

Correction des exercices du chapitre 15 :

Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.

Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec les exercices résolus p 200-201

Correction QCM - exos livre Hachette éducation et préparation à l'ECE

QCM

p. 199

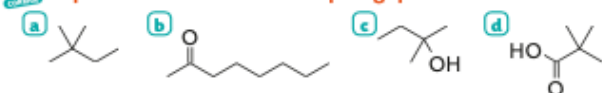
1. B ; 2. A ; 3. B ; 4. B ; 5. A et C ; 6. C ; 7. B ; 8. A ; 9. A et C.

Exercices

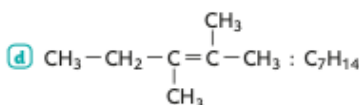
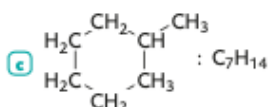
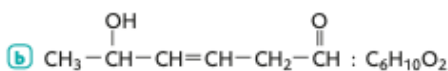
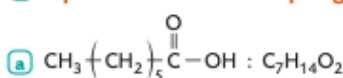
Appliquer le cours

p. 202

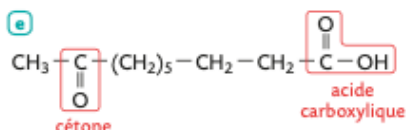
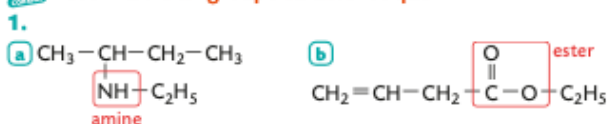
4 Représenter des formules topologiques



5 Exploiter des formules topologiques

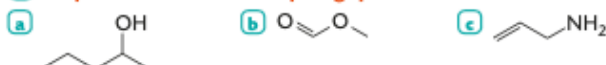


6 Reconnaître un groupe caractéristique



2. Squelettes carbonés saturés : a, d et e.
Squelettes carbonés insaturés : b et c.

7 Proposer des formules topologiques



8 Justifier des noms

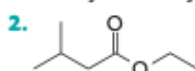
Molécule a : On repère la présence d'un groupe amine, le suffixe est donc « amine ». La chaîne qui contient le plus d'atomes de carbone est celle qui en contient trois : la racine du nom est « propan ». L'atome d'azote est lié à un groupe méthyl et un groupe éthyl, le préfixe est donc « N-éthyl, N-méthyl ».

Molécule b : On repère la présence d'un groupe ester, le suffixe est donc « oate de yle ». On numérote les deux chaînes carbonées contenant trois atomes de carbone indépendamment à partir de

l'atome de carbone fonctionnel et de l'atome de carbone lié à l'atome d'oxygène. La présence de deux groupes méthyle en position 2 sur chaque chaîne carbonée justifie les préfixes « 2-méthyl ».

9 Nommer une espèce

1. N-éthyl-N-méthylpropanamide



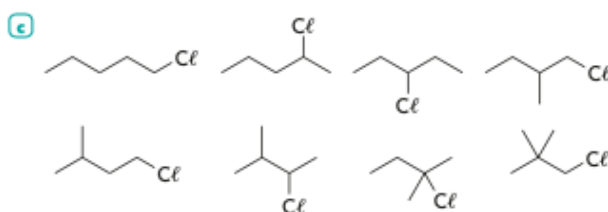
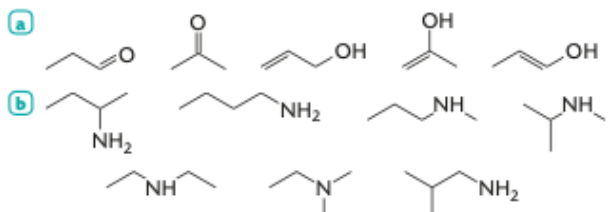
10 Identifier des isomères de constitution

a Les deux molécules n'ont pas la même formule brute : $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ pour la première et $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ pour la deuxième. Les espèces correspondantes ne sont pas isomères de constitution.

b Les deux molécules ont la même formule semi-développée. Les espèces sont identiques.

c Les molécules ont même formule brute et des formules semi-développées différentes : les espèces correspondantes sont isomères de constitution.

11 Représenter des isomères de constitution



12 Optimiser un rendement et une vitesse

1. La vitesse de formation de C augmente si la température augmente et/ou si on ajoute un catalyseur.

2. Son rendement augmente si on ajoute en excès l'un des réactifs (le moins coûteux) et/ou si on extrait au fur et à mesure de sa synthèse l'un des produits. En effet, on aura alors $Q_r < K$ et le système évoluera donc dans le sens direct.

13 Justifier un protocole

1.a. L'acide sulfurique n'apparaît pas dans l'équation et il est introduit en faible quantité, ce qui laisse penser qu'il joue le rôle de catalyseur.

b. L'utilisation d'un catalyseur et le chauffage permettent d'augmenter la vitesse de formation de A.

