

# CM80 : Examen intermédiaire corrigé

## 1 À la recherche des molécules de la vie

### 1.1 Expérience de Stanley Miller (6 pts)

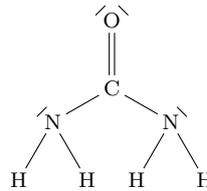
1.1. (1 pt) Stanley Miller voulait mettre en évidence le scénario selon lequel les molécules prébiotiques se sont formées après la dissolution de certains constituants de l'atmosphère primitive dans l'océan, d'après les réactifs choisis : eau, ammoniac, méthane, dihydrogène.

1.2. (1,5 pt) Pour fabriquer les briques du vivant, i.e. des acides aminés, Stanley Miller a choisi des réactifs comprenant les différentes espèces atomiques présentes dans les molécules organiques : carbone, oxygène, azote et hydrogène.

1.3. (1,5 pt) La formule semi-développée (générale) d'un acide aminé est la suivante :  
$$\text{R}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}.$$
 Cette molécule est à la fois une amine (groupe fonctionnel amino  $-\text{NH}_2$ )

et un acide carboxylique (groupe carboxyle  $-\text{COOH}$ ), d'où le nom d'acide aminé.

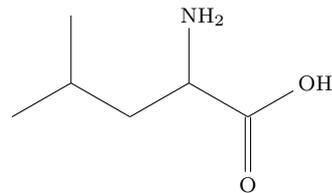
1.4.1. (1 pt) Voici la formule développée de la molécule d'urée avec les doublets non-liants d'électrons :



1.4.2. (1 pt) Le nom officiel du formaldéhyde est : méthanal.

### 1.2 Météorite de Murchison (6 pts)

2.1.1. (1 pt) Voici la formule topologique de la leucine :



2.1.2. (1 pt) La leucine et l'isoleucine sont isomères.

2.2. (2 pt) La spectrométrie de masse permet de séparer des entités chimiques en fonction de leurs masses. Or la leucine et l'isoleucine ont la même masse moléculaire donc cette technique ne permet pas de les différencier.

La spectroscopie infrarouge permet d'identifier les différents types de liaisons covalentes présentes dans une molécule. Or ces deux isomères présentent les mêmes fonctions et mêmes types de liaisons chimiques (C-H, C-C, C-N, c=O, N-H), donc cette technique ne permet pas de les différencier d'après l'étude du spectre aux grands nombres d'onde ( $\sigma > 1500 \text{ cm}^{-1}$ ). L'étude de l'empreinte de la molécule ( $\sigma < 900 \text{ cm}^{-1}$ ) permettrait peut-être de les différencier.

La spectroscopie RMN permet d'identifier les différents groupes de protons équivalents et leur voisinage au sein d'une molécule. La leucine présente 6 groupes de protons équivalents, et l'isoleucine 7. Cette technique permet donc de les différencier.

2.3. (2 pt) Le spectre proposé est celui de la leucine. En effet :

- la leucine a 6 groupes de protons équivalents ( $-(\text{CH}_3)_2$ , 2 groupes  $-\text{CH}-$  non équivalents,  $-\text{CH}_2-$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{COOH}$ ) et l'isoleucine 7 (2 groupes  $-\text{CH}_3$  non équivalents,  $-\text{CH}_2-$ , 2 groupes  $-\text{CH}-$  non équivalents,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{COOH}$ ). Après traitement à l'eau lourde, il reste 4 signaux dans le spectre RMN, il s'agit donc de la leucine. ;
- la leucine, contrairement à son isomère, présente un groupe de 6 protons ayant un voisin, correspondant au doublet à  $\delta = 0,9 \text{ ppm}$  intégrant pour 6 H ;
- la leucine présente deux groupes de 1 proton équivalent chacun, l'un avec 6+2 voisins, l'autre avec 2 voisins, responsables respectivement du multiplet on-résolu à  $\delta = 1,5 \text{ ppm}$  intégrant pour 1 H et du triplet à  $\delta = 3,4 \text{ ppm}$  intégrant pour 1 H. L'isoleucine présente 2 groupes de 1 proton équivalent chacun, l'un avec 3+2+1 voisins, l'autre avec 1 voisin, ce qui ne correspond pas au spectre présenté.

*Remarque : pour que la réponse soit complète on pouvait citer 1 de ces 3 points (chacun présentant 2 arguments).*

## 2 Dépollution des eaux (8 pts)

1. (1 pt) D'après le document 1 le maximum d'absorption du sulfate de cobalt se trouve dans le vert ( $\lambda_m \simeq 520 \text{ nm}$ ), la solution est donc de couleur rose-violacée.

2. (1 pt) D'après le document 1, l'absorption de la solution de sulfate de nickel à  $720 \text{ nm}$  vaut  $A = 0,2000$ . Or d'après la loi de Beer-Lambert :  $A = \varepsilon c_1 \ell$  ssi  $c_1 = \frac{A}{\varepsilon \ell}$ . Application numérique :  $c_1 = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

3. (6 pts) On veut savoir si 60g de carapaces suffisent à abaisser la concentration en cuivre de la solution  $S_1$  au-dessous du seuil toléré.

D'après le document 4, avec 100 g de carapaces on peut produire 4 g de chitosane. Donc avec 60 g de carapaces on produit  $m_1 = 2,4 \text{ g}$ .

D'après le document 5, l'ajout d'une masse  $m_1$  de chitosane permet de diviser la concentration en cuivre par 5.

Or la concentration initiale en cuivre de la solution  $S_1$  est donnée par la droite d'étalonnage spectrophotométrique du document 2 :  $A_0(1) = 1,26$  ssi  $c_i = 9,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Par ce traitement on abaisse donc la concentration en cuivre de la solution  $S_1$  à  $c_f = c_i/5$ , soit  $c_f = 1,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Cette concentration molaire finale correspond à une concentration massique finale  $c_{Cu} = c_f M(\text{Cu})$ , soit  $c_{Cu} = 1,2 \text{ g.L}^{-1}$ . Cette concentration est encore supérieure au maximum toléré (d'après le document 3), ce traitement n'est donc pas suffisant.

Le traitement par 2,4 g de chitosane (extraits de 60 g de carapaces) de 40 mL de la solution  $S_1$  a retiré  $4,8 \text{ g.L}^{-1}$  de cuivre. Pour retirer les  $1,2 \text{ g.L}^{-1}$  restants, il faudrait donc ajouter le chitosane de 15 g de carapaces, soit un total de 75 g de carapaces de crevettes pour dépolluer la solution  $S_1$  en cuivre.

**Références :** les exercices de ce sujet sont extraits de sujets de Baccalauréat S (Centres Étrangers 2015 et Asie 2014).