

Terminale Spécialité Physique-Chimie	Thème : Constitution et transformations de la matière	M.KUNST-MEDICA MAJ 07/2024	 Frères des Écoles Chrétiennes
Chapitre 15 : Synthèse organique (optimisation d'une synthèse)		Cours livre p 194 à 198	
Nom : Prénom : Classe :			
Mon livret « plan de travail et parcours d'exercices ». A remettre au professeur le jour du DS avec les feuilles d'exercices Site internet : http://www.lasallesciences.com			

Les « attendus » du chapitre

Bilan	Mon opinion après avoir réalisé les exercices	Avis du professeur après le DS
Cours I et II et l'AJ 15.1 : Associer un nom à une formule topologique		
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.		
AD 15.2 : Les polymères, matériaux incontournables		
Identifier le motif d'un polymère à partir de sa formule.		
Citer des polymères naturels et synthétiques et des utilisations courantes des polymères.		
AE 15.3 : Augmenter un rendement		
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.		
Mettre en œuvre un protocole de synthèse pour étudier l'influence de la modification des conditions expérimentales sur le rendement ou la vitesse.		

AE 15.4 : Synthèse conduisant à la modification d'un groupe caractéristique

Mettre en œuvre un protocole de synthèse conduisant à la modification d'un groupe caractéristique ou d'une chaîne carbonée.		
Discuter l'impact environnemental d'une synthèse et proposer des améliorations à l'aide des données fournies, par exemple en termes d'énergie, de formation et valorisation de sous-produits et de choix des réactifs et des solvants.		
AJ 15.5 : Synthèse et nomenclature		
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.		
Identifier des étapes de protection / déprotection et justifier leur intérêt, à partir d'une banque de réaction.		

Les bons réflexes pour les exercices

Si l'énoncé demande de...	Il est nécessaire de...
Justifier que deux espèces dont les molécules sont notées A et B sont isomères de constitution.	<p style="text-align: right; color: blue;">➔ Ex. 10 p. 202</p> <p>Réflexe 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Déterminer les formules brutes des molécules A et B. Si elles sont différentes, les espèces correspondantes ne sont pas isomères de constitution. Si elles sont identiques, passer au point suivant. 1 Vérifier que les formules semi-développées des molécules A et B sont différentes. Si c'est le cas, les espèces correspondantes sont isomères de constitution sinon elles sont identiques.
Proposer un réactif et éventuellement des conditions expérimentales pour synthétiser un produit B à partir d'un réactif A.	<p style="text-align: right; color: blue;">➔ Ex. 14 p. 203</p> <p>Réflexe 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Repérer les familles fonctionnelles associées aux groupes caractéristiques de A et de B. 1 Identifier la modification (de chaîne ou de groupe) ayant lieu. 1 Déterminer le réactif et les conditions expérimentales à l'aide de la banque de réactions à la Fiche 9 p. 460.
Identifier la catégorie d'une réaction.	<p style="text-align: right; color: blue;">➔ Ex. 16 p. 203</p> <p>Réflexe 3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Repérer le site modifié lors de la réaction : <ul style="list-style-type: none"> – S'il y a formation d'une double liaison, la réaction est une élimination. – S'il y a disparition d'une double liaison, la réaction est une addition. – Si un atome ou groupe d'atomes a été remplacé par un autre atome ou groupe d'atomes, la réaction est une substitution. – Si un échange d'ion hydrogène H⁺ a lieu, la réaction est de type acide-base.
Représenter le motif d'un polymère.	<p style="text-align: right; color: blue;">➔ Ex. 20 p. 204</p> <p>Réflexe 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Repérer le plus petit groupe d'atomes (composé d'au moins deux atomes de carbone) qui se répète. 1 Recopier ce groupe d'atomes et dessiner, de part et d'autre de la chaîne principale de ce groupe d'atomes, des liaisons et des parenthèses.