2.a. L'ajout en excès du réactif acide éthanóïque permet d'optimiser le rendement de la synthèse.

b. Si on éliminait l'eau (produit), on aurait $Q_r < K$, ce qui provoquerait une évolution du système dans le sens direct de l'équation.

14 Compléter des étapes d'une synthèse (1)

- (1) et (2) : modification de groupe ; (3) : modification de chaîne.
- A : NaNH_2 ; B : CH_3I ; C : CH_3MgBr .

15 Compléter des étapes d'une synthèse (2)

-

- Dans les deux cas, c'est le groupe caractéristique qui est modifié car il n'y a pas modification du nombre d'atome de carbone et création/rupture de liaison C-C.

16 Attribuer une catégorie de réaction

- Réaction (1) : addition ; réaction (2) : substitution.
- $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_8\text{O}$: c'est bien une réduction.

17 Déterminer le produit issu d'une élimination

- Lors d'une réaction d'élimination, des atomes ou groupes d'atomes, portés par des atomes adjacents, sont éliminés pour former une liaison multiple.

-

- $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2\text{O}$: ce n'est pas une réaction d'oxydoréduction car il n'y a pas d'échange d'électron.

18 Identifier des étapes de protection

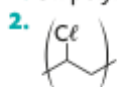
- Étape de protection : A $\rightarrow$ B (protection du diol) ; étape de déprotection : D $\rightarrow$ E.
- Si les deux fonctions alcools précédentes TsCl pourrait réagir avec les trois fonctions.

19 Identifier des fonctions à protéger

- Quatre dipeptides possibles : ala-ala ; ala-leu ; leu-ala ; leu-leu.
- Protections des groupes : amine de la leucine et carboxyle de l'alanine.

20 Représenter un motif

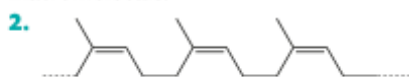
- Un polymère est un ensemble de macromolécules.



- Polyéthylène ou polypropylène pour emballage plastique.

21 Représenter un polymère

- Le motif est l'unité structurale qui se répète dans la macromolécule.



- Cellulose pour mouchoirs en papier.

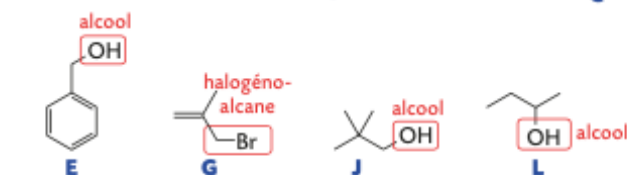
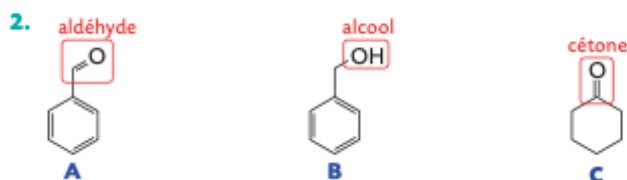
Exercices

S'entraîner

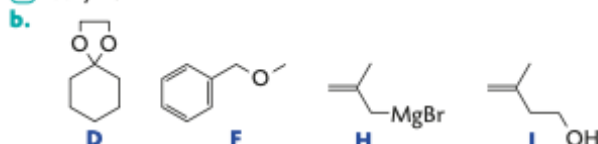
p. 205

22 Quelques réactions de synthèse

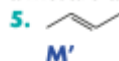
-



- a. NaBH_4 dans l'éthanol ; e. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$; H^+ ; f. H^+ ; Δ .



- Sous-produit formé : H_2O ; optimisation du rendement en mettant en excès l'un des réactifs ou en enlevant l'eau au fur et à mesure de sa formation.



- M' est une réduction : $\text{C}_7\text{H}_6\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{C}_7\text{H}_8\text{O}$

- a. Réaction d'élimination : f ; réactions d'addition : a ; réactions de substitution : c.

- Modifications de groupe : a ; modifications de chaîne : d.

23 Équilibre d'estérification

- Ac : CH_3COOH Al : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Es : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCOCH}_3$

- $K = \frac{0,672}{0,332} = 4,12$.

- $\eta = \frac{0,67}{1,00} = 0,67 = 67\%$.

- a. Il faut résoudre :

$$K = 4,12 = \frac{x_{\text{eq}}^2}{(1,00 - x_{\text{eq}}) \times (10,00 - x_{\text{eq}})}$$

$$\Rightarrow x_{\text{eq}} = 0,97 \text{ mol.}$$

$$n_{\text{eq}}(\text{Es}) = n_{\text{eq}}(\text{H}_2\text{O}) = 0,97 \text{ mol ;}$$

$$n_{\text{eq}}(\text{Ac}) = 0,03 \text{ mol ;}$$

$$n_{\text{eq}}(\text{Al}) = 9,03 \text{ mol.}$$

- b. $\eta = \frac{0,97}{1,00} = 97\%$; l'ajout d'un réactif en excès augmente η .

