

1 Les étapes d'une synthèse chimique

a. La synthèse chimique

Une **synthèse** est la fabrication d'une espèce chimique au laboratoire.

La chimie de synthèse permet de reproduire des espèces chimiques naturelles ou d'en créer de nouvelles. Ces espèces sont souvent mieux adaptées, plus performantes et moins chères que celles extraites de la nature (doc. A).

• La synthèse d'une espèce chimique au laboratoire s'effectue en général en quatre étapes :



• Si nécessaire, une **étape de purification** peut ensuite être réalisée.

b. Étape 1 : le prélèvement des réactifs

• Avant de prélever les réactifs, il faut rechercher leurs **pictogrammes de danger** et les consignes de sécurité associées.

• Si le réactif utilisé pour réaliser une synthèse est :

- un **solide** : on pèse alors une masse m ;
- un **soluté** : on mesure alors un volume de solution V_{solution} ;
- un **liquide** : on pèse alors une masse m ou on mesure un volume V .

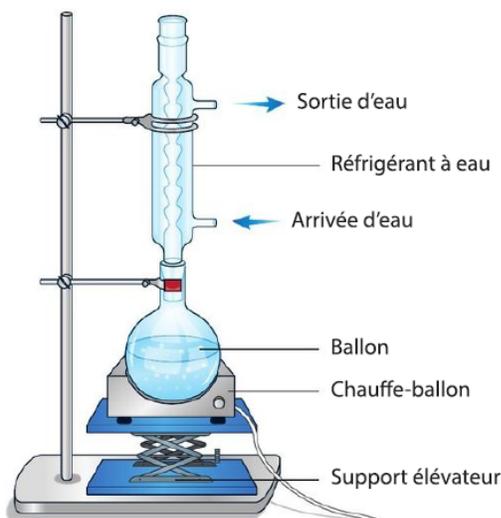
c. Étape 2 : la transformation chimique

Le produit est formé au cours de l'étape de **transformation chimique**.

Une augmentation de la température permet, en général, d'accélérer la réaction et de favoriser la dissolution des réactifs solides. À la fin de la transformation chimique, le milieu réactionnel est refroidi.

Le montage de **chauffage à reflux** permet de chauffer le milieu réactionnel tout en évitant les pertes de matière par vaporisation grâce au réfrigérant qui liquéfie les vapeurs.

Exemple : Dessin d'un montage de chauffage à reflux.



A La vanille de synthèse



> Pour des raisons de coût, on préfère synthétiser l'arôme de vanille que l'extraire naturellement.

Une fois la transformation chimique terminée, pourquoi refroidit-on le milieu réactionnel ?
Le milieu réactionnel est refroidi pour liquéfier les vapeurs toxiques et/ou pour favoriser la précipitation dans le cas de la synthèse d'un solide.

Pourquoi le support élévateur est-il en position haute ?
Pour pouvoir éloigner rapidement la source de chaleur.

Pourquoi ajoute-t-on parfois de la pierre ponce dans le ballon ?
La pierre ponce permet d'agiter et donc d'homogénéiser le mélange.

d. Étape 3 : l'isolement

L'**isolement** consiste à séparer le produit du milieu réactionnel (réactifs n'ayant pas réagi, autres produits de la réaction, solvant, etc.). L'isolement conduit au produit brut.

• Cas de l'isolement d'un produit solide :

Exemple : Isolement de l'**allantoïne**.

B Dispositif de filtration sous vide



> Lorsque l'eau circule, une aspiration dans la fiole à vide est créée grâce à la trompe à eau.

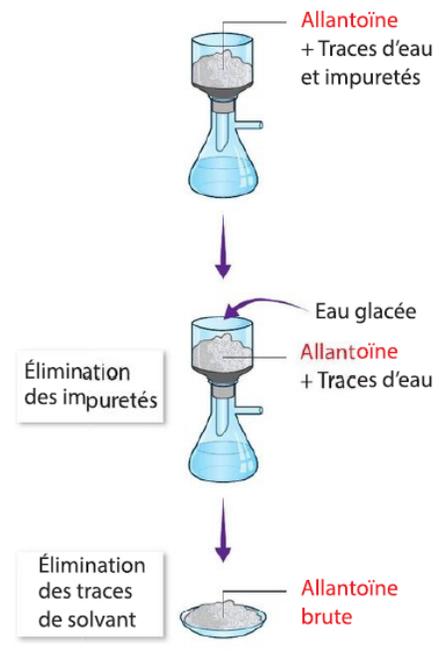
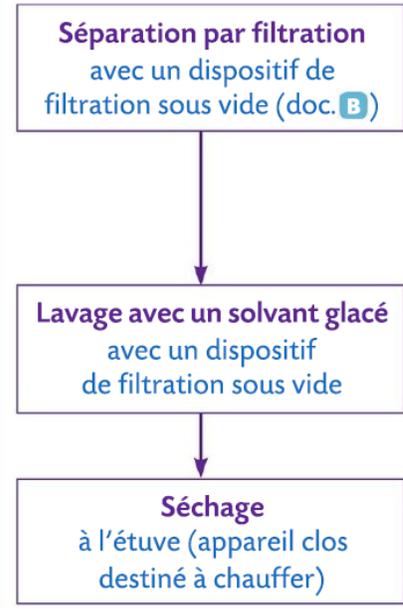
Pourquoi le solvant de lavage doit-il être glacé ?
Plus le solvant de lavage est froid, moins il solubilise le produit solide et plus on limite les pertes.

