

C2-Suivi temporel d'une transformation chimique

Les Compétences exigibles

- Justifier les différentes opérations réalisées lors du suivi de l'évolution temporelle d'un système ; exploiter les résultats expérimentaux.
- Définir l'équivalence lors d'un titrage et en déduire la quantité de matière de réactif titré.
- À partir de mesures expérimentales et du tableau descriptif de l'évolution du système, représenter, en fonction du temps, la variation des quantités de matière ou des concentrations d'un réactif ou d'un produit et de l'avancement de réaction.
- Savoir que la vitesse de réaction augmente en général avec la concentration des réactifs et avec la température.
- Interpréter qualitativement la variation de la vitesse de réaction à l'aide d'une des courbes d'évolution tracées.
- Connaître la définition du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
- Déterminer le temps de demi-réaction à l'aide de données expérimentales ou en exploitant des résultats expérimentaux.
- Savoir utiliser, à une longueur d'onde donnée, la relation entre la concentration d'une espèce colorée en solution et l'absorbance.

Ce qu'il faut retenir

- ✓ **Titrer** (ou doser) une espèce chimique en solution consiste à déterminer sa concentration en solution.
- ✓ **A l'équivalence**, les quantités de matière de réactifs titrant et titré **sont nulles** dans le mélange réactionnel. **Le réactif limitant change** : avant, le réactif titré est en excès ; après, c'est le réactif titrant.
- ✓ **Relation entre les quantités de réactifs à l'équivalence :**

Pour la déterminer, il faut établir un tableau d'avancement à l'équivalence.

- A l'état initial, on considère les quantités de matière de réactifs introduites avant transformation pour obtenir l'équivalence.
- A l'état final (équivalence), les quantités de matière de réactifs sont nulles.

Exemple : Détermination de la concentration [A] d'une espèce A en solution par titrage d'un volume V_A de cette solution avec une solution de B de concentration connue [B]. Le volume de B versé à l'équivalence est $V_{B\text{éq}}$.

Etat du système	Av. (mol)	A +	B =	C +	D
Initial	0	$n_0(\text{A})$	$n_0(\text{B})$	0	0
Intermédiaire	x	$n(\text{A}) =$ $n_0(\text{A}) - x$	$n(\text{B}) =$ $n_0(\text{B}) - x$	x	x
Final (équivalence)	$x_{\text{éq}}$	$n_{\text{éq}}(\text{A}) =$ $n_0(\text{A}) - x_{\text{éq}}$ $= 0$	$n_{\text{éq}}(\text{B}) =$ $n_0(\text{B}) - x_{\text{éq}}$ $= 0$	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$

D'après le tableau d'avancement à l'équivalence : $n_0(\text{A}) - x_{\text{éq}} = n_0(\text{B}) - x_{\text{éq}} = 0$

Soit : $n_0(\text{A}) = n_0(\text{B}) = x_{\text{éq}}$

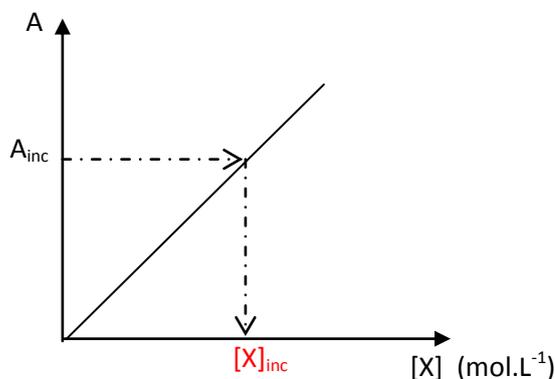
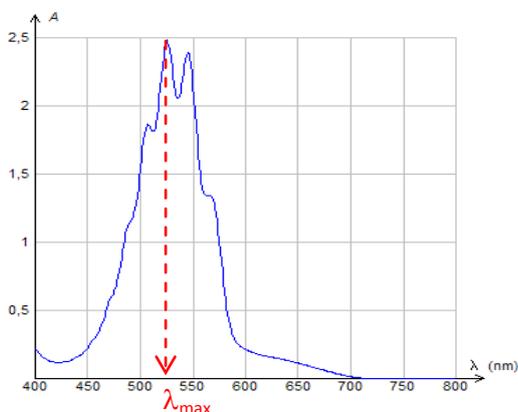
Donc : $x_{\text{éq}} = [\text{A}] \cdot V_A = [\text{B}] \cdot V_B \Leftrightarrow [\text{A}] = \frac{[\text{B}] \cdot V_B}{V_A}$

