

Stratégies en synthèse organique

Structure et propriétés, optimisation d'une étape, synthèse multi-étapes, synthèses écoresponsables :
les quatre blocs de capacités du programme.



1 Quatre parties, une vraie progression

Cours essentiel, méthodes pas à pas, QCM de tête, exercices corrigés. On démarre par la lecture des molécules, on termine sur des sujets complets.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les erreurs classiques du chapitre, en X / ✓, avec le réflexe qui les évite. Et deux barèmes décryptés, sur des questions du pack.

3 Rien que le programme officiel

Les capacités exigibles de la rubrique, et pas une de plus. **Page 2, chaque capacité renvoie aux exercices qui la travaillent.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des seize cartes sur une page, et la page qui donne le plan de réponse de chaque type de question. À photographier et à relire avant le contrôle.

4

parties
progressives

14

exercices corrigés
pas à pas

16

cartes
formules

10

méthodes
pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de terminale, enseignement de spécialité** - annexe de l'arrêté du 19 juillet 2019, B.O. spécial n° 8 du 25 juillet 2019. Rubrique « **4. Élaborer des stratégies en synthèse organique** », les deux activités expérimentales comprises. **Aucune capacité numérique ni mathématique** n'est demandée sur ce chapitre. Un test de positionnement en page 4 t'indique par où commencer.

« Une molécule ne se fabrique pas au hasard.
Elle se planifie, étape par étape. »

Génies des Sciences

Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com



3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions qui balaient les quatre parties. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer si tu ne peux pas tout reprendre**. Chaque question correspond à une capacité exigible du programme, ou à une notion de première qu'elle suppose.

01 Dans une formule topologique, chaque extrémité de trait sans symbole écrit représente :

- a** une liaison double **b** un atome d'hydrogène **c** un atome de carbone

02 Le butan-1-ol $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--OH}$ a pour formule brute :

- a** $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ **b** $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ **c** $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}$

03 L'enchaînement --CO--NH-- signe :

- a** une amine **b** un ester **c** un amide

04 Le butan-1-ol et le butan-2-ol sont :

- a** des polymères **b** la même molécule **c** des isomères de constitution

05 Le motif du polyéthylène s'écrit :

- a** $\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--}$ **b** $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ **c** CH_4

06 Lequel est un polymère naturel ?

- a** la cellulose **b** le PVC **c** le polystyrène

07 Un catalyseur :

- a** déplace l'état final **b** accélère l'atteinte de l'état final
c est consommé par la réaction

08 La quantité maximale de produit se calcule à partir :

- a** du réactif limitant **b** du réactif en excès **c** du catalyseur

09 Pour augmenter le rendement d'une estérification, on peut :

- a** refroidir le mélange **b** ajouter un catalyseur
c éliminer l'eau au fur et à mesure

10 Un montage à reflux sert à :

- a** chauffer sans perte de matière **b** sécher le produit
c éliminer un produit

11 La réaction $\text{CH}_3\text{Br} + \text{HO}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{Br}^-$ est une substitution.

VRAI **FAUX**

12 Protéger une fonction sert à :

- a** l'empêcher de réagir pendant une autre étape
b accélérer l'étape suivante **c** augmenter l'économie d'atomes

13 L'oxydation d'un alcool en acide carboxylique est :

- a** une modification de chaîne **b** une modification de groupe caractéristique
c une polymérisation

14 Une polyaddition a une économie d'atomes de 100 %.

VRAI **FAUX**

15 L'économie d'atomes compare :

- a** des volumes de solutions **b** la masse obtenue à la masse attendue
c la masse molaire du produit visé à la somme de celles des réactifs

16 Un solvant de synthèse écoresponsable est de préférence :

- a** volatil et inflammable **b** peu toxique, voire absent **c** chloré

QUESTIONS PARTIE SI TU RATES L'UNE D'ELLES...

1 à 6	1	la lecture des molécules et le motif d'un polymère, sur lesquels s'appuient les trois autres parties
7 à 10	2	vitesse ou rendement : deux leviers distincts
11 à 13	3	les types de réactions, la banque et les protections
14 à 16	4	l'argumentaire environnemental appuyé sur des données

★ Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 29 : ne les consulte qu'une fois tes seize réponses écrites.

