

## Partie chimie

Le candidat traite **AU CHOIX** 2 exercices sur les 3 proposés

### Exercice 1 : Grossesse et ostéoporose

**Mots-clés** : Vitamine D, dosage par titrage.

### Exercice 2 : Albuminurie

**Mots-clés** : Dilution, dosage par étalonnage, radiographie.

### Exercice 3 : La vitamine C

**Mots-clés** : Vitamine C, dosage par titrage.

Le candidat *choisit obligatoirement deux exercices parmi les trois proposés et indique clairement son choix au début de la copie.*

*Les exercices sont indépendants.*

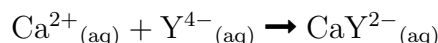
## Exercice 1 : Grossesse et ostéoporose (10 points)

**Mots-clés** : Vitamine D, dosage par titrage.

Pour prévenir l'ostéoporose, les apports en vitamine D et en ions calcium doivent être surveillés. On souhaite déterminer la concentration en ions calcium dans une eau minérale.

### Document 1 – Protocole d'un titrage colorimétrique en laboratoire des ions calcium présents dans une eau

On donne l'équation de la réaction support du titrage :



- ▶ Dans un erlenmeyer, verser un volume d'eau minérale  $V_1 = 25,0 \text{ mL}$ .
- ▶ Ajouter une solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à obtenir  $\text{pH} = 12$
- ▶ Ajouter un indicateur coloré permettant de repérer l'équivalence du titrage
- ▶ Remplir une burette graduée avec une solution d'EDTA, notée  $\text{Y}^{4-}$ , à la concentration en quantité de matière  $[\text{Y}^{4-}] = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- ▶ Procéder à l'ajout d'EDTA mL par mL jusqu'à l'observation d'un changement de couleur, témoin de l'équivalence du titrage.
- ▶ La valeur du volume d'EDTA versé à l'équivalence est égal à  $V_{2E} = 14,6 \text{ mL}$ .

**Donnée** : Masse molaire atomique du calcium :  $M(\text{Ca}) = 40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

**1 –** À l'équivalence du titrage, écrire la relation entre la quantité de matière en ion calcium initialement présent dans l'eau minérale  $n_1$  et la quantité de matière en EDTA versée  $n_{2E}$ .

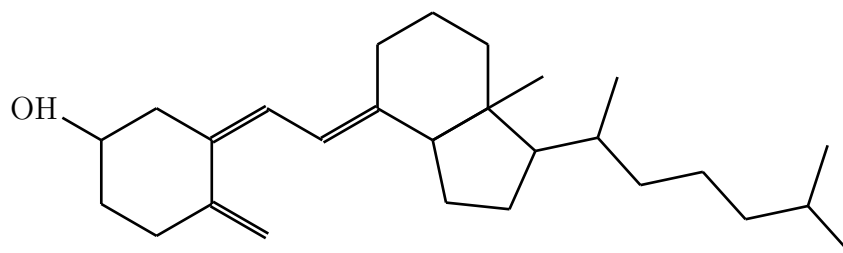
**2 –** Montrer que la concentration en quantité de matière du calcium  $[\text{Ca}^{2+}]$  dans l'eau minérale est voisine de  $1,2 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

**3 –** Calculer la concentration en masse d'ions calcium  $C_m$ .

**4 –** L'apport journalier en calcium conseillé pour une femme enceinte est de 1,2 g. Déterminer le volume de cette eau minérale qu'une femme enceinte devrait consommer pour assurer cet apport.

Pour prévenir une ostéoporose liée à la grossesse, le médecin prescrit de la vitamine D<sub>3</sub> à une femme enceinte.

## Document 2 – Formule topologique de la vitamine D<sub>3</sub>



## Document 3 – Deux sources de vitamine D<sub>3</sub>

### Huile de foie de morue

Composition de 110 mL d'huile de foie de morue :

- Eau : 0 g
- Protéines : 0 g
- Glucides : 0 g
- Lipides : 100 g
  - dont : cholestérol, acides gras saturés, acides gras monoinsaturés, acides gras polyinsaturés à oméga 3 (acide  $\alpha$ -linoléique)
- Vitamines :
  - vitamine A : 100 000 UI
  - vitamine D<sub>3</sub> : 10 000 UI

### Solution buvable

Contenu d'une ampoule de 2 mL de solution buvable (prescription pour 1 mois) :

- Substance active : vitamine D<sub>3</sub> : 50 000 UI
- Autres composants : Huile essentielle d'orange douce, glycérides polyglycolysés insaturés, huile d'olive raffinée

L'UI est une unité de masse.

