de réponse est comptée 0 point. Si le total est négatif, la note est ramenée à 0.

Question n°1 : Soit  $z$  un nombre complexe. Si  $\theta = \arg(z)$  alors un argument de  $\frac{i}{z}$  est :

A.  $\frac{\pi}{2} + \theta$

B.  $-\theta$

C.  $\frac{\pi}{2} - \theta$

D.  $\frac{3\pi}{2} + \theta$

Question n°2 : Déterminer la limite  $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{2x^3}$  :

A. 0

B.  $+\infty$

C. 1

D.  $\frac{1}{2}$

Question n°3 : Soit  $(u_n)$  et  $(v_n)$  deux suites réelles.

A. Si  $(u_n)$  et  $(v_n)$  convergent alors la suite  $(\frac{u_n}{v_n})$  converge.

B. Si  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = +\infty$  et  $\lim_{n \rightarrow +\infty} v_n = -\infty$  alors  $\lim_{n \rightarrow +\infty} (u_n + v_n) = 0$

C. Si  $(u_n)$  converge vers un réel non nul, si  $(v_n)$  est une suite positive et convergente vers  $0$ , alors la suite  $\left(\frac{u_n}{v_n}\right)$  converge.

D. Si  $(u_n)$  converge vers un réel non nul et si la suite  $(v_n)$  diverge vers  $+\infty$  alors la suite  $(u_n \times v_n)$  diverge.

Question n°4 : L'ensemble des points  $M(x,y,z)$  de l'espace tel que 
$$\begin{cases} x = 1 + 3k \\ y = -1 + 2k \\ z = -3 - k \end{cases}$$
 où  $k$  est un réel, est :

- A. Un point.
- B. Une droite.
- C. Un plan.
- D. Une sphère.

Question n°5 : Une solution de l'équation différentielle (E) :  $y' - 3y = 5$  est :

A.  $y(x) = 5e^{3x} + \frac{5}{3}$

B.  $y(x) = 3e^{5x} - \frac{5}{3}$

C.  $y(x) = 5e^{3x} - \frac{5}{3}$

D.  $y(x) = 3e^{5x} + \frac{5}{3}$

Question n°6 : On considère l'intégrale suivante :  $I = \int_1^e \ln x dx$

A.  $I = 1$

B.  $I = [x \ln x]_1^e + \int_1^e dx$

C.  $I = e - 1$

D.  $I = e$

**EXERCICE N°2 (8 POINTS)**

Soit la fonction  $f$  définie par  $f(x) = \frac{1}{4}x + \ln\left(\frac{x+1}{x-1}\right)$

1. Déterminer l'ensemble de définition de la fonction  $f$
2. Montrer que la fonction  $f$  est impaire. Qu'en déduire pour sa courbe représentative  $C_f$  ?

3. Montrer que la droite  $\Delta$  d'équation  $y = \frac{1}{4}x$  est asymptote à  $C_f$ . Etudier la position relative de  $C_f$  et  $\Delta$ .
4. Déterminer les points de  $C_f$  en lesquels la tangente est parallèle à la droite d'équation  $5x+12y=0$ .

**EXERCICE N°3 (6 POINTS)**

Soit  $X$  une variable aléatoire suivant une loi exponentielle de paramètre  $\lambda$  strictement positif sur  $[0; +\infty[$ . On rappelle que la loi exponentielle de paramètre  $\lambda$  sur  $[0; +\infty[$  a pour densité la fonction  $f$  définie sur  $[0; +\infty[$  par  $f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$ .

1. Le mode de  $X$  est le réel  $x$  pour lequel la densité est maximale. Quel est le mode de  $X$  ?
2. La médiane de  $X$  est le réel  $x$  pour lequel  $p(X \leq x) = p(X \geq x)$ . Quelle est la médiane de  $X$  ?
3. On s'intéresse à la durée de vie, exprimée en semaines, d'un composant électronique. On admet que cette durée de vie est une variable aléatoire  $X$  dont la loi de probabilité est une loi exponentielle de paramètre  $\lambda = \frac{1}{2}$ . Calculer la probabilité des événements suivants :
  - a. La durée de vie du composant est comprise entre 2 et 3 semaines.
  - b. La durée de vie du composant électronique est strictement inférieure à 7 semaines.
  - c. Le composant électronique n'est pas défectueux après 5 semaines de fonctionnement.

**ANNEXE EXERCICE n°1 – A RENDRE AVEC LA COPIE**

N° question	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				

EPREUVES DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Coefficient : 4    Durée : 1 heure 30











**ANNEE 2006**

Avertissement : L'utilisation de calculatrices, de règles à calcul, de formulaires et de papier millimétré n'est pas autorisée. Il ne sera pas fait usage d'encre rouge. Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe. Le candidat traitera les trois exercices en respectant les notations du texte et la numérotation des questions. Aucun document ne sera rendu avec la copie.

**Exercice 1 : Origine de la séropositivité pour le VIH chez l'enfant. (5 points)**

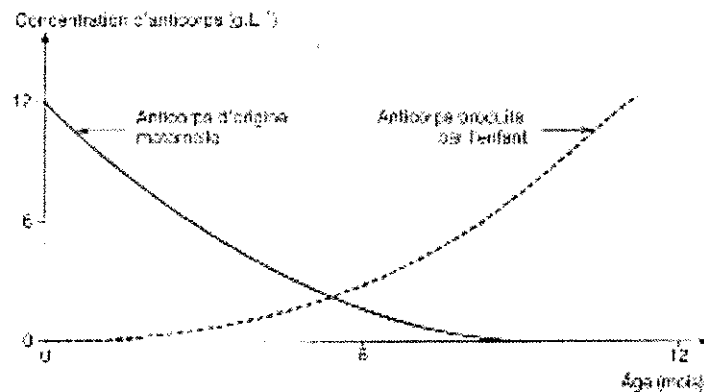
On cherche à comprendre la cause de l'évolution de la séropositivité pour le VIH de deux enfants : E1 né de la mère M1 et E2 né de la mère M2. On réalise donc un test ELISA pour chacune de ces quatre personnes et deux tests ELISA témoins (document 1).

**Document 1 : Résultats de tests réalisés chez différents individus.**

Individus testés	Témoin T1 : non contaminé par le VIH.	Témoin T2 : infecté par le VIH.	Mère M1 :	Enfant E1 :	Mère M2 :	Enfant E2 :
Test ELISA	Négatif  Cupule non colorée	Positif  Cupule colorée	Tests réalisés pendant la grossesse. 	Tests réalisés à la naissance. 	Tests réalisés pendant la grossesse. 	Tests réalisés à la naissance. 
			Tests réalisés après la naissance. 	Tests réalisés 10 mois après la naissance. 	Tests réalisés après la naissance. 	Tests réalisés 10 mois après la naissance. 

- 1) Commentez les résultats des témoins T1 et T2.
- 2) Expliquez les résultats pour les mères M1 et M2.
- 3) A partir de l'analyse des documents 1 et 2, expliquez les résultats des tests ELISA des enfants E1 et E2, à la naissance et 10 mois plus tard. Quelle conclusion probable peut-on tirer de ces résultats ?

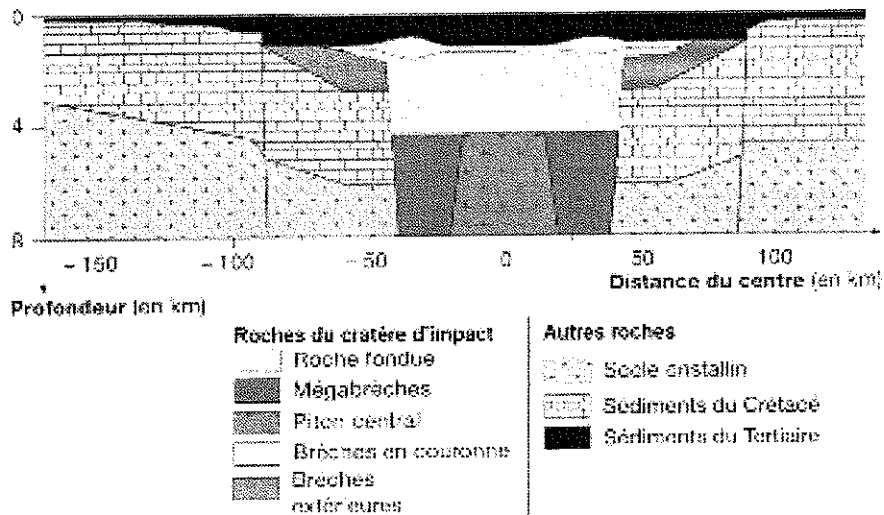
**Document 2 : Evolution de la concentration totale d'anticorps sanguins en fonction de l'âge.**



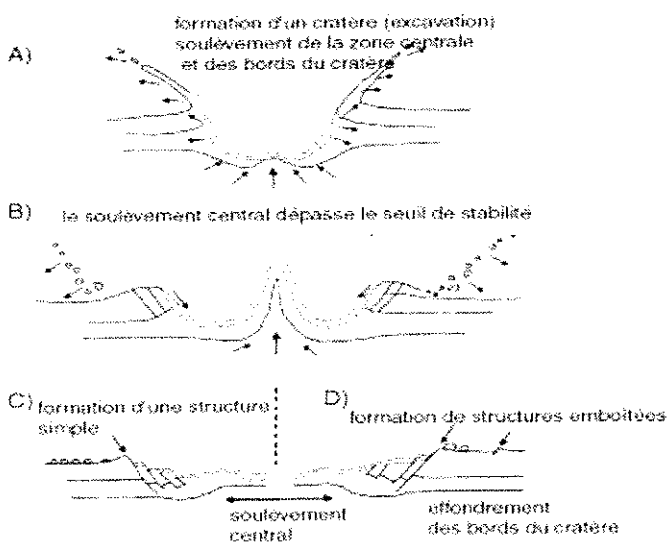
**Exercice 2 : Corrélations des événements biologiques et géologiques à la limite Crétacé – Tertiaire. (7 points)**

Les extinctions d'espèces constatées à cette période coïncident avec certains événements géologiques et cosmiques tels que le cratère d'impact d'astéroïde de Chixculub (Mexique).

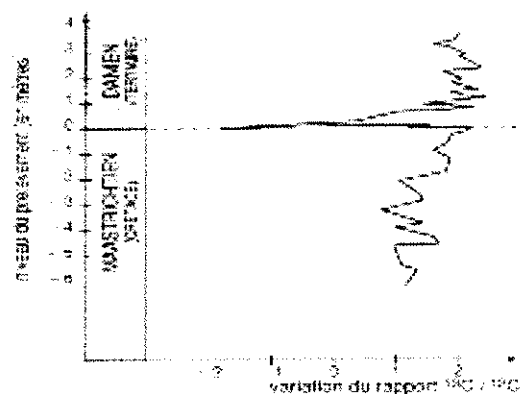
**Document 1 : Modèle construit d'après des relevés géophysiques et des données de carottes de forage réalisés au Mexique.**



**Document 2 : Modèle général de développement d'un astroblème.**



**Document 3 : Courbe de variation du rapport  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  dans les carbonates à la limite Crétacé - Tertiaire.**



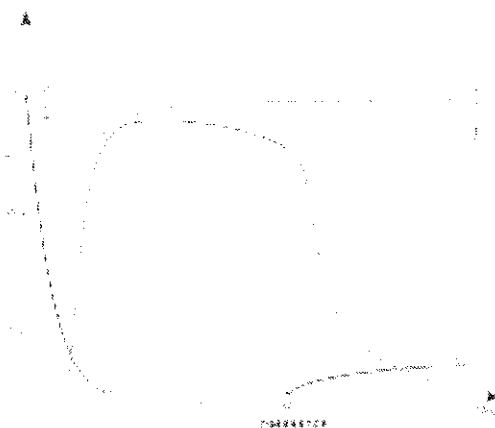
Une baisse du rapport  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  dans les carbonates est interprétée comme le signe d'une diminution de la productivité des océans.

- 1) A partir de vos connaissances, donnez 4 arguments paléontologiques qui permettent de montrer que la fin du Crétacé a été marquée par une crise biologique.
- 2) A partir des documents 1 et 2, montrez que la structure et les éléments du cratère de Chixculub peuvent s'apparenter à ceux d'un cratère d'impact de météorite.
- 3) Dater la formation de ce cratère par chronologie relative en énonçant les principes utilisés.
- 4) A partir du document 3, exposez les événements qui ont conduit à l'observation des variations du rapport  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  des carbonates à la limite Crétacé - Paléocène.

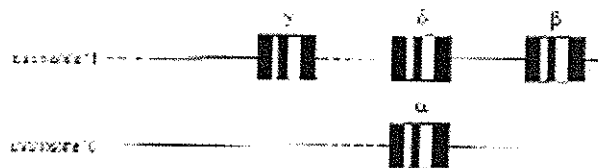
### Exercice 3 : Les gènes des globines. (8 points)

L'hémoglobine de l'Homme adulte est essentiellement composée de 4 chaînes polypeptidiques : 2 chaînes  $\alpha$  et 2 chaînes  $\beta$ . Au cours du développement embryonnaire (de 0 à 3 mois) et fœtal (entre 3 mois et la naissance), la composition de l'hémoglobine varie (document 1). La synthèse des différentes chaînes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$  est commandée par 4 gènes différents du même nom, présents dès l'embryon, et situés sur 2 chromosomes (document 2).

Document 1 : Proportions (en %) des différentes globines au cours des premiers mois de la vie.



Document 2 : Localisation chromosomique des gènes codant pour l'hémoglobine.



Document 3 : Propriétés des hémoglobines.

	Hémoglobine fœtale	Hémoglobine adulte
Pression partielle nécessaire (en mm de Hg) pour une saturation en $\text{O}_2$ de 50%	16	26.5

Document 4 : Matrice des similitudes des séquences des gènes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$  (en pourcentage de nucléotides).

Chaîne $\alpha$	100%			
Chaîne $\beta$	59%	100%		
Chaîne $\delta$	57%	93%	100%	
Chaîne $\gamma$	54%	76%	76%	100%
	Chaîne $\alpha$	Chaîne $\beta$	Chaîne $\delta$	Chaîne $\gamma$

Document 5 : Tableau des globines des Vertébrés actuels et âges des plus anciens fossiles de vertébrés connus.

Agnathes	1 globine	Fossiles d'agnathes	- 470 Ma
Poissons	globines $\alpha$ et $\beta$	Fossiles de poissons	- 410 Ma
Amphibiens	globines $\alpha$ et $\beta$	Fossiles d'amphibien	- 370 Ma
Mammifères non primates	globines $\alpha$ , $\beta$ et $\gamma$	Fossiles de mammifères non primates	- 200 Ma
Mammifères primates	globines $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ et $\delta$	Fossiles de mammifères primates	- 65 Ma

1) Justifiez, par 2 arguments, le fait que les globines de l'espèce humaine sont codées par des gènes différents et non par des allèles du même gène.

2) A partir des documents 1 et 3, donnez la composition de l'hémoglobine fœtale et expliquez son avantage par rapport à une hémoglobine adulte.

3) A partir du document 4 et de vos connaissances, expliquez comment interpréter les pourcentages de similitudes des gènes codant pour les 4 globines.

4) A partir des documents 2, 4 et 5, réalisez un schéma des mécanismes génétiques à l'origine des 4 gènes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$  des globines et lui donner un cadre temporel.

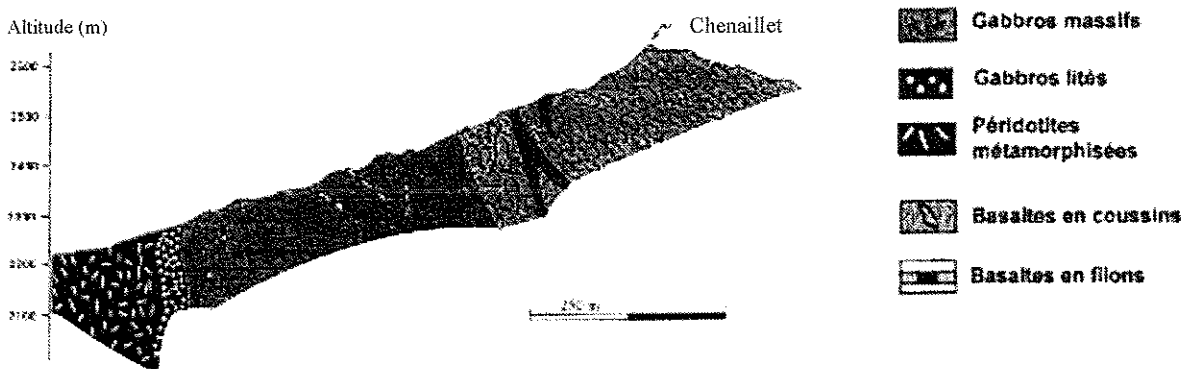
### ANNEE 2007

Avertissement : L'utilisation de calculatrices, de règles à calcul, de formulaires et de papier millimétré n'est pas autorisée. Il ne sera pas fait usage d'encre rouge. Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe. Le candidat traitera les trois exercices en respectant les notations du texte et la numérotation des questions. Aucun document ne sera rendu avec la copie.

#### Exercice 1 : La convergence lithosphérique dans les Alpes. (5 points)

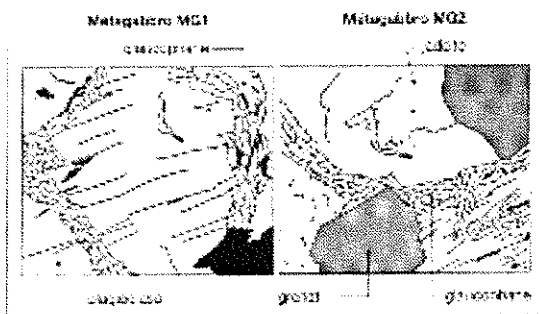
La chaîne alpine est actuellement considérée comme le résultat de la fermeture d'un ancien domaine océanique à la suite de la convergence de deux plaques lithosphériques.

#### Document 1 : Coupe géologique dans le massif ophiolitique du Chenaillet (à l'est de Briançon – Alpes).

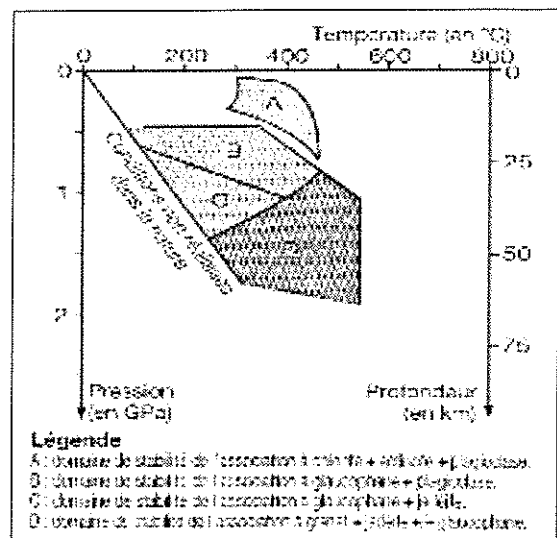


#### Document 2 :

Lames minces de deux métagabbros observés dans les Alpes.



