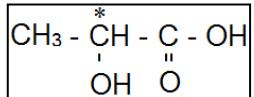
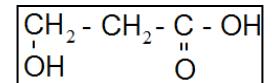
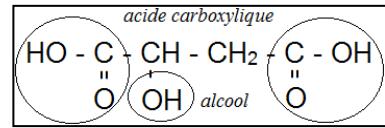
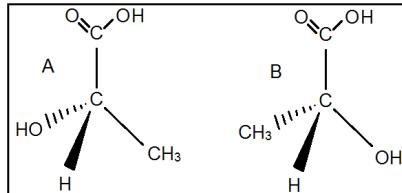


## I. Vin et fermentation

- 1.1. Le rôle des bactéries est d'accélérer la transformation (catalyseur).
- 1.2. La formule semi-développée de l'acide malique est représentée ci-contre :
- 1.3. La formule semi-développée de l'acide lactique est représentée ci-contre :
- 1.4. La représentation de Cram de l'acide lactique et celle de son énantiomère :



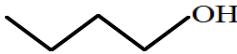
- 1.5. Un isomère de constitution de l'acide lactique est en formule semi-développée :
- 1.6. Ces deux stéréoisomères (même formule semi-développée) sont des diastéréoisomères car ils ne sont pas image l'un de l'autre dans un miroir et sont non superposables (ce ne sont donc pas des énantiomères).

## 2. Spectres RMN

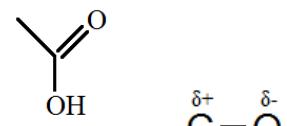
- 2.1. Le spectre A est celui de l'acide lactique car il comporte :
  - Un doublet à 1,5 ppm (i = 3 H) pour les 3 H du C en bout de chaîne ;
  - Un quadruplet à 4,4 ppm (i = 1 H) pour l'H du C portant l'hydroxyde.
- Le spectre B est celui de l'acide malique car il comporte :
  - Un doublet à 3,1 ppm (i = 2 H) pour les 2 H du C central ;
  - Un triplet à 4,8 ppm (i = 1 H) pour l'H du C portant l'hydroxyde.

## 3. Suivi de la fermentation par chromatographie

- 3.1. Butan-1-ol ::



Acide éthanoïque :



- 3.2. l'O est plus électronégatif que C donc a polarisation de la liaison C – O du butan-1-ol est :
- 3.3. Le chromatogramme fait apparaître une tache pour le réactif (acide malique au centre) et une autre tache pour le produit (acide lactique en haut).

Dans l'état initial (début de réaction), il n'y a que la tache du réactif mais pas celle du produit ;

Dans l'état intermédiaire, les deux taches apparaissent ;

Alors qu'en fin de réaction (état final), il n'y a plus que la tache du produit.

- 3.4. La FML n'a pas commencé pour les vins : 22 et 7 ;  
La FML est en cours de réalisation pour les vins : 14, 8, 24 et 5 ;  
La FML est terminée pour les vins : 41, 55 et 17.
- 3.5. La chromatographie dresse un bilan qualitatif, sans connaître quantitativement l'état du système (en quantité de matière). C'est pourquoi, on réalise un dosage.

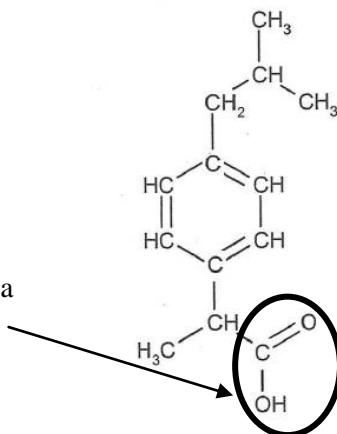
## 4. Suivi de la fermentation par dosage