Les vidéos du chapitre

		
https://youtu.be/gooKPKmMgow	https://youtu.be/FC5KFYxwQpk	https://youtu.be/XelMc1Civcw
<u>Modélisation des molécules</u> (rappels de 1 ^{ère})	<u>Groupes caractéristiques</u> (rappels de 1 ^{ère})	<u>Nomenclature</u> (rappels de 1 ^{ère})
		
https://www.youtube.com/watch?v=FtIkbXV9pKU	https://www.youtube.com/watch?v=f2-U4HnqU7M	
<u>Vidéo : Bilan de cours sur les molécules organiques (Stella)</u>	<u>Vidéo : Bilan de cours sur les synthèses organiques (Stella)</u>	

Le plan de travail (Surligner les étapes réalisées)

A faire dès la semaine où le chapitre commence en classe.

Visionner les 3 vidéos de rappels de 1^{ère}

Réaliser une fiche de synthèse par vidéo, et étudier la carte bilan de la fiche.

A faire après l'activité jeu AJ 15.1 : Associer un nom à une formule topologique.

Lire la correction de l'AE 15.1 et l'AE 15.2

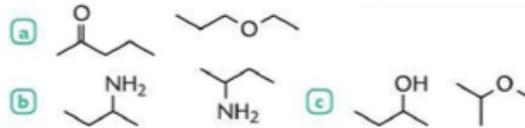
Étudier le « I, II, III et IV » du cours

Visionner la vidéo du cours « bilan de cours sur les molécules organiques ».

Exercices d'application : Livret exo révisions chimie 77 à 82 p 54 à 56

Exercice 77 :

- Pour chaque couple de formules topologiques ci-dessous, identifier si les espèces correspondantes sont isomères de constitution. Justifier.



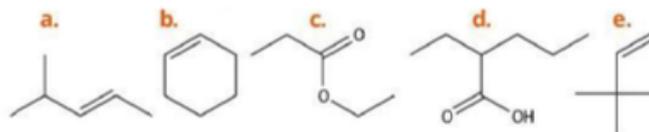
Exercice 78 :

- Pour chaque formule brute ci-dessous, écrire les formules topologiques des molécules de toutes les isomères de constitution correspondants sachant qu'aucune d'elles n'est cyclique.

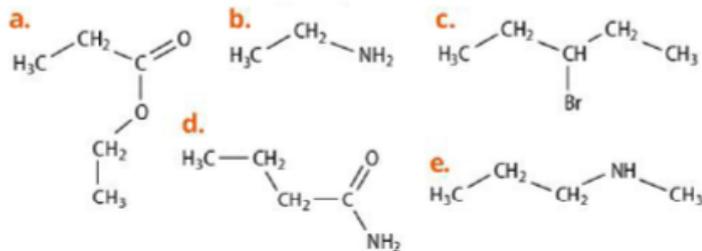


Exercice 79 :

- Repérer l'insaturation ou les insaturations présente(s) dans les molécules ci-après.



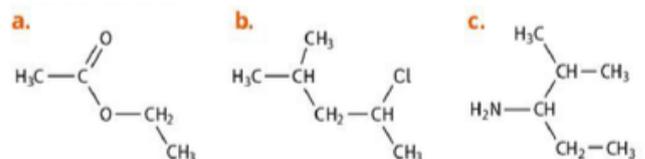
Exercice 80 : Soient les molécules organiques suivantes :



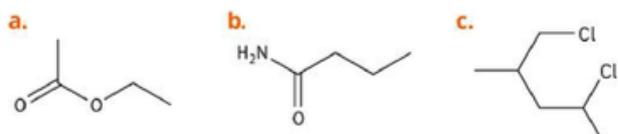
- Recopier chacune de ces molécules et entourer la fonction organique qu'elles portent.
- À quelle famille appartient chacune de ces molécules ?
- Nommer ces molécules.

Exercice 81 :

- Donner les formules topologiques et nommer les molécules suivantes.