#### Document 3 : Diagramme pression-température (P/T) représentant les domaines de stabilité des minéraux présents dans les roches métamorphiques.



- 1) À partir de l'analyse du document 1, expliquez en quoi la coupe géologique présentée est un témoin d'un ancien domaine océanique.
- 2) À partir de l'analyse des documents 2 et 3, donnez la définition d'un domaine de stabilité d'un minéral et indiquez les domaines de stabilité des minéraux des métagabbros du document 2.
- 3) Expliquez en quoi les documents 2 et 3 montrent qu'il y a eu subduction dans les Alpes.
- 4) À partir de vos connaissances et sous forme de 2 schémas légendés, présentez deux marqueurs tectoniques observables dans les Alpes et caractéristiques des chaînes de collision.

### EXERCICE N°2 : Génétique. (10 points)

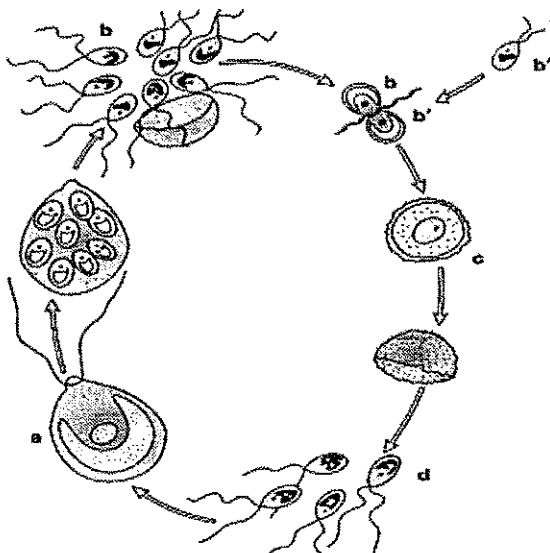
On se propose d'étudier les conséquences de la reproduction sexuée :

- sur la stabilité du caryotype de l'espèce : exemple de Chlamydomonas (partie A).
- sur la variabilité individuelle au sein de l'espèce : exemple du Trèfle (partie B).

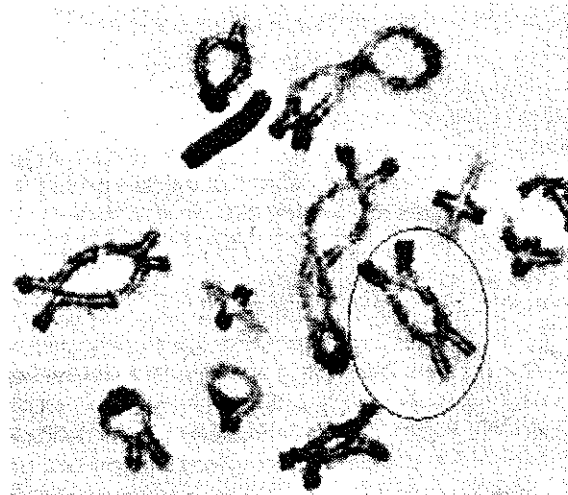
#### Partie A : Méiose et fécondation participent à la stabilité de l'espèce Chlamydomonas. (5 points)

L'algue Chlamydomonas est un organisme unicellulaire chlorophyllien dont le cycle de développement est présenté dans le document 1. C'est un cycle haplophasique (= haplobiontique) dont la phase végétative est représentée par la cellule a haploïde.

Document 1 :  
Cycle de développement de Chlamydomonas.



Document 2 : Photographie des chromosomes réalisée à un moment du cycle de développement de Chlamydomonas.





1) Sachant que *Chlamydomonas* présente une phase diploïde et une phase haploïde au cours de son cycle de développement, associez les cellules a, b, b', c et d du document 1 aux étapes suivantes : cellules reproductrices haploïdes, cellule œuf diploïde, cellule adulte haploïde, spore haploïde.

2) Tracez le graphe « Quantité d'ADN en fonction du temps » (on prendra 1cm pour représenter une quantité Q haploïde d'ADN lorsque les chromosomes comportent une seule chromatide) et y placez les étapes suivantes : méiose (1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> division), fécondation, réplication, mitose ainsi que les différentes cellules précédemment citées (a, b, c, d).

3) À partir de vos connaissances, décrivez l'état d'un chromosome au stade « d ».

4) À partir du document 2, identifiez à quel moment précis du cycle de développement cette photographie a été obtenue ? Justifiez votre choix.

5) Représentez schématiquement et légendez la partie cerclée du document 2.

**Partie B : Variabilité génétique chez le Trèfle. (5 points)**

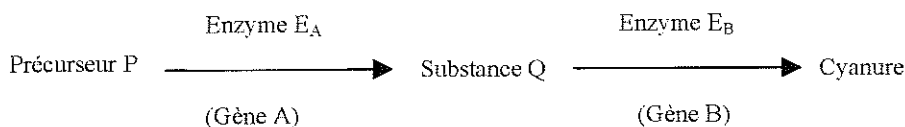
Certaines souches de trèfle sont riches en cyanure et d'autres en contiennent très peu. Un expérimentateur dispose de deux variétés X et Y de Trèfle dont les concentrations en cyanure sont faibles. Il effectue des croisements entre ces deux variétés.

**Document 1 : La voie de synthèse du cyanure et son contrôle.**

Le cyanure est produit dans les cellules de Trèfle à partir d'une molécule initiale (précurseur P), grâce à l'action successive de deux enzymes E<sub>A</sub> et E<sub>B</sub>. La synthèse des deux enzymes est contrôlée par deux gènes A et B :

- le gène A présente deux allèles : a<sup>+</sup> code pour une enzyme fonctionnelle, a code pour une enzyme non fonctionnelle.
- le gène B présente deux allèles : b<sup>+</sup> code pour une enzyme fonctionnelle, b code pour une enzyme non fonctionnelle.

La production de cyanure est importante seulement si les cellules de trèfle possèdent à la fois les deux enzymes actives E<sub>A</sub> et E<sub>B</sub> ; sinon, la production est faible. On considère qu'une quantité de 50% d'enzyme suffit à catalyser une réaction.



**Document 2 : Croisement 1.**

Croisement 1 :	
Variété X	Variété Y
Plants pauvres en cyanure	Plants pauvres en cyanure
Résultat : génération F1 Plants riches en cyanure	

**Document 3 : Croisement 2.**

La variété Z, qui produit également une faible quantité de cyanure, est homozygote pour les deux gènes. On effectue le croisement 2 entre la variété Z et la génération F1 (croisement test).

Plants riches en cyanure	Plants pauvres en cyanure
Résultat : génération F2 74,6% de plants pauvres en cyanure 25,4% de plants riches en cyanure	

1) Sachant que les variétés X et Y sont toutes deux homozygotes pour les gènes A et B, donnez un génotype possible pour chaque variété X et Y, ainsi que celui de F1. Justifiez chaque choix par une phrase.

2) Présentez le croisement 2 du document 3 (tableau (= échiquier) de croisement attendu) et déterminez si les gènes sont liés ou non.

3) À l'aide de deux dessins pertinents, expliquez les mécanismes ayant eu lieu au cours de la formation des gamètes de F1 qui sont en concordance avec les résultats du croisement 2.

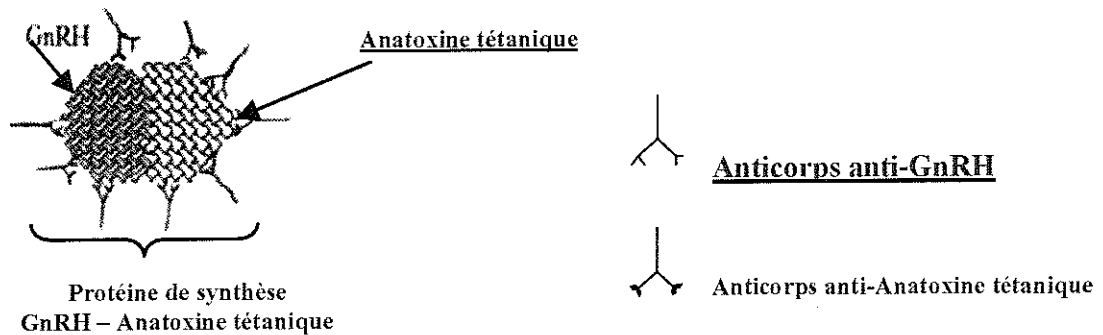
**EXERCICE N°3 : La contraception masculine. (5 points)**

La mise au point de nouvelles méthodes contraceptives masculines semble d'une lenteur désespérante. Cependant, différentes pistes de recherche sont actuellement à l'étude : certaines viseraient à inhiber la maturation des spermatozoïdes dans les testicules, d'autres permettraient le blocage de la production des spermatozoïdes par des moyens intervenant sur le contrôle hormonal de ce processus.

**Document 1 : Le traitement contraceptif à l'étude.**

Un groupe pharmaceutique de New York a effectué une étude préliminaire sur des volontaires : il s'agit de l'injection d'une molécule de synthèse à base de GnRH (neurohormone = gonadolibérine) combinée à une protéine à effet antigénique notoire : l'anatoxine tétanique. Une seule injection de « GnRH-Anatoxine tétanique » est censée avoir un effet contraceptif pendant un an et devrait permettre une reprise de la fertilité au-delà.

**Document 2 : La protéine de synthèse GnRH-Anatoxine tétanique.**



L'anatoxine tétanique est une protéine de synthèse, inoffensive, à la base de la solution injectée dans le cadre de la vaccination contre le tétanos. Lorsqu'elle est injectée, l'anatoxine tétanique couplée à la GnRH induit la formation d'anticorps contre les deux parties de la molécule. Ces anticorps inactiveront la GnRH naturellement produite dans l'organisme.

**Document 3 : Le traitement hormonal complémentaire.**

Parallèlement, les hommes qui ont testé l'injection de la protéine de synthèse GnRH-Anatoxine tétanique ont reçu un traitement hormonal complémentaire. Un implant libérant de la 7-alpha méthyl 19 nortestostérone ou MENT, substitut de la testostérone, leur a été inséré sous la peau du bras. La MENT, bien que chimiquement proche de la testostérone, est dix fois plus puissante. Elle a l'avantage sur la testostérone d'être efficace par le biais d'une libération constante et progressive, à des doses qui évitent une stimulation excessive de la prostate et de la masse musculaire.

- 1) À partir de vos connaissances, réalisez un schéma clair et annoté du contrôle de la production des spermatozoïdes par la GnRH.
- 2) Expliquez les mécanismes d'apparition des anticorps anti-GnRH dans le sang suite au traitement expérimental exposé (Documents 1 et 2).
- 3) À l'aide de vos connaissances, expliquez comment les anticorps produits inactivent la GnRH naturelle et donnez la conséquence de cette inactivation sur la spermatogenèse.
- 4) Justifiez la nécessité, dans ce traitement, de la pose d'un implant à la MENT (Document 3).

## ANNEE 2008

Avertissement : L'utilisation de calculatrices, de règles à calcul, de formulaires et de papier millimétré n'est pas autorisée. Il ne sera pas fait usage d'encre rouge. Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe. Le candidat traitera les trois exercices en respectant les notations du texte et la numérotation des questions. Aucun document ne sera rendu avec la copie.

Le sujet comporte 6 pages.

### *EXERCICE N°1 : Génétique et groupes sanguins. (8 points)*

#### Première partie

À la surface des hématies existent des déterminants spécifiques : les **antigènes** qui sont constitués par des glucides complexes. Parmi eux se trouvent les facteurs qui caractérisent les principaux groupes sanguins connus O, A, B, AB.

La différence entre ces groupes est due à la spécificité d'un polysaccharide fixé sur de nombreux polypeptides ou lipides membranaires de la membrane des hématies (= globules rouges). Ce polysaccharide est constitué pour tous les groupes d'une chaîne conservée (antigène H) sur laquelle peut être fixée de la N-acétyl-galactosamine (NAGA) pour le groupe A, du galactose (Gal) pour le groupe B, du NAGA et du Gal pour le groupe AB et aucun autre glucide pour le groupe O (Document 1).

Lors du mélange d'hématies isolées de type O, A, B ou AB avec le sérum provenant d'individus des différents groupes sanguins, on obtient les résultats suivants (Document 2).

Les groupes sanguins sont déterminés par la présence de différentes enzymes codées par les allèles du « système ABO ». On a également identifié des individus incapables d'exprimer l'antigène H, précurseur des déterminants du système ABO. Ces individus, de groupe O, ne possèdent pas l'enzyme permettant la fixation du Fucose sur la chaîne --NAGA-Gal-NAGL-Gal. (Document 3)

**Question 1 :** A propos du document 2, expliquez quel mécanisme est à la base de cette agglutination en vous appuyant sur un schéma simple et légendé.

**Question 2 :** Quel(s) mécanisme(s) d'innovations génétiques peut expliquer la présence de l'allèle B par rapport à A, de l'allèle O par rapport à A (document 3) ?

**Question 3 :** En considérant le gène H et le gène du système ABO (documents 1 et 3), donnez 4 géotypes possibles d'un individu de groupe O.

**Question 4 :** Deux parents de groupe O ont eu 4 enfants : deux d'entre eux sont de groupe O, l'un est de groupe A, l'autre de groupe B.

a. Trouvez le géotype des deux parents.

b. Expliquez votre raisonnement.

c. Confirmez votre résultat par un échiquier de croisement (= tableau des gamètes) expliquant les phénotypes des quatre enfants.

## Deuxième partie

Dans une famille de 10 enfants, le père, de Rhésus positif [Rh+], est atteint d'elliptocytose (Document 4). La mère, non atteinte est de Rhésus négatif [Rh-]. On rappelle que l'allèle Rh+ est dominant sur l'allèle Rh-récessif. Tous les enfants de ce couple sont, soit du phénotype du père [Rh+, E], soit du phénotype de la mère [Rh-, e]. Aucun enfant n'est de phénotype [Rh-, E] ou [Rh+, e].

**Question 5 :** Représentez schématiquement la position du gène contrôlant le Rhésus et de celui impliqué dans l'elliptocytose dans une cellule somatique en métaphase, dans l'hypothèse :

- où les deux gènes sont liés.
- où les deux gènes sont indépendants.

**Question 6 :** A partir des données de l'énoncé, quelle hypothèse vous paraît la plus probable concernant la position des gènes contrôlant le Rhésus et impliqué dans l'elliptocytose sur les chromosomes ? Justifiez votre choix par une phrase simple et concise.

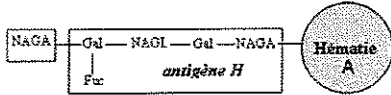
**Question 7 :** A propos des génotypes de cette famille (aucune justification n'est demandée) :

- quel peut être le génotype de la mère ?
- quel peut être le génotype des enfants [Rh-, e] ?
- quel peut être le génotype des enfants [Rh+, E] ?
- quel peut être le génotype du père ?

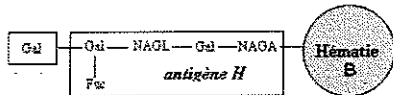
**Question 8 :** En admettant la véracité de votre hypothèse (question 6), expliquez la venue d'un nouvel enfant de Rhésus négatif et atteint d'elliptocytose dans cette famille. Représentez ce phénomène par quelques schémas judicieusement choisis.

### Document 1 : Déterminant polysaccharidique des différents groupes du système ABO.

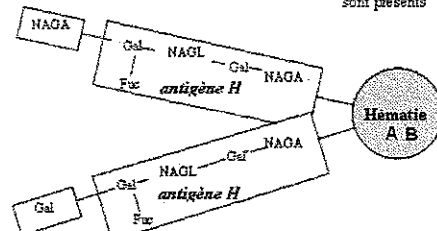
Le globule de type A : le déterminant spécifique est la N-acétyl-galactosamine (NAGA)



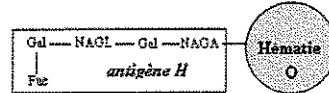
Le globule de type B : le déterminant spécifique est le galactose (Gal) en position terminale



Le globule de type AB : les 2 glucides N-acétyl-galactosamine (NAGA) et galactose (Gal) sont présents



Le globule de type O : aucun des déterminants terminaux n'est présent sur l'antigène H.



Gal = galactose  
NAGL = N-acétyl-glucosamine  
Fuc = fucose

### Document 2 : Précipitation d'hématies par différents sérums.



Pas d'agglutination



Agglutination

	Sérum individu A	Sérum individu B	Sérum individu AB	Sérum individu O
Groupe O	○	○	○	○
Groupe A	○	●	○	●
Groupe B	●	○	○	●
Groupe AB	●	●	○	●

### **Document 3 : Déterminisme génétique des groupes sanguins ABO.**

Le gène responsable du déterminisme des groupes sanguins ABO est situé sur le chromosome 9. Chez les sujets du groupe A, on met en évidence une enzyme, la glycosyl transférase A, qui fixe la N-acétyl-galactosamine sur l'antigène H. Cette enzyme est codée par l'allèle A. L'allèle B code pour une glycosyl transférase B assurant la fixation du galactose sur l'antigène H. L'allèle O ne code pas pour une enzyme fonctionnelle. Les allèles A et B sont dominants sur l'allèle O.

Par ailleurs, le groupe O que l'on croyait complètement dépourvu d'antigène spécifique, porte en réalité un antigène H (H = humain). Cet antigène H est le produit d'un gène situé sur le chromosome 19. L'allèle H, dominant par rapport à l'allèle *h*, est responsable de la synthèse d'une enzyme qui réalise la fixation du fucose sur le précurseur (---NAGA-Gal-NAGL-Gal) pour obtenir l'antigène H (50% d'enzyme fonctionnelle suffisent à obtenir l'antigène H). L'allèle *h* code pour une enzyme non fonctionnelle. Sans antigène H, les enzymes codées par les différents allèles du « système ABO » ne peuvent effectuer leur fonction, aucun glucide ne sera greffé, les individus seront tous de groupe O.

### **Document 4 : L'elliptocytose.**

L'elliptocytose est une maladie où les sujets atteints présentent des globules rouges de forme ovale et sont atteints d'anémie plus ou moins sévère. Elle est causée par la présence d'un allèle dominant E. L'allèle e correspond au phénotype globulaire normal. Ce gène, codant pour des protéines de la membrane des hématies, est situé sur le chromosome 1.

Chez la Femme, les possibilités d'avoir un enfant sont limitées à une période de la vie qui s'étend de la puberté à la ménopause (vers 45-50 ans). Cette dernière se manifeste par des modifications physiologiques. Nous nous proposons d'étudier celles qui concernent l'activité ovarienne.

Des coupes d'ovaires effectuées chez des femmes de 50 ans ne présentent aucun follicule mûr. Les follicules primordiaux sont dégénérés et l'ovaire est envahi par du tissu conjonctif (tissu de remplissage).

