

Table des matières

1	Prérequis	1
2	Objectifs et messages forts de la LC	1
3	Introduction générale de la leçon	1
4	Proposition de plan	2
4.1	Augmentation de la vitesse de réaction	2
4.2	Augmentation du rendement	2
5	Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon	2
6	Expériences illustratives et exploitation pédagogique	2
7	Subtilités de la leçon, remarques des correcteurs et points disciplinaires essentiels	2
8	Bibliographie pour construire la leçon	3
9	Critique des choix pédagogiques de la leçon	3

1 Prérequis

- ▷ Tableau d'avancement (avancement final, réactif limitant)
- ▷ Quotient réactionnel, constante d'équilibre
- ▷ Groupes caractéristiques (Ester, alcool, acide carboxylique)
- ▷ Rendement d'une synthèse
- ▷ Montage à reflux
- ▷ Extraction liquide-liquide
- ▷ Titration pH-métrique et colorimétrique

2 Objectifs et messages forts de la LC

- ▷ Connaître les différents montages en synthèse organique et leur utilité
- ▷ Comprendre et savoir identifier les opérations qui permettent d'accélérer une synthèse ou d'augmenter le rendement
- ▷ Comprendre l'intérêt de ces différentes opérations.

3 Introduction générale de la leçon

On s'intéresse à faire une estérification, ici synthétiser un arôme de jasmin. On prend les différents réactifs, on les mélange, on attend une bonne heure, et on veut savoir si on a obtenu le produit attendu. Pour ce faire, on va titrer un de nos réactifs (ici l'acide éthanoïque), pour savoir combien a réagit. On voit que pratiquement rien a réagit. Comment ça se fait ? Comment on pourrait accélérer la réaction et/ou augmenter le rendement ?

[†]arnaud.le_diffon@ens-paris-saclay.fr

4 Proposition de plan

4.1 Augmentation de la vitesse de réaction

► Température, quantité de réactif

Discuter de l'effet de ces deux paramètres, et justifier l'utilisation d'un reflux.

► Utilisation d'un catalyseur

Catalyse homogène, hétérogène, enzymatique.

► Calcul du rendement

Définition du rendement. On le calcule dans le cas de l'expérience 1 (voir dans le paragraphe (expériences illustratives)).

Transition didactique : C'est bien on a augmenté la vitesse, on pourrait pas augmenter ce rendement ?

4.2 Augmentation du rendement

► Influence de la quantité initiale en réactif

On utilise le quotient réactionnel (attention! écrire les activités!!!), et on justifie ce qui se passe lorsque l'on augmente la quantité de réactif. On présente notre expérience 2 et les résultats (voir dans le paragraphe (expériences illustratives))

► Elimination d'un produit

Pareil que dans la partie du dessus, et on présente le Dean Stark. Puis, on présente notre expérience 3 avec le micro-onde.

5 Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon

On a pu voir quels sont les paramètres sur lesquels on peut jouer lors d'une synthèse organique pour optimiser cette dernière. Finalement, on cherche toujours à accélérer la réaction et à augmenter le rendement.

6 Expériences illustratives et exploitation pédagogique

- ▷ Expérience 0 : Mélange des produits dans un bécher (5mL d'acide éthanoïque et 5mL d'alcool benzylique), on attend 1h, on regarde ce qui se passe (rien). On arrête le reflux, on ajoute 200mL d'eau, on sépare les phases aqueuses et organiques, et on prélève 10mL de la phase aqueuse. On titre alors l'acide éthanoïque dans la phase aqueuse avec le bleu de thymol comme indicateur coloré, on calcule le rendement qui doit être proche de 0.
- ▷ Expérience 1 : Cette fois, on fait un reflux, avec la même quantité de réactifs (5mL d'acide et 5mL d'alcool benzylique). On ajoute aussi quelques gouttes (savoir combien!) d'acide sulfurique concentré. On fait 25 min de reflux, on arrête, 200mL d'eau, on sépare les phases, on titre 10mL de la phase aqueuse (tirage pH-métrique!). On voit 2 sauts de pH, à cause de l'acide sulfurique, qui n'a pas été consommé (car Catalyseur!). On calcule de nouveau le rendement qui a augmenté.
- ▷ Expérience 2 : Comme l'expérience 1, mais avec 15mL d'alcool! On trouve un meilleur rendement!
- ▷ Expérience 3 : On prépare dans un erlenmeyer 5mL d'acide, 15mL d'alcool, et quelques gouttes d'acide. On met le tout 2min au micro-onde. On procède ensuite comme dans les autres expériences, on trouve un rendement proche de 1!

7 Subtilités de la leçon, remarques des correcteurs et points disciplinaires essentiels

- ▷ Faire attention, dans les expériences 1 et 2, le réactif limitant n'est pas le même, ce qui pose un problème pour la définition du rendement (on voit pas vraiment l'influence de l'augmentation de quantité d'un

réactif). Du coup il ne vaut mieux pas respecter les quantités que l'on a utilisé. Il faut toujours que le réactif limitant soit l'acide. Pour se faire, on peut faire :

Expérience 0-1 : Proportions stoechiométriques.

Expérience 2-3 : Excès de l'alcool.

- ▷ L'expérience introductive est a priori trop longue, il vaut mieux la mettre dans la première partie. Il faut donc revoir un peu le plan.
- ▷ ATTENTION : Pour cette synthèse, les réactifs sont tous purs!! (et non miscibles à l'eau). Il n'y a donc pas de sens de parler de concentration, mais plutôt de fraction molaires dans chacune des phases. (surtout quand on écrit le quotient réactionnel!!).
- ▷ Bien comprendre comment ça marche le Dean-Stark (et aussi le micro-onde), et toutes les caractéristiques de doit vérifier le solvant (Teb, densité, azéotrope,..). Il faut notamment avoir en tête les températures d'ébullition des réactifs et des produits
- ▷ Beaucoup de choses à faire en préparation : il ne faut pas traîner! D'un autre côté, c'est facile parce qu'on fait 4 fois la même chose!
- ▷ NE PAS RELIER LES POINTS SUR REGRESSI quand on trace $\text{pH} = f(V)$.
- ▷ Remarque : Dans ces expériences, on n'a pas vraiment essayé d'isoler l'esther, de faire une ccm pour vérifier la pureté du produit...(cf tp de laure-lise). On aurait pu, mais vu que c'est surtout le rendement qui nous intéresse on s'en fout, et ça permet de faire plusieurs cas en préparation!

8 Bibliographie pour construire la leçon

- ▷ Prendre n'importe quel livre de terminale générale spécialité, y a 90% de chances que l'expérience ce soit celle là (ou une variante). Je me suis inspiré de plusieurs bouquins pour faire les expériences que j'ai proposé ici, notamment Celui de la collection 'sirius'
- ▷ TP de Laure-Lise pour la synthèse de l'arome de jasmin au micro-onde.
- ▷ Quelques infos sur comment ça marche la synthèse au micro-onde : 'Synthèse de l'ester de poirre au four à micro-ondes -estérification' dans le Daumarie (voir sur zotero)

9 Critique des choix pédagogiques de la leçon

- ▷ Refaire le plan en y introduisant l'expérience introductive qui est trop longue
- ▷ Bien mettre le même réactif limitant, sinon on s'embrouille avec le rendement et le message n'est pas clair
- ▷ On pourrait imaginer une dernière expérience : Un reflux avec les réactifs sans catalyseur. Ca permettrait d'illustrer le I.2, mais encore faut-il qu'on ait un rendement supérieur à zéro (à tester!).

- BONNE PRÉPARATION -