



Exercices de révision 1

Sujet 1: Molécule d'ibuprofène

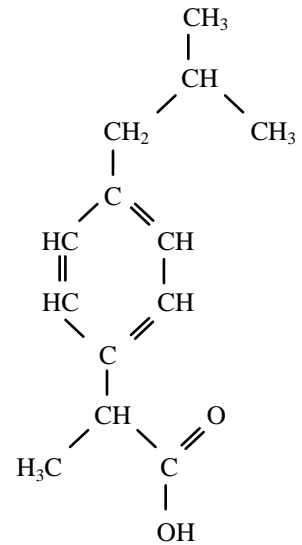
L'ibuprofène est une molécule de formule brute $C_{13}H_{18}O_2$.
Son nom en nomenclature officielle est acide 2-(4-isobutylphényl) propanoïque.

De par ses propriétés anti-inflammatoire, antalgique et antipyrétique, elle constitue le principe actif de divers médicaments.

Cet exercice comporte trois parties indépendantes conduisant à étudier la structure de la molécule d'ibuprofène, sa synthèse dans le cadre de la chimie verte et le dosage d'un médicament.

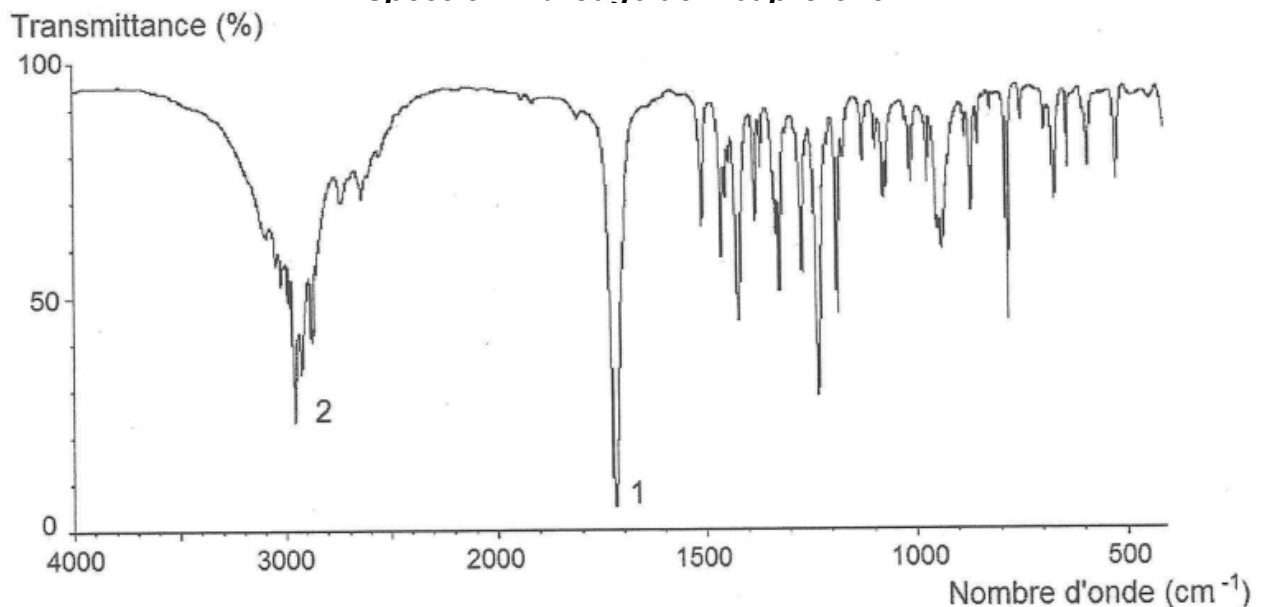
Partie 1 : La molécule d'ibuprofène

- 1.1. Sur la formule semi-développée de l'ibuprofène de la **figure 1 de l'annexe à rendre avec la copie**, entourer le groupe caractéristique associé à la fonction acide carboxylique.
- 1.2. La molécule d'ibuprofène est chirale.
 - 1.2.1. Expliquer la cause de cette chiralité en la nommant et en la repérant sur la **figure 2 de l'annexe**.
 - 1.2.2. Cette chiralité entraîne l'existence de deux énantiomères de l'ibuprofène. Comment reconnaître si des molécules sont énantiomères ? Aucun schéma n'est attendu.
 - 1.2.3. Sur la **figure 3 de l'annexe**, la représentation de Cram de l'un des deux énantiomères de l'ibuprofène est fournie, mais elle est inachevée. Compléter cette représentation et schématiser le deuxième énantiomère.
- 1.3. Diverses techniques d'analyse ont permis de connaître la structure de la molécule d'ibuprofène. Les spectroscopies IR (infrarouge) et de RMN (résonance magnétique nucléaire) en sont deux exemples.



