

|                                                                              |                                                                                                                                                                        |                                                                         |                 |   |                                                                                    |   |                         |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------|
| Terminale Spécialité<br>Physique-Chimie                                      |                                                                                                                                                                        | Thème : Constitution et<br>transformations de la matière                | M.KUNST-MEDICA  |   |  |   |                         |
| <b><u>Chapitre 13 : Synthèse organique (optimisation d'une synthèse)</u></b> |                                                                                                                                                                        |                                                                         |                 |   |                                                                                    |   |                         |
| Feuille d'évaluation à rendre obligatoirement avec la copie                  |                                                                                                                                                                        |                                                                         |                 |   |                                                                                    |   |                         |
| <b><u>Activité expérimentale n°13.3 : Augmenter un rendement</u></b>         |                                                                                                                                                                        |                                                                         |                 |   |                                                                                    |   |                         |
| Questions                                                                    |                                                                                                                                                                        | Compétence visée                                                        | Niveaux validés |   |                                                                                    |   | Points attribués        |
|                                                                              |                                                                                                                                                                        |                                                                         | A               | B | C                                                                                  | D |                         |
| Appel n°1                                                                    |                                                                                                                                                                        | <u>S'approprier</u><br><u>(1.2.3)</u>                                   |                 |   |                                                                                    |   | /1 /1 /1                |
| Appel n°2                                                                    |                                                                                                                                                                        | <u>Analyser,</u><br><u>raisonner (4.5.6.7)</u>                          |                 |   |                                                                                    |   | /2 /1 /1 /1             |
| Appel n°3                                                                    |                                                                                                                                                                        | <u>Réaliser</u>                                                         |                 |   |                                                                                    |   | /3                      |
| Appel n°4                                                                    |                                                                                                                                                                        | <u>Calculer, analyser,</u><br><u>raisonner</u><br><u>(8.9.10.11.12)</u> |                 |   |                                                                                    |   | /0,5 /1 /0,5<br>/0,5 /1 |
| Appel n°5                                                                    |                                                                                                                                                                        | <u>Calculer, analyser,</u><br><u>raisonner</u><br><u>(13.14.15)</u>     |                 |   |                                                                                    |   | /1 /1                   |
| Appel n°6                                                                    |                                                                                                                                                                        | <u>Valider</u><br><u>(16.17.18.19)</u>                                  |                 |   |                                                                                    |   | /2                      |
| Devoir global                                                                | Rendre compte à l'écrit en utilisant un vocabulaire scientifique adapté et présenter son travail sous une forme appropriée et être vigilant vis-à-vis de l'orthographe | <u>Communiquer</u>                                                      |                 |   |                                                                                    |   | /0,25                   |
| <b>Total 1 :</b>                                                             | <b>Remarques :</b>                                                                                                                                                     |                                                                         | <b>/19,75</b>   |   |                                                                                    |   |                         |

**Niveau A :** le candidat a réalisé une communication cohérente complète avec un vocabulaire scientifique adapté.

**Niveau B :** le candidat a réalisé une communication cohérente, incomplète mais il l'a exprimée pour l'essentiel avec un vocabulaire scientifique adapté.

**Niveau C :** le candidat a réalisé une communication manquant de cohérence, incomplète ou avec un vocabulaire scientifique mal adapté.

**Niveau D :** le candidat a réalisé une communication incohérente ou absente.

### Notation individuelle :

| CLASSE :         |                                                                                                                                                        | Numéro de paillasse :                      |                  | Élève n° 1 : |                  | Élève n° 2 : |                  | Élève n° 3 : |  |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|--|
|                  |                                                                                                                                                        |                                            |                  | .....        |                  | .....        |                  | .....        |  |
|                  |                                                                                                                                                        |                                            |                  | .....        |                  | .....        |                  | .....        |  |
| Activité         | Capacités attendues                                                                                                                                    | Compétence visée                           | Points attribués | Signatures   | Points attribués | Signatures   | Points attribués | Signatures   |  |
| Séance en groupe | Travailler en équipe, partager des tâches, s'engager dans un dialogue constructif, respecter ses camarades, son professeur et les lieux de travail ... | Être autonome et faire preuve d'initiative | /0,25            |              | /0,25            |              | /0,25            |              |  |
| TOTAL 2          |                                                                                                                                                        |                                            | /0,25            |              | /0,25            |              | /0,25            |              |  |
| Total 1 + 2      |                                                                                                                                                        |                                            | /20              |              | /20              |              | /20              |              |  |

