

TP : Suivi temporel d'une transformation chimique par mesure de pression

I. Etude cinétique d'une transformation : suivi par un capteur de pression.

1. Equation associée à la réaction entre le magnésium et l'acide chlorhydrique.



2. Objectifs.

- suivre l'avancement $x(t)$ de la réaction à l'aide d'un capteur de pression.
- établir la relation entre l'avancement $x(t)$ de la réaction et la surpression Δp dans le ballon.

- déterminer :

- a) l'avancement maximal x_{\max} de la réaction.
- b) La valeur du temps demi-réaction.
- c) La valeur de la vitesse volumique à une date donnée.

3. Description de l'expérience.

On introduit dans un ballon bicol de 250 mL relié à un pressiomètre :

- ▶ 50,0 mL d'acide chlorhydrique de concentration molaire $c = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- ▶ 0,020 g Magnésium (ruban) bien décapé. (le morceau de magnésium est maintenu par le bouchon de telle manière qu'il puisse tomber au fond du ballon après une petite secousse.

On donne: $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g.mol}^{-1}$

On relève la valeur de la pression toutes les 30 secondes pendant 10 min.

Résultats expérimentaux :

$t(\text{s})$	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
$P(\text{hPa})$	1013	1025	1033	1044	1051	1068	1079	1084	1088	1091	1093

- 1) Etablir le tableau d'avancement de la réaction .
- 2) Sachant que la pression interne du la fiole est P_{atm} avant la réaction ; montrer que l'avancement

$$x(t) = \frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}} x_{\max}$$

Avec $\Delta P = P - P_{\text{atm}}$ et $\Delta P_{\max} = P_{\max} - P_{\text{atm}}$

- 3) Déterminer la valeur d'avancement maximal x_{\max} .
- 4) Compléter le tableau suivant :

$t(\text{s})$	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
$P(\text{hPa})$	1013	1025	1033	1044	1051	1068	1079	1084	1088	1091	1093
$\Delta P(\text{hPa})$	0										
$\frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}$											
$x(t)$											

- 5) tracer le graphe $x = f(t)$.
- 6) Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction.
- 7) Déterminer graphiquement la vitesse volumique de réaction à $t = 180\text{ms}$.
- 8) Comment varie la vitesse au cours du temps lors de cette transformation chimique ?
- 9) Quelle sont les facteurs influençant sur la vitesse de la réaction ?
- 10) Comment évolue le temps de le demi-réaction si en augmente soit la température soit la concentration de l'un des réactifs ?.

Correction :

1)

Equation de la réaction	$\text{Mg}_{(s)}$	+ 2 H_3O^+	=	$\text{Mg}^{2+}_{(aq)}$	+ $\text{H}_2(g)$	+ 2 $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
Quantité de matière dans l'état initial (mmol)	0,80	25		0	0	Excès
Quantité de matière au cours de la transformation (mmol)	$0,80 - x$	$25 - x$		x	x	excès
Quantité de matière dans l'état final (mmol)	0	23,4		0,80	0,80	excès



TP : Suivi temporel d'une transformation chimique par mesure de pression

2)

Etablissement de la relation entre $x(t)$ et Δp .Le pressiomètre mesure la pression dans le ballon au cours de la transformation : $p_{\text{ballon}} = p_{\text{atm}} + \Delta p$

- dans les conditions initiales :
$$p_{\text{atm}} = n \frac{RT}{V}$$

 n : quantité de matière des espèces (O_2 et N_2) présentes dans l'air. R : constante des gaz parfaits $R = 8,31$ S.I. T : température (K) V : volume (m^3)

- au cours de la transformation :

$$p_{\text{ballon}} = (n + n_{\text{H}_2}) \frac{RT}{V} \quad \text{alors } \Delta p = n_{\text{H}_2} \frac{RT}{V} = x(t) \frac{RT}{V}$$

Relation entre la différence maximale de pression et l'avancement maximal : $\Delta p_{\text{max}} = x_{\text{max}} \frac{RT}{V}$

On obtient la relation :

$$\frac{\Delta p}{\Delta p_{\text{max}}} = \frac{x(t) \frac{RT}{V}}{x_{\text{max}} \frac{RT}{V}} = \frac{x(t)}{x_{\text{max}}} \quad \text{Alors} \quad x(t) = x_{\text{max}} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta p_{\text{max}}}$$

3) Avancement maximal : $n_{i \text{ Mg}} = \frac{m}{M} = \frac{0,020}{24,3} = 8,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$

$$n_{i \text{ acide}} = CV = 0,50 \times 0,050 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Le réactif limitant est le magnésium.

