



Chapitre 9 : Comment synthétiser des espèces chimiques organiques ?

Une synthèse chimique est l'obtention d'une espèce chimique à l'aide d'une transformation chimique pouvant mettre en jeu une ou plusieurs réactions chimiques.

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.

1) Première étape : la transformation des réactifs.

a) Le montage à reflux.

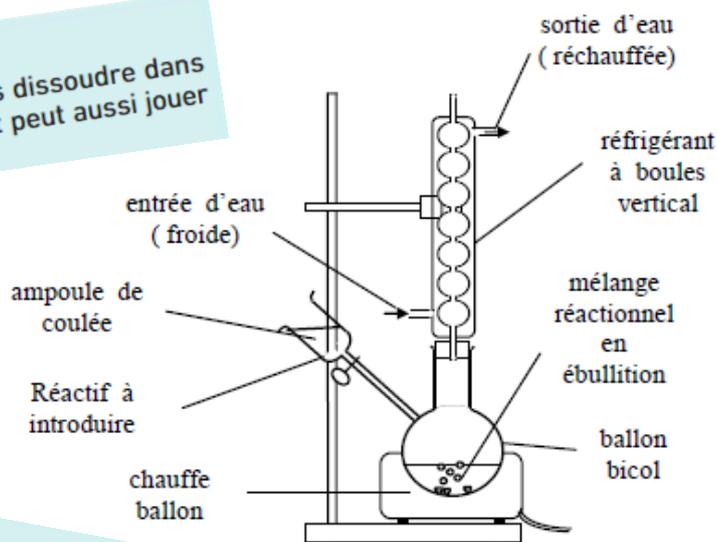
- Il permet au mélange réactionnel d'évoluer avec la plus grande vitesse possible en le portant à la température la plus élevée possible, celle de son ébullition (intervention du facteur cinétique température)
- Il recondense les vapeurs afin d'éviter toute perte de réactifs et de produits : le dispositif de condensation est un réfrigérant à boules (vertical); la vapeur, s'élève et, en se condensant, retombe ou reflue dans le récipient contenant le mélange réactionnel (d'où le nom de « montage à reflux »).

Rôle du solvant

Pour que les réactifs se rencontrent, il faut les dissoudre dans un solvant où ils sont tous solubles. Le solvant peut aussi jouer le rôle de réactif.

Rôle du chauffage

Le chauffage du milieu réactionnel permet ou accélère la transformation chimique : il apporte l'énergie thermique qui rend plus nombreuses et plus efficaces les rencontres entre réactifs.



Dans les montages à reflux :

- la circulation d'eau se fait **de bas en haut** afin d'éviter des bulles d'air qui rendrait moins efficace la condensation et afin d'avoir un réfrigérant rempli.
- on utilise souvent de la pierre ponce **pour réguler l'ébullition**.

b) La sécurité lors d'une synthèse au laboratoire

Les espèces chimiques mises en jeu lors d'une synthèse au laboratoire présentent souvent des dangers particuliers (corrosifs, nocifs et irritants, inflammables, toxiques,...) qui sont représentés sur les flacons par des **pictogrammes de dangers**.

Dangers physiques				
				
Explosif	Inflammable	Comburant	Corrosif pour les métaux	Gaz comprimé, liquéfié, dissout
Dangers pour la santé			Dangers pour l'environnement	
Dangers aigus élevés		Danger chronique ou aigu moyen	Danger chronique élevé	
				
Toxique	Corrosif pour la peau, les yeux	Irritant, sensibilisant	i) CMR, ii) STOT danger par aspiration	Milieu aquatique

La manipulation de ces produits requiert donc **des précautions particulières, notamment**, porter **toujours** une blouse en coton, manches longues, boutonnée, descendant au moins au niveau des genoux.

La mise en jeu de **produits volatils** nécessite une manipulation **sous hotte aspirante** et de travailler **dans un espace ventilé**.

La mise en jeu de **produits corrosifs, nocifs ou irritants** nécessite le **port de gants et de lunettes de protection** (on ne porte pas de gants lorsque l'on approche les mains d'une flamme).

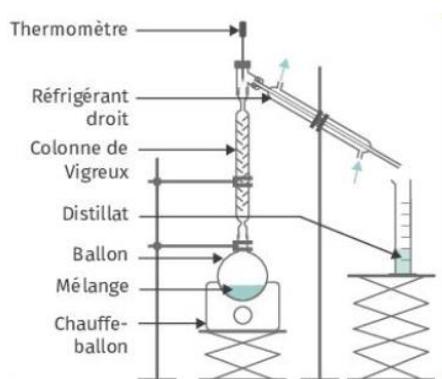
2) Deuxième étape : isolement du produit de synthèse.

