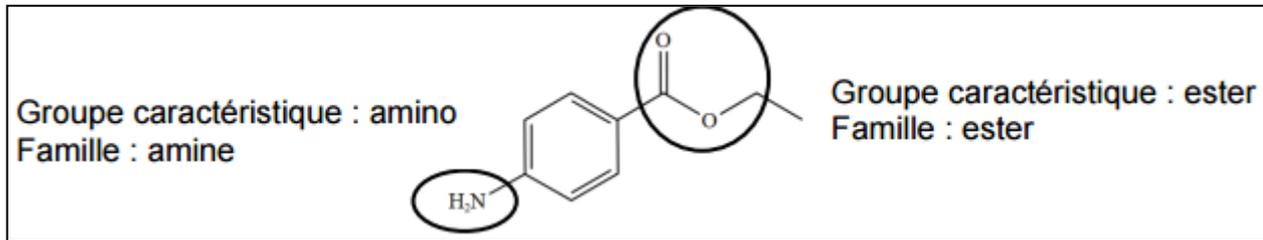
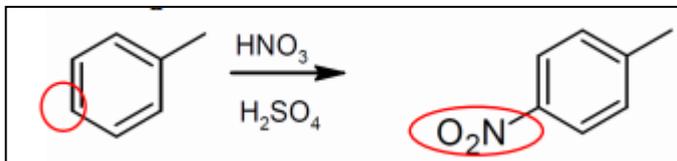


1. Étude bibliographique préliminaire**1.1.**

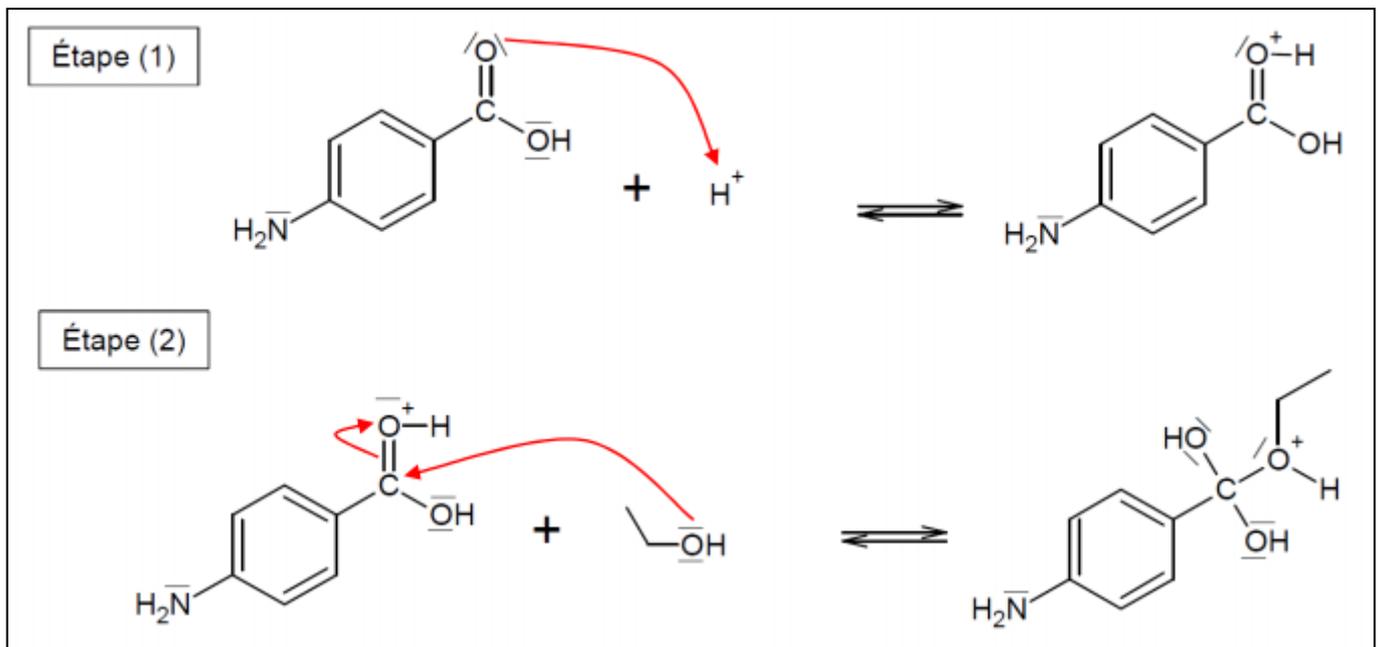
1.2.a) Lors de l'étape (a) de la synthèse de la benzocaïne, un atome d'hydrogène (qui n'apparaît pas dans l'écriture topologique) est remplacé par un groupe d'atomes NO_2 . Ce qui classe cette réaction dans la catégorie des réactions de substitution.