Dans le but de proposer une solution à une femme ménopausée de 45 ans qui souhaite avoir un troisième enfant, on cherche à savoir si la dégénérescence des follicules primordiaux chez la femme ménopausée est due à l'arrêt de la stimulation des structures ovariennes par le complexe hypothalamo-hypophysaire, ou bien au vieillissement de l'ovaire lui-même.

**Question 1 :** A propos du document 1, les quantités d'œstradiol et de progestérone sont dosées sur une période de 28 jours :

- rappelez à quoi correspond cette durée.
- comparez le taux maximal d'œstradiol mesuré à celui de la progestérone chez la femme de 25 ans.
- quelles structures précises sont à l'origine de ces synthèses hormonales ?

**Question 2 :** Recopiez le tableau suivant sur votre copie et classez y les mots : follicule, ovaire, ménopause, mitochondrie, progestérone, ovocyte, anticorps, GnRH, lymphocyte, testicule, ganglion lymphatique.

Molécules	Cellules	Organes	Autres...

**Question 3 :** Donnez la définition précise d'une hormone.

**Question 4 :** A propos du document 2, exposez les constats que l'on peut faire après une ovariectomie et posez une hypothèse sur l'origine de la ménopause.

**Question 5 :** Après avoir mis en relation les données du document 1 avec celles du document 2, schématisez le système de régulation mettant en jeu les différentes données de cet exercice chez une femme fertile de 25 ans, pour la période se situant entre le 11<sup>ème</sup> et le 14<sup>ème</sup> jour.

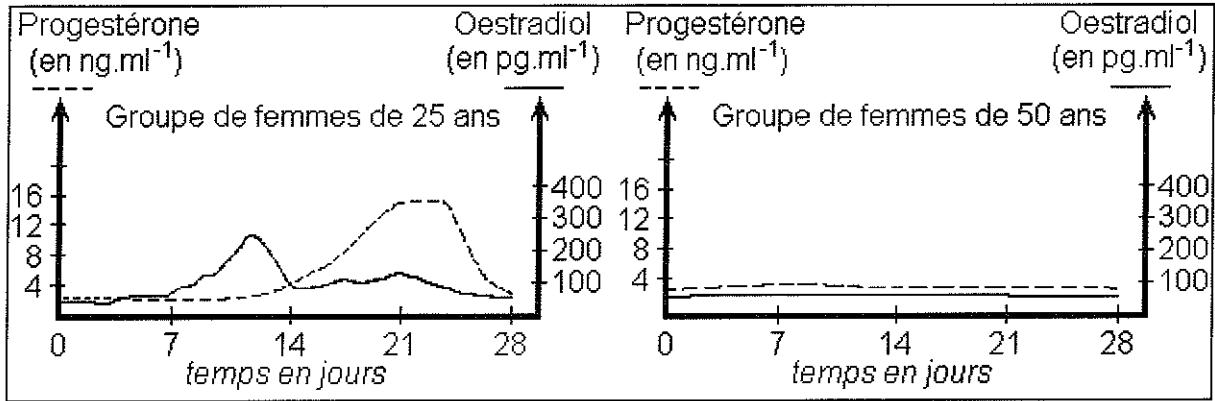
**Question 6 :** A propos du document 3, on peut constater la présence, chez une femme de 50 ans ménopausée, d'une augmentation du taux de LH. Peut-on espérer qu'une grossesse soit alors encore possible ? Justifiez votre réponse.

**Question 7 :** Dans la liste ci-dessous, indiquez quelles sont toutes les techniques à associer pour qu'une femme ménopausée puisse avoir un enfant ? (aucune justification n'est demandée)

- Insémination artificielle
- FIVETE
- Amniocentèse

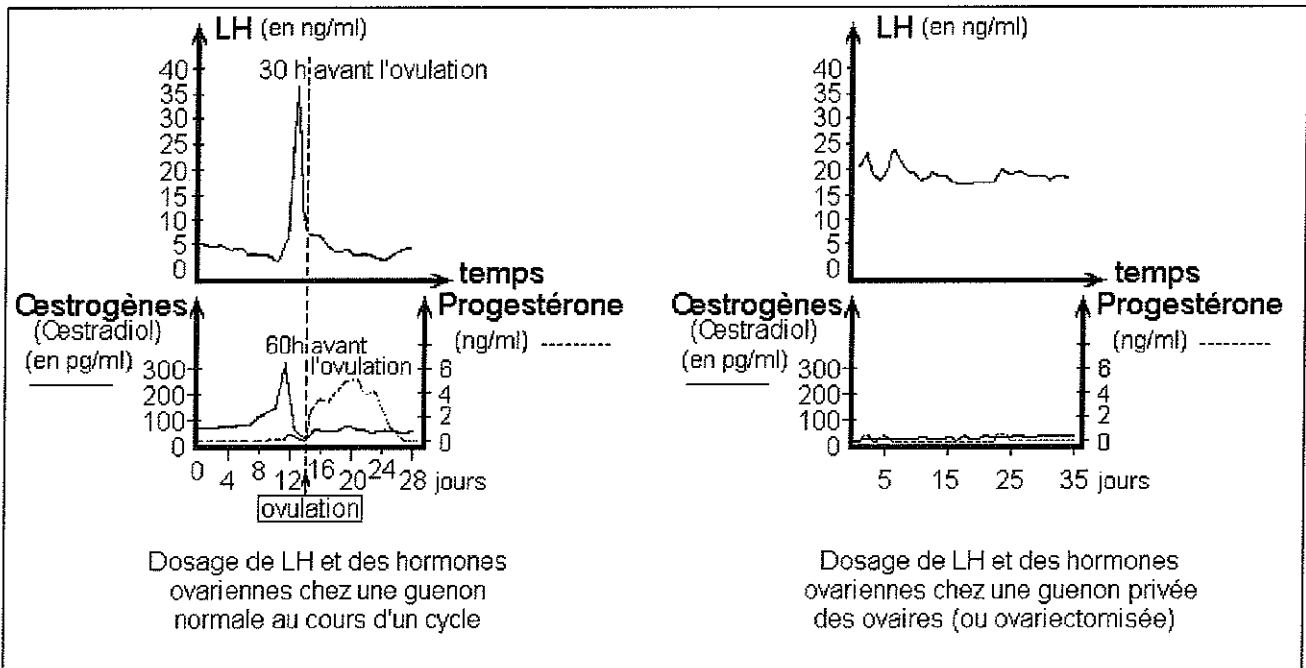
- d. Stimulation par injection de FSH      e. Don d'ovules      f. Traitement au RU 486  
 g. Traitement hormonal à base d'œstrogènes et de progestérone      h. ICSI

**Document 1 : Dosages d'hormones ovariennes au cours d'un cycle chez les femmes de 25 ans et de 50 ans.**



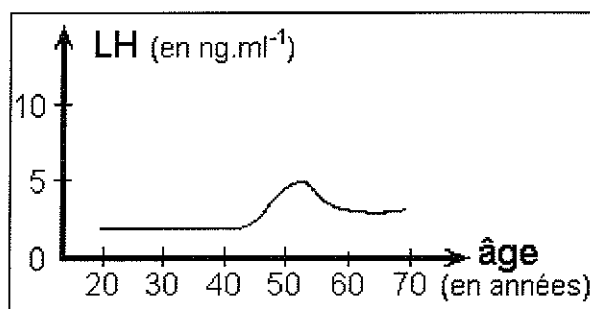
**Document 2 :**

La Guenon possède un cycle sexuel identique à celui de la Femme, avec des quantités d'hormones ovariennes semblables. Dans deux situations différentes, on dose l'hormone hypophysaire LH et les



hormones ovariennes chez les guenon

**Document 3 : Evolution du taux moyen de LH au cours de la vie d'une Femme.**



**EXERCICE N°3 : Datations relative et absolue. (5 points)**

**Question 1 :** Dater la mise en place du granite porphyroïde de la coupe du document 1. Vous énoncerez le ou les principe(s) de datation relative nécessaires à votre explication.

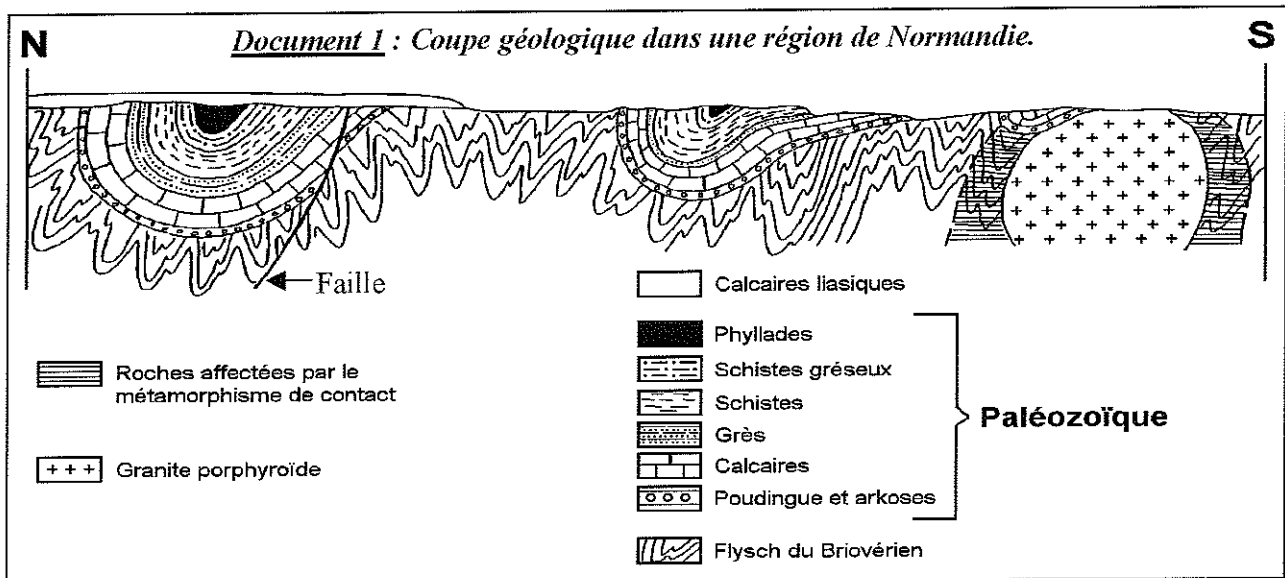
**Question 2 :** On peut effectuer une datation absolue du granite porphyroïde (âge estimé : 550 Ma) avec la méthode Rb/Sr. Pourquoi ne peut-on utiliser que cette méthode pour dater ce granite ? Justifiez pour deux autres méthodes.

**Question 3 :** On mesure les taux de  $^{87}\text{Rb}$ , de  $^{87}\text{Sr}$  et de  $^{86}\text{Sr}$  dans différents échantillons du granite à dater :  $^{87}\text{Rb}$  est radioactif qui se désintègre en  $^{87}\text{Sr}$  au cours du temps et  $^{86}\text{Sr}$  est stable.

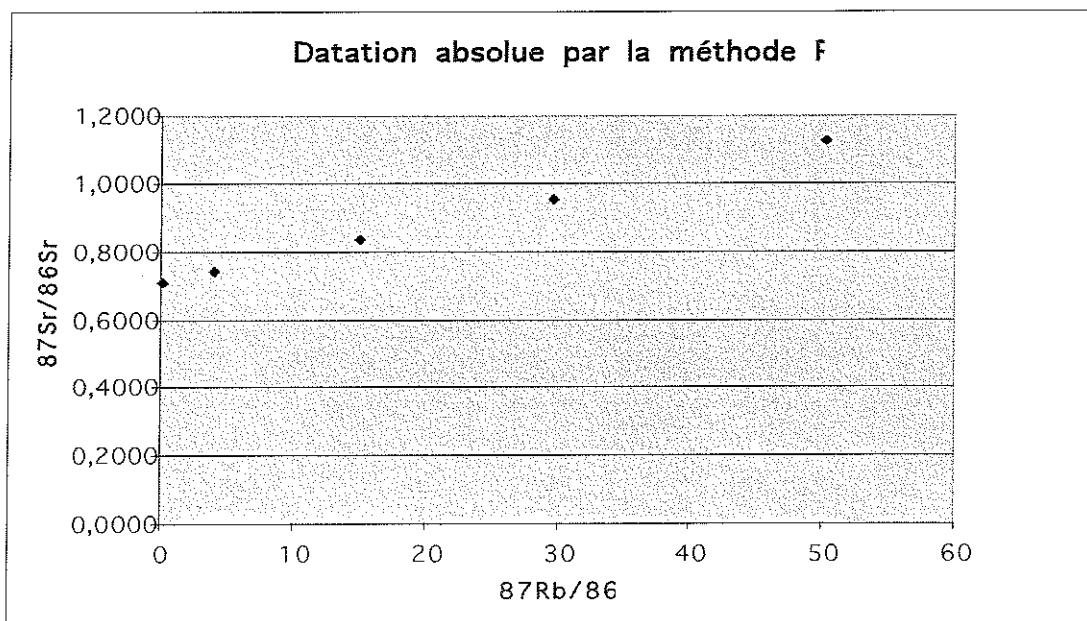
Ecrire l'équation fondamentale de la radiochronologie appliquée à la technique de datation  $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$ . Quelle difficulté apparaît immédiatement pour résoudre cette équation ?

**Question 4 :** A partir du document 2, expliquez comment la résolution graphique a permis de calculer l'âge de ce granite.

**Question 5 :** Pourquoi la datation absolue n'est-elle pas possible sur toutes les roches de la coupe ?



**Document 2 :** Evolution des rapports  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  en fonction des rapports  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  mesurés dans différents échantillons d'un granite.



### **ANNEE 2009**

Avertissement : L'utilisation de calculatrices, de règles à calcul, de formulaires et de papier millimétré n'est pas autorisée. Il ne sera pas fait usage d'encre rouge. Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe. Le candidat traitera les trois exercices en respectant les notations du texte et la numérotation des questions. Aucun document ne sera rendu avec la copie.

Le sujet comporte 6 pages.

### **EXERCICE N°1 : Génétique. (6 points)**

Pour répondre à ce QCM, indiquez sur votre copie le numéro de la question suivie de la (ou les) lettres correspondant aux réponses que vous tenez pour vraies, s'il y en a. Les questions seront impérativement traitées dans l'ordre dans lequel elles apparaissent dans l'énoncé.

**QUESTION 1.** Les échanges de portions de chromatides ont lieu le plus souvent lors

- A. de la mitose
- B. de la méiose
- C. de la prophase I
- D. de la métaphase I
- E. de la prophase II

**QUESTION 2.** Une chromatide

- A. contient une molécule d'ADN
- B. correspond à la moitié d'un chromosome en métaphase
- C. est un ensemble de protéines
- D. correspond à un type de cellule reproductrice
- E. correspond à un organe cellulaire



**QUESTION 3.** Lors d'une métaphase I de méiose

- A. les chromosomes homologues forment des bivalents
- B. les chromosomes homologues sont alignés de part et d'autre de l'équateur de la cellule
- C. une cellule humaine contient alors 46 chromosomes
- D. cette cellule a le même nombre de chromosomes qu'une cellule en métaphase II
- E. les chromosomes d'une paire d'homologues sont génétiquement identiques entre eux

**QUESTION 4.** A propos des cycles de développement

- A. celui de l'homme et de tous les Mammifères est formé de l'alternance d'une phase diploïde et d'une phase haploïde
- B. le cycle de développement des Mammifères est représenté par deux phases diploïde et haploïde d'égale durée
- C. le cycle de Sordaria présente comme tous les cycles de développement une phase diploïde dominante
- D. la phase diploïde chez Sordaria commence au moment de la fécondation et finit lors de la formation des spores
- E. les spores de Sordaria sont diploïdes

**QUESTION 5.** Le polymorphisme génique est la conséquence au cours de l'évolution

- A. de l'apparition de mutations ponctuelles dans un gène
- B. de duplication de gènes
- C. de l'augmentation du nombre de protéines cellulaires
- D. de l'existence de substitutions de nucléotides au sein d'un gène
- E. de la survenue de maladies héréditaires

**QUESTION 6.** Les propositions suivantes concernent les familles multigéniques

- A. au sein d'une espèce, il existe des gènes présentant des séquences nucléotidiques homologues
- B. les gènes d'un même individu appartiennent tous à une même famille multigénique
- C. les gènes d'une même famille multigénique peuvent différer les uns des autres par quelques mutations ponctuelles
- D. les gènes d'une même famille multigénique codent pour des polypeptides qui ont forcément la même fonction
- E. la duplication et la transposition sont deux mécanismes permettant la constitution de familles multigéniques

Les 3 questions suivantes (7, 8 et 9) sont en relation avec le document A ci-dessous.

**QUESTION 7.** Sur le document A, l'élément cerclé correspond à

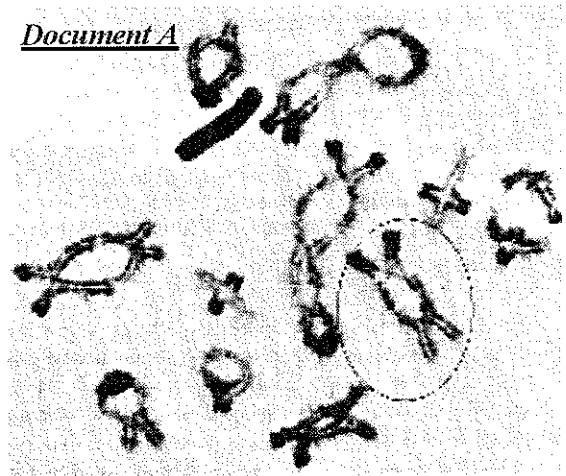
- A. quatre molécules d'ADN
- B. deux molécules d'ADN
- C. deux chromosomes
- D. quatre chromosomes
- E. une image de chiasma(s)

**QUESTION 8.**

Le document A correspond à une photographie prise lors d'une

- A. mitose
- B. méiose
- C. prophase II
- D. métaphase
- E. anaphase

Document A



**QUESTION 9.** On considère que le document A représente la totalité du contenu d'une cellule ; elle a pu être observée

- A. dans un prélèvement de n'importe quel tissu d'un organisme
- B. dans un prélèvement de cellules en cours de spermatogenèse d'un organisme haploïde
- C. dans un prélèvement de cellules en cours de spermatogenèse d'un être vivant de type  $2n = 26$
- D. la cellule observée pourrait être une cellule végétale
- E. on ne peut pas savoir s'il s'agit d'une prophase de mitose ou de méiose

**QUESTION 10.** Chez le maïs, il existe différentes variétés qui diffèrent, entre autres, par l'aspect de leurs graines « lisses » ou « ridées » et la couleur de la plante « jaune » ou « verte ». On croise des maïs homozygotes verts à graines lisses avec des maïs homozygotes jaunes à graines ridées (lignées dites parentales). On obtient des maïs jaunes à graines lisses. On croise ces maïs avec des maïs verts à graines ridées. On obtient les résultats suivants :

<i>Caractéristiques des plantes obtenues</i>	<i>Nombre de plantes</i>
<i>Graine lisse - Plante jaune</i>	<i>12</i>
<i>Graine lisse - Plante verte</i>	<i>88</i>
<i>Graine ridée - Plante verte</i>	<i>8</i>
<i>Graine ridée - Plante jaune</i>	<i>92</i>

- A. Le phénotype « graine lisse - plante jaune » correspond à un phénotype parental
- B. les gènes déterminant l'aspect des graines et la couleur des plantes sont liés parce qu'il y a autant de maïs « Graine lisse - Plante verte » que de « Graine ridée - Plante jaune »
- C. les gènes déterminant l'aspect des graines et la couleur des plantes sont indépendants parce qu'il y a autant de « Graine lisse - Plante verte » que de « Graine ridée - Plante jaune »
- D. l'allèle « graine lisse » domine l'allèle « graine ridée »
- E. parmi les plantes obtenues, seules 10 % présentent un phénotype recombiné

**EXERCICE N° 2 : Immunologie et procréation. (9 points)**

**1<sup>ère</sup> partie : Vaccin contre le cancer du col de l'utérus : n'oubliez pas les trois doses !**

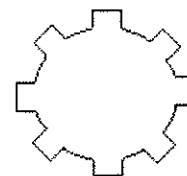
Le vaccin contre le cancer du col de l'utérus permet une prévention efficace d'environ 70 % des cancers du col de l'utérus. Deux vaccins permettent actuellement de se protéger contre certaines souches de papillomavirus humain (Human Papillomavirus - HPV), à l'origine du cancer du col de l'utérus. Pour que la vaccination soit efficace, trois doses doivent être administrées selon un schéma précis.

