



# Examen suisse de maturité, session d'hiver 2024

## BIOLOGIE-CHIMIE, OPTION SPÉCIFIQUE

**Candidat :** Nom : ..... Prénom : ..... Numéro : .....

**Durée :** 3h

**Matériel autorisé :** calculatrice et Formulaires/tables

**Total de points :** 90

### Consignes générales

Avant de débiter, contrôler le présent document, notamment l'ordre et le nombre de pages. Les réponses se font uniquement dans les espaces prévus à cet effet. A la fin de votre examen, rendre uniquement ce document.

Vous devez traiter **deux parties** pour un total de 90 points :

1. Partie interdisciplinaire (30 points)
2. Partie Biologie 2a ou partie Chimie 2b (60 points)

En fonction du choix que vous avez effectué lors de votre inscription à l'examen, cocher la partie 2a ou 2b que vous traitez dans le cadre de cette épreuve **écrite** :

☒ 1 Partie interdisciplinaire (pp. 2-7)    ☐ 2a Biologie (pp. 8-20)    ☐ 2b Chimie (pp. 21-33)

Rappel des directives : La partie 2a Biologie doit être traitée par les candidat·e·s qui ont choisi lors de leur inscription la chimie pour l'épreuve orale. Inversement, la partie 2b Chimie doit être traitée par les candidat·e·s qui ont choisi la biologie pour l'épreuve orale.

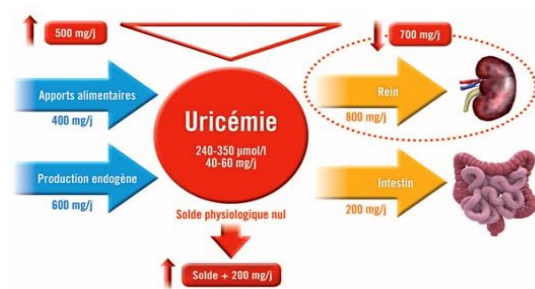
**Les réponses incluent le raisonnement. Utiliser l'expression et le vocabulaire scientifiques adéquats pour répondre. Une présentation soignée des réponses est demandée.**

|                             | Partie<br>interdisciplinaire | Partie Biologie ou<br>Chimie | Total                    |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| <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>Examineur/trice :</i>    | .....                        | .....                        | <b>Note</b><br><br>..... |
| <i>Expert/e :</i>           | .....                        | .....                        |                          |
| <i>Date</i>                 | Le .....                     | Le .....                     |                          |

## Partie 1 (partie interdisciplinaire) 30 points

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

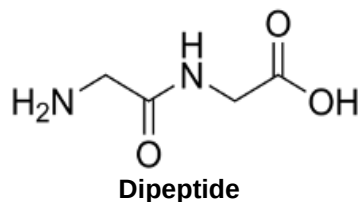
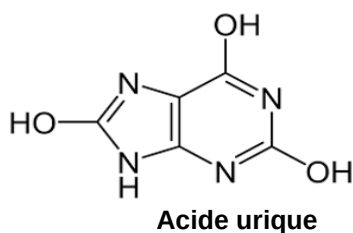
La goutte est une maladie dont l'origine est un taux plasmatique d'urate de sodium (uricémie) trop élevée dans le plasma. Comme le décrit le schéma ci-contre, la concentration plasmatique de l'urate de sodium résulte d'un équilibre entre d'une part, l'acide urique apporté par l'alimentation et formé de façon endogène et d'autre part, son élimination rénale et digestive.



### Int. Question 1

**1.1** Donner le nom du type de molécules biologiques dont le catabolisme produit l'urate de sodium endogène.

**1.2** Un dipeptide possède une liaison peptidique (nomenclature en biologie) qui la caractérise.



**1.2.1** Entourer sur la molécule de dipeptide ci-dessus la liaison peptidique et donner son nom en utilisant la dénomination utilisée en chimie pour désigner ce groupe fonctionnel.

**1.2.2** Donner la structure générale et les noms des groupes fonctionnels présents dans les deux autres types de molécules (nutriments) métabolisées par le système digestif, soit les glucides et les lipides.

**1.3** Alors que 70 % de l'urate de sodium est éliminé par les reins, 30 % est éliminé dans l'intestin. Nous allons nous intéresser aux phénomènes métaboliques de la digestion pour comprendre ce processus d'élimination.

**1.3.1** En vous appuyant sur vos réponses précédentes, donner la raison pour laquelle l'acide urique ne peut pas être métabolisé dans le système digestif comme n'importe lequel des nutriments cités.

**1.3.2** Donner le nom de l'enzyme responsable de la métabolisation des protéines : .....

**1.3.3** Les parois de l'estomac sont également constituées de protéines. Expliquer en détail les deux processus qui empêchent l'auto-digestion des parois de l'estomac.

**1.3.4** Sachant que l'homme a perdu avec l'évolution l'enzyme lui permettant de métaboliser l'acide urique, quel autre processus est présent dans le système digestif qui pourrait expliquer l'élimination intestinale de l'acide urique chez l'homme.

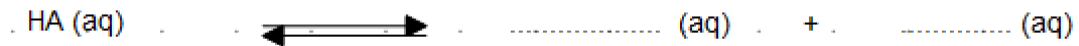
| Points totaux      | Points attribués |
|--------------------|------------------|
| 3 (chi)<br>6 (bio) |                  |

## **Int. Question 2**

**2.1** Déterminer la formule brute de l'acide urique en vous basant sur la formule développée se trouvant en 1.2.

**2.2** Une solution saturée d'acide urique contient 131 mg de cette substance dans un volume de 2 litres. Calculer la concentration molaire en acide urique et le pH de cette solution sachant que le pKa vaut 5,40.

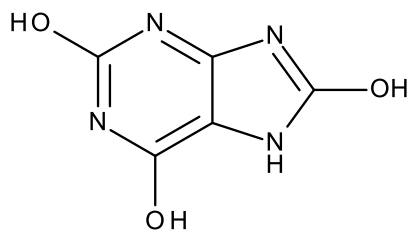
**2.3** Considérant l'acide urique comme un monoacide de formule simplifiée HA, compléter l'équation de dissociation ci-dessous et écrire l'expression de la constante d'équilibre  $K_c$ .



