



EXAMEN SUISSE DE MATURITE HIVER 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 traitée par les candidats qui ont choisi, lors de leur inscription, la chimie pour l'épreuve orale.

La troisième partie (chimie) doit être traitée 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 traitez :

☒ 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>	<i>Le</i>	<i>Le</i>	

Première partie : Interrelations

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

Int. Question 1

(11 pts)

L'amoxicilline est un antibiotique de la famille des pénicillines dont la formule développée plane est représentée ci-dessous (Figure 1).

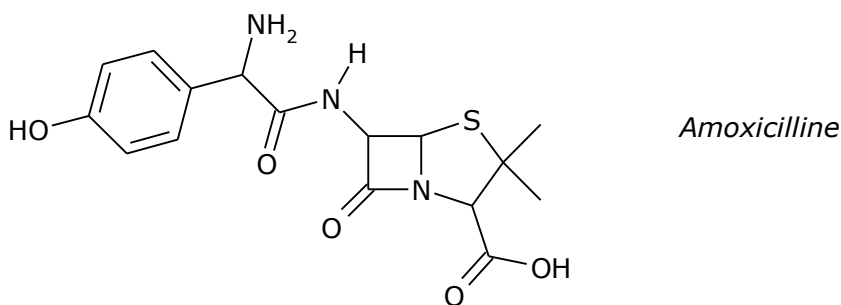


Figure 1

- 1.1 Identifier en les entourant et les nommant 3 groupements fonctionnels présents dans cette molécule.
- 1.2 Cette molécule contient 4 carbones asymétriques ou centres de chiralité. Les identifier en les marquant d'un astérisque sur la formule développée ci-dessus.
- 1.3 Le graphique ci-dessous représente la titration de 100,0 mL d'une solution saturée d'Amoxicilline par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH 0,125 M. L'Amoxicilline peut être considérée comme un monoacide de formule brute simplifiée HA.

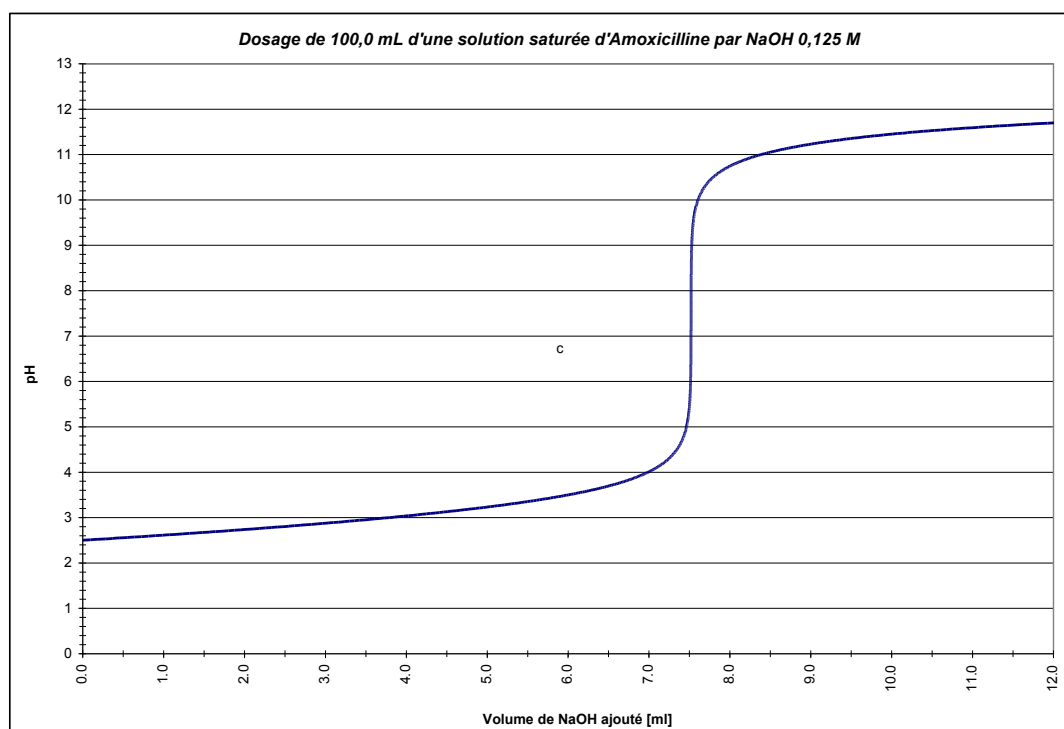


Figure 2

Déterminer graphiquement les coordonnées du point équivalent (volume de NaOH ; pH) et expliquer la valeur du pH à ce point.