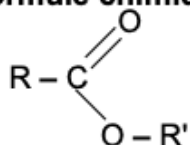
**Beaucoup de synthèses ont un rendement faible, en particulier parce que les transformations associées sont limitées.**

## Document 1 Les esters

### ➤ Pourquoi étudier les esters ?

Les esters sont des molécules odorantes présentes dans les fruits murs. Le chimiste en effectue la synthèse afin de fabriquer des arômes alimentaires (arôme de banane, de rhum, etc.), des parfums.

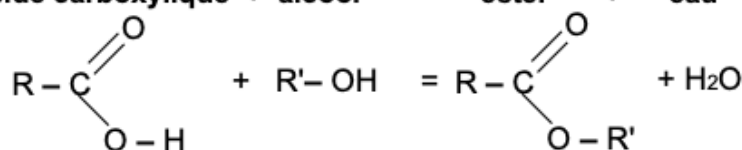
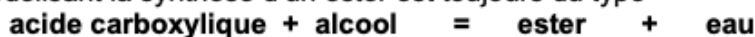
### ➤ Formule chimique générale



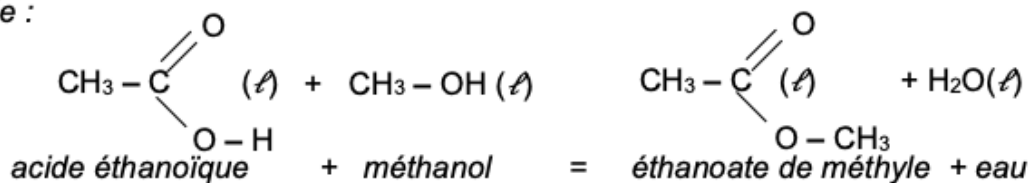
où R représente une chaîne carbonée ou un atome d'hydrogène  
R' représente une chaîne carbonée.

### ➤ Synthèse d'un ester

L'équation modélisant la synthèse d'un ester est toujours du type



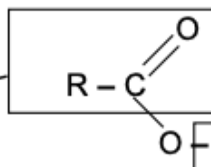
exemple :



On ajoute un catalyseur (acide sulfurique ou APTS).

### ➤ Nomenclature

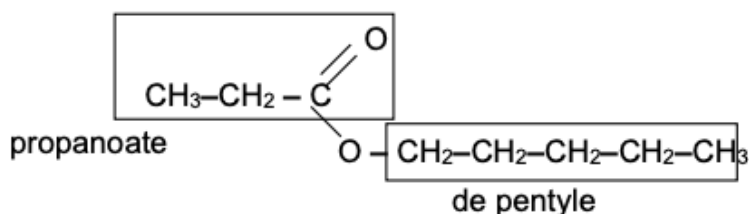
groupe provenant de l'acide  
carboxylique  
donne le début du nom de  
l'ester : "alcanoate"



groupe provenant de l'alcool  
donne la fin du nom de  
l'ester : "d'alkyle"

exemple :

