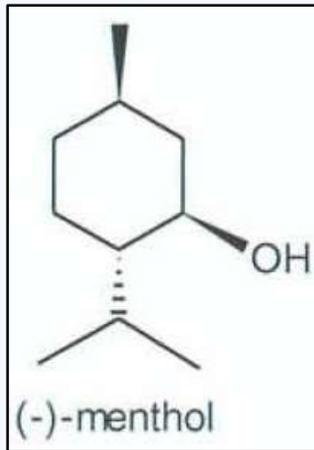


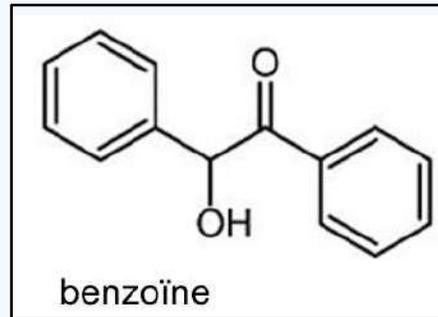
Chimie

# La synthèse chimique

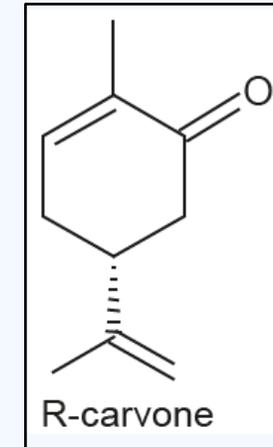
**Synthèse chimique** : obtention de l'espèce chimique désirée en utilisant au moins **une transformation chimique**



**Asie**  
**2016**



**Centres Étrangers**  
**2017**



**Métropole**  
**Juin 2017**

# La synthèse chimique

- Illustrons les connaissances et les compétences à maîtriser en s'inspirant de l'exercice II : **SYNTHÈSE DE L'ACÉTATE D'ÉTHYLE**

*Bac S 2014 Pondichéry*

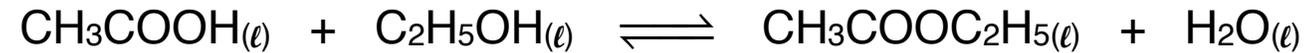


Dans cet exercice, on étudie une synthèse de l'acétate d'éthyle.

# Étude de la transformation chimique utilisée

	Acide acétique	Éthanol	Acétate d'éthyle
--	----------------	---------	------------------

•••  
La synthèse de l'acétate d'éthyle est modélisée par la réaction d'équation :



**1.1.** Identifier, en justifiant votre réponse, les fonctions chimiques des molécules organiques intervenant dans la réaction de synthèse.

**-COOH : fonction acide carboxylique**

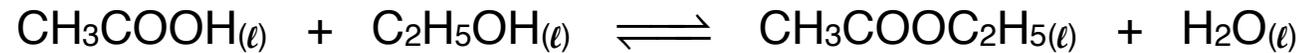
**-OH : fonction alcool**

**-COOC- : fonction ester**

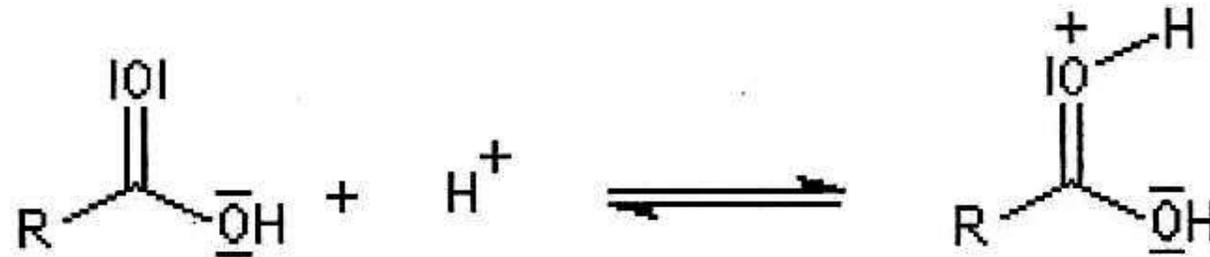
# Étude de la transformation chimique utilisée

Le mécanisme réactionnel modélisant la réaction de synthèse de l'acétate d'éthyle à partir de l'acide acétique et l'éthanol comporte cinq étapes représentées sur l'annexe située **en annexe à rendre avec la copie**.

