

# Synthèse organique

## Corrigé des exercices - niveau 1re

Voici le corrigé détaillé des vingt exercices de synthèse organique. Compare ta démarche à la correction : écris le calcul littéral, remplace par les valeurs avec leurs unités, puis donne le résultat avec un nombre cohérent de chiffres significatifs.

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

## Le corrigé détaillé de la synthèse organique

### Correction de l'exercice 1 : Questions de cours

1. **Transformation, isolement, purification, contrôle (identification et rendement).**
2. Le réfrigérant **condense les vapeurs** qui retombent dans le ballon : pas de perte de matière.
3. Le rendement est le **rapport de la quantité (ou masse) de produit obtenue à la quantité (ou masse) maximale** :  $\eta = n_{\text{exp}} \div n_{\text{max}}$ .
4. Réaction limitée ou réactions secondaires, pertes lors des transferts, de la filtration ou de la purification.

### Correction de l'exercice 2 : Vrai ou faux ?

- a. **Vrai** : les vapeurs se condensent et reviennent.
- b. **Faux** : l'eau entre par le bas et sort par le haut pour que le réfrigérant soit plein.
- c. **Faux** : un catalyseur accélère mais ne change pas  $n_{\text{max}}$ .
- d. **Faux** :  $\eta = n_{\text{exp}} \div n_{\text{max}}$ .
- e. **Vrai** (dans l'éluant testé, et une seule tache est un bon indice de pureté).
- f. **Vrai** : un corps pur fond à température fixe.

### Correction de l'exercice 3 : Légender un montage

1. **1 : entrée d'eau froide ; 2 : sortie d'eau ; 3 : réfrigérant à eau ; 4 : ballon contenant le mélange réactionnel ; 5 : chauffe-ballon.**
2. L'eau entre en bas (repère 1) et sort en haut (repère 2) : le réfrigérant est ainsi toujours rempli d'eau, ce qui assure une condensation efficace (circulation à contre-courant des vapeurs).

#### Correction de l'exercice 4 : Pourquoi un reflux ?

1. Chauffer augmente la **vitesse** de la transformation (facteur cinétique).
2. Le liquide volatil bouillirait et s'échapperait : **perte de réactif** et de produit.
3. La pierre ponce **régularise l'ébullition** et évite les projections.
4. Un montage fermé chauffé verrait sa pression monter et pourrait **exploser** : il doit communiquer avec l'air.

#### Correction de l'exercice 5 : Quantité de matière

1.  $M = 7 \times 12,0 + 6 \times 1,0 + 3 \times 16,0 = 84,0 + 6,0 + 48,0 = \mathbf{138,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$ .
2.  $n = m \div M = 5,00 \div 138,0 = \mathbf{3,62 \times 10^{-2} \text{ mol}}$ .
3.  $m = n \times M = 0,100 \times 138,0 = \mathbf{13,8 \text{ g}}$ .

#### Correction de l'exercice 6 : Réactif limitant et $n_{\text{max}}$

1.  $n(\text{salicylique}) = 2,00 \div 138,1 = \mathbf{1,45 \times 10^{-2} \text{ mol}}$ .  $m(\text{anhydride}) = \rho \times V = 1,08 \times 5,0 = 5,4 \text{ g}$  ;  $n = 5,4 \div 102,1 = \mathbf{5,3 \times 10^{-2} \text{ mol}}$ .
2. Les coefficients sont égaux à 1 : le plus petit nombre de moles est le limitant, soit **l'acide salicylique** (l'anhydride est en excès).
3.  $n_{\text{max}}(\text{aspirine}) = 1,45 \times 10^{-2} \text{ mol}$  ;  $m_{\text{max}} = 1,45 \times 10^{-2} \times 180,2 = \mathbf{2,61 \text{ g}}$ .

#### Correction de l'exercice 7 : Calcul d'un rendement

$\eta = m_{\text{exp}} \div m_{\text{max}} = 1,98 \div 2,61 = 0,759$ , soit  **$\eta \approx 76 \%$** . Résultat honorable : les pertes à la filtration et au rinçage expliquent l'écart avec 100 %.

#### Correction de l'exercice 8 : Un rendement impossible

1.  $3,10 \div 2,61 = 1,19$ , soit **119 %**.
2. On ne peut pas obtenir plus de produit que la quantité maximale permise par le réactif limitant :  **$\eta \leq 100 \%$** .
3. Explications possibles : solide encore **humide** (eau ou acide éthanoïque) ou **impur** (acide salicylique restant) ; erreur de pesée ou de calcul. Vérifications : sécher et repeser jusqu'à masse constante ; mesurer la température de fusion et réaliser une CCM.