**Question 1 :** Parmi les propositions suivantes, relevez sur votre copie, sans justifier, la (ou les) lettre(s) des éléments que l'on peut trouver généralement dans un vaccin.

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a. des anticorps</li> <li>b. des lymphocytes</li> <li>c. des globules rouges</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>d. des particules antigéniques</li> <li>e. des bactéries virulentes</li> <li>f. des agents infectieux inactivés</li> <li>g. des hormones</li> </ul> |
|--|--|

Le vaccin anti-HPV est constitué de particules pseudo-virales (une protéine de l'enveloppe du virus HPV, inerte donc non capable de se répliquer) et d'une substance adjuvante destinée à stimuler la réaction attendue.

Schéma de la protéine de l'enveloppe du virus HPV :

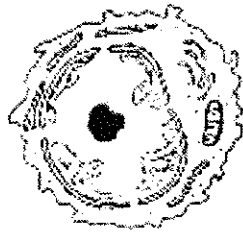


**Question 2 :** Reproduisez cette figure sur votre copie et en vous aidant de celle-ci (schéma), représentez schématiquement, le plus précisément possible, une des molécules attendues en réaction à l'injection de ce vaccin. Titrez, légendez.

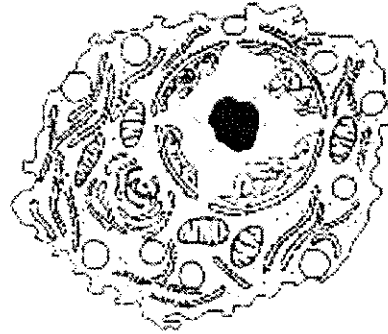
Il est habituel qu'une vaccination nécessite l'administration de plusieurs doses afin de produire son effet optimal. La vaccination anti-HPV se fait en trois doses. Deux types de vaccin sont présents sur le marché : un bivalent, qui prévient contre les cancers liés aux virus HPV 16 et 18, le vaccin Cervarix®, et un quadrivalent, qui prévient contre les cancers liés aux virus HPV 16 et 18 et contre les verrues génitales liées aux virus HPV 6 et 11, le vaccin Gardasil®. Les deux premières doses sont administrées à 1 ou 2 mois d'intervalle selon le vaccin et la troisième est administrée 6 mois après la première dose.

On prélève des cellules des ganglions lymphatiques à une jeune fille avant et après l'injection.

Le document A représente une des cellules observées avant l'injection. Le document B représente une des cellules observées après l'injection.



**Document A**



**Document B**

**Question 3 :**

- A. Reportez les schémas des documents A et B sur votre copie. Titrez et légendez chacun d'eux.
- B. Quel mécanisme permet de passer d'un type de cellule à l'autre ?
- C. A partir des différences structurales, justifiez le rôle de la cellule B.

**Question 4 :** Pourquoi faut-il faire 3 injections ? Un graphe précis, légendé et brièvement commenté est attendu.

**Question 5 :** Où sont stockées les cellules permettant une protection si longue ?

**Question 6 :** Pourquoi est-il conseillé à la femme de faire un dépistage régulier dès 25 ans malgré la vaccination ?

**Question 7 :** Quels sont les deux éléments actifs qui entrent dans la composition de nombreuses pilules contraceptives ?

## 2<sup>ème</sup> partie : La fécondité féminine

**Question 8 :** Quelles sont les cibles des pilules contraceptives ainsi que leurs effets ? Recopiez le tableau suivant et complétez-le.

Cibles	Effets

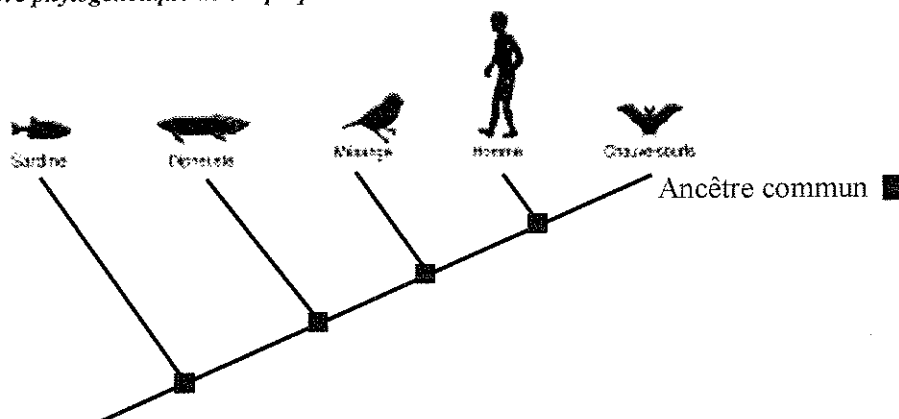
Le col de l'utérus est une zone qui permet une sélection des spermatozoïdes (environ 99% sont arrêtés). Les spermatozoïdes qui ont passé le col de l'utérus atteignent les trompes pour féconder l'ovule. La cellule œuf se développe et migre vers l'utérus.

**Question 9 :** Un dosage urinaire permet de détecter qu'il y a bien eu implantation d'embryon(s). Dans ce test, quelle molécule est détectée ? Quel est son rôle

### Exercice 3 : Phylogénie. (5 points)

On cherche à préciser les relations de parenté entre cinq espèces actuelles et une espèce fossile de Vertébrés. Le **document A** présente un arbre phylogénétique des cinq espèces actuelles. Le **document B** est un tableau (ou matrice) présentant les états de quelques caractères pour les espèces étudiées.

**Document A :** Arbre phylogénétique de cinq espèces actuelles de vertébrés.



**Document B :** Tableau des états de quelques caractères chez six espèces de vertébrés.

	Poils	Doigts	Mâchoires	Amnios	Placenta	Poumons
Homme	<b>Présents</b>	<b>Présents</b>	<b>Présentes</b>	<b>Présent</b>	<b>Présent</b>	<b>Présents</b>
Sardine	Absents	Absents	<b>Présentes</b>	Absent	Absents	Absents
Dipneuste	Absents	Absents	<b>Présentes</b>	Absent	Absents	<b>Présents</b>
Mésange	Absents	<b>Présents</b>	<b>Présentes</b>	<b>Présent</b>	Absents	<b>Présents</b>
Chauve-souris	<b>Présents</b>	<b>Présents</b>	<b>Présentes</b>	<b>Présent</b>	<b>Présent</b>	<b>Présents</b>
<i>Acanthostega</i> (fossile de -360 Ma)	Absents	<b>Présents</b>	<b>Présentes</b>	Absent	Absents	<b>Présents</b>

Les états dérivés des caractères sont indiqués en gras.

**Question 1 :** Recopiez l'arbre phylogénétique du document A sur votre copie et placez-y les états dérivés des caractères du tableau du document B.

**Question 2 :** Placez l'espèce fossile *Acanthostega* sur l'arbre phylogénétique de votre copie. Vous tiendrez compte de cette espèce pour les questions suivantes.

**Question 3 :** Tracez le groupe monophylétique (ou clade) des Mammifères sur l'arbre phylogénétique de votre copie.

**Question 4 :** Dater approximativement, en justifiant votre réponse, l'apparition des Tétrapodes sur Terre.

**Question 5 :** Indiquez, en justifiant votre réponse, quelles sont les espèces les plus apparentées.

**Question 6 :** Indiquez les caractères anatomiques de l'ancêtre commun le plus récent au Dipneuste et à l'*Acanthostega*.

**Question 7 :** Sachant que la Sardine et le Dipneuste sont classés dans le groupe des Poissons dans la classification zoologique traditionnelle, peut-on dire que les Poissons puissent être considérés comme un groupe monophylétique (ou clade) ? Pourquoi ?

## **ANNEE 2010**

### **Avertissements :**

- Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe.
  - L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.
  - L'usage de l'encre rouge est réservé au correcteur.
  - Le candidat doit traiter les trois exercices.
- Aucun document ne sera rendu avec la copie.
- Le sujet comporte 7 pages.

## ***EXERCICE N°1 : Géologie. (6 points)***

***Pour répondre à ces QCM, indiquez sur votre copie le numéro de la question suivie de la (ou les) lettre(s) correspondant aux réponses que vous tenez pour vraies, s'il y en a. Les questions seront impérativement traitées dans l'ordre dans lequel elles apparaissent dans l'énoncé.***

QUESTION 1. Les marges actives :

- A. présentent des zones sismiques
- B. sont caractérisées par la présence de points chauds
- C. sont toujours caractérisées par la présence d'un volcanisme basaltique
- D. marquent la frontière entre deux plaques lithosphériques
- E. sont situées majoritairement autour de l'Océan Pacifique

QUESTION 2. Le basalte :

- A. est une roche silicatée à structure grenue
- B. est composé des mêmes minéraux que le granite
- C. a la même structure que le gabbro
- D. est retrouvé au niveau du rift islandais
- E. le basalte n'est jamais retrouvé au sein d'une chaîne de montagnes

QUESTION 3. En s'éloignant de la dorsale, la lithosphère océanique :

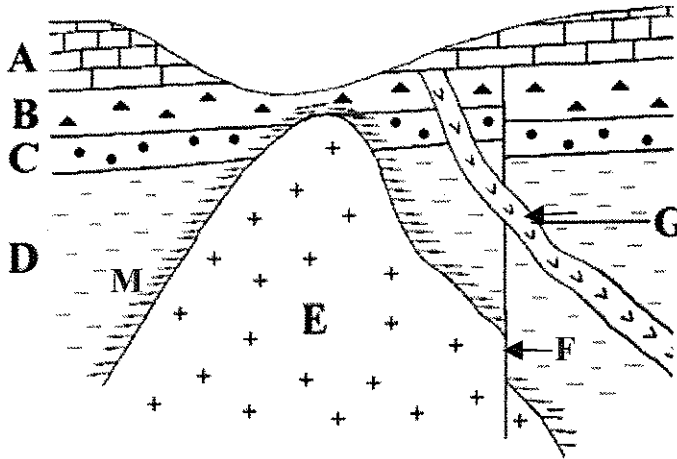
- A. devient plus dense que la croûte océanique
- B. s'épaissit au détriment de l'asthénosphère
- C. subit une fusion partielle
- D. s'enfonce seulement sous le poids des sédiments
- E. voit certains minéraux nouveaux se former

QUESTION 4. La lithosphère :

- A. présente une épaisseur constante sur Terre
- B. est formée de roches plus ductiles que celles de l'asthénosphère
- C. ne correspond qu'à la croûte
- D. est en contact avec l'asthénosphère dans sa partie inférieure
- E. continentale est plus dense que la lithosphère océanique

QUESTION 5. La datation relative en géologie :

Après l'étude de cette coupe géologique, retrouver l'ordre chronologique de la mise en place des différents événements :



**Données :**

- A, B, C, D sont des roches sédimentaires.
- E est un pluton granitique.
- M est une zone de roches métamorphiques.
- F est une faille.
- G est un filon d'origine magmatique.

- A. EMDCBAFG
- B. DCBAEMFG
- C. DCBEFMGA
- D. EFMDGCBA
- E. Aucune proposition ne convient

QUESTION 6. La datation absolue :

- A. le Carbone-14 se désintègre en Carbone-12 et permet de dater des roches métamorphiques entre 500 et 50000 ans
- B. la méthode Potassium-Argon (K-Ar) permet de dater des roches métamorphiques de 1 à 300 millions d'années
- C. la méthode Potassium-Argon (K-Ar) permet de dater uniquement des roches magmatiques de 1 à 300 millions d'années
- D. si on veut dater le squelette d'un dinosaure mort il y a  $65 \cdot 10^6$  ans il vaut mieux utiliser la méthode du Carbone-14
- E. si on veut dater l'âge de la Terre on doit utiliser la méthode Rubidium-Strontium (Rb-Sr)

QUESTION 7. Il y a 65 millions d'années :

- A. disparaissait la majorité des espèces d'Ammonites
- B. apparaissaient les mammifères
- C. un impact d'astéroïde eut lieu sur la Terre au large du Mexique
- D. apparaissaient les premiers australopithèques
- E. les trapps du Deccan se formaient à partir de l'activité d'un point chaud

QUESTION 8. Les crises biologiques peuvent être dues à diverses causes, indiquer (s'il y en a) celle(s) qui ne vous paraissent pas vraisemblable(s) :

- A. chute d'une météorite
- B. volcanisme important au niveau d'un point chaud
- C. variation du niveau des mers
- D. mise en place d'une chaîne de montagnes
- E. apparition de la bipédie

QUESTION 9. Une zone de subduction est caractérisée par :

- A. la présence d'un relief dit négatif
- B. l'existence d'un gradient géothermique fort
- C. la présence d'un volcanisme explosif
- D. la présence de foyers sismiques dont la profondeur augmente dans le sens de la progression de la plaque plongeante
- E. la présence systématique d'un prisme d'accrétion

QUESTION 10. Le magma formé dans les zones de subduction :

- A. provient de la fusion partielle des péridotites de la plaque plongeante
- B. est formé grâce à un apport d'eau dans le milieu
- C. est formé grâce à l'augmentation de la température en profondeur
- D. est formé grâce aux frottements existant entre les deux plaques lithosphériques
- E. est à l'origine d'une roche grenue nommée andésite

QUESTION 11. Le métamorphisme des zones de subduction :

- A. permet la formation de métagabbros à glaucophane caractéristiques des schistes bleus
- B. est un métamorphisme Haute pression-Haute température
- C. correspond à des changements minéralogiques s'accompagnant d'une fusion partielle
- D. permet la formation de grenat associé à la jadéite à haute pression
- E. touche toutes les roches de la lithosphère plongeante

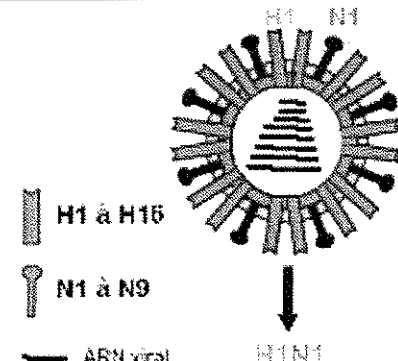
QUESTION 12. Les marqueurs géologiques suivants sont caractéristiques de la collision continentale :

- A. failles normales dites listriques
- B. chevauchements ou charriages
- C. racine crustale formée par abaissement du Moho
- D. ophiolites
- E. blocs basculés

## EXERCICE N° 2 : Immunologie. (8 points)

### PARTIE A

La grippe est une infection respiratoire courante. Elle se déclare 1 à 2 jours après la contamination et les symptômes durent 4 à 5 jours. Elle peut être causée par 3 types de virus grippaux : les virus A, B et C. Les plus courants, les virus de type A sont responsables des épidémies saisonnières de gripes hivernales ainsi que de grandes pandémies.

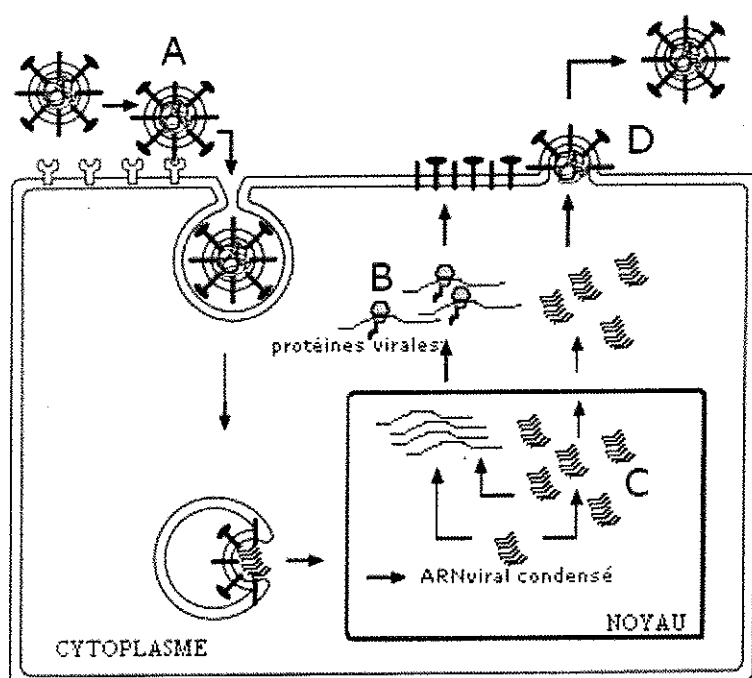


**Document 1 : Constitution de la particule virale grippale**

Les virus de type A sont des virus à ARN. La particule virale est constituée de 8 molécules d'ARN différentes empaquetées dans une enveloppe lipidique comprenant deux types de glycoprotéines de surface : l'hémagglutinine (H) et la neuraminidase (N).

Les propriétés antigéniques de ces molécules ont permis de déterminer 16 types d'hémagglutinine (H1 à H16) et 9 types de neuraminidase (N1 à N9). Les souches sont baptisées selon le type d'hémagglutinine et de neuraminidase qu'elles présentent, 144 types de souches sont théoriquement possibles. Pour chacun des types définis d'hémagglutinine et de neuraminidase, une certaine variabilité de la séquence en acides aminés existe.

## Document 2 : Cycle simplifié du virus de la grippe



La liaison spécifique du virus sur la cellule cible s'effectue par fixation de l'hémapglutinine virale sur l'acide sialique, molécule glucidique de la membrane des cellules de l'appareil respiratoire. Le virus pénètre alors dans la cellule et y libère son contenu. Les ARN viraux pénètrent dans le noyau et commandent la multiplication du génome viral et la synthèse de nouvelles protéines virales. De nouveaux virus s'assemblent sous la membrane plasmique de la cellule parasitée. Il y a libération des particules virales au niveau de la membrane plasmique.