1.4 Déterminer graphiquement le pK_a en justifiant la démarche, puis calculer le K_a de cette molécule.

1.5 A l'aide des données du graphique, calculer la concentration molaire de la solution saturée et la solubilité en g/litre de l'Amoxicilline dans l'eau sachant que sa formule brute est $C_{16}H_{19}N_3O_5S$.

1.6 Calculer la valeur du rapport $[A^-]/[HA]$ pour l'Amoxicilline au pH sanguin de 7,30.

Int. Question 2

(13 pts)

Les bêta-lactamases sont une famille d'enzymes responsables de la résistance des bactéries vis-à-vis de l'Amoxicilline. En utilisant une formule simplifiée ci-dessous, la réaction peut s'écrire de la manière suivante:

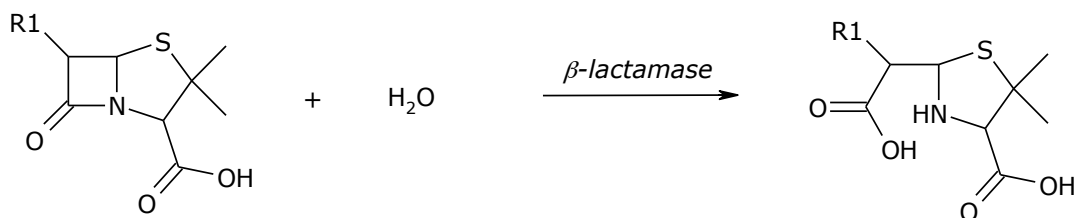


Figure 3

2.1 De quel type de réaction chimique peut-on parler pour la réaction représentée ci-dessus ? Justifier la réponse.

2.2 En ajoutant un peu d'acide fort dans la solution saturée d'Amoxicilline utilisée à la question 1, on constate que les protons H^+ se fixent d'abord sur l'atome d'azote du groupement NH_2 et non sur un des deux autres. Expliquer pourquoi, notamment à l'aide des effets électroniques.

(15 pts)

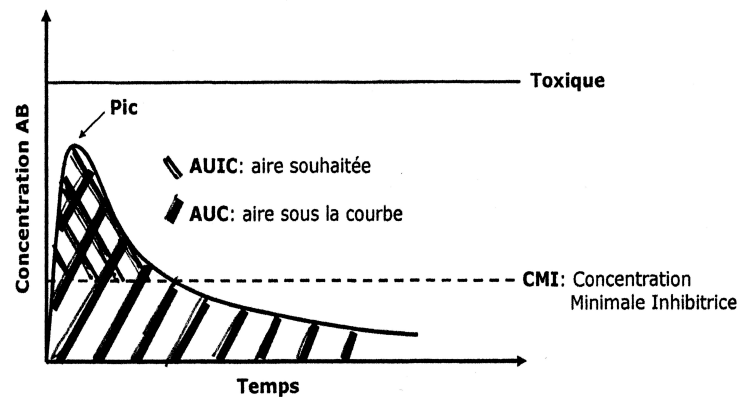
3.1 Faire un schéma (avec légende) d'une cellule bactérienne et d'une cellule humaine mettant en évidence 4 différences.

Cellule bactérienne	Cellule humaine

3.6 Les plasmides ne portent habituellement pas de gènes essentiels pour la bactérie, leur pérennité dépend des conditions du milieu. Expliquer l'impact de l'antibiotique sur une population bactérienne.

3.7 Action des antibiotiques in vivo.

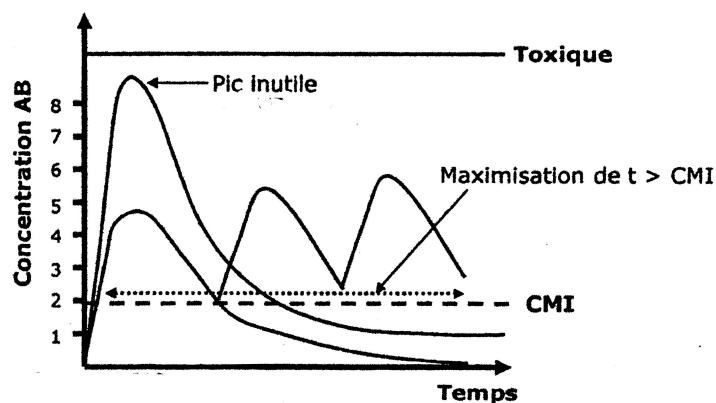
Dans la figure 4 ci-dessous, on teste la concentration dans le sang d'antibiotique (AB) après une prise unique au temps zéro. Des essais cliniques ont permis de définir pour chaque antibiotique une CMI (concentration minimale inhibitrice) ainsi qu'une concentration toxique.



