

Synthèse organique

Corrigé des exercices - niveau Terminale

Voici le corrigé détaillé des vingt exercices de synthèse organique. Compare ta démarche à chaque correction : en synthèse, la méthode (réactif limitant, tableau de quantités, comparaison à K) compte autant que le nombre final.

Ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Corrigé détaillé : synthèse organique

Correction de l'exercice 1 : Questions de cours

1. Le **rendement** est le rapport $\eta = n_{\text{obtenue}} \div n_{\text{max}}$ de la quantité de produit réellement obtenue à la quantité maximale attendue.
2. **Chauffer (à reflux), ajouter un catalyseur, utiliser un excès de réactif ou éliminer un produit.**
3. Un catalyseur **accélère** la réaction mais n'est pas consommé et n'apparaît pas dans l'équation ; un réactif est consommé.
4. Parce que la réaction s'arrête à un état d'équilibre où les réactifs subsistent : $x_{\text{éq}} < x_{\text{max}}$.

Correction de l'exercice 2 : Vrai ou faux ?

- a. **Faux** : il ne change que la vitesse, pas l'état d'équilibre.
- b. **Vrai** : un rendement supérieur à 100 % est impossible ; le solide contient de l'eau ou des impuretés.
- c. **Vrai** : Q devient inférieur à K , le système évolue dans le sens direct.
- d. **Faux** : il ne s'oxyde pas dans ces conditions.
- e. **Vrai** : la température est un facteur cinétique.
- f. **Vrai** : tous les atomes des réactifs se retrouvent dans l'unique produit.
- g. **Faux** : elle est lente et limitée ($K \approx 4$).

Correction de l'exercice 3 : Reconnaître la catégorie

- a. **Substitution** (Br remplacé par OH).
- b. **Addition** sur la liaison $C=C$.
- c. **Élimination** (perte de H_2O , formation d'une liaison $C=C$).

- d. **Addition** de Br₂.
- e. **Élimination** (perte de HBr).
- f. **Substitution** (OH remplacé par Br).

Correction de l'exercice 4 : Oxydation des alcools

- 1. Propan-1-ol : **primaire** ; propan-2-ol : **secondaire** ; 2-méthylpropan-2-ol : **tertiaire**.
- 2. Propan-1-ol : oxydation ménagée en **propanal**, puis oxydant en excès en **acide propanoïque**. Propan-2-ol : **propanone** (cétone), qui ne s'oxyde pas davantage. Alcool tertiaire : **pas d'oxydation**.
- 3. Propanal : CH₃-CH₂-CHO ; acide propanoïque : CH₃-CH₂-COOH ; propanone : CH₃-CO-CH₃.

Correction de l'exercice 5 : Nommer des esters

- 1. **Éthanoate de butyle** : CH₃COOC₄H₉.
- 2. **Propanoate de méthyle** : CH₃CH₂COOCH₃.
- 3. **Acide méthanoïque** (HCOOH) et **éthanol**.
- 4. De l'**eau**.

Correction de l'exercice 6 : Rendement de l'aspirine

- 1. $n = m \div M = 3,00 \div 138 = \mathbf{2,17 \times 10^{-2} \text{ mol}}$.
- 2. L'anhydride est en excès, l'acide salicylique est limitant : $n_{\text{max}} = 2,17 \times 10^{-2} \text{ mol}$;
 $m_{\text{max}} = 2,17 \times 10^{-2} \times 180 = \mathbf{3,91 \text{ g}}$.
- 3. $\eta = 3,1 \div 3,91 = 0,79$, soit **79 %**.

Correction de l'exercice 7 : Réactif limitant

- 1. Stœchiométrie 1 pour 1 : **l'acide** (0,20 mol < 0,30 mol) est limitant.
- 2. $n_{\text{max}} = \mathbf{0,20 \text{ mol}}$.
- 3. $\eta = 0,15 \div 0,20 = \mathbf{75 \%}$.
- 4. $m = 0,15 \times 88,1 = \mathbf{13,2 \text{ g}}$.