Pourquoi agite-t-on l'ampoule à décanter ?
On agite l'ampoule à décanter pour augmenter la surface de contact entre les deux phases et augmenter la vitesse de transfert des espèces.

C Ampoule à décanter

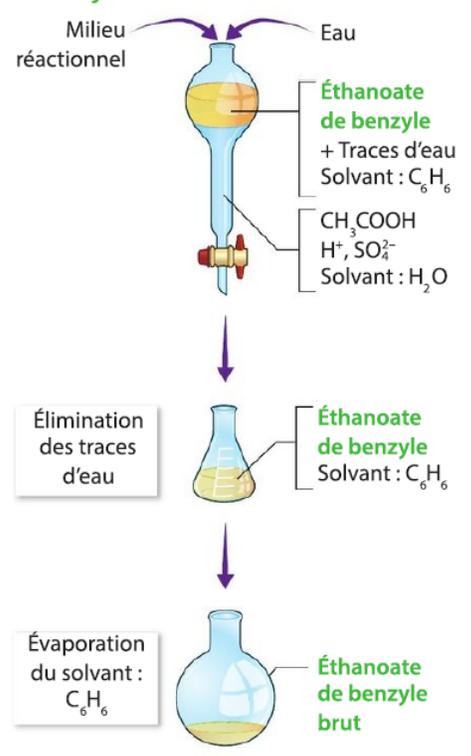
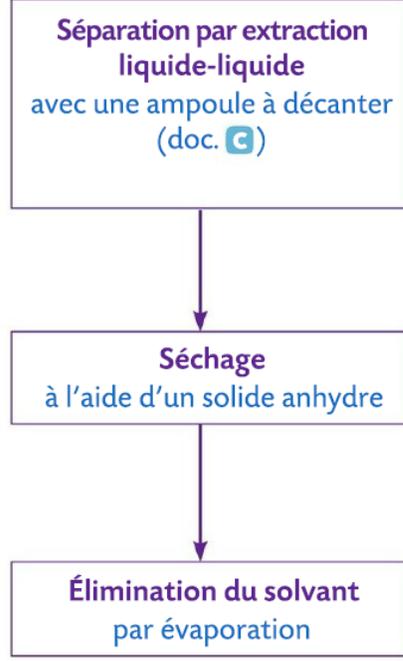


> Une ampoule à décanter permet de séparer deux liquides non miscibles.



• Cas de l'isolement d'un produit liquide :

Exemple : Isolement de l'**éthanoate de benzyle**.



e. Étape 4 : l'analyse

L'étape d'**analyse** permet l'identification de l'espèce chimique obtenue et le contrôle de sa pureté.

D Mesure d'une caractéristique physique



> Le banc Köfler permet de mesurer la température de fusion d'un solide.

• Mesure d'une caractéristique physique :

Pour identifier une espèce chimique, il est possible de mesurer l'une de ses **caractéristiques physiques** et de la comparer avec les valeurs répertoriées dans des tables de données.

Ces méthodes d'analyse dépendent en général de l'état physique du produit :

- pour un **solide**, on peut mesurer sa température de fusion (doc. **D**) ;
- pour un **liquide**, on peut mesurer sa masse volumique, sa température d'ébullition ou son indice de réfraction.

• Méthodes chromatographiques ou spectroscopiques :

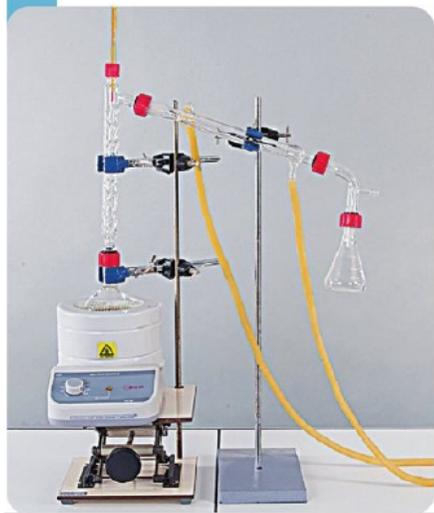
Les méthodes **chromatographiques** et **spectroscopiques** sont adaptées à l'analyse des espèces chimiques solides et liquides.

f. L'étape éventuelle de purification

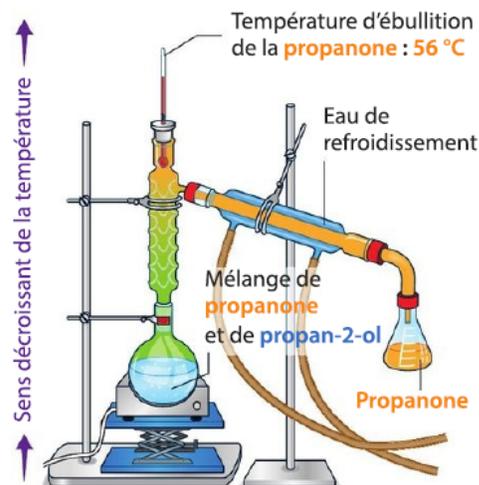
• Il est parfois nécessaire de **purifier** le produit obtenu. Pour purifier un liquide, on peut réaliser un montage de distillation fractionnée (doc. **E**).