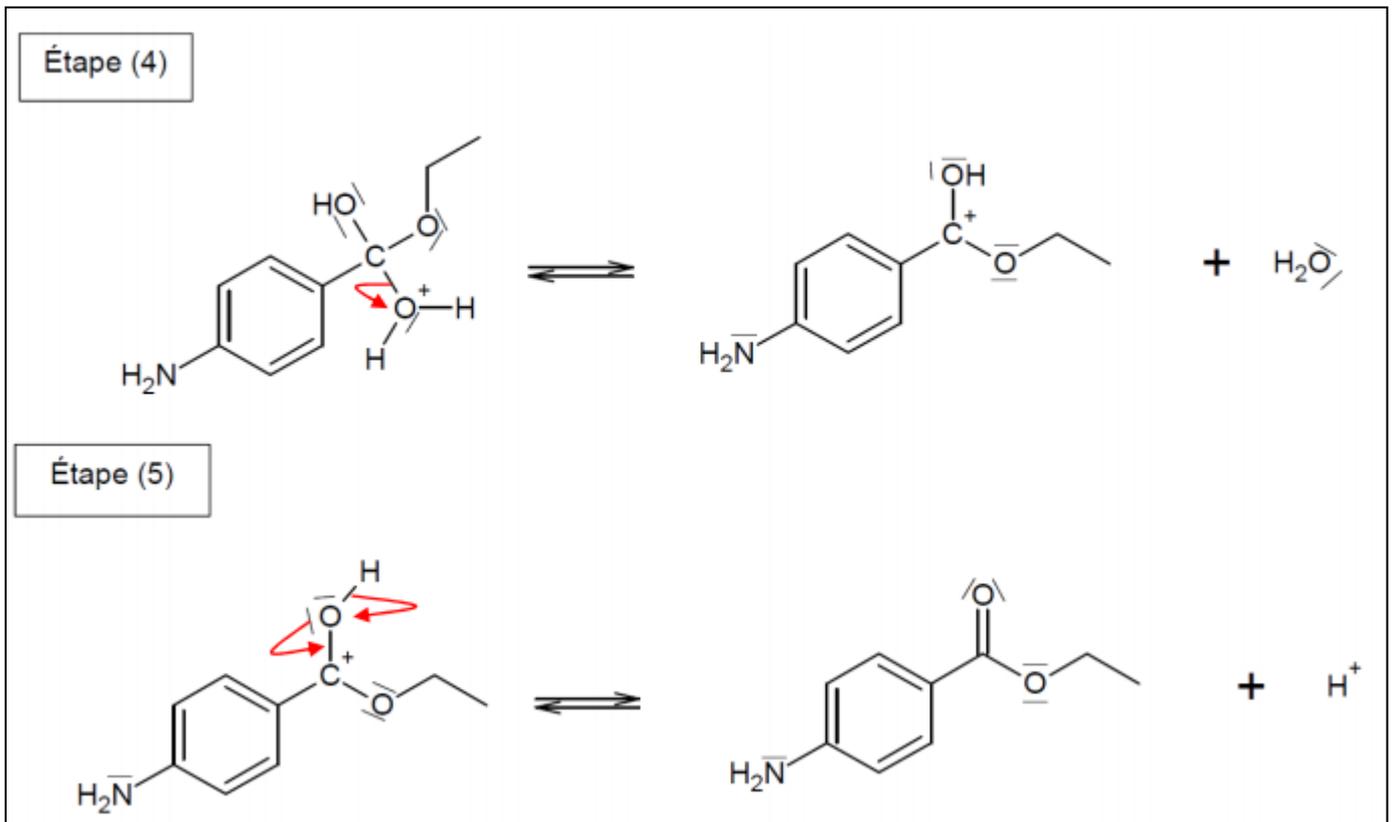
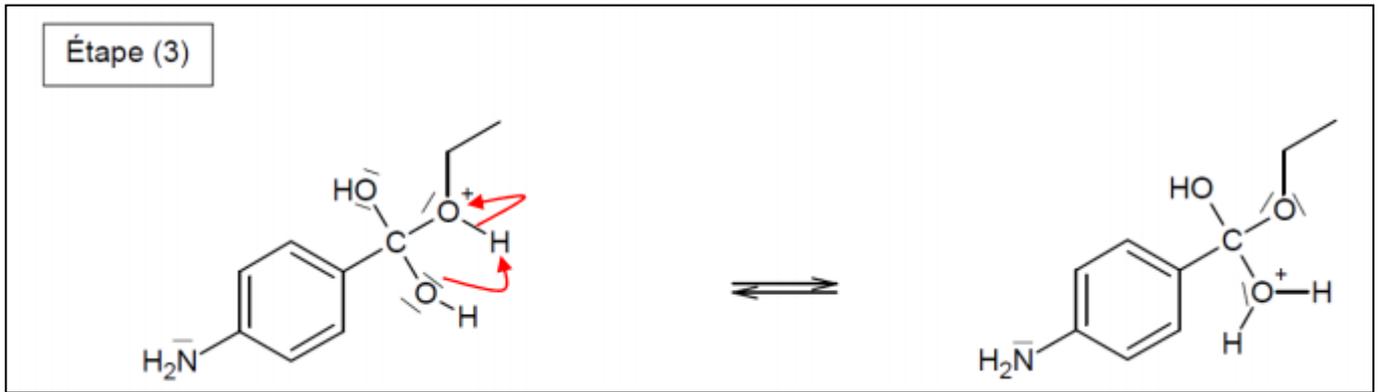


