

Synthétiser des molécules.

I. **Objectifs:** Il s'agit de :

1^{ère} étape: **synthétiser** des molécules c'est dire les «fabriquer» en réalisant une réaction chimique

2^{ème} étape: **extraire** le produit formé du reste du mélange réactionnel.

3^{ème} étape: **purifier** le produit formé.

4^{ème} étape: **vérifier** la pureté du produit formé.

II. **Étude théorique :**

1. Détermination des quantités de réactifs introduits à l'état initial.

a. **Solide pur:**

exemple : on introduit 6 g de poudre de fer →

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})}$$

b. **Espèce dissoute dans un solvant:**

exemple : on introduit 20mL d'une solution contenant des ions Cu^{2+} →

$$n(\text{Cu}^{2+}) = C(\text{Cu}^{2+}) \times V_{\text{solution}}$$

c. **Liquide pur:**

exemple : on introduit 30mL de cyclohexane C_6H_{12} →

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12})}{M(\text{C}_6\text{H}_{12})} = \frac{\rho(\text{C}_6\text{H}_{12}) \times V(\text{C}_6\text{H}_{12})}{M(\text{C}_6\text{H}_{12})}$$

$$\text{Rappel: } \rho(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12})}{V(\text{C}_6\text{H}_{12})}$$

Rq importante :

On introduit 30mL de cyclohexane C_6H_{12}

$$n = \frac{\rho \times V}{M}$$

Calcul de $n(\text{C}_6\text{H}_{12})$:

$$\text{-1^{er} cas : } \rho \text{ est donnée: } \rho(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 779 \text{ g/L} \quad n = \frac{\rho \times V}{M} = \frac{779 \times 30 \cdot 10^{-3}}{84}$$

L'unité de V à utiliser est liée à celle de ρ .

-2^{ème} cas : ρ n'est pas donnée mais **la densité d est donnée:** $d(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 0,779$

$$d(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \frac{\rho(\text{C}_6\text{H}_{12})}{\rho(\text{eau})} \quad \rho(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \rho(\text{eau}) \times d(\text{C}_6\text{H}_{12})$$

d est sans unité or $\rho(\text{eau}) = 1 \text{ g/mL}$ (ou 1000 g/L , 1000 kg/m^3 , 1 g/cm^3 ,

donc $\rho(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 1 \times d(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 0,779 \text{ g/mL}$

Conclusion:

Savoir que la valeur de d correspond à celle de ρ en g/mL (ou g/cm³):

$$n = \frac{\rho \times V}{M} = \frac{0,779 \times 30}{84}$$

2. Tableau d'avancement et quantité théorique de produit formé:

Exemple : synthèse d'un arôme alimentaire artificiel (arôme de banane): l'ester éthanoate de 3-méthylbutyle.

	3-méthylbutan-1-ol(l) + anhydride éthanoïque(l) → ester(l) + acide éthanoïque(l)			
	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ (l)	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$ (l)	$\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$ (l)	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (l)
El (mol)	0,73	0,23	0	0
Etat intermédiaire (mol)	$0,73 - x$	$0,23 - x$	x	x
EF(mol)	$0,73 - x_m$	$0,23 - x_m$	x_m	x_m
	0,50	0	0,23	0,23

La quantité d'ester théorique formée est de 0,23 mol.

III. **Étude expérimentale:**

1. Recensement des espèces constituants le milieu réactionnel:

Dans l'exemple précédent, le milieu réactionnel contient : l'alcool, l'ester et l'acide.

2. Extraire le produit synthétisé du reste des constituants du mélange réactionnel.

a. 3 cas courants:

1^{er} cas : le produit synthétisé est un **solide dans une solution**: le produit n'est pas soluble dans le milieu réactionnel.

On réalise une **filtration** pour récupérer le produit insoluble.

2^{ème} cas: le produit est dissous dans une solution: le produit est un solide dissous dans le milieu réactionnel.

