



EXAMEN SUISSE DE MATURITE ETE 2014
OPTION SPECIFIQUE BIOLOGIE-CHIMIE

Durée : **3 heures**

Nom : Prénom : Groupe :

L'épreuve comporte **trois** parties:

La première partie (partie interdisciplinaire) est destinée à **tous** les candidats.

La deuxième partie (biologie) doit être faite par les candidats qui ont choisi, lors de leur inscription, la chimie pour l'épreuve orale.

La troisième partie (chimie) doit être faite par les candidats qui ont choisi, lors de leur inscription, la biologie pour l'épreuve orale.

Cocher la partie (biologie ou chimie) de l'épreuve **écrite** que vous faites :

☒ 1. Partie interdisciplinaire

☐ 2. Biologie

☐ 3. Chimie

	Partie interdisciplinaire	Partie Biologie ou Chimie	Totaux
<i>Durée indicative</i>	1 heure	2 heures	3 heures
<i>Nb de points</i>	30 points	60 points	90 points
<i>Nb de points obtenus</i>			
<i>Correcteurs</i>			Note
<i>Date</i>	Le	Le	

Première partie : Interrelations

La première partie (partie interdisciplinaire) est destinée à **tous** les candidats.

AUTOUR DU MERCURE.

Le mercure est un élément qui a de tout temps fasciné les chimistes pour ses nombreuses propriétés originales. C'est un métal argenté brillant, le seul se présentant sous forme liquide aux conditions normales de température et de pression, conditions dans lesquelles il se vaporise toutefois assez aisément, ce qui présente un danger étant donné sa très importante toxicité.

Il est utilisé dans de nombreux domaines techniques ou industriels comme la fabrication de piles.

Int. Question 1

(5 points)

La notation de la pile au mercure s'écrit : $\text{Zn}_{(s)} \mid \text{Zn}(\text{OH})_{2(s)} \mid \text{Na}^+, \text{OH}^- \mid \text{Hg}(\text{OH})_{2(s)} \mid \text{Hg}_{(\text{liq})}$

1.1 A l'aide du tableau des E° , écrire la demi-réaction simplifiée de chacun des deux métaux mis en jeu dans cette pile et donner la formule de l'oxydant et du réducteur, en justifiant la réponse.

1.2 Ecrire l'équation globale complète de la réaction de fonctionnement de la pile en se référant à la notation ci-dessus, puis indiquer quelle électrode constitue l'anode et laquelle constitue la cathode en donnant leur signes respectifs.

1.3 Quel est le rôle de Na^+ et OH^- dans cette pile ?

Int. Question 2

(5 points)

La fabrication de ces piles entraîne inmanquablement une pollution des eaux. Un chimiste est chargé de traiter le mercure des eaux usées produites par une usine, de manière à faire respecter la norme légale pour le rejet, qui est de 0,05 mg de Hg par litre. Pour ce faire, il fait précipiter le cation mercure sous forme d'hydroxyde de mercure(II), en jouant sur le pH de l'eau.

2.1 Calculer la valeur précise du pH à partir duquel cette norme sera respectée, sachant que le K_s de $\text{Hg}(\text{OH})_2$ vaut $3 \cdot 10^{-26}$.

2.2 Suggérer un autre réactif encore beaucoup plus efficace pour précipiter le cation mercure.

Int. Question 3

(5 points)

Dans des conditions anaérobies, des micro-organismes spécifiques vont transformer le mercure minéral Hg(II) en mercure organique ou méthylmercure CH_3Hg , comme le montre le schéma ci-dessous :