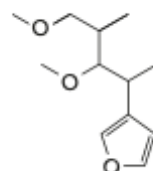
24 À chacun son rythme

Synthèse d'un antibiotique

- Le groupe caractéristique transformé temporairement en un autre puis reformé est le groupe hydroxyle présent sur les molécules de l'espèce de départ.

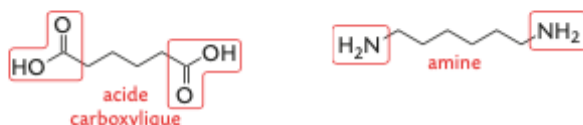
- Étape (1) : protection ; étape (4) : déprotection.

- Sans l'étape de protection, le produit obtenu ne serait pas le produit souhaité :



25 Le nylon-6,6

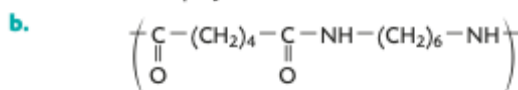
1. a.



b. La chaîne carbonée de chacun des réactifs est constituée de 6 atomes de carbones d'où la racine « hexane ». L'acide hexanedioïque possède deux groupes carboxyle d'où la terminaison « dioïque » (l'indice de position n'est pas précisé car un groupe carboxyle est forcément en bout de chaîne). L'hexane-1,6-diamine possède deux groupes amine en position 1 et 6 d'où la terminaison « 1,6-diamine ».

c. Réaction de substitution.

2. a. Le nylon-6,6 est un polymère qui possède des groupes amide d'où le nom de « polyamide ».



3. Polymère synthétique : PVC ; polymère naturel : cellulose.

4. a. CCM : séparation et identification des constituants d'un mélange basée sur une différence d'affinité entre les différentes espèces déposées et la silice.

b. $M(\text{motif}) = M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_2) = 226,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

c. $n = \frac{M}{M(\text{motif})} = 531$.

5. a. Ammoniaque : NH_3 .

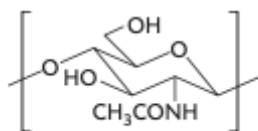
b. Éliminer l'eau (produit de la réaction) augmente le rendement de la réaction d'ammonolyse.

c. Le catalyseur augmente la vitesse de formation des produits.

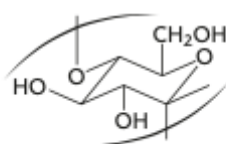
26 Connaître les critères de réussite

Des polymères naturels

1. a.



b.



2. a. Groupe caractéristique commun aux deux macromolécules : groupe hydroxyle (fonction alcool).

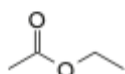
b. Autre groupe caractéristique présent dans la chitine : amide (fonction du même nom).

27 Étude cinétique d'une estérification

1. a.



b.



c. Cet ester est l'éthanoate d'éthyle.

2. a. L'acide sulfurique peut être considéré comme un catalyseur car il est introduit en faible quantité et car il n'apparaît pas dans l'équation-bilan.

b. On plonge les ampoules dans l'eau glacée afin de diminuer fortement la vitesse de formation du produit et ainsi titrer l'acide restant à un instant t bien défini.

c. $v_f(\text{ester}) = \frac{1}{V} \times \frac{dn_{\text{ester}}}{dt}$ avec $V = 0,117 \text{ L}$.

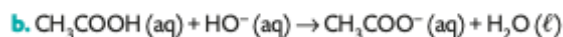
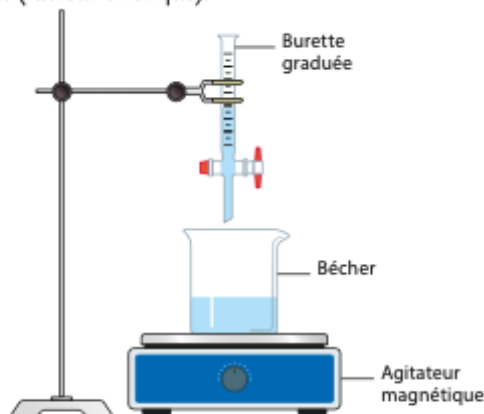
Il faut donc calculer le coefficient directeur des tangentes à t_1 et t_2 pour déduire :

$v_f(t_1) = 2,1 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

et $v_f(t_2) = 6,8 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

v_f diminue au cours du temps car la concentration des réactifs diminue (facteur cinétique).

3. a.



c. $n_{\text{acide restant}} = C_B \times V_E = n_0 - x$;

$n_{\text{ester}} = x = n_0 - C_B \times V_E$.

d. La phénolphthaléine convient car sa zone de virage commence pour un $\text{pH} > 7$ (milieu basique).

e. On peut aussi réaliser un suivi pH-métrique et déterminer l'équivalence à l'aide de la méthode des tangentes.

