

Séquence 4

La cinétique chimique

A. Les facteurs cinétiques

A.1. Transformation lente ou rapide	.....	P1
A.2. Influence de la température	.....	P1
A.3. Influence de la concentration des réactifs	.....	P2
A.4. Utilisation d'un catalyseur	.....	P2
A.5. D'autres facteurs	.....	P2

B. Loi d'évolution de la concentration d'une espèce

B.1. Vitesse d'apparition ou de disparition	.....	P3
B.2. Loi de vitesse d'ordre 1	.....	P4
B.3. Temps de demi-réaction	.....	P4

A. Les facteurs cinétiques**A.1. Transformation lente ou rapide**

Lorsqu'une transformation chimique a lieu, le passage de l'état initial à l'état final se fait plus ou moins rapidement selon la nature de la réaction chimique et les conditions expérimentales dans lesquelles elle est réalisée.

- **Une transformation chimique est dite rapide** s'il n'est pas possible de mesurer à l'aide d'appareils l'évolution des quantités de matière entre l'état initial et l'état final. On dit alors que la transformation est quasi-instantanée.
- **Une transformation chimique est dite lente** s'il est possible de mesurer à l'aide d'appareils l'évolution des quantités de matière entre l'état initial et l'état final.

▪ La vitesse d'une réaction va varier selon la fréquence à laquelle les réactifs sont mis en contact les uns des autres. **En effet, plus la probabilité de rencontre entre deux molécules de réactifs est grande, plus la réaction se fera rapidement.**

- Un facteur cinétique est un paramètre ajustable qui permet de modifier la vitesse de réaction.

Les trois principaux facteurs cinétiques :

- **La température**
- **La concentration des réactifs**
- **L'utilisation d'un catalyseur**

A.2. Influence de la température

- Lorsque l'on augmente la température, on augmente l'agitation des molécules. On augmente donc la probabilité de rencontre entre deux molécules des réactifs : la réaction chimique est accélérée.

Remarques

- Une élévation momentanée de la température permet de déclencher une réaction cinétiquement trop lente, la température ensuite dégagée par la réaction elle-même permet ensuite de maintenir une température suffisante.

Un abaissement brutal de la température d'un mélange réactionnel permet de ralentir brutalement la vitesse d'une réaction et de maintenir une certaine composition : cette opération est appelée **la trempe**

- Le maintien de systèmes à une basse température permet également de limiter la vitesse de la réaction de leur décomposition : les réfrigérateurs et congélateurs assurent cette fonction pour les denrées alimentaires

A.3. Influence de la concentration des réactifs :

- Lorsque l'on augmente la concentration des réactifs, on diminue l'écart moyen entre deux molécules dans le milieu. Si la distance qui sépare deux réactifs est plus courte, alors leur probabilité de rencontre est plus grande, et la vitesse de réaction augmente.

A.4. Utilisation d'un catalyseur

▪ Le troisième facteur cinétique qui permet d'accélérer une transformation chimique est l'utilisation d'un catalyseur.

- **Un catalyseur** est une espèce chimique dont la présence dans le milieu réactionnel permet d'augmenter la vitesse de réaction, mais qui n'apparaît pas dans l'équation bilan. Ce n'est donc ni un réactif, ni un produit de la réaction, il permet simplement de faciliter la mise en contact des réactifs.

On dit qu'une réaction est catalysée lorsqu'un catalyseur est ajouté au milieu réactionnel pour accélérer la transformation.

On différencie les catalyses homogènes ou hétérogènes :

- **Une catalyse est dite homogène** lorsque le catalyseur et les réactifs sont dans le même état physique (ou dans la même phase pour les liquides).

- **Une catalyse est dite hétérogène** si le catalyseur et les réactifs ne sont pas dans le même état physique (ou bien dans deux phases différentes pour les liquides)

A.5. D'autres facteurs

L'éclairement

Certaines réactions n'ont lieu que si elles sont éclairées par une lumière de longueur d'onde appropriée : **ce sont des réactions dites photochimiques**

Le solvant

Le solvant est le lieu de la réaction : présent en excès, il n'intervient pas dans le bilan de la réaction, mais n'est pas inactif pour autant.

Il peut interagir avec les réactifs, principalement par le biais de sa polarisation, des interactions de Van der Waals et des liaisons hydrogène. Ainsi le solvant peut favoriser le contact entre les différents réactifs en présence dans le milieu réactionnel, ce qui va accélérer la réaction chimique. A l'inverse, le solvant peut aussi empêcher le contact entre les différents réactifs en présence, ce qui va ralentir la réaction chimique