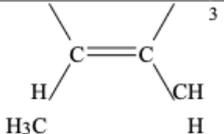
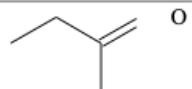
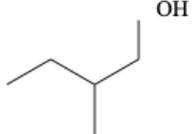


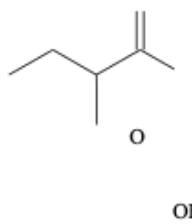
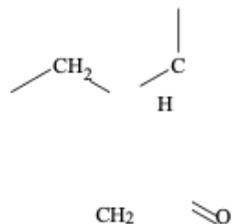
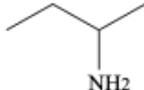
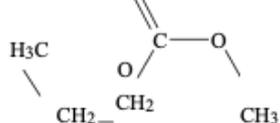
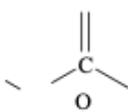
- Donner les formules semi-développées et nommer ces molécules.



Exercice 82 :

1. **Surligner** ou **entourer**, ci-dessous, les groupes caractéristiques des molécules sauf les deux premières lignes.
2. Compléter le tableau suivant en indiquant le nom, la formule semi-développée, la formule topologique, le nom du groupe caractéristique et la fonction de la molécule organique dans les cases vides non grisées.

Nom de la molécule	formule semi-développée	formule topologique	Nom du groupe	Nom de la fonction
butane				
				
				
				

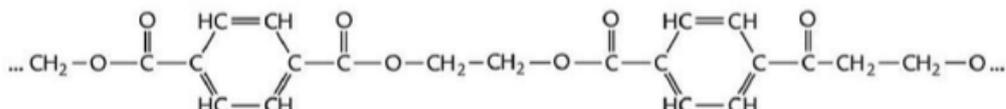
A faire après l'AD 15.2 : Les polymères, matériaux incontournables.

Lire la correction de l'AD 15.2

Étudier le « V » du cours – « Les polymères »

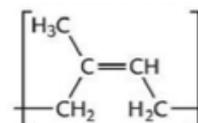
Exercices d'application : Livret exo révisions chimie 83 à 85 p 56

Exercice 83 : Le polyéthylène téréphtalate (PET) est un polymère synthétique constituant les bouteilles d'eau minérale. Il entre aussi dans la composition de vêtements. On donne ci-dessous une partie de la formule d'une macromolécule de PET.



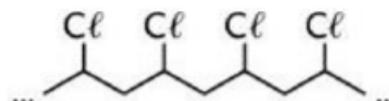
1. Recopier chacune de ces molécules et entourer la fonction organique qu'elles portent.
2. Lors de la synthèse, de l'eau se forme simultanément au PET. Expliquer l'intérêt d'éliminer l'eau, en continu, du milieu réactionnel lors de la synthèse.

Exercice 84 : Le cis-polyisoprène est le principal constituant du caoutchouc naturel (issu du latex). On donne ci-contre la formule semi-développée de son motif :



1. Définir le terme motif.
2. Représenter une partie de la formule topologique du cis-polyisoprène schématisant l'enchaînement de quatre motifs.

Exercice 85 : Le polychlorure de vinyle (PVC) est un polymère synthétique. Dans le bâtiment, il est utilisé pour la confection des fenêtres et des canalisations. On représente ci-dessous une partie de la formule topologique d'une de ses macromolécules :



1. Définir le terme polymère.
2. Représenter le motif du PVC.
3. Nommer un autre polymère synthétique et donner son application.

A faire après l'AE 15.3 : Augmenter un rendement.

Lire la correction de l'AE 15.3

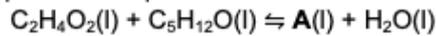
Étudier le « VI » du cours – « Optimisation d'une synthèse

Exercices d'application : Livret exo révisions chimie 86 à 89 p 57 à 59

Exercice 86 : On synthétise l'espèce **C** grâce à une transformation lente modélisée par deux réactions opposées. L'équation s'écrit : $A(l) + B(l) \rightleftharpoons C(l) + D(l)$ La constante d'équilibre associée à l'équation est notée **K**.

1. Proposer deux opérations permettant d'augmenter la vitesse de formation de l'espèce **C**.
2. Proposer deux méthodes d'optimisation du rendement de cette synthèse. Justifier.