**2.4** Que faudrait-il changer à l'écriture de la réaction en 2.3 pour qu'elle exprime la solubilisation de l'acide urique ?

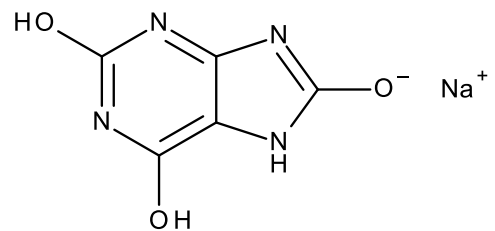
**2.5** Ecrire l'expression du produit de solubilité  $K_s$  pour l'acide urique et en calculer la valeur.

**2.6** En solution aqueuse, l'acide urique coexiste avec sa base conjuguée l'anion urate sous forme de sel de sodium.



**Acide urique**

$pK_a = 5,4$



**Urate de sodium**

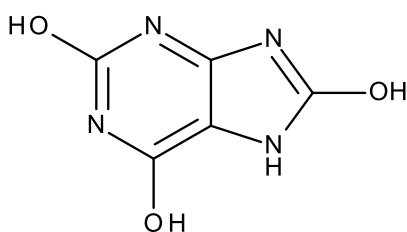
Déterminer de l'anion urate ou de l'acide urique, lequel est le plus soluble dans l'eau. Justifier la réponse.

**2.7** Calculer le rapport des concentrations molaires de l'anion urate et de l'acide urique dans un milieu tamponné à pH = 6.2 (pH standard d'une urine en Suisse).

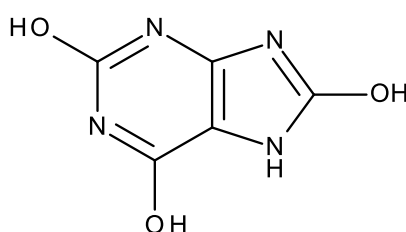
| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 8             |                  |

**Int. Question 3**

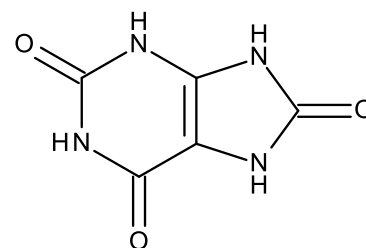
Plusieurs formules développées planes peuvent être écrites pour l'acide urique. Trois d'entre elles, dénommées A, B et C, sont représentées ci-dessous.



**A**



**B**



**C**

**3.1** Les formules développées A et B sont des formes dites mésomères. Expliquer ce qu'est la mésomérie, au besoin à l'aide d'un exemple différent.

**3.2** La comparaison des formules développées B et C permet d'expliquer le phénomène de tautomérie. Entourer dans ces deux molécules une des modifications observées en citant les groupes fonctionnels concernés. Puis, en tirer une définition du phénomène de tautomérie.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 4             |                  |

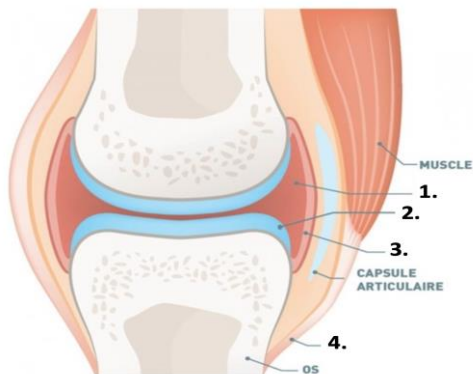
**Int. Question 4**

L'urate de sodium insoluble va s'accumuler sous forme de cristaux dans les articulations, provoquant une inflammation dénommée « crise de goutte ». On se demande comment ces cristaux vont provoquer une inflammation et abîmer les articulations. Voici un extrait du discours d'un scientifique :

***Des cristaux d'urate de sodium s'infiltrent dans l'articulation. Les cellules endothéliales présentes dans l'articulation en réaction à ces corps étrangers vont produire des cytokines. La diffusion de ces molécules dans le sang va provoquer par chimiotactisme le déplacement des monocytes vers l'articulation. La maturation des monocytes en macrophages va provoquer un orage cytokinique. La phagocytose des cristaux d'urate de sodium par les macrophages va activer la synthèse et la libération de cytokines ce qui va amplifier le phénomène inflammatoire ainsi que l'activation des cellules osseuses qui seront responsables des lésions ostéo articulaires.***

Répondre aux questions afin de clarifier les explications données dans ce document.

**4.1** Compléter, ci-dessous, la légende d'une l'articulation.



- 1 : .....
- 2 : .....
- 3 : .....
- 4 : .....

**4.2** A l'aide d'un schéma détaillé et légendé, expliquer le phénomène de phagocytose.

**4.3** Donner une définition du terme chimiotactisme.

**4.4** Donner le nom des cellules osseuses activées dans le phénomène inflammatoire décrit en **justifiant** votre réponse.

**4.5** Donner le type de réponse immunitaire qui se produit dans le cas de la goutte en justifiant votre réponse.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 9             |                  |

## **Partie 2a (biologie) 60 points**

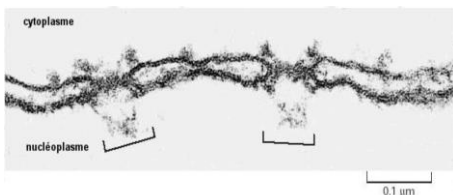
### **Bio. Question 1 : choix multiples**

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 ni point, ni n'en enlève. Le total des points pour chaque question est positif ou nul.

#### **1.1** Quand une cellule est en plasmolyse ....

- l'eau rentre et la cellule est lysée.
- l'eau sort et la cellule est lysée
- la concentration en soluté à l'extérieur de la cellule est plus importante qu'à l'intérieur.
- la concentration en soluté à l'extérieur de la cellule est moins importante qu'à l'intérieur.

