

**CLASSE :** Terminale

**EXERCICE C :** au choix du candidat (5 points)

**VOIE :**  Générale

**ENSEIGNEMENT :** physique-chimie

**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 0h53

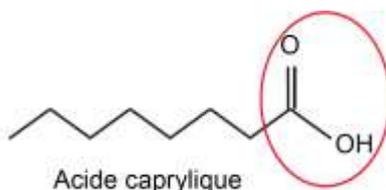
**CALCULATRICE AUTORISÉE :**  Oui sans mémoire, « type collègue »

**EXERCICE C : SYNTHÈSE DE L'ACIDE CAPRYLIQUE PAR SONOCHIMIE (5 points) au choix du candidat**

1.

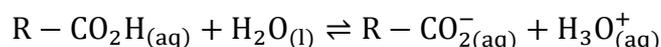
1.1.

Fonction chimique : acide carboxylique



1.2.

1.2.1.



1.2.2.

Quantités de matière des réactifs :

$$n_{\text{acide caprylique}} = \frac{m_{\text{acide caprylique}}}{M_{\text{acide caprylique}}}$$

$$n_{\text{acide caprylique}} = \frac{0,68}{144} = 4,7 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

	$R - \text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}$	$+ \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons$	$R - \text{CO}_2^{-}_{(\text{aq})}$	$+ \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$
Etat initial	$4,7 \times 10^{-3}$	Solvant	0	0
Etat intermédiaire	$4,7 \times 10^{-3} - x$	Solvant	x	x
Etat final	$4,7 \times 10^{-3} - x_f$	Solvant	$x_f$	$x_f$

Calculons l'avancement maximal :

$$4,7 \times 10^{-3} - x_{\text{max}} = 0$$

$$x_{\text{max}} = 4,7 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Calculons l'avancement final :

$$x_f = n_{\text{H}_3\text{O}^+} = [\text{H}_3\text{O}^+] \times V = c^0 \times 10^{-\text{pH}} \times V$$

$$x_f = 1,0 \times 10^{-3,6} \times 1,0$$

$$x_f = 2,5 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Calculons le taux d'avancement :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$$

$$\tau = \frac{2,5 \times 10^{-4}}{4,7 \times 10^{-3}}$$

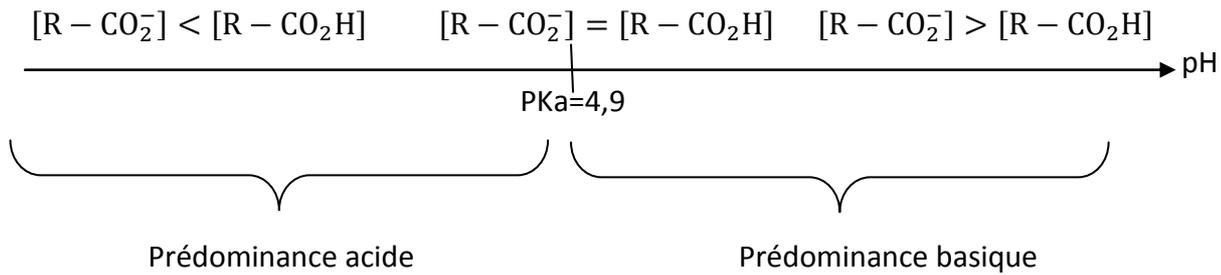
$$\tau = 0,053$$

La réaction est limitée.

L'acide caprylique ne réagit pas totalement avec l'eau : c'est un acide faible.

### 1.2.3.

Diagramme de prédominance :



Dans la solution préparée, pH=3,6 : la forme prépondérante est l'acide caprylique  $R - CO_2H$ .

## 2.

### 2.1.

D'après le texte : « Le terme « sonochimie » est utilisé pour décrire les transformations chimiques qui se produisent en solution grâce à l'énergie apportée par des ultrasons dont la fréquence doit être comprise entre 20 kHz et 1 MHz.»