Correction de l'exercice 8 : Comparer des conditions opératoires

- 1. $n(\text{ester}) = \eta \times n_{\text{max}}$ avec $n_{\text{max}} = 0,100 \text{ mol}$: A : $0,67 \times 0,100 = \mathbf{0,067 \text{ mol}}$; B : **0,090 mol** ; C : **0,098 mol**.
- 2. L'excès d'alcool rend le quotient initial plus petit que K et déplace l'équilibre dans le sens direct : plus d'ester.
- 3. Éliminer l'eau maintient Q inférieur à K tout au long de la réaction : la transformation est presque totale.
- 4. Il faut plus d'alcool, donc un **coût plus élevé**, plus de réactif à séparer ou recycler

en fin de réaction.

Correction de l'exercice 9 : Le montage à reflux

1. 1 : **réfrigérant à eau** ; 4 : **ballon** (contenant le mélange réactionnel) ; 5 : **chauffe-ballon**.
2. L'eau froide **entre par le bas** (flèche 3) et **sort par le haut** (flèche 2) : le tube est ainsi toujours plein d'eau, ce qui assure un refroidissement efficace.
3. Les vapeurs se **condensent** dans le réfrigérant et retombent dans le ballon : on chauffe longtemps sans perte de matière ni risque de surpression.
4. L'élément 6 est le **mélange réactionnel** ; la pierre ponce régularise l'ébullition en évitant les surchauffes brutales.

Correction de l'exercice 10 : Économie d'atomes

1. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$.
2. $\text{EA} = 88,11 \div (60,05 + 46,07) = 88,11 \div 106,12 = 0,830$, soit **83,0 %**.
3. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. $\text{EA} = 46,07 \div (28,05 + 18,02) = 46,07 \div 46,07 = \mathbf{100 \%}$.
4. L'hydratation de l'éthène : **aucun atome perdu** sous forme de coproduit.

Correction de l'exercice 11 : Une synthèse en trois étapes

1. $\eta = 0,88 \times 0,75 \times 0,92 = 0,607$, soit **61 %**.
2. $n = 0,607 \times 0,100 = \mathbf{6,1 \times 10^{-2} \text{ mol}}$; $m = 6,07 \times 10^{-2} \times 150 = \mathbf{9,1 \text{ g}}$.
3. L'**étape 2** ($\eta = 75 \%$), la plus faible : elle limite le plus le rendement global.
4. Chaque étape ajoute des pertes, des solvants et du temps : un itinéraire court a un meilleur rendement global et produit moins de déchets.

Correction de l'exercice 12 : Protéger une fonction

1. Le réducteur attaque les deux groupes : on obtiendrait un mélange, pas seulement la transformation voulue de l'ester.
2. (i) **Protéger** la cétone (par exemple en acétal) ; (ii) **réduire** l'ester ; (iii) **déprotéger** la cétone.
3. $\eta = 0,95 \times 0,90 \times 0,92 = 0,787$, soit **79 %**.
4. Deux étapes de plus, donc des pertes de rendement, du temps, des réactifs et des déchets supplémentaires.

Correction de l'exercice 13 : Rôle d'un catalyseur

1. La **courbe 1** : elle monte plus vite et atteint le plateau plus tôt.
2. $n_f \approx \mathbf{67 \text{ mmol}}$ pour $n_{\text{max}} = 100 \text{ mmol}$: $\eta \approx \mathbf{67 \%}$.
3. Moitié = 33,5 mmol : courbe 1 $\approx \mathbf{7 \text{ min}}$; courbe 2 $\approx \mathbf{42 \text{ min}}$.

4. **Oui**, sans catalyseur la courbe 2 finira par atteindre 67 mmol : le catalyseur augmente la **vitesse** mais ne change pas l'état d'équilibre ni le rendement final.

Correction de l'exercice 14 : Température et durée

1. Plus la température est élevée, plus la durée diminue : 150 h à 25 °C, 20 h à 60 °C, 3 h à 100 °C.
2. Le rendement est **quasiment constant** (66 à 67 %) : K varie très peu avec la température pour cette réaction.
3. Pour atteindre l'équilibre en un temps raisonnable ; le **reflux** évite de perdre les espèces volatiles qui bouillent à cette température.
4. Une température trop élevée peut **décomposer** un réactif ou un produit fragile et favoriser des réactions parasites.

Correction de l'exercice 15 : Éliminer l'eau

1. $Q = ([\text{ester}] \times [\text{eau}]) \div ([\text{acide}] \times [\text{alcool}]) = (0,667 \times 0) \div (0,333 \times 0,333) = 0$.
2. $Q = 0 < K = 4$: évolution **dans le sens direct** (formation d'ester).
3. $\eta = 0,82 \div 1,00 = 82 \%$ (contre 67 % avant).
4. Un montage de **Dean-Stark** (avec un solvant formant avec l'eau un mélange que l'on sépare au fur et à mesure).