1.2.b) Un catalyseur est une espèce chimique qui **diminue la durée d'une réaction chimique**.

Au cours de la réaction, un catalyseur est consommé lors d'une étape puis régénéré lors d'une étape ultérieure : il n'est pas consommé par la réaction (on le constate au document 2 où H^+ est consommé à l'étape (1) puis régénéré à l'étape (5)).

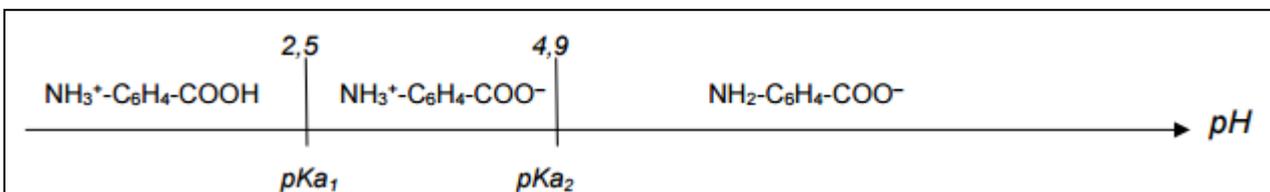
De plus, un catalyseur est **sélectif** : son action est spécifique à une réaction donnée.

1.3.



2. Vérification de la pureté du réactif

2.1. On souhaite déterminer la pureté de l'acide 4-aminobenzoïque $\text{NH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}$ mais celui-ci peut exister sous plusieurs formes en fonctions du pH comme le montre le diagramme de prédominance suivant :



Initialement, la solution S a un pH égal à 3,8, comme $pK_{a1} < pH < pK_{a2}$ donc c'est bien la forme $\text{NH}_3^+\text{-C}_6\text{H}_4\text{-COO}^-$ qui prédomine et c'est donc sous cette forme que l'acide 4-aminobenzoïque est titré.