Calculons sa fréquence :

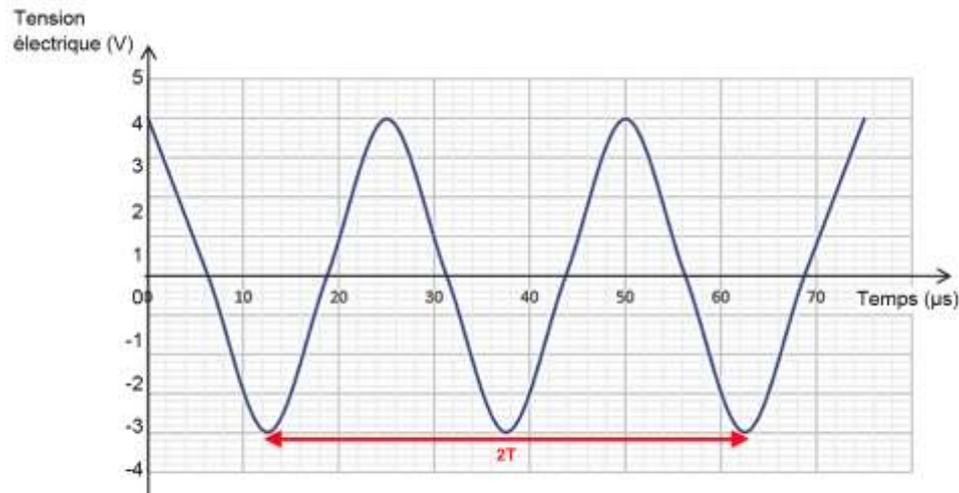


Figure 1. Évolution de la tension électrique en fonction du temps

$$2T = 50 \mu s$$

$$T = 25 \mu s$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{25 \times 10^{-6}} = 4 \times 10^4 \text{ Hz}$$

La fréquence est comprise entre 20 kHz et 1 MHz : ces ultrasons peuvent être utilisés en sonochimie.

### 2.2.

Le milieu réactionnel initial comporte : de l'octan-1-ol et d'un mélange aqueux d'acide nitrique. L'octan-1-ol est la phase aqueuse. Le mélange aqueux d'acide nitrique est la phase organique.

$$\rho_{\text{octan-1-ol}} = 0,82 \text{ g. mL}^{-1}$$

$$\rho_{\text{acide nitrique}} = 1,4 \text{ g. mL}^{-1}$$

$$\rho_{\text{octan-1-ol}} < \rho_{\text{acide nitrique}}$$

L'octan-1-ol est au dessus de l'acide nitrique.

### 2.3.

Avantages de la sonochimie :

- La sonochimie permet de réaliser des transformations chimiques à haut rendement et de minimiser la quantité de déchets.
- Dans certains cas, l'utilisation des ultrasons permet d'obtenir des produits différents de ceux obtenus sans ultrasons.

### 2.4.

➤ données de spectroscopie IR :

Liaison	Nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	Intensité (F : forte – m : moyenne)
C = O cétone ou aldéhyde	1650 - 1730	F
C <sub>tri</sub> - H aldéhyde	2700 - 2900	m
O - H acide carboxylique	2500 - 3200	F à m
C = O acide carboxylique	1680 - 1720	F
C = O ester	1730 - 1750	F
O - H <sub>lié</sub> alcool	3200 - 3450	F
O - H <sub>libre</sub> alcool	3600 - 3700	F