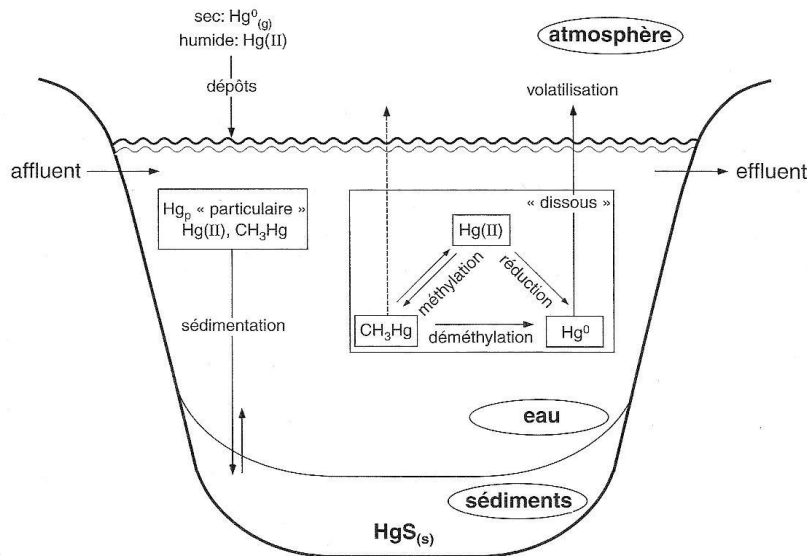


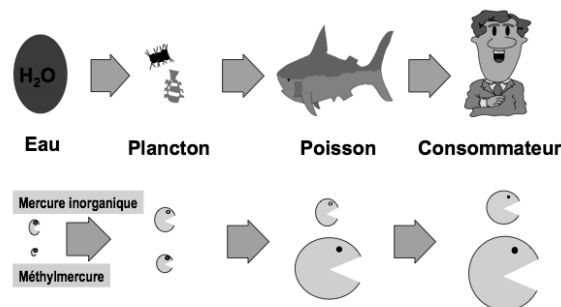
Figure 1 : le mercure dans l'écosystème aquatique

3.1 Entourer dans le schéma ci-dessus (figure 1) la zone de l'écosystème aquatique dans laquelle les conditions les plus favorables à cette réaction sont réunies et justifier la réponse.

3.2 Le mercure ingéré par les êtres vivants ne s'élimine pas. Cela signifie qu'en mangeant plusieurs petites proies, des prédateurs absorbent aussi du mercure et l'accumulent dans leur propre corps. Comment se nomme ce phénomène ?

3.3 Le facteur permettant de mesurer ce phénomène est abrégé FBC et est représenté par  dans la modélisation ci-dessous (Figure 2). Il est défini comme le rapport de la concentration du mercure dans un être vivant sur sa concentration dans le milieu environnant. La modélisation ci-dessous (Figure 2) compare le FBC du mercure inorganique avec celui du méthylmercure.

Figure 2



3.3.1 Comparer l'accumulation de ces deux formes de mercure.

3.3.2 Proposer une explication justifiant cette différence.

Int. Question 4

(10 points)

Le méthylmercure étant liposoluble, il a tendance à s'accumuler dans les membranes plasmiques des cellules nerveuses et à provoquer des troubles dans leurs fonctions.

4.1 Dessiner un neurone de manière à mettre en évidence les **trois** principaux éléments de son anatomie. (Dessin avec légende)

4.2 Le schéma ci-dessous (Figure 3) montre comment varie la différence de potentiel en un point fixe de la membrane d'un axone lors du passage d'un potentiel d'action (PA) en ce point.

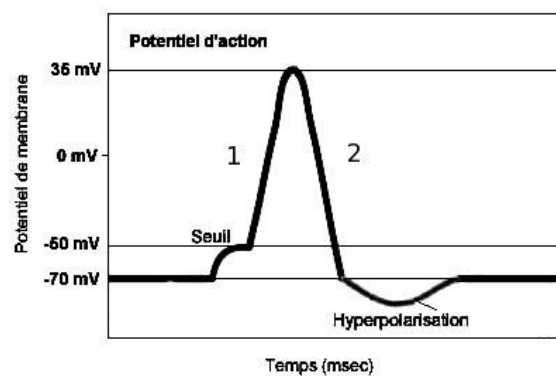


Figure 3

4.2.1 En se référant au schéma ci-dessus (Figure 3), expliquer les termes de seuil et d'hyperpolarisation.

4.2.2 Le schéma ci-dessous (Figure 4) permet d'expliquer le potentiel de repos membranaire. Donner la valeur de ce potentiel de repos, situer sur le schéma l'intérieur et l'extérieur de la cellule et expliquer en utilisant cette modélisation comment cette valeur peut-être maintenue le long du neurone.

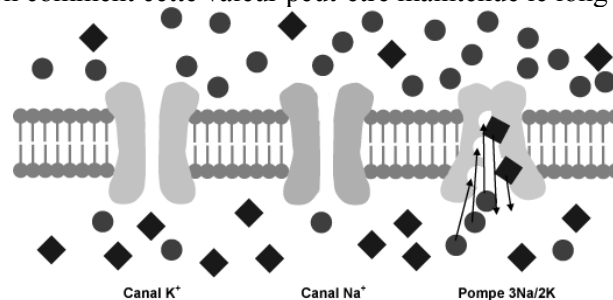


Figure 4

4.2.3 Donner le terme précis désignant la variation de potentiel mesurée en 1.

4.2.4 Une hypothèse est que les cellules qui pourraient être partiellement détruites par le méthylmercure dans le système nerveux sont les cellules de Schwann. Expliquer le rôle des cellules de Schwann dans le système nerveux et en déduire une conséquence plausible d'une intoxication au méthylmercure.

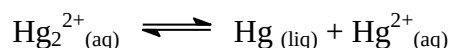
Int. Question 5

(5 points)

En solution aqueuse, on rencontre aussi l'ion mercure (I), qui forme par liaison covalente entre deux atomes un dimère dont la formule est Hg_2^{++} .