#### **1.2** L'image ci-dessous....



- est une photo au microscope électronique de la membrane nucléaire.
- montre que les pores nucléaires ne sont pas de simples trous dans la membrane.
- montre que la membrane nucléaire est constituée d'une seule double membrane de phospholipides.
- montre que la membrane nucléaire est constituée de replis qui augmentent sa surface.

#### **1.3** Le myocarde ...

- est synonyme de muscle cardiaque.
- est plus épais dans le ventricule droit que dans le ventricule gauche.
- est irrigué par la veine porte.
- est oxygéné par la veine coronaire.

#### **1.4** L'ovule et le spermatozoïde sont semblables, car :

- les deux sont produits dans les mêmes quantités chaque mois.
- les deux possèdent le même nombre de chromosomes.
- ils sont environ de la même taille.
- leurs gènes sont identiques.

#### **1.5** La respiration cellulaire se déroule ...

- en présence de glucose, mais aussi quand celui-ci n'est pas présent.
- dans le cytoplasme de la cellule végétale.
- dans la mitochondrie de la cellule végétale et animale.
- qu'en condition anaérobie.



### 1.6 Les sons qui pénètrent dans le conduit auditif ...

- sont des vibrations qui touchent le tympan, qui seront amplifiées dans l'oreille moyenne, puis transmises à l'oreille interne qui va transformer ces sons en signaux nerveux.
- seront amplifiés sous forme de vibrations grâce à trois osselets, le marteau, l'enclume et le tournevis.
- sera transformé en signaux nerveux à l'intérieur de la cochlée grâce à des cellules ciliées qui vont transformer les vibrations en signaux électriques.
- seront guidés à travers l'oreille interne par la trompe d'Eustache.

### 1.7 Les plaquettes sanguines ...

- s'appellent également érythrocytes.
- sont des cellules nucléées.
- sont les plus petits éléments figurés du sang.
- jouent un rôle important dans la coagulation du sang.

### 1.8 L'ATP ...

- est une molécule contenant du phosphate.
- contient du tryptophane, d'où le T (de ATP).
- fabriqué lors de la fermentation.
- est fabriqué lors de la respiration cellulaire.

### 1.9 Une mutation ...

- peut produire un avantage sélectif si elle touche une cellule germinale.
- peut être silencieuse.
- peut être héréditaire.
- autosomique ne peut pas être de type non-sens.

### 1.10 L'homéostasie ...

- est un processus de régulation qui permet à un organisme de maintenir le milieu extracellulaire stable.
- nécessite des capteurs permettant au système nerveux et endocrinien de maintenir les différentes constantes du milieu intérieur entre les limites des valeurs normales.
- procède par des boucles de rétroaction permettant d'inverser un état anormal détecté.
- est le processus qui permet de capter les stimuli extérieurs.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 10            |                  |

## **Bio. Question 2 : pollution médicamenteuse ; des poissons sous anxiolytiques**

Les résidus d'anxiolytiques, médicaments prescrits contre l'anxiété, qui polluent les cours d'eau modifient le comportement des poissons et risquent de déséquilibrer les écosystèmes aquatiques.

Encore biologiquement actifs après avoir été excrétés, ils finissent dans les rivières. Thomas Brodin, de l'Université d'Umeå, en Suède, et ses collègues ont démontré qu'un des anxiolytiques les plus abondamment consommés, l'oxazépam, modifie le comportement de la perche européenne (*Perca fluviatilis*).



En effet, les biologistes ont exposé des perches à de l'oxazépam, de façon à ce qu'elles accumulent des concentrations de cette substance représentatives de celles trouvées dans le corps des perches sauvages. Les poissons tests sont alors devenus plus voraces, plus hardis et moins sociaux.

Dans la nature, ce changement de comportement risque de déséquilibrer les écosystèmes. En dévorant les organismes du zooplancton qui broutent les algues, les jeunes perches pourraient entraîner indirectement la prolifération de ces dernières. En revanche, l'exposition à l'oxazépam n'attiserait pas l'appétit des organismes planctoniques pour les algues, ce qui aurait eu un effet régulateur.

L'accumulation d'algues peut être nocive pour la santé des milieux aquatiques, entraînant un changement de la transparence et de l'oxygénation de l'eau.

Les perches exposées à l'anxiolytique s'aventurent plus facilement dans des endroits nouveaux et s'isolent du groupe, ce qui les rend plus vulnérables à leurs prédateurs comme le héron ou les pêcheurs. L'augmentation de la mortalité résultante pourrait compenser la surconsommation individuelle de zooplancton. L'effet global sur les écosystèmes est donc difficile à prévoir et pourrait influencer également les autres proies du héron, comme les musaraignes.

***Pour la Science du 21 février 2013***

### **Utiliser le document ci-dessus pour répondre aux questions.**

**2.1** Représenter une chaîne alimentaire d'au moins 4 individus provenant de cet écosystème en précisant les niveaux trophiques.

**2.2** Expliquer les différences entre une chaîne alimentaire et un réseau trophique.

**2.3** Donner le règne et le domaine dans lequel classer la perche européenne. (Justifier vos deux réponses.)

Domaine : .....

Règne : .....

2.4 Donner une définition de : “facteur abiotique” en argumentant à l'aide d'un exemple tiré de cet écosystème.

2.5. Un changement de comportement a été observé chez les perches exposées à l'oxazepam. Donner le nom du **type de facteur** et des **deux types de relation** qui ont été modifiés dans ce type de facteurs. Repérer et donner les éléments du texte qui justifient votre réponse.

Facteur.....

.....

.....

Extrait du document

Extrait du document

2.6 Expliquer la notion de bioaccumulation et déterminer s'il y a un risque, dans ce cas, de bioaccumulation des anxiolytiques.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 10            |                  |

### Bio. Question 3 : Lamarck et Darwin ....

La phalène du bouleau est un papillon de couleur claire (forme typica) qui vit sur les troncs des bouleaux. Grâce à la morphologie de l'écorce du bouleau avec lesquels il se confond, il échappe à ses prédateurs. A la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la pollution industrielle en Angleterre recouvre l'environnement et les troncs de suie.