Formule semi-développée de l'ibuprofène

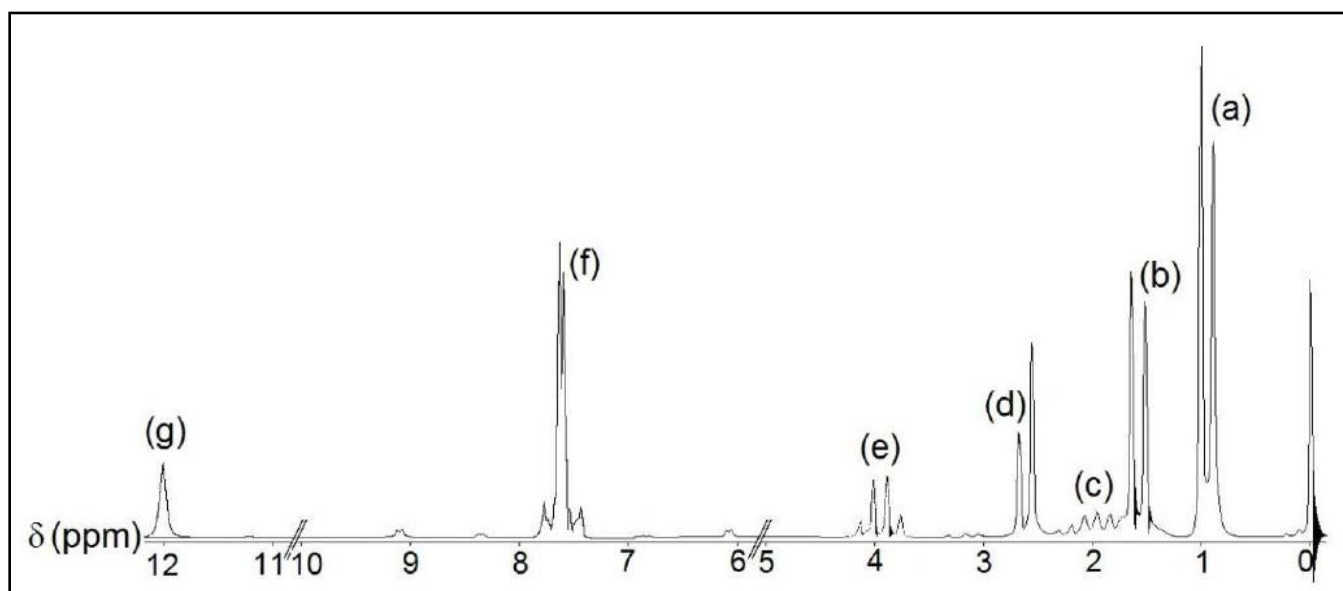
Document 1 Spectre infrarouge de l'ibuprofène



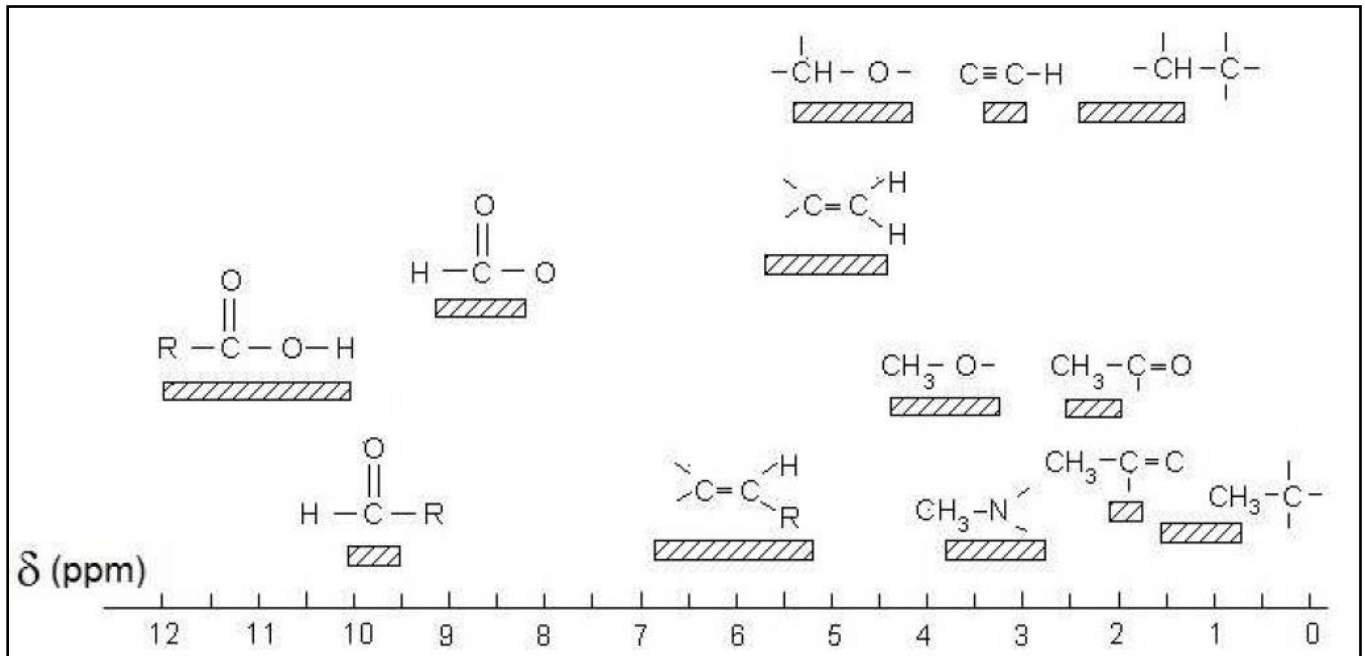
Document 2
Bandes d'absorption IR de quelques types de liaisons chimiques

Type de liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Largeur de la bande	Intensité d'absorption
O-H sans liaison hydrogène	3580 - 3650	fine	forte
O-H avec liaison hydrogène	3200 - 3300	large	forte
O-H d'un acide carboxylique	2500 - 3200	large	variable
C-H des groupes CH ₂ , CH ₃ , CH dans les alcanes, les alcènes et les cycles aromatiques	2900 - 3100	variable (bandes multiples)	variable
C=C dans un cycle aromatique	1500 - 1600	fine	moyenne
C=O d'un acide carboxylique	1700 - 1725	fine	forte

Document 3
Spectre RMN de l'ibuprofène



Document 4
Déplacements chimiques δ en ppm (partie par million)



- 1.3.1. Donner l'origine des bandes d'absorption 1 et 2 du spectre infrarouge IR (document 1) en exploitant les données du document 2.
- 1.3.2. Sur la formule semi-développée de l'ibuprofène de la **figure 4 de l'annexe**, entourer le ou les atomes d'hydrogène associés au signal (g) du spectre RMN. Justifier votre réponse à l'aide du document 4.
- 1.3.3. Le signal (g) est un signal singulet. Expliquer pourquoi.
- 1.3.4. Sur la formule semi-développée de l'ibuprofène de la **figure 5 de l'annexe**, entourer le ou les atomes d'hydrogène associés au signal (a) du spectre RMN. Justifier votre réponse.
- 1.3.5. Le signal (a) est un doublet. Justifier cette multiplicité.

