

EXEMPLE DE BROUILLON POUR AMORCER ET CONSTRUIRE LA SYNTHÈSE ARGUMENTÉE

Il faut montrer qu'on a des connaissances liées à la problématique.

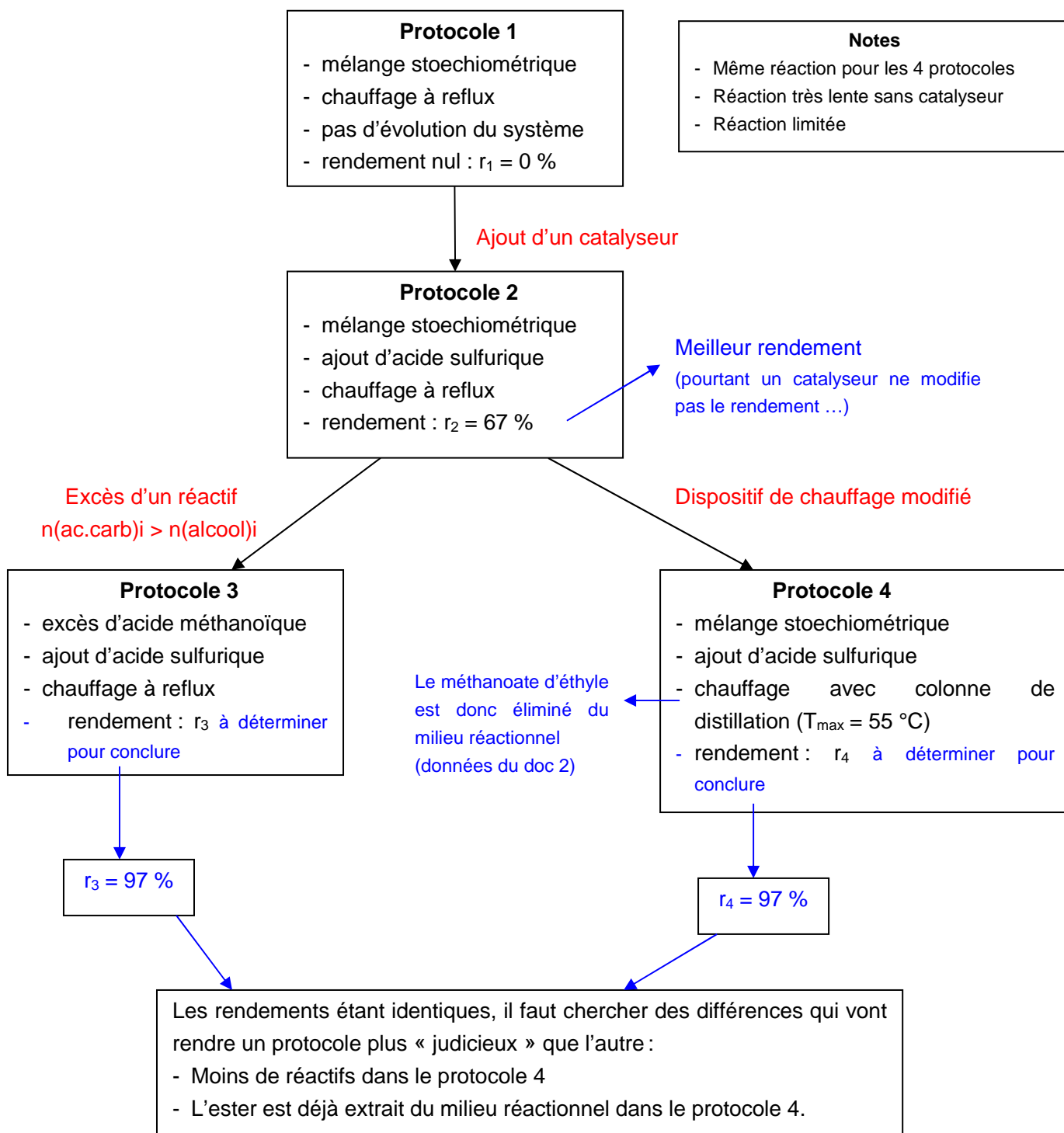
Penser à utiliser tous les documents.

À partir de vos connaissances et des documents fournis, rédiger un paragraphe argumenté permettant de répondre à la problématique suivante (20 lignes environ) :

Quel protocole de synthèse le plus judicieux doit-on mettre en œuvre pour obtenir le méthanoate d'éthyle ?

terme un peu vague qui prend tout son sens après les calculs de r_3 et r_4 .

L'ensemble de l'argumentation et les calculs doivent apparaître de manière détaillée.

