



# Le pentaoxyde de diazote

Baccalauréat de septembre 2024 – exercice 1 du sujet de métropole

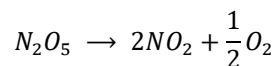
## ■ Physique-Chimie : Cinétique d'une réaction chimique

- Établir la loi d'évolution de la concentration d'une espèce en fonction du temps pour une réaction d'ordre 0 ou d'ordre 1.
- Déterminer l'ordre d'une réaction et la constante de vitesse en exploitant des données issues d'un suivi cinétique.
- Déterminer le temps de demi-réaction.

## ■ Mathématiques : Équations différentielles. Exponentielle. Logarithme

- Utiliser les propriétés algébriques de l'exponentielle pour transformer des expressions.
- Utiliser les propriétés algébriques de la fonction logarithme népérien pour transformer des expressions.
- Vérifier qu'une fonction donnée est solution d'une équation différentielle.
- Déterminer la solution d'une équation différentielle du type :  $y' = ay + b$  vérifiant une condition initiale  $y(x_0)$  donnée.
- Calculer la dérivée des fonctions composées usuelles :  $x \mapsto e^{u(x)}$

Le pentaoxyde de diazote  $N_2O_5$  est un puissant oxydant utilisé en synthèse organique. Il possède comme particularité d'être un (NOx) solide à température ambiante. Sa manipulation requiert un soin tout particulier puisqu'à température ambiante, il peut se décomposer selon la transformation modélisée par la réaction d'équation :



On se propose d'étudier la cinétique de cette réaction.

On introduit initialement, dans un réacteur de volume  $V$  égal à 1,0 L, une masse  $m$  égale à 4,4 g de pentaoxyde de diazote.

### Données :

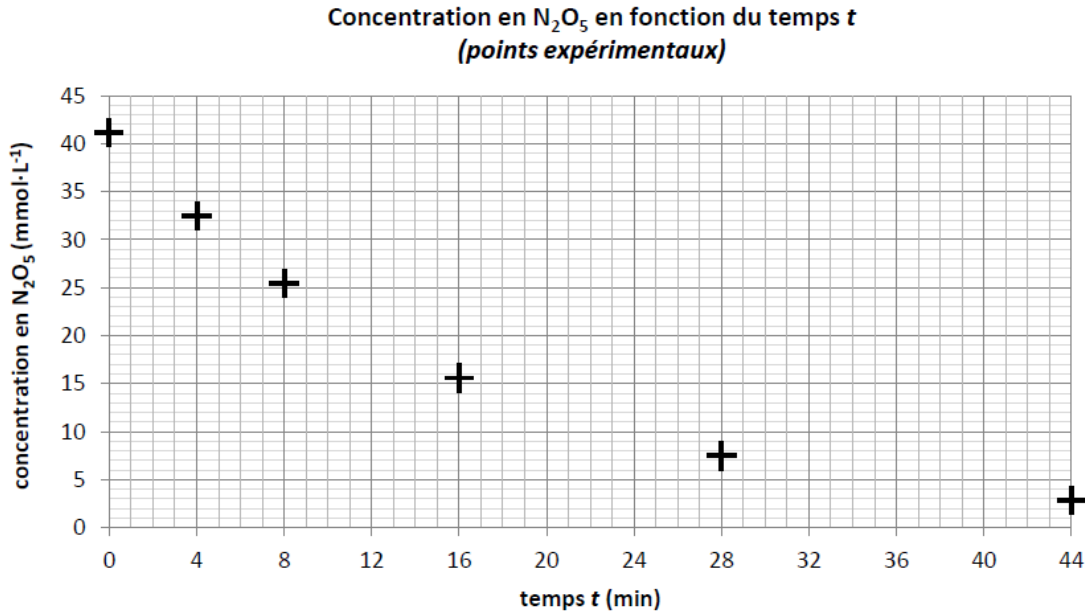
Masses molaires atomiques respectives des éléments azote et oxygène :  $M(N)=14 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et  $M(O)=16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

1. Montrer que la concentration en quantité de matière en  $N_2O_5$  à l'instant initial dans le réacteur est :

$$[N_2O_5]_0 = 41 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

On note  $t$  le temps écoulé à partir de l'introduction de la masse  $m$ . On effectue six mesures expérimentales de la concentration de pentaoxyde de diazote  $N_2O_5$  dans le réacteur, notée  $[N_2O_5]_t$ , pour  $t = 0 \text{ min}$ ,  $t = 4 \text{ min}$ ,  $t = 8 \text{ min}$ ,  $t = 16 \text{ min}$ ,  $t = 28 \text{ min}$  et  $t = 44 \text{ min}$ . On souhaite modéliser l'évolution de la concentration de pentaoxyde de diazote  $N_2O_5$  par une fonction  $f$  donnant la concentration de pentaoxyde de diazote  $N_2O_5$  dans le réacteur, exprimée en millimoles par litre, en fonction du temps exprimé en minutes.

Le document ci-après présente les points expérimentaux.



Pour une réaction d'ordre 0, on rappelle que la vitesse volumique de disparition est constante au cours du temps.

- Justifier qu'on peut écarter l'hypothèse d'une cinétique d'ordre 0 par rapport au réactif pentaoxyde de diazote  $N_2O_5$ .

On fait l'hypothèse que la réaction suit une cinétique d'ordre 1 par rapport au réactif pentaoxyde de diazote  $N_2O_5$ , c'est-à-dire que la vitesse volumique de disparition du réactif vérifie la loi  $v_{dis [N_2O_5]}(t) = k \times [N_2O_5]_t$  où  $k$  est la constante de vitesse.

En conséquence, on admet que la fonction  $f$  est solution de l'équation différentielle du premier ordre suivante :

$$y' + k \times y = 0$$

- Vérifier que la fonction  $f$  définie sur l'intervalle  $[0 ; 44]$  par  $f(t) = 41 \times e^{-kt}$  est la solution de l'équation différentielle qui vérifie la condition initiale  $f(0) = 41$ .
- Montrer que  $\ln(f(t)) = -kt + \ln(41)$ .

On a représenté, dans le **document réponse DR1 page 9 à rendre avec la copie**, le logarithme népérien de la concentration de pentaoxyde de diazote obtenue dans l'expérience pour  $t = 0$  min,  $t = 4$  min,  $t = 8$  min,  $t = 16$  min,  $t = 28$  min et  $t = 44$  min. La droite tracée approxime les points.

- Justifier que l'hypothèse d'une cinétique d'ordre 1 par rapport au réactif pentaoxyde de diazote  $N_2O_5$  est compatible avec les données expérimentales.
- Déterminer le coefficient directeur de la droite tracée sur le **document réponse DR1 page 9 à rendre avec la copie**.
- En déduire que la valeur de la constante de vitesse  $k$  est environ égale à  $0,063 \text{ min}^{-1}$ .
- Calculer la valeur de  $\ln\left(\frac{[N_2O_5]_0}{2}\right)$  puis résoudre graphiquement l'équation  $f(t) = 20,5$  en laissant la trace permettant de comprendre la lecture réalisée sur le **document réponse DR1 page 9 à rendre avec la copie**.
- Grâce à l'expression  $f(t) = [N_2O_5]_t = [N_2O_5]_0 \times e^{-kt}$ , montrer que le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  s'exprime par la relation :

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$$

- Calculer la valeur numérique du temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ .
- Comparer les résultats des questions 8 et 10.



## DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

### DR1 – Exercice 1 :