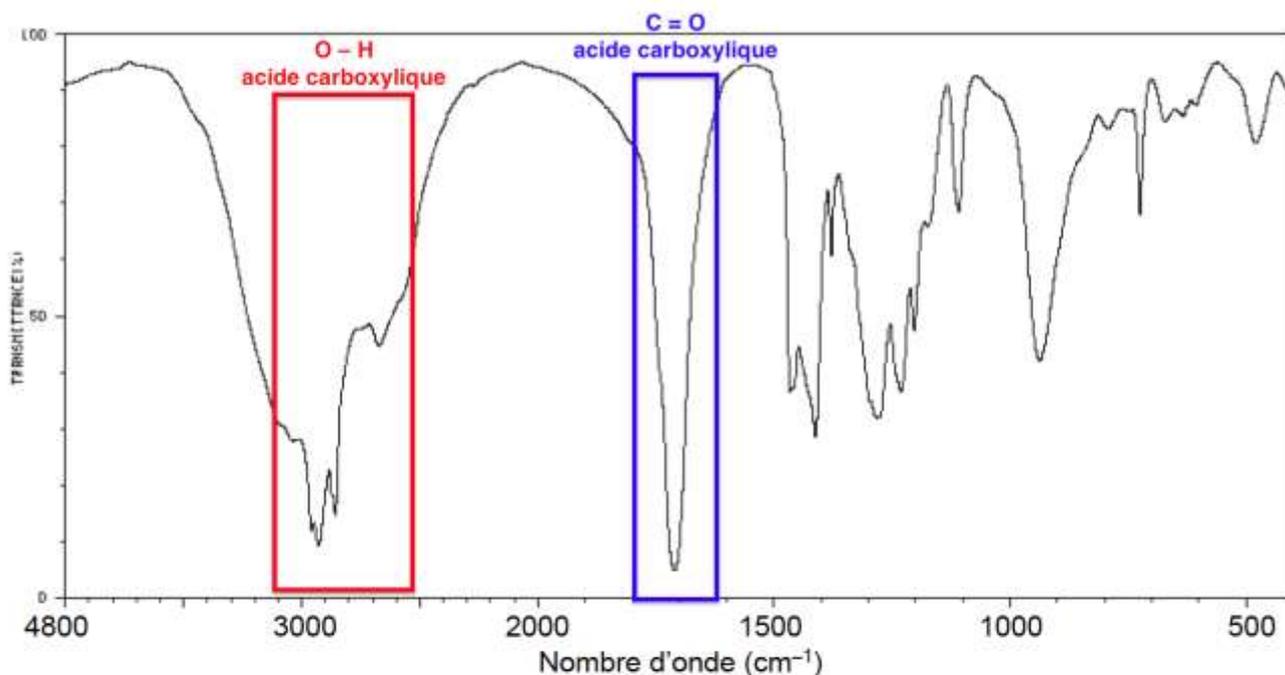
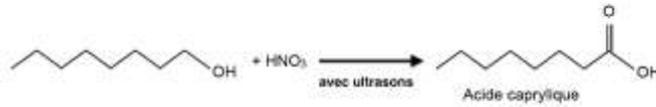


Figure 2. Spectre IR du produit obtenu par sonochimie

le spectre IR obtenu comporte une bande caractéristique d'une liaison O - H d'un acide carboxylique et une bande caractéristique C = O d'un acide carboxylique. Ainsi, le spectre IR obtenu peut être celui de l'acide caprylique.

## 2.5.



Quantités de matière des réactifs :

Octan-1-ol :

$$n_{\text{octan-1-ol}} = \frac{m_{\text{octan-1-ol}}}{M_{\text{octan-1-ol}}}$$

Or

$$\rho_{\text{octan-1-ol}} = \frac{m_{\text{octan-1-ol}}}{V_{\text{octan-1-ol}}}$$

Donc

$$n_{\text{octan-1-ol}} = \frac{\rho_{\text{octan-1-ol}} \times V_{\text{octan-1-ol}}}{M_{\text{octan-1-ol}}}$$

$$n_{\text{octan-1-ol}} = \frac{0,82 \times 6,3}{130} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Acide nitrique à **65 % en masse** :

$$n_{\text{acide nitrique}} = \frac{\rho_{\text{acide nitrique}} \times V_{\text{acide nitrique}}}{M_{\text{acide nitrique}}}$$

$$n_{\text{acide nitrique}} = \frac{1,4 \times 3,6 \times 0,65}{63} = 5,2 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

**Calculons l'avancement maximal :**

$$x_{\text{max1}} = \frac{n_{\text{octan-1-ol}}}{1} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_{\text{max2}} = \frac{n_{\text{acide nitrique}}}{1} = 5,2 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_{\text{max1}} < x_{\text{max2}}$$

$$x_{\text{max}} = x_{\text{max1}} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

**Calculons la masse maximale de produit :**

$$n_{\text{acide caprylique}} = \frac{m_{\text{acide caprylique}}}{M_{\text{acide caprylique}}}$$

$$m_{\text{acide caprylique}} = n_{\text{acide caprylique}} \times M_{\text{acide caprylique}}$$

$$m_{\text{acide caprylique}}^{\text{théorique}} = x_{\text{max}} \times M_{\text{acide caprylique}}$$

$$m_{\text{acide caprylique}}^{\text{théorique}} = 4,0 \times 10^{-2} \times 144$$

$$m_{\text{acide caprylique}}^{\text{théorique}} = 5,8 \text{ g}$$

**Calculons le rendement :**

$$\eta = \frac{m_{\text{acide caprylique}}^{\text{experimentale}}}{m_{\text{acide caprylique}}^{\text{théorique}}}$$

$$\eta = \frac{5,5}{5,8}$$

$$\eta = 0,95 = 95\%$$

D'après le texte : « Rendement : > 90 % ».

Le résultat obtenu est conforme aux attentes.