Partie 2 : Synthèse de l'ibuprofène

Les procédés BHC et Boots sont deux méthodes de fabrication de l'ibuprofène. Le but de cette partie est de comparer ces deux techniques dans le cadre de la chimie verte.

Document 5

La chimie verte

La chimie verte s'inscrit dans une logique de développement durable et de recherche permanente de sécurité optimale. Pour cela les processus mis en jeu doivent éliminer ou au moins réduire l'utilisation de substances nocives pour l'homme et l'environnement. Les synthèses chimiques doivent privilégier des méthodes produisant le minimum de substances dérivées inutiles, surtout si elles sont polluantes.

Classiquement, pour évaluer l'efficacité d'une synthèse chimique, on détermine son rendement sans se préoccuper des quantités de sous-produits formés. Dans le cadre de la chimie verte, pour prendre en compte la minimisation des quantités de déchets, on définit un indicateur appelé « utilisation atomique » (UA). L'utilisation atomique UA est définie comme le rapport de la masse molaire du produit souhaité, sur la somme des masses molaires de tous les produits :

$$UA = \frac{M(\text{produit souhaité})}{\sum_i M_i(\text{produit})}$$

La conservation de la masse conduit à une deuxième expression de cet indicateur :

$$UA = \frac{M(\text{produit souhaité})}{\sum_i M_i(\text{réactif})}$$

Plus cet indicateur UA est proche de 1, plus le procédé est économe en termes d'utilisation des atomes et moins la synthèse génère de déchets.

Exemple : on synthétise le produit P par réaction entre R et S. Au cours de la transformation, il se forme aussi les espèces Y et Z selon l'équation de la réaction :



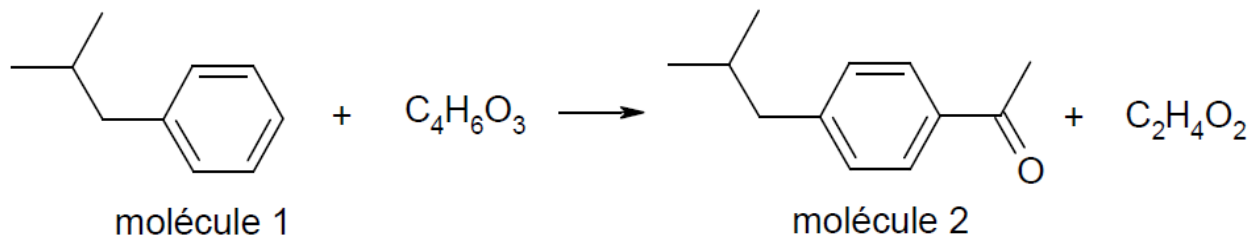
où r, s, y et z sont les nombres stœchiométriques.

L'utilisation atomique s'exprime par :

$$UA = \frac{M(P)}{M(P) + yM(Y) + zM(Z)} \text{ ou } UA = \frac{M(P)}{rM(R) + sM(S)}$$

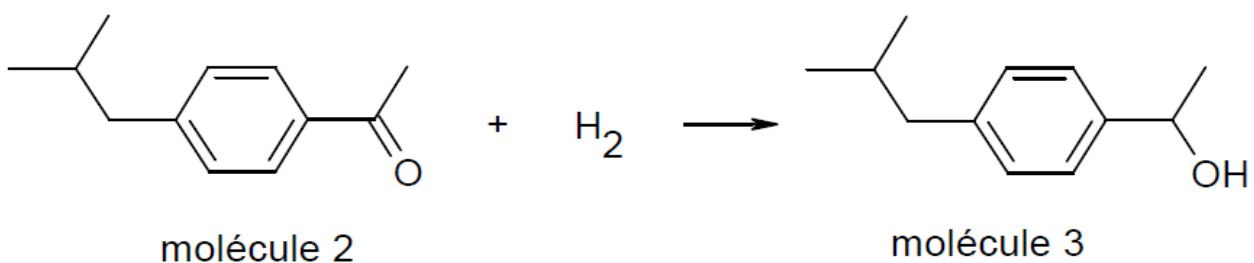
2.1. Le procédé BHC, dont l'utilisation atomique est de 77 %, met en jeu trois étapes faisant appel à des transformations catalysées :

Étape 1

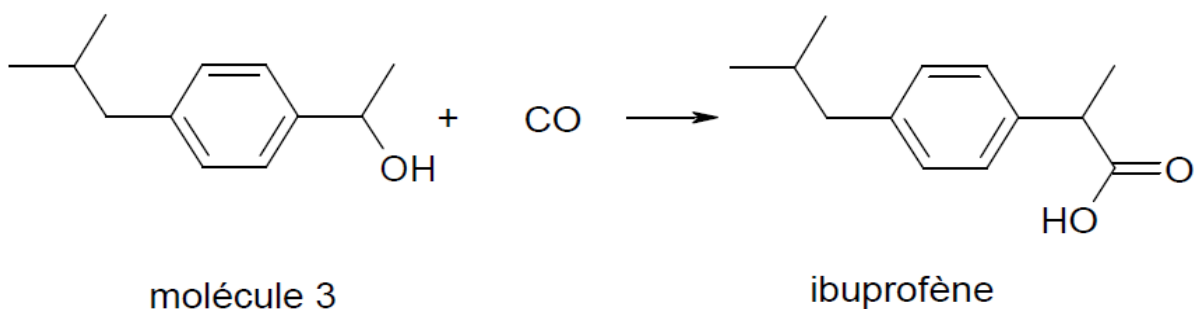


La formule brute de la molécule 2 est $C_{12}H_{16}O$.