Une **distillation fractionnée** permet de séparer les constituants d'un mélange de liquides miscibles ayant des températures d'ébullition nettement différentes. Le liquide le plus volatil est le **distillat**.

E Montage de distillation fractionnée



Exemple : Le propan-2-ol peut être obtenu à partir de la propanone. Si à la fin de la synthèse, il reste encore quelques traces de propanone, on peut les éliminer par distillation. En s'élevant dans la colonne à distiller, le mélange s'enrichit en constituant le plus volatil : la **propanone** ($T_{\text{éb}} = 56\text{ }^{\circ}\text{C}$). Le liquide dans le ballon s'enrichit en constituant le moins volatil : le **propan-2-ol** ($T_{\text{éb}} = 82\text{ }^{\circ}\text{C}$).



2 Le rendement

Le **rendement** η de la synthèse est le quotient de la quantité n_p de produit P effectivement obtenue par la quantité maximale n_{max} attendue. Il peut s'exprimer en pourcent.

$$\text{Sans unité} \rightarrow \eta = \frac{n_p}{n_{\text{max}}} \quad \left\{ \begin{array}{l} n_p \text{ et } n_{\text{max}} \\ \text{en mol} \end{array} \right.$$

Plusieurs raisons peuvent expliquer un rendement faible :

- la totalité du réactif limitant n'a pas été consommée ;
- le refroidissement n'a pas permis à tout le solide de précipiter ;
- des pertes de produit ont eu lieu lors des manipulations ;
- la réaction n'est pas totale, etc.

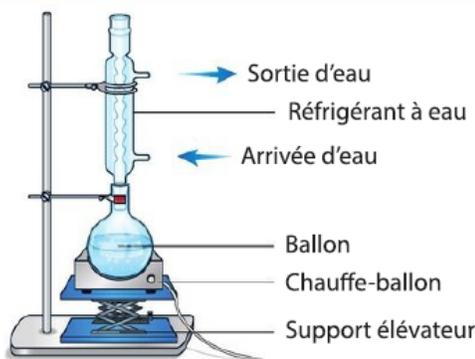
1 Les étapes d'une synthèse chimique

Étape 1 : Prélèvement des réactifs

Avant de prélever les réactifs, rechercher les pictogrammes de danger et suivre les consignes de sécurité pour les prélèvements.



Étape 2 : Transformation chimique



> Montage de chauffage à reflux

- Utiliser un **montage de chauffage à reflux** permet :
 - de chauffer le milieu réactionnel pour accélérer la transformation chimique et favoriser la dissolution des solides ;
 - d'éviter les pertes par vaporisation grâce au réfrigérant.
- À la fin de la transformation, **refroidir** le milieu réactionnel permet de liquéfier les vapeurs éventuellement toxiques et favorise éventuellement la précipitation du solide.

Étape 3 : Isolement

Produit solide

- Réaliser :
- une filtration (le plus souvent sous vide) ;
 - un lavage avec un solvant glacé ;
 - un séchage à l'étuve.

Produit liquide

- Réaliser :
- une extraction liquide-liquide ;
 - un séchage avec un solide anhydre ;
 - la vaporisation du solvant s'il y en a un.

Étape 4 : Analyse

Produit solide

Mesurer une température de fusion.

Produit liquide ou solide

- Réaliser :
- une chromatographie sur couche mince (CCM) ;
 - un spectre infrarouge (IR).

Produit liquide

- Mesurer :
- une température d'ébullition ;
 - une masse volumique ;
 - un indice de réfraction.

Étape 5 : Éventuelle purification

2 Le rendement

Rendement (sans unité) $\rightarrow \eta = \frac{n_p}{n_{\max}}$

n_p ← Quantité de produit effectivement obtenue (mol)

n_{\max} ← Quantité maximale de produit attendue (mol)

d. Étape 3 : l'isolement

L'**isolement** consiste à séparer le produit du milieu réactionnel (réactifs n'ayant pas réagi, autres produits de la réaction, solvant, etc.). L'isolement conduit au produit brut.

• Cas de l'isolement d'un produit solide :

Exemple : Isolement de l'**allantoïne**.

B Dispositif de filtration sous vide



> Lorsque l'eau circule, une aspiration dans la fiole à vide est créée grâce à la trompe à eau.

Pourquoi le solvant de lavage doit-il être glacé ?

Plus le solvant de lavage est froid, moins il solubilise le produit solide et plus on limite les pertes.

Pourquoi agite-t-on l'ampoule à décanter ?

On agite l'ampoule à décanter pour augmenter la surface de contact entre les deux phases et augmenter la vitesse de transfert des espèces.

C Ampoule à décanter

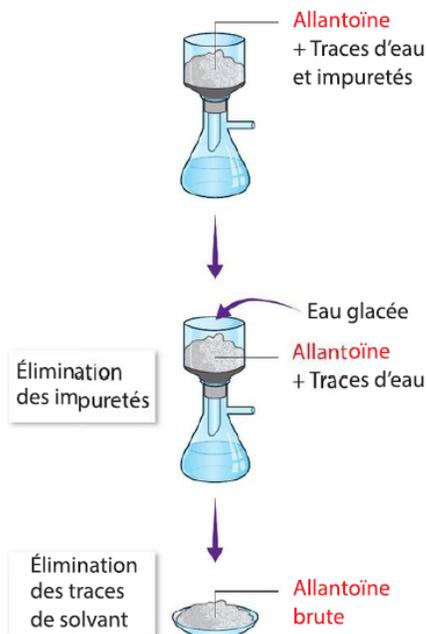


> Une ampoule à décanter permet de séparer deux liquides non miscibles.