5.1 Donner sa formule développée selon Lewis.

5.2 Cet ion peut subir une réaction de dismutation (en jouant à la fois le rôle d'oxydant et de réducteur), selon la réaction suivante :



Pour savoir si cette réaction est spontanée, exprimer sa constante K puis calculer sa valeur à 25°C, à l'aide de la formule de Nernst et des données ci-dessous, en sachant qu'à l'équilibre les potentiels de chaque couple redox sont égaux, donc $E_1 = E_2$.

Données : $2\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+} : E^\circ_1 = 0,9 \text{ V}$ et $\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Hg}(\text{liq}) : E^\circ_2 = 0,79 \text{ V}$

Donner une raison prouvant que la réaction de dismutation du ion Hg_2^{++} n'est pas spontanée.

Deuxième partie : Biologie

La deuxième partie (biologie) doit être faite par les candidats qui ont choisi, lors de leur inscription, la chimie pour l'épreuve orale.

Bio. Question 1: choix multiples.

(10 points)

Mettre pour chacune des assertions suivantes **V** (vrai) ou **F** (faux) sur le trait prévu à cet effet. Toute réponse correcte apporte 0.25 pt, toute réponse fausse enlève 0.25 pt. Une absence de réponse n'apporte pas de point, ni n'en enlève. Le total des points pour l'ensemble de la question est positif ou nul.

1.1 Le système immunitaire,

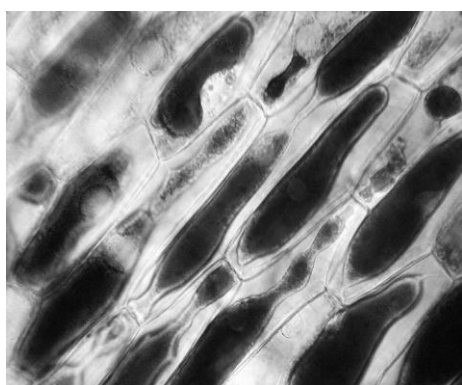
- ☐ est un ensemble de cellules qui interagissent entre elles uniquement par contact.
- ☐ fait intervenir des organes tels que la moelle osseuse, la rate, le thymus, les ganglions lymphatiques.
- ☐ comprend des molécules, telles que les anticorps, les interleukines, les opsines, les lymphocytes.
- ☐ participe au maintien de l'intégration de l'organisme.

1.2 Les cellules procaryotes:

- ☐ sont pluricellulaires.
- ☐ ne possèdent pas de noyaux.
- ☐ ont un ADN circulaire.
- ☐ possèdent toutes des gènes de résistances aux antibiotiques situés sur un plasmide.

1.3 Les veines de l'organisme:

- ☐ ramènent le sang vers le coeur.
- ☐ ont une paroi musculaire très épaisse.
- ☐ disposent parfois de valvules anti-reflux.
- ☐ véhiculent du sang sous forte pression.



1.4 La photo ci-contre au microscope photonique d'un fragment d'épiderme d'oignons dont les vacuoles ont été mises en évidence montre que:

- ☐ La préparation a été faite dans un milieu isotonique.
- ☐ La préparation a été faite dans un milieu hypertonique.
- ☐ Le milieu étant hypertonique, l'eau est entrée dans les cellules, ce qui a fait gonfler les vacuoles.
- ☐ L'eau est sortie de la cellule.

1.5 La photosynthèse est un phénomène

- ☐ qui se déroule uniquement dans les mitochondries des cellules animales.
- ☐ qui ne peut s'effectuer que par beau temps.
- ☐ qui aboutit à la production d'énergie chimique.
- ☐ qui aboutit à la production d'énergie lumineuse.

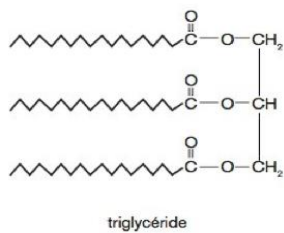
1.6 La bile:

- ___ permet aux personnes bilieuses d'être moins sensibles au stress.
- ___ est produite par le foie et permet la digestion des protéines.
- ___ augmente la surface d'action de la lipase en favorisant la formation de micelles.
- ___ est une protéine hormonale.