## Document 3 : Variabilité des souches grippales

La structure du génome viral en plusieurs brins d'ARN explique son fort potentiel de variabilité, ainsi que la possibilité de passer d'une espèce à l'autre : lorsque deux virus transitent dans un même hôte (le porc par exemple, qui peut être infecté aussi bien par des virus aviaires que par des virus humains), les mélanges des ARN viraux deviennent possibles. Des brins d'ARN de virus aviaires peuvent s'associer avec des brins d'ARN de virus humains et porcins, donnant un virus composite. Le virus H1N1 actuel est par exemple composé de cinq ARN de virus porcins, de deux ARN de virus aviaires et d'un ARN de virus humain. Ces réassociations d'ARN permettent l'apparition brutale de nouveaux virus. Ce mécanisme de variation est appelé cassure antigénique.

Un autre facteur de variabilité du virus provient de l'enzyme qui assure la multiplication de l'ARN. Cette enzyme n'est pas fidèle et les erreurs commises lors de la synthèse des nouveaux brins d'ARN se traduisent par des modifications progressives des protéines virales. Ce mécanisme de variation est appelé glissement antigénique.

**Question 1 :** Par analogie avec le VIH responsable du SIDA, attribuez à chaque lettre (A, B, C, D) du cycle du virus de la grippe (document 2) l'étape correspondante.

**Question 2 :** A l'aide des documents 1, 2 et 3 et de vos connaissances, donnez les caractéristiques des virus grippaux et du VIH dans un tableau qui mentionnera :

- les cellules premièrement infectées,
- le récepteur cellulaire du virus,
- les mécanismes de variabilité des virus,
- le délai dans la déclaration des symptômes.

**Question 3 :** Lors d'une infection virale, quelle étape, présente dans le cycle du virus du SIDA, n'est pas présente dans celui de la grippe ?



## PARTIE B

La liaison de l'acide sialique à la chaîne glucidique peut être réalisée par deux liaisons différentes : la liaison dite alpha 2-3 ou la liaison alpha 2-6.

Des hématies portant à leur surface des acides sialiques soit de type alpha 2-3 ou de type alpha 2-6 sont incubées in vitro en présence de virus grippaux H1N1 de diverses origines.

On note si une agglomération des hématies (= hémagglutination) en présence des virus se produit (+) ou non (-) dans le document 4.

### Document 4 : Tableau de résultats de l'incubation des hématies portant différents acides sialiques avec différents virus grippaux

Virus grippaux H1N1	Hémagglutination avec des hématies sur lesquelles on a greffé artificiellement :	
	Acide sialique alpha 2-3	Acide sialique alpha 2-6
Virus humains	-	+
Virus aviaires	+	-
Virus porcins	+	+

**Question 4 :** Représentez par un schéma légendé le phénomène d'hémagglutination de 2 ou 3 hématies observées dans cette expérience.

**Question 5 :** Quelle hypothèse pouvez-vous faire quant au type d'acides sialiques impliqués dans la reconnaissance entre les virus grippaux humains et les cellules humaines ? Justifiez par une phrase.

**Question 6 :** Dans quel animal, la probabilité d'une recombinaison entre deux souches virales d'espèces différentes est-elle la plus forte ? Justifiez par une phrase.

## PARTIE C

L'hémagglutinine est constituée de 550 acides aminés dont certains sont regroupés en domaines, sites antigéniques, qui interviennent dans la reconnaissance des cellules cibles.

Des virus H5N1 (virus des clades 1, 1bis et 2) ont été isolés durant les crises de grippe aviaire en Asie entre 2004 et 2005 chez différents volatiles et dans l'espèce humaine. Les gènes codant l'hémagglutinine ont été séquencés et comparés aux séquences de différents virus isolés dans la même région en 1997 (clade 3). Les hémagglutinines qu'ils codent, diffèrent les unes des autres au niveau de quelques acides aminés. La position des acides aminés, leur localisation dans la séquence de l'hémagglutinine ainsi que leur nature dans chaque clade sont notées dans le document 5.

### Document 5 : Tableau d'analyse de différents virus H5N1 isolés de 1997 à 2005

Site concerné de l'hémagglutinine	Virus du clade 3	Virus du clade 2	Virus du clade 1 bis	Virus du clade 1
Site antigénique A : acide aminé 138	Leucine	Glutamine	Glutamine	Glutamine
Site antigénique B : acide aminé 124	Asparagine	Ac. Aspartique	Sérine	Sérine
Site antigénique C : acide aminé 45	Asparagine	Ac. Aspartique	Ac. Aspartique	Ac. Aspartique
Site antigénique D	Pas de changement			
Site antigénique E : acide aminé 86	Alanine	Alanine	Alanine	Valine
Site de liaison au récepteur : aa 129	Sérine	Sérine	Leucine	Leucine

**Question 7 :** Etablissez la matrice de distance (= tableau des différences) des chaînes polypeptidiques des hémagglutinines. Quels sont les deux virus les plus proches ? Justifiez par une phrase.

**Question 8 :** Contrairement aux autres clades de virus, aucun virus du clade 2 n'a jamais été isolé chez l'Homme. Identifiez la (les) modification(s) d'acide(s) aminé(s) qui semble(nt) empêcher le passage du virus des Oiseaux à l'Homme.

En 1997, un vaccin avait été élaboré à partir d'un virus inactivé du clade 3. Aucun sujet vacciné dans le cadre de la campagne de 1997 n'a été contaminé en 2004-2005.

**Question 9 :** Comment expliquer ce fait à l'aide des documents fournis ?

**Question 10 :** Quelles sont les cellules de l'organisme qui ont permis de conserver cette immunité ?

**EXERCICE N°3 : Procréation. (6 points)**

La connaissance du cycle de régulation des hormones sexuelles chez la femme permet de résoudre certains problèmes d'infertilité à l'aide de techniques de procréation médicalement assistée.

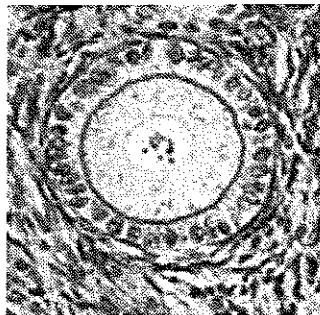
Madame X, 25 ans, consulte pour un problème d'infertilité. Depuis 6 ans, elle n'a plus de règles. Son médecin lui prescrit différents examens médicaux présentés dans les documents A et B.

**Document A : Dosages hormonaux de Mme X avant traitement**  
*Les résultats des dosages sont identiques quel que soit le jour du mois.*

Hormones dosées	Dosages de Mme X	Valeurs de référence (en UI/L)
LH	4,4 UI/L	<u>Phase folliculaire</u> : 2 à 7 UI/L (début) 10 à 70 UI/L (pic pré-ovulatoire) <u>Phase lutéale</u> : 0,8 à 12 UI/L
FSH	5,5 UI/L	<u>Phase folliculaire</u> : 1 à 9 UI/L (début) 6 à 21 UI/L (pic pré-ovulatoire) <u>Phase lutéale</u> : 0,8 à 7,5 UI/L
Œstradiol	43 pg/mL	<u>Phase folliculaire</u> : 18 à 150 pg/mL (début) 193 à 573 pg/mL (pic pré-ovulatoire) <u>Phase lutéale</u> : 43 à 214 pg/mL

**Document B : Résultat de biopsies successives des ovaires de Mme X sur 28 jours**

On observe uniquement ce type de structure pour les différentes biopsies.



x 300

*D'après livre de SVT de Terminale S (Bordas)*

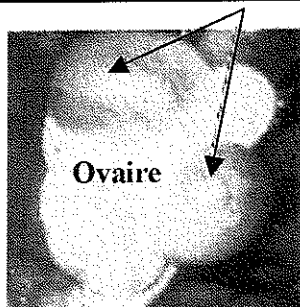
**Question 1** : Expliquez l'origine de l'infertilité de Mme X d'après les taux de LH observés dans le document A.

**Question 2** : Réalisez un schéma titré et légendé de la structure observée dans le document B.

**Question 3** : Le taux d'œstradiol observé chez cette femme est-il cohérent avec ses taux de FSH ? Justifiez par une phrase.

Suite à ces résultats, le médecin de Mme X lui pose une pompe qui délivre des neurohormones de type GnRH, en sous-cutanée, toutes les 90 minutes. Il lui prescrit des échographies des ovaires (document C) et des dosages hormonaux réguliers (LH et œstradiol) (document D).

**Document C : Cœlioscopie d'un ovaire de Mme X sous traitement de GnRH**



*D'après Elaine N. Marieb*

**Document D : Dosages hormonaux de Mme X sous traitement de GnRH**

Les valeurs de référence des hormones sont données dans le document A.

Hormones dosées	Dosage effectué après 10 jours de traitement	Dosage effectué après 11 jours de traitement	Dosage effectué après 12 jours de traitement
LH	4 UI / L	5 UI / L	15 UI / L
Œstradiol	148 pg/mL	166 pg/mL	208 pg/mL

**Question 4** : Quelles sont les cellules cibles de GnRH et comment y répondent-elles ?

**Question 5** : Donnez le nom des deux structures ovariennes fléchées sur la photo du document C. Quel a été l'effet du traitement sur les ovaires ?

**Question 6** : A partir du document D, expliquez si le traitement a été efficace pour Mme X. En déduire l'origine de son infertilité.

**Question 7** : Chez d'autres patientes présentant une infertilité de même type que Mme X, le traitement est inefficace. Quelle hypothèse pouvez-vous faire sur leur infertilité ?

Peu de temps après le traitement, le médecin prescrit un dosage de l'hormone Chorionique Gonadotrophique (hCG) à Mme X. Les résultats sont présentés dans le document E.

**Document E : Dosages hormonaux de Mme X après traitement**

Hormone dosée	Dosage de Mme X (UI / L)	Valeurs de référence (UI / L)
hCG	15	Femme en dehors de la grossesse : $\leq 10$ 3 à 4 semaines de grossesse : 10 à 200 4 à 5 semaines de grossesse : 75 à 2600 5 à 6 semaines de grossesse : 850 à 20800

**Question 8 :** Que peut-on déduire de ce dosage ? D'après vos connaissances, expliquez l'origine et le rôle de la molécule hCG.

## **ANNEE 2011**

### **Avertissements :**

- Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe.
  - L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.
  - L'usage de l'encre rouge est réservé au correcteur.
  - Le candidat doit traiter les trois exercices.
- Aucun document ne sera rendu avec la copie.
- Le sujet comporte 7 pages.

### **EXERCICE N°1 : Questions de cours. (5,5 points)**

*Pour répondre à ce QCM, indiquez sur votre copie le numéro de la question suivie de la (ou les) lettres correspondant aux réponses que vous tenez pour vraies, s'il y en a. Les questions seront impérativement traitées dans l'ordre dans lequel elles apparaissent dans l'énoncé. Il n'est pas possible d'avoir une note négative pour une question.*

**QUESTION 11.** Les critères d'appartenance à la lignée humaine sont

- A. le nom d'espèce commençant par Homo
- B. la station bipède
- C. le développement important du volume crânien
- D. la présence de traces d'une activité culturelle
- E. la présence de caractères dérivés communs avec les primates

**QUESTION 12.** Différenciation sexuelle au cours du développement

- A. La présence du gène SRY sur le chromosome Y oriente le développement de la gonade indifférenciée en testicule
- B. La testostérone permet le développement du Canal de Wolff embryonnaire en voies génitales masculines
- C. L'AMH permet le développement du Canal de Müller embryonnaire en voies génitales féminines
- D. Les œstrogènes exercent un rétrocontrôle négatif sur le développement des trompes et de l'utérus
- E. Les caractères sexuels secondaires apparaissent lors de la puberté

**QUESTION 13.** Au moment de l'ovulation

- A. les œstrogènes exercent un rétrocontrôle positif sur l'hypothalamus
- B. il y a sécrétion de progestérone par les ovaires
- C. il y a sécrétion de FSH par l'antéhypophyse
- D. les règles se déclenchent
- E. il existe un rétrocontrôle négatif de la testostérone sur l'hypothalamus

**QUESTION 14.** Contrôle de la procréation

- A. L'amniocentèse est une méthode contraceptive utilisée en cas de grossesses à risque
- B. La pilule est une méthode de contraception hormonale qui consiste en la prise régulière sous forme de comprimés d'hormones ovariennes
- C. Une phase de prélèvement d'ovules est nécessaire avec toute insémination artificielle
- D. L'ICSI est une technique d'Interruption Médicale de Grossesse à l'aide de Composés Immunitaires
- E. L'utilisation des préservatifs et des stérilets limite également la propagation du HIV

**QUESTION 15.** Le VIH

- A. est un rétrovirus
- B. est limité par une bicouche lipidique
- C. reconnaît le GP120 porté par les lymphocytes T4
- D. la rétrotranscriptase de la cellule hôte permet la synthèse des ADN proviraux
- E. les protéines virales sont synthétisées à partir de l'information génétique virale grâce aux enzymes de la cellule hôte

**QUESTION 16.** A propos du Western Blot

- A. cette technique peut être utilisée comme test de dépistage dans les campagnes de prévention par le VIH
- B. cette technique comporte une étape d'électrophorèse
- C. cette technique permet de séparer les lymphocytes du patient les uns des autres
- D. cette technique permet de mettre en évidence une réaction antigène-anticorps entre les protéines virales du VIH et les anticorps du patient
- E. le test ELISA est un exemple d'utilisation du Western Blot

**QUESTION 17.** Le phénotype immunitaire d'un individu

- A. est constant au cours de sa vie
- B. est indépendant de son génotype
- C. est caractérisé par le type d'antigène que les LT4 du patient sont capables de reconnaître
- D. est le fruit de l'expression des gènes des récepteurs T et B remaniés au hasard
- E. est le fruit de l'expression de tous les gènes de l'individu

**QUESTION 18.** La production d'anticorps

- A. est réalisée par les plasmocytes
- B. a lieu dans la moelle osseuse
- C. Un lymphocyte B peut présenter différents types d'anticorps à sa surface
- D. La sélection clonale des lymphocytes a lieu, notamment, dans les ganglions
- E. L'immunité acquise se développe en quelques jours après une première rencontre avec l'antigène

**QUESTION 19.** Les lymphocytes T cytotoxiques

- A. dérivent de lymphocytes T8 après sélection par contact avec un antigène
- B. sécrètent les interleukines nécessaires à la sélection clonale
- C. peuvent détruire les lymphocytes T4 infectés par un virus
- D. peuvent détruire toute cellule du patient infectée par un virus
- E. produisent une grande quantité d'anticorps et de perforines

Enoncé pour la dernière question

Chez certains animaux, une protéine de réserve appelée vitellogénine est transportée par le sang puis stockée dans les ovaires.

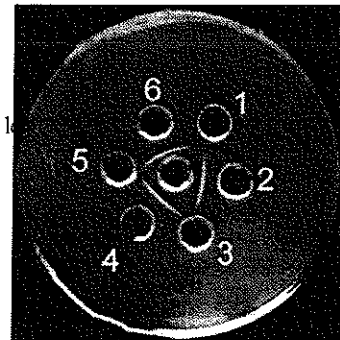
On émet l'hypothèse que chaque vitellogénine est spécifique de l'espèce qui la fabrique.

On étudie les vitellogénines de trois espèces de Xénopes : *Xenopus laevis*, *Xenopus borealis* et *Xenopus tropicalis*. La comparaison est réalisée par le test d'Ouchterlony.

**Document :** Dans une boîte de Pétri renfermant un gel d'agarose, 7 puits ont été creusés et reçoivent :

- dans le puits central, du sérum d'un lapin ayant reçu plusieurs jours avant le prélèvement une injection de vitellogénine de *Xenopus laevis*
- dans les puits périphériques:
  1. du sérum de lapin normal
  2. de la vitellogénine de *Xenopus laevis* femelle
  3. du sérum de *Xenopus laevis* mâle,
  4. de la vitellogénine de *Xenopus borealis* femelle
  5. de l'albumine d'œuf de poule
  6. de la vitellogénine de *Xenopus tropicalis* femelle.

Les résultats sont présentés sur l'image ci-contre.



**QUESTION 20.** Les résultats du test permettent de dire que

- A. il y a formation de complexes immuns entre les anticorps contenus dans le sérum de lapin du puits central et la vitellogénine de *Xenopus laevis*
- B. il n'y a pas formation de complexes immuns entre les anticorps contenus dans le sérum de lapin normal et la vitellogénine de *Xenopus tropicalis*
- C. l'hypothèse est confirmée : la vitellogénine est donc spécifique de chaque espèce de *Xenopus*
- D. la vitellogénine n'est pas reconnue par les anticorps contenus dans le sérum de *Xenopus laevis* mâle
- E. l'albumine d'œuf de poule réagit, comme la vitellogénine de *Xenopus*, avec les anticorps contenus dans le sérum du puits central

**EXERCICE N°2 : Génétique. (9.5 points)**

**1<sup>ère</sup> partie : Analyse génétique de la couleur du pelage chez la Souris**

Chez la souris, la couleur foncée du pelage est gouvernée par **deux gènes**.

Le gène « A » est responsable de l'existence de la pigmentation.

L'allèle a de ce gène, lorsqu'il est présent à l'état homozygote, conduit à l'absence de synthèse de pigment et cela quels que soient les allèles des autres gènes intervenant dans la couleur du pelage. L'allèle A permet la synthèse de pigments.

Le gène « B », quant à lui, gouverne la densité du pigment dans les cellules de la peau.

Les homozygotes BB ont un pelage noir en raison de la forte densité de pigment. Les homozygotes bb ont un pelage brun en raison d'une plus faible densité de pigment.

On croise des souris appartenant à deux lignées pures : une souris noire et une souris blanche (lignée parentale). La descendance obtenue (F1) est constituée uniquement de souris noires.

**Question 1** : Donner le(s) génotype(s) possible(s) de la souris noire parentale et de la souris blanche.

**Question 2** : Donner le(s) génotype(s) possible(s) de la souris noire F1.

On croise des souris noires F1 avec des souris blanches de la lignée parentale.

La descendance obtenue (F2) est constituée de :

- 103 souris noires
- 98 souris brunes
- 199 souris blanches

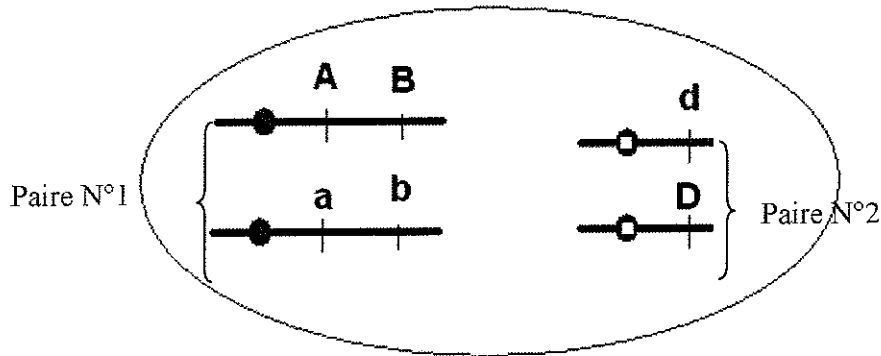
**Question 3** : En prenant en compte ces résultats obtenus en F2, quel est le génotype des souris noires F1 et celui de la souris blanche parentale ? Justifiez brièvement votre réponse.