Séparation par filtration avec un dispositif de filtration sous vide (doc. B)

Lavage avec un solvant glacé avec un dispositif de filtration sous vide

Séchage à l'étuve (appareil clos destiné à chauffer)



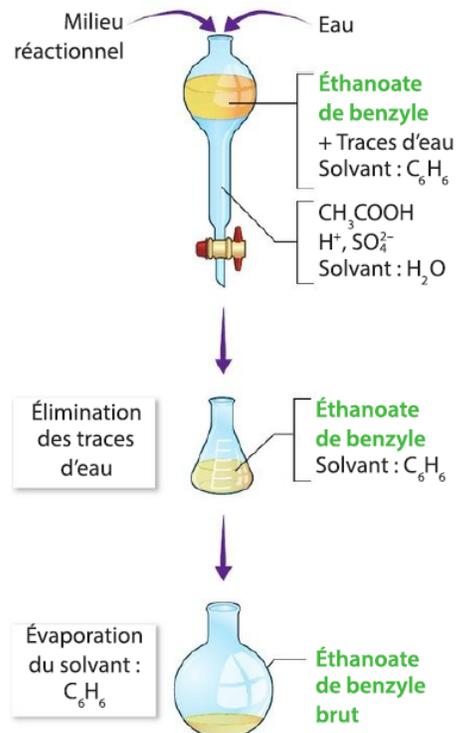
• Cas de l'isolement d'un produit liquide :

Exemple : Isolement de l'**éthanoate de benzyle**.

Séparation par extraction liquide-liquide avec une ampoule à décanter (doc. C)

Séchage à l'aide d'un solide anhydre

Élimination du solvant par évaporation



e. Étape 4 : l'analyse

L'étape d'**analyse** permet l'identification de l'espèce chimique obtenue et le contrôle de sa pureté.

D Mesure d'une caractéristique physique



> Le banc Köfler permet de mesurer la température de fusion d'un solide.

• Mesure d'une caractéristique physique :

Pour identifier une espèce chimique, il est possible de mesurer l'une de ses **caractéristiques physiques** et de la comparer avec les valeurs répertoriées dans des tables de données.

Ces méthodes d'analyse dépendent en général de l'état physique du produit :
– pour un **solide**, on peut mesurer sa température de fusion (doc. **D**) ;
– pour un **liquide**, on peut mesurer sa masse volumique, sa température d'ébullition ou son indice de réfraction.

• Méthodes chromatographiques ou spectroscopiques :

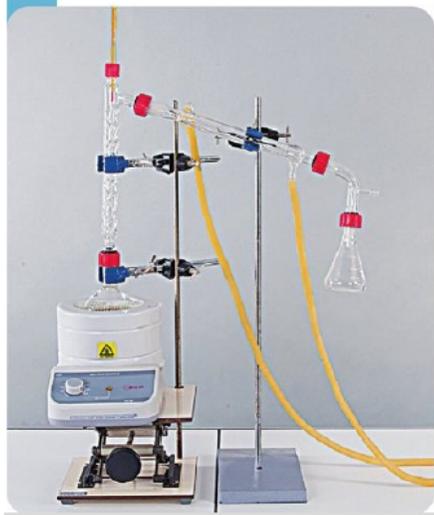
Les méthodes **chromatographiques** et **spectroscopiques** sont adaptées à l'analyse des espèces chimiques solides et liquides.

f. L'étape éventuelle de purification

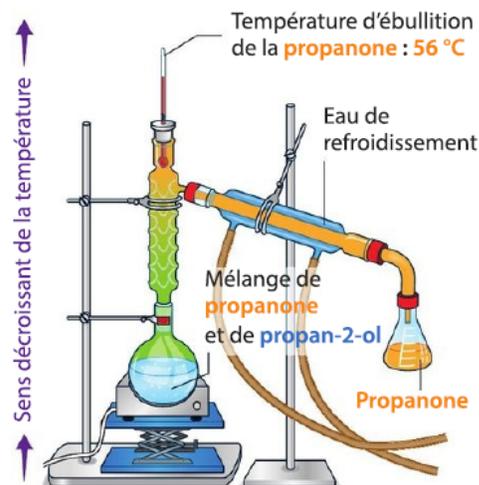
• Il est parfois nécessaire de **purifier** le produit obtenu. Pour purifier un liquide, on peut réaliser un montage de distillation fractionnée (doc. **E**).

Une **distillation fractionnée** permet de séparer les constituants d'un mélange de liquides miscibles ayant des températures d'ébullition nettement différentes. Le liquide le plus volatil est le **distillat**.

