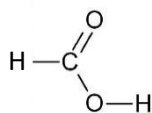
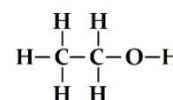


EXERCICE B : SYNTHÈSE D'UN ARÔME ALIMENTAIRE (5 points)

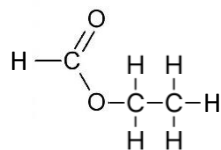
1. Acide méthanoïque :  $\text{CH}_2\text{O}_2$



éthanol :  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$



Méthanoate d'éthyle :  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$



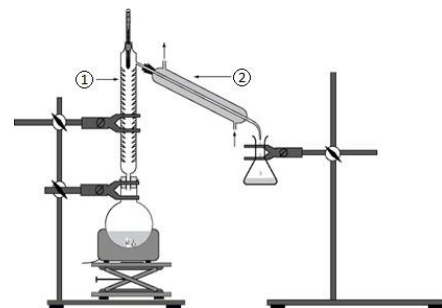
2. Dans les deux cas on utilise un **catalyseur** ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) et on **chauffe** le mélange réactionnel (facteur cinétique)

3. Le montage ci-contre correspond à un montage de distillation.

Il correspond au **protocole n°2**.

4. ① Colonne de Vigreux

② Réfrigérant droit.



5. Le protocole n°1 indique : « À l'état final, le mélange réactionnel contient 0,40 mol d'acide méthanoïque, 0,40 mol d'éthanol, 0,80 mol de méthanoate d'éthyle et 0,80 mol d'eau. ». En fin de réaction il reste des réactifs (acide méthanoïque et éthanol), la réaction n'est pas totale.

6.

Équation		$\text{CH}_2\text{O}_2(\ell) + \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\ell) \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$			
État initial	$x = 0$	$n_{1,i} = 1,20 \text{ mol}$	$n_{2,i} = 1,20 \text{ mol}$	0	0
En cours de transformation	$x$	$n_{1,i} - x$	$n_{2,i} - x$	$x$	$x$
État final	$x_f$	$n_{1,i} - x_f = 0,40 \text{ mol}$	$n_{2,i} - x_f = 0,40 \text{ mol}$	$x_f = 0,80 \text{ mol}$	$x_f = 0,80 \text{ mol}$

$$7. \eta_1 = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

Il reste à déterminer  $x_{\max}$ . Les deux réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :  $n_{1,i} - x_{\max} = n_{2,i} - x_{\max} = 0$   $x_{\max} = n_{1,i} = n_{2,i} = 1,20 \text{ mol}$

$$\eta_1 = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{0,80}{1,20} = 0,67 = \mathbf{67\%}$$

8. **1<sup>er</sup> argument** : Dans le protocole 2, on effectue une distillation : on enlève le produit le plus volatil (température d'ébullition la plus faible), soit l'ester formé. Ceci permet de déplacer l'équilibre vers la formation des produits et d'augmenter le rendement. En effet le quotient de réaction demeure nul et forcément inférieur au quotient de réaction dans l'état d'équilibre.

2<sup>e</sup> argument : Les quantités de réactifs introduites ne sont pas stœchiométriques en effet :

$$\text{Acide méthanoïque : } n_{1,i} = \frac{m_{\text{Acide}}}{M_{\text{Acide}}} = \frac{\rho_{\text{Acide}} \cdot V_{\text{Acide}}}{M_{\text{Acide}}} \quad n_{1,i} = \frac{1,22 \times 37,7}{46,0} = 0,100 \text{ mol}$$

$$\text{Éthanol : } n_{2,i} = \frac{\rho_{\text{Alcool}} \cdot V_{\text{Alcool}}}{M_{\text{Alcool}}} \quad n_{2,i} = \frac{0,79 \times 29,1}{46,0} = 0,500 \text{ mol}$$

L'éthanol est en excès, l'équilibre va se déplacer dans le sens de la consommation des réactifs, et le rendement va augmenter.

## Identification du produit du protocole 2

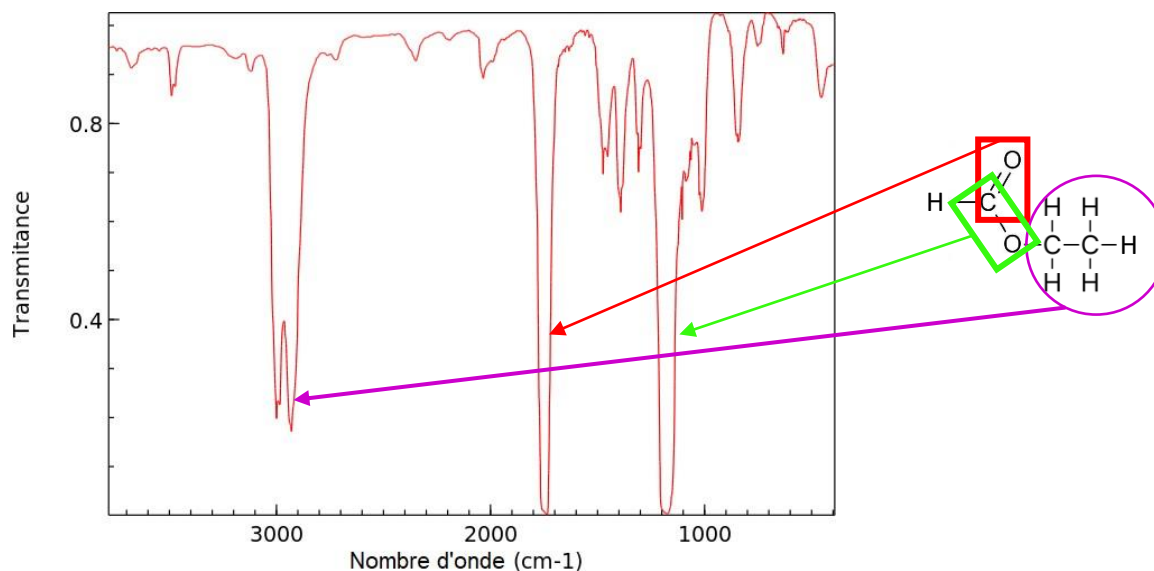
9. Le protocole n°2 indique : « La température en tête de colonne augmente tout d'abord puis se stabilise autour de 55°C ». Or le méthanoate d'éthyle a une température d'ébullition de 54,3°C très proche de 55°C, c'est bien du méthanoate d'éthyle qui se forme.

$$10. \rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{29,0}{32} = 0,91 \text{ g.cm}^{-3}$$

La valeur obtenue correspond à la masse volumique du méthanoate d'éthyle, on a bien obtenu du méthanoate d'éthyle.

11.



On observe deux pics principaux l'un vers 1700 cm<sup>-1</sup> (caractéristique de la liaison C=O du groupe ester) et l'autre vers 3000 cm<sup>-1</sup> (caractéristique des liaisons C-H).

Type de liaison	$\sigma$ (en cm <sup>-1</sup> )	Intensité et largeur de la bande d'absorption
O-H en phase gazeuse	3500 - 3700	moyenne, fine
O-H en phase condensée	3200 - 3400	forte, large
O-H d'un acide carboxylique	2500 - 3200	moyenne à forte, large
C-H des groupes CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> , CH	2900 - 3100	moyenne à forte, variable (bandes multiples)
C=O d'un acide carboxylique	1680 - 1710	forte, fine
C=O aldéhyde et cétone	1650 - 1730	forte, fine
C=O ester	1700 - 1740	forte, fine
C-O ester	1050 - 1300	forte, fine