Correction de l'exercice 16 : Mécanisme d'une substitution

1. Br (2,96) est plus électronégatif que C (2,55) : la liaison est polarisée, le **carbone porte $\delta+$ et Br porte $\delta-$** . Le carbone est le **site accepteur**.
2. Le **doulet non liant de l'atome d'oxygène** (O très électronégatif, chargé négativement) est le site donneur.
3. Une première flèche part du doublet de O vers le carbone (formation de la liaison C-O) ; la seconde part de la liaison C-Br vers l'atome de brome (rupture de la liaison, départ de Br^-).
4. C'est une **substitution** : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{HO}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{Br}^-$.

Correction de l'exercice 17 : Choisir un mode opératoire

1. Sans catalyseur, la réaction est lente : 12 % après 1 h contre 65 % avec catalyseur. C'est une différence de **vitesse**, pas d'équilibre (le rendement final serait le même).
2. Entre B et C, c'est la **proportion de réactifs** (excès d'alcool) qui change : l'équilibre est déplacé.
3. $n = 0,90 \times 0,100 = 0,090 \text{ mol}$; $m = 0,090 \times 130 = 11,7 \text{ g}$.
4. Alcool très cher : mode **B** (pas d'excès, on évite le gaspillage) ; alcool bon marché : mode **C** pour un meilleur rendement sur l'acide.

Correction de l'exercice 18 : Comparer deux voies de synthèse

1. La **route 2** : moins d'étapes, meilleure économie d'atomes, solvant peu toxique, température plus basse, meilleur rendement.
2. Masse de réactifs : $100 \div 0,45 \approx 222 \text{ g}$; déchets $\approx 222 - 100 = \mathbf{122 \text{ g}}$.
3. Route 2 : $100 \div 0,85 \approx 118 \text{ g}$; déchets $\approx \mathbf{18 \text{ g}}$, soit environ **sept fois moins** que la route 1.

Correction de l'exercice 19 : Synthèse de l'éthanoate de butyle

1. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_4\text{H}_9\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9 + \text{H}_2\text{O}$: **éthanoate de butyle et eau**.
2. $n(\text{acide}) = 12,0 \div 60,0 = \mathbf{0,200 \text{ mol}}$; $m(\text{alcool}) = 0,81 \times 22,0 = 17,8 \text{ g}$; $n(\text{alcool}) = 17,8 \div 74,1 = \mathbf{0,240 \text{ mol}}$. Le **réactif limitant est l'acide**.
3. $m_{\text{max}} = 0,200 \times 116 = \mathbf{23,2 \text{ g}}$.
4. $\eta = 16,5 \div 23,2 = 0,711$, soit **71 %**.
5. Utiliser un **plus grand excès de butan-1-ol** ; **éliminer l'eau** (Dean-Stark) ; chauffer plus longtemps.

Correction de l'exercice 20 : Concevoir une stratégie

Proposition. Réaction : $\text{CH}_3\text{COOH} + (\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{ester} + \text{H}_2\text{O}$, limitée ($K \approx 4$).
Conditions : **reflux** (accélérer sans perte), catalyseur acide (quelques gouttes d'acide sulfurique concentré) pour atteindre l'équilibre vite, **excès d'acide éthanoïque** (peu cher) pour déplacer l'équilibre, éventuellement **élimination de l'eau**. Sécurité : lunettes, gants, blouse, acide concentré manipulé avec précaution, local ventilé.
Rendement : calculer n_{max} avec l'alcool limitant, peser le produit sec et distillé, $\eta = m_{\text{exp}} \div m_{\text{max}}$; discuter les pertes (équilibre, transferts, purification). Environnement : limiter le volume de solvant, neutraliser et trier les déchets, comparer à une voie par anhydride, plus rapide mais moins économe en atomes.

Comment progresser après ce corrigé

Quand un rendement te résiste, repars toujours du tableau d'avancement : cherche le réactif limitant, calcule n_{max} , puis compare avec n_{obtenue} . Pour les questions de stratégie, apprends les quatre leviers d'optimisation et ce qu'ils changent (vitesse ou équilibre). Refais les exercices 8, 13 et 15 sans regarder la correction.

Retour aux énoncés des exercices