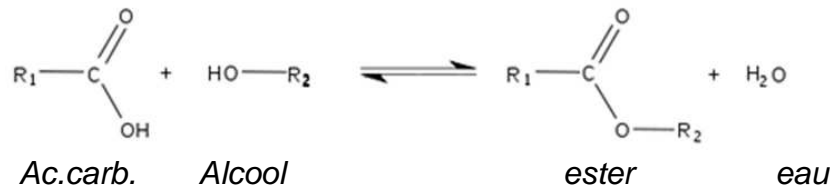


Pour plus de fluidité dans l'argumentation, on choisit de présenter les calculs au début :

Le rendement est défini par le rapport de la quantité de produit obtenue expérimentalement sur la quantité de produit obtenue maximale si la transformation est totale :

$$r = \frac{n(\text{produit})_{\text{exp}}}{n(\text{produit})_{\text{max}}} = \frac{n(\text{ester})_{\text{exp}}}{n(\text{ester})}$$

L'équation de réaction étant :



On peut écrire : $\frac{n(\text{ac. carb})_{\text{consommé}}}{1} = \frac{n(\text{alcool})_{\text{consommé}}}{1} = \frac{n(\text{ester})_{\text{formé}}}{1} = \frac{n(\text{eau})_{\text{formé}}}{1}$

Rq : Les 1 correspondent aux nombres stœchiométriques.

Calcul du rendement dans le cas du protocole 3 :

- $\frac{n(\text{ester})_{\text{formé}}}{1} = \frac{n(\text{ac. carb})_{\text{consommé}}}{1} = 2,02 - 1,73 = 0,29 \text{ mol}$

En considérant qu'il n'y a pas de pertes lors de la récupération de l'ester, $n(\text{ester})_{\text{exp}} = n(\text{ester})_{\text{formé}} = 0,29 \text{ mol}$.

- Pour déterminer $n(\text{ester})_{\text{max}}$, il faut connaître le réactif limitant :
Ici, $n(\text{ac. carb})_i = 2,02 \text{ mol}$ et $n(\text{alcool})_i = 0,30 \text{ mol}$

$$\frac{n(\text{ac. carb})_i}{1} > \frac{n(\text{alcool})_i}{1} \text{ donc l'alcool est le réactif limitant.}$$

Ainsi, $\frac{n(\text{ester})_{\text{max}}}{1} = \frac{n(\text{alcool})_i}{1} = 0,30 \text{ mol}$

- Le rendement est donc $r_3 = \frac{0,29}{0,30} = 0,97 = 97 \%$

Calcul du rendement dans le cas du protocole 4 :

- On a récupéré 23,4 mL de distillat. Or l'ester ayant la température d'ébullition la plus faible (55°C), c'est lui qui est récupéré en premier.

$$n(\text{ester})_{\text{exp}} = \frac{m(\text{ester})_{\text{exp}}}{M(\text{ester})} = \frac{\rho(\text{ester}) \cdot V(\text{ester})}{M(\text{ester})}$$

AN : $n(\text{ester})_{\text{exp}} = \frac{0,918 \times 23,4}{74} = 0,29 \text{ mol}$

- Pour déterminer $n(\text{ester})_{\text{max}}$, il faut connaître le réactif limitant :
Ici, $n(\text{ac. carb})_i = 0,30 \text{ mol}$ et $n(\text{alcool})_i = 0,30 \text{ mol}$

$$\frac{n(\text{ac. carb})_i}{1} = \frac{n(\text{alcool})_i}{1} \text{ donc les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques :}$$

ils sont tous deux limitants.

Ainsi, $\frac{n(\text{ester})_{\text{max}}}{1} = \frac{n(\text{ac. carb})_i}{1} = \frac{n(\text{alcool})_i}{1} = 0,30 \text{ mol}$

- Le rendement est donc $r_4 = \frac{0,29}{0,30} = 0,97 = 97 \%$

Rq : les calculs des rendements ont été faits en considérant qu'il n'y avait aucune perte lors des étapes d'extraction et de purification.

Le méthanoate d'éthyle est un ester à odeur de rhum qui peut s'obtenir par la réaction dite de Fischer consistant à faire réagir un acide carboxylique (l'acide méthanoïque) avec un alcool (l'éthanol).

Cette réaction étant très lente, il faut chauffer le milieu réactionnel car la température est un facteur cinétique.

On utilise pour cela un chauffage à reflux pour éviter les pertes de matière car les vapeurs se condensent dans le réfrigérant à boules et retombent dans le milieu réactionnel.

Cependant le chauffage seul ne suffit pas en effet la composition du milieu ne change presque pas après plusieurs heures.

Rq : on ne peut pas jouer sur le facteur cinétique "concentration des réactifs" car ceux-ci sont déjà purs.

Il convient donc de rajouter un peu d'acide sulfurique qui va jouer le rôle de catalyseur : il va accélérer la réaction en modifiant le mécanisme réactionnel sans être globalement consommé par celle-ci.

La réaction de Fischer étant limitée, le catalyseur permet d'atteindre plus rapidement l'état final d'équilibre mais ne modifie pas la composition finale du système (il accélère également la réaction dans le sens inverse) : le rendement de 67 % obtenu pour un mélange stœchiométrique d'acide méthanoïque et d'éthanol n'est pas augmenté par le catalyseur.

Il existe deux moyens pour augmenter le rendement de la synthèse de l'ester :

- introduire l'un des réactifs en excès pour favoriser la réaction dans le sens direct (protocole 3)
- éliminer l'un des produits au fur et à mesure qu'il se forme pour empêcher la réaction dans le sens inverse (protocole 4).

Les calculs montrent que les protocoles 3 et 4 conduisent au même rendement (97 %).

Cependant le protocole 4 paraît plus judicieux car :

- il demande moins de réactifs
- l'ester est déjà extrait du milieu réactionnel, il ne reste qu'à le purifier.