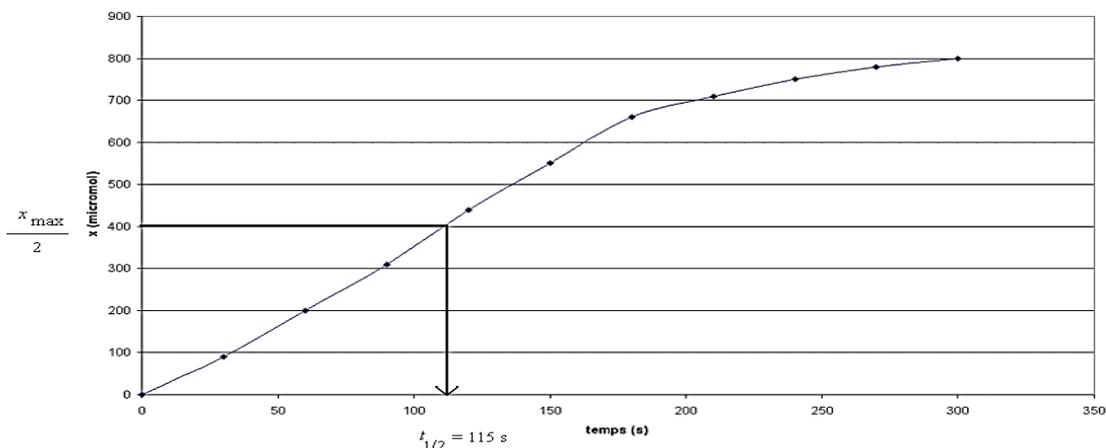
$$x_{\text{max}} = n_{i \text{ Mg}} = 8,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

4)

$t(\text{s})$	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
P (hPa)	1013	1025	1033	1044	1051	1068	1079	1084	1088	1091	1093
ΔP (hPa)	0	12	20	31	38	55	66	71	75	78	80
$\frac{\Delta P}{\Delta P_{\text{max}}}$	0	0,15	0,25	0,39	0,48	0,69	0,83	0,89	0,94	0,98	1
$x(t)$ μmol	0	120	200	310	380	550	660	710	750	780	800

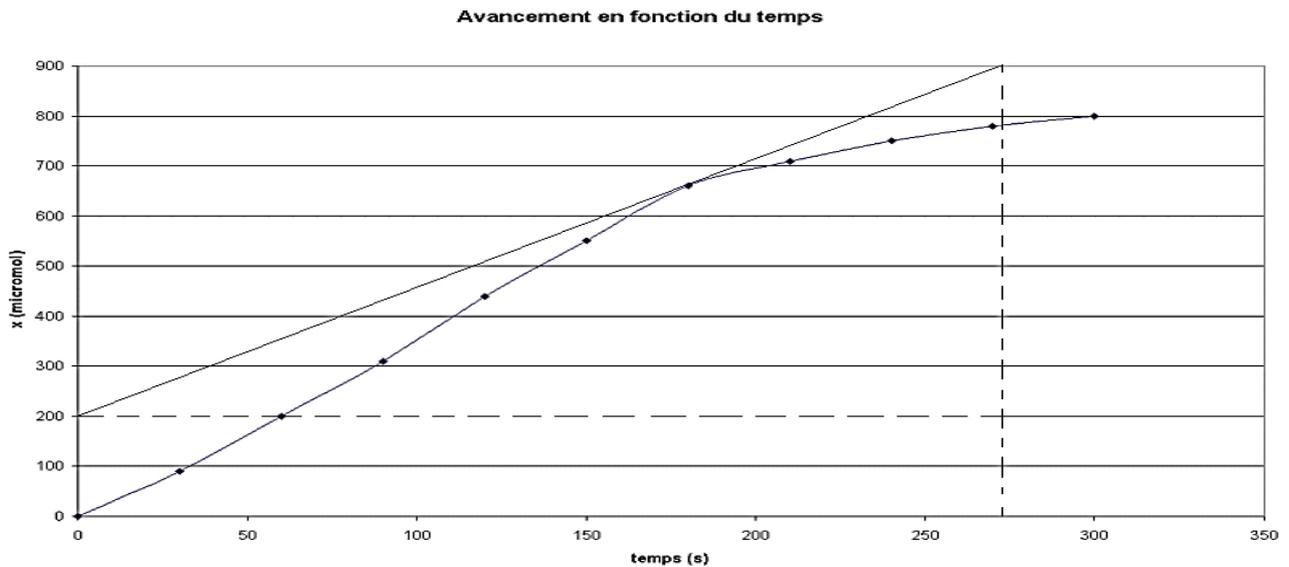
5) 6)