E Montage de distillation fractionnée



Exemple : Le propan-2-ol peut être obtenu à partir de la propanone. Si à la fin de la synthèse, il reste encore quelques traces de propanone, on peut les éliminer par distillation. En s'élevant dans la colonne à distiller, le mélange s'enrichit en constituant le plus volatil : la **propanone** ($T_{\text{éb}} = 56\text{ °C}$). Le liquide dans le ballon s'enrichit en constituant le moins volatil : le **propan-2-ol** ($T_{\text{éb}} = 82\text{ °C}$).



2 Le rendement

Le **rendement** η de la synthèse est le quotient de la quantité n_p de produit P effectivement obtenue par la quantité maximale n_{max} attendue. Il peut s'exprimer en pourcent.

$$\text{Sans unité} \rightarrow \eta = \frac{n_p}{n_{\text{max}}} \quad \left\{ \begin{array}{l} n_p \text{ et } n_{\text{max}} \\ \text{en mol} \end{array} \right.$$

Plusieurs raisons peuvent expliquer un rendement faible :

- la totalité du réactif limitant n'a pas été consommée ;
- le refroidissement n'a pas permis à tout le solide de précipiter ;
- des pertes de produit ont eu lieu lors des manipulations ;
- la réaction n'est pas totale, etc.

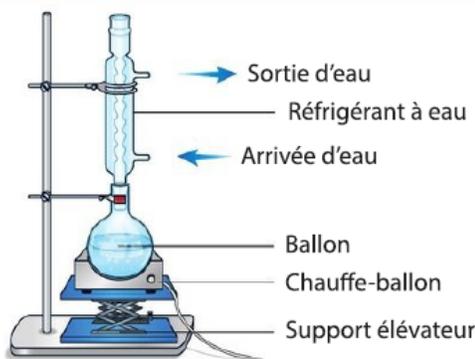
1 Les étapes d'une synthèse chimique

Étape 1 : Prélèvement des réactifs

Avant de prélever les réactifs, rechercher les pictogrammes de danger et suivre les consignes de sécurité pour les prélèvements.



Étape 2 : Transformation chimique



> Montage de chauffage à reflux

- Utiliser un **montage de chauffage à reflux** permet :
 - de chauffer le milieu réactionnel pour accélérer la transformation chimique et favoriser la dissolution des solides ;
 - d'éviter les pertes par vaporisation grâce au réfrigérant.
- À la fin de la transformation, **refroidir** le milieu réactionnel permet de liquéfier les vapeurs éventuellement toxiques et favorise éventuellement la précipitation du solide.

Étape 3 : Isolement

Produit solide

- Réaliser :
- une filtration (le plus souvent sous vide) ;
 - un lavage avec un solvant glacé ;
 - un séchage à l'étuve.

Produit liquide

- Réaliser :
- une extraction liquide-liquide ;
 - un séchage avec un solide anhydre ;
 - la vaporisation du solvant s'il y en a un.

Étape 4 : Analyse

Produit solide

Mesurer une température de fusion.

Produit liquide ou solide

- Réaliser :
- une chromatographie sur couche mince (CCM) ;
 - un spectre infrarouge (IR).

Produit liquide

- Mesurer :
- une température d'ébullition ;
 - une masse volumique ;
 - un indice de réfraction.

Étape 5 : Éventuelle purification

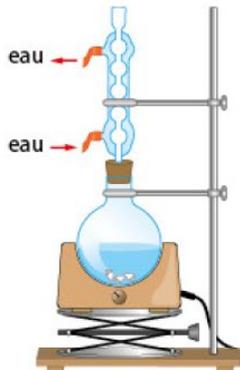
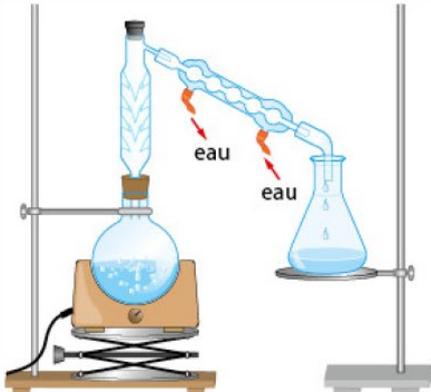
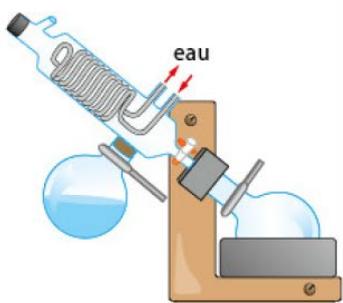
2 Le rendement

Rendement (sans unité) $\rightarrow \eta = \frac{n_p}{n_{\max}}$

n_p ← Quantité de produit effectivement obtenue (mol)

n_{\max} ← Quantité maximale de produit attendue (mol)

1 Mise en œuvre de la transformation chimique

	A	B	C
1 L'ordre des étapes d'une synthèse organique est toujours :	transformation, isolement, purification, identification.	transformation, isolement, identification, purification.	transformation, extraction, purification, identification.
2 La présence d'un solvant :	permet de rendre la transformation plus rapide.	favorise la miscibilité des réactifs.	impose la température de chauffage du milieu réactionnel.
3 Le montage du chauffage à reflux est :			

