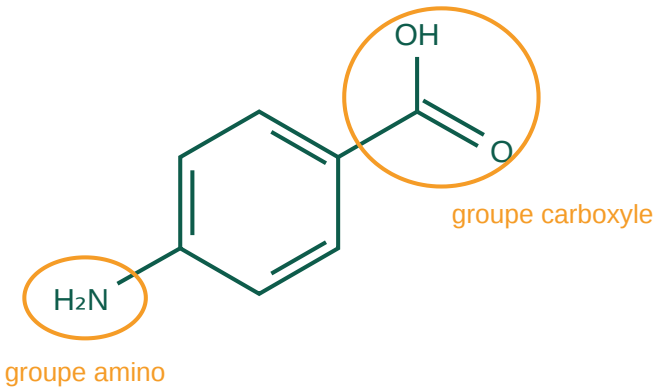
En cas d'exposition au soleil

Bac S 2016 Métropole rattrapage (ancien programme) · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1.1 Justifier, à partir de sa formule topologique, que l'acide 4-aminobenzoïque appartient à la famille des acides aminés.

La molécule porte à la fois un groupe carboxyle $-\mathrm{COOH}$ (fonction acide carboxylique) et un groupe amino $-\mathrm{NH_2}$ (fonction amine), fixés de part et d'autre du cycle.

Deux groupes caractéristiques, carboxyle et amino : c'est un acide aminé.



1.1 · Acide 4-aminobenzoïque : les deux groupes caractéristiques à entourer

PIÈGE
Citer un seul des deux groupes, ou confondre amine ($-\mathrm{NH_2}$ lié à un carbone ordinaire) et amide ($-\mathrm{NH_2}$ lié à un $\mathrm{C{=}O}$).

COMPRENDRE
La famille des acides aminés n'est plus exigible dans le programme actuel de spécialité ; savoir reconnaître les groupes carboxyle et amino sur une formule topologique reste attendu.

1.2 Estimer la masse minimale d'acide 4-aminobenzoïque nécessaire pour former 1,0 g de benzocaïne.

Données utiles $M(\text{benzocaïne}) = 165\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; rendement $\eta \approx 60\,\%$; $M(\mathrm{H}) = 1{,}0$; $M(\mathrm{C}) = 12{,}0$; $M(\mathrm{N}) = 14{,}0$; $M(\mathrm{O}) = 16{,}0\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

On note A l'acide 4-aminobenzoïque, de formule brute $\mathrm{C_7H_7NO_2}$, et B la benzocaïne.

$M(A) = 7\times 12{,}0 + 7\times 1{,}0 + 14{,}0 + 2\times 16{,}0 = 137\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Quantité de benzocaïne à obtenir : $n(B) = \dfrac{m(B)}{M(B)} = \dfrac{1{,}0}{165} = 6{,}1\times 10^{-3}\ \text{mol}$

D'après l'équation, une mole de A donne au plus une mole de B : $n(B)_{\max} = n(A)$, l'éthanol étant en excès. Le rendement vaut $\eta = \dfrac{n(B)}{n(B)_{\max}} = \dfrac{n(B)}{n(A)}$, donc $n(A) = \dfrac{n(B)}{\eta}$.

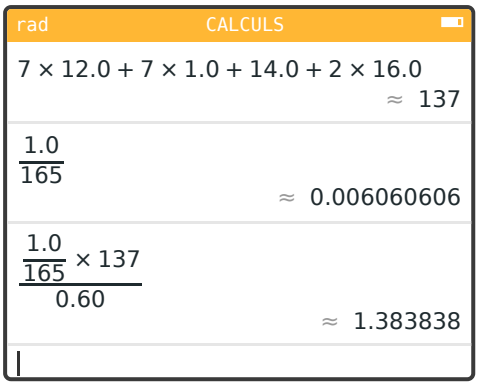
$$m(A) = \frac{m(B)}{M(B)} \times \frac{M(A)}{\eta} = \frac{1{,}0}{165} \times \frac{137}{0{,}60} = 1{,}4\ \text{g}$$

$m(A) \approx 1{,}4\ \text{g}$

PIÈGE
Oublier le rendement donne 0,83 g, et multiplier par 0,60 au lieu de diviser donne 0,50 g. Il faut plus de réactif que la quantité théorique, puisque 40 % ne sont pas transformés.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme la masse 1,0 g et le rendement 60 %. Vérification rapide de $M(A)$: passer de B à A revient à remplacer $\mathrm{C_2H_5}$ par H, soit $165 - 28 = 137$.

À LA CALCULATRICE



1.3 Préciser, en justifiant, si le rendement de la synthèse serait modifié par l'ajout d'une plus grande quantité d'acide sulfurique.

L'acide sulfurique est un catalyseur : il accélère la réaction sans figurer dans son équation, et il ne change pas la composition du système à l'état final. La transformation, limitée (double flèche), atteint le même état d'équilibre, simplement plus vite.

Le rendement n'est pas modifié ; seule la durée de la synthèse diminue.

COMPRENDRE

Pour augmenter le rendement d'une estérification, il faut agir sur l'état final : mettre un réactif en excès (ici l'éthanol) ou éliminer l'eau au fur et à mesure de sa formation.