4.1. Quels groupes d'atomes correspondent respectivement aux lettres R et R' ?

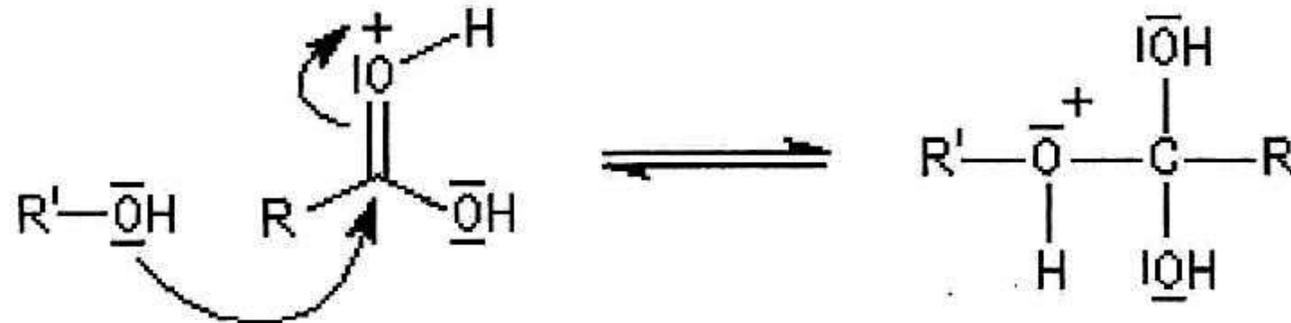


Étape 1



R correspond au groupe  $\text{CH}_3$   
R' correspond au groupe  $\text{C}_2\text{H}_5$

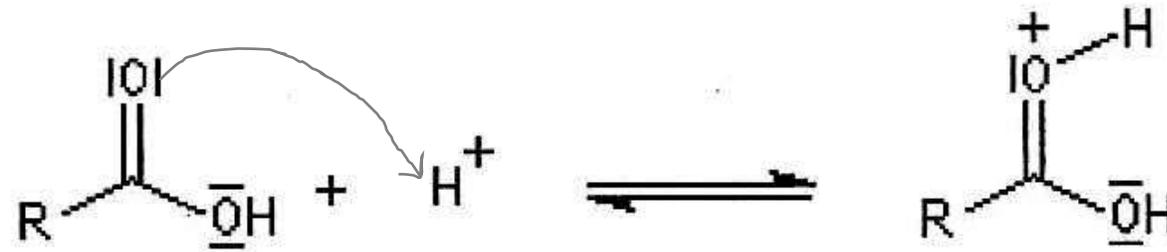
Étape 2



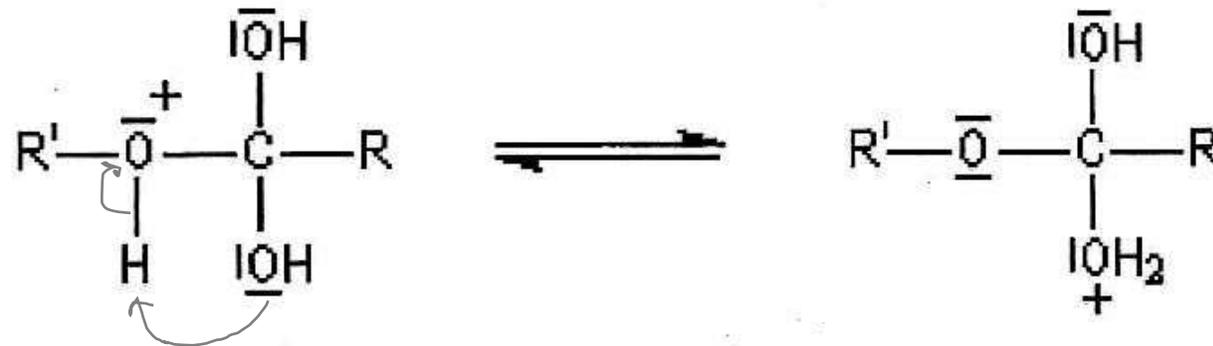
# Étude de la transformation chimique utilisée

4.2. Compléter les étapes 1 à 5 avec une ou plusieurs flèches courbes, si nécessaire.  
Que représentent ces flèches courbes ?

