



Le pentaoxyde de diazote

Parties du programme	Cinétique
----------------------	-----------

Le pentaoxyde de diazote N_2O_5 est un puissant oxydant utilisé en synthèse organique. Il possède comme particularité d'être un (NO_x) 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 égal à 1,0 L, une masse m égale à 4,4 g de pentaoxyde de diazote.

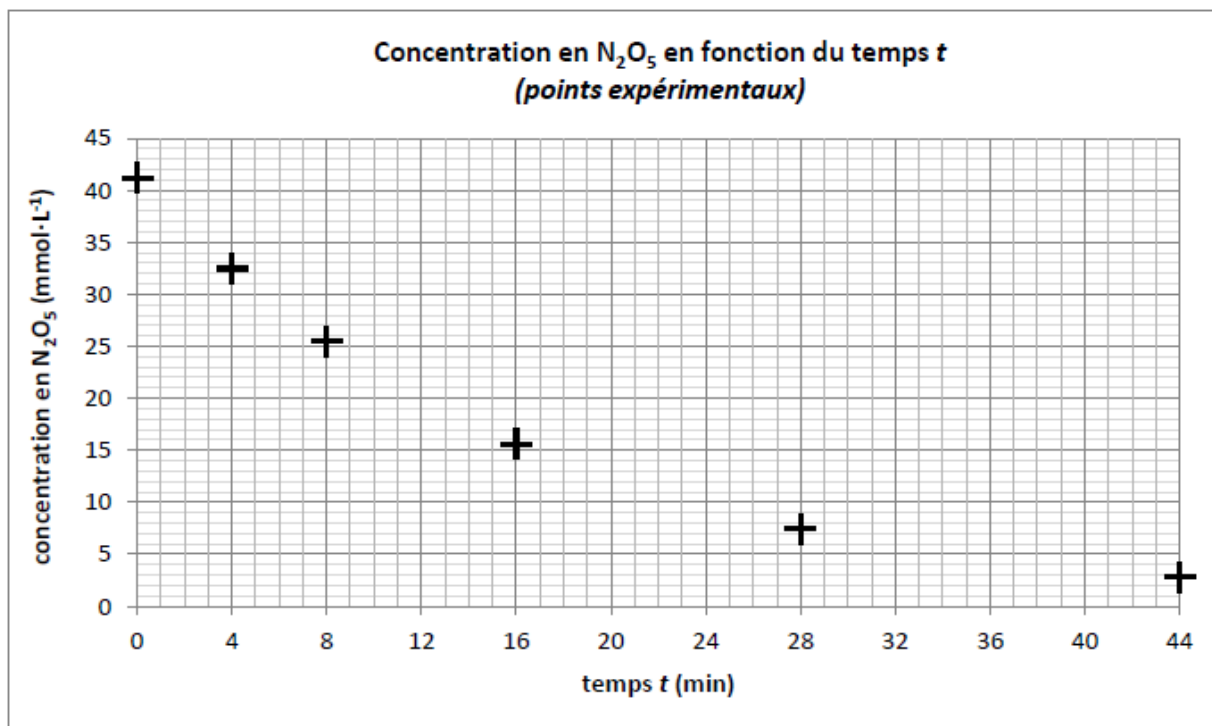
Données : masses molaires atomiques : $M(\text{N})=14 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $M(\text{O})=16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

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 $[\text{N}_2\text{O}_5]_t$, 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-dessous présente les points expérimentaux :



1. Montrer que la concentration en quantité de matière en N_2O_5 à l'instant initial dans le réacteur est $[\text{N}_2\text{O}_5]_0 = 41 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

2. 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 .

3. 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

$$v_{disp}(N_2O_5) = k \times [N_2O_5](t) \text{ où } k \text{ est la constante de vitesse.}$$

En conséquence, on admet que la fonction f est solution de l'équation différentielle du premier ordre suivante : $y' + k \times y = 0$

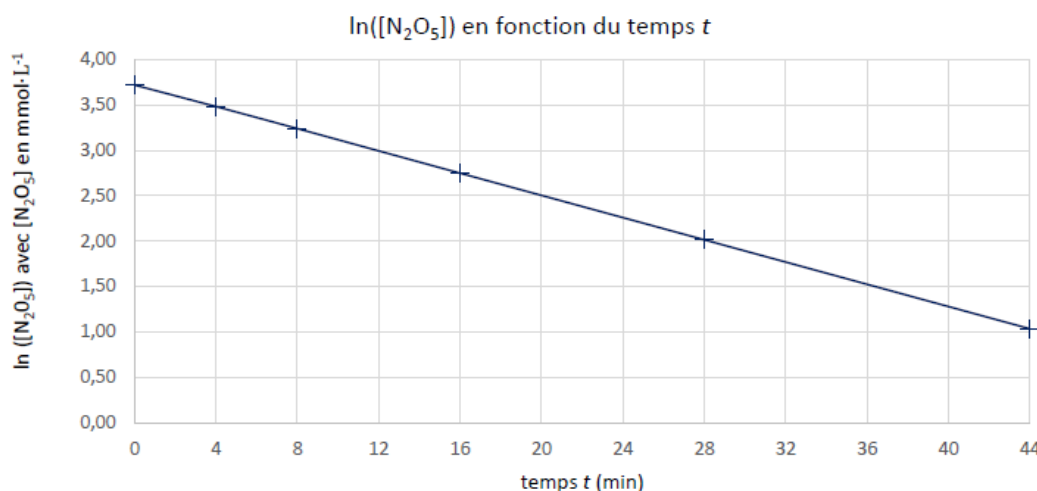
- Vérifier que la fonction f définie sur l'intervalle $[0 ; 44]$ par $f(t) = 41 \times e^{-kt}$ est la solution de l'équation différentielle qui vérifie la condition initiale $f(0) = 41$.

4. Montrer que $\ln(f(t)) = -kt + \ln(41)$.

5. On a représenté, ci-dessous, le logarithme népérien de la concentration de pentaoxyde de diazote obtenue dans l'expérience pour $t = 0 \text{ min}$, $t = 4 \text{ min}$, $t = 8 \text{ min}$, $t = 16 \text{ min}$, $t = 28 \text{ min}$ et $t = 44 \text{ min}$. 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.

6. Déterminer le coefficient directeur de la droite tracée



7. En déduire que la valeur de la constante de vitesse k est environ égale à $0,063 \text{ min}^{-1}$.

8. 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

9. 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 :

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

10. Calculer la valeur numérique du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

11. Comparer les résultats des questions 8 et 10.