

# Constitution et transformations de la matière

## Chapitre 8. Évolution temporelle d'un système chimique

### EXERCICES



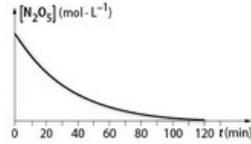
#### 23 Décomposition du pentaoxyde de diazote

Le dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  est un gaz roux, l'un des principaux polluants atmosphériques.

Il peut être obtenu par la réaction d'ordre 1 d'équation :  
 $2 \text{N}_2\text{O}_5 (\text{g}) \rightarrow 4 \text{NO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$

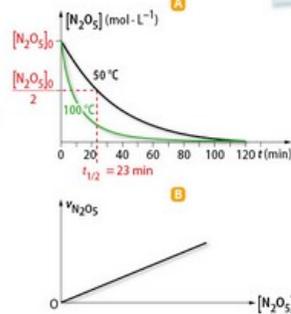
Dans une enceinte de volume constant maintenue à 50 °C, on introduit du pentaoxyde de diazote  $\text{N}_2\text{O}_5$  et on suit sa décomposition avec un manomètre. On en déduit la concentration en  $\text{N}_2\text{O}_5$  au cours du temps, représentée sur le graphique ci-dessous.

- Justifier le choix du capteur utilisé.
- a. Définir le temps de demi-réaction.  
b. Le déterminer graphiquement.
- Représenter l'allure de la concentration en  $\text{N}_2\text{O}_5$  au cours du temps à 100 °C. Justifier cette allure.
- Représenter l'allure de la vitesse volumique de disparition du  $\text{N}_2\text{O}_5$  en fonction de sa concentration en quantité de matière. Justifier.



#### EXEMPLE DE RÉACTION

- La réaction étudiée met en jeu des gaz, on peut suivre son évolution par mesure de pression.
- a. Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle l'avancement de la réaction vaut la moitié de l'avancement final.  
b. et c. Ici, le réactif limitant est entièrement consommé en fin de réaction, donc le temps de demi-réaction est l'abscisse du point d'ordonnée  $\frac{[\text{N}_2\text{O}_5]_0}{2}$  soit environ **23 min**.  
La température est un facteur cinétique, donc à 100 °C, l'état final sera atteint plus rapidement qu'à 50 °C **3**.
- La réaction étudiée étant d'ordre 1, la vitesse volumique de disparition du  $\text{N}_2\text{O}_5$  est proportionnelle à sa concentration en quantité de matière, donc on obtient une droite passant par l'origine **3**.



#### LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

- **L'ordre d'une réaction** indique une relation entre la vitesse de disparition d'un réactif ou d'apparition d'un produit et la concentration en quantité de matière des réactifs.
- **La nature des réactifs** et des produits indique un moyen de suivi approprié à la transformation.

#### LES VERBES D'ACTION

- **Justifier** : énoncer un argument.
- **Définir** : énoncer une définition.
- **Déterminer** : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.
- **Représenter l'allure** : tracer un graphique simplifié.

#### QUELQUES CONSEILS

- et 3. Pour représenter l'allure d'un graphique, on doit soigner ses éléments essentiels : sa forme et les quelques points particuliers qui peuvent être connus tels que la valeur initiale, la valeur finale, ou autre.

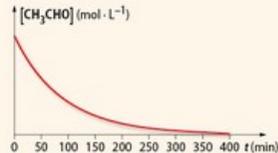
#### EXERCICE SIMILAIRE

#### 24 Décomposition de l'éthanal

L'éthanal, naturellement produit par les plantes, a une odeur de pomme verte. Il peut se décomposer à haute température suivant la réaction d'ordre 1 d'équation :  
 $\text{CH}_3\text{CHO} (\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4 (\text{g}) + \text{CO} (\text{g})$

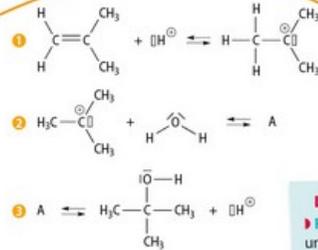
Dans une enceinte de volume constant maintenue à 477 °C, on utilise un manomètre pour suivre cette réaction. On en déduit l'évolution de la concentration en quantité de matière d'éthanal en fonction du temps (voir ci-contre).

- Justifier le choix du capteur utilisé.
- Après avoir défini le temps de demi-réaction, le déterminer graphiquement.
- Représenter l'allure de la concentration en éthanal en fonction du temps à 400 °C. Justifier.
- Représenter l'allure de la vitesse volumique de disparition de l'éthanal en fonction de sa concentration en quantité de matière. Justifier.



#### 25 Synthèse du 2-méthylpropan-2-ol

Le 2-méthylpropan-2-ol est synthétisé industriellement à partir de l'isobutène.  
Le **mécanisme réactionnel** modélisant cette transformation est donné ci-contre.



#### LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

- **Le mécanisme réactionnel** d'une transformation permet d'identifier les intermédiaires réactionnels et le catalyseur éventuel.

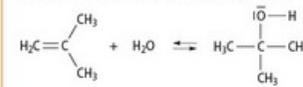
#### LES VERBES D'ACTION

- **Retrouver** : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.
- **Identifier** : localiser à l'aide d'une définition.
- **Déterminer** : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.

- Retrouver** l'équation de la réaction modélisée par le mécanisme réactionnel donné.
- Identifier** le site donneur et le site accepteur de doublet d'électrons lors de l'étape **2**.
- Recopier l'étape **2** du mécanisme.  
a. Représenter la (ou les) flèche(s) courbe(s) manquante(s).  
b. **Déterminer** la formule de l'espèce chimique A.
- Donner la formule de tous les intermédiaires réactionnels intervenant dans ce mécanisme.
- Que dire de l'ion hydrogène  $\text{H}^+$  ? Justifier la réponse.