#### Correction de l'exercice 9 : L'ampoule à décanter

1. Le liquide le moins dense surnage : **A = éthanoate d'éthyle** ( $0,90 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ), **B = eau** ( $1,00 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ).
2. On conserve la **phase A** (phase organique, supérieure).
3. On ouvre le robinet pour écouler la phase inférieure B, puis on verse A par le haut. Le

dégazage évite une surpression due aux vapeurs de solvant.

### Correction de l'exercice 10 : Choisir un solvant d'extraction

1. Il doit être **non miscible à l'eau** et dissoudre **beaucoup mieux le produit que l'eau** (on ajoute : être peu dangereux, facile à éliminer).
2. L'éthanol est miscible à l'eau : éliminé. Le cyclohexane dissout trop peu P (0,2 g pour 100 mL). On choisit **l'éthanoate d'éthyle** (immiscible, 12 g pour 100 mL).
3. Sa masse volumique (0,90) est inférieure à celle de l'eau : la phase organique est **au-dessus**.

### Correction de l'exercice 11 : Lire une CCM

1. Acide salicylique : **3,0 cm** ; aspirine de référence : **1,8 cm** ; produit brut : deux taches à **1,8 cm et 3,0 cm**.
2.  $R_f(\text{salicylique}) = 3,0 \div 6,0 = \mathbf{0,50}$  ;  $R_f(\text{aspirine}) = 1,8 \div 6,0 = \mathbf{0,30}$ .
3. Le produit brut **n'est pas pur** : il contient de l'aspirine (même  $R_f$  que la référence) et de l'acide salicylique.
4. La transformation n'était pas totale ou le lavage a été insuffisant : il faut recristalliser.

### Correction de l'exercice 12 : Température de fusion

1. Non : fusion de 124 à 130 °C, **étalée et inférieure à 135 °C**.
2. Fusion nette (1 °C d'écart) à 134-135 °C, proche de la valeur tabulée : le produit recristallisé est **quasi pur**.
3. Les impuretés perturbent l'organisation du cristal : les cohésions sont plus faibles et la fusion commence plus tôt et s'étale.

### Correction de l'exercice 13 : Évolution de la masse de produit

1. À 20 min : **1,5 g** ; à 30 min : **1,9 g**.
2. La courbe est plate à partir d'environ **90 min** (2,4 g).
3.  $\eta(20 \text{ min}) = 1,5 \div 3,00 = \mathbf{50 \%}$  ;  $\eta \text{ final} = 2,4 \div 3,00 = \mathbf{80 \%}$ .
4. La transformation est limitée (ou des réactions et pertes existent) : le système atteint un état final avant la disparition du réactif limitant.
5. La pente diminue : la vitesse de formation **diminue** car les réactifs se consomment (concentrations plus faibles).

### Correction de l'exercice 14 : L'arôme de banane

1.  $m(\text{alcool}) = 0,81 \times 10,0 = 8,10 \text{ g}$  ;  $n = 8,10 \div 88,1 = \mathbf{9,19 \times 10^{-2} \text{ mol}}$ .  $m(\text{acide}) = 1,05 \times 15 = 15,75 \text{ g}$  ;  $n = 15,75 \div 60,1 = \mathbf{2,62 \times 10^{-1} \text{ mol}}$ .
2. Réaction mole à mole : **l'alcool est limitant**, l'acide est en excès.

3.  $m_{\max} = 9,19 \times 10^{-2} \times 130,2 = \mathbf{12,0 \text{ g}}$ .

4.  $\eta = 8,6 \div 12,0 = 0,718$ , soit **72 %** ;  $V = m \div \rho = 8,6 \div 0,87 = \mathbf{9,9 \text{ mL}}$ .

### Correction de l'exercice 15 : Influence des conditions

1.  $n_{\max} = 0,100 \text{ mol}$  ;  $m_{\max} = 0,100 \times 88,1 = \mathbf{8,81 \text{ g}}$ .

2.  $\eta_A = 1,6 \div 8,81 = \mathbf{18 \%}$  ;  $\eta_B = 5,3 \div 8,81 = \mathbf{60 \%}$  ;  $\eta_C = 5,9 \div 8,81 = \mathbf{67 \%}$ .

3. Le catalyseur accélère fortement la réaction ( $A \rightarrow B$ ). Une durée plus longue ( $B \rightarrow C$ ) permet de se rapprocher de l'état final, mais l'effet est faible : la transformation approche sa limite.

4. Utiliser un **excès** d'un réactif ou **éliminer l'eau** formée déplace l'équilibre vers l'ester et augmente le rendement.

### Correction de l'exercice 16 : Synthèse en deux étapes

1.  $n(A) = 10,0 \div 150 = \mathbf{6,67 \times 10^{-2} \text{ mol}}$ .

