

SUIVI TEMPOREL D'UNE TRANSFORMATION

I. Suivi l'évolution temporelle d'une transformation chimique :

Le suivi, quantitative, temporel d'une transformation chimique permet de savoir la composition du système à chaque instant.

Du point de vue expérimental, ce suivi fait appel à des techniques de mesures de pression, de conductance, concentration,

Méthodes utilisées en cinétique chimique :

- **Titrage d'un prélèvement du milieu réactionnel :**

Titre une entité chimique, c'est déterminer sa quantité de matière ou sa concentration au moyen d'une réaction chimique. La solution de concentration inconnue est appelée solution titrée. La solution utilisée pour effectuer le titrage, de concentration connue, est appelée solution titrante. Afin de s'assurer que l'état de l'échantillon prélevé n'évolue pas entre le temps du prélèvement et celui où il sera dosé, il est conseillé de lui faire subir une « trempe » (refroidissement brutal qui exploite le fait que la température soit un facteur cinétique))

- **Conductimétrie :**

pour les milieux réactionnels contenant des ions subissant une transformation, la mesure de la conductivité permet d'accéder à la concentration de ces ions. (à faible concentration, conductivité et concentrations des ions sont proportionnelles).

- **pH-métrie :**

pour les milieux réactionnels contenant des ions oxonium $H^+(aq)$ ou H_3O^+ subissant une transformation, la mesure du pH donne accès à la concentration de ces ions.

- **Mesure du volume ou de la pression**

lorsqu'un gaz est mis en jeu.

II. Vitesse (volumique) de réaction et Temps de demi réaction :

1/ Vitesse (volumique) de réaction:

□ Définition :

La vitesse volumique d'une réaction à une date t est égale à la valeur de la dérivée par rapport au temps de la fonction $x(t)$, calculée à la date t , divisée par le volume V_s du mélange réactionnel.

$$v(t) = \frac{1}{V_s} \times \left(\frac{dx(t)}{dt} \right)_t \quad \text{en} \quad \text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1} \text{ ou } \text{mol.m}^{-3}.\text{s}^{-1} \text{}$$

$$V(t_1) = \frac{1}{V_S} \times \left(\frac{dx(t)}{dt} \right)_{t_1} = \frac{1}{V_S} \times x'(t_1)$$

{	$V(t)$: Vitesse volumique de réaction à l'instant t (en $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)
	V_S	: Volume de la solution (en m^3)
	dx	: Variation de l'avancement (en mol)
	dt	: Durée de la variation (en s)

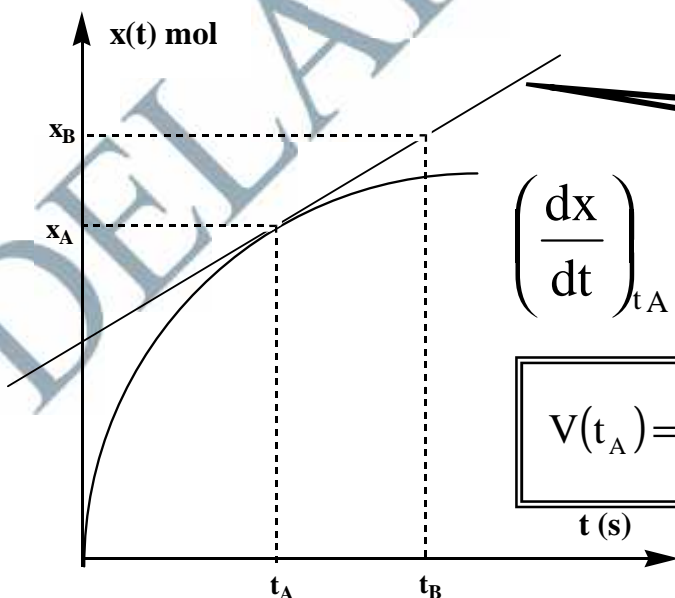
Le rapport $\frac{dx(t)}{dt}$ représente la dérivée de l'avancement x par rapport au temps (noté $x'(t)$ en mathématiques).

✓ *Unités*

Le volume V_S peut être exprimé en litre, la vitesse de réaction est alors exprimée en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Si la transformation est lente ou très lente la durée peut être exprimée en minute ou en heure. La vitesse de réaction est alors exprimée en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ou en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

✓ *Détermination de la vitesse volumique de réaction.*

On trace la tangente à la courbe $x = f(t)$ à la date t choisie. La valeur du rapport dx/dt est égale au coefficient directeur de cette tangente. On obtient v en divisant par le volume considéré constant.