Étape 2



Étape 3

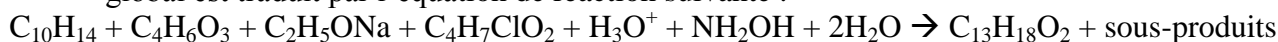


2.1.1. Déterminer la formule brute de la molécule 1.

2.1.2. La réaction de l'étape 2 est-elle une substitution, une addition ou une élimination ? Justifier votre réponse.

2.1.3. L'électronégativité du carbone est inférieure à celle de l'oxygène. Le carbone de la liaison C=O de la molécule 2 est-il un site donneur ou accepteur de doublet d'électrons ? Expliquer.

2.2. Calculer la valeur de l'utilisation atomique du procédé Boots mettant en jeu six étapes dont le bilan global est traduit par l'équation de réaction suivante :



Données : Masses molaires M

Espèces	H ₂ O	H ₃ O ⁺	NH ₂ OH	C ₂ H ₅ ONa
M (g·mol ⁻¹)	18,0	19,0	33,0	68,0

Espèces	C ₄ H ₆ O ₃	C ₄ H ₇ ClO ₂	C ₁₀ H ₁₄	C ₁₃ H ₁₈ O ₂
M (g·mol ⁻¹)	102,0	122,5	134,0	206,0

2.3. Indiquer, en justifiant votre réponse, quel est le procédé de synthèse de l'ibuprofène répondant le mieux à la minimisation des déchets recherchée dans le cadre de la chimie verte.

Partie 3 : Dosage de l'ibuprofène dans un médicament

L'étiquette d'un médicament classé dans la catégorie pharmaco-thérapeutique « anti-inflammatoire non stéroïdien » fournit les informations suivantes :

Composition

Ibuprofène.....400 mg

Excipients : amidon de maïs, silice colloïdale anhydre, amidon prégélatinisé, acide stéarique.

Forme pharmaceutique

Comprimé enrobé (boîte de 30)

Pour vérifier, la quantité d'ibuprofène contenu dans un comprimé, on procède à un titrage acido-basique selon le protocole suivant :

Étape 1. Préparation de la solution aqueuse d'ibuprofène

On broie le comprimé contenant l'ibuprofène dans 20 mL d'éthanol. On filtre le mélange obtenu. Le filtrat, contenant l'ibuprofène, est ensuite dilué dans de l'eau afin d'obtenir V_s= 100 mL de solution S. On admettra que cette solution S d'ibuprofène a le même comportement qu'une solution aqueuse.

Étape 2. Titrage acido-basique

La totalité du volume V_s de solution S est dosé à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (Na⁺ + HO⁻) de concentration c_B = 1,50 × 10⁻¹ mol.L⁻¹.

L'indicateur coloré de fin de réaction est la phénolphtaléine.

L'équivalence est détectée pour 12,8 mL de solution d'hydroxyde de sodium.

Données :

Phénolphtaléine : incolore pour pH < 8,2 ; zone de virage pour pH compris entre 8,2 et 10 ; rose pour pH > 10.

Substance	Solubilité dans l'eau	Solubilité dans l'éthanol
ibuprofène noté RCOOH	très faible	Importante
base conjuguée notée RCOO ⁻	Importante	
excipients	pratiquement nulle	pratiquement nulle
éthanol	Forte	

Écart relatif entre une valeur expérimentale G_{exp} et une valeur attendue G_a d'une grandeur quelconque

$$G : \left| \frac{G_{exp} - G_a}{G_a} \right|$$

- 3.1. Justifier l'usage de l'éthanol dans le protocole.
- 3.2. Écrire l'équation de la réaction support de dosage.
- 3.3. Comment repère-t-on expérimentalement l'équivalence lors du titrage ?
- 3.4. Déterminer la valeur de la masse d'ibuprofène dans un comprimé, déterminée par ce dosage.
- 3.5. Calculer l'écart relatif entre la masse mesurée et la masse annoncée par l'étiquette.

Corrigé sujet 1 : Molécule d'ibuprofène Corrigé et barème officiel

Partie 1 : La molécule d'ibuprofène :

1.1. (0,25 pt)

Groupe caractéristique de la fonction acide carboxylique

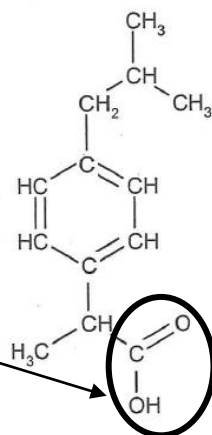


Figure 1 (question 1.1)

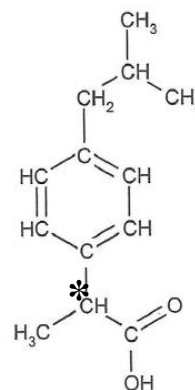


Figure 2 (question 1.2.1)

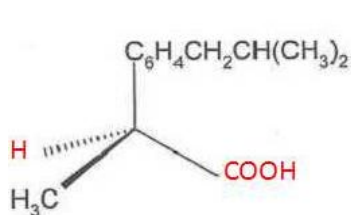
1.2.1. (0,25 pt) La molécule d'ibuprofène possède un atome de carbone asymétrique, elle est donc chirale.

(05 pt) On repère par un astérisque (*) l'atome de carbone asymétrique.

