

Chapitre 5

Aspects macroscopiques - Exercices

EXERCICE 1 : QCM

- Une synthèse organique se fait en 3 étapes ; les rendements respectifs sont 95%, 79 % et 81%. Quel est le rendement global de la synthèse ? :
 - 85 %
 - 61 %
 - 255 %
- Pour une réaction endothermique, une augmentation de la température du système, permet :
 - D'améliorer le rendement
 - D'augmenter la vitesse de réaction
 - De réduire l'impact énergétique
- Laquelle de ces affirmations sur les catalyseurs n'est pas exacte ?
 - Il est consommé et régénéré au cours de la synthèse.
 - Il accélère la réaction en abaissant l'énergie d'activation
 - S'il est dans la même phase que les réactifs on parle de catalyse hétérogène
- Quelle quantité d'électricité est fournie par un générateur délivrant une intensité de 100 mA pendant 1 heure ?
 - $Q = 360 \text{ C}$
 - $Q = 36\,000 \text{ C}$
 - $Q = 2,7 \times 10^{-5} \text{ C}$

EXERCICE 2 : Quotient réactionnel

Dans un bécher, on mélange les espèces suivantes :

- 10 mL d'ions fer(III) Fe^{3+} de concentration $[\text{Fe}^{3+}] = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$
- 10 mL d'ions fer(II) Fe^{2+} de concentration $[\text{Fe}^{2+}] = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$
- 20 mL d'ions cuivre (II) Cu^{2+} de concentration $[\text{Cu}^{2+}] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
- 5,0 g de cuivre solide en poudre

La transformation chimique qui se produit est : $2 \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{Cu}_{(\text{s})} = 2 \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$

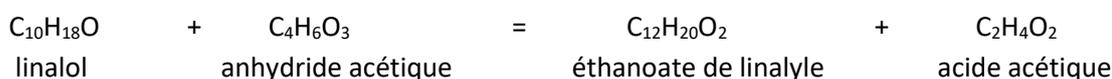
Sa constante d'équilibre est $K = 3,8.10^{40}$ à 25°C

- Calculer les concentrations des ions fer(II), des ions fer(III) et des ions cuivre dans le bécher à l'état initial.
- Donner l'expression du quotient de réaction Q_r .
- Calculer la valeur de Q_r et préciser le sens d'évolution de la transformation chimique.

EXERCICE 3 : Synthèse avec un meilleur rendement

L'éthanoate de linalyle est un ester présent dans l'huile essentielle de lavande. On peut le synthétiser en laboratoire : on introduit dans un ballon $V_A = 2,50 \text{ mL}$ de linalol et $V_B = 5,00 \text{ mL}$ d'anhydride acétique.

L'équation de réaction de synthèse de l'éthanoate de linalyle s'écrit sous la forme :



	Linalol	Anhydride éthanoïque	Ethanoate de linalyle (ester)	Acide éthanoïque
Densité	$d_A = 0,87$	$d_B = 1,08$	$d_C = 0,89$	$d_E = 1,18$
Masse molaire (g.mol ⁻¹)	$M_A = 154$	$M_B = 102$	$M_C = 196$	$M_E = 60$

1. A quelle famille appartient cette transformation chimique ?
2. Quel type de montage doit-on réaliser pour synthétiser l'ester ?
3. A l'aide d'un raisonnement détaillé (en vous aidant d'un tableau d'avancement par exemple), déterminer :
 - le réactif limitant de la réaction
 - la masse d'ester puis le volume d'ester théoriquement attendus
 - le rendement de synthèse sachant que la masse d'ester obtenue expérimentalement est $m_{\text{exp}} = 1,7 \text{ g}$.
4. Citer 2 paramètres à modifier pour améliorer le rendement de la synthèse.

EXERCICE 4 : Elaboration du zinc par électrolyse

Il est possible d'obtenir certains métaux par électrolyse d'une solution aqueuse du cation métallique correspondant. C'est le cas du zinc dont plus de la moitié de la production mondiale est obtenue par ce procédé avec une très grande pureté. Cette électrolyse est reproduite au laboratoire à partir d'une solution de sulfate de zinc acidifiée à l'acide sulfurique. Les ions sulfate ne participent pas à la transformation chimique et pour simplifier on suppose que les électrodes sont inertes. Un dégagement gazeux est observé à l'anode et un dépôt métallique se forme à la cathode.

