Spécialité : Algues et alimentation

Bac S 2019 Amérique du Nord (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Quel nombre de gélules Iode Sélénium Fucus un adolescent doit-il prendre par jour pour satisfaire aux besoins nutritionnels de son organisme ?

Données utiles adolescent 14-18 ans (document 1) : iode ANR $150\ \mu g$/jour, AMT $900\ \mu g$/jour ; sélénium ANR $55\ \mu g$/jour, AMT $400\ \mu g$/jour ; une gélule (document 2) : $60\ \mu g$ d'iode et $50\ \mu g$ de sélénium

Iode. Il faut au moins $150\ \mu g$ par jour et une gélule en apporte $60\ \mu g$:

$$N = \frac{150}{60} = 2{,}5$$

On ne prend pas une demi-gélule et deux gélules n'apportent que $120\ \mu g$: il en faut 3, soit $3 \times 60 = 180\ \mu g$ d'iode par jour. Cet apport reste très inférieur à l'apport maximal tolérable ($900\ \mu g$ par jour).

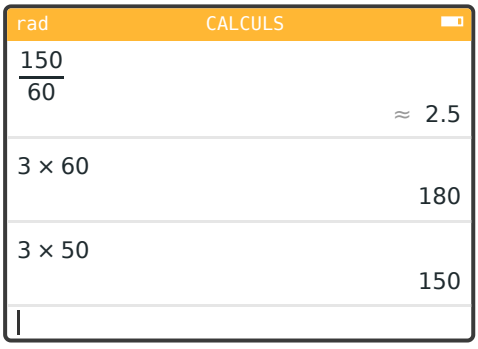
Sélénium. Trois gélules apportent $3 \times 50 = 150\ \mu g$ par jour : le besoin ($55\ \mu g$) est couvert et l'apport maximal tolérable ($400\ \mu g$) n'est pas dépassé.

L'adolescent doit prendre **3 gélules par jour** ($180\ \mu g$ d'iode et $150\ \mu g$ de sélénium).

PIÈGE
Arrondir 2,5 à 2 gélules : le besoin en iode ne serait pas couvert. Un nombre minimal s'arrondit toujours à l'entier supérieur.

MÉTHODE
Un complément se juge sur deux bornes : l'apport doit atteindre l'ANR sans dépasser l'AMT. Ici la vérification porte sur les deux éléments apportés par la gélule, l'iode et le sélénium.

À LA CALCULATRICE



2 Écrire l'équation de la réaction support du titrage des ions iodure. Problème : quelle masse d'algue Kombu breton séchée un adolescent doit-il consommer par jour pour satisfaire aux besoins nutritionnels de son organisme ?

Données utiles $m_0 = 50$ g d'algues sèches ; solution de volume $V_0 = 100$ mL ; prise d'essai $V_1 = 50$ mL ; $C = [Pb^{2+}] = 5{,}0 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$; $M(I) = 126{,}9\ g \cdot mol^{-1}$; ANR en iode : $150\ \mu g$/jour (Q1)

Équation de la réaction support du titrage

Les ions plomb versés forment avec les ions iodure le précipité jaune d'iodure de plomb :

$$Pb^{2+}(aq) + 2\,I^-(aq) \longrightarrow PbI_2(s)$$

Problème

Volume à l'équivalence. La courbe $\sigma = f(V)$ présente deux portions rectilignes. On trace les deux droites qui les modélisent : l'abscisse de leur point d'intersection est le volume équivalent, $V_E \approx 10$ mL.

Ions iodure titrés. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques : $n(Pb^{2+})_{versé} = \dfrac{n_1(I^-)}{2}$, donc

$$n_1(I^-) = 2\,C\,V_E = 2 \times 5{,}0 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-3} = 1{,}0 \times 10^{-3}\ mol$$

PIÈGE
Oublier le coefficient 2 devant I^- ou oublier que seule la moitié de la solution a été titrée : chacun de ces oublis divise le résultat par deux. Convertir aussi les microgrammes en grammes avant de comparer.

COMPRENDRE
Avant l'équivalence, chaque ion I^- consommé est remplacé par un ion nitrate : σ varie peu. Après, les ions Pb^{2+} et nitrate s'accumulent : σ augmente nettement. La concentration C a deux chiffres significatifs : le résultat aussi.