<http://www.antiinfectieux.org/antiinfectieux/PLG/PLG-PK-PD.html> Stand 03/2012

Figure 4

L'activité des antibiotiques est aussi influencée par le temps d'action. La figure 5, montre la concentration d'antibiotique mesurée dans le sang lors de plusieurs prises.



Pharmacotherapy 2001 ;21(11) :302-318

Figure 5

3.7.1 En vous basant sur les informations données, expliquer pourquoi une prise unique d'antibiotique est insuffisante pour tuer toutes les bactéries.

3.7.2 En étudiant la figure 5, ci-dessus, préciser comment se définit le temps entre 2 prises d'antibiotiques.

3.7.3 Il arrive qu'après un traitement avec un antibiotique donné, le médecin prescrive un autre antibiotique. Proposer une explication à ce fait.

3.8 Effets secondaires: Lors d'un traitement, l'amoxicilline agit aussi sur des bactéries utiles de notre corps. Indiquer :

3.8.1 Quelles sont ces bactéries.

3.8.2 Où elles vivent.

3.8.3 Leur rôle.

3.9 Un antibiotique peut aussi se retrouver dans le lait du bétail, posant ainsi des problèmes lors de la transformation du lait (yoghourt, fromages). Proposer une explication à ces problèmes.

Deuxième partie : Biologie

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

Bio. Question 1: choix multiples.

(10 pts)

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 Les ondes péristaltiques

- ☐ ont une longueur d'ondes de 420 nm et sont par conséquent dans le domaine du visible.
- ☐ se propagent le long du tube digestif en poussant le bol alimentaire.
- ☐ permettent des mouvements en périphérie des cellules.
- ☐ sont responsables du déplacement des organites dans les cellules.

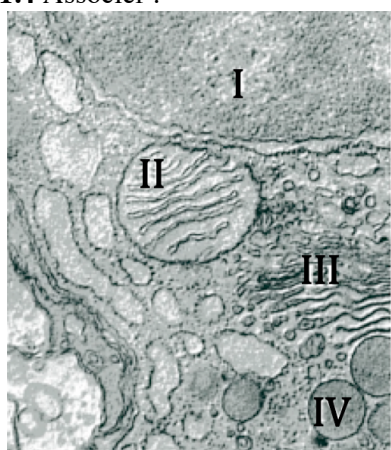
1.2 Le furosémide est une substance qui inhibe la réabsorption du sodium dans le rein, au niveau de la anse de Henlé. Les conséquences sont :

- ☐ une augmentation de la quantité des ions sodium dans le tube proximal.
- ☐ une diminution de la réabsorption de l'eau, donc un volume urinaire plus important.
- ☐ une augmentation de la réabsorption de l'eau, donc un volume urinaire plus important.
- ☐ une diminution de la réabsorption de l'eau, donc un volume urinaire moins important.

1.3 Lorsqu'un phénomène d'osmose intervient,

- ☐ un transport actif de l'eau est mis en jeu.
- ☐ un transport passif de petites molécules se fait afin d'équilibrer les concentrations.
- ☐ un transport passif d'eau s'effectue dont le moteur est un gradient de concentration.
- ☐ il y aura transfert d'eau du compartiment le moins concentré vers le plus concentré

1.4 Associer :



- ☐ I Appareil de Golgi, II Mitochondrie, III vésicule.
- ☐ I Noyau, II Vésicule, IV Réticulum endoplasmique.
- ☐ I Mitochondrie, III Réticulum endoplasmique, IV Appareil de Golgi.
- ☐ II Mitochondrie, III Appareil de Golgi, IV Vésicule.

1.5 La respiration cellulaire est un phénomène

- ☐ qui se déroule uniquement dans les mitochondries des cellules animales.
- ☐ qui ne peut s'effectuer que dans des conditions aérobies donc en absence d'oxygène.
- ☐ qui aboutit à la formation d'énergie chimique.
- ☐ inverse de celui de la photosynthèse.