Étape 1



Étape 3



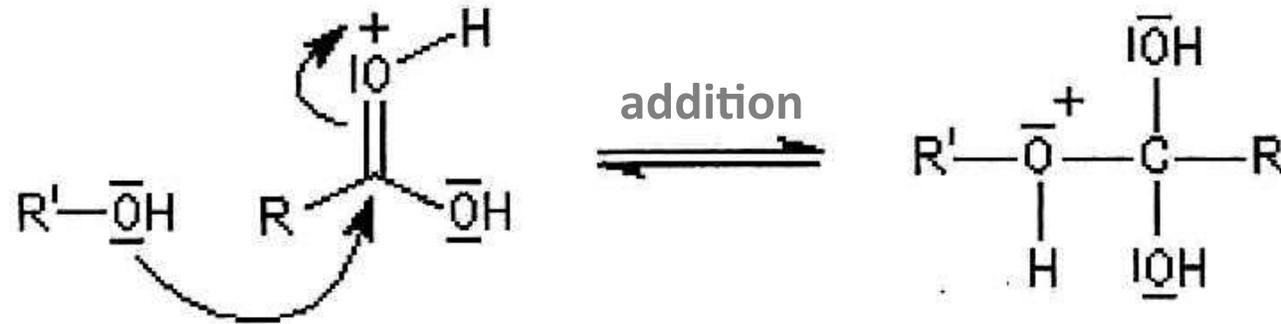
Étape 5



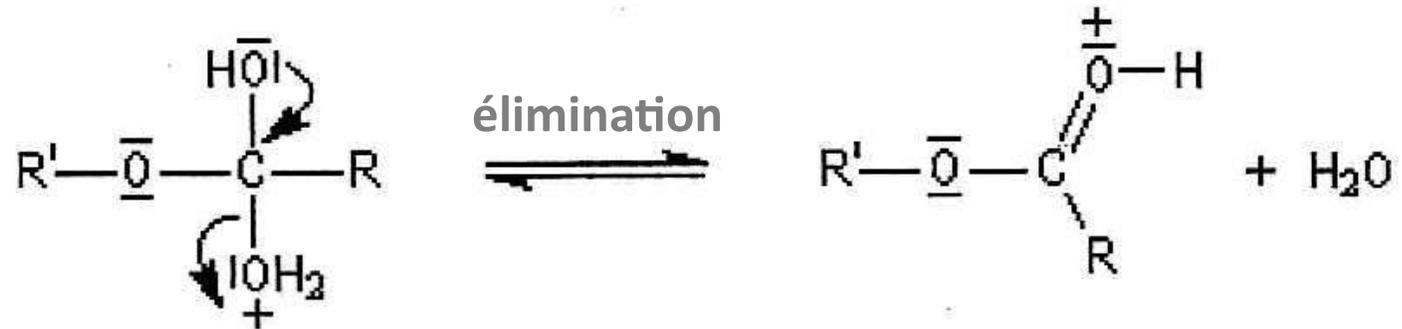
# Étude de la transformation chimique utilisée