4. a. $n_{0,\text{acide}} = \frac{\rho(\text{acide}) \times V(\text{acide})}{M(\text{acide})}$
 $= \frac{1,05 \times 5,7}{60,0} = 0,10 \text{ mol}$;

$n_{0,\text{alcool}} = 0,10 \text{ mol}$;

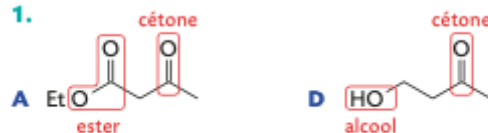
$n_{f,\text{ester}} = 0,070 \text{ mol}$.

La transformation n'est donc pas totale. Le rendement vaut donc $\eta = 0,70 = 70 \%$.

b. Augmentation de η : ajouter un réactif en excès ou éliminer un produit au fur et à mesure de sa formation.

28 Réduction d'un composé bifonctionnel

1.

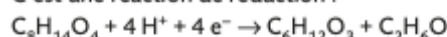


2. a. Ces deux opérations entraînent une diminution de Q_r donc $Q_r < K$, ce qui provoque une évolution du système dans le sens direct de l'équation.

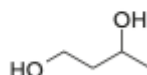
b. Non, un catalyseur accélère la réaction mais ne change pas le rendement.

3. a. B : $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_4$; C : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3$.

C'est une réaction de réduction :

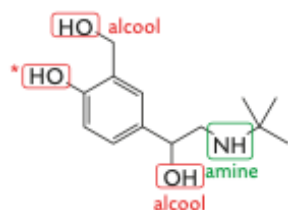


b.



29 Reconstituer une séquence réactionnelle

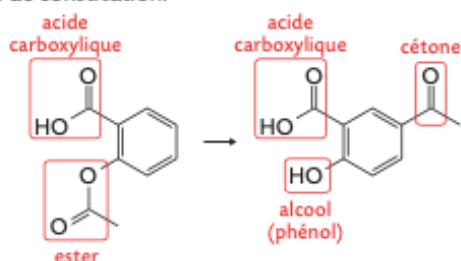
1. 2.



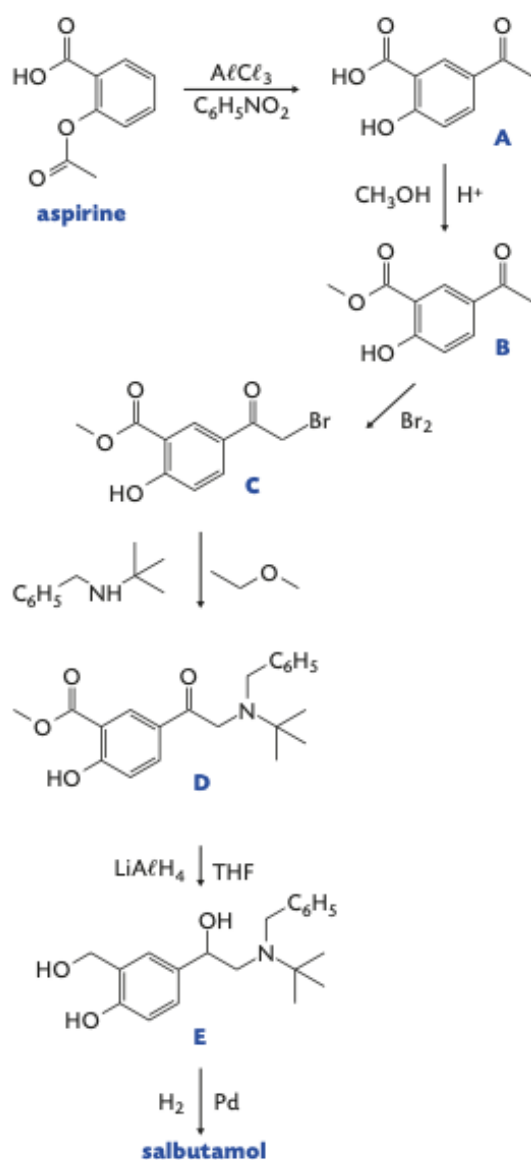
* La fonction associée à ce groupe est le phénol (il sera vu dans le supérieur).

3.a. L'aspirine et **A** ont la même formule brute $C_9H_8O_4$ et des formules semi-développées différentes. Ces espèces sont donc isomères de constitution.

b.



4.



30 Résolution de problème

Synthèses de la juvabione

Une démarche attendue de résolution par l'élève peut être la suivante :

1^{ère} étape : Bien comprendre la question posée

1. Pour quelle(s) raison(s) une synthèse peut-elle être plus efficace qu'une autre ?
2. Quelles sont les différences entre les synthèses des trois équipes ?

2^e étape : Lire et comprendre les documents

- Le rendement global est un critère important pour rendre compte de l'efficacité d'une synthèse.
- Les autres critères (coûts, quantités de réactifs secondaires, etc.) sont évalués en calculant la masse totale de réactif principal mis en jeu.