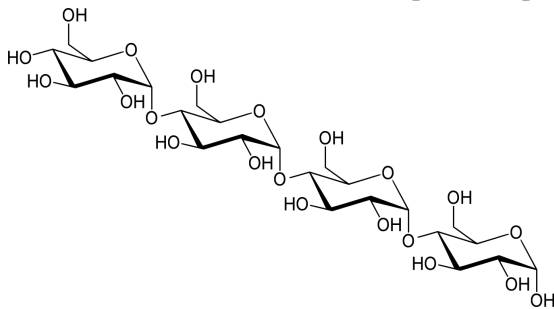
1.6 La testostérone,

- ___ est une hormone produite par les tubes séminifères.
- ___ a un taux sanguin constant car sa sécrétion est en permanence équilibrée par sa dégradation dans l'organisme.
- ___ est sécrétée de façon pulsatile, c'est-à-dire sous forme d'épisodes de libération, intenses mais brefs.
- ___ est une protéine hormonale.

1.7 Chez l'être humain,

- ___ la phase haploïde est dominante sur la phase diploïde.
- ___ le zygote est haploïde et c'est au cours des premières divisions méiotiques que les cellules deviennent diploïdes.
- ___ la fusion des gamètes diploïdes est suivie d'une division méiotique, ce qui donne un zygote diploïde.
- ___ la méiose va donner des gamètes haploïdes qui, par fusion donneront un zygote diploïde.

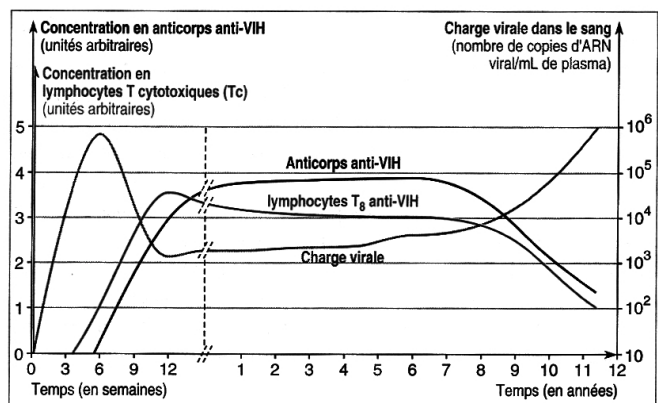
1.8 La molécule suivante est un substrat potentiel pour :



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

1.9 L'exploitation du document ci-dessous permet d'affirmer que :

- ___ l'infection par le VIH est grave, car elle ne déclenche pas de réaction immunitaire.
- ___ la production de virion n'a lieu que pendant la première semaine et ne reprend qu'après plusieurs années.
- ___ les cellules productrices d'anticorps apparaissent dès la première semaine de l'infection.
- ___ l'immunité ayant pour origine l'activation des lymphocytes B est la première à apparaître en réponse à la présence du VIH.



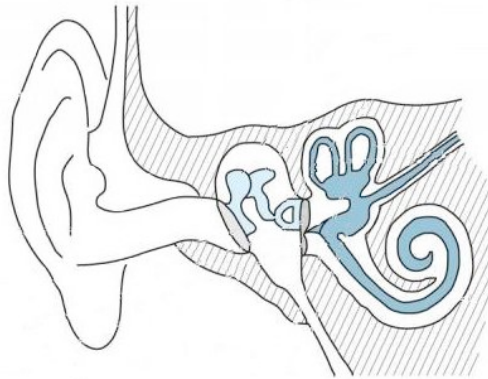
1.10 Le sang assure entre autres les fonctions suivantes :

- ___ transport de l'oxygène des poumons aux organes.
- ___ transport des déchets de la digestion aux reins.
- ___ communication hormonale.
- ___ informer le cerveau de la température de notre corps.

Bio. Questions 2: L'oreille et l'audition

(11 pts)

2.1 Donner une légende au schéma (fig. 1) en indiquant le nom de 7 éléments en lien avec l'audition.



<http://www.concours.vuibert.fr/contenu/sch-ma-l-oreille>

Figure 1

2.2 Entourer sur la figure 1 ci-dessus, la zone qui est commune aux deux figures 1 (ci-dessus) et 2 (ci-dessous).

2.3 Sur les deux schémas (fig. 1 ci-dessus et fig. 2 ci-dessous) tracer en rouge, le trajet que va effectuer l'information correspondant au signal sonore partant de l'oreille externe jusqu'à l'endroit où celle-ci est perçue comme un son.