4.3. Donner la catégorie des réactions des étapes 2 et 4, dans le sens direct.

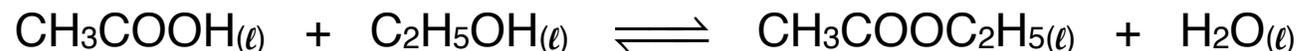
Étape 2



Étape 4



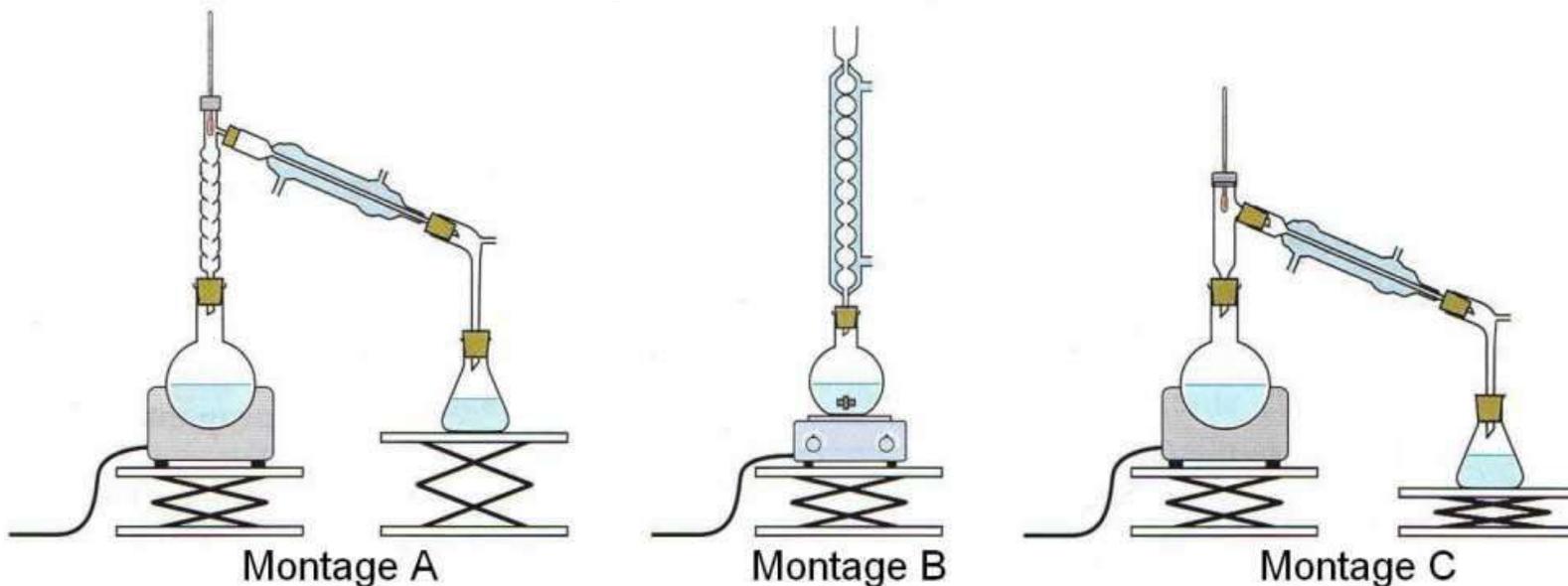
# Les étapes d'une synthèse chimique



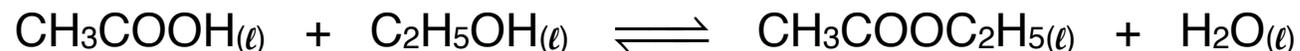
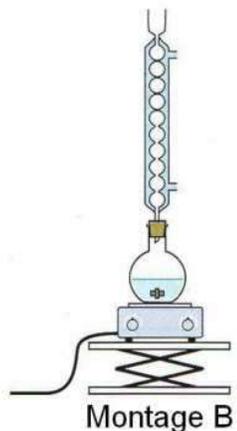
**Étape 1.** Dans un ballon de 100 mL, introduire un mélange équimolaire de 0,10 mol d'acide acétique et 0,10 mol d'éthanol. Y ajouter 0,5 mL d'acide sulfurique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)}$ ) et quelques grains de pierre ponce. Porter le mélange à ébullition dans un dispositif de chauffage à reflux pendant 30 minutes.

2.1. Parmi les montages suivants, justifier celui qu'il convient de choisir pour l'étape 1.

Montage B : ballon + réfrigérant à eau vertical



# Les étapes d'une synthèse chimique



**Étape 1.** Dans un ballon de 100 mL, introduire un mélange équimolaire de 0,10 mol d'acide acétique et 0,10 mol d'éthanol. Y ajouter 0,5 mL d'acide sulfurique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)}$ ) et quelques grains de pierre ponce. Porter le mélange à ébullition dans un dispositif de chauffage à reflux pendant 30 minutes.

**Étape de transformation**

**Étape 2.** Laisser refroidir le mélange réactionnel à l'air ambiant puis dans un bain d'eau froide. Verser le contenu du ballon dans une ampoule à décanter contenant environ 50 mL d'eau salée. Agiter prudemment quelques instants en dégazant régulièrement, puis éliminer la phase aqueuse.

