

# Exercices du chapitre Chimie 12 : Synthèse et hydrolyse des esters

## Applications directes

### Identifier les espèces utilisées pour la synthèse des espèces

(§ 1 du cours)

#### 3. Passer du nom d'un alcool à sa formule et inversement

1. Donner les formules semi-développées et topologiques des alcools suivants :

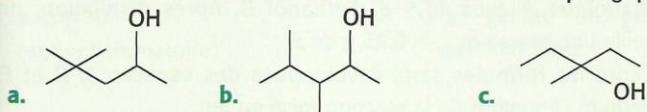
a. propan-2-ol ; b. 2-méthylpropan-2-ol ; c. 2-méthylpentan-1-ol.

2. Donner le nom et la classe des alcools de formules semi-développées :

a.  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH}$  b.  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{OH}$

c.  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3$

3. Donner le nom et la classe des alcools de formules topologiques :



#### 6. Passer du nom d'un acide à sa formule et inversement

1. Donner les formules semi-développées et topologiques des acides suivants :

a. acide propanoïque ;

b. acide 2,2-diméthylpropanoïque ;

c. acide 2-méthylbutanoïque.

2. Donner le nom des acides de formules semi-développées :

a.  $\text{CH}_3-\text{CO}_2\text{H}$  b.  $\text{C}_2\text{H}_5-\text{CO}_2\text{H}$  c.  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CO}_2\text{H}$

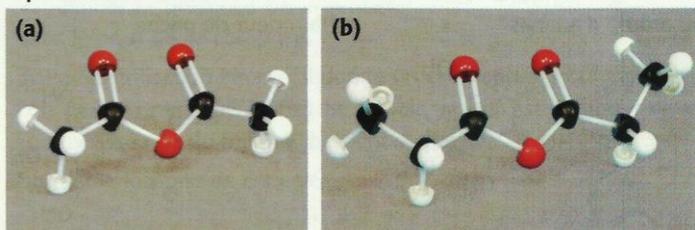
#### 7. Passer du nom d'un anhydride d'acide à sa formule et inversement

1. Donner les formules semi-développées et topologiques des anhydrides d'acides suivants :

a. anhydride butanoïque ;

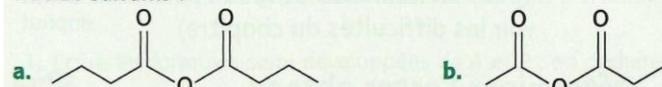
b. anhydride 2-méthylpropanoïque.

2. Donner le nom des anhydrides d'acide dont les modèles sont représentés ci-dessous :



#### 8. Trouver l'acide et l'anhydride d'acide associé et inversement

1. Donner la formule développée et le nom de l'acide ou des acides qui, par élimination d'une molécule d'eau, ont donné les anhydrides d'acide suivants :



2. Donner les formules semi-développées et topologiques des anhydrides obtenus à partir des acides suivants :

a.  $\text{C}_2\text{H}_5-\text{CO}_2\text{H}$  b.  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}_2\text{H}$

## Connaître les esters

(§ 2 du cours)

(voir les difficultés du chapitre)

#### 9. Passer du nom d'un ester à sa formule

Donner les formules semi-développées et topologiques des esters suivants :

a. méthanoate d'éthyle ; b. éthanoate de propyle ;

c. 2-méthylpropanoate de méthyle.

#### 10. Déterminer le nom d'un ester à partir de sa formule

1. Donner le nom des esters de formules semi-développées :

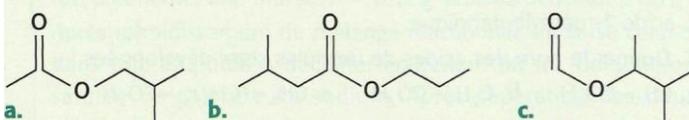
a.  $\text{C}_2\text{H}_5-\text{CO}_2-\text{CH}_3$

b.  $\text{H}-\text{CO}_2-(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$

c.  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}_2-\text{CH}_3$

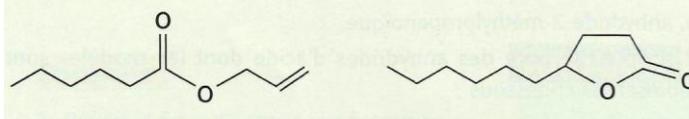
d.  $\text{CH}_3-\text{CO}_2-\text{C}_2\text{H}_5$

2. Donner le nom des esters de formules topologiques :



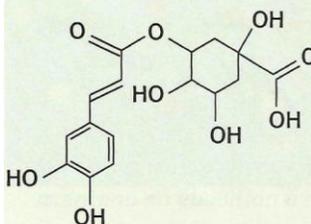
#### 11. Reconnaître des groupes caractéristiques oxygénés