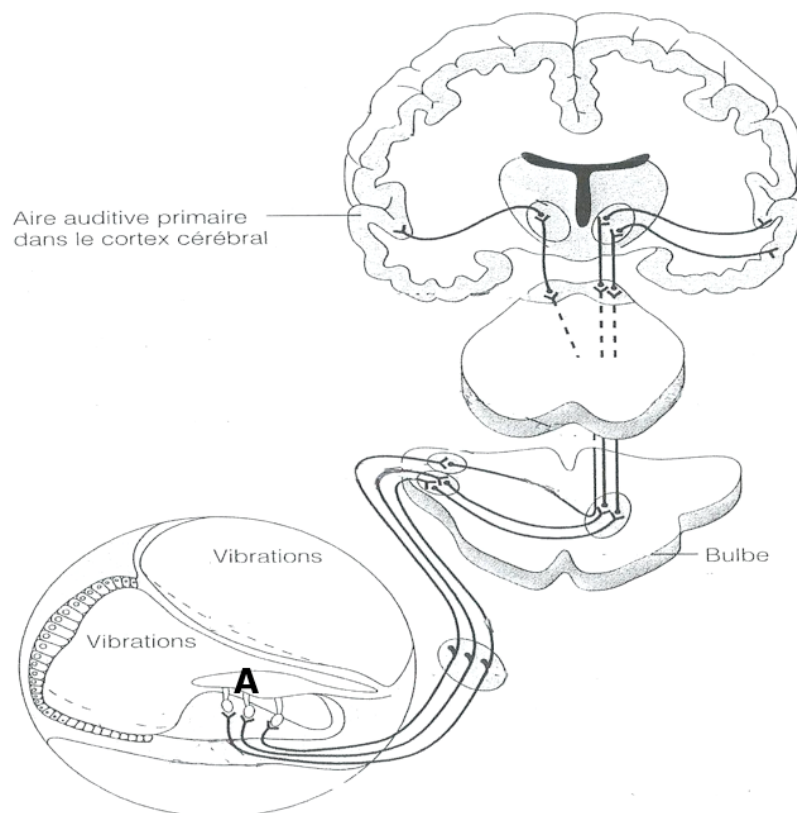


Figure 2

2.4 Expliquer ce qui se passe dans la zone A de la figure 2.

2.5 Proposer une explication à l'audition stéréophonique.

Bio. Question 3: Evolution des écosystèmes

(12 pts)

Le réchauffement planétaire, observé dès le début du XXe siècle, l'augmentation des déplacements humains et des échanges commerciaux ont une forte incidence sur les écosystèmes en place en favorisant l'installation de nouvelles espèces.

3.1 Donner quatre qualités que ces espèces doivent posséder pour s'installer dans un nouvel écosystème ?

3.2 Les plantes et les animaux ont été introduits en Europe de longue date (maïs d'Amérique latine, riz d'Asie, chèvre d'Iran, mouton du Moyen Orient etc.). Expliquer pour quelles raisons ces introductions sont considérées comme inoffensives pour les espèces indigènes ?

3.3 Les médias diffusent régulièrement des listes d'espèces « envahissantes » dans l'idée d'éviter leur propagation. Expliquer :

3.3.1 La distinction à effectuer entre espèces pionnières et espèces envahissantes.

3.3.2 La biodiversité va, augmenter ou diminuer sur notre planète. (justifier votre réponse)

3.4 Définir le terme de "climax".

Bio. Question 4: système nerveux

(15 pts)

On se propose d'étudier le fonctionnement de différents neurones impliqués dans l'activité musculaire.

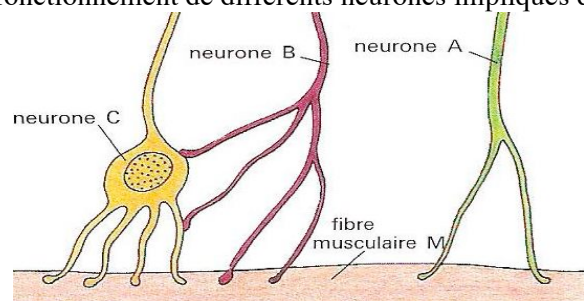


Figure 3: Innervation d'une fibre musculaire de crustacé

- a) Si on excite le neurone A, les fibres musculaires M se contractent.
- b) Sans aucune excitation, on enregistre sur le neurone C le passage d'un potentiel d'action à la fréquence f .
- c) Si on étire la fibre musculaire M, la fréquence des potentiels d'action augmentent par rapport à f .
- d) Si on excite le neurone B, la fréquence des potentiels d'action enregistrés sur le neurone C diminue par rapport à f et la fibre M ne se contracte plus sous l'excitation du neurone A.