- 4.1. La concentration molaire C = C<sub>m</sub> / M avec M la masse molaire de l'acide malique :  
$$M = 4 \times M_C + 6 \times M_H + 5 \times M_O \text{ A.N. : } M = 134 \text{ g.mol}^{-1} \text{ D'où } C_0 = 3,60 / 134 \approx 2,69 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$
- 4.2. En quantité de matière :  $n_{AM(t)} = n_{AM(to)} - x_{(t)}$  soit  $x_{(t)} = n_{AM(to)} - n_{AM(t)}$   
Avec  $n_{AM(to)} = C_0 \times V$  et  $n_{AM(t)} = C_{(t)} \times V = C_{m} \times V / M$  On obtient  $x_{(t)} = C_0 \times V - C_m \times V / M$
- 4.3. A.N. :  $x_{(t)} = 2,69 \cdot 10^{-2} \times 50,0 \cdot 10^{-3} - 50,0 \cdot 10^{-3} \times C_m / 134 \rightarrow x_{(t)} = 1,34 \cdot 10^{-3} - 3,73 \cdot 10^{-4} \times C_m$   
Et pour l'avancement en mmol:  $x_{(t)} = 1,34 - 0,373 \times C_m$
- 4.4. Le temps de demi-réaction est la durée pour laquelle  $x_{(t1/2)} = x_{(max)} / 2 = 1,34 / 2 = 0,67 \text{ mmol}$   
Sur la courbe, on obtient  $t_{1/2} = 6,5 \text{ jours}$ .
- 4.5. En utilisant la courbe, pour  $t = 8 \text{ j}$  on a  $x_{(8j)} = 0,775 \text{ mmol}$  ; Soit  $C_m = (1,34 - x_{(8j)}) / 0,373 \cdot 10^{-3} = 1,51 \text{ g/L}$   
Pour  $t = 25 \text{ j}$ , on a  $x_{(25j)} = 1,30 \text{ mmol}$  ; Soit  $C_m = 0,107 \text{ g/L}$   
Au 26 décembre, on a  $C_m < 0,2 \text{ g/L}$  donc la réaction est effectivement terminée ce que confirme le chromatogramme.

## II. Molécule d'ibuprofène

### Partie 1 : La molécule d'ibuprofène :

1.1.



Groupe carboxyle caractéristique de la fonction acide carboxylique

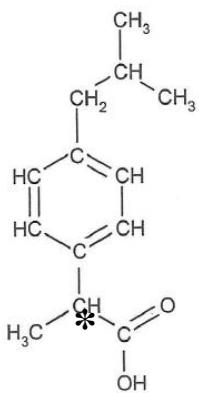


Figure 1 (question 1.1)

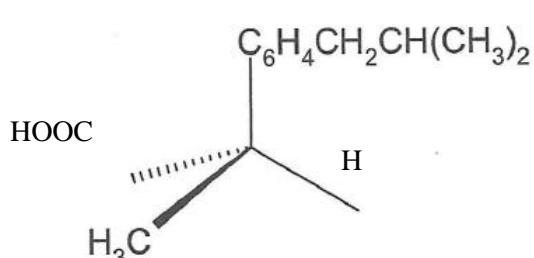
Figure 2 (question 1.2.1)

1.2.1. La molécule d'ibuprofène possède un seul atome de carbone asymétrique, elle est donc chirale.

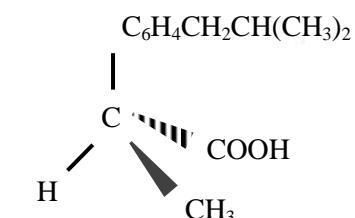
On repère par un astérisque (\*) l'atome de carbone asymétrique.

1.2.2. Deux énantiomères sont images l'un de l'autre dans un miroir, mais non superposables.

1.2.3.



Énantiomère 1



Énantiomère 2

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

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

1.3.2. 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.

L'hydrogène d'un groupe hydroxyle n'est pas couplé avec d'autres H, le pic correspondant sera donc un singulet.

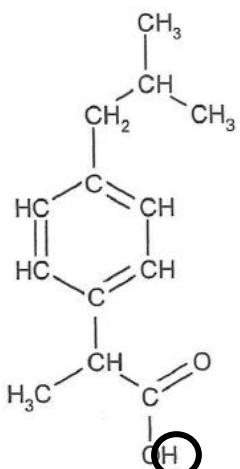
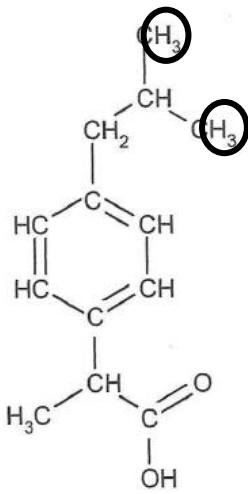


Figure 4 (question 1.3.2)

**1.3.4.** Le signal (a) a un déplacement d'environ 1 ppm, ce qui correspond à des hydrogène d'un groupement  $\text{CH}_3$ ; de plus l'intégration indique six fois plus d'atomes d'hydrogène que pour le pic (g), il s'agit donc des deux groupements  $\text{CH}_3$  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.** Le carbone voisin des deux groupements  $\text{CH}_3$  est porteur d'un seul hydrogène, le spectre RMN nous donnera donc un doublet.



**Figure 5** (question 1.3.4)

## Partie 2 : Synthèse de l'ibuprofène

**2.1.1.** 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 :  **$\text{C}_{10}\text{H}_{14}$**

*On peut plus simplement transformer la formule topologique en formule semi-développée, puis compter les atomes.*

**2.1.2.** Au cours de l'étape 2 il se produit une **addition** : des atomes d'hydrogène sont ajoutés aux atomes d'une liaison multiple. Tous les atomes des réactifs se retrouvent dans les produits.