Le produit de synthèse est mélangé à des espèces chimiques non désirées : il est donc nécessaire de le **séparer** (extraction) du reste du mélange réactionnel et de le **purifier**.

L'**extraction et la purification** de l'espèce à synthétiser mettent en œuvre un certain nombre de techniques :

Pour un liquide :

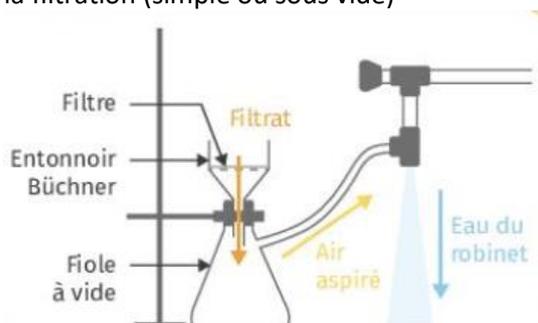
Si l'espèce chimique à isoler est un **liquide non miscible** avec le mélange réactionnel, on peut l'isoler par **décantation**



Si l'espèce chimique à isoler est un **liquide miscible** avec le mélange réactionnel, on peut la séparer par **distillation fractionnée** si la température d'ébullition de l'espèce chimique à isoler a au moins 20 °C d'écart avec celles des autres espèces chimiques présentes

Pour un solide :

- la filtration (simple ou sous vide)

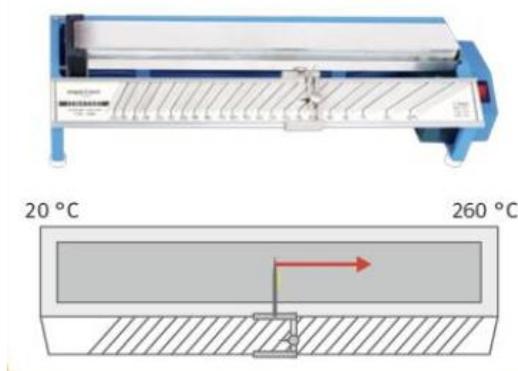


3) Troisième étape : la purification du produit.

- **la cristallisation** : la **cristallisation** d'une espèce chimique est une opération qui consiste à la faire apparaître cette espèce **sous forme solide dans un solvant par diminution de sa solubilité, suite :**
 - ◆ à une **variation du pH**
 - ◆ à une **diminution de température** ou encore
 - ◆ à un **changement de polarité du solvant.**
- **la recristallisation** : la **recristallisation** d'une espèce chimique est une opération qui consiste à **purifier un solide en le dissolvant à chaud** dans un solvant dans lequel il n'est pas soluble à froid. Les **impuretés à éliminer** sont, quant à elles, **solubles à chaud et à froid dans le solvant utilisé.** Lorsque le mélange est refroidi, **seul le solide à purifier est alors recristallisé** : le produit obtenu est alors **plus pur.**

4) Quatrième étape : identification du produit.

Ces opérations consistent à vérifier que l'espèce chimique synthétisée **est bien celle que l'on recherche** et qu'elle **a un degré de pureté élevé**: l'identification peut se faire par chromatographie, la vérification de la pureté peut se faire également par chromatographie ou par mesure précise de température de fusion à l'aide d'un banc Kofler.



- Mettre en œuvre des dispositifs de chauffage à reflux et de distillation fractionnée.
- Réaliser une filtration, un lavage pour isoler et purifier une espèce chimique.
- Schématiser des dispositifs expérimentaux des étapes d'une synthèse et les légender.
- Mettre en œuvre un montage à reflux pour synthétiser une espèce chimique organique.
- Isoler, purifier et analyser un produit formé.

II. Rendement d'une synthèse.

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

Calcul du rendement η d'une réaction :

$$\eta = \frac{\text{quantité de produit obtenu expérimentalement}}{\text{quantité maximale de produit que l'on aurait pu obtenir}}$$

Le rendement est limité **par le caractère non total des réactions mises en jeu.**

On peut **optimiser le rendement** :

- en agissant sur la température, la pression
- en agissant sur les proportions initiales des réactifs : excès d'un des réactifs ou élimination d'un des produits
- en diminuant les pertes de matière lors des étapes d'extraction et de purification de l'espèce à synthétiser, etc...

Pas de malentendu 

→ Attention, en chimie le terme « produit » a plusieurs sens. Pour éviter les confusions, on réservera ce terme au cas des réactions chimiques et on utilisera les expressions composé chimique ou espèce chimique pour parler d'un produit chimique de manière générale.