**Étape d'extraction**

**Étape 3.** Ajouter alors à la phase organique 60 mL d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium ( $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration molaire  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Laisser dégazer et décanter puis éliminer la phase aqueuse. Recueillir la phase organique dans un bécher. Sécher cette phase avec du chlorure de calcium anhydre puis filtrer. Recueillir le filtrat dans un erlenmeyer propre et sec.

**Étape de purification**

Une synthèse réalisée au laboratoire en suivant ce protocole a permis d'obtenir un volume de filtrat égal à 5,9 mL.

2.2. Proposer un titre pour nommer chacune des trois étapes du protocole.

# Les étapes d'une synthèse chimique

2.3. Justifier le choix dans ce protocole des conditions opératoires suivantes :

- ajout d'acide sulfurique concentré,
- chauffage à reflux,
- mélange avec de l'eau salée,
- ajout d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium.



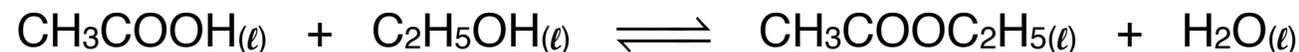
**Étape 1.** Dans un ballon de 100 mL, introduire un mélange équimolaire de 0,10 mol d'acide acétique et 0,10 mol d'éthanol. Y ajouter 0,5 mL d'acide sulfurique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)}$ ) et quelques grains de pierre ponce. Porter le mélange à ébullition dans un dispositif de chauffage à reflux pendant 30 minutes.

$\text{H}_2\text{SO}_4$  joue le rôle de catalyseur : augmente la vitesse de réaction sans apparaître dans l'équation de la réaction (il est consommé puis régénéré au cours de la transformation).

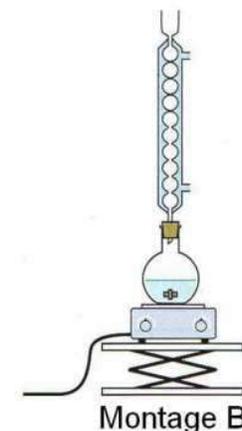
# Les étapes d'une synthèse chimique

2.3. Justifier le choix dans ce protocole des conditions opératoires suivantes :

- ajout d'acide sulfurique concentré.
- chauffage à reflux,
- mélange avec de l'eau salée,
- ajout d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium.



**Étape 1.** Dans un ballon de 100 mL, introduire un mélange équimolaire de 0,10 mol d'acide acétique et 0,10 mol d'éthanol. Y ajouter 0,5 mL d'acide sulfurique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)}$ ) et quelques grains de pierre ponce. Porter le mélange à ébullition dans un dispositif de chauffage à reflux pendant 30 minutes.



« Chauffage » : la température est généralement un facteur cinétique et une augmentation de la température augmente la vitesse de la réaction

« à Reflux » : utilise un réfrigérant permettant de minimiser les pertes de matière lors de la vaporisation du milieu réactionnel.

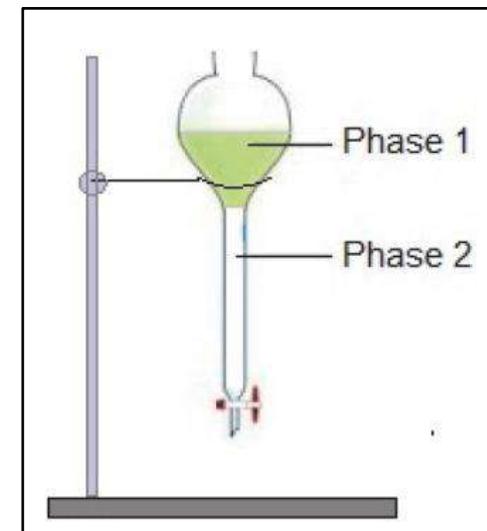
# Les étapes d'une synthèse chimique

2.3. Justifier le choix dans ce protocole des conditions opératoires suivantes :

- ajout d'acide sulfurique concentré,
- chauffage à reflux,
- mélange avec de l'eau salée,
- ajout d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium.