**2.1.3.** Le carbone est 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  $\delta^-$ , le carbone portera alors une charge partielle  $\delta^+$ .

## 2.2.

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

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

$$\text{UA} = \frac{M(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2)}{M(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) + M(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3) + M(\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}) + M(\text{C}_4\text{H}_7\text{ClO}_2) + M(\text{H}_3\text{O}^+) + M(\text{NH}_2\text{OH}) + 2 \cdot M(\text{H}_2\text{O})}$$

$$\text{UA} = \frac{206,0}{134,0 + 102,0 + 68,0 + 122,5 + 19,0 + 33,0 + 2 \times 18,0} = \frac{206,0}{514,5} = 40,04\%$$

**2.3.** Plus l'indicateur est proche de 1 et plus le procédé est économique 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%).

### III. L'écholocation chez la chauve-souris

**1. a.** Les ultrasons sont des vibrations de même type que les vibrations sonores mais de fréquences supérieures aux fréquences audibles par l'homme.

**b.** Son pur : vibration sinusoïdale.

Fréquence fondamentale : fréquence la plus petite dans la décomposition harmonique. Harmoniques : vibration sinusoïdale obtenue par décomposition d'une vibration périodique. **c.** La fréquence fondamentale est associée à la hauteur d'un son.

**d.** La composition en harmoniques est associée au timbre d'un son.

**e.** Les fréquences des harmoniques sont multiples de la fréquence du fondamental. Harmonique de rang 2 : 60 Hz ; harmonique de rang 3 : 90 Hz.

**f.** Signal **(a)** : cri FM ; signal **(b)** : cri FC ; signal **(c)** : cri FC-FM.

**g.** Pour les petits obstacles, la diffraction devient importante (il y a alors un étalement du faisceau réémis). En admettant que la dimension minimale de l'insecte est la longueur d'onde du signal émis :

$$\lambda = \frac{v_{\text{son}}}{f} = 1,1 \times 10^{-2} \text{ m}$$

**2. a.**  $d = v \times \Delta t$ .

**b.** Distance de propagation du signal :

$$L = 2D - d = 2D - v\Delta t$$

**c.** La distance de propagation du signal s'écrit aussi :

$$L = v_{\text{son}}\Delta t$$

d'où :

$$v_{\text{son}}\Delta t = 2D - v\Delta t$$

d'où :

$$\Delta t = \frac{2D}{v + v_{\text{son}}} = 1,7 \times 10^{-2} \text{ s}$$

**d.** En négligeant le déplacement de la chauve-souris :

$$v_{\text{son}}\Delta t' = 2D$$

Erreur relative :

$$\frac{\Delta t' - \Delta t}{\Delta t} = \frac{\Delta t'}{\Delta t} - 1 = \frac{v + v_{\text{son}}}{v_{\text{son}}} - 1 = \frac{v}{v_{\text{son}}} = 2 \%$$

On peut effectivement négliger le déplacement de la chauve-souris pour effectuer ce calcul avec une bonne précision.

**3. a.** L'effet Doppler est le changement de la fréquence du signal reçu par rapport à celle du signal émis lorsque le récepteur est en mouvement relatif par rapport à la source.

Exemple : changement de hauteur d'un klaxon perçu au passage d'un véhicule.

Applications : mesure de la vitesse des étoiles, radar routier de contrôle de vitesse.

**b.** Les maxima de compression sont émis avec une période  $T$ . Entre deux maxima, l'émetteur et le récepteur se sont déplacés ; ainsi, la durée séparant la réception de deux maxima successifs est différente de  $T$ .

**c.** Considérons deux maxima de compression successifs. Le deuxième maximum met moins de temps pour parvenir à la chauve-souris : la période est donc raccourcie, la fréquence est plus grande.

**d.** Ici, la fréquence apparente est plus grande que la fréquence d'émission, ce qui n'est vérifié que par la deuxième expression

$$f_a = 62 \text{ kHz}$$

**e.** Les ailes du papillon constituent un émetteur ayant, par rapport à la chauve-souris, une vitesse qui varie périodiquement. Le décalage Doppler dû à ces variations est donc lui aussi périodique.

**f.** La fréquence du fondamental est la moitié de la fréquence du premier harmonique. Cette fréquence doit donc varier de 1,5 Hz. Ici, l'effet Doppler provoque une augmentation de la fréquence perçue donc, pour compenser, les fréquences émises doivent diminuer.