4.1 Préciser les rôles des neurones A, B et C.

4.2 Pour comprendre le mode de fonctionnement du neurone B, on réalise d'autres expériences.

Une préparation de fibres musculaires et de neurones est placée dans du sérum physiologique. La stimulation des neurones de type B entraîne l'apparition dans le sérum physiologique d'une substance l'acide γ -aminobutyrique (ou GABA). La même expérience réalisée avec les neurones de type A ne produit pas cet effet. L'application de GABA sur le neurone C bloque son activité électrique; sur les fibres musculaires, elle en inhibe la contractilité, et ceci pendant toute la durée de l'application.

4.2.1 Expliquer, à partir de ces expériences, le rôle et le fonctionnement du GABA.

4.2.2 Expliquer ce qu'est le sérum physiologique et donner son rôle.

4.3 On s'intéresse maintenant au niveau d'action du GABA.

Après une stimulation unique des neurones présynaptiques, le tableau ci-dessous (fig. 4) donne les enregistrements des potentiels obtenus sur les terminaisons synaptiques et sur les fibres musculaires correspondantes.

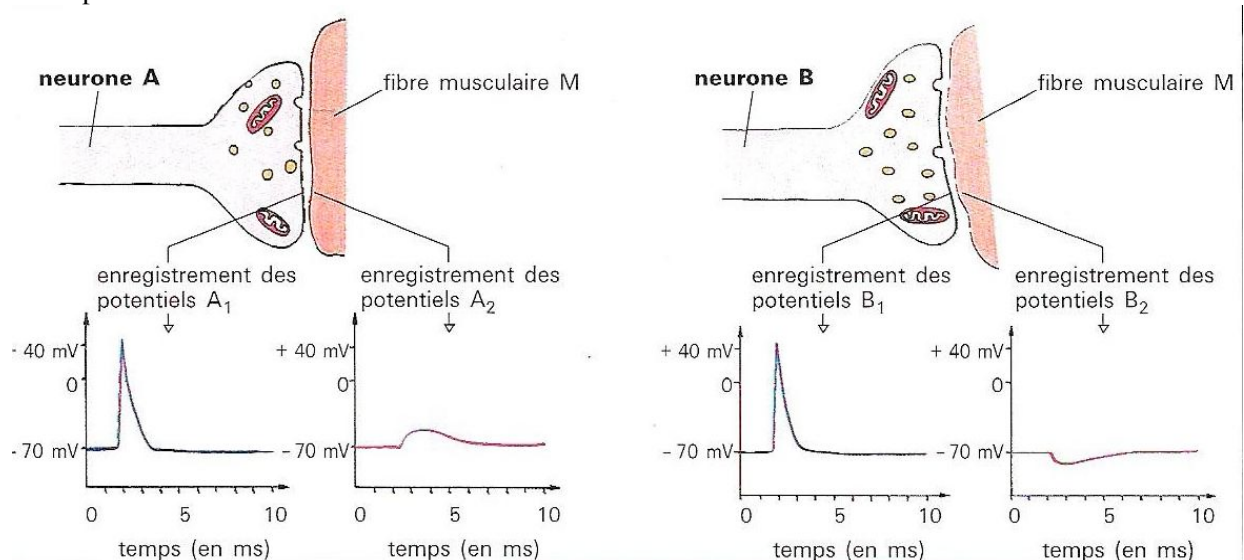


Figure 4

4.3.1 Situer au moyen de croix l'endroit où se trouve le GABA.

4.3.2 Comparer et commenter les résultats obtenus.

4.3.3 L'action de GABA s'exerce uniquement pendant la durée de l'application, quelle conséquence cela a-t-il pour la contraction musculaire in vivo ?

Bio Question 5 : Appareil excréteur urinaire

(12 pts)

Le tableau ci-dessous (fig. 5), accompagné d'un schéma d'un néphron, indique les quantités de certains composants mesurés dans les parties A,B et C sur ce schéma.

Constituants	A	B	C
Eau	170 ml	1,5 ml	170 ml
Glucose	170 mg	0 mg	170 mg
Protéines	14,4 mg	0 mg	0 mg
Urée	54 mg	30 mg	54 mg

Quantités mesurées de certains composants urinaires durant une durée déterminée.



Schéma du néphron

Figure 5

5.1 Situer A,B et C sur le schéma de la figure 5.

5.2 Donner la légende pour A,B et C.

Légende: A.....

B.....

C.....

5.3 Discuter les résultats obtenus pour le glucose.

5.4 Expliquer le mécanisme qui permet d'obtenir un volume de 1.5 mL d'eau dans la partie B.

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

(8 points)

On mélange 100 ml d'une solution de $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ de concentration 1 mol/L , avec 100 ml de NaCl 0,5 mol/L.

