



## Chapitre 8 : Cinétique chimique

### I. Cinétique d'une réaction chimique

Une réaction chimique est dite **rapide** si elle semble achevée dès que les réactifs ont été mis en contact, contrairement à une réaction qui sera **lente** si elle dure de quelques secondes à plusieurs dizaines de minutes.

Exemple de réaction rapide : Réaction de précipitation (test des ions)

Exemple de réaction lente : Formation de la rouille

### II. Facteurs cinétiques

#### *a) Concentration des réactifs*

L'évolution d'un système chimique est d'autant plus rapide que les **concentrations en réactifs** sont élevées.

Si le réactif est un solide, c'est la **surface de contact** qui est à prendre en compte.

#### *b) Température*

L'évolution d'un système chimique est d'autant plus rapide que sa **température** est élevée.

#### *c) Autres facteurs*

Le **type de solvant**, la **présence de lumière** ou la **pression** peuvent avoir une influence sur l'évolution du système chimique.

#### *d) Catalyse*

Un **catalyseur** est une espèce chimique qui accélère une réaction chimique sans être consommée par celle-ci : sa formule n'apparaît donc pas dans l'équation bilan ou alors seulement dans les produits.

- **Catalyse homogène** : le catalyseur est dans le même état physique que les réactifs
- **Catalyse hétérogène** : le catalyseur est dans un état physique différent des réactifs

### III. Suivi cinétique d'un système chimique

#### *a) Suivi de l'évolution des concentrations*

Le suivi cinétique d'une réaction consiste à déterminer expérimentalement la relation existante entre la quantité de matière (ou concentration) d'un réactif ou d'un produit et le temps.



Ce suivi peut se faire :

- À partir de la **mesure d'une grandeur physique** (absorbance, conductance, pression...) grâce à un capteur
- Par **titrages** successifs de l'une des espèces chimiques à intervalle de temps régulier

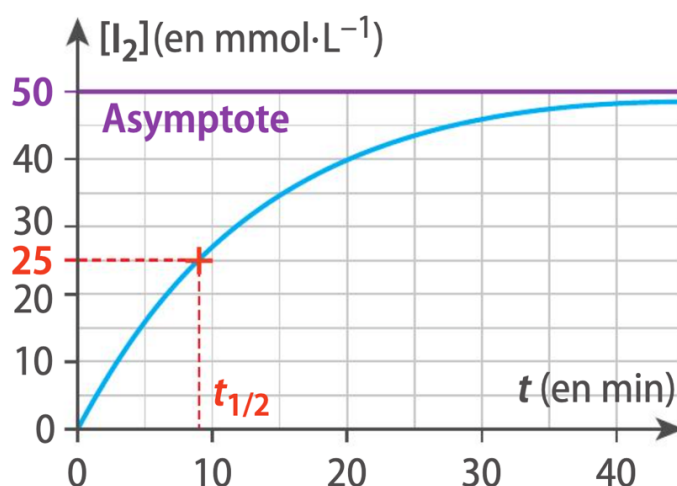
## *b) Temps de demi-réaction*

Pour une transformation chimique donnée, le temps de demi-réaction (noté  $t_{1/2}$ ) est le temps nécessaire pour que l'avancement soit égal à la moitié de l'avancement initial.

À  $t = t_{1/2}$ , l'avancement vaut  $x_{1/2} = \frac{x_f}{2}$ .

Pour une réaction totale, c'est aussi la durée nécessaire pour que la moitié de la quantité de matière du réactif limitant soit consommée.

En terminale, la détermination de  $t_{1/2}$  requiert l'utilisation d'un graphique.



## *c) Vitesse volumique*

La vitesse volumique d'apparition d'un produit est égale à la dérivée par rapport au temps de sa concentration :

$$v_{app}(P) = \frac{d[P]}{dt}$$

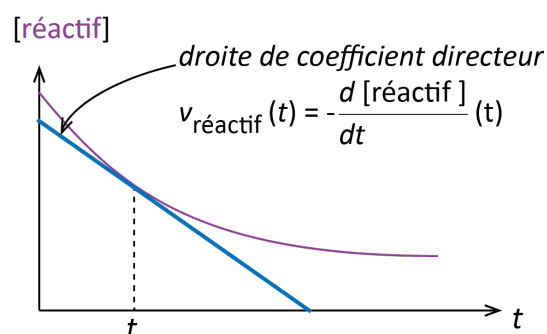
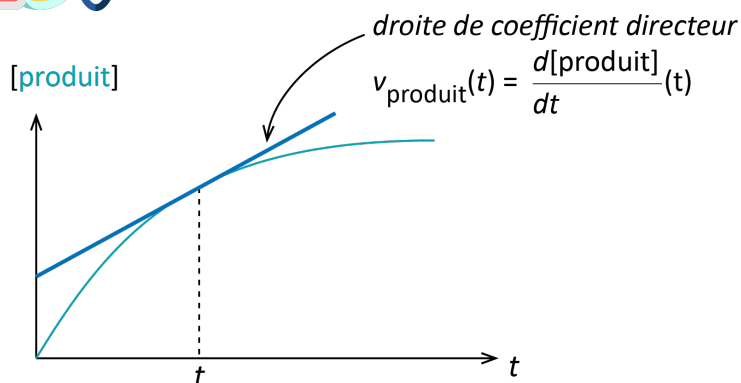
La vitesse volumique de disparition d'un réactif est égale à l'opposé de la dérivée par rapport au temps de sa concentration :

$$v_{disp}(R) = -\frac{d[R]}{dt}$$

Ces vitesses s'expriment en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  et sont toujours positives.