2 Présenter un bilan des performances de la crème solaire (protection contre les différents UV, durée de conservation après ouverture), puis proposer des pistes d'amélioration.

Données utiles figure 1 (spectre du filtre) ; figure 2 (droite $A = f(c)$ à 360 nm) ; figure 3 (absorption atmosphérique) ; absorbances de 0 à 15 mois ; pourcentage initial 3,0 % ; seuil d'efficacité 2,5 %

Protection contre les UV. D'après la figure 3, l'atmosphère arrête tous les UV-c, 95 % des UV-b et seulement 5 % des UV-a : au sol arrivent surtout des UV-a (315 à 400 nm) et un peu d'UV-b (280 à 315 nm).

Le spectre de la figure 1 présente une large bande entre 310 et 390 nm environ, avec un maximum vers 355-360 nm ($A \approx 0{,}67$) : le filtre absorbe bien la plupart des UV-a. En revanche l'absorbance reste faible (environ 0,15) en dessous de 305 nm et devient presque nulle au-delà de 390 nm : la crème protège mal des UV-b restants et des UV-a les plus proches du visible.

Durée de conservation. La figure 2 est une droite passant par l'origine : l'absorbance est proportionnelle à la concentration massique du filtre (loi de Beer-Lambert). Les solutions étant toutes préparées avec 0,2 g de crème par litre, l'absorbance est proportionnelle au pourcentage massique p en principe actif. À l'ouverture, $A_0 = 0{,}52$ pour $p_0 = 3{,}0\,\%$, donc :

$$p(t) = p_0 \times \frac{A(t)}{A_0}$$

À 3 mois : 3,0 % ; à 6 mois : 2,9 % ; à 9 mois : $3{,}0 \times \dfrac{0{,}43}{0{,}52} = 2{,}5\,\%$; à 12 mois : 2,0 % ; à 15 mois : 1,4 %.

Le pourcentage est stable pendant 6 mois, puis il chute et atteint le seuil de 2,5 % à 9 mois : au-delà, la crème n'est plus efficace.

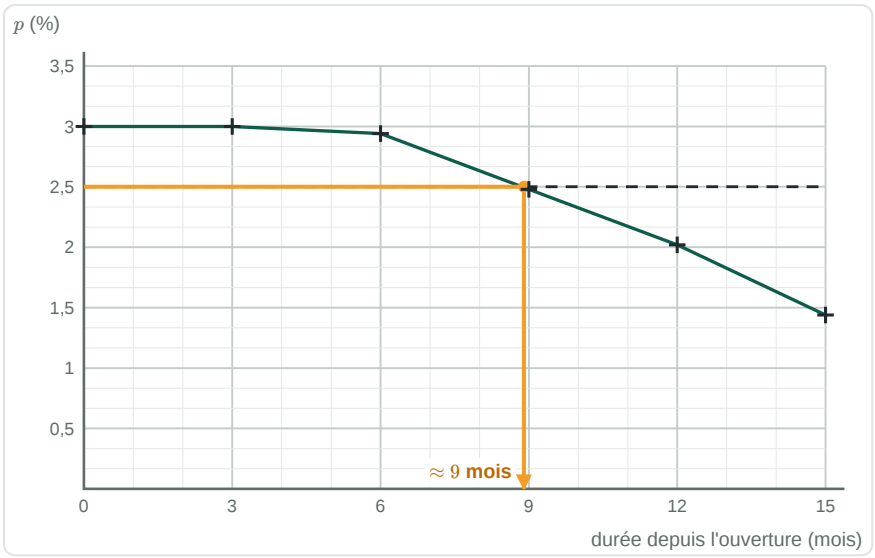
Pistes d'amélioration. Associer au filtre d'autres espèces absorbant les UV-b et les UV-a proches de 400 nm ; augmenter le pourcentage initial en principe actif pour rester plus longtemps au-dessus du seuil ; ralentir la dégradation en conservant la crème au frais, tube bien fermé.

La crème protège bien des UV-a (310 à 390 nm), mal des UV-b, et reste efficace environ 9 mois après ouverture.

PIÈGE
Raisonner sur l'absorbance seule sans la relier au pourcentage massique : c'est la proportionnalité de la figure 2 qui autorise à comparer au seuil de 2,5 %.

COMPRENDRE
Vérification par la figure 2 : 0,2 g de crème à 3,0 % dans 1 L donne $c = 6{,}0 \times 10^{-3}\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, et la droite indique bien $A \approx 0{,}52$. Le seuil de 2,5 % correspond à $A \approx 0{,}43$.

MÉTHODE
Synthèse de documents : traiter chaque point demandé dans un paragraphe, citer la figure utilisée, donner une valeur lue ou calculée, puis conclure. Les pistes d'amélioration doivent répondre aux faiblesses constatées.



2 · Pourcentage massique en principe actif calculé à partir des absorbances ; en tirets, le seuil d'efficacité

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{3.0 \times 0.51}{0.52} \approx 2.942308$

$\frac{3.0 \times 0.43}{0.52} \approx 2.480769$

$\frac{3.0 \times 0.35}{0.52} \approx 2.019231$

$\frac{3.0 \times 0.25}{0.52} \approx 1.442308$