- ✓ La loi reliant l'absorbance A (grandeur physique qui caractérise l'absorption d'une radiation lumineuse par une substance pour une longueur d'onde donnée) et la concentration [X] en espèce absorbante est appelée **loi de Beer-Lambert** et s'écrit :

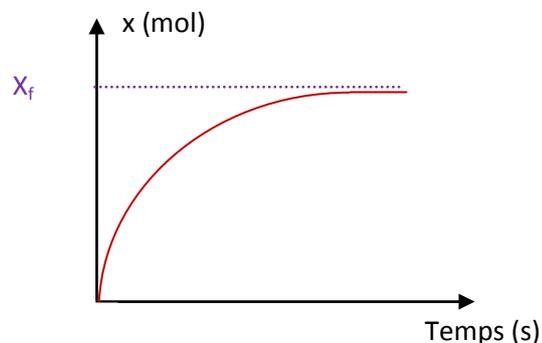
$$A_\lambda = k \cdot [\text{X}]$$

avec A sans unité ; [X] en mol.L⁻¹ et k, constante dont la valeur dépend entre autre de l'espèce absorbante, de la longueur d'onde λ et de la longueur de la cuve (k en L.mol⁻¹).

Il est possible à partir d'une série de solutions étalon de concentration connue de tracer la droite d'étalonnage $A = f([X])$ pour une longueur d'onde donnée (généralement celle correspondant au maximum d'absorption de la courbe $A = f(\lambda)$). Connaissant l'absorbance A_{inc} de la solution à titrer, on en déduit alors sa concentration $[X]_{inc}$



✓ L'avancement croît avec le temps mais de moins en moins vite jusqu'à tendre vers sa valeur finale.



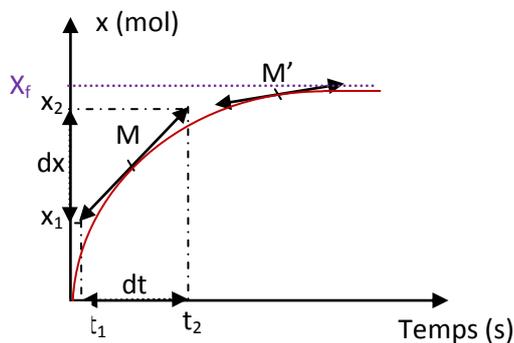
✓ La vitesse volumique d'une réaction est donné par :

$$v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

Si V, volume du mélange réactionnel est en L, $\frac{dx}{dt}$ dérivée de l'avancement par rapport au temps en mol.s⁻¹, v est en mol.L⁻¹.s⁻¹.

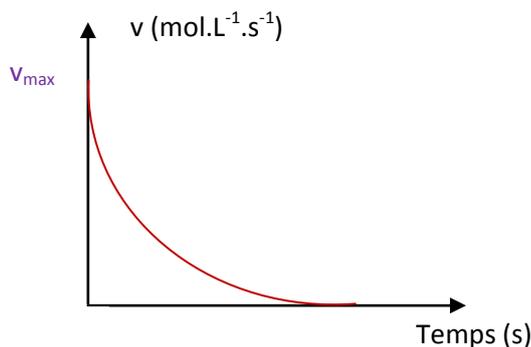
✓ Cette vitesse peut être évaluée à partir de la courbe $x=f(t)$.

En un temps t donné, la valeur du rapport dx/dt est égale au coefficient directeur de la tangente au point correspondant. En divisant ce résultat par le volume V de la solution on obtient la vitesse volumique.



Plus le temps passe, plus dx/dt est petit : la vitesse de la réaction diminue avec le temps.

Ce résultat est normal : la concentration des réactifs (facteur cinétique) diminue au cours du temps.



✓ Le **temps de demi-réaction** est le **temps** nécessaire pour que l'avancement atteigne la moitié de sa valeur finale :

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$$

On peut notamment déterminer $t_{1/2}$ à partir de la courbe $x=f(t)$