Iode contenu dans les 50 g d'algues. On a titré 50 mL des 100 mL de solution, soit la moitié de l'extrait :

$$n_0(\mathrm{I^-}) = n_1(\mathrm{I^-}) \times \frac{V_0}{V_1} = 2{,}0 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol}$$

$$m(\mathrm{I^-}) = n_0(\mathrm{I^-}) \times M(\mathrm{I}) = 2{,}0 \times 10^{-3} \times 126{,}9 = 0{,}254\ \mathrm{g}$$

Vérification. Cela correspond à $\frac{0{,}254}{50} \times 1000 = 5{,}1$ g, soit $5{,}1 \times 10^3$ mg d'ions iodure par kilogramme d'algue sèche : la valeur est bien dans l'intervalle annoncé pour le Kombu breton (2020 à 7454 mg/kg).

Masse d'algue nécessaire. Hypothèse : tout l'iode de l'algue est assimilé. La masse d'iode est proportionnelle à la masse d'algue ; pour $150\ \mu g = 150 \times 10^{-6}$ g d'ions iodure :

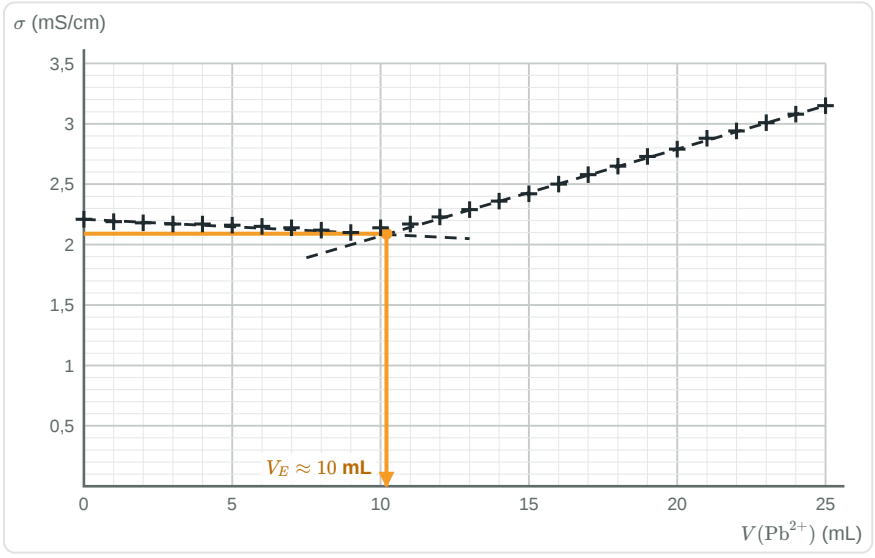
$$m_{\text{algue}} = \frac{150 \times 10^{-6} \times 50}{0{,}254} = 3{,}0 \times 10^{-2}\ \mathrm{g}$$

Regard critique. Cette masse est très faible : un fragment de 30 mg suffit. L'apport maximal tolérable ($900\ \mu g$) est atteint dès $\frac{900 \times 10^{-6} \times 50}{0{,}254} = 0{,}18$ g d'algue : il est facile de le dépasser en consommant du Kombu. De plus, la teneur varie avec la saison, alors qu'une gélule apporte une dose connue.

Équation : $\mathrm{Pb^{2+}\,(aq) + 2\,I^-\,(aq) \longrightarrow PbI_2\,(s)}$. Problème : $m_{\text{algue}} = 3{,}0 \times 10^{-2}$ g, soit environ **30 mg d'algue Kombu breton séchée par jour**.

MÉTHODE

Problème ouvert : 1) exploiter le titrage (V_E, puis quantité titrée) ; 2) remonter à l'échantillon entier ; 3) passer à la masse ; 4) utiliser la proportionnalité avec le besoin ; 5) critiquer le résultat avec les données du sujet.



2 · Courbe de titrage du document 3 : les deux droites tracées se coupent en $V_E \approx 10$ mL

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$2 \times 5.0 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-3}$
≈ 0.001

$2 \times 1.0 \times 10^{-3} \times 126.9$
≈ 0.2538

$\frac{0.2538}{50} \times 1000$
≈ 5.076

$\frac{150 \times 10^{-6} \times 50}{0.2538}$
≈ 0.02955083

$\frac{900 \times 10^{-6} \times 50}{0.2538}$
≈ 0.177305