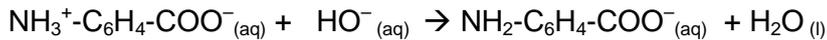
Rq : cette forme est un amphion (ou zwitterion) qui provient d'une autoprotonation de la molécule $\text{NH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}$ qui possède un groupe acide COOH et une groupe base NH_2 .

2.2. À la fin du titrage, le pH est proche de 12,5 ; l'espèce chimique dosée se trouve donc sous sa forme d'anion $\text{NH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-COO}^-$ (cf 2.1.1.).

2.3. Espèce titrante : l'ion hydroxyde HO^- (base forte)

Espèce titrée : l'amphion $\text{NH}_3^+-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}^-$ (qui se comportera comme un acide ici)

L'équation chimique de la réaction support du titrage est donc :



2.4. En utilisant la méthode des tangentes parallèles, on trouve $V_E = 14,5 \text{ mL}$

2.5. L'équivalence est définie par le changement de réactif limitant.

À l'équivalence, le réactif titré (noté AH pour simplifier) et le réactif titrant HO^- ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de titrage : il n'en reste donc plus.

On peut écrire à l'équivalence :

$$\frac{n(\text{AH})_{\text{titré}}}{1} = \frac{n(\text{HO}^-)_{\text{versée}}}{1}$$
$$C \cdot V_{\text{titré}} = C_B \cdot V_E$$
$$C = \frac{C_B \cdot V_E}{V_{\text{titré}}}$$
$$C = \frac{5,00 \cdot 10^{-1} \cdot 14,5}{50,0} = 0,145 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0,15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2.6. Il faut déterminer la pureté du réactif contenu dans le flacon.

Notons A4 l'acide 4-aminobenzoïque.

$$\text{D'après les données, pureté} = \frac{m(\text{acide 4-aminobenzoïque})_{\text{titré}}}{m(\text{échantillon})} = \frac{m(\text{A4})}{m(\text{échantillon})}$$

$$\text{Soit ici : pureté} = \frac{n(\text{A4})_{\text{titré}} \cdot M(\text{A4})}{m(\text{échantillon})} = \frac{C \cdot V_{\text{titré}} \cdot M(\text{A4})}{m(\text{échantillon})}$$

$$\text{pureté} = \frac{1,44 \cdot 10^{-1} \cdot 50,0 \cdot 10^{-3} \cdot 137,1}{1,00} = 0,987 = 98,7\%$$

La pureté de l'échantillon étant supérieure à 98%, il peut être utilisé dans la synthèse envisagée.

3. Réalisation de la dernière étape de la synthèse et détermination de son rendement

3.1. Déterminons d'abord le réactif limitant.

$$\text{Pour l'éthanol, noté Et : } n(\text{Et})_i = \frac{m(\text{Et})_i}{M(\text{Et})} = \frac{r(\text{Et}) \cdot V(\text{Et})_i}{M(\text{Et})}$$

$$n(\text{Et})_i = \frac{0,79 \cdot 20,0}{46,0} = 3,43 \cdot 10^{-1} \text{ mol} = 343 \text{ mmol}$$

$$\text{Pour l'acide 4-aminobenzoïque noté A4 considéré pur: } n(\text{A4})_i = \frac{m(\text{A4})_i}{M(\text{A4})}$$

$$n(\text{A4})_i = \frac{1,50}{137,1} = 1,09 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 10,9 \text{ mmol}$$

En tenant compte des nombres stœchiométriques de l'équation de réaction :

$$\text{On a } \frac{n(\text{Et})_i}{1} > \frac{n(\text{A4})_i}{1} \text{ donc l'acide 4-aminobenzoïque est le réactif limitant.}$$

En notant Be la benzocaïne, on peut donc écrire ici : $\frac{n(\text{Be})_{\text{max}}}{1} = \frac{n(\text{A4})_i}{1}$

Ainsi, $m_{\text{théorique}} = n(\text{Be})_{\text{max}} \cdot M(\text{Be}) = n(\text{A4})_i \cdot M(\text{Be})$; $m_{\text{théorique}} = 1,09 \cdot 10^{-2} \cdot 165,2 = 1,81 \text{ g}$

Le sujet annonce 1,80 g. Cette différence de 0,01 g n'est pas significative.