Exercice 87 : On synthétise l'éthanoate de 3-méthylbutyle, noté **A**, grâce à une transformation lente modélisée par deux réactions opposées. L'équation s'écrit :



PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Extrait du protocole de la synthèse de l'espèce **A**

- ☑ Dans un ballon, INTRODUIRE 0,18 mol de 3-méthylbutan-1-ol, 0,53 mol d'acide éthanoïque et environ 0,02 mol d'acide sulfurique concentré.
- ☑ AJOUTER trois grains de pierre ponce, ADAPTER un réfrigérant à boules sur le ballon et CHAUFFER à reflux pendant environ 30 min.

1. Citer deux raisons qui laissent penser que l'acide sulfurique est un catalyseur de la réaction.
2. Citer deux opérations du protocole ci-dessus permettant d'augmenter la vitesse de formation de **A**.
3. Citer l'opération du protocole ci-dessus qui permet d'optimiser le rendement de la synthèse.
4. Justifier que si on éliminait l'eau du milieu réactionnel au fur et à mesure de sa formation, on augmenterait le rendement.

Exercice 88 : L'éthanoate d'isoamyle est un ester à saveur et odeur de banane, utilisé pour aromatiser certains sirops. Il peut être obtenu selon le protocole suivant.

- Dans un ballon de 100 mL, on introduit 18,0 g d'alcool isoamylique et 58 mL d'acide éthanoïque pur.
- On ajoute avec précaution 1 mL d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce.
- On adapte un réfrigérant à eau et on chauffe à reflux pendant une heure.
- À l'issue de son extraction et de sa purification, on obtient 28,4 mL d'éthanoate d'isoamyle.

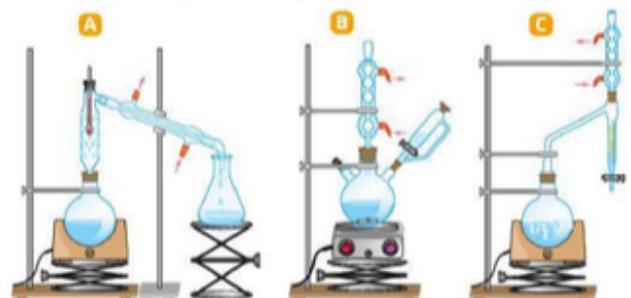
Données :

Composé	Acide éthanoïque	Alcool isoamylique	Éthanoate d'isoamyle
Masse molaire (en g.mol ⁻¹)	60	88	130
Masse volumique (en g.L ⁻¹)	1,05	0,81	0,87

1. Quel est le rôle d'un chauffage à reflux ?
2. Pour quelle raison ajoute-t-on au milieu réactionnel 1 mL d'acide sulfurique ?
3. Lorsque l'acide et l'alcool sont introduits dans les proportions stœchiométriques, le rendement de la réaction est de 67 %. Qu'en est-il ici ? Commenter.

Exercice 89 : On réalise une synthèse organique.

1. Quel(s) dispositif(s) permet(tent) d'améliorer le rendement d'une transformation donnant lieu à un équilibre chimique ?
2. Pour quelle raison et à quelles conditions ?



A faire après l'AE 15.4 : Synthèse conduisant à la modification d'un groupe caractéristique et AJ 15.5 : Synthèse et nomenclature

Lire la correction de l'AE 15.4

Étudier le « VII » du cours – « Stratégie de synthèse »

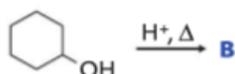
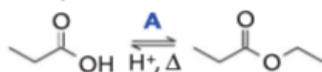
Visionner la vidéo de cours bilan sur les synthèses organiques

Exercices d'application :

Livre Hachette éducation : 14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24 p 203 à 205

15 Compléter des étapes d'une synthèse (2)

| Extraire et exploiter des informations.