**Question 4** : Comment appelle-t-on ce croisement ? Quel est l'intérêt de ce type de croisement ?

**Question 5** : En tenant compte des précédents résultats, vous indiquerez dans un tableau de croisement, les génotypes et les phénotypes associés obtenus à l'issue du croisement des souris F1 avec une souris blanche de la lignée parentale.

**Question 6** : En tenant compte des effectifs obtenus en F2 pour chaque phénotype, indiquez dans ce même tableau, la répartition statistique des différents génotypes et en déduire si les gènes sont liés ou indépendants. Justifiez votre réponse.

Soit la cellule hypothétique suivante, contenant 2 paires de chromosomes sur lesquels 3 gènes sont positionnés.



**Question 1 :**

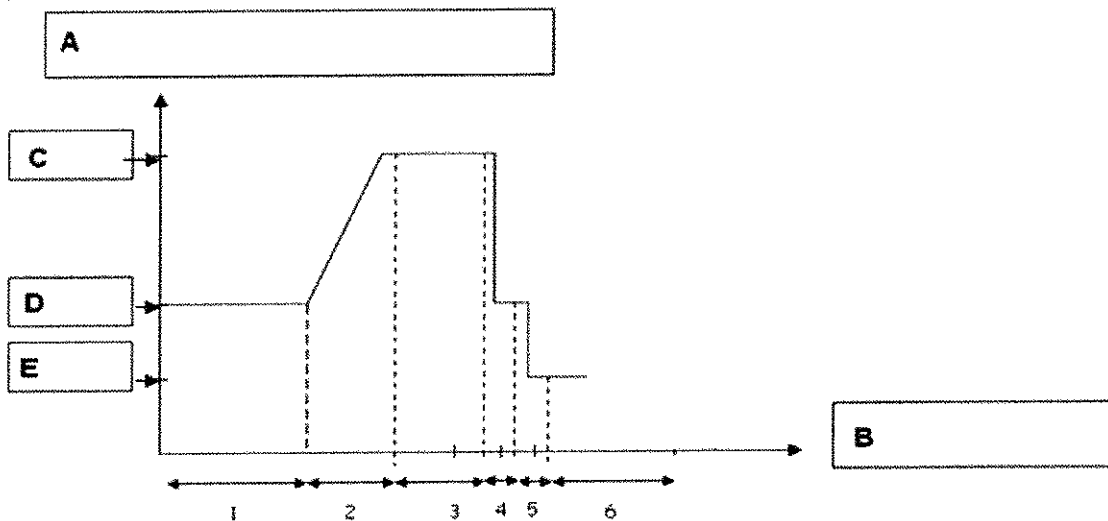
A. Dessiner toutes les possibilités de cellules en télophase I de méiose pouvant être produites à partir de cette cellule en supposant qu'il n'y ait pas eu de crossing-over ?

B. Comment appelle-t-on le phénomène à l'origine de la diversité des gamètes dans ce cas ?

**Question 2 :** Dessiner toutes les possibilités de cellules en télophase I de méiose pouvant être produites à partir de cette cellule en supposant qu'il y ait eu un crossing-over entre les 2 gènes de la paire n°1 ?

**Question 3 :** Quel autre phénomène, source de variabilité au sein de l'espèce, sans altération du caryotype, peut venir s'ajouter à ceux vus précédemment ?

**Question 4 :**

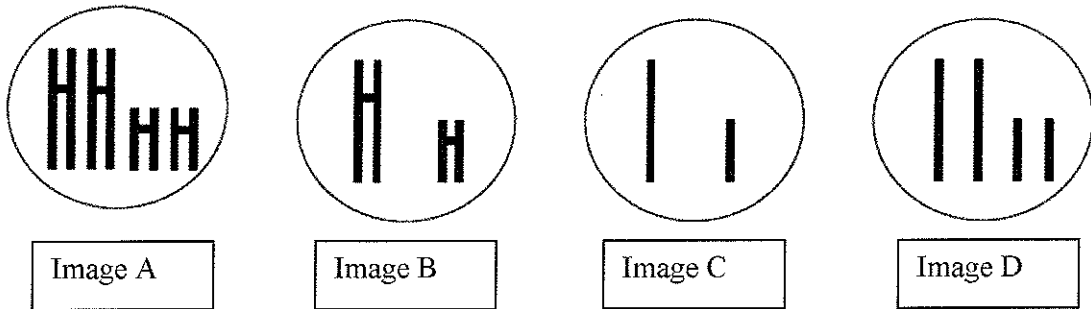


C. Quelles sont les légendes attendues en A, B, C, D et E

D. Associez les intitulés suivants au(x) numéro(s) du graphique (si aucun ne correspond mettre un zéro barré) correspondant

- fécondation
- mitose
- méiose I
- méiose II
- réplication
- réparation

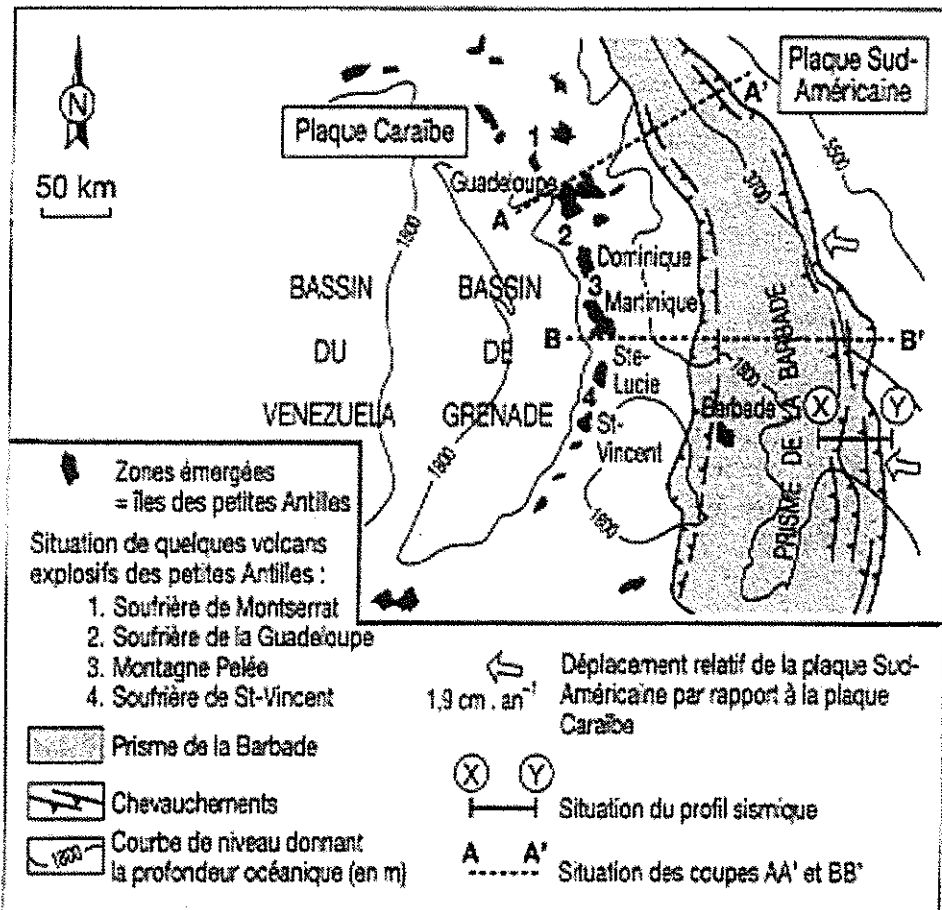
E. Associez les images suivantes au(x) numéro(s) du graphique (on se place à la fin de l'étape) correspondant (si aucun ne correspond mettre un zéro barré)



- F. A quelle(s) phase(s) du graphique (on se place à la fin de l'étape) correspond (ent) :
- des phases haploïdes
  - des phases diploïdes

**EXERCICE N°3 : Les Antilles, zone de convergence. (5 points)**

*Document 1 : Carte structurale simplifiée de l'Arc des petites Antilles*



Question  
dynamique

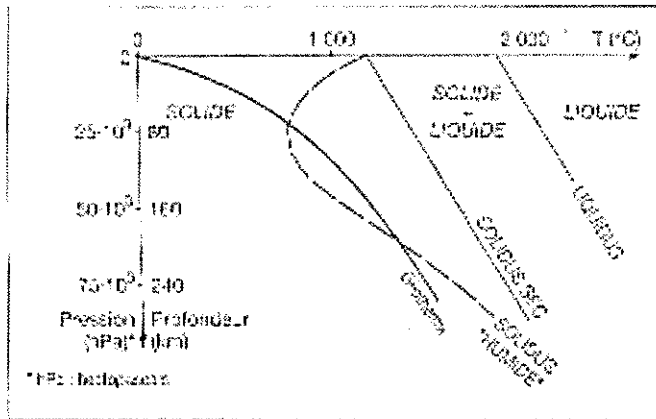
tiques

D'après *Sciences de la Terre et de l'univers*, Vuibert 2000.

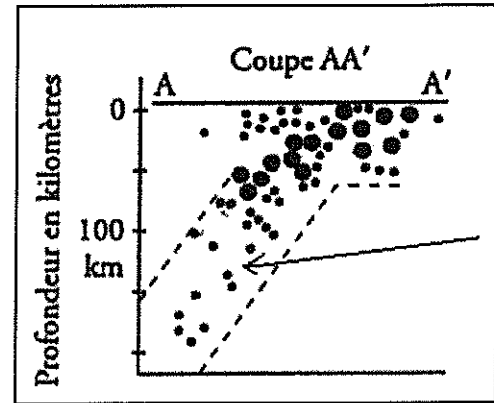


Question 2 : Préciser le phénomène géologique de cette convergence

**Document 2 :** Résultats expérimentaux montrant l'état de la péridotite en fonction de la température et de la pression et du géotherme de la zone de convergence étudiée



**Document 3 :** Répartition des foyers des séismes dans l'Archipel des petites Antilles.



Séismes de magnitude :

- inférieure à 5
- supérieure ou égale à 5

Question 3 : A propos du document 2, définir

- G. le solidus
- H. le géotherme

Question 4 : D'après le document 2, à quelle(s) profondeur(s) sous la zone de convergence que l'on étudie

- I. les péridotites sont en fusion ? Justifier brièvement.
- J. les péridotites hydratées sont en fusion ? Justifier brièvement.

Question 5 : Quelle est la conséquence visible sur le document 1 de la présence de roches hydratées en profondeur ? Quelle est leur origine ?

Question 6 : Reproduire le document 3 et légèrer la flèche.

Indiquer le nom des deux plaques.

Représenter sur votre schéma un volcan et la zone de fusion partielle de la péridotite.

Question 7 : Comment expliquer la présence de foyers sismiques visibles sur le document 3 ?

# EPREUVES DE SCIENCES DE PHYSIQUE – CHIMIE

Coefficient : 3      Durée : 1 heure 30

## ANNEE 2010

Durée conseillée pour l'épreuve de physique (20 pts/40) : 45 minutes

Durée conseillée pour l'épreuve de chimie (20 pts/40) : 45 minutes

### Avertissements :

- L'utilisation d'encre rouge est interdite.
- L'utilisation de calculatrices, règles à calculs, formulaires, papier millimétré est interdite.
- Il sera tenu compte de la qualité de la présentation des copies et de l'orthographe.
- Le candidat devra traiter à la fois la partie physique et la partie chimie
- Vérifiez que l'énoncé comporte 7 pages numérotées de 1 à 7

## DEBUT DE L'EPREUVE DE PHYSIQUE (20 points sur 40)

### PHYSIQUE : EXERCICE 1 : Ondes (4 points)

Répondez à ces questionnaires à choix multiple (de 0 à 5 réponses justes possibles) en reportant sur votre copie uniquement les lettres des items A à E qui vous semblent justes (ne pas justifier).

#### OCM 1 :

Une onde sonore :

- A- Véhicule de la matière
- B- Véhicule de l'information et de l'énergie
- C- Est qualifiée d'onde mécanique transversale
- D- Se propage avec une célérité de  $3 \cdot 10^8$  m/s dans le vide
- E- Voit sa fréquence inchangée dans les milieux dispersifs

#### OCM 2 :

Une onde lumineuse se propage dans le vide avec une fréquence  $F_0$  et une longueur d'onde  $\lambda_0$ .

- A- A un instant donné, les points de même état vibratoire sont distants de  $p \cdot \lambda_0$  (p entier)
- B- Dans un verre d'indice de réfraction n, la fréquence de l'onde est  $F_0/n$
- C- Dans un verre d'indice de réfraction n, la fréquence de l'onde est  $n \cdot F_0$
- D- Dans un verre d'indice de réfraction n, la longueur d'onde est  $\lambda_0/n$
- E- Dans un verre d'indice de réfraction n, la longueur d'onde est  $n \cdot \lambda_0$

### PHYSIQUE : EXERCICE 2 : Réactions nucléaires (7 points)

#### Applications thérapeutiques des rayonnements ionisants

L'iode-131 est un élément radioactif qui peut être volontairement administré à l'homme pour le traitement de maladies de la glande thyroïde ;  $^{131}_{53}\text{I}$  est un émetteur  $\beta^-$  de demi-vie  $T = 8$  jours.

#### Données utiles pour l'exercice :

- Masse molaire ( $^{131}_{53}\text{I}$ ) = 131 g.mol<sup>-1</sup> ; Constante d'Avogadro :  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup> ;  $\ln(2) \approx 0,7$
- Extrait de la classification périodique :

Antimoine	Tellure	Iode	Xénon	Césium
$_{51}\text{Sb}$	$_{52}\text{Te}$	$_{53}\text{I}$	$_{54}\text{Xe}$	$_{55}\text{Cs}$

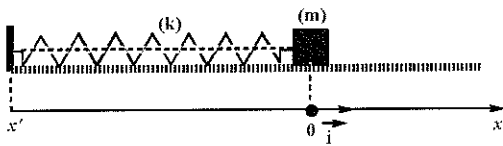
- 1) Donner la composition d'un noyau d'iode-131. Préciser ce qui le distingue de ses éventuels isotopes.
- 2) Ecrire l'équation de désintégration de l'iode-131 en précisant les lois de conservation utilisées (on admettra que le noyau fils produit n'est pas obtenu dans un état excité).
- 3) D'où provient la particule émise par  $^{131}\text{I}$  lors de sa désintégration ? Quelle différence fondamentale existe-t-il entre cette particule et celle mise en jeu lors des réactions chimiques d'oxydo-réduction ?
- 4) Soit un échantillon contenant une masse  $m_0$  gramme d'iode-131, d'activité initiale  $A_0$  Bq.
  - 4-a) Etablir l'expression de la masse  $m_0$  en fonction de  $A_0$ ,  $T$  et  $N_a$ .
  - 4-b) Quelle est la valeur de  $m_0$  si  $A_0 = 70 \text{ MBq}$  ?
- 5) On administre  $80 \text{ MBq}$  à un patient et on suppose que tous les noyaux d'iode-131 injectés se fixent sur la thyroïde. Quelle sera l'activité résiduelle (en MBq) 32 jours après cette injection ?

### **PHYSIQUE : EXERCICE 3 : Oscillateurs mécaniques (9 points)**

#### **Modélisation biomécanique du corps humain pour les mouvements de vibration**

Les troubles musculo-squelettiques présentés par certains sujets soumis à des vibrations durant leur activité professionnelle s'expliquent par une mise en résonance du système (thorax-bassin).

En biomécanique, ce système est modélisé par un mobile de masse  $m$  fixé à un ressort de masse négligeable et de raideur  $k$ . Le mobile oscille sur un plan horizontal et au repos, son centre d'inertie coïncide avec l'origine  $O$  d'un axe  $x'Ox$  orienté de gauche à droite (voir schéma ci-dessous).



#### **Partie I : modélisation idéale du système (thorax-bassin) :**

Dans ce modèle, on néglige les forces de frottement ; le mobile oscille alors périodiquement autour de sa position d'équilibre  $O$  avec une fréquence propre de  $5 \text{ Hz}$ .

I-1) Si le mobile est en sa position d'équilibre, exprimer, en fonction de  $T_0$ , la durée nécessaire pour observer un nouveau passage par cette position d'équilibre. Justifier.

I-2) La solution de l'équation différentielle du mouvement du mobile est du type :

$$x(t) = x_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi_0\right)$$

I-2-a) Exprimer  $T_0$  en fonction de  $k$  et de  $m$ .

I-2-b) Définir les constantes  $x_m$  et  $\varphi_0$  et préciser leur unité dans le système international.

I-3) A  $t = 0$ , on lâche le mobile sans vitesse d'une position  $x_0 = -5 \text{ cm}$  ; la raideur est  $20\,000 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ . Si l'énergie potentielle de pesanteur est nulle sur le plan, que vaut (en J) l'énergie mécanique du mobile :

I-3-a) A l'instant initial ? Justifier.

I-3-b) A l'instant où le mobile repasse pour la première fois par sa position d'équilibre ? Justifier.

## Partie II : modélisation amortie du système (thorax-bassin) :

Dans ce modèle, les forces de frottement subies par le mobile sont équivalentes à une force unique proportionnelle à sa vitesse  $\vec{V}$  selon  $\vec{f} = -\mu \cdot \vec{V}$  où  $\mu$  est une constante positive.

**II-1)** On se place à un instant où le mobile est à droite du point O (entre sa position d'équilibre et sa position d'écartement maximum) avec un déplacement de gauche à droite (voir schéma ci-dessous).



**II-1-a)** Pour cet instant, représenter et nommer les forces extérieures exercées sur le mobile.  
(dessiner uniquement le mobile et représenter les forces sans vous soucier de l'échelle)

**II-1-b)** Pour cet instant, donner l'expression des forces de rappel  $\vec{F}$  et de frottement  $\vec{f}$  en fonction de  $x$ ,  $V$ ,  $k$ ,  $\mu$  et du vecteur unitaire  $\vec{i}$ . Préciser, en le justifiant, les signes de  $x$  et  $V$ .

**II-2)** L'équation différentielle du mouvement du mobile est de type :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + b \cdot \frac{dx}{dt} + c \cdot x = 0 \quad \text{où } b \text{ et } c \text{ sont des constantes}$$

Etablir l'expression des constantes  $b$  et  $c$  en fonction de  $\mu$ ,  $m$  et  $k$ .

## Partie III : application pratique de la modélisation du système (thorax-bassin) :

On considère une voiture transmettant intégralement les vibrations de la route à ses passagers. Elle roule à la vitesse  $V_0 = 72 \text{ km/h}$  sur une route bosselée où les bosses sont distantes de  $L$ . On s'intéresse aux effets de cette route sur le système (thorax-bassin) modélisé en (II) et de fréquence propre  $5 \text{ Hz}$ .