Ces expressions sont valables pour des réactions se déroulant à volume constant.

On utilise souvent leur interprétation graphique, c'est-à-dire le coefficient directeur de la tangente à la courbe  $C=f(t)$ .



## d) Loi de vitesse d'ordre 1

Soit une réaction s'écrivant :  $a A + b B \rightarrow c C + d D$

Cette réaction subit une loi de vitesse d'ordre 1 par rapport au réactif A si, lorsque **le réactif B est en large excès**, la vitesse volumique de disparition de A est proportionnelle à la concentration de l'espèce A au cours du temps.

$$v_{disp(A)}(t) = k \cdot [A](t)$$

$k$  est la constante de vitesse, elle s'exprime en  $s^{-1}$  et dépend de la température.

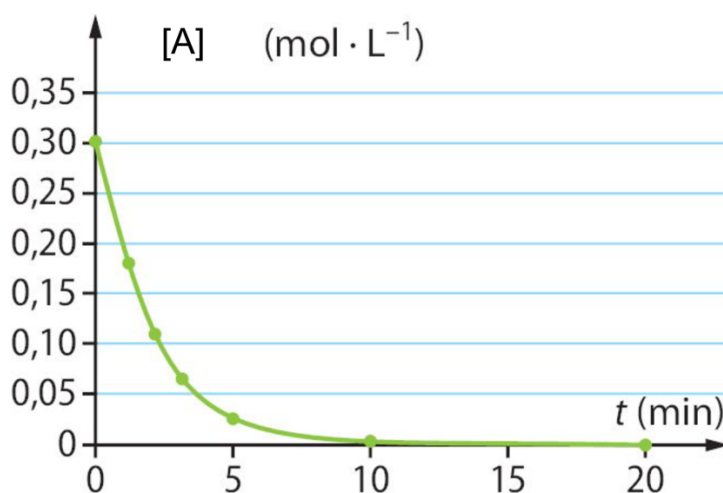
Si B est en large excès :

$$v_{disp(A)} = -\frac{d[A]}{dt} = k \cdot [A]$$

On en déduit l'équation différentielle :  $k \cdot [A] + \frac{d[A]}{dt} = 0$

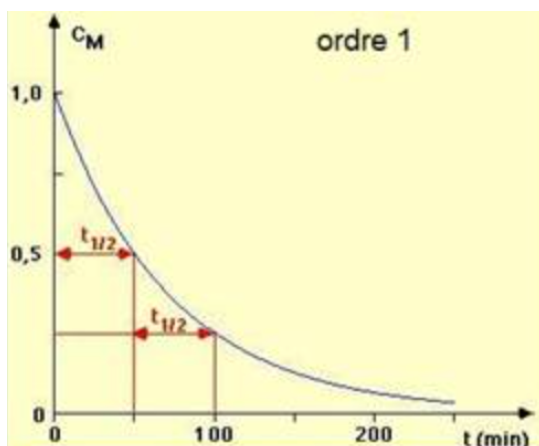
Cette expression a plusieurs traductions graphiques :

- La résolution de cette équation différentielle conduit à la solution :  $[A] = [A]_0 \cdot \exp(-k \cdot t)$ .  
La courbe  $[A] = f(t)$  est modélisable par une courbe exponentielle.

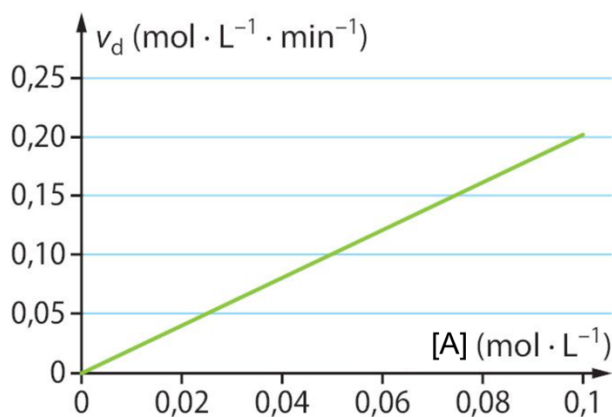




On peut montrer qu'une réaction suivant une loi de vitesse d'ordre 1 a un temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  indépendant de  $[A]_0$ .



- La courbe  $v_{disp}(A) = f([A])$  est une droite passant par l'origine.



- On peut linéariser la solution précédente en traçant  $\ln([A])$ . On obtient alors une droite telle que  $\ln[A] = \ln[A]_0 - k \cdot t$ , c'est-à-dire une droite décroissante ne passant pas par l'origine.