1.7 Les os longs:

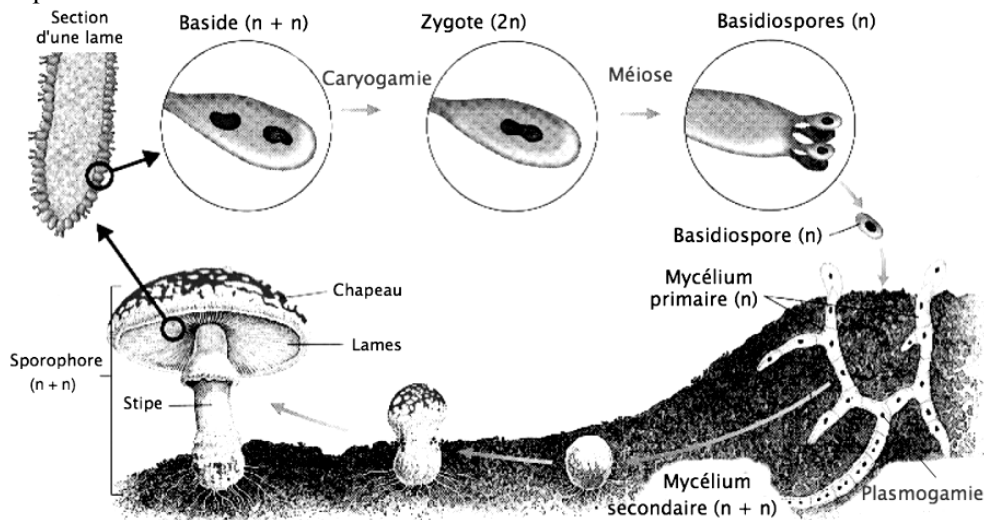
- ___ grandissent en longueur au niveau du cartilage articulaire.
- ___ contiennent de la moelle épinière.
- ___ contiennent des cellules qui sont emmurées dans leurs propres sécrétions.
- ___ sont des tissus ne contenant pas de cellules, uniquement du carbonate de calcium.

1.8 La molécule suivante est un substrat potentiel pour :



- ___ La trypsine
- ___ La lipase
- ___ L'amylase
- ___ La nucléase

1.9 La figure ci-dessous représentant le cycle de reproduction des champignons basidiomycètes, nous montre que :



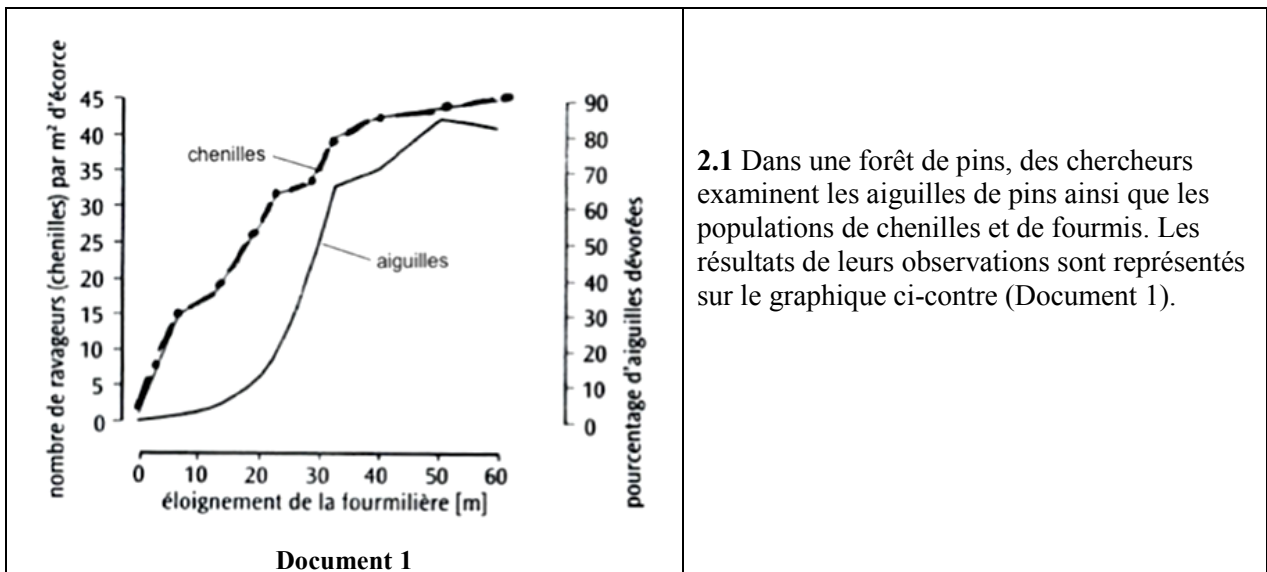
- ___ le mycélium peut-être constitué de cellules haploïdes à 1 ou 2 noyaux.
- ___ la plasmogamie désigne la fusion de deux mycéliums primaires.
- ___ la caryogamie désigne la fusion de deux cellules aboutissant à la formation d'un zygote.
- ___ les basidiospores se comportent comme des gamètes.

1.10 Les photorécepteurs rétiniens:

- ___ sont des cellules.
- ___ sont stimulés par des photons.
- ___ ne permettent que la vision nocturne.
- ___ diffusent leurs informations grâce à des synapses.