3^e étape : Dégager la problématique

Quelle synthèse concilie au mieux un rendement global élevé avec d'autres critères tels que le coût, l'écoresponsabilité, etc. ?

4^e étape : Construire la réponse

- Calculer le rendement global de chaque synthèse.
- Calculer la masse totale de réactif principal mis en jeu pour l'équipe 3.
- Conclure.

5^e étape : Rédiger la réponse en trois paragraphes

• Présenter le contexte et introduire la problématique.
Pour identifier la synthèse la plus efficace de la juvabione, il faut analyser de nombreux critères : le rendement global, le coût, l'écoresponsabilité, etc. Les critères autres que le rendement global peuvent être analysés en calculant la masse totale de réactif principal mis en jeu.

• Mettre en forme la réponse.

Pour calculer $m_{\text{tot}}(3)$, il va falloir remonter tous les calculs depuis le point d'arrivée 1,0 kg de juvabione. Soit n_j la quantité de matière correspondante :

$$n_j = \frac{1,0 \times 10^3}{266} = 3,76 \text{ mol.}$$

Comme $\eta_{C\text{-juvabione}}(3) = 0,95$, ces 3,76 moles de juvabione ont été obtenues grâce à $n_3 = 3,96 \text{ mol}$ de **C** soit 1,3 kg.

Comme $\eta_{B\text{-C}}(3) = 0,29$, ces 3,96 moles de **C** ont été obtenues grâce à $n_2 = 13,65 \text{ mol}$ de **B** soit 3,7 kg.

Comme $\eta_{A\text{-B}}(3) = 0,95$, ces 13,65 moles de **B** ont été obtenues grâce à $n_1 = 14,37 \text{ mol}$ de **A** soit 3,2 kg.

La masse totale recherchée est $m_{\text{tot}}(3) = 1,3 + 3,7 + 3,2 = 8,2 \text{ kg}$.

Comme $m_{\text{tot}}(2)$ est la plus faible, la synthèse la plus écoresponsable de la juvabione est celle de l'équipe (2). Cela s'explique par le fait que dans la synthèse (2) l'étape de faible rendement est placée en début de synthèse, ce qui évite une perte de matière précieuse en fin de synthèse.

Calcul du rendement total :

$$\eta(\text{Ficini}) = 0,80 \times 0,60 \times 0,55 = 0,26 ;$$

$$\eta(\text{équipe 2}) = 0,35 \times 0,90 \times 0,70 = 0,22 ;$$

$$\eta(\text{équipe 3}) = 0,95 \times 0,29 \times 0,95 = 0,26.$$

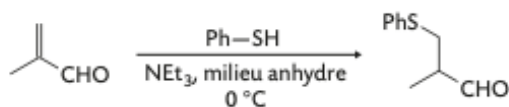
• Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

Selon le critère du rendement maximal, l'équipe 3 et l'équipe de Ficini sont à égalité.

Il est donc difficile de conclure. La seule chose à dire, c'est que la synthèse de l'équipe 3 est plus efficace que celle de Ficini puisqu'à rendement total égal, la synthèse est plus écoresponsable.

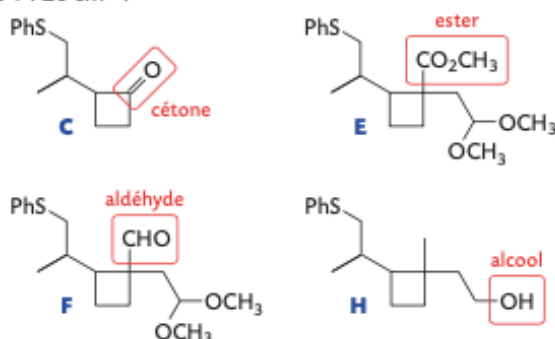
31 Comparaison de deux synthèses

1. a.



b. On reconnaît la bande de vibration caractéristique de la liaison C-H_{ald} vers 2 700-2 880 cm⁻¹. Et celle intense de la liaison C=O vers 1 720 cm⁻¹.

2.



3. Modifications de chaîne : 2^e, 3^e et 4^e étapes.

4.



5. Modifications de chaîne : 1^{re} et 2^e étapes.

6. $\eta_1 = 0,56 \times 0,65 \times 0,28 \times 1,00 = 10 \%$;

$\eta_2 = (0,88)^2 \times 0,93 \times 0,86 \times 0,92 \times 0,85 \times 0,98 \times 0,84$

$\eta_2 = 0,40 = 40 \%$.

Même si le nombre d'étapes est plus important, la synthèse de Guldner et son équipe semble plus efficace que celle de Trost et Keeley.

7. Autres critères : quantités de solvants, de réactifs secondaires, aspect énergétique, etc.

Vers le Bac

Préparation à l'écrit

32 Un ester à odeur de rhum

1. a.



b. Ester Y : C₃H₆O₂.

c. A : éthanol ; B : acide méthanoïque ; Y : méthanoate d'éthyle.