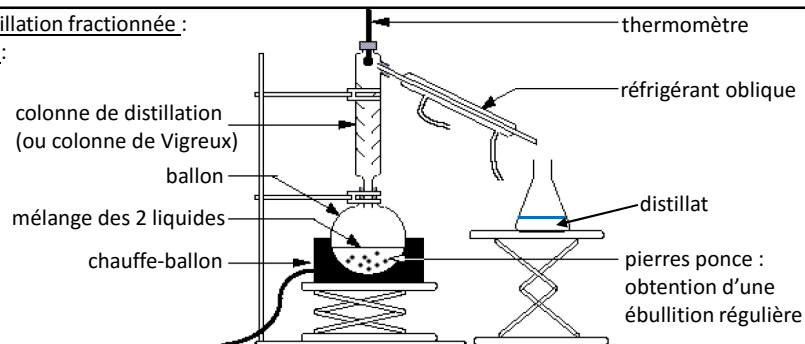
On rajoute un liquide dans lequel le produit n'est pas soluble pour le faire précipiter, on réalise ensuite une filtration.

3^{ème} cas : le produit est un liquide mélangé avec un autre liquide : **mélange de 2 liquides purs**.

On réalise **une distillation fractionnée** pour séparer les 2 liquides purs.

b. La distillation fractionnée :

Montage:



Exemple : Mélange eau ($t_{\text{ure}}^{\text{ébullition}} = 100^{\circ}\text{C}$) et acétone ($t_{\text{ure}}^{\text{ébullition}} = 56^{\circ}\text{C}$).

Le liquide le plus volatil est récupéré en haut de la colonne de distillation (56°C en haut de la colonne de distillation).

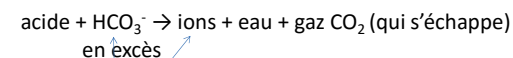
En fin de distillation, le distillat est constitué d'acétone et le ballon ne contient que de l'eau.

IV. **Purification d'un liquide «organique» (contenant des molécules non-miscibles à l'eau):**

2 cas courants:

1. **Élimination des traces d'acide:**

On ajoute une base HCO_3^- , celle-ci élimine l'acide selon la réaction:



Il se forme 2 phases :

- une phase organique sans traces d'acide
- une phase aqueuse contenant ces ions (ions = espèces polaires attirées par l'eau).

On sépare ces 2 phases en utilisant **une ampoule à décanter**. On récupère la phase organique.

2. **Élimination des traces d'eau:**

On ajoute une poudre **anhydre insoluble** qui a la propriété d'absorber des molécules d'eau. Puis on filtre la solution.

V. Exercice : Synthèse d'un ester : On donne l'état final (voir réaction paragraphe II.2.)

	3-méthylbutan-1-ol(l) + anhydride éthanoïque(l) → ester(l) + acide éthanoïque(l)			
EF (mol)	0,50	0	0,23	0,23

A la fin de la réaction, on rajoute de l'eau dans le milieu réactionnel.

Données :

	3-méthylbutan-1-ol	acide éthanoïque	ester synthétisé
Solubilité dans l'eau (à 20°C)	≈2g/L	très forte	faible
Température d'ébullition (°C)	132°C	118°C	142°C

L'ester et l'alcool 3-méthylbutan-1-ol sont miscibles.

L'acide éthanoïque est très peu soluble dans l'ester et l'alcool.

1. Quelles sont les espèces présentes à la fin de la synthèse (à la fin de la réaction à l'EF) L'alcool, l'ester et l'acide.
 2. Quand on ajoute l'eau, il se forme 2 phases, que contiennent-elles?
 3. Comment élimine-t-on les traces d'acide et d'eau dans la phase organique.
 4. Comment sépare-t-on l'ester de l'alcool ?
- On les sépare en réalisant une distillation, l'alcool forme le distillat (il est plus volatil que l'ester)

2. Phase organique: alcool, ester (peu soluble ds l'eau), traces d'acide et d'eau

Phase aqueuse: eau, acide, un peu d'alcool et d'ester.

3. On ajoute une base HCO_3^- , il se forme 2 phases, on récupère la phase organique

On ajoute une poudre anhydre insoluble qui absorbe l'eau puis on filtre.

IV. **Rendement d'une synthèse:**

$$\text{rendement } \eta = \frac{n(\text{produit})_{\text{expérimental}}}{n(\text{produit})_{\text{théorique}}} \times 100$$

V. **Vérification de la pureté du produit formé:**

1. **Produit solide:**

- Réalisation d'une **chromatographie sur couche mince** (CCM) :
On dissout un peu de produit dans un solvant puis on réalise une CCM.

OU

- **Mesure de la température de fusion du solide** (banc Kofler).

2. **Produit liquide:**

- On **mesure l'indice de réfraction du liquide** (réfractomètre)