Peu de temps après, le 90% de la population des phalènes était de couleur sombre (forme carbonaria).



Phalène du bouleau couleur claire et couleur foncée

**3.1** Expliquer les mécanismes de ce changement comme l'aurait fait Lamarck.

**3.2** Expliquer ces mécanismes, selon les idées de Darwin, en faisant appel à vos notions de génétique classique (en supposant que la couleur ne dépend que d'un seul gène).

**3.3.** Les phalènes noires et les phalènes claires font-elles partie de la même espèce ? Justifier.

**3.4.** Un entomologiste britannique marqua et relâcha des formes typica et carbonaria de la phalène et recaptura les survivantes après quelques temps (cf. tableau ci-contre).

Les résultats de ses recherches sont reportés dans le tableau ci-contre.

Expliquer ses résultats selon la théorie synthétique (l'allèle carbonaria est dominant).

|                                       |                      |                  |        |
|---------------------------------------|----------------------|------------------|--------|
| Dorset 1955                           |                      |                  |        |
| Zone boisée non polluée               | Forme « carbonaria » | Forme « typica » | Total  |
| Nombre d'individus marqués relâchés   | 473                  | 496              | 969    |
| Nombre d'individus marqués recapturés | 30                   | 62               | 92     |
| % d'individus marqués recapturés      | 6.34 %               | 12.5 %           | 9.49 % |

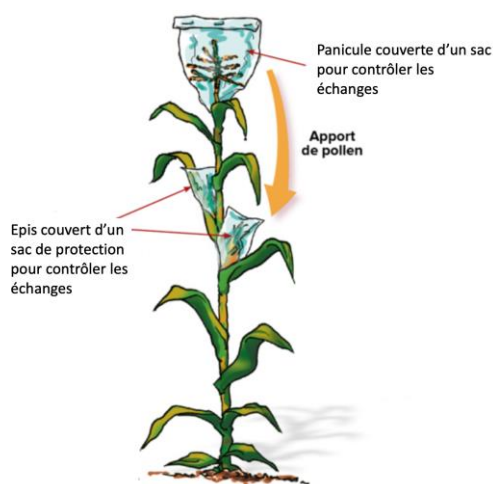
  

|                                       |                      |                  |         |
|---------------------------------------|----------------------|------------------|---------|
| Birmingham 1955                       |                      |                  |         |
| Zone polluée                          | Forme « carbonaria » | Forme « typica » | Total   |
| Nombre d'individus marqués relâchés   | 154                  | 64               | 218     |
| Nombre d'individus marqués recapturés | 82                   | 16               | 98      |
| % d'individus marqués recapturés      | 53.25 %              | 25 %             | 44.95 % |

**3.5** Des filtres ont finalement été mis aux cheminées des usines de la région de Birmingham, améliorant la pollution de l'air. Comment les choses ont-elles pu évoluer dans la région pour ces deux types de phalènes ?

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 10            |                  |

#### **Bio. Question 4 : hybridation chez le maïs**



**4.1** Un paysan désire maîtriser la qualité de sa culture de maïs. Pour cela, il décide de pratiquer une autofécondation. Exploiter les renseignements présents sur le schéma ci-contre pour expliquer de quoi il s'agit en donnant **une définition du terme pollen**.

**4.2** Après une quinzaine de générations, le paysan ne récolte plus que du maïs à grains noirs et lisses. Expliquer ce qui s'est passé.

**4.3** Après une dizaine de générations, il se rend compte que ses plants deviennent de moins en moins résistants aux maladies. Il décide alors de procéder à un croisement entre son maïs qui ne produit plus que des grains noirs et lisses avec une lignée pure provenant du champ de son voisin à grains jaunes et ridés. Il obtient une première génération notée  $F_1$  dans laquelle tous les grains sont noirs et lisses.

**4.3.1** Dédurre de ce résultat les caractères dominants/récessifs pour la couleur et la forme des graines.

**4.3.2** Donner le génotype des lignées parentales et des hybrides  $F_1$  en utilisant les symboles adéquats.

Lignée parentale, grains noirs et lisses : .....

Lignée parentale, grains jaunes et ridés : .....

Hybrides  $F_1$  : .....

**4.4** Le paysan décide alors d'effectuer un croisement entre des plants issus de la  $F_1$  et une lignée pure à grains jaunes et ridés. Il obtient alors quatre phénotypes différents qui se répartissent de la façon suivante : 2542 grains noirs et lisses / 2490 grains jaunes et ridés / 2512 grains noirs et ridés / 2505 grains jaunes et lisses.

**4.4.1** Deux de ces phénotypes sont issus d'une recombinaison génétique. Donner ces deux phénotypes en justifiant votre choix.

**4.4.2** En utilisant le génotype des gamètes parentaux, expliquer l'origine de la présence de ces recombinants.

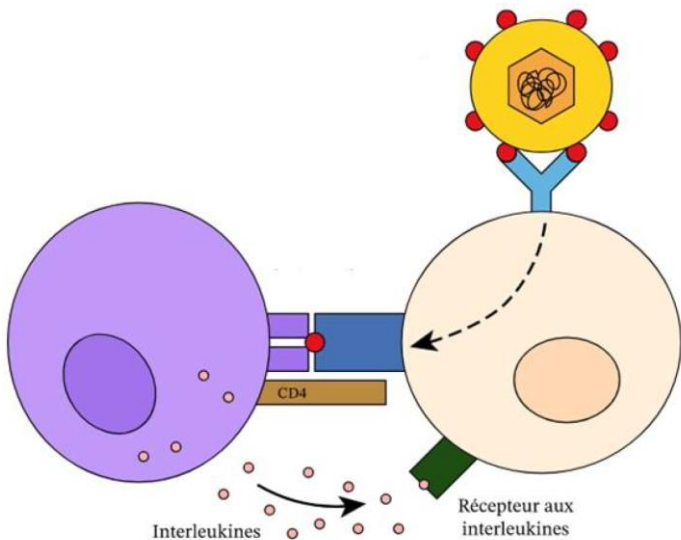
**4.4.3** Donner les deux causes possibles de la recombinaison génétique observée. (Justifier.)