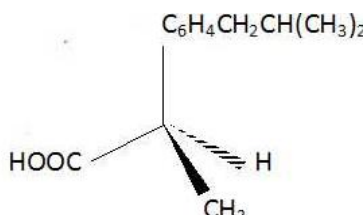
1.2.2. (0,25 pt) Deux énantiomères sont images l'un de l'autre dans un miroir plan, mais non superposables.

1.2.3. (0,25 pt)

(0,5 pt)



Énantiomère 1



Énantiomère 2

1.3.1. (0,5 pt) La bande n°1 est fine, de forte intensité et correspond à un nombre d'onde σ d'environ 1700 cm^{-1} caractéristique de la liaison $\text{C}=\text{O}$ d'un acide carboxylique.

(0,5 pt) La bande n°2 est large et centrée autour de $\sigma = 3000 \text{ cm}^{-1}$, elle peut caractériser les liaisons $\text{C}-\text{H}$ ou/et la liaison $\text{O}-\text{H}$ de l'acide carboxylique.

1.3.2. (0,5 pt) Le signal (g) est un singulet ayant un déplacement à 12 ppm, ce qui caractérise l'hydrogène du groupement OH du groupe carboxyle.

1.3.3. (0,25 pt)

L'hydrogène d'un groupe hydroxyle ne possède pas d'hydrogènes voisins, le pic correspondant sera donc un singulet.

1.3.4. (1pt) Le signal (a) a un déplacement d'environ 1 ppm, ce qui correspond à des hydrogène d'un groupement CH_3 ; de plus l'intégration indique six fois plus d'atomes d'hydrogène (6 H) que pour le pic (g) (1 H), il s'agit donc des deux groupements CH_3 présents dans la molécule.

Remarque : Ce méthyle ne doit pas être pris en compte l'intégration indiquerait trois fois plus d'atomes hydrogène que pour le pic (g)

1.3.5. (0,25 pt) Le carbone voisin des deux groupements CH_3 est porteur d'un seul hydrogène, le spectre RMN montrera un doublet conformément à la règle du $(n+1)$ -uplet.

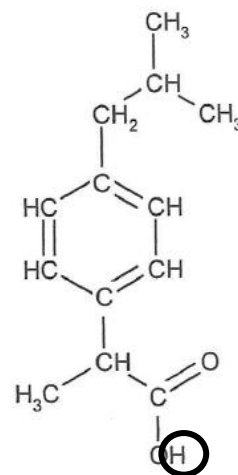


Figure 4 (question 1.3.2)

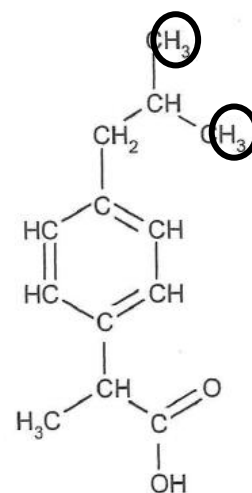


Figure 5 (question 1.3.4)

Partie 2 : Synthèse de l'ibuprofène

2.1.1. (0,5 pt) 1ère méthode: L'équation de l'étape 1 est $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O} + \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

Conservation du C : $x + 4 = 12 + 2$ donc $x = 10$

Conservation de H : $y + 6 = 16 + 4$ donc $y = 14$

Conservation de O : $z + 3 = 1 + 2$ donc $z = 0$

La molécule 1 a pour formule brute : **$\text{C}_{10}\text{H}_{14}$**

2ème méthode : On peut plus simplement transformer la formule topologique en formule semi-développée, puis compter les atomes.

2.1.2. (0,25 pt + 0,25 pt) Au cours de l'étape 2 il se produit une **addition** : des atomes d'hydrogène sont ajoutés aux atomes d'une liaison multiple (ou liaison double). Tous les atomes des réactifs se retrouvent dans les produits.

2.1.3. (0,25 pt + 0,25 pt) Le carbone est un site **accepteur de doublets d'électrons**, en effet l'oxygène étant plus électronégatif que le carbone, il a tendance à attirer vers lui les électrons en portant une charge partielle δ^- , le carbone portera alors une charge partielle δ^+ .

2.2. (0,75 pt)

$\text{C}_{10}\text{H}_{14} + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 + \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{C}_4\text{H}_7\text{ClO}_2 + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NH}_2\text{OH} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2 + \text{sous-produits}$

$$\text{UA} = \frac{M(\text{produit souhaité})}{\sum_j M_j(\text{réactif})}$$

$$UA = \frac{M(C_{13}H_{18}O_2)}{M(C_{10}H_{14}) + M(C_4H_6O_3) + M(C_2H_5ONa) + M(C_4H_7ClO_2) + M(H_3O^+) + M(NH_2OH) + 2.M(H_2O)}$$

$$UA = \frac{206,0}{134,0 + 102,0 + 68,0 + 122,5 + 19,0 + 33,0 + 2 \times 18,0} = \frac{206,0}{514,5} = 0,4004 \text{ soit } 40,0\%$$

2.3. (0,5 pt) Plus l'indicateur est proche de 1 et plus le procédé est économe en termes d'utilisation des atomes (moins la synthèse génère des déchets). Le procédé BHC avec un UA de 77% (= 0,77) répond mieux à la minimisation des déchets que le procédé Boots (UA de 40%).

Partie 3 : Dosage de l'ibuprofène dans un médicament

3.1. (0,5 pt) L'ibuprofène se dissout dans l'éthanol grâce à sa grande solubilité dans ce dernier.

Les excipients ne sont pas dissous lors de cette étape (Au cours de la filtration, ils seront retenus dans le filtre. Cette étape a permis de purifier l'ibuprofène).