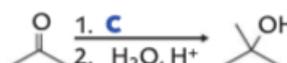
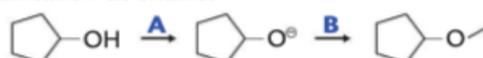
1. À l'aide de la Fiche 9 p. 460 déterminer les formules topologiques des molécules des espèces **A** et **B**.

2. Pour chaque étape décrite ci-dessus, le but recherché est une modification de groupe caractéristique. Justifier.

14 Compléter des étapes d'une synthèse (1)

CORRIGÉ | Extraire et exploiter des informations.

1. Pour chaque étape décrite ci-dessous, déterminer si le but recherché est une modification de groupe ou une modification de chaîne.

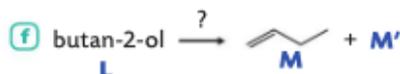
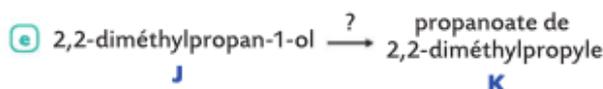
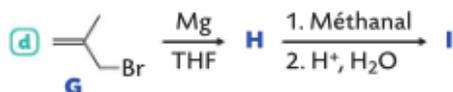
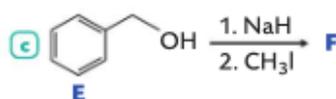
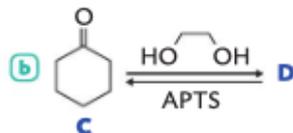
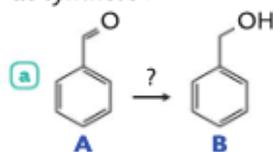


2. À l'aide de la Fiche 9 p. 460, déterminer les formules topologiques des réactifs **A**, **B** et **C**. Utiliser le réflexe 2

22 Quelques réactions de synthèse

Extraire et exploiter des informations.

On donne ci-dessous sept écritures simplifiées de réactions de synthèse :



1. À l'aide de la Fiche 8 p. 459, écrire les formules topologiques des molécules des espèces notées J, K et L.

2. Recopier les formules topologiques des réactifs A, B, C, E, G, J et L. Repérer les groupes caractéristiques présents, puis nommer la famille fonctionnelle associée.

3. À l'aide de la banque de réactions à la Fiche 9 p. 460.

a. Déterminer les réactifs permettant de réaliser les transformations (a), (e) et (f).

b. Déterminer les formules topologiques des molécules des espèces D, F, H et I.

4. La transformation non totale (b) est catalysée par l'APTS. Déterminer le sous-produit de la réaction et proposer une méthode permettant d'optimiser le rendement de la synthèse.

5. La transformation (f) conduit à la formation de deux espèces isomères de constitution M et M'. Donner la formule topologique de M'.

6. Justifier que la transformation (a) correspond à une réaction d'oxydoréduction.

7. a. Identifier, dans la liste de réactions ci-dessus, une réaction d'élimination, d'addition et de substitution.

b. Identifier, dans la liste, une réaction dont le but est :
– une modification de groupe ;
– une modification de chaîne.

23 Équilibre d'estérification

Effectuer des calculs.

Lors de la synthèse de l'éthanoate d'éthyle Es à partir d'acide éthanoïque Ac et d'éthanol Al deux réactions de sens opposé ont lieu. L'équation s'écrit :



Le milieu réactionnel est constitué d'un mélange d'espèces liquides miscibles. Le quotient de réaction s'écrit :

$$Q_r = \frac{n(\text{Es}) \times n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{Ac}) \times n(\text{Al})}$$

Expérience 1 : Faire réagir à 70 °C, 1,00 mol d'acide éthanoïque et 1,00 mol d'éthanol. À l'équilibre, 0,67 mol d'eau est formé.

Expérience 2 : Faire réagir à 70 °C, 1,00 mol d'acide éthanoïque et 10,00 mol d'éthanol.

1. À l'aide de la Fiche 8 p. 459, déterminer les formules semi-développées des réactifs et des produits.