4.4.4 Donner la conclusion que l'on peut tirer de ce croisement quant à la localisation sur les chromosomes des deux couples d'allèles. (Justifier votre réponse.)

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 10            |                  |

**Bio. Question 5 : système immunitaire**

Le schéma, ci-dessous, montre l'interaction entre un lymphocyte B et un lymphocyte T auxiliaire activé, lors de la réponse immunitaire acquise ou spécifique :



Réponse immunitaire spécifique

5.1. Sur le schéma ci-dessus, indiquer à l'aide d'une légende claire, quelle cellule représente le lymphocyte B et quelle cellule représente le lymphocyte T auxiliaire activé, puis, pour chacune de ces cellules, expliquer ci-dessous ce qui vous a permis de la reconnaître :

**5.2.** Expliquer de manière précise l'interaction entre ces deux cellules et comment cela assure une réponse immunitaire spécifique à l'antigène concerné.

**5.3** Expliquer ce que cette interaction déclenche au niveau de la réponse immunitaire.

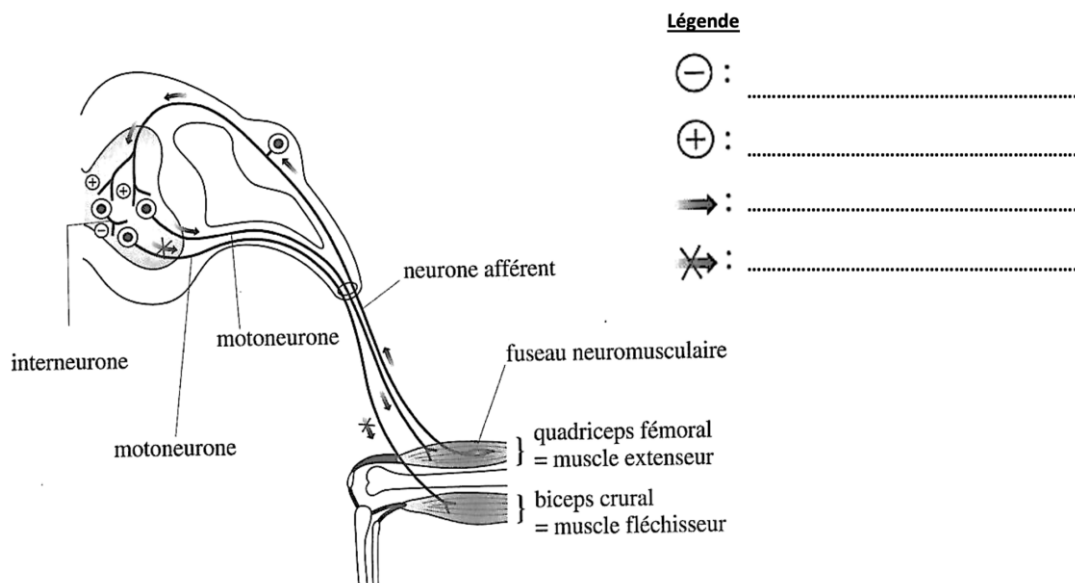
**5.4** Décrire de manière précise l'autre fonction des lymphocytes T auxiliaires activés qui n'est pas illustrée dans le schéma de la page précédente. Préciser toutes les étapes.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 10            |                  |



## Bio. Question 6 : système nerveux

Un étudiant qui étudie le mouvement d'une jambe d'un patient propose le schéma suivant pour expliquer la propagation de l'influx nerveux qu'il a observé.

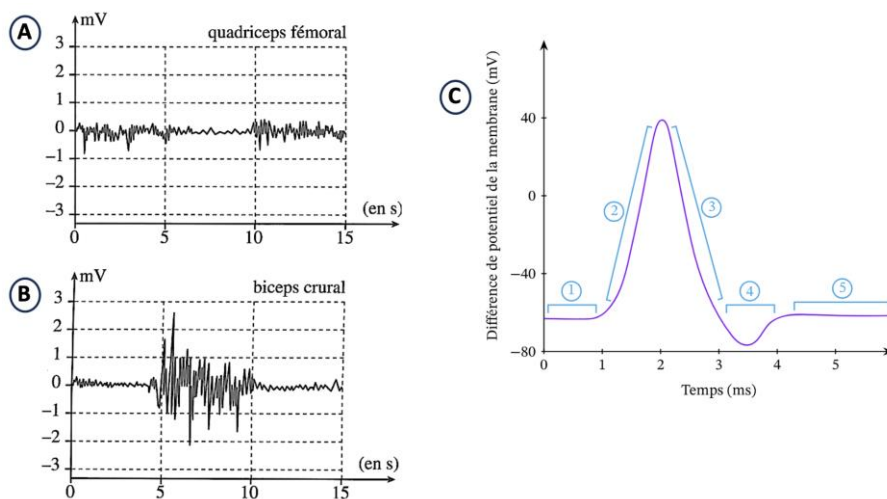


**Schéma 1 : Propagation de l'influx nerveux dans la jambe du patient.**

**6.1** Compléter la légende du schéma ci-dessus.

**6.2.** Donner le type de mouvement que l'étudiant a voulu représenter en justifiant votre réponse.

**6.3** Dans son étude, les documents suivants sont également présents.



**6.3.1** Expliquer ce que représentent les graphiques A et B et démontrer qu'ils ne sont pas compatibles avec le schéma 1 proposé au début de l'exercice.

**6.3.2** Donner les légendes des périodes 1 à 4 pour le graphique C

1 : .....

2 : .....

3 : .....

4 : .....