	Acide acétique	Éthanol	Acétate d'éthyle
Masse volumique (g.mL <sup>-1</sup> )	1,05	0,789	0,925
Solubilité dans l'eau	Très grande	Très grande	87 g.L <sup>-1</sup> à 20 °C
Solubilité dans l'eau salée	Très grande	Très grande	Presque nulle

**Étape 2.** Laisser refroidir le mélange réactionnel à l'air ambiant puis dans un bain d'eau froide. Verser le contenu du ballon dans une ampoule à décanter contenant environ 50 mL d'eau salée. Agiter prudemment quelques instants en dégazant régulièrement, puis éliminer la phase aqueuse.

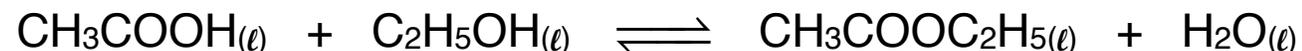


Lors de cette étape, on extrait l'essentiel de l'acétate d'éthyle dans la phase organique, ce dernier n'étant pratiquement pas soluble dans l'eau salée (phase aqueuse) contrairement à l'acide acétique et à l'éthanol.

# Les étapes d'une synthèse chimique

2.3. Justifier le choix dans ce protocole des conditions opératoires suivantes :

- ajout d'acide sulfurique concentré,
- chauffage à reflux,
- mélange avec de l'eau salée,
- ajout d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium.



Couple acide/base:  $\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2(\text{aq}) / \text{HCO}_3^-(\text{aq})$

**Étape 1.** Dans un ballon de 100 mL, introduire un mélange équimolaire de 0,10 mol d'acide acétique et 0,10 mol d'éthanol. Y ajouter 0,5 mL d'acide sulfurique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_4(\ell)$ ) et

**Étape 3.** Ajouter alors à la phase organique 60 mL d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$ ) de concentration molaire  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

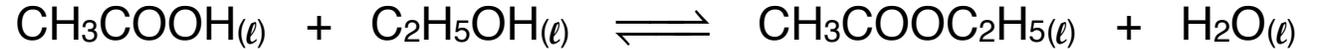
Laisser dégazer et décanter puis éliminer la phase aqueuse. Recueillir la phase organique dans un bécher. Sécher cette phase avec du chlorure de calcium anhydre puis filtrer.

Recueillir le filtrat dans un erlenmeyer propre et sec.

Lors de cette étape, on purifie la phase organique en éliminant les traces éventuelles d'acide acétique et d'acide sulfurique à l'aide d'une base (ions hydrogénocarbonate), les acides se transforment en leur base conjuguée (espèces ioniques) bien plus soluble dans la phase aqueuse.

# Calculer le rendement de la synthèse

3.1. Déterminer la valeur du rendement de la synthèse en expliquant la méthode mise en œuvre.



**Étape 1.** Dans un ballon de 100 mL, introduire un mélange équimolaire de 0,10 mol d'acide acétique et 0,10 mol d'éthanol. Y ajouter 0,5 mL d'acide sulfurique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)}$ ) et

• • •

Une synthèse réalisée au laboratoire en suivant ce protocole a permis d'obtenir un volume de filtrat égal à 5,9 mL.

	Acide acétique	Éthanol	Acétate d'éthyle
Masse molaire ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	60,0	46,1	88,1
Masse volumique ( $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ )	1,05	0,789	0,925

On a  $\eta = \frac{n_{exp}}{n_{max}} = \frac{\rho \cdot V_{exp}}{M \cdot n_{max}}$ . D'après l'équation de réaction et les quantités initiales des réactifs, les deux réactifs sont limitants donc la quantité de matière maximale synthétisable est  $n_{max}=0,10$  mol donc il vient  $\eta = \frac{0,925 \times 5,9}{88,1 \times 0,10} = 0,62$  soit un rendement de 62 %.

# Conclusion sur la synthèse chimique

*Vous êtes :*

Capable d'étudier la transformation chimique utilisée

Capable de repérer et de commenter les principales étapes d'une synthèse chimique

Capable de calculer le rendement d'une synthèse chimique



# Conclusion sur l'identification/contrôle de la pureté lors d'une synthèse

*Vous êtes :*

Capable d'exploiter une CCM (Chromatographie sur Couche Mince) afin d'identifier le produit formé et de contrôler sa pureté