2 Vers l'obtention d'un produit pur

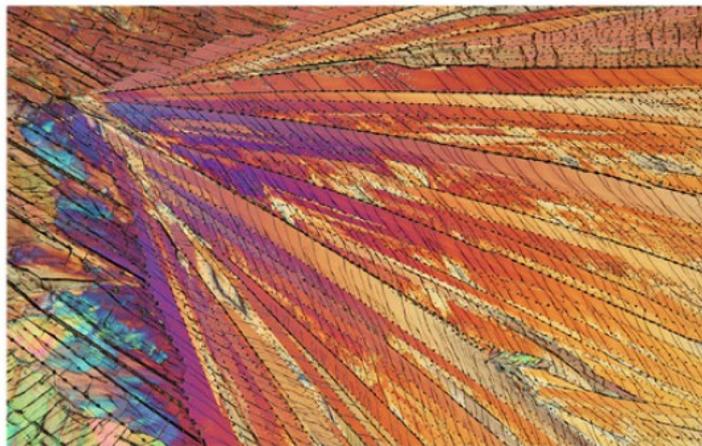
	A	B	C
4 L'extraction liquide-liquide consiste à ajouter au milieu réactionnel :	de l'eau pour éliminer les produits indésirables.	un solvant non miscible dans lequel le produit recherché est plus soluble.	de l'eau pour obtenir un mélange hétérogène.
5 La cristallisation d'un solide dans le milieu réactionnel est généralement favorisée par :	l'ajout d'eau.	une diminution de la température.	une modification du pH.
6 La distillation du milieu réactionnel permet :	de séparer des liquides miscibles.	d'isoler le produit recherché de celui-ci.	d'en augmenter la température.

3 Analyse de la voie de synthèse

	A	B	C
7 L'identification du produit recherché est permise par :	la mesure de sa température de changement d'état.	l'analyse de son spectre infrarouge.	la mise en œuvre d'une chromatographie sur couche mince.
8 Le rendement d'une synthèse :	augmente parfois quand la quantité de matière d'un des réactifs augmente.	augmente quand la température de la transformation augmente.	dépend du caractère total ou non de la transformation.

11 Synthèse de l'acétanilide

L'acétanilide, de formule C_8H_9NO , est un médicament qui sert à combattre la fièvre. Les molécules s'organisent en cristaux (photo).



Le protocole de la synthèse de l'acétanilide commence ainsi :

Dans un erlenmeyer bien sec, introduire successivement 10,0 mL d'aniline **A**, puis 15,0 mL d'acide éthanoïque pur **B**. Chauffer jusqu'à dissolution complète de l'aniline. Ajouter alors 15,0 mL d'anhydride éthanoïque **C**. Adapter un réfrigérant à air, puis chauffer au bain-marie (80 °C) pendant 20 minutes.

Données :

	Solubilité	Pictogrammes de sécurité
A	dans l'eau ; très grande dans l'acide éthanoïque	
B	dans l'eau et les solvants organiques	
C	s'hydrolyse en acide éthanoïque en présence d'eau	

1. Quelles précautions prendre pour prélever les espèces chimiques ?
2. Pourquoi ne pas utiliser d'eau pour homogénéiser le milieu réactionnel mais de l'acide éthanoïque ?

12 Synthèse de l'aspirine

On réalise la synthèse de l'aspirine à partir de l'anhydride éthanoïque et de l'acide salicylique. Les étapes du protocole de la synthèse sont données en désordre ci-dessous :

- A** Ajouter de l'eau froide dans le milieu réactionnel.
- B** Réaliser un montage de chauffage à reflux, et chauffer pendant une vingtaine de minutes.
- C** Les cristaux récupérés sont impurs. Les purifier par recristallisation. Filtrer de nouveau sur Büchner et peser les cristaux récupérés.
- D** Introduire dans un ballon 5,0 g d'acide salicylique, 10 mL d'anhydride éthanoïque et quelques gouttes d'acide sulfurique.
- E** Filtrer sur Büchner le mélange obtenu et récupérer les cristaux d'aspirine.

1. Remettre dans l'ordre les étapes de la synthèse.
2. Schématiser une filtration sur Büchner. Quel est son intérêt par rapport à une filtration « classique » ?

18 Synthèse de l'indigo

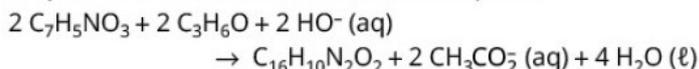
HISTOIRE DES SCIENCES

L'indigo est un colorant bleu obtenu par macération d'une plante appelée « pastel de teinturiers ». Au Moyen Âge, il servait à teindre les draps. Les feuilles de pastel sont compactées en boules appelées « cocagnes » (photo ci-contre). En 1882, les chimistes Baeyer et Drewsen publièrent le protocole de sa synthèse :



Dissoudre 0,50 g de 2-nitrobenzaldéhyde $C_7H_5NO_2$ dans 5,0 mL de propanone C_3H_6O et 10 mL d'eau distillée. Tout en agitant, ajouter lentement 5,0 mL de solution d'hydroxyde de sodium de concentration en quantité de matière $2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$: la couleur de la solution passe au jaune clair, puis fonce avant qu'un précipité d'indigo n'apparaisse. Filtrer sur Büchner, puis rincer le précipité. Après séchage, on obtient 0,20 g d'indigo.

L'équation de la réaction est donnée ci-après :



Données : $\rho(C_3H_6O) = 0,785 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$; $M_H = 1,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_C = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_O = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. Calculer la quantité de matière respective des réactifs introduits.
2. À l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer le réactif limitant.
3. En déduire la quantité d'indigo théoriquement obtenue.
4. Calculer le rendement de la réaction de synthèse.