Bio. Question 2: Ecologie

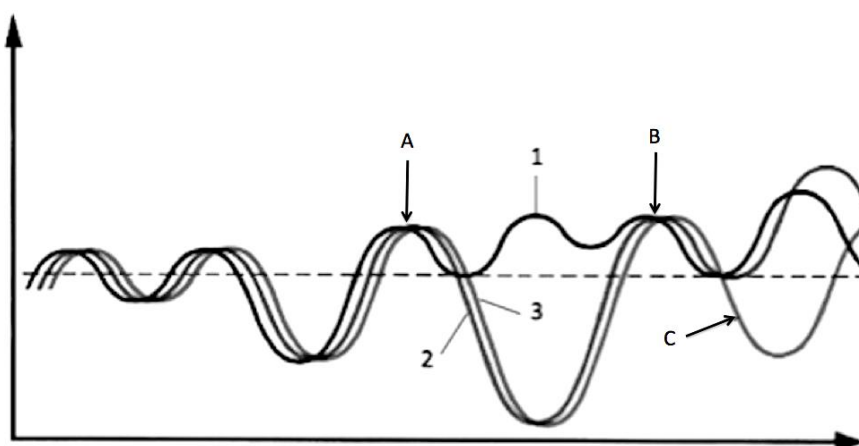
(14 points)



2.1.1 Si un pin perd plus de 60% de ses aiguilles, il est condamné à périr. Déterminer à partir de quelle distance d'une fourmilière les pins vont commencer à disparaître.

2.1.2 En examinant les résultats, établir les liens entre les divers organismes étudiés. (Justifier vos réponses)

2.2 Une étude, concernant un autre écosystème, a donné les résultats représentés sur le graphique ci-dessous (Document 2)



Document 2

2.2.1 Mettre un titre ainsi qu'une légende pour chacun des axes sur le graphique ci-dessus (document 2).

2.2.2 Sachant qu'en A il s'est produit une maladie qui a décimé les herbivores :

2.2.2.1 Indiquer ce que représentent les légendes 1,2 et 3. Justifier vos propositions.

2.2.2.2 Expliquer ce qui se passe au niveau des populations dans l'intervalle entre A et B.

2.2.3 Indiquer ce qui a pu se passer en C. (Justifier votre réponse)

Bio. Questions 3: Physiologie humaine

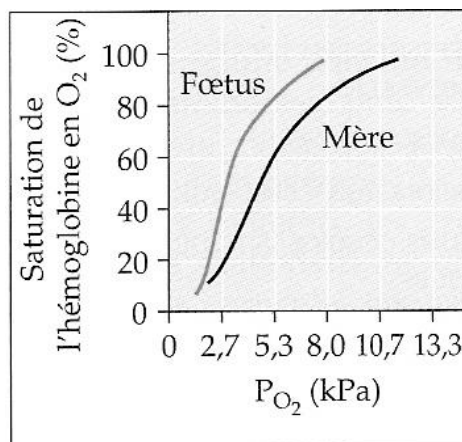
3.1 Système circulatoire.

(8 points)

3.1.1 Donner le nom des principales veines, artères et parties du cœur ainsi que des différents organes traversés par un globule rouge partant de l'oreillette droite du cœur d'une femme enceinte, pour parvenir à son ventricule gauche.

3.1.2 Le constituant essentiel des hématies est une protéine qui donne au sang sa couleur rouge. Donner le nom de cette protéine ainsi que son rôle.

3.1.3 Si on étudie le pourcentage de saturation des hémoglobines maternelle et fœtale par le dioxygène en fonction de la pression partielle en dioxygène, on obtient les courbes du document 3, ci-dessous.



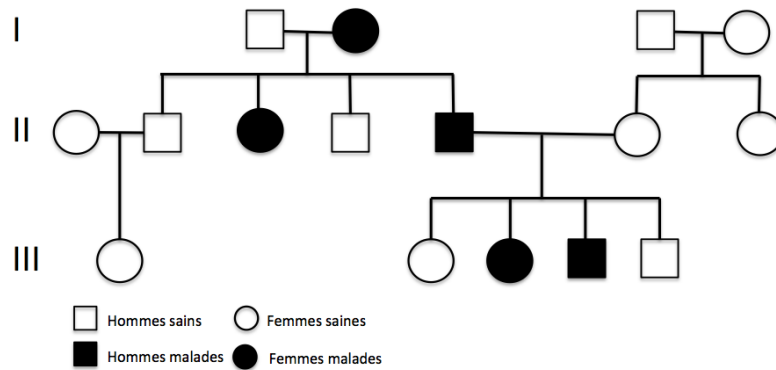
Document 3

3.1.3.1 Déterminer les pourcentages de saturation en dioxygène pour une pression partielle de 5 kPa de la mère et de son enfant.