2. Calculer, à 70 °C, la constante d'équilibre K associée à l'équation ci-dessus.

3. Déterminer le rendement de la réaction dans les conditions de l'expérience 1.

4. a. Déterminer, dans les conditions de l'expérience 2, la composition du système à l'équilibre.

b. En déduire le rendement de la réaction. Conclure.

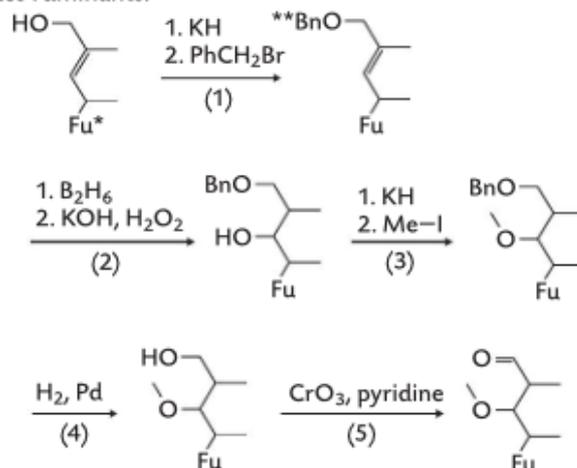
24 À chacun son rythme

Synthèse d'un antibiotique

Extraire et exploiter des informations.

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

On donne ci-dessous un extrait du schéma de synthèse de la monensine, antibiotique utilisé dans l'alimentation des ruminants.



* Fu (groupe furane) :

** Bn (groupe benzyl) : C₆H₅-CH₂-

Énoncé compact

Justifier l'utilité de l'étape de protection et de déprotection intervenant dans la séquence réactionnelle ci-dessus.

Énoncé détaillé

1. Identifier et nommer le groupe caractéristique, transformé temporairement en une autre, puis reformé.

2. En déduire les étapes de protection et de déprotection.

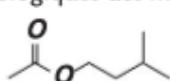
3. Justifier l'utilité de l'étape de protection en représentant la formule topologique du produit qui aurait été obtenu sans cette étape.

1 Exercice résolu

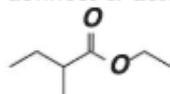
Mûrissement des pommes

Utiliser un modèle.

Lorsque des pommes mûrissent, il se forme deux espèces A et B dont les formules topologiques des molécules sont données ci-dessous.



> Formule topologique d'une molécule de l'espèce A



> Formule topologique d'une molécule de l'espèce B



1. Identifier la famille fonctionnelle associée au groupe caractéristique présent dans les molécules des espèces A et B. À l'aide de la Fiche 8 p. 459, nommer les espèces A et B.

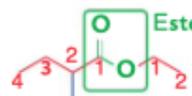
2. Justifier que ces deux espèces sont isomères de constitution.

Solution rédigée

1. Espèce A : éthanoate de 3-méthylbutyle.



Espèce B : 2-méthylbutanoate d'éthyle.



On utilise le Réflexe 1.

Détermination des formules brutes des molécules

2. Formule brute d'une molécule de l'espèce A : $C_7H_{14}O_2$.

Formule brute d'une molécule de l'espèce B : $C_7H_{14}O_2$.

Comparaison des formules semi-développées

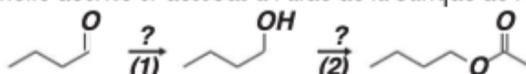
Les molécules des espèces A et B ont la même formule brute et des formules semi-développées (et topologiques) différentes. Les espèces A et B sont donc des isomères de constitution.

2 Exercice résolu

Séquence réactionnelle en deux étapes

Extraire et exploiter des informations.

1. Compléter la séquence réactionnelle décrite ci-dessous à l'aide de la banque de réactions à la Fiche 9 p. 460.



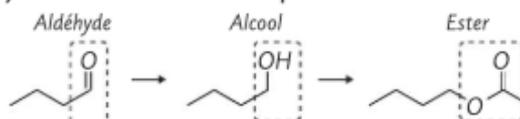
2. Associer une catégorie de réaction à chaque étape de la séquence.