2. a. Rôle de l'acide sulfurique : catalyseur car introduit en faible quantité et n'apparaît pas dans l'équation.

b. Chauffage et présence d'un catalyseur.

c. $\eta_1 = \frac{0,80}{1,20} = 0,67 = 67 \%$.

$K = \frac{(0,80)^2}{(0,40)^2} = 4,0$.

3. a. L'ajout de réactif en excès permet d'augmenter le rendement de la synthèse.

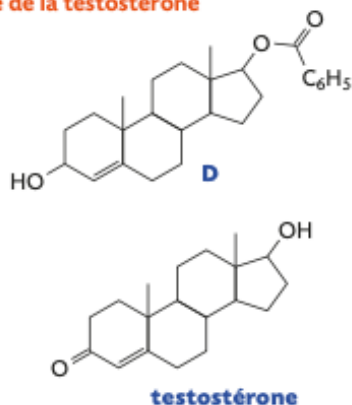
b. $x_{eq} = 2,4 - 1,4 = 1,0 \text{ mol} \Rightarrow \eta_2 = \frac{1,0}{1,2} = 0,85 = 85 \%$.

4. a. On recueille dans l'éprouvette le liquide le plus volatil (T_{eb} la plus faible) c'est-à-dire Y, l'ester.

b. Le rendement est augmenté car on élimine du ballon l'un des produits de la réaction.

33 Synthèse de la testostérone

1. a.



b. Étape (2) : NaBH₄ dans l'éthanol ; étape (5) : CrO₃ dans la pyridine.

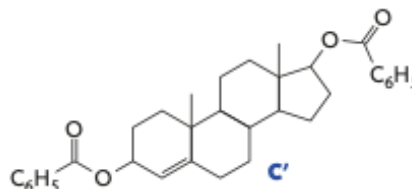
2. Étapes (1), (3), (4), (6) : substitution ; étape (2) : addition ; étape (5) : élimination.

Étape (2) : C₂₃H₃₆O₂ + 2 H⁺ + 2 e⁻ → C₂₃H₃₈O₂ ; réduction.

Étape (5) : C₂₆H₃₄O₃ → C₂₆H₃₂O₃ + 2 H⁺ + 2 e⁻ ; oxydation.

3. a. Étapes (4) et (6).

b.



Préparation à l'ECE

1. Le montage Dean-Stark permet d'éliminer l'eau (produit de la réaction) au fur et à mesure de sa formation.

d(eau) = 1 > d(cyclohexane), l'eau constitue la phase inférieure. Le cyclohexane qui constitue la phase supérieure retombe en continu dans le ballon.

L'eau est donc éliminé au fur et à mesure de sa formation et le rendement de la réaction est augmenté.

2. $n(\text{alcool}) = \frac{10,8}{108,0} = 0,100 \text{ mol}$

et $n(\text{acide carb.}) = \frac{9,0}{60,0} = 0,15 \text{ mol}$.

Le réactif limitant est donc l'alcool benzylque.

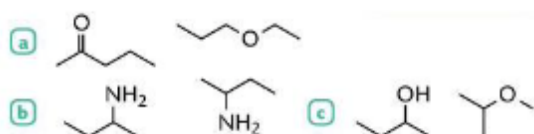
Comme le coefficient stœchiométrique de l'eau vaut 1, $n_{\text{max}}(\text{eau}) = 0,100 \text{ mol}$ soit $m_{\text{max}}(\text{eau}) = 1,8 \text{ g}$ soit $V_{\text{max}}(\text{eau}) = 1,8 \text{ mL}$. Il est donc surprenant d'obtenir 2 mL (> 1,8 mL) d'eau en bas du Dean-Stark !

Hypothèses : du cyclohexane est solubilisé dans l'eau, les réactifs ou le catalyseur contenaient des traces d'eau, etc.

Correction livret révisions chimie du parcours d'exercices :

Exercice 77 :

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



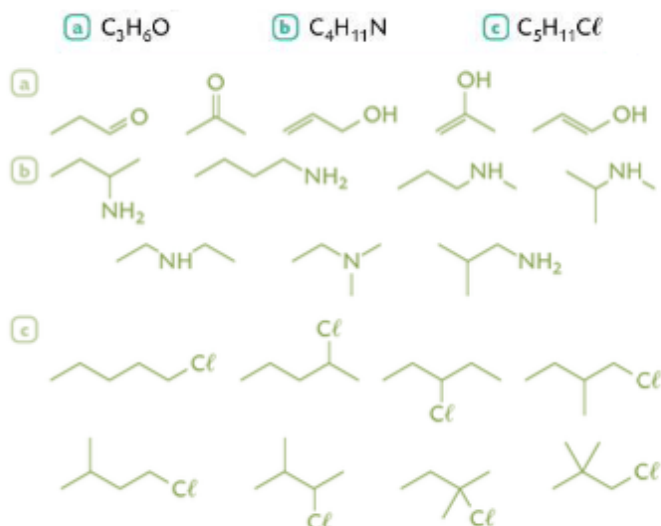
a Les deux molécules n'ont pas la même formule brute : $C_5H_{10}O$ pour la première et $C_5H_{12}O$ pour la deuxième. Les espèces correspondantes ne sont pas isomères de constitution.

b Les deux molécules ont la même formule semi-développée. Les espèces sont identiques.

c Les molécules ont même formule brute et des formules semi-développées différentes : les espèces correspondantes sont isomères de constitution.

