

Améliorer le rendement d'une réaction

1) Généralités

1.1. Lors d'une synthèse d'un produit organique, on ne chauffe jamais le mélange réactionnel en laissant ouvert le ballon. Des vapeurs nocives peuvent se dégager lors de la synthèse ; de plus il y aurait des pertes de réactifs lors de l'évaporation et donc le rendement de la réaction serait faible.

Montage (A) : montage de distillation fractionnée

Montage (C) et (D) : montages à reflux ; l'eau doit pénétrer dans le bas du réfrigérant pour ressortir vers le haut du réfrigérant (montage C correct)

Le montage (A) permet de séparer des substances, contenues dans un mélange, mais ayant des températures d'ébullition différentes.

Le montage (C) permet de chauffer un mélange réactionnel lors d'une synthèse ; les vapeurs dégagées par le chauffage se condensent dans le réfrigérant, et le condensat retombe dans le ballon.

Pour les expériences A et B du DOC4, il faut utiliser **le montage à reflux (C)**

1.2. Si on veut pouvoir augmenter le rendement de la réaction, il faut que la quantité d'ester formée soit la plus grande possible : il faut donc déplacer l'équilibre dans le sens direct

1.3. Cette réaction étant athermique, la température n'influe pas le rendement. Dans le cas d'une réaction exothermique, diminuer la température augmente le rendement, et inversement pour une réaction endothermique.

La température ne permet donc pas de changer le rendement de la réaction, mais elle permet à la réaction de se faire plus rapidement : la température est un facteur cinétique

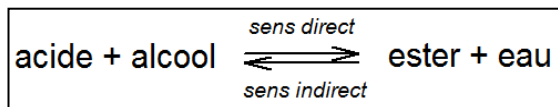
1.4. Le catalyseur est un facteur cinétique : il permet à la réaction de se faire plus rapidement en créant des intermédiaires réactionnels plus réactifs

2) Etude des expériences A et B

Expérience A	Expérience B
$n_{\text{acide}} = \frac{m_{\text{acide}}}{M_{\text{acide}}} = \frac{12,2}{122} = 0,10 \text{ mol}$	$n_{\text{acide}} = \frac{m_{\text{acide}}}{M_{\text{acide}}} = \frac{12,2}{122} = 0,10 \text{ mol}$
$m_{\text{alcool}} = \rho_{\text{alcool}} \times V_{\text{alcool}} = 0,8 \times 4 = 3,2 \text{ g}$	$m_{\text{alcool}} = \rho_{\text{alcool}} \times V_{\text{alcool}} = 0,8 \times 40 = 32 \text{ g}$
$n_{\text{alcool}} = \frac{m_{\text{alcool}}}{M_{\text{alcool}}} = \frac{3,2}{32} = 0,10 \text{ mol}$	$n_{\text{alcool}} = \frac{m_{\text{alcool}}}{M_{\text{alcool}}} = \frac{32}{32} = 1,0 \text{ mol}$
On est dans les proportions stœchiométriques $n_{\text{alcool}} = n_{\text{acide}} = 0,10 \text{ mol}$ il se forme $n_{\text{ester}} = 0,10 \text{ mol}$	L'alcool est en large excès. il se forme $n_{\text{ester}} = n_{\text{acide}} = 0,10 \text{ mol}$
$m_{\text{ester}} (\text{théorique}) = n_{\text{ester}} \times M_{\text{ester}} = 0,10 \times 136 = 13,6 \text{ g}$	$m_{\text{ester}} (\text{théorique}) = n_{\text{ester}} \times M_{\text{ester}} = 0,10 \times 136 = 13,6 \text{ g}$
$\text{rend} = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{théorique}}} = \frac{9,0}{13,6} = 0,66 = 66\%$	$\text{rend} = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{théorique}}} = \frac{10,2}{13,6} = 0,75 = 75\%$

On a modifié la quantité de l'un des 2 réactifs (le méthanol) entre les expériences (1) et (2).

En augmentant la quantité d'un des réactifs (ici l'alcool) on déplace l'équilibre dans le sens de sa consommation donc dans le sens direct de la synthèse, donc dans le sens de la formation de l'ester.



3) Utilisation d'un Dean Stark

En utilisant le Dean Stark, on élimine l'eau formée au cours de la réaction

Le rendement avoisine alors 100%

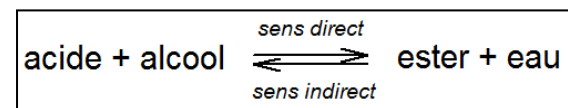
En fin d'expérience, le ballon contient uniquement l'ester formé :

- les réactifs étant dans les proportions stœchiométriques (expérience A), il n'en reste plus
- l'eau formée par la réaction a été piégée dans le Dean Stark

Le Dean Stark utilise un solvant nocif : le cyclohexane

4) Distillation fractionnée

L'ester est très volatil ; il se vaporise et est récupéré dans le distillat ; on évacue l'ester une fois qu'il se forme, ce qui déplace l'équilibre dans le sens direct



5) Utilisation de diazométhane CH₂N₂

La synthèse forme l'ester et du diazote gazeux ; si on peut faire échapper le gaz produit au cours de la synthèse, on modifie l'état d'équilibre du système : la réaction va donc évoluer dans le sens de la création du diazote donc dans le sens de la création de l'ester : le rendement augmente.

6) Procédé d'estérification par émulsion

Les molécules de DBSA s'assemblent en formant des micelles : les parties apolaire hydrophobe se rejoignent à l'intérieur de la micelle, afin de s'isoler des molécules d'eau présentes dans le milieu réactionnel.

Lorsque les molécules d'ester se forment, elles sont attirées à l'intérieur de la cavité : elles sont ainsi isolées des molécules d'eau qui se trouvent à l'extérieur de la micelle. Les molécules d'ester ont en effet plus d'affinité avec les parties apolaires des molécules de DBSA, qu'avec les molécules d'eau polaires.

Les molécules d'ester ainsi isolées ne peuvent plus réagir avec les molécules d'eau : la réaction d'hydrolyse (qui limite la réaction d'estérification) ne peut pas s'effectuer. La réaction devient quasiment totale avec un rendement très élevé