



Chapitre 9 : Comment synthétiser des espèces chimiques organiques ?

I. Étapes d'un protocole.

- Identifier, dans un protocole, les étapes de transformation des réactifs, d'isolement, de purification et d'analyse (identification, pureté) du produit synthétisé.
- Justifier, à partir des propriétés physico-chimiques des réactifs et produits, le choix de méthodes d'isolement, de purification ou d'analyse.
- Schématiser des dispositifs expérimentaux des étapes d'une synthèse et les légender.

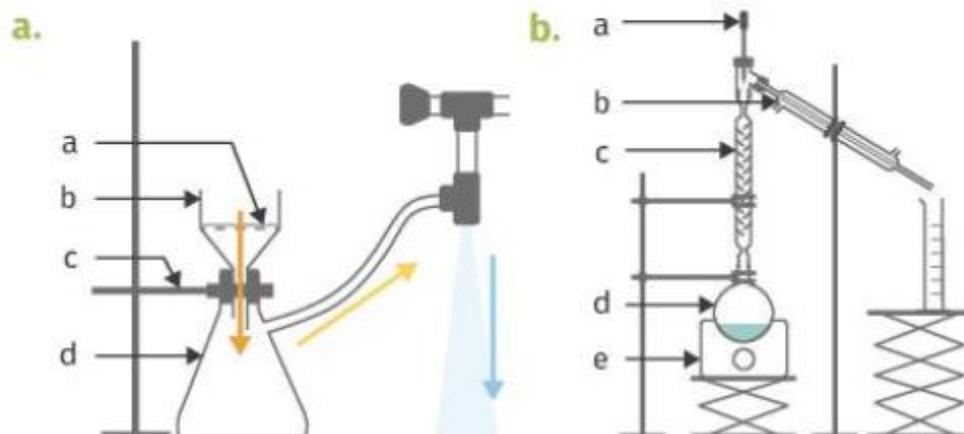
QCM page 179

1. Lors d'une synthèse en chimie organique, l'extraction liquide/liquide est une étape qui sert à :	la transformation des réactifs.	l'isolement du produit.	la purification du produit.
2. Pour purifier un liquide, on peut utiliser :	une distillation fractionnée.	une filtration sous vide.	une recristallisation.
3. Une filtration sous vide permet de :	purifier un liquide.	isoler un solide.	analyser le produit obtenu.
1. La chromatographie sur couche mince permet de déterminer :	la pureté et la quantité de produit formé.	la nature et la pureté du produit formé.	la nature et la quantité de produit formé.
2. Pour calculer le rendement d'une synthèse, on peut calculer le rapport entre la quantité de matière de produit obtenu et :	la masse de réactif utilisé.	la masse maximale de produit que l'on aurait pu obtenir.	la quantité de matière maximale de produit que l'on aurait pu obtenir.
3. Le rendement maximal d'une synthèse est de :	90 %.	100 %.	200 %.
1. Lors du lavage d'un solide suite à une filtration, le solvant choisi doit être tel que :	le produit et les impuretés y sont très solubles.	seules les impuretés y sont très solubles.	seul le produit y est très soluble.
2. Choisir le schéma qui correspond à un dispositif de distillation fractionnée.			

Ex 8 page 180

8 Légènder des schémas

- Légènder les schémas suivants et indiquer le nom du dispositif correspondant.



Ex 9 page 180

9 Synthèse du cyclohexanol

✓ RAI/ANA : Justifier un protocole

Voici des extraits du protocole expérimental de la synthèse du cyclohexanol par réduction de la cyclohexanone :

- dans un ballon, placer la cyclohexanone, l'éthanol et le réducteur puis laisser réagir durant 20 minutes ;
- verser ensuite le mélange obtenu dans une ampoule à décanter et extraire la phase aqueuse à l'aide d'éther ;
- réaliser une distillation fractionnée de la phase organique après l'avoir lavée et séchée.

1. Identifier les étapes de transformation des réactifs, d'isolement, de purification ou d'analyse du produit.
2. Dans quel état physique se trouve, a priori, le cyclohexanol à la fin de la synthèse ?

Ex 10 page 181

11 Synthèse de l'eugénol

✓ RAI/ANA : Justifier un protocole

Après une synthèse, on réalise une CCM et on obtient le chromatogramme ci-contre. Le dépôt A correspond à l'eugénol commercial et le dépôt B au produit obtenu.



1. La synthèse a-t-elle permis de former de l'eugénol ?
2. Le composé obtenu est-il pur ?

Ex 13 page 181

13 Première étape de la fabrication d'un savon

✓ RAI/ANA : Justifier un protocole

Pour réaliser la synthèse d'un savon, on chauffe à reflux pendant 30 min un mélange constitué d'oléine, d'hydroxyde de sodium (soude), d'éthanol et de quelques grains de pierre ponce. On transvase le mélange obtenu dans un bécher contenant de l'eau salée.