Avancement en fonction du temps

- Le temps de demi-réaction de cette transformation est $t_{(1/2)} = 125$ s.

TP : Suivi temporel d'une transformation chimique par mesure de pression

7)



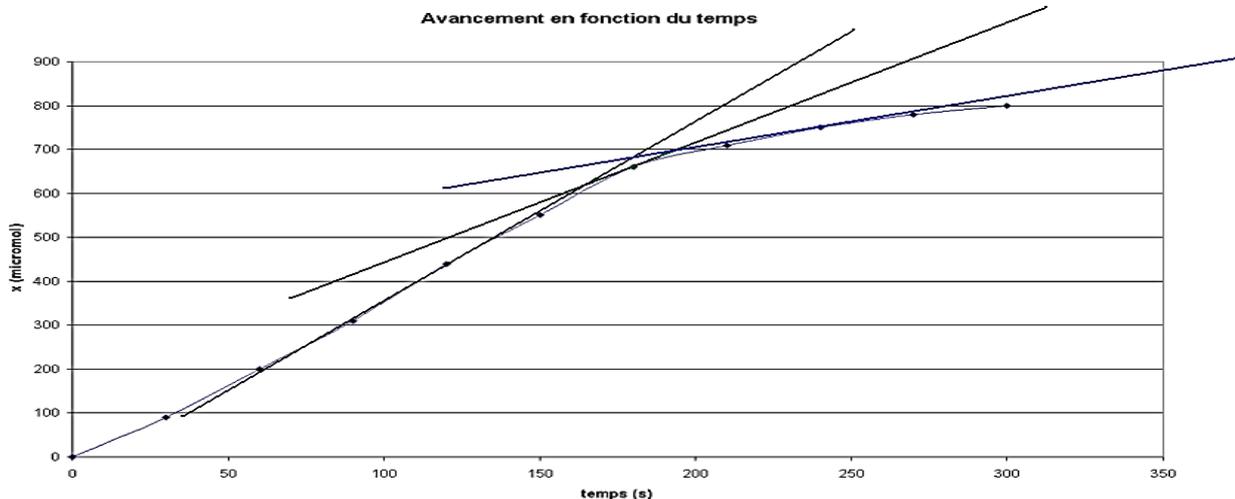
La vitesse volumique de réaction à la date t est égale au quotient du coefficient directeur de la tangente à la courbe à la date t par le volume de la solution.

Dans notre cas à $t = 180$ s

$$v_{(180)} = \frac{1}{0,050} \times \frac{(900-200) \times 10^{-6}}{270-0} = 5,2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Rappel : $V = 50 \text{ mL} = 0,050 \text{ L}$

8) Au fur et à mesure que la transformation se déroule, le coefficient directeur des différentes tangentes aux différentes dates, diminue. Alors la vitesse diminue au cours du temps.



9) - La concentration des réactifs étant un facteur cinétique, la vitesse diminue quand la concentration des réactifs diminue.

- La température étant un facteur cinétique, la vitesse augmente si la température augmente.

10) si on augmente soit la température soit la concentration de l'un des réactifs temps de la demi-réaction diminue .