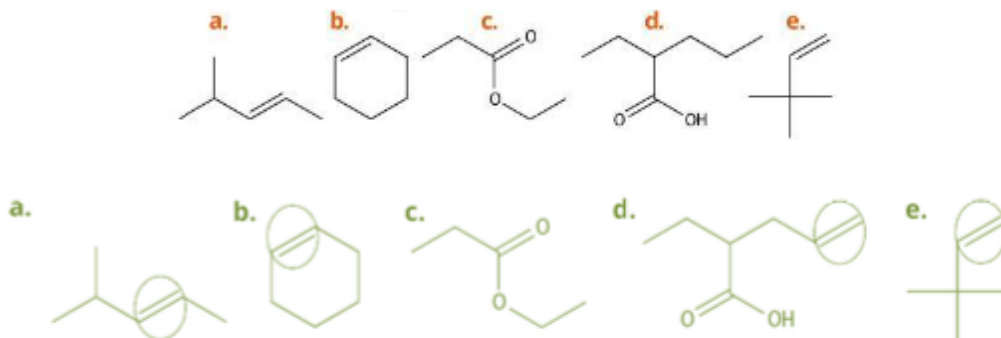
Exercice 78 :

- 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.



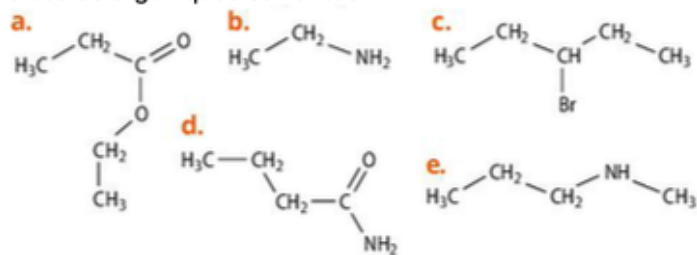
Exercice 79 :

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

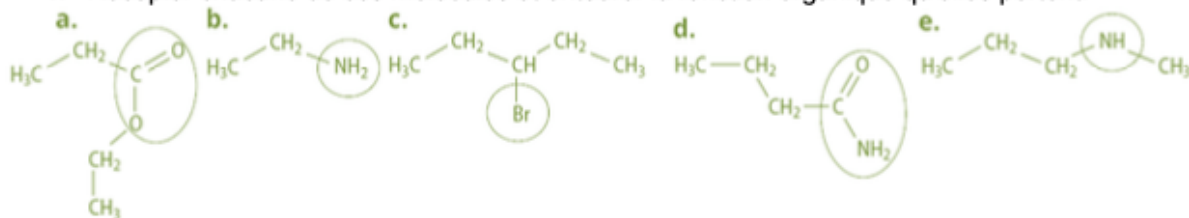


La double liaison $C=O$ n'est pas une insaturation de la chaîne carbonée : elle correspond à une fonction ester dans la molécule **c.**, carboxyle dans la molécule **d.**

Exercice 80 : Soient les molécules organiques suivantes :



1. Recopier chacune de ces molécules et entourer la fonction organique qu'elles portent.



2. À quelle famille appartient chacune de ces molécules ?

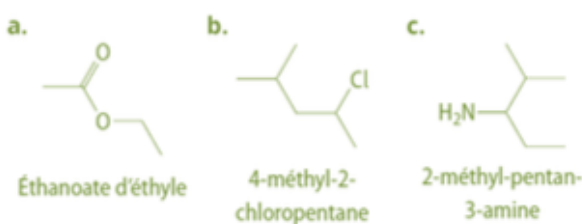
- a. Esters.
b. Amines.
c. Halogénoalcane.
d. Amines.
e. Amines.

3. Nommer ces molécules.

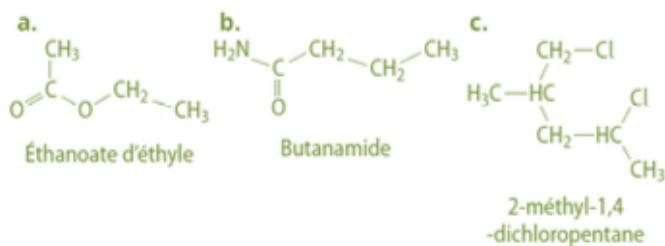
- a. Propanoate d'éthyle.
b. Éthanamine.
c. 3-bromopentane.
d. Propanamide.
e. N-méthyl-propanamine.