Propanoate de pentyle



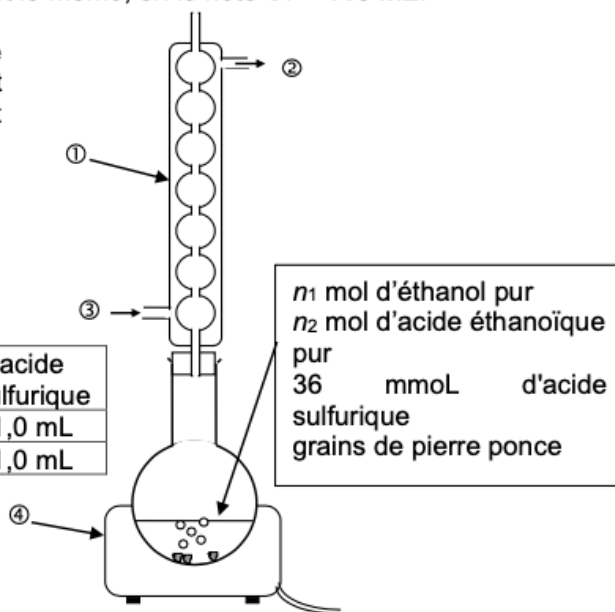
**Document 2 Protocole expérimental de synthèse de l'éthanoate d'éthyle**

Le préparateur du laboratoire a réalisé deux mélanges réactionnels dont les compositions sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Le volume de chaque mélange réactionnel est le même, on le note  $V_r = 116 \text{ mL}$ .

Les mélanges réactionnels ont été longuement chauffés à reflux. Ainsi on peut considérer que la transformation est terminée au moment du TP.

| mélange | éthanol pur | acide éthanoïque pur | acide sulfurique |
|---------|-------------|----------------------|------------------|
| A       | 58 mL       | 57 mL                | 1,0 mL           |
| B       | 75 mL       | 40 mL                | 1,0 mL           |

**Document 3 informations concernant les espèces chimiques mises en jeu**

|                    | densité | masse molaire $\text{g.mol}^{-1}$ | température d'ébullition $^{\circ}\text{C}$ | sécurité |
|--------------------|---------|-----------------------------------|---------------------------------------------|----------|
| éthanol            | 0,79    | 46,0                              | 78,5                                        |          |
| acide éthanoïque   | 1,05    | 60,0                              | 118                                         |          |
| éthanoate d'éthyle | 0,90    | 88,0                              | 77                                          |          |
| eau                | 1,00    | 18,0                              | 100                                         |          |

1. **Compléter** les légendes 1 à 4 sur le montage de chauffage à reflux.
2. **Identifier** dans le protocole, les deux opérations réalisées pour optimiser la vitesse de formation de l'ester.

.....

.....

.....

.....

3. **Écrire** l'équation de la réaction modélisant la transformation d'estérification, avec des formules semi-développées. Nommer le produit formé

**Appel n°1 du professeur pour validation**

4. **Compléter** littéralement le tableau d'avancement ci-dessous :

| équation chimique          |                  | éthanol                    | + acide éthanoïque = | ester | + eau |
|----------------------------|------------------|----------------------------|----------------------|-------|-------|
| État du système            | Avancement (mol) | Quantités de matière (mol) |                      |       |       |
| État initial               | 0                | $n_1$                      | $n_2$                | 0     | 0     |
| En cours de transformation | $x$              |                            |                      |       |       |
| État final d'équilibre     | $x_f$            |                            |                      |       |       |
| État final si totale       | $x_{max}$        |                            |                      |       |       |

5. **Exprimer** puis calculer la quantité de matière  $n_1$  d'éthanol dans le mélange initial.

Mélange A :

.....

.....

.....

Mélange B :

.....

.....

.....

6. **Exprimer** puis calculer la quantité de matière  $n_2$  d'acide acétique dans le mélange initial.

Mélange A :

.....

.....

.....

Mélange B :

.....

.....

.....

7. **En déduire** l'avancement maximal  $x_{max}$  :

Mélange A :

.....

.....

.....

Mélange B :

.....

.....

.....

**Appel n°2 du professeur pour validation**

## Accès à la composition du système chimique dans l'état final d'équilibre

### Principe

On note  $n_R$  la quantité de matière d'acide éthanoïque restant dans l'état final d'équilibre.