On sait que les ions Cr^{3+} et les ions Cl^- réagissent pour former un ion complexe soluble suivant la réaction : $\text{Cr}^{3+} + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CrCl}^{2+}$

1.1 Calculer les concentrations initiales des ions Cr^{3+} et Cl^- lorsque les solutions sont mélangées.

A l'équilibre, la concentration du complexe CrCl^{2+} est de 0,17 mol/L.

1.2 Poser le tableau d'équilibre, puis calculer la constante K_c de cette réaction

1.3 Lorsque l'on dilue cette solution en l'amenant à 1 litre avec de l'eau, l'équilibre est modifié et la quantité de complexe formé change.

Calculer la quantité de complexe présent avant cette dilution, puis indiquer si cette quantité diminue ou augmente après la dilution. Justifier la réponse sans effectuer de calcul.

Chi. Question 2**(8 points)**

Le chlorure de nitrosyle peut être obtenu par réaction entre le monoxyde d'azote et le chlore selon :



L'enthalpie de cette réaction est -77 KJ/mol

- 2.1** En utilisant cette donnée et celles contenues dans la table CRM, calculer l'enthalpie standard de formation du NOCl.

On peut également produire le NOCl par réaction directe avec l'azote, l'oxygène et le chlore, selon :



- 2.2** Calculer l'enthalpie de cette réaction.

- 2.3** On sait que les deux réactions A et B ci-dessus sont en fait réversibles, et que le chlorure de nitrosyle n'est pas stable à haute température.
Indiquer quelle réaction de décomposition subit NOCl à haute température. Justifier la réponse en vous basant sur les valeurs des enthalpies des réactions A et B.

Chi. Question 3**(15 points)**

On électrolyse une solution aqueuse de 200 mL de CuSO_4 0,5 mol/L.

Sur une des électrodes on observe un dépôt de cuivre, et sur l'autre un dégagement gazeux d'oxygène. On constate également que la solution devient acide.

Lorsque l'électrolyse est interrompue, la concentration de Cu^{++} restant en solution est de 0,46 mol/L.

- 3.1** Calculer la masse de cuivre qui s'est déposée sur une des électrodes.

- 3.2** Expliquer l'origine de ce dégagement gazeux, donner l'équation de la réaction en jeu et le nom de la l'électrode sur laquelle se produit ce dégagement. Expliquer aussi pourquoi la solution devient acide.

Indication : l'anion SO_4^{2-} ne participe pas à la réaction.

- 3.3** Calculer le volume d'oxygène, mesuré aux conditions normales, qui s'est dégagé sur l'électrode en question.

Après électrolyse, le pH de la solution est de 1,1.

- 3.4** Vérifier cette valeur en posant le calcul adéquat. La démarche est à justifier !

A la solution obtenue après électrolyse, on ajoute une solution de NaOH concentrée.

Au cours de cette opération on constate la formation d'un précipité.

- 3.5** Expliquer le phénomène et identifier le précipité.

- 3.6** Calculer le pH de début de précipitation, si l'on considère que le volume de solution n'est pas modifié par l'ajout du NaOH.

Chi. Question 4

(6 points)

QCM : cocher la réponse correcte parmi les 4 proposées :

4.1 Parmi les éléments suivants quel est celui dont les atomes ne possèdent pas, dans leur état fondamental, d'électrons dans une orbitale de type d :

- ☐ le baryum
- ☐ le calcium
- ☐ le krypton
- ☐ l'uranium

4.2 Le volume molaire (V_M) étant de 22,4 L/mol, on peut considérer, qu'aux conditions normales :

- ☐ une mole d'eau occupe un volume de 22,4 litres
- ☐ 22,4 litres d'air contiennent une mole d'oxygène
- ☐ 1 litre d'azote pèse à peu près 1,25 gramme
- ☐ 22,4 litres de néon pèsent 10 grammes

4.3 Au cours du titrage d'un mono-acide faible par une mono-base forte de même concentration, on observe un saut de pH. Au milieu de ce saut :

- ☐ le pH de la solution est de 7
- ☐ le volume de base ajouté est plus grand que le volume d'acide initial, l'acide étant faible
- ☐ la concentration des ions H_3O^+ en solution est supérieure à 10^{-7} mol/L
- ☐ le volume de base ajouté est le même que celui du volume d'acide initial

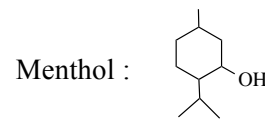
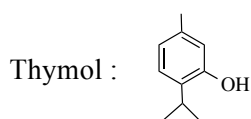
4.4 A 100 mL d'une solution de NaOH 0,05 mol/L on ajoute 100 mL d'eau ...