3.1.3.2 Dédurre de la réponse à la question 3.1.3.1 quel est de la mère ou du fœtus le sang le plus riche en oxygène et proposer une explication au sens des échanges gazeux entre eux.

3.2 Génétique

(10 points)



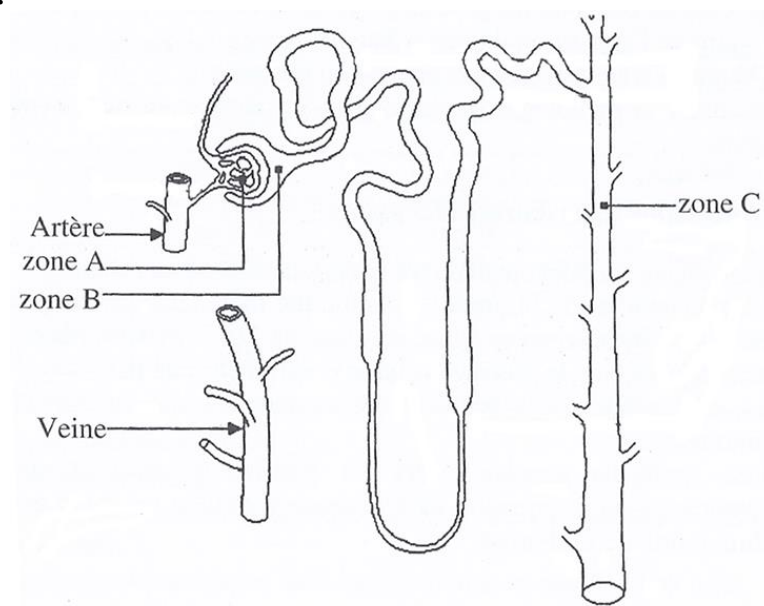
L'arbre généalogique ci-contre (Document 4) a permis d'étudier la transmission d'une maladie autosomale à travers plusieurs générations.

Document 4

Le type de gène responsable de cette maladie est-il dominant ou récessif ? (A l'aide d'échiquiers de croisement, expliquer votre raisonnement)

3.3 Système rénal.

(11 points)



Document 5

Le document 5, ci-dessus représente l'unité fonctionnelle du rein.

3.3.1 Nommer les liquides présents dans les zones A,B et C.

3.3.2 Sur le document 5 ci-dessus, schématiser la partie manquante de la vascularisation et flécher le sens d'écoulement du sang.

3.3.3 Le document ci-dessous (document 6) montre les concentrations de différentes substances dans les zones A,B et C en mmol/L du document 5.

Substance	A	B	C
Urée (mmol.L ⁻¹)	6,0	6,0	300
Sodium (mmol.L ⁻¹)	140	140	180
Calcium (mmol.L ⁻¹)	2,5	2,5	4,5
Glucose (mmol.L ⁻¹)	5,0	5,0	0
NH ₄ ⁺ (mmol.L ⁻¹)	0,03	0,03	40
Protéines (g.L ⁻¹)	70	0	0

Document 6

3.3.3.1 Donner le nom de la/les substance(s) qui ne subisse(nt) pas la filtration glomérulaire. (Justifier la réponse)

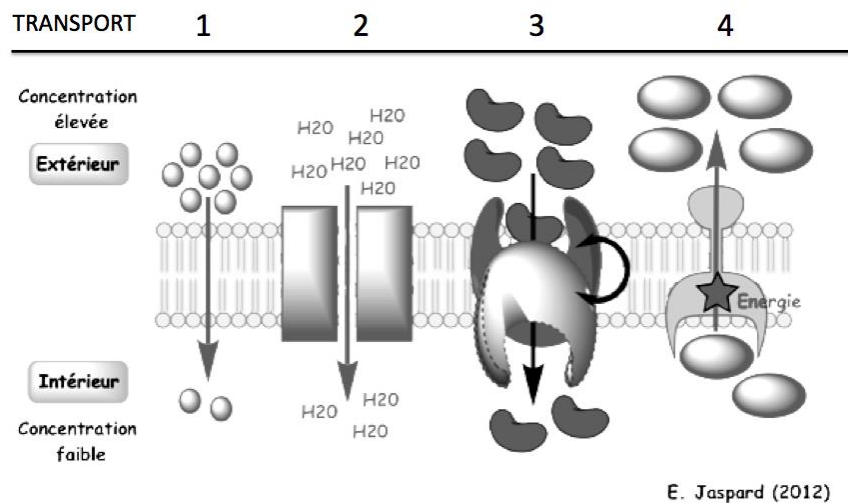
3.3.3.2 Définir la réabsorption.