**5 –** Nommer un groupe caractéristique présent dans la molécule de vitamine D<sub>3</sub>.

**6 –** Justifier, à l'aide du document 2 le caractère liposoluble de la vitamine D<sub>3</sub>.

**7 –** Une femme enceinte souhaite prendre de l'huile de foie de morue à la place d'une ampoule de vitamine D<sub>3</sub> prescrite pour 1 mois. Calculer le nombre de cuillères à café d'huile de foie de morue qu'elle devra ingérer pour absorber la même masse de vitamine D<sub>3</sub> que celle contenue dans l'ampoule de solution buvable. Commenter cette valeur.

**Donnée :** 1 cuillère à café correspond à 2 mL.

## Exercice 2 : Albuminurie (10 points)

**Mots-clés :** Dilution, dosage par étalonnage, radiographie.

Les complications chroniques de la drépanocytose peuvent endommager différents organes comme les reins. Le recours à l'urographie peut être envisagé pour confirmer le diagnostic de drépanocytose.

### A – ANALYSE D'URINE : Dosage de l'albumine par la méthode de Biuret

Les albumines sont des protéines solubles dans l'eau. L'albumine produite par le foie est la protéine la plus abondante dans le sang ; elle est filtrée dans les reins. En cas d'anomalie rénale une quantité

importante d'albumine peut atteindre les urines.

- Le taux normal d'albumine dans les urines ne doit pas dépasser  $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
- Lorsque cette dernière est supérieure à  $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , elle est considérée comme pathologique, il convient de consulter un spécialiste du rein.

Une patiente a déposé dans un laboratoire d'analyses biologiques des échantillons de ses urines de la journée afin de déterminer leur concentration en masse d'albumine. Une technique possible de dosage est la méthode de Biuret.

### Document 1 – Principe de la méthode de Biuret

La méthode de Biuret utilise le réactif de Gornall dont l'action sur l'albumine donne un produit de couleur bleu-violet. Un dosage spectrophotométrique par étalonnage est par conséquent envisageable pour la longueur d'onde de 540 nm. D'après : <http://www.chimiegenerale.com/>

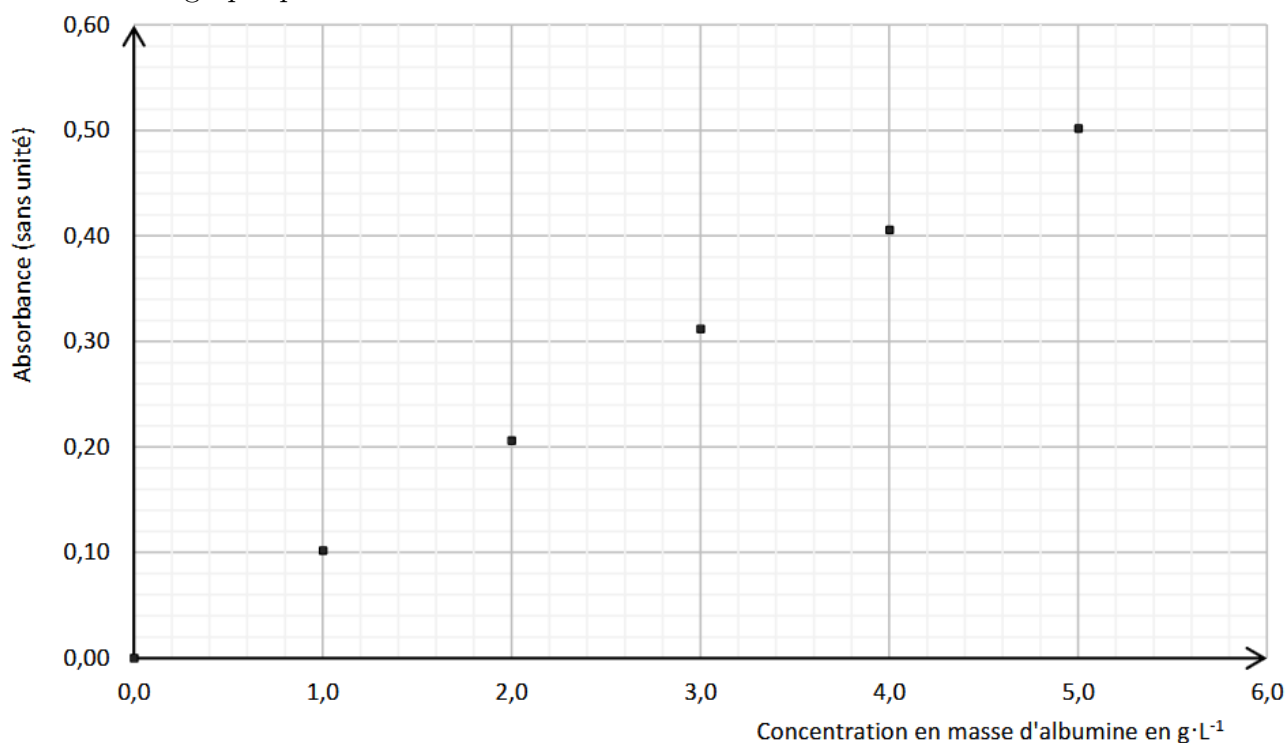
### Document 2 – Réalisation du dosage spectrophotométrique