**III-1)** Dans ces conditions d'oscillations :

Quel est le qualificatif utilisé pour nommer les oscillations du système (thorax-bassin) ?

Quel est le qualificatif utilisé pour la route bosselée ? Pour le système (thorax-bassin) ?

**III-2)** Exprimer la fréquence de répétition ( $F_{\text{Rep}}$ ) des bosses rencontrées en fonction de  $L$  et de  $V_0$ .

**III-3)** On s'intéresse à la mise en résonance du système (thorax-bassin) par la route bosselée.

**III-3-a)** Définir le phénomène de résonance et la condition pour laquelle il est observé.

**III-3-b)** Quelle doit être, en mètre, la distance  $L$  séparant deux bosses pour observer la résonance ?

## DEBUT DE L'ÉPREUVE DE CHIMIE (20 points sur 40)

### CHIMIE : EXERCICE 1 : Le paracétamol (8 points)

Le paracétamol ou *N*-(4-hydroxyphényl)éthanamide est le principe actif d'une famille de médicaments antipyrétiques (traitement de la fièvre) et analgésiques (traitement de la douleur).

Les parties I, II et III sont indépendantes

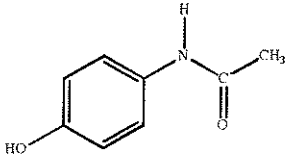


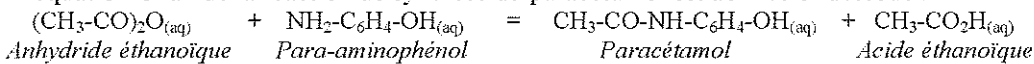
Fig. 1 : la molécule de paracétamol

#### Données utiles pour l'exercice :

- Masse molaire moléculaire du paracétamol =  $150 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $10^{-5,5} = 3,2 \cdot 10^{-6}$  ;  $10^{-8,5} = 3,2 \cdot 10^{-9}$
- $\log(3,2) = 0,51$  ;  $\log(3,3) = 0,52$  ;  $\ln(3,2) = 1,16$  ;  $\ln(3,3) = 1,19$
- On négligera une grandeur  $a$  devant une grandeur  $b$  si  $a/b \leq 10^{-2}$

#### Partie I : étude de la synthèse du paracétamol :

L'équation-bilan de la réaction de synthèse du paracétamol est donnée ci-dessous :



On note  $K$  la constante d'équilibre de synthèse à la température  $T$ .

On note  $Q_{r,i}$  le quotient de réaction dans l'état initial.

I-1) Donner l'expression du quotient de réaction dans l'état initial,  $Q_{r,i}$ .

I-2) Répondre à ce questionnaire à choix multiple (de 0 à 5 réponses justes possibles) en reportant sur votre copie uniquement les lettres des items A à E qui vous semblent justes (ne pas justifier).

A- L'expression de  $K$  est :  $K = \frac{[\text{CH}_3\text{-CO-NH-C}_6\text{H}_4\text{-OH}]_{\text{eq}} [\text{CH}_3\text{-CO}_2\text{H}]_{\text{eq}}}{[(\text{CH}_3\text{-CO})_2\text{O}]_{\text{eq}} [\text{NH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-OH}]_{\text{eq}}}$

B- La valeur de  $K$  diminue si on augmente les concentrations des réactifs dans l'état initial.

C- La valeur de  $K$  est indépendante de la température  $T$ .

D- Si  $Q_{r,i} < K$ , le système évolue spontanément dans le sens inverse de l'équation de réaction

E- Si  $Q_{r,i} < K$ , la quantité de paracétamol augmente entre l'état initial et l'état d'équilibre

#### Partie II : étude des propriétés acido-basiques du paracétamol :

Cette partie a pour but d'étudier les propriétés acido-basiques du paracétamol, noté AH, en solution aqueuse. Sa base conjuguée, dont la formule semi-développée est précisée ci-dessous, sera notée A<sup>-</sup>.

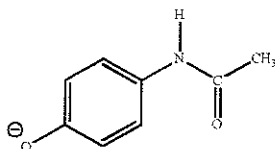


Fig. 2 : base conjuguée du paracétamol

La réaction entre le paracétamol AH et l'eau modélise la transformation étudiée.

On dissout un comprimé effervescent de Doliprane 500 ® dans un verre d'eau de volume  $V = 10 \text{ cL}$  d'eau. La masse correspondante de paracétamol dissoute est  $m = 500 \text{ mg}$ . On note  $S$  la solution ainsi préparée. À  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , la mesure du pH de la solution  $S$  à l'équilibre donne 5,5.

II-1) Déterminer, à l'équilibre, la concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$  en ions oxonium dans la solution  $S$ .

II-2) Le paracétamol AH réagit avec l'eau. Écrire l'équation de la réaction modélisant cette réaction.

**II-3) Déterminer l'avancement maximal  $x_{\max}$  de la réaction.**

**II-4-a) Déterminer l'avancement final  $x_f$  de la réaction (on pourra s'aider d'un tableau descriptif de l'évolution du système).**

**II-4-b) En déduire les concentrations  $[A^-]_{\text{eq}}$  et  $[AH]_{\text{eq}}$  à l'équilibre.**

**II-5) Calculer l'ordre de grandeur du taux d'avancement final  $\tau$  de la réaction.**

La transformation de AH en A<sup>-</sup> dans l'eau est-elle totale ou limitée ? Justifier.

**II-6) Etablir l'expression du  $pK_A$  du couple AH/A<sup>-</sup> en fonction du pH et calculer sa valeur.**

**II-7) Le pH de l'estomac humain varie entre 1,5 (pendant la nuit) et 5 (en début de digestion).**

Pour chacune de ces deux valeurs du pH, quelle est l'espèce, AH ou A<sup>-</sup>, qui prédomine dans l'estomac après la prise d'un comprimé de 500 mg ? Justifier.

**Partie III : étude des propriétés rédox d'un précurseur du paracétamol :**

Une méthode pour doser le paracétamol consiste en une hydrolyse du paracétamol, suivie d'un dosage d'oxydoréduction du produit de l'hydrolyse, le para-aminophénol, par les ions Ce<sup>4+</sup>. Lors de la réaction, celui-ci est susceptible d'être oxydé en para-benzoquinone C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> en présence d'ions Ce<sup>4+</sup>.

**III-1) Sachant que l'oxydation du para-aminophénol NH<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-OH en para-benzoquinone C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> produit également des ions ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, donner la demi-équation d'oxydation correspondante.**

**III-2) Donner la demi-équation de réduction des ions Ce<sup>4+</sup> en ions Ce<sup>3+</sup>.**

**III-3) En déduire l'équation-bilan de la réaction entre les ions Ce<sup>4+</sup> et le para-aminophénol.**

**CHIMIE : EXERCICE 2 : Cinétique et catalyse chimique (7 points)**

« Que ton aliment soit ta seule médecine » Hippocrate (-460 ; -370 av J-C)

Le rôle des aliments est important dans la protection de notre organisme, notamment contre la production de radicaux libres (espèces nocives hautement réactives) à partir du peroxyde d'hydrogène (nommé commercialement eau oxygénée).

Les parties I, II et III sont indépendantes.

**Partie I : la catalase : une prévention contre les radicaux libres :**

La catalase est une enzyme catalysant la réaction de décomposition de l'eau oxygénée dans l'organisme, empêchant alors la production de radicaux libres. Le mécanisme supposé est le suivant :

Etape 1 : Catalase + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → composé intermédiaire + H<sub>2</sub>O

Etape 2 : composé intermédiaire + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → Catalase + H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub>

**I-1) Déduire de ces deux étapes l'équation bilan de la réaction de décomposition de l'eau oxygénée.**

La catalase y figure-t-elle ? Justifier.

**I-2) Selon vous, pourquoi l'organisme a-t-il recours à un catalyseur pour effectuer cette réaction ?**

**I-3) Préciser, sans le justifier, si la catalyse mise en jeu est homogène ou hétérogène.**

**Partie II : décomposition de l'eau oxygénée par les ions iodures :**

On réalise trois mélanges A, B et C, contenant les mêmes réactifs dans des proportions différentes. Les valeurs expérimentales sont reportées dans le tableau ci-dessous.

	Acide sulfurique $C_0=1,0 \text{ mol.L}^{-1}$	Iodure de potassium $C_1=0,10 \text{ mol.L}^{-1}$	Peroxyde d'hydrogène $C_2=0,10 \text{ mol.L}^{-1}$	Volume total de la solution après dilution
Mélange A	10 mL	15 mL	2,0 mL	30 mL
Mélange B	10 mL	10 mL	2,0 mL	30 mL
Mélange C	10 mL	10 mL	1,0 mL	30 mL

Les couples redox mis en jeu lors de la réaction étudiée sont les couples  $H_2O_2/H_2O$  et  $I_2/I^-$  ; la réaction est considérée comme totale et son équation bilan est :  $H_2O_{2(aq)} + 2H^+_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} = 2H_2O_{(l)} + I_{2(aq)}$

Pour chacun des trois mélanges, on suit la concentration du diiode formé par spectrophotométrie ; les courbes cinétiques obtenues sont représentées ci-dessous par les courbes 1 à 3 (dans le désordre)

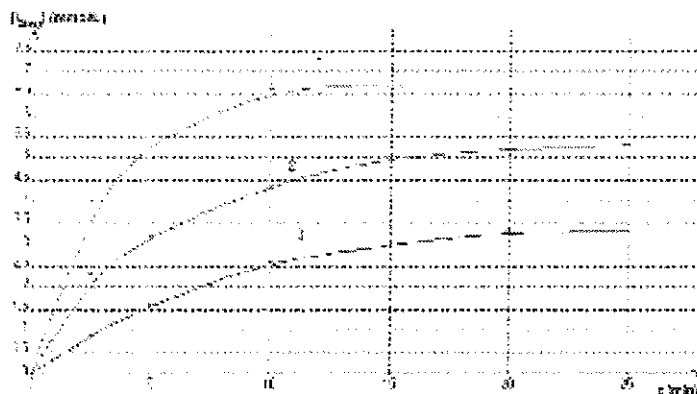


Fig.1 : courbes cinétiques

**II-1)** Donner la définition d'oxydant. Donner la définition d'une réduction. Qui de l'oxydant ou du réducteur subit une réduction ?

**II-2)** Identifier dans chaque couple mis en jeu l'oxydant et le réducteur.

**II-3)** Rappeler l'expression de la loi de Beer-Lambert liant absorbance et concentration. Préciser les unités de chacun des termes.

**II-4)** La courbe (3) indique  $[I_2] = 1 \text{ mmol/L}$  à  $t = 3 \text{ min}$ . En déduire la valeur de l'absorbance  $A$  à 3 minutes sachant que  $\epsilon = 1,878 \cdot 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  et  $l = 1 \text{ cm}$ .

**II-5)** Définir le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ .

**II-6)** A l'aide du graphique, en déduire sa valeur (à la minute près) pour le mélange représenté par la courbe (3).

**II-7)** On considère le mélange C. Le tableau ci-dessous représente le tableau d'avancement incomplet de la réaction (on note  $x$  la valeur de l'avancement à l'instant  $t$  et  $x_{\text{max}}$  sa valeur à  $t_{\text{max}}$ )

Mélange C								
Date	Avancement	$H_2O_2$	$2H^+$	$2I^-$	=	$2H_2O$	$I_2$	
$t = 0$	$x = 0$	$0,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	EXCES	$0,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$		SOLVANT	0	
$t$	$x$							
$t_{\text{max}}$	$x_{\text{max}}$	a		b				c

Quelles sont les valeurs que vous devez attribuer aux lettres a, b et c ?

**II-8)** Répondre à ce questionnaire à choix multiple (de 0 à 5 réponses justes possibles) en reportant sur votre copie uniquement les lettres des items A à E qui vous semblent justes (ne pas justifier).

**A-** Dans le mélange C, le réactif limitant n'est pas l'ion iodure  $I^-$ .

**B-** De la valeur de c, on déduit que la courbe 3 correspond au mélange C.

**C-** A  $t=5 \text{ min}$ , la valeur de  $V_3$  est supérieure à celle de  $V_1$

(on note  $V_1$  et  $V_3$  respectivement les vitesses volumiques de réaction pour les courbes 1 et 3)

**D-** Sachant que la courbe 1 correspond au mélange A et que la courbe 2 correspond au mélange B, on peut affirmer que la courbe 2 atteindra la même limite que la courbe 1

### Partie III : synthèse de l'eau oxygénée :

La réaction de synthèse de l'eau oxygénée s'écrit  $H_{2(g)} + O_{2(g)} = H_2O_{2(l)}$

Le dihydrogène nécessaire à cette synthèse doit être pur. Il est obtenu par l'électrolyse d'une saumure, c'est-à-dire une solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium ( $Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ ).

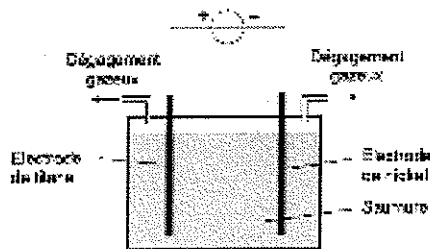


Fig.2 : schéma simplifié du dispositif d'électrolyse

Répondre à ce questionnaire à choix multiple (de 0 à 5 réponses justes possibles) en reportant sur votre copie uniquement les lettres des items A à E qui vous semblent justes (ne pas justifier).

- A- Dans la solution, les ions  $Cl^-$  migrent vers l'électrode en titane.
- B- L'électrode de nickel est l'anode.
- C- Dans la solution, des ions  $H^+$  sont réduits au niveau de l'électrode de nickel.
- D- Dans la solution, les cations sont attirés vers la cathode.
- E- Dans la solution, les anions sont attirés vers l'électrode en nickel.

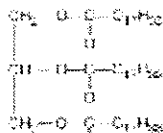
### CHIMIE : EXERCICE 3 : De l'huile d'olive au savon parfumé (5 points)

Une huile alimentaire est un mélange complexe de triglycérides qui sont des triesters du glycérol (ou propan-1,2,3-triol) et d'acides gras ; les acides gras majeurs présentent 12 à 18 atomes de carbone.

Les parties I et II sont indépendantes.

#### Partie I : savons :

Les savons peuvent être obtenus par saponification de corps gras, comme l'oléine dont la formule est :



I-1) Ecrire l'équation bilan de la réaction de saponification de l'oléine avec l'hydroxyde de potassium. Identifier le savon parmi les espèces formées.

I-2) Quelle(s) caractéristique(s) différencie(nt) la saponification d'un ester de l'hydrolyse d'un ester ?

I-3) Le savon présente une partie lipophile et une partie lipophile. Définir les termes lipophile et lipophile. Identifier ces deux parties dans le savon étudié.

I-4) Expliquer à l'aide de schémas le pouvoir nettoyant du savon sur une tache de graisse.

I-5) Dans une eau dure, l'oléate de potassium précipite (entre autres) avec les ions  $Ca^{2+}$ .

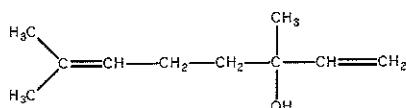
Ecrire l'équation bilan de la réaction qui traduit ce phénomène de précipitation.

#### Partie II : savon parfumé à la lavande :

Le parfum à odeur de lavande, ou acétate de linalyle, utilisé pour parfumer un savon est une espèce chimique présente dans l'essence naturelle de lavande. Mais il peut aussi être préparé au laboratoire, entre autres par action de l'acide acétique sur le linalol. À température ordinaire, le linalol se présente sous la forme d'un liquide incolore et odorant.

#### Données utiles pour l'exercice :

Formule semi-développée du linalol :



Température d'ébullition à pression atmosphérique :

Acétate de linalyle	Linalol	Acide acétique	Eau
220 °C	199 °C	118 °C	100 °C



II-1) À quelle famille chimique appartient l'acétate de linalyle ? Le linalol ?

II-2) En utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation de la réaction correspondant à la préparation de l'acétate de linalyle.

II-3) Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

II-4) On chauffe à reflux un mélange équimolaire de linalol et d'acide acétique en présence d'un catalyseur. Le rendement de la synthèse, de l'ordre de 5%, est mauvais.

II-4-a) Proposer deux méthodes pour améliorer le rendement, sans changer la nature des réactifs, sachant que le linalol est un produit très coûteux ?

II-4-b) Que proposeriez-vous pour améliorer le rendement, en changeant l'un des réactifs ? Nommer ce nouveau réactif après avoir proposé sa formule semi-développée.

## ANNEE 2011

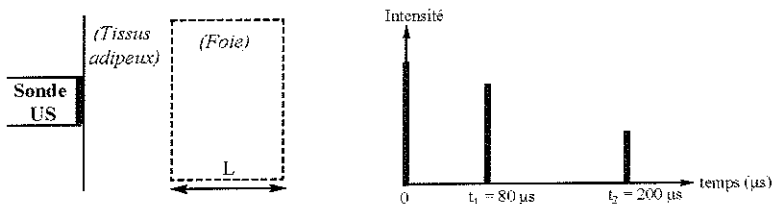
### DEBUT DES EXERCICES DE PHYSIQUE (16 points sur 40)

Un patient est hospitalisé en vue de subir plusieurs examens que nous vous proposons d'étudier. Les exercices ainsi que la plupart des questions qui les composent sont indépendants les uns des autres.

#### **PHYSIQUE : EXERCICE 1 : Ondes (5 points)**

Le premier examen réalisé est une échographie du foie grâce à une sonde ultrasonore fonctionnant en mode impulsif. Dans le corps, on suppose que les ondes mécaniques ultrasonores se propagent avec une célérité de  $1500 \text{ m.s}^{-1}$  et ont une longueur d'onde de  $1 \text{ mm}$ .

- 1) Quelle est en Hz la fréquence des ultrasons dans le corps ?
- 2) Si la célérité du son dans l'air est de  $340 \text{ m.s}^{-1}$ , que vaut en MHz la fréquence dans l'air ?
- 3) L'échographie repose sur la mesure de l'intensité des ondes ultrasonores réfléchies au niveau des interfaces acoustiques du corps. On représente ci-dessous une modélisation anatomique de la zone explorée et l'évolution de l'intensité des échos réceptionnés :



- 3-a) En vous aidant du principe de l'échographie, indiquer l'origine de chacun des pics.
  - 3-b) Quelle est, en cm, la valeur de la largeur L du foie de ce patient ?
  - 3-c) Les deux extrémités du foie vibrent-elles en phase ? Justifier.
- 4) Le foie du patient présente un kyste de 5 mm de diamètre.
    - 4-a) Quel phénomène observe-t-on lorsque les ultrasons traversent le kyste ? Justifier.
    - 4-b) Sans contourner le kyste, comment faire en pratique pour diminuer cet effet ?