**6.3.3** Proposer un schéma détaillé au niveau moléculaire de ce qui se passe à travers la membrane pendant la période 1 et compléter à l'aide d'une explication (type de transport membranaire, son mode de fonctionnement, ses particularités, son rôle dans cette période).

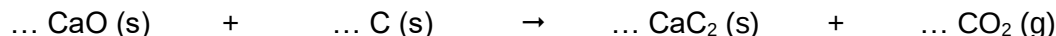
| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 10            |                  |

## Partie 2b (Chimie) 60 points

### Chi. Question 1

Le carbure de calcium  $\text{CaC}_2$  est un solide bleuté utilisé autrefois comme combustible dans les lampes de mineurs.

- 1.1** La production du carbure de calcium se fait par réaction entre l'oxyde de calcium et le carbone. L'autre produit de la réaction est le dioxyde de carbone. Equilibrer la réaction.

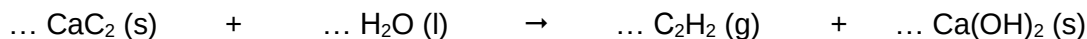


- 1.2** Sachant que l'enthalpie de formation  $\Delta_f H^\circ$  pour  $\text{CaC}_2 \text{ (s)}$  vaut  $-63 \text{ kJ/mol}$ , calculer la variation d'enthalpie de la réaction  $\Delta_r H^\circ$  de cette réaction. En déduire si elle est endo- ou exothermique.

- 1.3** La réaction de production du carbure de calcium en 1.1 est une réaction d'oxydoréduction. Démontrer cette affirmation en déterminant les nombres d'oxydation de tous les atomes impliqués dans cette réaction.

- 1.4** Déterminer l'oxydant et le réducteur dans cette transformation.

- 1.5** Dans les lampes de mineurs, le carbure de calcium est mis en contact avec de l'eau pour former de l'éthyne. Equilibrer la réaction ci-dessous.



- 1.6** Que peut-on conclure sur la variation d'entropie  $\Delta_r S^\circ$  de la réaction en 1.5 ? Va-t-elle augmenter, diminuer ou rester stable ? Justifier la réponse.

**1.7** Calculer le nombre de mole de C (s) nécessaire à la production d'un volume de 58 litres de  $C_2H_2$  aux CNTP.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 7,5           |                  |

**Chi. Question 2**

L'oxalate de calcium  $CaC_2O_4$  est un des composants principaux des calculs rénaux.

**2.1** Ecrire et équilibrer l'équation de dissociation de l'oxalate de calcium impliquant l'équilibre de solubilité.

**2.2** Ecrire l'expression du produit de solubilité  $K_s$  pour cet équilibre.

**2.3** Calculer la solubilité molaire S de l'oxalate de calcium sachant que  $K_s$  vaut  $2,5 \cdot 10^{-9}$ .

**2.4** Calculer le volume d'eau nécessaire pour dissoudre un calcul rénal composé entièrement d'oxalate de calcium d'une masse de 0,48 g.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 4,5           |                  |

### **Chi. Question 3**

**3.1** Dans un récipient contenant de l'aluminium métallique, on ajoute du dibrome  $\text{Br}_2$ . Une forte réaction est observée.

a) Ecrire les demi-réactions de réduction correspondant à chaque couple impliqué dans cette réaction.

b) Ecrire et équilibrer l'équation de la réaction spontanée décrivant le phénomène observé. Justifier la démarche.

**3.2** Ferait-on la même observation qu'en 3.1 si on remplaçait l'aluminium métallique par du platine métallique ? Justifier la réponse.

**3.3** Une production « in-situ » de diiode se fait par réaction entre le peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_2$  et l'iodure de potassium KI. Les couples concernés par cette transformation sont  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$  d'une part et  $\text{I}_2/\text{I}^-$  d'autre part.

Ecrire et équilibrer l'équation de la réaction entre le peroxyde d'hydrogène et l'iodure de potassium en milieu acide.

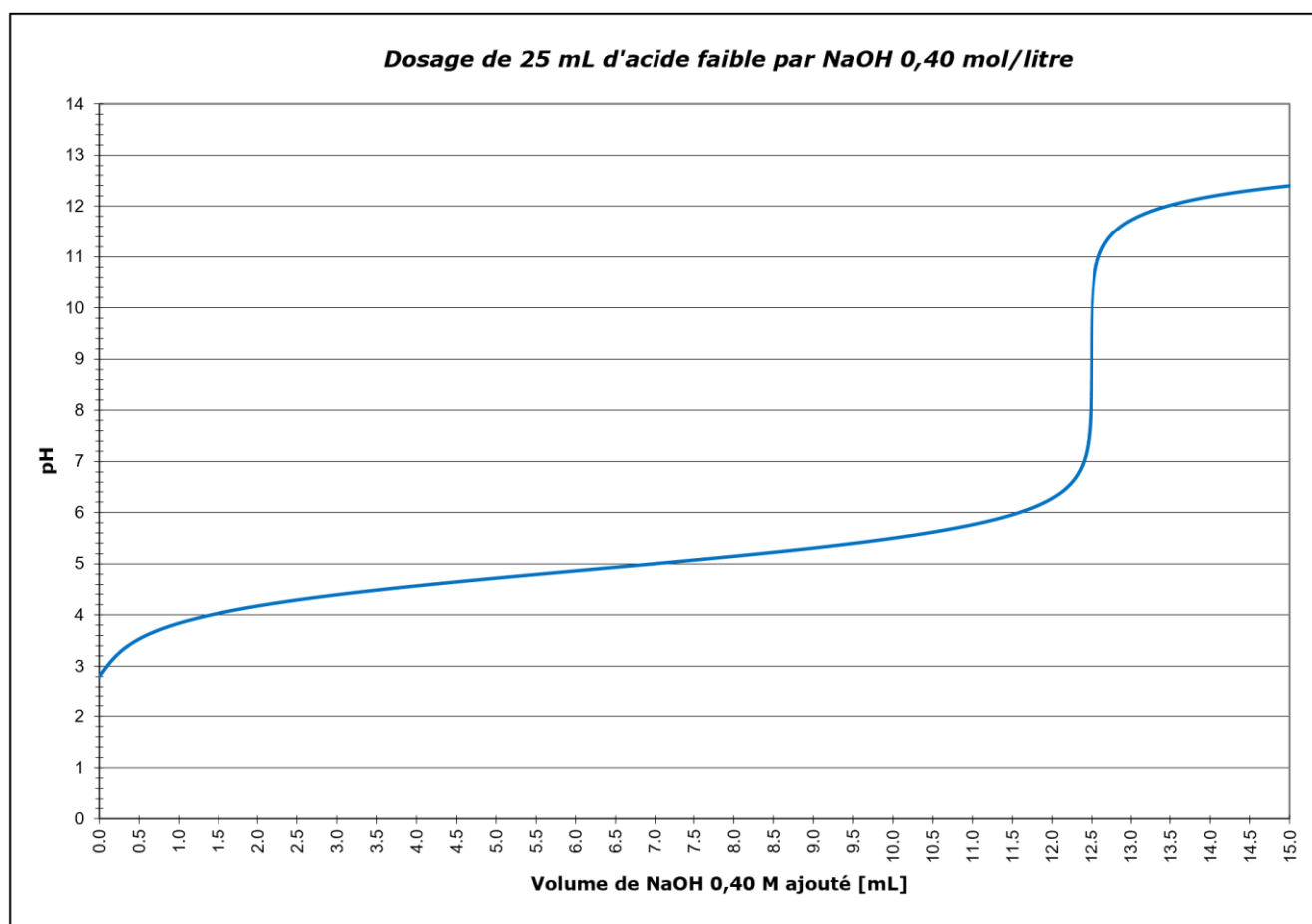
| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 4             |                  |