Solution rédigée

On utilise le Réflexe 2.

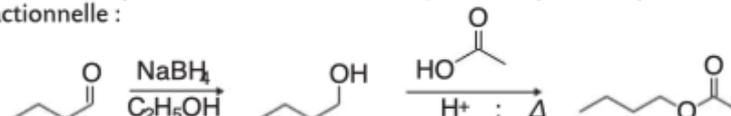
Repérage des familles fonctionnelles et du type de modification (chaîne ou groupe)

1. Deux modifications successives de groupes caractéristiques (et donc de famille fonctionnelle) ont lieu lors de cette séquence réactionnelle :



Détermination des réactifs à utiliser et des conditions expérimentales

Grâce à la banque de réactions à la Fiche 9 p. 460, on peut compléter la séquence réactionnelle :



On utilise le Réflexe 3.

Repérage du site modifié

2. Dans l'étape (1), une liaison double C=O est transformée en liaison simple C-O, il s'agit d'une réaction d'addition.

Dans l'étape (2), l'atome d'hydrogène H lié à l'atome d'oxygène de l'alcool est remplacé par le groupement -CO-CH₃ il s'agit donc d'une réaction de substitution.

3 Exercice résolu

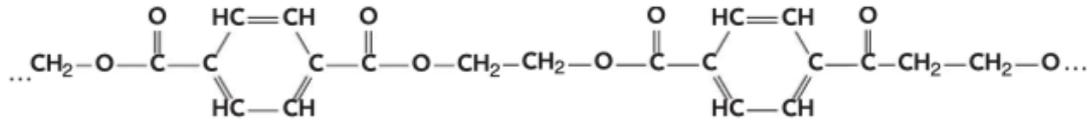
Réaction de polymérisation

Mobiliser ses connaissances.

Le polyéthylène téréphtalate (PET) est un polymère synthétique constituant les bouteilles d'eau minérale. Il entre aussi dans la composition de vêtements. On donne ci-dessous une partie de la formule d'une macromolécule de PET :



> Fibres de polyester vues au microscope électronique.



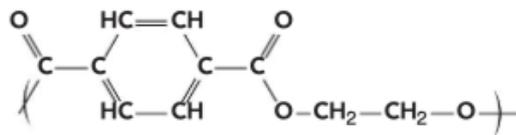
1. Écrire la formule semi-développée du motif du PET.
2. Lors de la synthèse, de l'eau se forme simultanément au PET. Expliquer l'intérêt d'éliminer l'eau, en continu, du milieu réactionnel lors de la synthèse.

Solution rédigée

- On utilise le **Réflexe 4**.

Repérage du plus petit groupe d'atomes qui se répète et positionnement des parenthèses

1. Motif du PET :



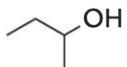
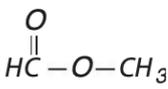
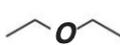
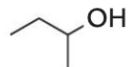
2. En éliminant l'eau, en continu, du milieu réactionnel, le quotient de réaction Q_r reste inférieur à K . Le système évolue donc dans le sens direct de l'équation, le rendement de la réaction est donc augmenté.

Répondre au QCM de fin de chapitre

1 La structure des entités chimiques organiques



Si erreur, revoir § 1, p. 194.

<p>1. La molécule dont la formule topologique est donnée ci-dessous contient :</p> 	5 atomes de carbone.	10 atomes d'hydrogène.	9 atomes d'hydrogène.
<p>2. La molécule dont la formule semi-développée est donnée ci-contre appartient à la famille des :</p> 	esters.	acides carboxyliques.	aldéhydes.
<p>3. On donne ci-contre la formule topologique de la molécule d'une espèce A. Identifier la (ou les) formule(s) topologique(s) de molécules correspondant à des espèces isomères de A :</p> 			

2 L'optimisation d'une synthèse



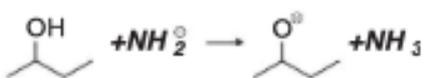
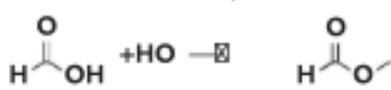
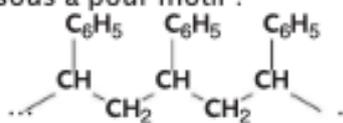
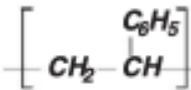
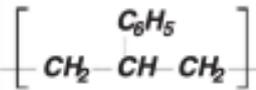
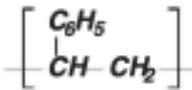
Si erreur, revoir § 2, p. 195.