#### EXEMPLE DE RÉACTION

- La réaction modélisée a pour équation :



#### Étape 2



- La double liaison **C=C** est un **site donneur** de doublet d'électrons et l'ion  $\text{H}^+$  est un **site accepteur** de doublet d'électrons.
- a. et b. Voir l'étape **2** du mécanisme complétée.  
Le doublet non liant de l'oxygène devient liant entre le carbone et l'oxygène.
- Les intermédiaires réactionnels sont les espèces produites lors des étapes **1** et **2**, puis consommées lors d'une étape ultérieure. Elles ont pour formule :  

$$\text{H}_3\text{C}-\text{C}^+(\text{CH}_3)_2 \quad \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$$
- L'**ion hydrogène** est consommé à l'étape **1** et régénéré à l'étape **3**, c'est un **catalyseur**.

#### QUELQUES CONSEILS

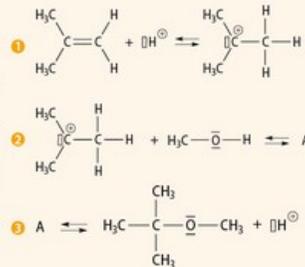
- Établir le bilan de la réaction en ne faisant figurer que les réactifs et les produits.
- La flèche courbe modélise le déplacement d'un doublet d'électrons. Un doublet non liant peut devenir liant ou inversement.

#### EXERCICE SIMILAIRE

#### 26 Synthèse du MTBE

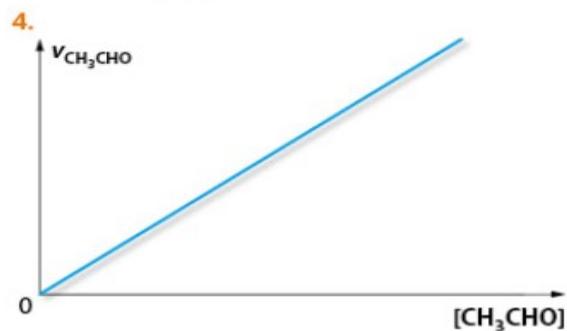
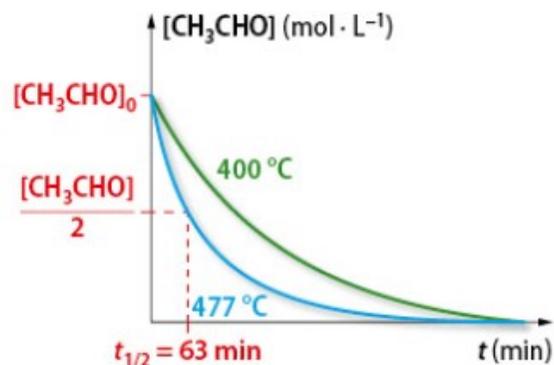
Le méthyl tert-butyl éther ou MTBE permet d'augmenter l'indice d'octane de l'essence. Il est synthétisé par une réaction modélisée par le mécanisme ci-contre.

- Retrouver l'équation de la réaction modélisée par le mécanisme réactionnel fourni.
- Identifier les sites donneurs et les sites accepteurs de doublet d'électrons lors des étapes **1** et **2**.
- Recopier les trois étapes du mécanisme, puis représenter les flèches courbes rendant compte des déplacements de doublets d'électrons et déterminer la formule de l'espèce A.
- Donner la formule de tous les intermédiaires réactionnels intervenant dans ce mécanisme.
- Que dire de l'ion hydrogène  $\text{H}^+$  ? Justifier la réponse.



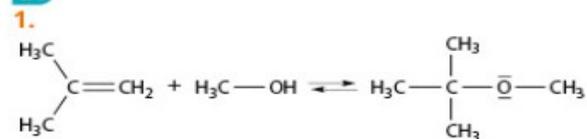
## CORRECTION Exercice 24

- La réaction étudiée met en jeu des gaz.
- Durée au bout de laquelle l'avancement de la réaction vaut la moitié de l'avancement final.  $t_{1/2} = 63 \text{ min}$ .
- 



## CORRECTION Exercice 26

26



2. Étape 1

Double liaison C=C : site donneur.

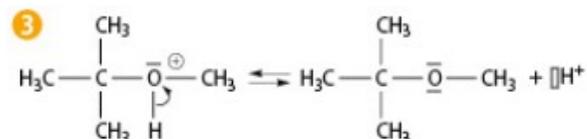
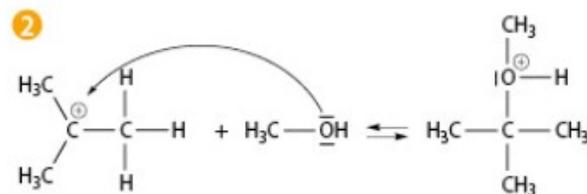
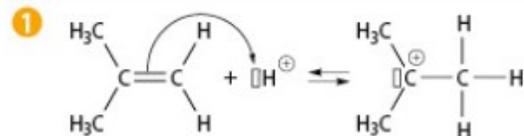
H<sup>+</sup> : site accepteur de doublet d'électrons.

Étape 2

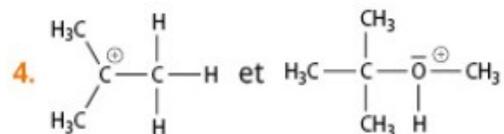
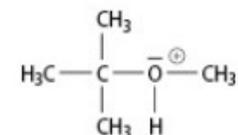
Doublets non liants de l'oxygène : sites donneurs.

C<sup>+</sup> : site accepteur de doublet d'électrons.

3.



Espèce A :



5. H<sup>+</sup> est un catalyseur.