#### Chi. Question 4

Considérons une solution aqueuse d'acide propanoïque  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  de concentration inconnue.

4.1 Ecrire et équilibrer l'équation de la réaction de neutralisation entre l'acide propanoïque et l'hydroxyde de sodium en utilisant les formules semi-développées.

4.2 Le graphique ci-dessous représente la courbe de titrage de 25 mL d'une solution d'acide propanoïque par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 0,4 mol/L.



Déterminer graphiquement le point d'équivalence de ce titrage.

- pH au point d'équivalence : .....

- volume de NaOH ajouté au point d'équivalence : ..... mL

**4.3** Calculer la concentration molaire initiale de la solution d'acide propanoïque.

**4.4** Déterminer graphiquement la valeur du  $pK_a$  de l'acide propanoïque en justifiant la démarche.

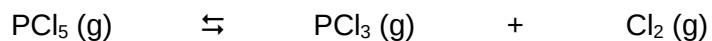
**4.5** Expliquer pour quelle raison la valeur du pH au point d'équivalence de la courbe de dosage n'est pas égale à 7. Donner la formule brute ou le nom de l'espèce chimique responsable du pH au point d'équivalence.

**4.6** Connaissant la valeur du  $pK_a$  de l'acide propanoïque, décrire un autre moyen de déterminer la concentration de la solution sans faire de titrage.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 8             |                  |

### **Chi. Question 5**

Soit l'équilibre en phase gazeuse suivant :



Dans un récipient d'un volume de 12 litres à la température de 250 °C, les quantités à l'équilibre sont : 0,21 mol de  $\text{PCl}_5$ , 0,32 mol de  $\text{PCl}_3$  et 0,32 mol de  $\text{Cl}_2$ .

**5.1** Ecrire l'expression de la constante d'équilibre  $K_c$  en fonction des concentrations.

**5.2** Calculer la valeur de  $K_c$  à 250 °C.

**5.3** Calculer la pression de  $\text{PCl}_5$  à l'équilibre et donner la formule permettant de calculer la pression d'un gaz à partir de sa concentration molaire.

**5.4** Une diminution de la température fait baisser la valeur de  $K_c$ . Déterminer si la réaction directe est endo- ou exothermique. Justifier la réponse.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 5             |                  |



### Chi. Question 6

**QCM** : Chaque question comporte **une** réponse correcte parmi les 4 proposées.

**Cocher la réponse correcte parmi les 4 proposées.**

**6.1** Laquelle des affirmations concernant la valeur du produit ionique  $K_e$  de l'eau est fausse ?

- ☐ elle permet de calculer le pOH d'une solution
- ☐ elle varie avec la température
- ☐ elle est liée à la loi d'action de masse
- ☐ elle garde toujours la même valeur

**6.2** Pour une réaction du type  $A \rightarrow B$ , l'ajout d'un catalyseur peut entraîner :

- ☐ une modification de la constante d'équilibre
- ☐ sa consommation éventuelle et sa régénération au cours de la réaction
- ☐ la formation de nouveaux produits de réaction
- ☐ une diminution de la valeur de la variation d'enthalpie  $\Delta_r H^\circ$  de la réaction

**6.3** Laquelle de ces valeurs est la plus proche de la valeur du pH d'une solution de KOH de concentration  $10^{-10}$  mol/litre ?

- ☐ 4
- ☐ 8
- ☐ 10
- ☐ 7

**6.4** La molécule de propadiène  $C_3H_4$  possède :

- ☐ 4 liaisons  $\sigma$  et 4 liaisons  $\pi$
- ☐ 8 liaisons  $\sigma$
- ☐ 6 liaisons  $\sigma$  et 2 liaisons  $\pi$
- ☐ 4 liaisons  $\sigma$  et 2 liaisons  $\pi$

**6.5** Il y a 4 isomères correspondant à la formule brute  $C_4H_9Br$ . Quel est le nom correct d'un de ces isomères ?

- ☐ 1-bromo-2-méthylpropane
- ☐ 3-bromobutane
- ☐ 2-bromo-2-méthylbutane
- ☐ 1-chloro-3-méthylpropane

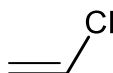
**6.6** Un carbocation tertiaire est plus stable qu'un carbocation primaire ou secondaire parce que :

- ☐ il possède 3 charges positives
- ☐ il possède une structure pyramidale
- ☐ le carbone chargé positivement est lié à trois substituants inducteurs donneurs d'électrons
- ☐ le carbone chargé positivement est lié à trois substituants inducteurs attracteurs d'électrons

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 6             |                  |

### Chi. Question 7

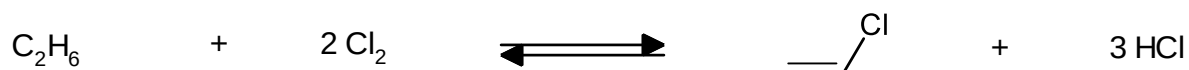
De formule brute  $C_2H_3Cl$ , le chlorure de vinyle est une molécule économiquement importante.