Les molécules suivantes se rencontrent dans certains produits alimentaires ; reconnaître, dans leurs formules, les groupes esters, alcools et phénols :

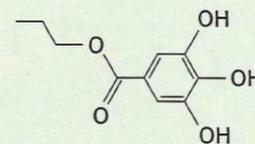


a. arôme d'ananas

b. odeur de pêche



c. tanin du café



d. antioxydant

## Synthétiser un ester

(§ 3 du cours)

(pour les exercices 12,13 et 14, voir les difficultés du chapitre)

#### 12. Déterminer l'ester obtenu dans une synthèse

Donner la formule semi-développée et le nom de l'ester obtenu par réaction, en milieu acide de :

a. acide méthanoïque et propan-1-ol ;

b. acide propanoïque et méthanol ;

c. acide benzoïque  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}_2\text{H}$  et méthanol ;

d. acide éthanoïque et butan-2-ol.

#### 13. Déterminer les réactifs d'une réaction d'estérification

Donner la formule semi-développée et le nom de l'acide carboxylique et de l'alcool qui par réaction en milieu acide donnent :

a. le butanoate de méthyle ;

b. le méthanoate de 2-méthylpropyle ;

c. le 2-méthylpropanoate de méthyle.

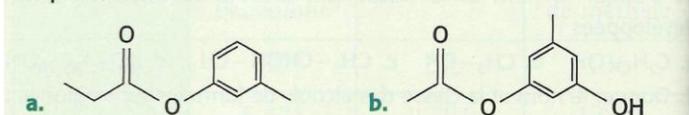
#### 14. Réaliser des synthèses d'esters à l'aide de phénols

1. Donner les formules semi-développées et topologiques des esters obtenus par réaction entre :

a. l'acide éthanoïque et le phénol  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH}$

b. l'acide éthanoïque et le 4-méthylphénol  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$

2. Donner la formule semi-développée des acides carboxyliques et des phénols dont dérivent les esters suivants :



## 16. Déterminer un rendement d'estérification à partir de pesées

On réalise la synthèse d'un ester  $E$ , à odeur de rhum, en faisant réagir, en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique, 9,20 g d'acide méthanoïque  $A$  avec 11,5 g d'éthanol  $B$ . Après distillation, on recueille une masse  $m_{\text{exp}} = 6,95$  g de  $E$ .

1. Écrire les formules semi-développées des espèces  $A$ ,  $B$  et  $E$ . En déduire l'équation de la réaction mise en jeu.
2. Déterminer le réactif limitant de cette synthèse.
3. Définir, puis calculer, le rendement de cette synthèse.

**Données :** masses molaires en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  :  $A$  : 46 ;  $B$  : 46 ;  $E$  : 74.

### Hydrolyser un ester

(§ 4 du cours)

## 17. Déterminer les produits d'une hydrolyse

1. Donner les formules semi-développées et topologiques et les noms des produits obtenus lors de l'hydrolyse en milieu acide des esters suivants :

- a. éthanoate de propyle ; b. 2-méthylpropanoate de méthyle ;  
c. butanoate de 2-méthylpropyle.

2. Donner les formules topologiques et semi-développées et les noms des produits obtenus lors de l'hydrolyse en milieu acide des esters suivants : a.  $\text{C}_2\text{H}_5-\text{CO}_2-\text{CH}_3$  b.  $\text{H}-\text{CO}_2-(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$

- c.  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}_2-\text{CH}_3$ .

## Utilisation des acquis

### 20. Une odeur de muguet

L'éthanoate de 3-phénylpropyle est un ester qui a odeur de muguet ; il s'obtient par réaction d'un acide  $A$  et d'un alcool  $B$  qui lui-même sent le réséda.

**SOS**

1. Écrire la formule semi-développée de l'éthanoate de propyle ; en déduire celle de l'éthanoate de 3-phénylpropyle.

2. Identifier l'acide  $A$  et l'alcool  $B$ .



### 21. Une odeur de foin fraîchement coupé\*

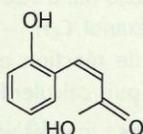
La formule topologique de l'acide ( $Z$ )-2-hydroxycinnamique est la suivante :

1. Indiquer les groupes caractéristiques oxygénés qu'il présente.

2. Justifier la présence de la lettre  $Z$  dans le nom de ce composé. **SOS**

3. Par estérification *interne*, il donne un ester appelé *coumarine* que l'on peut extraire des trèfles et du foin et qui est responsable de l'odeur agréable du foin fraîchement coupé.