1. Représenter le schéma du montage utilisé pour la première étape et le légènder.
2. Quels sont les deux intérêts d'un tel montage ?
3. Quel est le rôle de l'éthanol ? De la pierre ponce ?
4. Représenter et légènder le schéma du montage utilisé pour la filtration.

Données

Propriété/espèce	Oléine	Soude	Savon
Solubilité dans l'eau	Insoluble	Soluble	Soluble
Solubilité dans l'éthanol	Soluble	Soluble	-
Solubilité dans l'eau salée	Insoluble	Soluble	Peu soluble

II. Rendement d'une synthèse.

Thème 1 : Constitution et transformations de la matière.

- Déterminer, à partir d'un protocole et de données expérimentales, le rendement d'une synthèse.

Ex page 181

14 Rendement d'un produit solide

✓ RAI/MOD : Modéliser une transformation chimique

On fait réagir $5,0 \times 10^{-2}$ mol de géraniol $C_{10}H_{18}O$ et $6,0 \times 10^{-2}$ mol d'acide éthanoïque $C_2H_4O_2$. Après traitement, on isole 6,9 g d'éthanoate de géranyle $C_{12}H_{20}O_2$.

1. Déterminer la quantité de matière maximale de produit qui aurait pu être synthétisée.
2. En déduire le rendement de la réaction.

Données

• Équation de la réaction :



• Masse molaire de l'éthanoate de géranyle :

$$M = 196,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}.$$

15 Rendement d'un produit liquide

✓ RAI/MOD : Modéliser une transformation chimique

On réalise la synthèse de l'éthanoate d'isoamyle $C_7H_{14}O$ à partir de 20 mL d'alcool isoamylique $C_5H_{12}O$ et de 15 mL d'acide éthanoïque $C_2H_4O_2$.

On obtient un volume d'ester égal à 20,4 mL.

1. Calculer les quantités de matière de chacun des réactifs et montrer que l'acide acétique est en excès.
2. Déterminer la valeur du rendement de cette synthèse.

Données

• Équation de la réaction :



- $M_{\text{acide acétique}} = 60,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\rho_{\text{acide acétique}} = 1,05 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$;
- $M_{\text{alcool isoamylique}} = 88,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\rho_{\text{alcool isoamylique}} = 0,81 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$;
- $M_{\text{acétate d'isoamyle}} = 130,2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\rho_{\text{acétate d'isoamyle}} = 0,86 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

16 Élaboration d'un protocole

✓ RAI/MOD : Modéliser une transformation chimique

On souhaite synthétiser 10 g de benzoate de méthyle $C_8H_8O_2$ à partir d'acide benzoïque $C_7H_6O_2$ et de méthanol CH_4O .

- Sachant que cette synthèse a un rendement de 70 %, déterminer le volume minimal de méthanol et la masse minimale d'acide benzoïque à utiliser.

Données

• Équation de la réaction : $C_7H_6O_2 + CH_4O \rightleftharpoons C_8H_8O_2 + H_2O;$

- $M_{\text{acide benzoïque}} = 122,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\rho_{\text{acide benzoïque}} = 1,27 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$;
- $M_{\text{méthanol}} = 32,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\rho_{\text{méthanol}} = 0,79 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$;
- $M_{\text{benzoate de méthyle}} = 136,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\rho_{\text{benzoate de méthyle}} = 1,10 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Ex 19 page 183

On réalise la synthèse de l'aspirine $C_9H_8O_4$ à partir d'acide salicylique $C_7H_6O_3$ et d'anhydride éthanoïque $C_4H_6O_3$ selon la réaction suivante :



À partir de 10,0 g d'acide salicylique et de 14,0 mL d'anhydride éthanoïque, on obtient, après traitements et purification, 6,2 g d'aspirine.



1. Quel est le réactif en excès ?
2. Déterminer la valeur du rendement de la synthèse.
3. Commenter l'efficacité de cette synthèse.

Données

Espèce chimique	Masse molaire	Masse volumique
Acide salicylique	$138 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	-
Anhydride éthanoïque	$102 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	$1,082 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$
Aspirine	$180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	-

21 Synthèse d'un halogénoalcane

✓ RAI/MOD : Modéliser une transformation chimique

On souhaite réaliser la synthèse du 2-chloro-2-méthylbutane à partir de 25 mL 2-méthylbutan-2-ol et d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$; $\text{Cl}^-(\text{aq})$). On obtient en fin de synthèse un volume $V = 24,1$ mL de produit pur.