3.2. (0,25 pt) $RCOOH + HO^- \rightarrow RCOO^- + H_2O$
(Ou $C_{13}H_{18}COOH + HO^- \rightarrow C_{13}H_{17}COO^- + H_2O$)

3.3. (0,25 pt) À l'équivalence l'ibuprofène est totalement consommé. Au delà de l'équivalence, les ions HO^- ajoutés ne réagissent plus, ils sont alors responsables d'une forte augmentation du pH. La phénolphthaléine change de couleur (incolore \rightarrow rose) et permet le repérage de l'équivalence.

3.4. (0,75 pt) À l'équivalence les réactifs ont été consommés totalement selon la stœchiométrie de l'équation :
 $n(RCOOH)_{initiale} = n(HO^-)_{versée}$

$$\frac{m(RCOOH)}{M(RCOOH)} = c_B \cdot V_{\text{éq}}$$

$$m(RCOOH) = c_B \cdot V_{\text{éq}} \cdot M(RCOOH)$$

$$m(RCOOH) = 1,50 \times 10^{-1} \times 12,8 \times 10^{-3} \times 206,0 = 0,396 \text{ g} = \mathbf{396 \text{ mg}}$$

3.5. (0,5 pt) Écart relatif : $\frac{|m_{\text{exp}} - m|}{m}$

$$\text{Écart relatif} = \frac{|396 - 400|}{400} = 1,00\%$$

Ce faible écart relatif < 5%, confirme l'indication portée sur l'étiquette du médicament.

Annexe de l'exercice I à rendre avec la copie

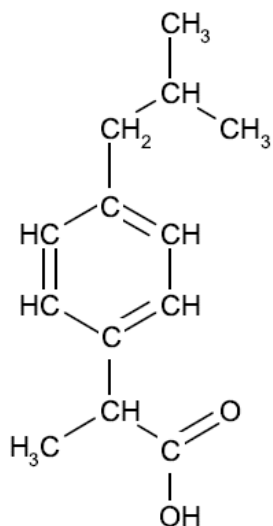


Figure 1 (question 1.1.)

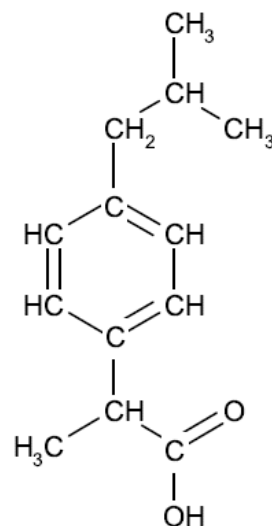
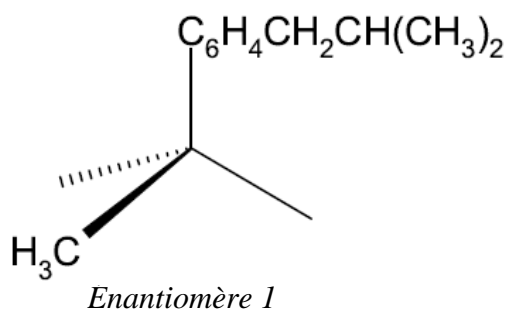


Figure 2 (question 1.2.1.)



Énantiomère 2

Figure 3 (question 1.2.3.)

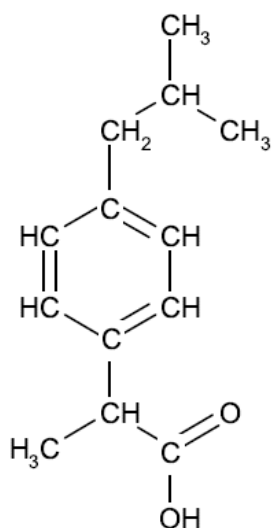


Figure 4 (question 1.3.2.)

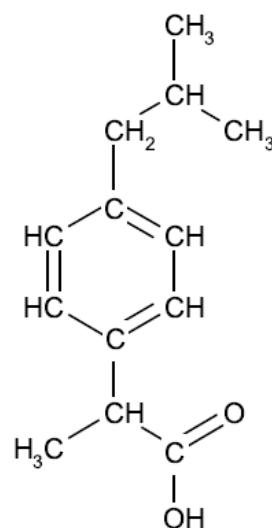


Figure 5 (question 1.3.4.)

Sujet 2 : Le manioc

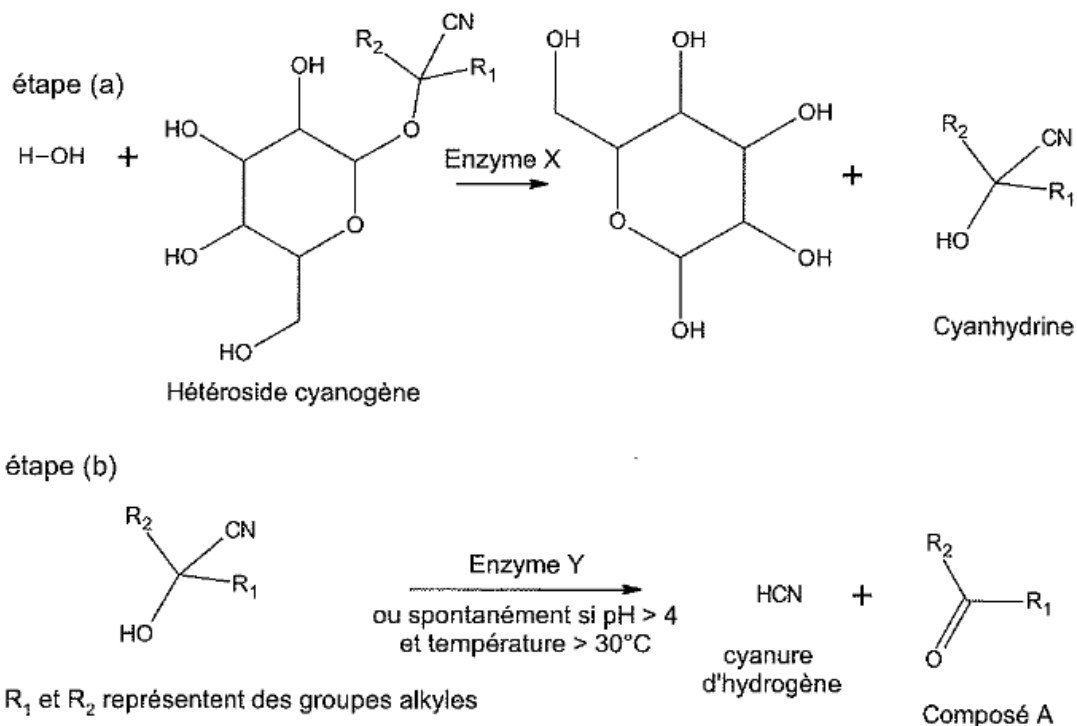
Le manioc est un arbuste qui constitue une source importante de l'alimentation des régions tropicales ou subtropicales. On consomme les racines (ou tubercules) et aussi parfois les feuilles.