Donner la formule de cet ester.



### 22. Hydrolyse d'un ester

On hydrolyse une masse  $m_i = 22,5$  g d'un ester  $E$ . En fin de réaction, on obtient un mélange d'acide éthanoïque noté  $A$  et de propan-1-ol, noté  $P$ .

Après séparation, on obtient une masse  $m' = 2,70$  g d'acide éthanoïque.

1. Écrire les formules semi-développées de  $A$  et  $P$  ; en déduire celle de  $E$ .

2. Écrire l'équation de cette hydrolyse.

3. Calculer le pourcentage d'ester hydrolysé.

### 26. Arôme de poires\*

On considère deux alcools  $A$  et  $B$  ;  $A$  est le 2-méthylbutan-1-ol et  $B$  est le 3-méthylbutan-1-ol. On réalise la synthèse de l'éthanoate de 3-méthylbutyle noté  $E$  en faisant réagir l'acide éthanoïque  $C$  avec l'un des alcools  $A$  ou  $B$  en présence de quelques gouttes d'acide sulfu-

rique concentré. La réaction de 53,0 g de  $C$  et 33,0 g de l'alcool adéquat permet, après purification, d'obtenir 37,0 mL d'ester de masse volumique  $\mu = 0,870$   $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

1. Donner les formules semi-développées, puis les formules brutes de  $A$  et  $B$ . Que peut-on dire de ces alcools ?
2. Donner la formule semi-développée de  $E$ .
3. Quel alcool faut-il faire réagir avec  $C$  pour obtenir  $E$  ?
4. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ?
5. Calculer le rendement de cette synthèse.

## Exercices expérimentaux ou documentaires

### 31. Synthèse du benzoate de propyle\*

(voir résoudre un exercice)

Dans un ballon introduire  $V_1 = 20,0$  mL de propan-1-ol,  $m_2 = 10,0$  g d'acide benzoïque  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}_2\text{H}$ , une pointe de spatule d'acide paratoluènesulfonique (APTS), source d'ions  $\text{H}^+$ , et quelques grains de pierre ponce. Chauffer ce mélange à reflux pendant 2 heures puis le laisser refroidir à température ambiante.

Ajouter alors environ 30 mL d'éther éthylique et 150 mL d'eau, agiter et transvaser le mélange dans une ampoule à décanter en retenant la pierre ponce. Évacuer la phase aqueuse et le léger précipité blanc qui s'y trouve en suspension.

Laver la phase organique restante à l'aide d'une solution saturée d'hydrogénocarbonate de sodium  $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$  jusqu'à ce que le pH de la phase aqueuse soit voisin de 7.

Évacuer cette phase, puis sécher la phase organique avec du sulfate de magnésium anhydre. Filtrer l'ensemble sur un peu de laine de verre. Distiller le filtrat ainsi recueilli : une première fraction passe dès 34 °C puis quelques gouttes passent à 97 °C. Le résidu est alors récupéré et pesé ; on trouve  $m = 10,7$  g.

1. a. Faire un schéma légendé du montage à reflux utilisé. **SOS**
- b. Quel intérêt présente un tel montage ? À quoi sert la pierre ponce ?
2. Dessiner l'ampoule à décanter en précisant la position des phases. Quelle est la nature du solide blanc en suspension dans la phase aqueuse ? **SOS**
3. Lors du lavage à l'aide de la solution saturée d'hydrogénocarbonate de sodium il se produit un important dégagement gazeux. Quelle est sa nature ? Écrire l'équation de sa formation.
4. Que signifie *sécher la phase organique* ?
5. Quelle est la nature des deux fractions qui distillent ? Quelle est celle du résidu ?
6. Déterminer le rendement de cette synthèse.
7. Citer deux techniques permettant d'identifier le produit obtenu et de vérifier sa pureté.
8. Quelles précautions doit-on prendre pour réaliser cette manipulation, au vu des pictogrammes ?

**Données :**

Substance	$\mu$ ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	$\theta_{\text{eb}}$ (°C)	Solubilité dans l'eau	Solubilité dans l'éther	Pictogramme
propan-1-ol	0,80	97	grande	grande	
acide benzoïque	-	249	faible	bonne	
benzoate de propyle	1,02	231	très faible	bonne	
APTS	-	-	très bonne	bonne	
éther éthylique	0,71	34	faible	-	

$\text{pK}_A$  :

- du couple  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}_2\text{H}/\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}_2^-$  : 4,2
- du couple  $\text{CO}_2(\text{aq}), \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$  : 6,4