14 à 16 : enchaîne les quatre parties dans l'ordre.

9 à 13 : commence par les parties où tu as raté une question, puis reprends les autres dans l'ordre.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre, sans en sauter une seule. Le pack est construit pour ce parcours complet.



1 Lire une formule topologique

1 Je compte les carbones.

Un par sommet, un par extrémité de trait sans symbole écrit.

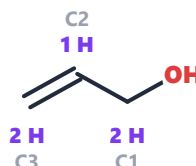
2 Je complète les hydrogènes.

Chaque carbone forme quatre liaisons ; je retire celles déjà dessinées (une double liaison compte pour deux), le reste est porté par des H.

3 Je repère les hétéroatomes.

Ils désignent le groupe caractéristique, donc la famille.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ



le prop-2-én-1-ol

$$H : 2 + 1 + 2 + 1 = 6$$

$$C : 3 \cdot O : 1$$

formule brute C_3H_6O

Dans le nom, le carbone 1 est celui qui porte le OH. Le carbone 3 (extrémité engagée dans la double liaison) porte $4 - 2 = 2$ H ; le carbone 2, $4 - 3 = 1$ H ; le carbone 1, lié à C2 et à O, $4 - 2 = 2$ H ; s'y ajoute le H du OH : **formule brute C_3H_6O , famille des alcools.**

2 Recenser des isomères de constitution

1 Je pars de la chaîne la plus longue.

J'y place le groupe à toutes les positions vraiment différentes.

2 Je raccourcis la chaîne d'un carbone.

Le carbone retiré devient une ramification, et je remplace le groupe.

3 Je change de famille si la formule brute le permet.

Un O peut faire un alcool... ou un éther-oxyde (C-O-C). Je vérifie enfin qu'aucun dessin n'est un doublon retourné.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Isomères de C_3H_8O : la chaîne de trois carbones porte le OH en bout ou au milieu, et un O peut aussi relier un méthyle à un éthyle.

propan-1-ol, propan-2-ol et méthoxyéthane

$CH_3-O-CH_2-CH_3$: deux alcools et un éther-oxyde, soit **trois** isomères de constitution.

3 Isoler le motif d'un polymère

1 Je repère la répétition.

Je cherche le groupe d'atomes qui revient à l'identique et qui correspond à un monomère enchaîné.

2 Je coupe deux liaisons équivalentes.

Le motif s'écrit entre crochets, une liaison ouverte de chaque côté.

3 Je vérifie par recollage.

Deux motifs bout à bout doivent redonner un morceau exact de la chaîne.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Dans la chaîne du polypropène



le motif est $-CH_2-CH(CH_3)-$: recopié trois fois, il redonne exactement la portion écrite, et il contient les atomes du propène $CH_2=CH-CH_3$.

4 Écrire le polymère d'un monomère à double liaison

1 J'écris le monomère et sa double liaison C=C.

C'est elle qui va s'ouvrir.

2 J'ouvre la double liaison.

Les deux carbones se lient à leurs voisins de chaîne ; tous les autres atomes restent en place.

3 J'habille le motif.

Crochets, liaisons ouvertes des deux côtés, indice n.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Monomère : le tétrafluoroéthène $CF_2=CF_2$:

motif $-CF_2-CF_2-$, polymère $[-CF_2-CF_2-]_n$: le polytétrafluoroéthène (PTFE), revêtement antiadhésif des poêles.