1. Sachant que cette réaction permet de remplacer un groupement hydroxyle par un atome de chlore, écrire l'équation bilan permettant de modéliser cette transformation.
2. Proposer une méthode permettant de vérifier la pureté du produit obtenu.
3. Calculer la quantité de matière de produit pur obtenu.
4. Sachant que l'acide chlorhydrique est introduit en excès, déterminer le rendement de cette synthèse.

Données

Espèce chimique	2-méthylbutan-2-ol	2-chloro-2-méthylbutane
Densité	0,805	0,865
Solubilité	Soluble dans l'eau	Peu soluble dans l'eau
Masse molaire	$88,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	$106,6 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Température d'ébullition	$102 \text{ }^\circ\text{C}$	$85,6 \text{ }^\circ\text{C}$

Les incontournables

- Données** • La masse volumique de l'eau salée est $1,1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.
 • Dans le tableau suivant, M désigne la masse molaire, $T_{\text{éb}}$ et T_f les températures d'ébullition et de fusion à pression atmosphérique, ρ la masse volumique.

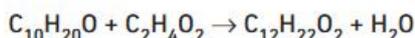
	M (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)	$T_{\text{éb}}$ (en $^{\circ}\text{C}$)	T_f (en $^{\circ}\text{C}$)	Solubilité dans l'eau salée	ρ (en $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	Pictogrammes de danger
Menthol $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$	156	212	41	Faible	0,89	
Acide éthanóique $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	60	118	16	Élevée	1,05	
Éthanoate de menthyle $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_2$	198	227	< 0	Nulle	0,92	

Pour les exercices 26 et 33

L'éthanoate de menthyle est une espèce chimique présente dans l'huile essentielle de menthe poivrée. Il est utilisé en parfumerie ou en cosmétique. On peut le synthétiser au laboratoire selon la réaction chimique d'équation :



Crème qui contient de l'éthanoate de menthyle.



Les étapes de sa synthèse sont les suivantes.

Étape W. Réaliser une chromatographie sur couche mince.

Étape X. Chauffer à reflux un mélange de 10 g de menthol et de 10 mL d'acide éthanóique avec quelques grains de pierre ponce pendant 1 h.

Étape Y. Après plusieurs lavages à l'eau salée, sécher la phase organique avec du sulfate de magnésium anhydre. Éliminer le solide formé à l'aide d'une filtration simple.

Étape Z. Après refroidissement, verser le mélange dans une ampoule à décanter et ajouter 10 mL d'eau salée. Recueillir la phase organique.

26 Les étapes de la synthèse ont été mélangées.

- En justifiant, numéroter les étapes dans l'ordre chronologique.

27 **À l'oral** Pour la synthèse de l'éthanoate de menthyle :

- quel est l'état physique des réactifs et des produits à 20°C , puis à 60°C ? Justifier.
- quelles précautions de sécurité et de récupération faut-il prendre? Justifier.

28 On s'intéresse à l'**étape X** du protocole.

- À quoi servent le chauffage à reflux et la pierre ponce?
- Schématiser et légénder le montage utilisé lors du chauffage à reflux.

29 On s'intéresse à l'**étape Z** du protocole.

a. En considérant que la synthèse de l'éthanoate de menthyle est une transformation totale, quel est le réactif limitant? (Voir les données de l'**étape X**.)

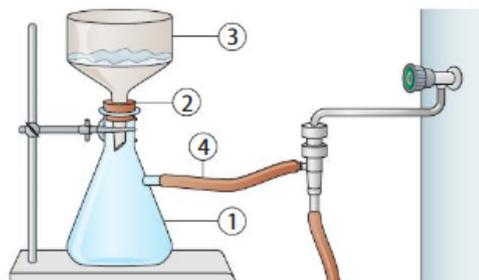
b. Représenter l'ampoule à décanter en indiquant ce que contient chaque phase. Justifier leurs positions relatives.

30 On s'intéresse à l'**étape Y** du protocole.

a. À quoi sert la filtration?

b. Quel est l'avantage d'une filtration sur Büchner par rapport à une filtration simple?

Légénder le schéma ci-dessous d'une filtration sur Büchner en attribuant un nom à chaque numéro.



31 On s'intéresse à l'**étape W** du protocole.

a. Quels dépôts s'agit-il de réaliser sur la plaque?

b. Dessiner l'allure du chromatogramme obtenu si l'on suppose que l'éthanoate de menthyle synthétisé est pur.

32 Proposer une autre technique pour identifier et vérifier la pureté :

- du menthol;
- de l'éthanoate de menthyle.

33 La synthèse de l'éthanoate de menthyle permet, après un chauffage d'une heure, d'obtenir 5,8 mL d'éthanoate de menthyle pur. (Voir les données de l'**étape X**.)

- Déterminer le rendement de la synthèse.
- Comment ce rendement aurait-il été modifié si l'on n'avait pas chauffé?
- Comment pourrait-on améliorer le rendement?