Données : couples oxydant/réducteur : $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Zn}_{(\text{s})}$; $\text{H}^{+}_{(\text{aq})} / \text{H}_{2(\text{g})}$; $\text{O}_{2(\text{g})} / \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

- 1) Schématiser l'électrolyseur en précisant le nom de chaque électrode, les polarités du générateur et le sens de déplacement des porteurs de charges.
- 2) Ecrire les demi-équations des réactions se produisant aux électrodes.
- 3) En déduire l'équation d'oxydo-réduction de la réaction d'électrolyse.

EXERCICE 5 : Chromage des jantes

Pour protéger des jantes de moto en acier (alliage de fer métallique et de carbone) contre la corrosion. Elles sont recouvertes d'un dépôt de chrome.

La jante constitue une des électrodes, l'autre électrode est en chrome. L'ensemble plonge dans une solution contenant des ions chrome (III).

L'électrolyse s'effectue sous une tension de 2,2 V, avec une intensité de 10 kA pendant 1,0 min.

L'équation globale du fonctionnement de cette électrolyse est : $\text{Cr}^{3+} + \text{Cr}_{(\text{s})} = \text{Cr}_{(\text{s})} + \text{Cr}^{3+}$

- 1) Lister le matériel et les produits nécessaires pour le chromage des jantes par électrolyse.
- 2) Calculer la quantité d'électricité Q fournie à l'électrolyseur pendant 1,0 min.
- 3) Sachant que lorsque 1,0 mol de chrome est formé, la quantité d'électricité qui circule est $q = 1,92 \cdot 10^5 \text{ C}$. Déterminer la quantité de matière théorique n_{th} qu'on aurait du récupérer à l'issue de cette minute d'électrolyse.
- 4) En réalité, $m = 100 \text{ g}$ de chrome ont été déposés sur la jante. En déduire la valeur du rendement R de l'électrolyse.

Données : Masse molaire du chrome $M(\text{Cr}) = 52 \text{ g.mol}^{-1}$

EXERCICE 6 : QCM

- Le rendement d'une synthèse est défini par le rapport suivant :
 - $\eta = \frac{m_{obtenue}}{m_{théorique}} \times 100$
 - $\eta = \frac{m_{théorique}}{m_{obtenue}} \times 100$
 - $\eta = m_{obtenue} \times m_{théorique} \times 100$
- A l'anode d'un électrolyseur se déroule une réaction :
 - D'oxydation
 - De réduction
- Un système est à l'équilibre si la relation suivante est vérifiée :
 - $Q_R < K$
 - $Q_R > K$
 - $Q_R = K$
- Quels paramètres peuvent influencer sur le rendement d'une synthèse ?
 - La température
 - L'élimination d'un produit
 - L'excès d'un réactif

Exercice 7 : Vrai ou faux

Pour chacune des propositions suivantes, indiquer si la réponse est exacte ou non :

- Pour une synthèse se faisant en plusieurs étapes, le rendement global de la synthèse s'exprime comme le produit du rendement de chacune des étapes.
- Une augmentation de la température correspond au niveau microscopique à une diminution de l'agitation moléculaire.
- En catalyse hétérogène, le catalyseur et les réactifs sont dans la même phase.
- L'énergie d'activation est l'énergie nécessaire pour passer des réactifs à l'intermédiaire réactionnel.
- L'énergie d'activation est l'énergie nécessaire pour passer des réactifs à l'état de transition.
- Un catalyseur permet de diminuer l'énergie d'activation.
- Une réaction qui n'est pas thermodynamiquement favorisée est impossible à réaliser.
- L'utilisation de matières premières renouvelables est un axe de la chimie verte.
- Un électrolyseur est un dispositif qui transforme de l'énergie chimique en énergie électrique.
- Une réaction athermique est une réaction qui ne produit ou ne consomme pas d'énergie thermique.