**7.1** Donner le nom IUPAC du chlorure de vinyle.

**7.2** La synthèse historique du chlorure de vinyle fait réagir du 1,2-dichloroéthane avec de l'hydroxyde de potassium. Ecrire l'équation équilibrée de cette réaction en utilisant les formules topologiques.

Avec comme réactif principal l'éthane, la synthèse industrielle du chlorure de vinyle se base sur la réaction réversible suivante, tous les réactifs se trouvant à l'état gazeux :



**7.3** En comparant les molécules organiques ci-dessus, deux types de réaction différents permettent de visualiser cette transformation. Les déterminer et les nommer sans justifier.

**7.4** Sachant que cette réaction est exothermique, donner deux conditions expérimentales, autres que la température, permettant de maximiser la production de chlorure de vinyle.

**7.5** Bien qu'il serait préférable d'effectuer cette réaction à basse température, elle est réalisée à haute température pour maximiser la production de chlorure de vinyle. Donner la raison de ce choix.

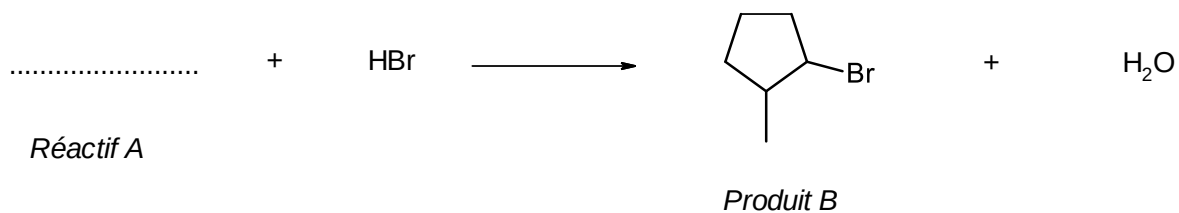
**7.6** Le chlorure de vinyle est le monomère dans la préparation du polychlorure de vinyle (PVC). Expliquer de manière détaillée le mécanisme de cette réaction de polymérisation radicalaire.

**7.7** Donner la structure du polymère PVC dans le type de formule de votre choix.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 7,5           |                  |

### Chi. Question 8

Considérons l'équation permettant d'obtenir le produit B à partir du réactif A selon la réaction :



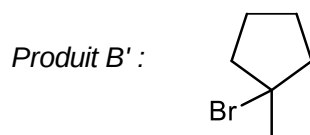
8.1 Donner le nom IUPAC du produit B.

8.2 Représenter le réactif A en formule topologique.

8.3 De quel type de réaction s'agit-il ?

8.4 Décrire de manière détaillée le mécanisme de cette réaction.

8.5 La même réaction à partir du réactif A conduit aussi à la formation du produit B', représenté ci-dessous. Expliquer la formation de ce 2<sup>e</sup> produit sur la base du mécanisme proposé en 8.4.



**8.6** Quelle catégorie d'isomérisme décrit le plus précisément la relation entre les produits B et B' ?

**8.7** De quel réactif C devrait-on partir pour obtenir par réaction un mélange des produits B et B', mais sans formation de molécules d'eau ? Dessiner la formule topologique de ce réactif C.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 7,5           |                  |

**Chi. Question 9**

On fait réagir du 4-méthylhexène avec du dichlore  $\text{Cl}_2$ .

**9.1** Dessiner en formule topologique la structure du 4-méthylhexène.

**9.2** Quel type de réaction a lieu entre ces deux substances en précisant le type du mécanisme.

**9.3** Dessiner la formule topologique du produit de cette réaction et en donner le nom IUPAC.

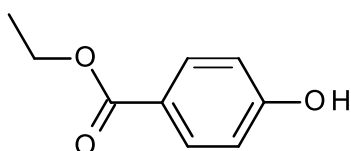
**9.4** Déterminer combien de centre(s) de chiralité (carbone asymétrique) possède le composé dessiné en 9.3. Les indiquer par un astérisque sur la formule de la question précédente. Puis, calculer le nombre de stéréoisomères possibles.

**9.5** Même si le produit obtenu est différent, la réaction décrite en 9.2 fonctionnera beaucoup mieux si l'on fait réagir le 4-méthylhexène avec du chlorure d'hydrogène au lieu de dichlore  $\text{Cl}_2$ . Expliquer pourquoi.

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 5             |                  |

**Chi. Question 10**

Considérons la molécule aromatique ci-dessous.



*Substrat A*

Le substrat A est stable en milieu acide et en milieu neutre. En milieu alcalin, il peut réagir de deux manières différentes avec l'hydroxyde de sodium  $\text{NaOH}$ .

**10.1** Ecrire l'équation équilibrée d'une des deux réactions possibles entre le substrat A et l'hydroxyde de sodium en utilisant les formules topologiques.

**10.2** De quel type de réaction s'agit-il ?

**10.3** Ecrire l'équation équilibrée de l'autre réaction possible entre le substrat A et l'hydroxyde de sodium en utilisant les formules topologiques.

**10.4** De quel type de réaction s'agit-il ?

| Points totaux | Points attribués |
|---------------|------------------|
| 5             |                  |