- ☐ le pH de la solution de NaOH diminue d'une unité
- ☐ le pH de la solution de NaOH se rapproche de 7
- ☐ on obtient une solution 0,01 mol/L
- ☐ le pH de la solution de NaOH augmente d'une unité

4.5 Le sucre (de cuisine) possède, à masse égale, un pouvoir calorifique plus bas qu'une huile (de cuisine) parce que :

- ☐ il y a une plus grande proportion d'atomes de carbone déjà oxydés dans le sucre que dans l'huile
- ☐ l'huile est liquide, et brûle donc plus facilement
- ☐ les molécules de saccharose du sucre ont une masse plus petite que les molécules constituant l'huile
- ☐ le sucre contient des impuretés qui ne brûlent pas

4.6 Soit les molécules suivantes :



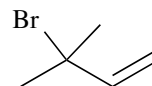
Il est plus facile d'oxyder :

- ☐ le thymol, car il peut subir un substitution électrophile
- ☐ le menthol, qui se transforme en aldéhyde
- ☐ le menthol, qui se transforme en cétone
- ☐ le thymol, qui se transforme en acide

Chi. Question 5

(10 points)

On aimerait obtenir le produit suivant (représentation topologique):



5.1 Ce composé est-il chiral ? Réponse à justifier.

5.2 Ce composé possède-t-il un isomère "cis-trans" ? Réponse à justifier.

On peut obtenir ce composé par une addition électrophile sur un hydrocarbure du groupe des diènes conjugués.

5.3 Identifier ce substrat (le diène conjugué) et le réactif à utiliser, puis donner la réaction permettant d'obtenir ce composé en détaillant son mécanisme.

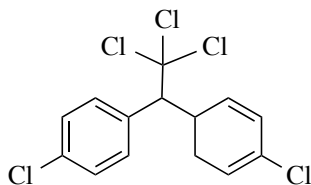
5.4 Cette réaction d'addition produit d'autres isomères du produit ci-dessus, mais en quantités plus faibles. Expliquer pourquoi.

5.5 Donner la représentation topologique d'un des autres isomères que l'on pourrait également obtenir, qui possède un carbone asymétrique.

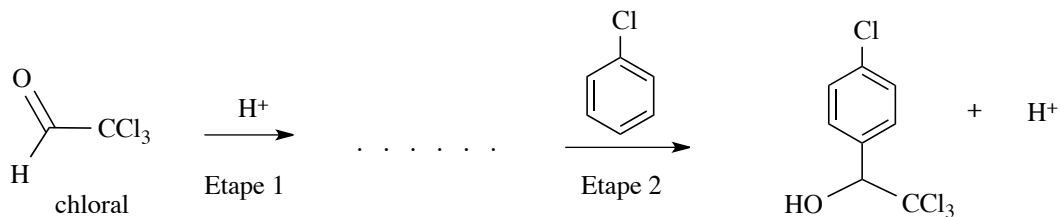
5.6 En prenant comme exemple la molécule obtenue ci-dessus, expliquer le phénomène de chiralité et illustrer à l'aide des formules développée 3D. (A défaut de prendre cette molécule, choisir une autre molécule adéquate).

Chi. Question 6**(7 points)**

Le DDT est un insecticide aujourd'hui quasiment abandonné à cause de sa toxicité. Voici sa formule en représentation topologique :



On peut décomposer sa synthèse en plusieurs étapes dont les deux premières seraient :



6.1 Donner le nom IUPAC du chloral.

6.2 Représenter le produit de la première étape.

6.3 Nommer le type de réaction auquel appartient la deuxième étape. Détailler son mécanisme en justifiant la position des deux substituants après cette étape.

Chi. Question 7**(6 points)**

L'acide téréphtalique ($\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$) est un des réactifs permettant de produire le PET, un polyester bien connu.

- 7.1 Quelle(s) fonction(s) doit posséder le réactif permettant, par réaction avec l'acide téréphtalique, de former ce polyester ?
- 7.2 Représenter en formule topologique (cf. question 5) le monomère possédant 2 carbones avec lequel l'acide téréphtalique réagit pour former le PET.
- 7.3 Représenter en formule topologique le polymère obtenu.
- 7.4 La réaction qui permet d'obtenir un polypeptide est souvent classée dans la même catégorie que celle permettant d'obtenir un polyester.
Nommer cette catégorie et expliquer ce que ces deux réactions ont en commun.