3.3.3.3 Expliquer ce qui se passe avec le glucose.

3.4 Système de transport membranaire.

(7 points)

Le document 7, ci-dessous résume les différents types de transport membranaire. Répondre aux questions en se basant sur ce schéma.



Document 7

3.4.1 Donner le type du transport 1 ainsi que ses caractéristiques.

3.4.2 Donner le nom d'un phénomène qui utilise le type de transport 2.

3.4.3 Comparer les systèmes de transport 3 et 4 et expliquer ce qui permet de dire dans cette modélisation que le transport des molécules y est opposé.

Troisième partie : Chimie

La troisième partie (chimie) doit être faite par les candidats qui ont choisi, lors de leur inscription, la biologie pour l'épreuve orale.

Chi. Question 1

(10 points)

On introduit 3 moles de dibrome gazeux ainsi que 2 moles de vapeur d'eau dans un réacteur de 10 litres, puis on chauffe ce mélange à 700°C. Lorsque l'équilibre est atteint, on constate que la moitié du dibrome introduit a réagi, selon la réaction :



1.1 Calculer la valeur de la constante K_c à cette température, à l'aide du tableau d'équilibre.

1.2 K_c à 600°C sera-t-elle plus grande ou plus petite que K_c à 700°C ? **Justifier** la réponse.

1.3 Pour améliorer le rendement en bromure d'hydrogène, faudra-t-il augmenter ou diminuer la pression totale dans le réacteur ? **Justifier** la réponse.

1.4 Calculer l'enthalpie standard de formation du dibrome gazeux à l'aide de ΔH°_r de la réaction ci-dessus ainsi que des données utiles de la table CRM, puis commenter et **justifier** le résultat obtenu.

Chi. Question 2

(8 points)

Soit une solution A constituée d'acide hypochloreux 0,2 mol/litre et dont le volume est de 500 ml.

2.1 Calculer le pH de cette solution.

2.2 Donner l'expression mathématique de la constante d'acidité K_a de cet acide ainsi que sa valeur numérique.

2.3 Suggérer un réactif aqueux à ajouter à la solution A pour que la concentration en ions H_3O^+ de la solution B obtenue après réaction soit égale à la valeur de K_a , en proposant une concentration molaire et un volume adéquats pour le réactif ajouté. Donner l'équation de la réaction et expliquer la démarche.

2.4 Quel est le composé solide qui, simplement mélangé à la solution A, donnera une solution C de même pH que la solution B ? Calculer la masse à ajouter en grammes.

2.5 Comment appelle-t-on les solutions B et C, quelle est leur caractéristique principale et laquelle des deux est la plus efficace ? **Justifier.**

Chi. Question 3

(7 points)

Le iodure de plomb (II) PbI_2 est un sel très peu soluble dans l'eau.

- 3.1 Donner l'équation de dissociation de ce sel ainsi que l'expression du produit de solubilité correspondant.
- 3.2 Calculer la masse maximale de PbI_2 que l'on peut dissoudre dans 250 ml d'eau, sachant que son K_s à 25°C vaut 10^{-9} .
- 3.3 A température constante, proposer une action permettant de diminuer la solubilité de ce sel et **justifier**.
- 3.4 En acidifiant une solution saturée de PbI_2 , sa solubilité va-t-elle augmenter ? **Justifier**.

Chi. Question 4

(10 points)

QCM : cocher la réponse correcte parmi les 4 proposées :

- 4.1 L'oxydation totale de 26,98 grammes de poudre d'aluminium nécessitera aux conditions normales un volume d'oxygène gazeux de
- ☐ 22,4 L
 - ☐ 67,2 L
 - ☐ 33,6 L
 - ☐ 16,8 L

4.2 Parmi les composés soufrés suivants, lequel est le plus stable thermodynamiquement, aux conditions normales ?

- ☐ $\text{SO}_3(g)$
- ☐ $\text{SO}_2(g)$
- ☐ $\text{SO}_4^{--}(aq)$
- ☐ $\text{H}_2\text{S}(g)$

4.3 Lorsqu'on dilue 100 fois une solution de HNO_3 10^{-3} M ,

- ☐ l'acidité augmente d'un facteur 100
- ☐ la solution devient neutre
- ☐ le pH augmente de 2 unités
- ☐ le pH passe de 3 à 1

4.4 A quel scénario peut-on associer une diminution maximale de l'entropie des molécules d'eau ?

- ☐ $\text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(s)$
- ☐ $\text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$
- ☐ $\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(s)$
- ☐ $\text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g)$

4.5 Parmi les sels fondus suivants, lequel sera le plus facilement transformé en chlore gazeux et en métal par électrolyse ?