Tangente à l'instant t_A

$$\left(\frac{dx}{dt} \right)_{t_A} = \frac{X_B - X_A}{t_B - t_A}$$

chimie

$$V(t_A) = \frac{1}{V_S} \times \left(\frac{dx(t)}{dt} \right)_{t_A} = \frac{1}{V_S} \times \frac{X_B - X_A}{t_B - t_A}$$

❑ Interprétation graphique de V :

Graphiquement, $\left(\frac{dx}{dt}\right)_t$ est le coefficient directeur de la tangente à la courbe

représentative de la fonction $x(t)$ à la date t . On multiplie ce coefficient par $\frac{1}{V_s}$

❑ Evolution de la vitesse V au cours du temps :

Les tangentes deviennent « horizontales » : le coefficient directeur de ces tangentes diminue au cours du temps, par conséquent, la vitesse volumique de la réaction **diminue** au cours du temps. On interprète ce résultat par le fait que la concentration en réactifs diminue.

❑ Les facteurs cinétiques :

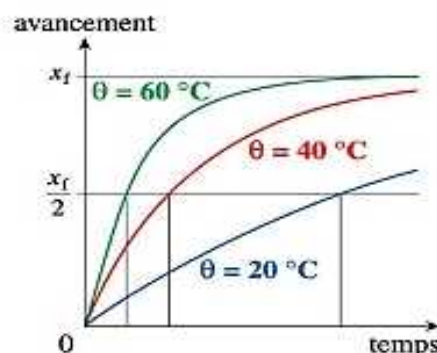
[Voir animation](#)

Un facteur cinétique (**température, concentrations des réactifs, catalyseurs**) est une grandeur qui modifie la durée (donc la vitesse) d'une transformation chimique.

Parmi les facteurs cinétiques on a :

➤ Influence de la température :  vidéo

Plus la température augmente plus la vitesse de la réaction augmente. L'avancement final est plus rapidement atteint. On dit que la température est un facteur cinétique.



➤ Influence de la concentration des réactifs :

Une réaction chimique est d'autant plus rapide que la concentration initiale d'au moins un des réactifs est plus élevée. On dit que la concentration des réactifs est un facteur cinétique.

Remarque :

D'autres facteurs que la température et la concentration des réactifs peuvent influencer la cinétique d'une transformation chimique comme la lumière, la présence d'un catalyseur

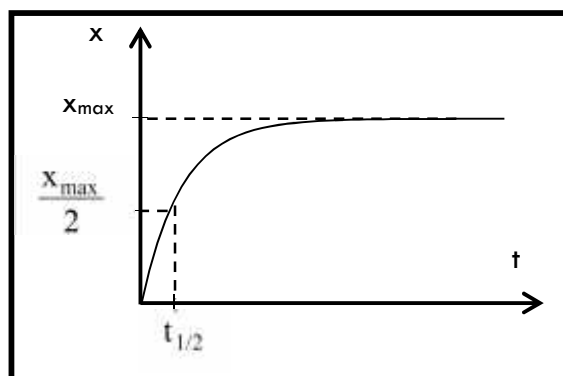
2/ Temps de demi réaction :

❑ Définition :

Le temps de demi-réaction noté $t_{1/2}$ est la durée pour laquelle l'avancement X de la réaction est égal à la moitié de l'avancement final de la réaction : $x\left(t_{1/2}\right) = \frac{x_f}{2}$.

Dans le cas des réactions totales : $x_f = X_{\max}$

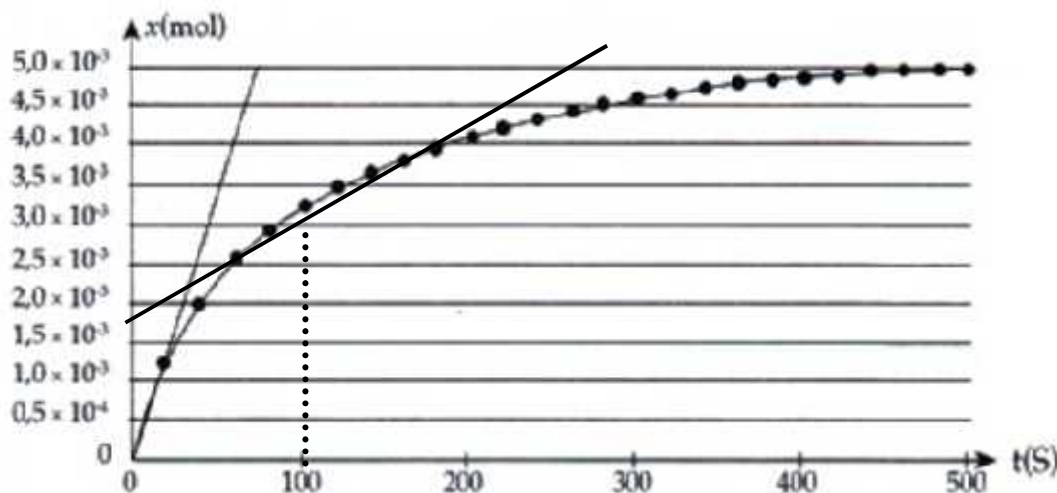
❑ Détermination graphique :