Exercice 81 :

1. Donner les formules topologiques et nommer les molécules suivantes.



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

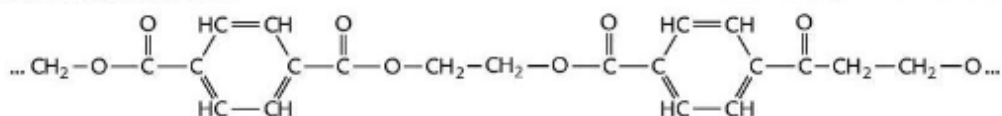


Exercice 82 :

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.

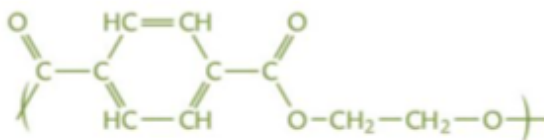
Nom de la molécule	formule semi-développée	formule topologique	Nom du groupe caractéristique	Famille
butane				alcane
(E)-but-2-ène				alcène
butan-2-one			carbonyle	cétone
2-méthylbutan-1-ol			hydroxyle	alcool
acide 2-méthylbutanoïque			carboxyle	acide carboxylique
butanal			carbonyle	aldéhyde
butan-2-amine			Amine	amine
butanoate de méthyle			ester	ester
butanamide			amide	amide

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.

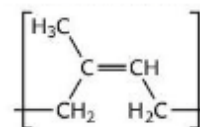
Motif du PET :



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.

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.

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 :



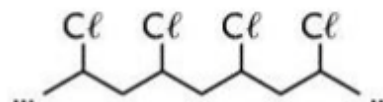
1. Définir le terme motif.

Le motif est l'unité structurale qui se répète dans la macromolécule.

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.

Un polymère est un ensemble de macromolécules.

2. Représenter le motif du PVC.



3. Nommer un autre polymère synthétique et donner son application.

Polyéthylène ou polypropylène pour emballage plastique.

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 .

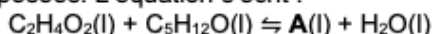
1. Proposer deux opérations permettant d'augmenter la vitesse de formation de l'espèce **C**.

La vitesse de formation de **C** augmente si la température augmente et/ou si on ajoute un catalyseur.

2. Proposer deux méthodes d'optimisation du rendement de cette synthèse. Justifier.

Son rendement augmente si on ajoute en excès l'un des réactifs (le moins coûteux) et/ou si on extrait au fur et à mesure de sa synthèse l'un des produits. En effet, on aura alors $Q_r < K$ et le système évoluera donc dans le sens direct.

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 :



1. Citer deux raisons qui laissent penser que l'acide sulfurique est un catalyseur de la réaction.

L'acide sulfurique n'apparaît pas dans l'équation et il est introduit en faible quantité, ce qui laisse penser qu'il joue le rôle de catalyseur.

2. Citer deux opérations du protocole ci-dessus permettant d'augmenter la vitesse de formation de **A**.
L'utilisation d'un catalyseur et le chauffage permettent 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.
L'ajout en excès du réactif acide éthanoïque 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.

Si on éliminait l'eau (produit), on aurait Q_r , K , ce qui provoquerait une évolution du système dans le sens direct de l'équation.

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.

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.

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

- 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.

1. Quel est le rôle d'un chauffage à reflux ?

Le montage de chauffage à reflux permet d'augmenter la vitesse volumique d'apparition d'un produit en évitant toute perte de matière.

2. Pour quelle raison ajoute-t-on au milieu réactionnel 1 mL d'acide sulfurique ?

L'acide sulfurique est un catalyseur de réaction, il permet donc d'augmenter la vitesse volumique d'apparition d'un produit.

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.

$$n(\text{alcool}) = \frac{m(\text{alcool})}{M(\text{alcool})} = \frac{18,0}{88,0} = 0,20 \text{ mol} \quad \text{et} \quad n(\text{acide}) = \frac{\rho(\text{acide}) \cdot V(\text{acide})}{M(\text{acide})} = \frac{1,05 \times 58}{60} = 1,0 \text{ mol}$$

L'acide est introduit en excès, dans ce cas l'avancement final sera augmenté, donc le rendement sera supérieur à 67 %, rendement obtenu dans le cas d'un mélange équimolaire.

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 ?

Les montages **A** et **C** permettent d'améliorer le rendement de la synthèse chimique en éliminant un des produits de la réaction.

2. Pour quelle raison et à quelles conditions ?

Quel que soit le montage utilisé, il convient que la température d'ébullition d'un des produits de la synthèse envisagée soit plus basse que celles des réactifs de celle-ci, on peut dès lors l'éliminer et donc déplacer l'équilibre chimique dans le sens de sa formation, qui correspond à l'épuisement des réactifs.

