

LC13 – STRATÉGIE DE SYNTHÈSE

12 juin 2021

Oui
MR C

Nicolas Barros & Abel Feuvrier

Ce qu'on appelle stratégie consiste essentiellement à passer les rivières sur des ponts et à franchir les montagnes par les cols.

Anatole France

Niveau : Tle

Quasi intégralité c'est Terminale Générale Enseignement de spécialité, mais recr STL only.

Commentaires du jury

Bibliographie

- ↗ *Le B.O., Des gens qu'on est interdit de critiquer* → Attention nouveau programme
- ↗ *Physique Chimie Term Enseignement de Spécialité, Nathan* → Chapitre 9 Optimisation d'une synthèse et Chapitre 10 Stratégie de synthèse multi-étapes, Protocole Synthèse p204
- ↗ *100 manipulations de chimie organique et inorganique, Mesplede* → Synthèse du Paracétamol SANS ACIDE ETHANOIQUE
- ↗ *Physique Chimie Tle, Bordas* → Chapitre 9 : Stratégie en synthèse organique p209

Prérequis

- Titrage avec suivi colorimétrique
- Formules brutes et semi-développées
- Quantité de matière, avancement final
- Rendement d'une synthèse.

Expériences

- ☞ Synthèse éthanoate de benzyle
- ☞ Synthèse de paracétamol

Table des matières

1	Optimisation d'une synthèse	2
1.1	Structure et propriétés	2
1.2	Augmentation de la vitesse	2
1.3	Augmentation du rendement	3
2	Synthèse multi-étapes	3
2.1	Classification des réactions	3
2.2	Séquence réactionnelle	3
2.3	Chimie verte	3

1 Optimisation d'une synthèse

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
Structure et propriétés Formule topologique. Familles fonctionnelles : esters, amines, amides et halogénoalcanes. Squelettes carbonés insaturés, cycliques. Isomérisation de constitution. Polymères.	Exploiter des règles de nomenclature fournies pour nommer une espèce chimique ou représenter l'entité associée. Représenter des formules topologiques d'isomères de constitution, à partir d'une formule brute ou semi-développée. Identifier le motif d'un polymère à partir de sa formule. Citer des polymères naturels et synthétiques et des utilisations courantes des polymères.

FIGURE 1 – Extrait du BO. Correspondra au 1.1 de notre leçon, mais pourrait être une partie à part entière

Optimisation d'une étape de synthèse Optimisation de la vitesse de formation d'un produit et du rendement d'une synthèse.	Identifier, dans un protocole, les opérations réalisées pour optimiser la vitesse de formation d'un produit. Justifier l'augmentation du rendement d'une synthèse par introduction d'un excès d'un réactif ou par élimination d'un produit du milieu réactionnel. <i>Mettre en œuvre un protocole de synthèse pour étudier l'influence de la modification des conditions expérimentales sur le rendement ou la vitesse.</i>
---	---

FIGURE 2 – Extrait du BO. Correspondra au reste de cette partie

1.1 Structure et propriétés

➤ Bordas p214. Ici on introduit la notion de formule topologique. Cette partie doit être un peu catalogue. On peut le motiver en disant "la première étape d'une synthèse, c'est de partir des bon produits - de se comprendre entre chimistes et de comprendre les molécules qu'on étudie, on doit donc bien pouvoir se les représenter, et donner des noms à des groupements d'atomes d'intérêt particulier.

Listing des Familles fonctionnelles, petit coup squelettes carbonés et isomérisation de constitution . Propre exemple schéma.

1.2 Augmentation de la vitesse

➤ Bordas p 215 Pour augmenter la vitesse de formation d'un produit recherché, on agit sur plusieurs facteurs cinétiques :

- Température
- Solvant
- Catalyseur

Exemple + éventuellement schéma pour chaque. Essayer de trouver une expérience qualitative pour la température ?

1.3 Augmentation du rendement

Définition de rendement en pourcentage.

Quotient de réaction. **Conformément au critère d'évolution spontanée d'un système hors équilibre chimique, l'introduction d'un excès d'un réactif ou l'élimination d'un produit du milieu réactionnel conduit à l'augmentation du rendement d'une synthèse**

On peut également présenter le principe de la distillation ou du Dean-Stark. C'est dans la plupart des activités, et peut attirer des questions faciles du jury.



Augmenter le rendement de la synthèse de l'éthanoate de benzyle

✍ Nathan Tle



Protocole en pièce jointe. Partir de deux colonnes d'acide éthanoïque différent. Eventuellement faire 2 autres configurations : sans ajout de catalyseur, et sans chauffer en gardant tout égal par ailleurs. Attention à mettre relativement rigoureusement les mêmes 5 gouttes d'acides sulfurique -c'est censé être epsilon. On pourra s'en assurer par le titrage de ces mêmes 5 gouttes d'acide dans un bécher.