La consommation de manioc nécessite une préparation soignée afin de lui enlever son caractère potentiellement dangereux.

En effet, le manioc contient des hétérosides cyanogènes à l'intérieur des cellules de tous ses tissus. L'altération des parois cellulaires de la plante par découpage, broyage, râpage ou macération conduit à la mise en contact des hétérosides cyanogènes avec des enzymes, ce qui provoque une réaction d'hydrolyse qui génère entre autre du cyanure d'hydrogène HCN.

Une fois au sein de l'organisme, les ions cyanure créés pendant la préparation présentent une forte affinité avec le fer de l'hémoglobine empêchant la fixation du dioxygène. Ce qui peut alors entraîner la mort.

La dégradation enzymatique d'un hétéroside cyanogène se fait selon deux étapes schématisées ci-dessous :



1. Parmi les hétérosides cyanogènes présents dans la racine de manioc, on trouve la linamarine et la lotaustraline dont les formules topologiques sont représentées ci-dessous (**Figure 1**).

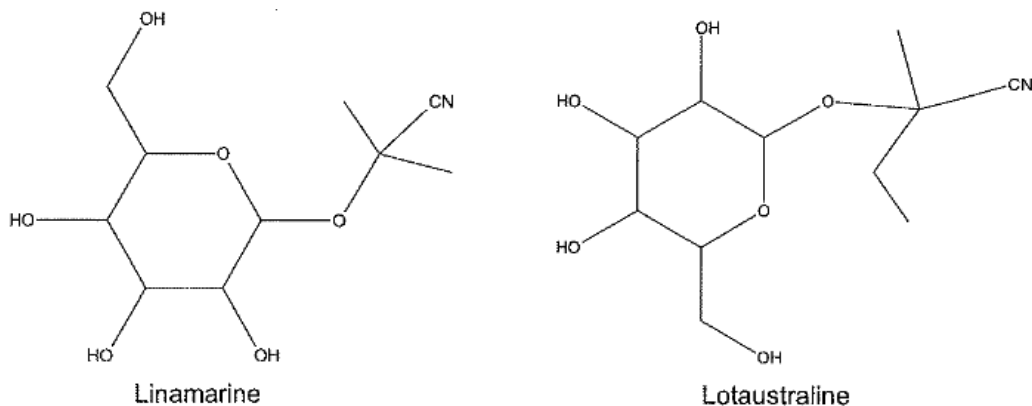


Figure 1 : hétérosides cyanogènes présents dans le manioc

- 1.1. Donner la formule semi-développée des deux composés A formés avec le cyanure d'hydrogène (HCN) après dégradation enzymatique de chacun des deux hétérosides représentés sur la **figure 1**.

1.2. Le spectre de RMN du composé A, obtenu très majoritairement à la fin de la dégradation enzymatique, présente un seul signal sous forme d'un singulet. Parmi les deux composés formés, identifier le composé A majoritaire. Argumenter votre réponse.

1.3. En déduire quel hétéroside est principalement présent dans la racine de manioc.

2. Titration iodométrique des ions thiosulfate

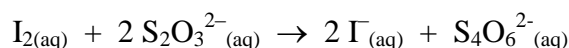
Plusieurs kits antidotes existent pour les traitements d'urgence des intoxications par les cyanures. Un de ces kits comporte, entre autres, des fioles de solution aqueuse de thiosulfate de sodium pour injection contenant 12,5 g de thiosulfate de sodium dans 50 mL d'eau stérile (le pH est ajusté lors de la fabrication par addition d'acide borique et/ou d'hydroxyde de sodium).

L'objectif de cette partie est de proposer un protocole expérimental afin de doser les ions thiosulfate contenus dans les fioles du kit antidote.

Données :

- formule brute du thiosulfate de sodium : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;
- masse molaire atomique ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) : $M(\text{I}) = 126,8$; $M(\text{Na}) = 23,0$; $M(\text{S}) = 32,1$; $M(\text{O}) = 16,0$;
- en présence d'empois d'amidon, seul le diiode donne une solution de couleur bleue en solution aqueuse ;
- matériel et produits disponibles : une solution aqueuse de diiode de concentration molaire $C_I = 0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; eau distillée ; fioles jaugées de 50,0 mL et de 100,0 mL ; pipettes jaugées de 10,0 mL et de 20,0 mL ; burette graduée de 25,0 mL ; bécher ; agitateur magnétique muni de son barreau aimanté.

En solution aqueuse le diiode I_2 réagit avec les ions thiosulfate incolores selon la réaction d'oxydoréduction suivante :



2.1. Sachant que l'ion thiosulfate est un réducteur, écrire les deux couples oxydant/réducteur mis en jeu lors de cette réaction chimique.

2.2. Écrire les demi-équations associées à ces couples qui permettent de retrouver l'équation de la réaction.