#### 1. Préparation d'une gamme étalon

À partir d'une solution aqueuse d'albumine de concentration en masse connue  $C_0 = 5,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ , on prépare une gamme étalon de quatre solutions aqueuses filles notées  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  de concentrations en masse d'albumine respectivement égales à  $1,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  ;  $2,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  ;  $3,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  et  $4,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ . Chacune est colorée avec le réactif de Gornall en excès, selon un même protocole.

#### 2. Mesure des absorbances

On relève les valeurs de l'absorbance des solutions filles colorées, à l'aide d'un spectrophotomètre. On obtient le graphique suivant.



1 – Pour préparer les solutions étalons  $S_1$  à  $S_4$ , on a effectué des dilutions. Calculer le volume de solution mère  $S_0$  d'albumine à prélever pour préparer 50,0 mL de la solution  $S_1$ .

2 – Proposer un protocole expérimental de dilution pour l'obtention de la solution  $S_1$ .

3 – En exploitant le graphique du document 2, justifier que la teinte bleu-violet d'une solution

est d'autant plus intense que sa concentration en masse  $C_m$  d'albumine est plus élevée.

4 — La mesure de l'absorbance de l'urine de la patiente (colorée avec le réactif de Gornall selon le même protocole que pour les solutions de la gamme étalon) est  $A = 0,14$ . Indiquer si ce résultat correspond à une situation normale ou si la patiente doit consulter un spécialiste.

## B – L'UROGRAPHIE

Le médecin souhaite étudier la morphologie des voies urinaires de la patiente par une méthode radiographique. Il procède à l'injection d'un produit de contraste à base d'iode (I) par voie intraveineuse puis prend des clichés du système urinaire.

### Document 3 – Urographie

Cliché a : Examen réalisé sans injection de produit de contraste.



Cliché b : Examen réalisé 40 minutes après l'injection intraveineuse d'un produit de contraste.



Source : <https://ims-77.fr>

### Données :

Les os contiennent principalement les éléments phosphore P et calcium Ca. Les organes (reins ; uretères ; vessie ; urètre...) contiennent principalement les éléments : oxygène O, azote N, carbone C et hydrogène H.

Numéros atomiques :

Éléments	H	C	N	O	P	Ca	I
Z	1	6	7	8	15	20	53

5 — Préciser la nature des ondes utilisées lors d'une radiographie.

6 — Expliquer l'utilité d'un produit de contraste et proposer deux critères de choix d'un produit de contraste.

7 — En utilisant les données, justifier le fait que les os apparaissent plus clairs que les autres organes sur les clichés.

8 — Expliquer l'apparition de zones blanches sur le cliché b du document 3.

### Exercice 3 : La vitamine C (10 points)

**Mots-clés :** Vitamine C, dosage par titrage.

Les personnes sujettes aux calculs urinaires et celles souffrant de maladies comme la drépanocytose, induisant une accumulation du fer dans l'organisme, doivent s'abstenir de prendre de la vitamine C en excès ou de manière prolongée.