B. Loi d'évolution de la concentration d'une espèce

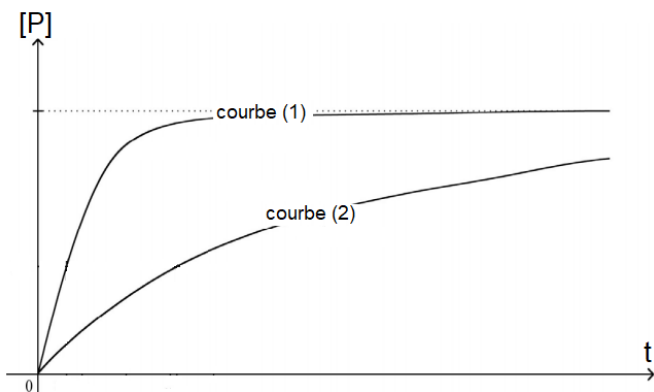
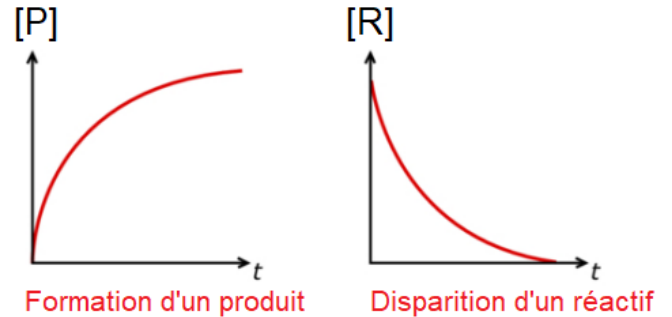
B.1. Vitesse d'apparition et de disparition d'une espèce

▪ Au cours d'une réaction chimique, des réactifs se transforment en produits « $R_1 + R_2 \rightarrow P_1 + P_2$ »

On note $[R](t)$ et $[P](t)$ les courbes représentant les variations des concentrations du réactif R et des produits au cours du temps

→ La courbe $[R](t)$ est décroissante car la concentration du réactif R diminue au cours du temps.

→ La courbe $[P](t)$ est croissante car les concentrations des produits augmentent au cours du temps.



- La vitesse d'une transformation chimique est une grandeur qui permet de mesurer les variations de la concentration des espèces présentes dans le milieu réactionnel.

↳ Plus une réaction est rapide plus les concentrations des espèces diminuent ou augmentent rapidement.

D'un point de vue mathématique, mesurer les variations d'une grandeur, revient à calculer sa fonction dérivée.

- La vitesse volumique d'apparition d'un produit P à l'instant t est définie par : $v_P(t) = \frac{d}{dt}[P](t)$

- La vitesse volumique de disparition d'un réactif R à l'instant t est définie par : $v_R(t) = -\frac{d}{dt}[R](t)$

$[P]$, $[R]$: la concentration molaire du produit ou du réactif (mol.L^{-1})

t : le temps en s ou en min

$v_P(t)$, $v_R(t)$: en $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ ou en $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$



??? Comment déterminer la vitesse d'apparition d'un produit ou de disparition d'un réactif en un instant précis ???

Pour déterminer cette vitesse, il faut déterminer la valeur de $\frac{d}{dt}[P](t)$ ou de $-\frac{d}{dt}[R](t)$ en un instant précis ↔ Cela revient à déterminer le nombre dérivé de la fonction en un instant précis, donc le coefficient directeur de la tangente à la courbe en cet instant précis

Voir fiche méthode « Les maths au service des sciences : Etude de la variation d'une grandeur »

B.2. Loi de vitesse d'ordre 1

▪ Nous étudierons dans cette partie uniquement les réactions telles que :



- On dit qu'une réaction suit **une loi de vitesse d'ordre 1 par rapport au réactif R** lorsque la vitesse de disparition du réactif R est proportionnelle à sa concentration : $v_R(t) = k \times [R](t)$

K est appelée constante de vitesse en s^{-1}

On a alors

$$v_R(t) = k \times [R](t) \quad \text{Or } v_R(t) = -\frac{d}{dt}[R](t)$$

$$-\frac{d}{dt}[R](t) = k \times [R](t) \quad \rightarrow \quad \frac{d}{dt}[R](t) + k \times [R](t) = 0 \quad \text{Cette équation est nommée équation différentielle}$$

- **Lorsqu'une réaction suit une loi de vitesse d'ordre 1** on a : $\frac{d}{dt}[R](t) + k \times [R](t) = 0$

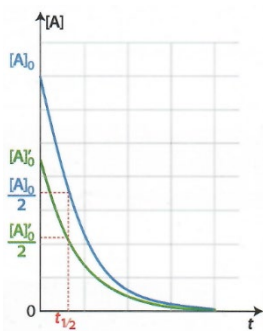
La solution de cette équation est appelée « loi d'évolution de la concentration du réactif R » :

$$[R](t) = [R]_0 \times e^{-kt}$$

$[R]_0$ est la concentration du réactif R à $t = 0$

B.3. Temps de demi-réaction

- Pour une réaction totale, **le temps de demi-réaction noté $t_{1/2}$** est le temps au bout duquel la moitié du réactif limitant a été consommé.



Remarque :

On admet que si la réaction est d'ordre 1 par rapport à un réactif, le temps de demi-réaction est indépendant de la concentration initiale du réactif