20 Synthèse de la benzoïne par la méthode ZININ

La méthode ZININ est une méthode de synthèse de la benzoïne à partir du benzaldéhyde. Les ions cyanure y sont utilisés comme catalyseurs.

Voici le protocole de sa synthèse :

- 1 Dans un ballon à fond rond de 250 mL équipé d'un réfrigérant, introduire environ 20,0 mL d'éthanol, 15,0 mL de benzaldéhyde et 15,0 mL d'une solution aqueuse à 10 % en cyanure de potassium.
- 2 Chauffer à reflux pendant 30 minutes.
- 3 Refroidir le ballon et son contenu dans un mélange (eau + glace + sel) : la benzoïne cristallise.

- 4 Filtrer sur Büchner.
- 5 Laver le résidu solide avec 50 mL d'eau distillée glacée.
- 6 Essorer et sécher à l'étuve réglée à 100 °C.
- 7 Recrystalliser le produit brut dans l'éthanol.
- 8 Filtrer sur filtre Büchner.
- 9 Essorer et sécher à l'étuve réglée à 100 °C.
- 10 Mesurer la température de fusion et la masse de benzoïne solide obtenue.

Espèce chimique	Caractéristiques	Pictogrammes de sécurité
benzaldéhyde	$T_{\text{fusion}} = -26\text{ °C}$; $T_{\text{ébullition}} = 179\text{ °C}$ Masse volumique à 20 °C : $\rho = 1,04\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ Légèrement soluble dans l'eau Soluble dans l'éthanol	
benzoïne	$T_{\text{fusion}} = 137\text{ °C}$; $T_{\text{ébullition}} = 344\text{ °C}$ Masse volumique à 20 °C : $\rho = 1,04\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ Peu soluble dans l'eau Légèrement soluble dans l'éthanol	-
cyanure de potassium	$T_{\text{fusion}} = 635\text{ °C}$; $T_{\text{ébullition}} = 1\,625\text{ °C}$ Donne des ions K^+ (aq) et CN^- (aq) par dissolution dans l'eau Soluble dans l'eau et l'éthanol	

Attention

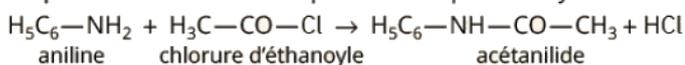
- Travailler sous une hotte aspirante.
- Porter constamment une paire de gants de protection.
- Récupérer les déchets dans un récipient de stockage approprié.

1. Au cours de quelle(s) étape(s) la benzoïne est-elle isolée du milieu réactionnel ?
2. Justifier la technique employée.
3. De quelle façon est purifié le produit recherché ? Justifier.

22 Synthèse de la tyrosine

Les protéines assurent une multitude de fonctions biologiques dans notre organisme. Vingt acides aminés différents participent à l'élaboration des protéines. Parmi eux, on trouve la tyrosine, une molécule présente dans de nombreux aliments.

L'équation de réaction de la première étape de sa synthèse est la suivante :



On réalise cette étape en faisant réagir 10,0 mL d'aniline avec un excès de chlorure d'éthanyle. La masse d'acétanilide obtenue est de 11,2 g.

1. Déterminer la quantité de matière d'aniline introduite.
2. En déduire l'avancement maximal de la réaction.
3. Calculer la quantité de matière d'acétanilide formée.
4. En déduire le rendement de cette première étape de la synthèse de la L-tyrosine.



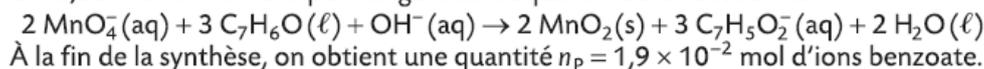
Données : masse volumique de l'aniline : $\rho = 1,02\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$.

Espèce chimique	Masse molaire (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	Température (en °C)	
		d'ébullition	de fusion
aniline	93,0	184	-6
chlorure d'éthanyle	78,5	51	-112
acétanilide	135,0	304	114

Le rendement d'une synthèse

| Effectuer des calculs.

Pour synthétiser des ions benzoate $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2^-$ (aq), on mélange un volume $V = 2,5\text{ mL}$ de benzaldéhyde $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ (l) avec un volume $V' = 150\text{ mL}$ d'une solution de concentration $C = 0,25\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions permanganate. L'équation de la réaction est :



À la fin de la synthèse, on obtient une quantité $n_p = 1,9 \times 10^{-2}\text{ mol}$ d'ions benzoate.

- Calculer le rendement de cette synthèse.

Données

- $\rho(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}) = 1,04\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ et $M(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}) = 106,1\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.



> Les ions benzoate sont utilisés comme conservateur dans de nombreux sodas.

10 Associer un schéma à une étape

Exploiter des informations.