2.  $\eta_{\text{global}} = 0,85 \times 0,70 = 0,595$ , soit  $\approx \mathbf{60 \%}$ .

3.  $m_{\max}(C) = 6,67 \times 10^{-2} \times 210 = \mathbf{14,0 \text{ g}}$  ;  $m_{\text{obtenue}} = 14,0 \times 0,595 = \mathbf{8,3 \text{ g}}$ .

### Correction de l'exercice 17 : Critiquer un protocole

1 et 2. **Ballon fermé** : risque de surpression, laisser le haut du réfrigérant ouvert. **Pas de réfrigérant** : perte de vapeurs, monter un réfrigérant. **Eau par le haut** : entrer par le bas. **Solide humide** : sécher et peser à masse constante. **Goûter** : interdit, jamais de goût ni d'odeur directe en laboratoire ; identifier par  $T_{\text{fus}}$  et CCM.

### Correction de l'exercice 18 : Synthèse du paracétamol

1.  $n(\text{aminophénol}) = 5,45 \div 109,1 = 4,995 \times 10^{-2} \text{ mol}$  ;  $m(\text{anhydride}) = 1,08 \times 6,0 = 6,48 \text{ g}$  ;  $n = 6,48 \div 102,1 = 6,35 \times 10^{-2} \text{ mol}$ . **Le 4-aminophénol est limitant.**

2.  $m_{\max} = 4,995 \times 10^{-2} \times 151,2 = \mathbf{7,55 \text{ g}}$ .

3.  $\eta = 5,9 \div 7,55 = 0,781$ , soit **78 %**.

4. Masse théorique à produire :  $10,0 \div 0,78 = 12,8 \text{ g}$  ;  $n = 12,8 \div 151,2 = 8,48 \times 10^{-2} \text{ mol}$  ;  $m(\text{aminophénol}) = 8,48 \times 10^{-2} \times 109,1 = \mathbf{9,25 \text{ g}}$  ( $\approx 9,3 \text{ g}$ ).

### Correction de l'exercice 19 : Recristallisation

1. À  $20^\circ\text{C}$  : **0,5 g pour 100 mL** ; à  $80^\circ\text{C}$  : **5,0 g pour 100 mL**.

2.  $V = 3,0 \div 5,0 \times 100 = \mathbf{60 \text{ mL}}$ .

3. À  $20^\circ\text{C}$  :  $0,5 \times 60 \div 100 = \mathbf{0,30 \text{ g}}$  restent dissous.

4. Cristaux :  $3,0 - 0,30 = 2,70 \text{ g}$ , soit  $2,70 \div 3,0 = \mathbf{90 \%}$  récupérés.

5. Avec un excès de solvant, davantage de produit resterait dissous à froid : le rendement de la purification chuterait.

## Correction de l'exercice 20 : Concevoir une synthèse

1.  $n(\text{ester}) = 5,0 \div 130,2 = 3,84 \times 10^{-2} \text{ mol}$  ; avec  $\eta = 0,70$ ,  $n(\text{alcool}) = 3,84 \times 10^{-2} \div 0,70 = \mathbf{5,49 \times 10^{-2} \text{ mol}}$ .

2.  $m = 5,49 \times 10^{-2} \times 88,1 = 4,83 \text{ g}$  ;  $V = 4,83 \div 0,81 = \mathbf{6,0 \text{ mL}}$ .

3.  $n(\text{acide}) = 1,5 \times 5,49 \times 10^{-2} = 8,24 \times 10^{-2} \text{ mol}$  ;  $m = 8,24 \times 10^{-2} \times 60,1 = 4,95 \text{ g}$  ;  $V = 4,95 \div 1,05 = \mathbf{4,7 \text{ mL}}$ .

4. Montage à reflux (avec catalyseur acide et pierre ponce, 30 à 60 min), refroidissement, lavage à l'eau puis à l'hydrogénocarbonate de sodium dans une ampoule à décanter, séchage au sulfate de magnésium, filtration, distillation éventuelle, contrôles (indice de réfraction, CCM) et pesée pour le rendement. L'excès d'acide déplace l'équilibre vers l'ester ; l'alcool, limitant, est donc consommé davantage.

## Comment progresser après ce corrigé

Pour tout calcul de rendement, suis toujours le même chemin : quantités de matière initiales, réactif limitant,  $n_{\text{max}}$ , puis  $\eta = n_{\text{exp}} \div n_{\text{max}}$ . Refais les exercices 6, 14 et 18 sans regarder la correction, et entraîne-toi à lire  $R_f$  sur une plaque en mesurant  $d$  et  $D$  avec la règle.

Retour aux énoncés des exercices