Afin de déterminer cette quantité  $n_R$ , on procède à un titrage colorimétrique d'une prise d'essai d'un volume  $V$  du milieu réactionnel.

- Groupes 1 à 4 : réaliser le protocole suivant en commençant par le mélange A.
- Groupes 5 à 9 : réaliser le protocole suivant en commençant par le mélange B.

### Protocole

Sous la hotte, prélever  $V = 2,0 \text{ mL}$  du milieu réactionnel. Les placer dans un erlenmeyer.

Ajouter quelques gouttes de phénolphthaléine (indicateur coloré).

Placer l'erlenmeyer dans un cristalliseur contenant de l'eau glacée (pour éviter une réaction lente qui parasiterait le titrage de l'acide).

Remplir la burette avec la solution d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$   $c_B = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Effectuer le titrage : - mettre en route l'agitation magnétique ;

- procéder par ajouts successifs de 0,5 mL de soude, puis goutte à goutte ;

- dès que la coloration rose de la phénolphthaléine persiste, noter la valeur du volume équivalent  $V_E$ .

Effectuer, ensuite, le titrage de l'autre mélange.

➤  $V_{EA} = \dots\dots\dots$   $V_{EB} = \dots\dots\dots$

## Appel n°3 du professeur pour validation

8. **Écrire** l'équation de la réaction acido-basique support du titrage en notant les acides  $\text{AH}_{(\text{aq})}$ .

.....  
.....  
.....  
.....

9. **Exprimer, puis calculer**, en mmol,  $n_{\text{AHA}}$  et  $n_{\text{AHB}}$  la quantité d'acide dosée (présente dans  $V \text{ mL}$ ).  
**Justifier.**

.....  
.....  
.....  
.....

10. **Rappeler** la valeur du volume total  $V_T$  du mélange réactionnel :  $V_T = \dots\dots\dots$

11. **Rappeler** la valeur du volume du mélange réactionnel qui a été titré:  $V = \dots\dots\dots$

On nomme  $n_{RT}$  la quantité d'acide présente dans le mélange réactionnel de volume  $V_T$ .

12. **Justifier** que  $n_{RT} = 58 n_{\text{AH}}$ . Calculer  $n_{\text{RTA}}$  et  $n_{\text{RTB}}$  en mmol (résultat intermédiaire, ne pas l'arrondir).

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## Appel n°4 du professeur pour validation

La quantité  $n_{RT}$  d'acide comprend la quantité d'acide éthanoïque restant  $n_R$  et la quantité d'acide apportée par le catalyseur  $n_C$  (on donne  $n_C = 36 \text{ mmol}$ ).

13. **Exprimer** littéralement  $n_R$  en fonction de  $n_{RT}$  et  $n_C$ . **Calculer**  $n_{RA}$  et  $n_{RB}$  en mol (arrondir).

.....

.....

.....

.....

14. On note  $n_E$  la quantité de matière d'ester formée dans l'état final d'équilibre.

**Établir** la relation entre les quantités  $n_2$ ,  $n_E$  et  $n_R$ .

.....

.....

.....

.....

15. **Calculer** les quantités de matière,  $n_{EA}$  et  $n_{EB}$ , d'ester formé dans le mélange A et dans le mélange B

.....

.....

.....

.....

### Appel n°5 du professeur pour validation

#### Influence de la modification des conditions expérimentales sur le rendement

16. Quelle relation lie l'avancement final  $x_f$  et la quantité d'ester formé ?

.....

.....

.....

.....

17. Calculer les taux d'avancement finaux de la réaction d'estérification pour la mélange A et le mélange B

.....

.....

.....

.....

18. La transformation d'estérification est-elle totale ?

.....

.....

19. Quel paramètre expérimental permet d'expliquer l'augmentation du taux d'avancement pour la transformation du mélange B ?

.....

.....

### Appel n°6 du professeur pour validation