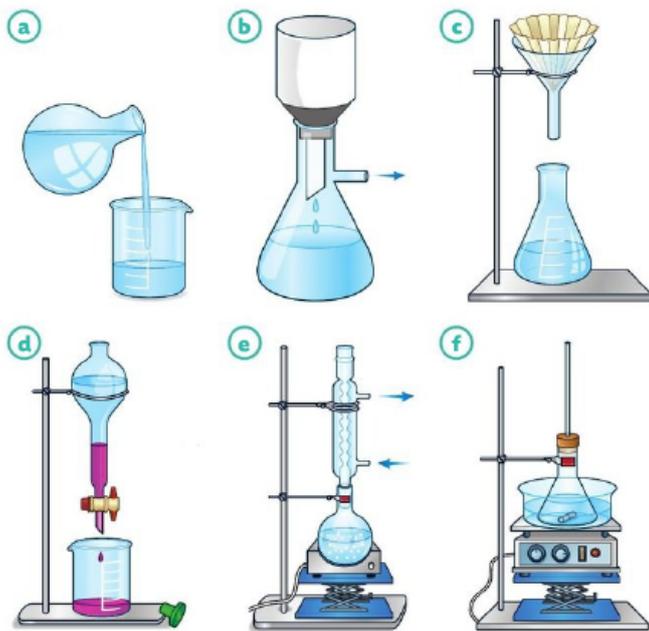
Les étapes de la préparation d'un savon au laboratoire sont présentées ci-dessous :

Étape 1 : Mélanger dans un ballon 18 mL d'huile de soja, 40 mL d'une solution de concentration $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ en hydroxyde de sodium et 2 mL d'éthanol. Chauffer à reflux pendant 30 minutes.

Étape 2 : Laisser refroidir le mélange quelques minutes puis transvaser dans un bécher contenant une solution aqueuse de chlorure de sodium.

Étape 3 : Filtrer sous vide le précipité obtenu, rincer à l'eau salée, sécher puis peser. La masse obtenue expérimentalement est $m_{\text{exp}} = 10,5 \text{ g}$.

• Pour chaque étape de la synthèse, choisir le dispositif adapté parmi ceux proposés ci-dessous.

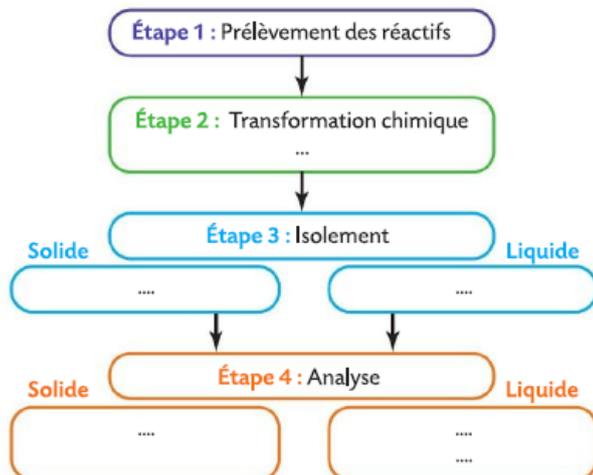


11 Compléter l'organigramme d'une synthèse

Mobiliser ses connaissances.

• Recopier et compléter l'organigramme ci-dessous en choisissant parmi les propositions suivantes :

mesure de la température de fusion • montage de chauffage à reflux • filtration sous vide • mesure de l'indice de réfraction • extraction liquide-liquide • mesure de la température d'ébullition



18 Calculer un rendement

Effectuer des calculs.

Un ester de formule $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_2$ peut être préparé à partir d'une quantité $n_1 = 0,193 \text{ mol}$ d'acide éthanoïque $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ et d'une quantité $n_2 = 0,100 \text{ mol}$ de menthol $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$. L'équation de la réaction de synthèse est :

$\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}(\ell) + \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\ell) \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_2(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$
Dans ces conditions, on obtient une masse $m = 12,0 \text{ g}$ d'ester.

1. Identifier le réactif limitant.
2. Calculer le rendement de la synthèse.

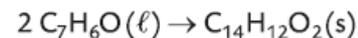
Donnée

• $M(\text{ester}) = 198 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

19 Utiliser un rendement

Effectuer des calculs.

La benzoïne $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{O}_2$ peut être préparée à partir de benzaldéhyde $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$. L'équation de la réaction de synthèse s'écrit :



• En admettant que le rendement de la réaction est de 80 %, calculer la quantité de matière de benzaldéhyde nécessaire pour obtenir 0,037 mol de benzoïne.

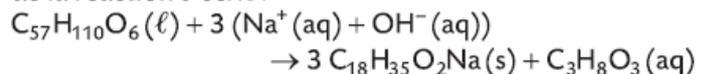
23 À chacun son rythme

Synthèse d'un savon

Effectuer des calculs ; rédiger une explication.

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

À partir d'une masse $m = 20,0 \text{ g}$ d'un triester $\text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6$ et d'un volume $V = 40,0 \text{ mL}$ d'une solution de concentration $C = 10,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions hydroxyde HO^- , on synthétise une masse $m' = 15,0 \text{ g}$ de savon $\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2\text{Na}$. L'équation de la réaction s'écrit :



Énoncé compact

• Calculer le rendement de la synthèse.

Énoncé détaillé

1. Calculer les quantités initiales des réactifs.
2. a. Déterminer le réactif limitant.
b. En déduire la quantité maximale n_{max} de savon attendue.
3. Calculer la quantité n_p de savon obtenue.
4. Calculer le rendement de la synthèse.

Données

• $M(\text{triester}) = 890 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ • $M(\text{savon}) = 306 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$