**PHYSIQUE : EXERCICE 2 : Radioactivité (5 points)**

Le patient est ensuite transféré dans un centre de Médecine Nucléaire ; il y subit une tomographie par émission de positons à l'oxygène-15 ( $^{15}\text{O}$ ) pour l'analyse de sa ventilation pulmonaire.

**Données utiles pour l'exercice :**

- Volume molaire d'un gaz à 25°C sous 1 atm : 24 L .mol<sup>-1</sup>
- Constante d'Avogadro :  $N_A = 6.10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Demi-vie radioactive de l'oxygène-15 : 2 minutes
- Aide aux calculs :  $\ln(2) \approx 0,70$     $1/60 \approx 0,016$     $1/120 \approx 8,33.10^{-3}$     $60/0,7 \approx 85,71$   
 $120/0,7 \approx 171,43$     $0,7/60 \approx 0,011$     $0,7/120 \approx 5,83.10^{-3}$

1) Parmi les noyaux suivants, quel est l'isotope de l'oxygène-15 ? Justifier.

(a) :  $^{15}_7X$    (b) :  $^{14}_8Y$    (c) :  $^{12}_5Z$

2) On s'intéresse à l'énergie de liaison par nucléon de l'oxygène-15. On note  $m$  la masse du noyau,  $m_n$  celle d'un neutron,  $m_p$  celle d'un proton et  $c$  la célérité de la lumière.

2-a) Exprimer son énergie de liaison par nucléon en fonction de  $m$ ,  $m_n$ ,  $m_p$  et  $c$ .

2-b) Quel est le signe de cette énergie. Justifier. (Aucun calcul n'est nécessaire)

3) A l'aide de l'énoncé, déterminer le mode de désintégration de l'oxygène-15.

Ecrire l'équation bilan de cette désintégration nucléaire.

4) Pour réaliser le test, on fait respirer au patient un volume de 48 mL de dioxygène pur ; dans ce volume, seules 10<sup>-8</sup> % des molécules de dioxygène sont marquées à l'oxygène-15, ce marquage ne concernant qu'un atome d'oxygène de la molécule.

4-a) Quelle est, en unité SI, la valeur de la constante radioactive  $\lambda$  ?

4-b) Quel est le nombre de noyaux d'oxygène-15 présents dans le gaz respiré ?

4-c) Quelle est, en Bq, l'activité radioactive du gaz respiré ?

**PHYSIQUE : EXERCICE 3 : Mécanique (6 points)**

Pour terminer, le patient subit une prise de sang afin de réaliser une batterie de tests sanguins. L'un des tests consiste à mesurer la vitesse de sédimentation des hématies dans le plasma sous l'action de la gravité. Pour simplifier l'étude mécanique, on modélise les hématies par des sphères de rayon  $R$  et de masse volumique  $\rho$  en chute verticale (sans vitesse initiale) dans le plasma de masse volumique  $\rho_0$ .

1) On s'intéresse aux forces exercées sur une hématie sédimentant avec une vitesse  $v$  verticale dirigée vers le bas. L'une de ces forces est une force de viscosité de norme  $F_v = k.v$  avec  $k > 0$ .

1-a) Nommer et représenter toutes les forces exercées sans vous soucier de l'échelle.

1-b) Exprimer chacune de ces forces en fonction des grandeurs  $R$ ,  $\rho$ ,  $\rho_0$ ,  $k$  et des vecteurs vitesse  $\vec{v}$  et/ou accélération de la pesanteur  $\vec{g}$ .

1-c) La sédimentation peut-elle être considérée comme une chute libre ? Justifier.

1-d) Proposer une unité SI de la constante  $k$  intervenant dans la force de viscosité.

2) La sédimentation présente deux étapes : un régime transitoire et un régime permanent.

Compléter le tableau ci-dessous avec un ou plusieurs des termes de la liste suivante : direction verticale ; vers le haut ; vers le bas ; diminue ; nulle ; augmente ; constante  $\neq 0$

(ne pas reproduire le tableau ; indiquer sur votre copie le ou les termes de chaque zone)

	REGIME TRANSITOIRE	REGIME PERMANENT
<i>Vecteur accélération (direction ; sens ; norme)</i>	Zone (1)	Zone (2)
<i>Energie potentielle de pesanteur</i>	Zone (3)	Zone (4)
<i>Energie cinétique</i>	Zone (5)	Zone (6)
<i>Energie mécanique</i>	Zone (7)	Zone (8)

- 3) La vitesse de sédimentation ( $\vec{v}_g$ ) est la vitesse limite de chute acquise en régime permanent. Exprimer la norme de cette vitesse en fonction de  $R$ ,  $\rho$ ,  $\rho_b$ ,  $k$  et  $g$ .

**FIN DES EXERCICES DE PHYSIQUE**

**DEBUT DE L'EPREUVE DE CHIMIE**  
(16 points sur 40)

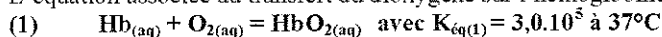
Aides au calcul

$$9,1 \cdot 9,4 = 85,54 \quad 9,1/9,4 \approx 0,97 \quad 9,4/9,1 \approx 1,03 \quad \log(2) \approx 0,30 \quad 0,3/9,1 \approx 0,03$$

Les exercices suivants (parties A à E indépendantes) abordent le thème du transport de l'oxygène dans l'organisme et son utilisation. Nous savons qu'une molécule d'hémoglobine est constituée de plusieurs sous-unités. Dans tout le sujet on ne considérera que le fonctionnement d'une sous-unité, notée  $Hb_{(aq)}$ .

Dans le sang, le dioxygène est présent soit sous forme dissous dans le sang, noté  $O_{2(aq)}$ , soit lié à l'hémoglobine sous forme d'oxyhémoglobine, notée  $HbO_{2(aq)}$ .

L'équation associée au transfert du dioxygène sur l'hémoglobine est la suivante :



**Partie A. Transport du dioxygène dans l'organisme par l'hémoglobine du sang : (4 points)**

- 1) D'après les données de l'introduction et sans calcul, sous quelle forme le dioxygène se trouve-t-il majoritairement dans l'organisme ? Justifier.
- 2) A l'état initial, un volume  $V = 100$  mL de sang contient  $[Hb]_0 = 9,4 \cdot 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup> de sous-unités d'hémoglobine, un excès de  $O_2$  et pas de  $HbO_2$ . Dans l'état final, ce même volume de sang contient  $[HbO_2]_f = 9,1 \cdot 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup> d'oxyhémoglobine.
  - 2-a) Déterminer les valeurs de l'avancement maximal  $x_{max}$  et de l'avancement final  $x_f$ .
  - 2-b) Donner l'expression du taux d'avancement  $\tau$  et déduisez-en sa valeur. Conclure.

**Partie B. Libération du dioxygène au niveau des organes : (1,5 points)**

Un volume  $V = 100$  mL de sang arrive au niveau du muscle, grand consommateur de dioxygène. Le nouvel état initial (noté 2) est alors caractérisé par les valeurs suivantes :

Quotient réactionnel calculé à  $37^\circ C$  au niveau du muscle :  $Q_{r,2} = 9,1 \cdot 10^5$  à  $37^\circ C$ .  
 $[Hb]_2 = 3,0 \cdot 10^{-4}$  mol.L<sup>-1</sup>,  $[HbO_2]_2 = 9,1 \cdot 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup>

- 1) Calculer la concentration  $[O_{2(aq)}]_2$  dans ces conditions au niveau du muscle.
- 2) Dans quel sens évolue le système ? Justifier.

**Partie C. La cellule musculaire à l'effort : (4 points)**

Lors d'un effort intense, l'apport en oxygène est insuffisant et on observe alors une hausse de la concentration sanguine en lactate, de formule  $\text{CH}_3\text{-CHOH-COO}^-$ , base conjuguée de l'acide lactique.

- 1) *Ecrire la formule développée de l'acide lactique, acide conjugué du lactate ; entourer et nommer les différents groupes fonctionnels de la molécule.*
- 2) *Ecrire l'équation bilan de la réaction du lactate avec l'eau en utilisant des formules semi-développées.*
- 3) Dans une cellule musculaire, l'acide lactique est produit à partir de l'acide pyruvique ( $\text{CH}_3\text{-CO-COOH}$ ) selon une réaction d'oxydo-réduction couplée à la transformation de NADH en  $\text{NAD}^+$  (dérivés de la vitamine PP) d'équation :  $\text{NADH} + \text{H}^+ = \text{NAD}^+ + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
- 3-a) *Ecrire la demi-équation électronique associée au couple acide lactique/acide pyruvique.*
- 3-b) *Préciser qui est l'oxydant, qui est le réducteur. Dans la cellule musculaire à l'effort, observe-t-on une oxydation ou une réduction de l'acide pyruvique ?*
- 3-c) *Dans ces mêmes conditions, le NADH est-il réduit ou oxydé par cette réaction ? Justifier.*
- 3-d) *Ecrire l'équation bilan de la réaction de production de l'acide lactique dans la cellule.*

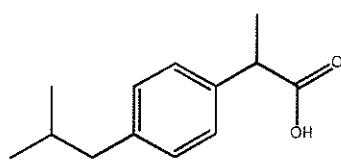
**Partie D. La régulation du pH sanguin : (4 points)**

Le pH sanguin est principalement maintenu à 7,4 par l'action du couple régulateur  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-$  (dioxyde de carbone dissous/ion hydrogénocarbonate) et par la ventilation.

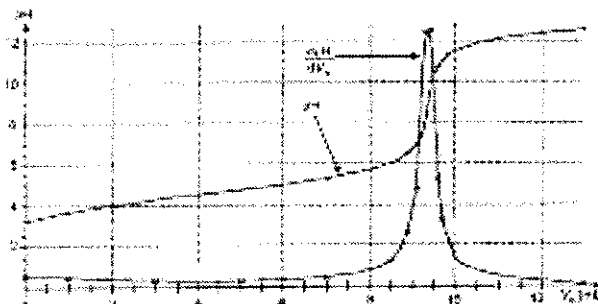
- 1) *Ecrire l'équation associée au couple  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-$ . Lors de l'effort, le muscle libère le  $\text{CO}_2$  produit lors de la transformation du glucose, dans le sang. Dans quel sens devrait alors varier le pH au voisinage du muscle à l'effort ? Justifier.*
- 2) L'acide lactique produit dans le muscle est en partie transféré dans le sang également.  
*Données :  $pK_a(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-) = pK_{a1} = 6,4$  ;  $pK_a(\text{acide lactique/lactate}) = pK_{a2} = 3,6$* 
  - a) *Avec quelle base réagit-il alors ? Ecrire l'équation associée à cette réaction.*
  - b) *Exprimer la constante de cet équilibre  $K_{eq}$  en fonction de  $pK_{a1}$  et de  $pK_{a2}$ . Calculer sa valeur. (On l'exprimera en puissance de 10)*
- 3) Après effort, on trouve que  $[\text{HCO}_3^-] = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et  $[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}] = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .
  - a) *Calculer le pH après effort. Conclure.*
  - b) *Quel autre processus permet à l'organisme d'éviter une trop grande variation de ce pH ?*

**Partie E. Les crampes et la douleur : (2,5 points)**

L'accumulation d'acide lactique aboutit à la formation de crampes musculaires, souvent douloureuses. Un traitement à base d'ibuprofène (anti-inflammatoire non-stéroïdien ou AINS,  $M_{ibu} = 206 \text{ g.mol}^{-1}$ ) est alors prescrit à un jeune sportif. Pour vérifier la masse effective d'ibuprofène présente dans un comprimé dit « d'ibuprofène 100 mg », on effectue le dosage d'une solution S obtenue par broyage du comprimé avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration  $C_B = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . La courbe de dosage est donnée ci-dessous ainsi que la formule de l'ibuprofène.



Molécule d'ibuprofène



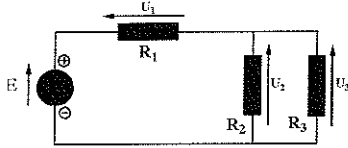
En interprétant le graphique, déterminer la masse effective  $m$  d'ibuprofène dans un comprimé. Que peut-on en conclure ?

**DEBUT DES QCM DE PHYSIQUE-CHIMIE**  
(8 points sur 40)

Répondez à ces questionnaires à choix multiple en cochant sur la grille de QCM fournie en annexe (dernière page du fascicule, page 8, à rendre avec votre copie) la ou les propositions justes ; pour chaque QCM, il y a au moins une bonne réponse ; ne pas justifier.

**QCM n°1 : (1 point)**

Soit un circuit composé de trois résistances  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  alimentées par un générateur de tension  $E$ .



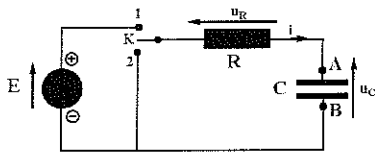
- A- La tension électrique  $U_1$  identifiée dans le schéma est négative
- B- Les électrons traversent la résistance  $R_1$  de la droite vers la gauche
- C- Les tensions électriques sont liées entre elles par :  $E = U_1 + U_2 + U_3$
- D- Une intensité de 1 ampère correspond à une charge de 60 coulombs débitée en 1 minute
- E- Si  $I_2$  et  $I_3$  sont les intensités des courants traversant respectivement  $R_2$  et  $R_3$ , alors  $I_2/I_3 = R_3/R_2$

**QCM n°2 : (1 point)**

On considère le dipôle électrique RC suivant, l'interrupteur K étant commutable en position (1) ou (2).

Si K est en (1), le condensateur C se charge grâce à l'échelon de tension  $E$  imposé par le générateur.

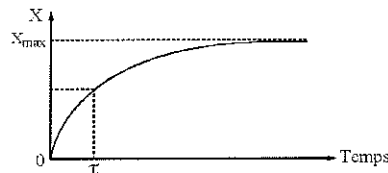
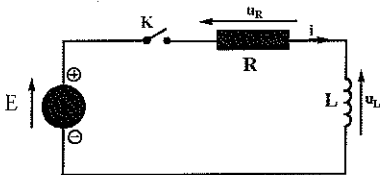
Si K est en (2), le condensateur C se décharge dans la résistance R.



- A- L'intensité  $i$  du courant sera positive durant la charge et négative durant la décharge
- B- Durant la charge, l'armature B porte une charge électrique  $q_B = + C.u_C$
- C- Durant la charge, l'équation différentielle à laquelle obéit la tension aux bornes du condensateur est :  $u_C + R.C.(du_C/dt) = E$
- D- A la fin de la charge, l'énergie emmagasinée dans le condensateur est de  $0,5.C.E^2$
- E- Plus la capacité du condensateur augmente, plus sa charge sera rapide

**QCM n°3 : (1 point)**

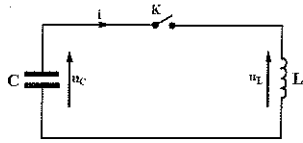
On soumet un dipôle électrique RL à un échelon de tension  $E$  imposé par un générateur. On ferme l'interrupteur K et on mesure l'évolution temporelle d'une grandeur électrique  $X$  inconnue du circuit (cf graphique ci-dessous où  $\tau$  représente la constante de temps du circuit).



- A- La tension aux bornes d'une bobine idéale soumise à un courant constant est nulle
- B- Une bobine se comporte comme un fil lors de l'établissement du courant
- C- La grandeur  $X$  peut correspondre à l'intensité du courant électrique
- D- La constante de temps  $\tau$  est donnée par le rapport  $R/L$ .
- E- A  $t = \tau$ , la grandeur  $X$  vaut 63 % de sa valeur maximale

**OCM n°4 : (1 point)**

Un condensateur est initialement chargé sous une tension  $E$  puis inséré dans le montage suivant avec une bobine de résistance négligeable. A  $t = 0$ , l'interrupteur  $K$  est fermé ; l'évolution temporelle de la tension aux bornes du condensateur vérifie alors l'expression :  $u_C(t) = U_m \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi)$ .



- A- Les grandeurs  $U_m$  et  $\varphi$  dépendent des valeurs de  $L$  et de  $C$
- B- La pulsation propre  $\omega_0$  des oscillations est reliée à la période propre  $T_0$  par :  $\omega_0 = 2 \cdot \pi / T_0$
- C- La période propre des oscillations est doublée si la capacité du condensateur est quadruplée
- D- L'énergie électrique totale du circuit est constante au cours du temps, c'est à dire que l'énergie perdue par le condensateur est intégralement transmise à la bobine et inversement
- E- A  $t = T_0$ , l'énergie emmagasinée dans le condensateur est égale à celle dans la bobine

**OCM n° 5 : (1 point)**

L'enzyme lactate déshydrogénase est rencontrée dans les cellules musculaires. Elle catalyse la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique.

- A- Il s'agit d'une catalyse hétérogène
- B- Cette réaction est d'autant plus rapide que le nombre de sites actifs est élevé
- C- La lactate déshydrogénase déplace l'équilibre dans le sens de la formation de l'acide lactique
- D- La lactate déshydrogénase est un facteur cinétique pour cette réaction
- E- Cette réaction est d'autant plus rapide que la surface de la lactate déshydrogénase est grande

**OCM n° 6 : (1 point)**

On se propose d'étudier l'électrolyse d'une solution de chlorure de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ) à  $5,00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . L'anode est en graphite et la cathode en fer.

- A- La réaction d'électrolyse est une réaction spontanée
- B- L'électrode siège de l'oxydation s'appelle la cathode
- C- Les électrons sont produits à la cathode
- D-  $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2\text{e}^- = \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$  est susceptible de se produire à l'anode
- E- L'équation de la réaction qui a lieu au sein de l'électrolyseur est :  
 $2\text{Cl}^-_{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} = \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^-_{(aq)} + \text{Cl}_{2(g)}$

**OCM n° 7 : (1 point)**

On réalise une pile zinc-fer :  $(\text{Zn} | \text{Zn}^{2+}, \text{SO}_4^{2-} || \text{Fe}^{2+}, \text{SO}_4^{2-} | \text{Fe})$

- A- L'anode est le pôle + d'une pile.
- B- Les électrons sont toujours captés à la cathode dans une pile ou dans un électrolyseur
- C- L'électrode constituant le pôle - est l'électrode en fer
- D- Le sens du courant dans les fils métalliques va de l'électrode de zinc vers l'électrode de fer
- E- Le Faraday noté  $F$  est la valeur absolue de la charge d'une mole d'électrons

**OCM n°8 : (1 point)**

L'éthanoate de 3-méthylbutyle, arôme de banane, est utilisé comme additif de certains médicaments.

- A- Lors de son hydrolyse basique, on obtient de l'alcool et de l'eau
- B- Sa saponification est une transformation totale et rapide
- C- Lors de son hydrolyse basique, on obtient un alcool secondaire et un acide carboxylique.
- D- Son hydrolyse basique libère une molécule de 3-méthyl-butanol
- E- Son hydrolyse basique nécessite un catalyseur et une élévation de la température pour accélérer sa vitesse de réaction

ANNEXE POUR LA PARTIE EN QCM – A RENDRE AVEC LA COPIE

N°	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

**FIN DE L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE**

