

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE · CHAPITRE 5



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle B Mécanismes réactionnels

Mécanismes fournis, flèches courbes, catalyse homogène et hétérogène, interprétation microscopique

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse est justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre adapté de chiffres significatifs. Les mécanismes sont fournis : aucun n'est à mémoriser.

Exercice 1 Questions de cours

4 pts ●●●○

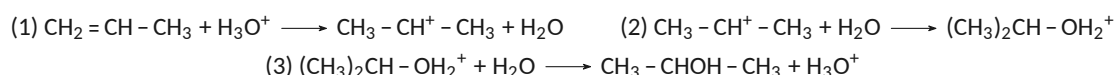
■ DONNÉES $\chi(\text{C}) = 2,6$ • $\chi(\text{O}) = 3,4$

- 1.1 Qu'appelle-t-on mécanisme réactionnel ? Expliquer pourquoi un intermédiaire réactionnel ne figure jamais dans l'équation de la réaction, alors qu'il existe réellement dans le milieu.
- 1.2 Énoncer la règle de la flèche courbe. Qu'est-ce qui distingue un site donneur d'un site accepteur de doublet d'électrons ?
- 1.3 Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse, et justifier en une phrase.
 - a) La molécularité d'un acte élémentaire est le nombre d'entités figurant dans l'équation de la réaction.
 - b) Un catalyseur est intégralement retrouvé à la fin de la transformation.
 - c) Dans la liaison C – O, l'atome de carbone porte la charge partielle négative.
 - d) Doubler la concentration d'un réactif augmente la fréquence des chocs, mais pas leur efficacité.
 - e) Une flèche courbe représente le déplacement d'un atome d'une entité vers l'autre.
- 1.4 Expliquer, à l'échelle microscopique, pourquoi une transformation chimique est plus rapide à chaud : on distinguera clairement les deux effets de l'agitation thermique.

Exercice 2 L'hydratation du propène

6 pts ●●●●○

Le propan-2-ol, solvant et antiseptique, est obtenu industriellement par addition d'eau sur le propène, en présence d'acide phosphorique qui libère des ions H_3O^+ . Le mécanisme comporte trois actes élémentaires :



■ DONNÉES $\chi(\text{H}) = 2,2$ • $\chi(\text{O}) = 3,4$

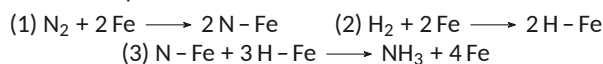
- 2.1 Donner la molécularité de chaque acte, puis établir l'équation de la réaction en additionnant les trois actes.
- 2.2 Identifier les intermédiaires réactionnels et le catalyseur, en précisant à chaque fois l'acte qui les forme ou les consomme et celui qui les consomme ou les régénère.
- 2.3 Dans l'acte (1), quel est le site donneur de doublet ? Justifier, puis représenter les deux flèches courbes de cet acte sur les schémas de Lewis des réactifs.
- 2.4 Dans l'acte (2), justifier que l'atome de carbone chargé positivement est le site accepteur, puis représenter la flèche courbe correspondante.

- 2.5** Sans catalyseur, la transformation est inobservable à $200\text{ }^{\circ}\text{C}$; en présence d'acide phosphorique, elle est rapide. Le rendement final est-il modifié par le catalyseur ? Justifier.

Exercice 3 La synthèse industrielle de l'ammoniac

6 pts ●●●

La synthèse de l'ammoniac à partir du diazote de l'air est réalisée sur des grains de fer solide très finement divisés. En notant Fe un site libre de la surface du métal, le mécanisme se résume à trois étapes (la dernière regroupe en réalité plusieurs actes élémentaires successifs) :



- 3.1** Les étapes (1) et (2) mettent en jeu une entité gazeuse et deux sites de la surface du solide. Expliquer pourquoi la notion de molécularité, définie pour des entités libres, ne s'applique pas simplement ici. Établir ensuite l'équation de la réaction, sachant qu'il faut compter une fois l'étape (1), trois fois l'étape (2) et deux fois l'étape (3).
- 3.2** Identifier le catalyseur et les intermédiaires réactionnels. Préciser le type de catalyse mise en jeu et justifier l'emploi de grains de fer très finement divisés.
- 3.3** La figure 1 donne le profil énergétique simplifié de cette synthèse, sans puis avec le catalyseur (*support qualitatif*). Comparer les hauteurs des bosses à franchir et en déduire pourquoi le fer accélère la transformation.
- 3.4** Les états initial et final sont-ils modifiés par le catalyseur ? Que peut-on en conclure sur le rendement de la synthèse ?
- 3.5** Le procédé industriel est conduit vers $450\text{ }^{\circ}\text{C}$. Interpréter ce choix à l'échelle microscopique, en distinguant fréquence et efficacité des chocs.

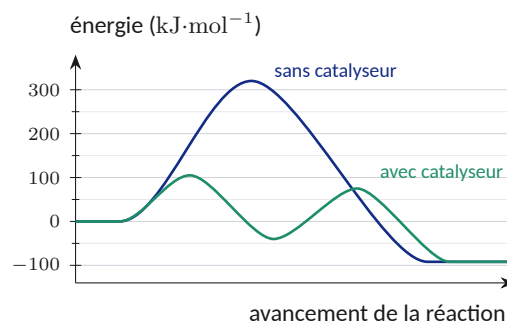


Figure 1 — Profil énergétique très simplifié de la synthèse de l'ammoniac (le chemin catalysé n'y est pas détaillé étape par étape)

Exercice 4 Catalyseur ou réactif ?

4 pts ●●●

Le peroxyde d'hydrogène se décompose selon $2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$. Dans un erlenmeyer, on introduit $V = 50,0 \text{ mL}$ d'une solution de peroxyde d'hydrogène de concentration $c = 0,20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $m = 0,50 \text{ g}$ de dioxyde de manganèse $\text{MnO}_2(\text{s})$ en poudre. Une vive effervescence se produit ; lorsqu'elle cesse, on a recueilli 120 mL de dioxygène. Après filtration, rinçage et séchage, on récupère $0,49 \text{ g}$ de solide.

■ **DONNÉES** Volume molaire dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

- 4.1** Calculer la quantité de peroxyde d'hydrogène introduite, puis le volume de dioxygène attendu si la décomposition est totale. Comparer à la mesure et conclure.
- 4.2** La masse récupérée est inférieure de $0,01 \text{ g}$ à la masse introduite : peut-on en conclure que le dioxyde de manganèse a été consommé par la transformation ? Discuter.
- 4.3** **Prise d'initiative.** Proposer un protocole expérimental complet, avec les grandeurs à mesurer, permettant d'établir que le dioxyde de manganèse est bien un *catalyseur* de cette décomposition : on montrera à la fois qu'il accélère la transformation et qu'il n'en modifie pas l'état final.
- 4.4** Préciser le type de catalyse mise en jeu, puis interpréter à l'échelle microscopique l'effet d'un broyage plus fin du solide.
- 4.5** Un élève affirme : « le dioxyde de manganèse est un réactif, puisque sans lui il ne se passe rien ». Rédiger une réponse argumentée s'appuyant sur les résultats des questions précédentes et sur ce qu'est un catalyseur dans un mécanisme réactionnel.