1. Définir un polymère en une phrase.
2. Comment s'appelle la petite molécule de départ ?
3. Que devient la double liaison C=C du monomère ?
4. Motif du polyéthylène ?
5. Citer deux polymères naturels.
6. Citer deux polymères synthétiques et un usage.
7. Quel test vérifie un motif bien découpé ?
8. Qu'est-ce qui distingue une polycondensation d'une polyaddition ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. **Réponses :** 1. un ensemble de macromolécules construites par répétition d'un motif - 2. le monomère - 3. elle s'ouvre pour créer les liaisons de chaîne - 4. $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ - 5. cellulose, amidon (ou caoutchouc, protéines) - 6. polyéthylène (emballages), PVC (canalisations) - 7. deux motifs recopiés bout à bout redonnent un morceau de la chaîne - 8. elle libère une petite molécule (souvent l'eau) à chaque liaison créée

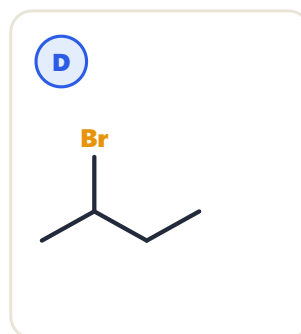
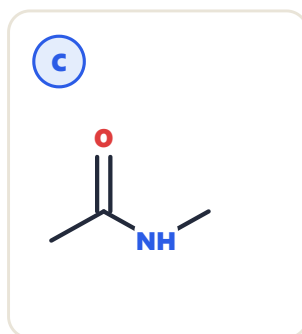
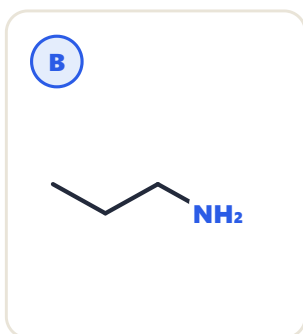
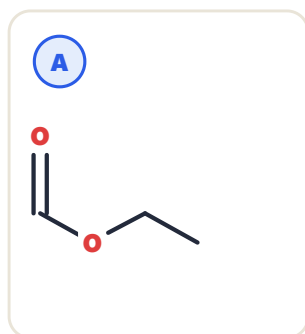
10 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 Quatre molécules à classer

★★★ □

Quatre espèces chimiques sont représentées ci-dessous en formule topologique.



quatre espèces à classer : à chacune sa famille fonctionnelle

1. Associer chacune des molécules A à D à sa famille fonctionnelle.
2. Préciser, pour A, le groupe caractéristique qui justifie la réponse.
3. Établir la formule brute de B.
4. La molécule $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ appartient à une autre famille : laquelle ? Vérifier qu'elle est un isomère de constitution de A.
5. La molécule C contient un atome d'azote : justifier qu'elle n'est pas une amine.

Exercice 2 La nomenclature, mode d'emploi fourni

★★★ □

Document - règles de nomenclature fournies. Alcanes linéaires : méthane (1 C), éthane (2 C), propane (3 C), butane (4 C). **Esters :** nom en deux parties, « ...oate de ...yle ». La première reprend le nom de l'alcane qui a autant de carbones que la chaîne portant le C=O (carbone du C=O compris), le « e » final remplacé par « oate » ; la seconde nomme la chaîne liée à l'oxygène simple : nom de l'alcane, « ane » remplacé par « yle » (méthyle, éthyle...). **Amides :** nom de l'alcane de la chaîne qui porte le C=O, le « e » final remplacé par « amide ».

Halogénoalcane : préfixe « chloro- », « bromo- »... précédé du numéro du carbone qui porte l'halogène (le plus petit possible), devant le nom de l'alcane de la chaîne.

1. Nommer l'ester $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{CH}_3$.
2. Représenter la formule topologique du propanoate de méthyle.
3. Nommer l'amide $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{NH}_2$.
4. Représenter la formule topologique du 2-chlorobutane.
5. Établir la formule brute du propanoate de méthyle.



✓ Les corrigés détaillés

La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Compare **ta rédaction**, pas seulement tes résultats : c'est souvent là que se gagnent - ou se perdent - les points.

✓ Les réponses du test de positionnement (page 4)

1. c - 2. a (4 C, 10 H, 1 O) - 3. c - 4. c - 5. a - 6. a - 7. b - 8. a - 9. c - 10. a - 11. Vrai (Br remplacé par OH, aucune liaison multiple) - 12. a - 13. b - 14. Vrai (rien n'est libéré) - 15. c - 16. b

Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la donnée utilisée, le raisonnement, la relation, puis l'application numérique avec l'unité après chaque valeur, et une phrase qui répond à la question posée. **Ce n'est pas du remplissage** : le correcteur note ce qu'il peut suivre, et un résultat posé seul ne se suit pas.

Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche d'abord **où** les deux chemins se séparent. C'est ce point précis qu'il faut retravailler, pas l'exercice entier. Avant de comparer, relis ta copie avec la check-list de la page 40.

Les valeurs intermédiaires sont imprimées avec un chiffre significatif de plus que le résultat final : refaire chaque calcul avec les seuls nombres imprimés redonne le même résultat.



Exercice 1 Quatre molécules à classer

- La famille se lit sur le groupe caractéristique (**F2**) : A porte CO-O-C , B un -NH_2 sans C=O voisin, C l'enchaînement CO-NH- , D un Br sur un carbone à liaisons simples.
A : ester · B : amine · C : amide · D : halogénoalcane.
- Dans A, un carbone porte un O par une double liaison et un second O par une liaison simple, et ce second O est lié à un carbone : **c'est l'enchaînement CO-O-C du groupe ester.**
- B compte 3 carbones. L'extrémité gauche porte 3 H, le sommet du milieu 2 H, le carbone lié à N (liaisons avec un C et avec N) 2 H, et le groupe -NH_2 apporte 2 H : $3 + 2 + 2 + 2 = 9$ H (**F1**).
Formule brute de B : $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$.
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ porte un groupe carboxyle -COOH : **c'est un acide carboxylique.** Sa formule brute : 3 C, $3 + 2 + 1 = 6$ H, 2 O, soit $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. A, le méthanoate d'éthyle $\text{H-CO-O-CH}_2\text{-CH}_3$, compte 1 + 2 = 3 C, $1 + 2 + 3 = 6$ H et 2 O : même formule brute.
Même formule brute, enchaînements différents : ce sont des isomères de constitution (F3).
- L'azote de C est lié au carbone d'un C=O : c'est l'enchaînement CO-NH- .
C est un amide ; une amine a un N lié à des carbones (et éventuellement à des H), sans C=O voisin.

La famille se lit sur le groupe, pas sur la taille

Longueur de chaîne, ramifications : sans effet sur la famille. C'est l'enchaînement d'atomes autour de l'hétéroatome qui décide.

L'isomérisation de famille

Un ester et un acide carboxylique peuvent avoir la même formule brute. Pour le vérifier, compte les atomes un par un dans chaque formule, H compris.

Exercice 2 La nomenclature, mode d'emploi fourni

- La chaîne qui porte le C=O compte 4 carbones ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-C}$, carbone du C=O compris) : l'alcane correspondant est le butane, dont le « e » final devient « oate » : « butanoate ». La chaîne liée à l'oxygène compte 1 carbone : méthane, d'où « méthyle ». **C'est le butanoate de méthyle.**
- « Propanoate » : une chaîne de 3 carbones, carbone du C=O compris ; « de méthyle » : un carbone lié à l'oxygène simple.
On dessine le zigzag de trois carbones, le =O sur le troisième, l'O de l'ester, puis un trait pour le méthyle : deux oxygènes au total (figure sous le corrigé).
- La chaîne qui porte le C=O compte 3 carbones ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO}$) : propane, dont le « e » final devient « amide ». **C'est le propanamide.**
- « Butane » : 4 carbones ; « 2-chloro » : un Cl sur le carbone 2.
Un zigzag de quatre carbones, Cl écrit sur le deuxième (figure sous le corrigé) (F1).
- Propanoate de méthyle $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_3$: C : $3 + 1 = 4$; H : $3 + 2 + 3 = 8$; O : 2.
Formule brute $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$.

Les règles sont fournies : lis-les vraiment

Souligne dans le document quelle chaîne porte le C=O : c'est elle qui donne la première partie du nom, carbone du C=O compris. Le « an » de butanoate vient du nom de l'alcane, butane.

Un dessin se vérifie

Recompte les carbones et les oxygènes de ton dessin, et compare-les au nom : 3 + 1 carbones et 2 O pour le propanoate de méthyle.