- ☐ $\text{ZnCl}_2(l)$
- ☐ $\text{CuCl}_2(l)$
- ☐ $\text{CaCl}_2(l)$
- ☐ $\text{FeCl}_2(l)$

4.6 Combien d'acides aminés différents obtient-on en hydrolysant complètement le peptide suivant Ala-Gly-Gly-Lys-Leu-Trp-Tyr-Met-Gly-Ala-Arg ?

- ☐ 9
- ☐ 8
- ☐ 11
- ☐ 10

4.7 Quel est le nom correct pour l'hydrocarbure suivant: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$?

- ☐ 3,3,5-triméthylhexane
- ☐ 2,2,5-triméthylhexane
- ☐ 2,4,4-triméthylhexane
- ☐ 1,1,3,3-tétraméthylpentane

4.8 Le pKa d'un acide carboxylique de formule brute HA vaut 4,5. Que vaut le rapport $[A^-]/[HA]$ dans une solution tampon à pH = 5,2 ?

- ☐ 0,70
☐ 1,43
☐ 5,01
☐ 0,22

4.9 Quel type de composé organique doit contenir au moins 3 atomes de carbone ?

- ☐ un aldéhyde
☐ un acide carboxylique
☐ un ester
☐ une cétone

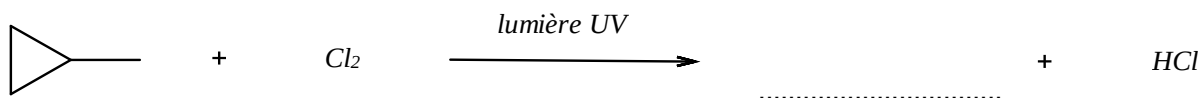
4.10 Lequel de ces quatre composés ne possède pas d'isomères ?

- ☐ $CH_3CH_2CH_2Br$
☐ $CH_3CHOHCH_3$
☐ $CH_2=CHBr$
☐ $BrCH_2CH_2Br$

Chi. Question 5

(6 points)

Soit la réaction suivante entre le 1-méthylcyclopropane et le chlore moléculaire Cl_2 .



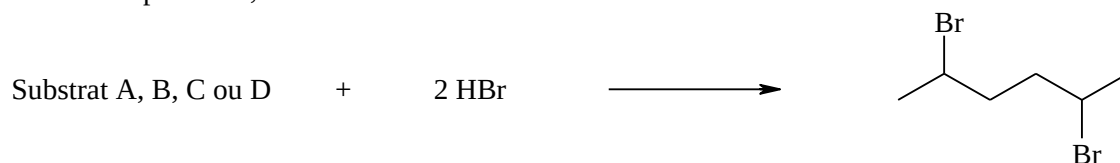
5.1 De quel type de réaction s'agit-il ? Quel est son mécanisme ?

5.2 Combien de produits différents obtient-on en cas de monochloration ? En dessiner les formules développées selon Lewis.

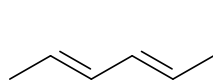
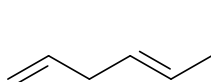
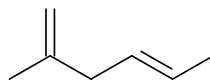
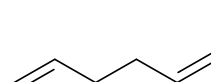
5.3 Lequel/lesquels des produit(s) obtenu(s) possède(nt) au moins un centre de chiralité. **Justifier** la réponse en précisant le(s) centre(s) de chiralité sur la formule correspondante du point 5.2.

Chi. Question 6**(13 points)**

Pour obtenir le produit 2,5-dibromohexane selon la réaction



on dispose des 4 substrats suivants

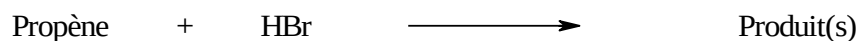
**A****B****C****D**

6.1 Lequel des 4 substrats possède un système conjugué d'électrons π ? **Justifier** la réponse.

6.2 De quel type de réaction s'agit-il ? **Justifier** la réponse.

6.3 Un des 4 substrats proposés n'est pas adapté à l'objectif. Déterminer lequel en **justifiant** la réponse.

6.4 Décrire de manière détaillée le mécanisme de cette réaction en prenant comme substrat le propène et en écrivant les équations des réactions potentielles.



6.5 Quel est le produit majoritairement formé ? **Justifier** la réponse.

6.6 Lequel des 3 substrats possibles, parmi les 4 cités au début de la question 6, est-il le plus approprié pour atteindre l'objectif ? **Justifier** la réponse.

Chi. Question 7

(6 points)

Le polymère dénommé nylon 6/6, peut-être obtenu par réaction entre le 1,6-diaminohexane et l'acide hexandioïque.

7.1 Dessiner les formules développées (zig-zag ou bâtonnet) de ces deux molécules.

7.2 Ecrire la réaction chimique équilibrée de la première étape, dite réaction de dimérisation, entre les deux réactifs désignés ci-dessus.

7.3 Comment peut-on encore qualifier la réaction du point 7.2 ? **Justifier** la réponse.