En fait on fait plutôt l'hydrolyse de l'ester avec et sans catalyseur du côté acide base

C'est pas totalement rigoureux, mais je pense que c'est dans l'esprit. Le but n'est pas d'isoler / purifier le produit, mais de montrer rapidement ce qui va jouer sur le rendement d'une synthèse. Possibilité de revenir sur les hypothèses (réaction unique) dans les questions

Chauffage ou catalyse

2 Synthèse multi-étapes

2.1 Classification des réactions

Addition/élimination/substitution, A/B, ox-réd. Donner des exemples ("banques de réactions")

2.2 Séquence réactionnelle

Blip blip bloup



Synthèse du paracétamol

✍ Mesplède



On arrive après la synthèse et le premier Buchner. On peut faire recr/filtration/Kofler en live.

2.3 Chimie verte

La partie tampon par excellence. Projeter les principes de la chimie verte.

Conclusion

Bip Boup rendement et cinétique sont pas indépendants, compromis à faire

Activité expérimentale

3 Augmenter un rendement

Beaucoup de synthèses ont un rendement faible, en particulier parce que les transformations associées sont limitées. C'est notamment le cas de la synthèse de l'éthanoate de benzyle, un ester à l'odeur de jasmin.

• Comment augmenter le rendement de la synthèse de l'éthanoate de benzyle ?

Matériel

PROTOCOLE

La classe est répartie en six groupes.

- Dans un ballon sec, introduire 5,0 mL d'alcool benzylique et le volume d'acide éthanóique indiqué ci-dessous.

Groupe	1	2	3	4	5	6
Volume d'acide éthanóique (en mL)	2,8	5,5	11,0	16,5	22,0	27,5

- Dans le ballon, ajouter cinq gouttes d'acide sulfurique concentré (permettant d'apporter des ions H^+ au milieu réactionnel) et trois grains de pierre ponce.
- Adapter le réfrigérant à eau au ballon, puis chauffer le mélange à ébullition douce pendant 25 minutes environ et arrêter le chauffage. L'état d'équilibre est considéré comme atteint au bout de 25 minutes.
- Quand le reflux a cessé, ajouter dans le ballon 100 mL d'eau glacée et agiter le mélange.
- Prélever un échantillon du milieu réactionnel dont le volume vous est indiqué par votre professeur.
- Procéder alors au titrage de l'acide éthanóique restant dans le prélèvement (→ DOCUMENT).

DOCUMENT Titrage colorimétrique

Hydroxyde de sodium ($Na^+(aq), HO^-(aq)$, $C_6 = 0,30 \text{ mol L}^{-1}$)

Mélange à titrer + 25 mL d'eau froide

DONNÉES

■ Équation de la réaction d'estérification

$$\text{Acide éthanóique} + \text{Alcool benzylique} \xrightarrow{[H^+]} \text{Éthanoate de benzyle} + H_2O$$

■ Caractéristiques physico-chimiques

Espèce	Alcool benzylique	Acide éthanóique	Éthanoate de benzyle
Sécurité			
Masse molaire (en $g \cdot mol^{-1}$)	108,1	60,1	150,2
Densité	1,04	1,05	1,05

Questions

- RÉALISER**
 - Tableau Mettre en œuvre le protocole de synthèse correspondant à votre groupe.
 - Réaliser le titrage et noter le volume à l'équivalence.
- ANALYSER-RAISONNER**
 - Écrire l'équation de la réaction support du titrage.
 - Déterminer la quantité de matière de chacun des réactifs introduits.
 - Déterminer la quantité d'acide titré.
- VALIDER**
 - Déterminer dans quelles conditions expérimentales le rendement de la synthèse est optimisé.
 - Identifier les opérations réalisées pour augmenter la vitesse de formation de l'éthanoate de benzyle.

RESSOURCES

Notions

- Optimisation du rendement
- Optimisation de la vitesse

Les ma

La nature des molécules nombreux capables de vinyle

Quels s

DOC. 1

DOC. 2

DOC. 3

Exe

FIGURE 3 – El protocole. Ne faire que deux compositions, mais retenir que ça marcherait bien en TP avec plusieurs groupes

Stratégie de synthèse multi-étapes	
Modification de groupe caractéristique, modification de chaîne carbonée, polymérisation.	Élaborer une séquence réactionnelle de synthèse d'une espèce à partir d'une banque de réactions. Identifier des réactions d'oxydo-réduction, acide-base, de substitution, d'addition, d'élimination.
Protection / déprotection.	Identifier des étapes de protection / déprotection et justifier leur intérêt, à partir d'une banque de réactions. <i>Mettre en œuvre un protocole de synthèse conduisant à la modification d'un groupe caractéristique ou d'une chaîne carbonée.</i>
Synthèses écoresponsables.	Discuter l'impact environnemental d'une synthèse et proposer des améliorations à l'aide de données fournies, par exemple en termes d'énergie, de formation et valorisation de sous-produits et de choix des réactifs et solvants.

FIGURE 4 – Un paragraphe du BO = une partie