Exercice d'application N°1:

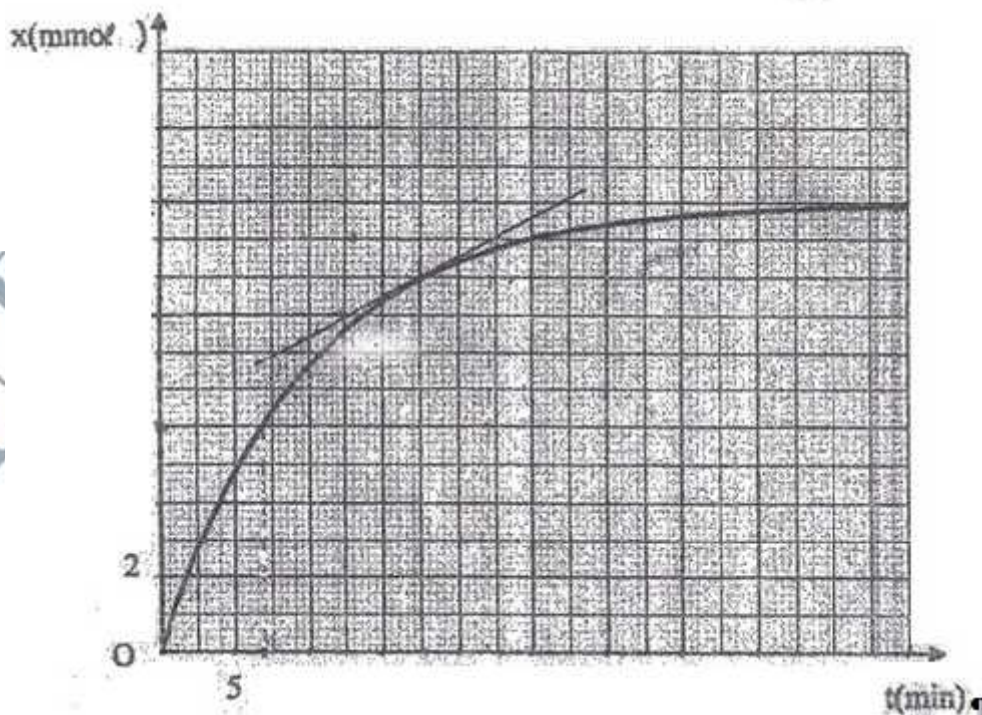
- 1) Calculer la vitesse volumique de la réaction à $t = 0$.
- 2) Calculer la vitesse volumique de la réaction à $t = 100$ s.
- 3) Calculer $t_{1/2}$ Temps de demi-réaction.

On donne $V_s = 100$ ml

**Exercice d'application N°2 :**

A l'instant $t = 0$, on mélange $V_1 = 50$ mL de la solution aqueuse (S_1) d'iodure de potassium $K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$ de concentration $C_1 = 1$ mol. L^{-1} avec le volume $V_2 = 50$ mL de la solution aqueuse (S_2) de peroxydisulfate de potassium $2K^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)}$ de concentration $C_2 = 0,24$ mol. L^{-1} .

- 1- Calculer les quantités de matière de $I^-_{(aq)}$ et $S_2O_8^{2-}$ à l'instant $t = 0$.
- 2- Ecrire l'équation bilan de la réaction sachant que les produits sont le diiode I_2 et les ions sulfate SO_4^{2-} .
- 3- Dresser le tableau d'avancement de la réaction.
- 4- La courbe ci-dessous représente la variation de l'avancement x en fonction du temps.



- 4-1/ définir le temps $t_{1/2}$ de demi-réaction puis trouver sa valeur.
- 4-2/ Trouver la vitesse de la réaction à l'instant $t = 17,5$ min.
- 4-3/ Déterminer les concentrations des ions qui se trouvent dans le mélange à $t = 25$ min.