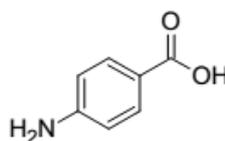
3.2. Par définition du rendement : $\eta = \frac{n(\text{produit})_{\text{exp}}}{n(\text{produit})_{\text{max}}}$

$$\text{Ici } \eta = \frac{n(\text{Be})_{\text{exp}}}{n(\text{Be})_{\text{max}}} = \frac{\frac{m(\text{Be})_{\text{exp}}}{M(\text{Be})}}{\frac{m(\text{Be})_{\text{max}}}{M(\text{Be})}} = \frac{m(\text{Be})_{\text{exp}}}{m(\text{Be})_{\text{max}}} = \frac{m_{\text{expérimental}}}{m_{\text{théorique}}} \text{ (avec les notations de l'énoncé)}$$

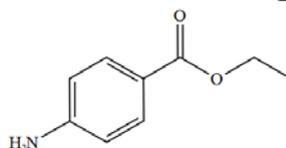
$$\eta = \frac{0,81}{1,80} = 0,45 = 45 \%$$

4. Identification du produit formé

4.1. L'un des spectres est celui de l'acide 4-aminobenzoïque :



tandis que l'autre est celui de la benzocaïne :



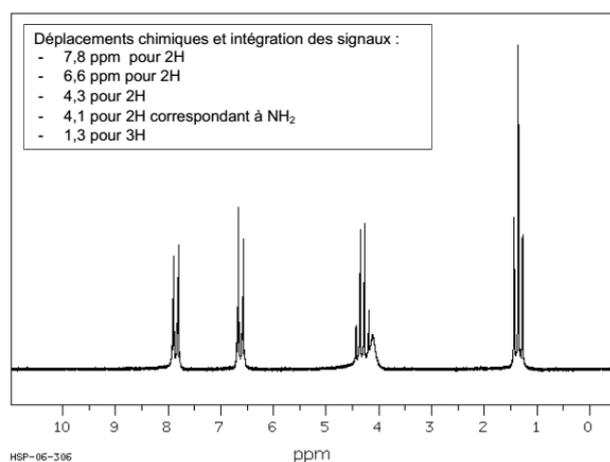
Pour pouvoir attribuer ces 2 spectres, il faut chercher les différences entre ces 2 molécules : une fonction acide carboxylique pour la 1^{ère}, une fonction ester pour la 2^{nde}.

La différence du nombre d'onde pour la liaison C=O ester et C=O acide n'est pas suffisamment importante pour attribuer les spectres.

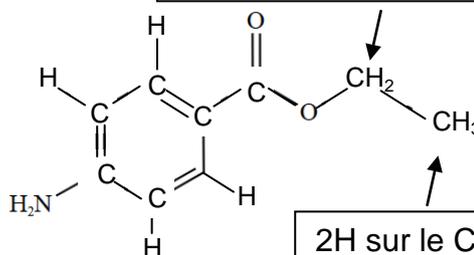
On retrouve dans le spectre 1, une bande large pour la liaison O-H acide carboxylique de l'acide 4-aminobenzoïque entre 2500 et 3200 cm⁻¹. Cette liaison n'est pas présente dans le spectre 2.

Donc le spectre de la benzocaïne est le spectre 2, et celui de l'acide 4-aminobenzoïque est le spectre 1.

4.2. Si l'estérification de l'acide 4-aminobenzoïque s'est bien déroulée, on doit obtenir le spectre de RMN de la benzocaïne.



3H sur le C voisin donc quadruplet à 4,3 ppm pour 2H



2H sur le C voisin donc triplet à 1,3 ppm pour 3H

Les signaux caractéristiques du groupe éthyle de l'ester sont présents et permettent de conclure que l'estérification s'est bien déroulée.