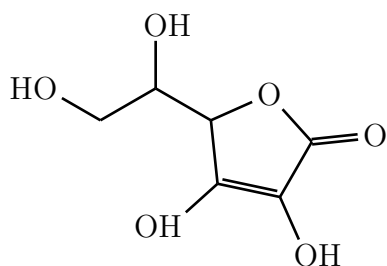
#### Document 1 – Le stockage des vitamines dans l'organisme

Les vitamines sont des molécules organiques indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Dans la plupart des cas, notre organisme est incapable de les synthétiser et elles sont apportées par l'alimentation. Au nombre de treize, elles se répartissent en deux catégories :

- les vitamines liposolubles qui peuvent être stockées par l'organisme. Ce sont les vitamines A, D, E et K.
- les vitamines hydrosolubles qui ne sont pas stockées de manière prolongée et qui, en excès, sont rejetées dans les urines. C'est le cas de la vitamine C et des vitamines du groupe B.

*D'après <https://www.caducee.net/>*

#### Document 2 – L'apport de la vitamine C dans l'alimentation



La vitamine C se trouve essentiellement dans les végétaux frais, les fruits frais, particulièrement dans les agrumes et les légumes verts. Un bon apport alimentaire doit suffire à couvrir les besoins quotidiens. On peut les compléter soit avec des extraits de fruits (cynorhodon, acérola, kiwi), soit avec de la vitamine de synthèse de façon à atteindre un apport journalier moyen de 100 mg. Cette vitamine très instable est détruite par la chaleur et par l'exposition à l'air.

*D'après <https://www.caducee.net/>*

#### A – Solubilité de la vitamine C

Les vitamines hydrosolubles et liposolubles.

- 1 – Définir les termes « liposolubles » et « hydrosolubles ».
- 2 – Préciser dans quel type de tissus sont stockées les vitamines liposolubles.
- 3 – À partir de sa formule topologique, déduire le caractère hydrosoluble de la vitamine C.

#### B – De la vitamine C dans un jus d'orange

Afin de comparer la concentration en vitamine C d'un jus d'orange fraîchement pressé (noté F) et d'un jus pasteurisé (noté P), on effectue le dosage par titrage d'un même volume  $V_J$  de jus d'orange à l'aide de DCPIP (2,6-dichlorophénol-indophénol). Le DCPIP est un réactif de couleur rose qui réagit mole à mole avec la vitamine C. Lors de cette réaction, les produits obtenus sont incolores. À l'équivalence du titrage, on observe la persistance de la coloration rose dans la solution titrée.

### Données :

- Volume de jus titré :  $V_J = 5,0 \text{ mL}$
- Concentration en quantité de matière de DCPIP :  $C_{\text{DCPIP}} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- Masse molaire de la vitamine C :  $M(\text{VitC}) = 176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Volume de DCPIP versés à l'équivalence pour le jus frais F :  $V_E = 10,0 \text{ mL}$

**4 —** Sur l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, légender le schéma à l'aide du vocabulaire suivant : agitateur magnétique, barreau aimanté, erlenmeyer, burette graduée, réactif titré, réactif titrant.

**5 —** Déterminer la concentration en quantité de matière de vitamine C notée  $C_{\text{Vit C, F}}$ , dans le jus frais F. En sachant que la relation vérifiée à l'équivalence du titrage par les concentrations en quantité de matière est :

$$C_{\text{DCPIP}} V_E = C_{\text{Vit C, F}} V_J$$

où  $V_E$  est le volume de DCPIP versé à l'équivalence.

**6 —** Montrer que la concentration en masse  $C_m(\text{Vit C, F})$  de vitamine C dans le jus frais est voisine de  $350 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

La pasteurisation est un procédé de conservation des aliments par chauffage, puis refroidissement. La concentration en masse de vitamine C dans le jus pasteurisé a pour valeur  $C_m(\text{Vit C, P}) = 56 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

**7 —** Comparer cette valeur à celle calculée pour le jus frais et commenter l'effet de la pasteurisation sur le jus.

**8 —** Calculer le volume de jus d'orange pasteurisé nécessaire pour couvrir les besoins journaliers en vitamine C indiqués dans le document 2.

**9 —** Donner un argument en faveur de la consommation de fruits frais pour l'apport de vitamine C.

ANNEXE - À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE

Exercice 3