2.3. Calculer la quantité de matière de thiosulfate de sodium présente dans une fiole de solution du kit antidote.

2.4. À l'aide du matériel disponible, proposer un protocole de titrage de la solution aqueuse de thiosulfate de sodium présente dans la fiole du kit antidote.

Ce protocole devra faire apparaître l'observation du repérage de l'équivalence ainsi qu'un calcul du volume de diiode versé à l'équivalence, ce dernier devra être pertinent.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter correctement la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti.

Corrigé Sujet 2 : Le manioc

1. Pour la linamarine, les deux groupes alkyles R_1 et R_2 sont des groupes méthyle.

Le produit A correspondant a pour formule semi-développée :

$$\text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3$$

$$\quad \quad \quad \parallel$$

$$\quad \quad \quad \text{O}$$

Pour la lotaustraline, il y a un groupe méthyle et un groupe éthyle.

Le produit A qui correspond est $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C-CH}_3$



1.2. Si le spectre contient un seul signal, c'est que la molécule ne contient qu'un seul groupe de protons équivalents.

Comme le signal est un singulet, les protons ne sont pas couplés à des protons voisins.

Ce spectre correspond à $\text{H}_3\text{C-C-CH}_3$



1.3. La racine de manioc contient principalement de la linamarine.

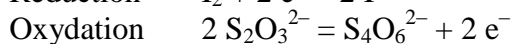
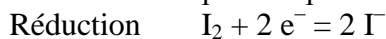
2. Titrage iodométrique des ions thiosulfate

2.1. Le réducteur $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ est oxydé et se transforme en oxydant $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$. Ce qui correspond à un premier couple Ox/Réd : $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$.

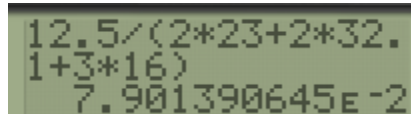
Le réducteur $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ réagit avec le diiode I_2 qui est donc un oxydant.

L'autre couple est I_2 / I^- .

2.2. Voir le diaporama pour écrire une réaction d'oxydo-réduction



$$2.3. n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{m}{M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}$$



$$n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{12,5}{2 \times 23,0 + 2 \times 32,1 + 3 \times 16,0} = 7,90 \times 10^{-2} \text{ mol de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ dans une fiole du kit d'antidote.}$$

2.4. Repérage de l'équivalence :

Initialement le milieu réactionnel est incolore, et on y ajoute de l'empois d'amidon.

Juste au-delà de l'équivalence, le diiode versé ne réagit plus car $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ a été totalement consommé.

Le milieu réactionnel devient bleu en présence de ce diiode non consommé devenu réactif en excès.

Calcul du volume équivalent de diode versé :

À l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques, d'après l'équation d'oxydoréduction support du titrage : $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \dots$

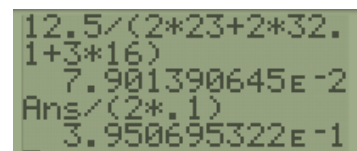
$$n_{\text{I}_2} = \frac{n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}}{2} \text{ ou } n_{\text{I}_2} = \frac{n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{2}$$

$$C_1 \cdot V_{\text{éq}} = \frac{n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{2}$$

$$V_{\text{éq}} = \frac{n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{2 \cdot C_1}$$

En supposant que l'on titre le contenu entier d'une fiole du kit :

$$V_{\text{éq}} = \frac{7,90 \times 10^{-2}}{2 \times 0,100} = 0,395 \text{ L} = 395 \text{ mL}$$



Ce volume équivalent est trop élevé par rapport au volume de 25,0 mL de la burette graduée.

Il n'est pas pertinent.

Il faudrait que le volume équivalent soit environ 20 fois moins élevé, pour cela la solution titrée du becher doit contenir 20 fois moins de quantité de matière de Na_2SO_3 que la fiole entière.

Pour cela, on procède à une dilution. On va prélever un volume V_0 de la fiole du kit de volume $V = 50 \text{ mL}$.

Il faut choisir la pipette jaugée de plus faible volume pour que $n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ prélevée soit la plus faible possible.

Et il faut la fiole jaugée de plus grand volume pour diluer au maximum.

Solution mère : solution de la fiole du kit

Solution fille :

$$C_0 = \frac{n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{V} = \frac{7,90 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-3}} = 1,58 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C = ?$$

$$V_0 = 10,0 \text{ mL}$$

$$V = 100,0 \text{ mL}$$

Au cours de la dilution la quantité de matière de soluté se conserve.

$$C_0 \cdot V_0 = C \cdot V$$

$$C = \frac{C_0 \cdot V_0}{V}$$

$$C = \frac{1,58 \times 10,0}{100,0} = 0,158 \text{ mol.L}^{-1}$$

La solution diluée contient 5 fois moins de quantité de matière de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ que la fiole complète du kit.

Il faut encore réduire cette quantité.

On ne titre pas la solution fille de volume V , mais juste une partie.

Si l'on prélève à la pipette jaugée seulement $V_3 = 20,0 \text{ mL}$ de la solution diluée, on réduit encore d'un facteur $100,0/20,0 = 5$ la quantité de matière.

On aura réduit la quantité de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ d'un facteur 25.

On reprend l'expression précédente :

$$V_{\text{éq}} = \frac{n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{2 \cdot C_1}$$

$$V_{\text{éq}} = \frac{C \cdot V_3}{2 \cdot C_1}$$

$$V_{\text{éq}} = \frac{0,158 \times 20,0}{2 \times 0,100} = 15,8 \text{ mL}$$

```
1.580278129E-1
Ans*20/(2*0.1)
1.580278129E1
```

Ce volume équivalent est pertinent.

On procède au titrage suivant le dispositif ci-contre.