<p>4. Généralement, la vitesse de formation d'un produit :</p>	ne dépend pas de la température.	croît lorsque l'on ajoute un catalyseur dans le milieu.	croît lorsque la concentration des produits augmente.
<p>5. Pour optimiser le rendement d'une synthèse, on peut :</p>	introduire un réactif en excès.	ajouter des produits.	éliminer des produits du milieu réactionnel au fur et à mesure de leur formation.

3 La stratégie de synthèse

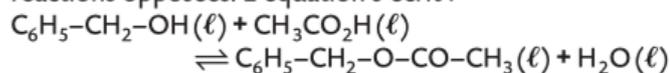


Si erreur, revoir § 3, p. 195.

<p>6. La réaction dont l'équation est donnée ci-dessous est une réaction :</p> 	d'addition.	de substitution.	acide-base.
<p>7. La réaction de synthèse de l'éthanal CH₃CHO à partir de l'éthanol CH₃CH₂OH est une réaction :</p>	d'addition.	d'élimination.	de substitution.
<p>8. Lors d'une estérification dont l'équation est donnée ci-dessous, a lieu :</p> 	une modification de groupe.	une modification de chaîne.	une modification de chaîne et de groupe.
<p>9. La macromolécule dont un extrait de la formule semi-développée est donné ci-dessous a pour motif :</p> 			

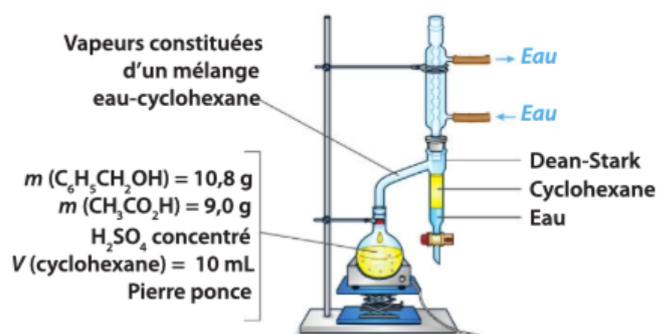
Préparation à l'ECCE

Un ester à l'odeur de jasmin peut être synthétisé en laboratoire. La transformation non totale est modélisée par des réactions opposées. L'équation s'écrit :



Les réactifs sont introduits dans le ballon et le montage ci-contre est réalisé. Le Dean-Stark est rempli initialement de cyclohexane. En se vaporisant, le cyclohexane entraîne l'eau présente dans le milieu réactionnel.

- 1. REA** Proposer un intérêt du montage Dean-Stark par rapport à un montage de chauffage à reflux.
- 2. VAL** Une fois la transformation terminée, le volume de la phase inférieure dans le Dean-Stark est de 2,0 mL. Pourquoi ce résultat est-il surprenant ? Comment l'expliquer ?



Données

$M(\text{C}) = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Sujets type bac sur le chapitre

Livret exercices de révisions chimie bac

Type bac 17 : SYNTHÈSE D'UN ARÔME ALIMENTAIRE (p 58)

Type bac 18 : FOUR À MICRO-ONDES POUR SYNTHÈSE ORGANIQUE (p 59)

Type bac 19 : PRÉPARATION D'UNE BIÈRE AROMATISÉE (p 62)

Type bac 20 : SYNTHÈSE DE CANNIZZARO (p 64)

Après mes révisions, je me sens dans l'état d'esprit suivant pour aborder le devoir surveillé :