Exercice 8 : Taxol et Taxotère®

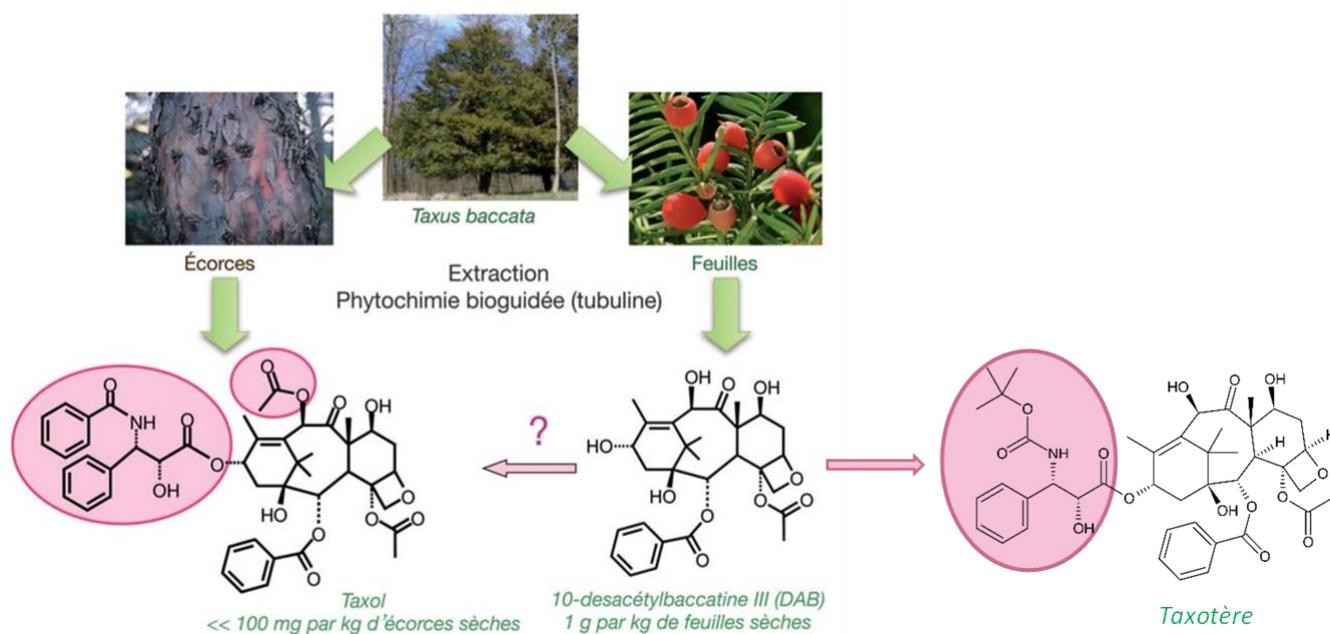
Le taxol et le Taxotère® sont des substances actives aux propriétés anticancéreuses, ce sont des alcaloïdes obtenus par hémisynthèse à partir d'une molécule extraite des feuilles de l'if européen (*Taxus baccata*).

DOCUMENT 1 : Le taxol

Au début des années 1960, devant le nombre toujours croissant de cancers, des équipes de chercheurs se sont penchées sur l'obtention de molécules aux propriétés anticancéreuses. Après avoir passé au crible bon nombre d'espèces végétales, des botanistes et des chimistes ont remarqué que l'écorce de l'if du Pacifique contenait une molécule intéressante, le taxol. Cependant, le taxol, initialement isolé de l'écorce du tronc de l'if du Pacifique, n'y est présent qu'en faible quantité. Au mieux, un arbre centenaire peut produire 3 kg d'écorces, soit 300 mg de taxol. Même en optimisant le processus extractif, la production de 1 kg de taxol nécessite environ 7 tonnes d'écorces et le traitement d'un seul patient pendant 1 an nécessite en moyenne l'abattage de 3 arbres. On ne peut donc pas envisager une production industrielle sans à terme détruire l'espèce.

Ainsi, entre 1983 et 1993, un grand nombre de laboratoires ont travaillé sur la synthèse totale du taxol à partir de dérivé simple du pétrole en y arrivant en pas moins de 30 étapes. Au cours de l'élaboration de cette synthèse, ils ont imaginé une autre molécule, le Taxotère, cousine du taxol, mais deux fois plus efficace et avec moins d'effets secondaires.

Différentes possibilités d'exploitation ont été envisagées et testées pour produire le Taxotère. Une seule a été retenue pour le produire en quantité plus importante: les feuilles de l'if Européen (*Taxus baccata*). Matière première aisément renouvelable, elles contiennent en quantité importante (de 0.02 à 0.1%) la partie cyclique de la molécule de Taxotère: la 10-désacétylbaccatine III ou DAB III. Le Taxotère est alors élaboré par hémisynthèse à partir de cet analogue structural, le DAB III. C'est Pierre Potier qui est à l'origine de cette découverte en 1986 et qui propose en 1988 l'hémisynthèse actuelle.



Sources : Médiachimie

1. Pourquoi les chercheurs ont préféré travailler sur la synthèse du Taxotère® plutôt que sur le Taxol?
2. Définir les termes « synthèse totale » et « hémisynthèse ». Quel est l'intérêt d'une hémisynthèse par rapport à une synthèse totale ?
3. En quoi les commercialisations du Taxotère® et du Taxol sont-elles des exemples d'application de la chimie pour le développement durable ?