

# Suivi temporel d'une réaction chimique

## Chapitre 2

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

21 octobre 2016

# Sommaire

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## 1 Introduction

## 2 Méthodes utilisées en cinétique chimique

## 3 Méthode chimique : le titrage

## 4 Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

## 5 Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

# Sommaire

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

1 Introduction

2 Méthodes utilisées en cinétique chimique

3 Méthode chimique : le titrage

4 Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

5 Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

# Sommaire

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

- 1 Introduction
- 2 Méthodes utilisées en cinétique chimique
- 3 Méthode chimique : le titrage
- 4 Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction
- 5 Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

# Sommaire

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

- 1 Introduction
- 2 Méthodes utilisées en cinétique chimique
- 3 Méthode chimique : le titrage
- 4 Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction
- 5 Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

# Sommaire

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

- 1 Introduction
- 2 Méthodes utilisées en cinétique chimique
- 3 Méthode chimique : le titrage
- 4 Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction
- 5 Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

# Introduction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?



La surveillance en continu des réactions chimiques est indispensable pour assurer la sécurité de l'installation et la qualité des produits obtenus

- 
- \* comment assurer le contrôle d'une réaction chimique ?
- \* Comment définir la vitesse d'une réaction chimique ?

# I. Méthodes utilisées en cinétique chimique

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

Effectuer le suivi temporel d'une transformation chimique , c'est connaître la composition du mélange réactionnel à chaque instant (la cinétique chimique ) .

Pour suivre l'évolution du système chimique au cours de la transformation , il suffit de connaître l'avancement  $x$  en fonction du temps  $t$ .  $X$  peut être déterminé comme quantité de matière formée ou consommée .

Divers méthodes peuvent être utiliser : titrage , conductimétrie, pressiométrie . Elles ne doivent pas perturber l'évolution du système chimique étudié mais doivent , dans tous les cas , permettre d'établir le graphe de l'avancement de la transformation en fonction du temps .



## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

### Activité 1 : Dosage des ions iodures $I^-$ par l'eau oxygénée $H_2O_2$

On prépare 10 bécher de 100mL contenant chacun 20mL d'eau glacée , placés dans un bain marie qui contient de l'eau liquide et la glace .

À un instant pris pour origine des dates ( $t=0$ ) , on réalise un mélange réactionnel (S) dans un bécher de 200mL. On verse un volume  $V_1 = 50,0ml$  d'une solution d'eau oxygénée de concentration  $C_1 = 5,3 \times 10^{-2}mol/l$  en ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique et un volume  $V_2 = 50,0ml$  d'une solution de iodure de potassium de concentration en soluté apporté  $C_2 = 2,0 \times 10^{-1}mol/l$  . On ajoute au mélange un peu d'empois d'amidon . (On déclenche le chronomètre ) en agitant le mélange réactionnel .

## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

À l'instant  $t = 2\text{min}$  on prend un volume  $V = 10,0\text{ml}$  du mélange réactionnel et on le verse immédiatement dans l'un des béchers contenant de l'eau glacée .

On dose le diiode formée  $I_2(aq)$  de l'échantillon prélevé par une solution aqueuse titrante de thiosulfate de sodium

$2Na^+(aq) + S_2O_3^{2-}(aq)$  de concentration  $C = 0,02\text{mol/l}$  et on appelle  $V_E$  le volume de la solution titrante versée à l'équivalence .

## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

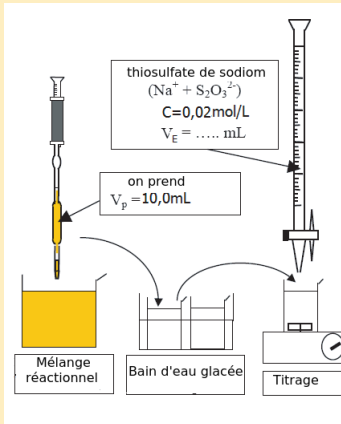
Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?



## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

### Tableau des mesures :

On renouvelle cette dernière opération pendant des différentes dates pour les 10 échantillons . On note dans un tableau le volume  $V_E$  qui correspond à chaque date .

t(min)	0	2	6,0	10	15	20	25	30	40	50
$V_E(ml)$	0	5,0	10	14	16	17	17,8	18.4	19	19.4
$n(I_2)mmol$										
x(mol)										

## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

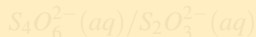
Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

### Exploitation

- 1. Expliquer pourquoi on verse l'échantillon du mélange réactionnel dans de l'eau glacée avant le titrage ?
- *Pour on met simultanément en jeu deux facteurs cinétique : la température et les concentrations des réactifs ; On appelle cette opération ; la trempe .*
- 2. Dresser un tableau d'avancement correspond à la réaction de dosage du diiode par les ions thiosulfate .
- *Les deux couples qui interviennent dans cette réaction d'oxydoréduction sont :*



## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

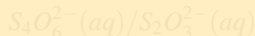
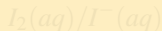
Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

### Exploitation

- 1. Expliquer pourquoi on verse l'échantillon du mélange réactionnel dans de l'eau glacée avant le titrage ?
  - *Pour on met simultanément en jeu deux facteurs cinétique : la température et les concentrations des réactifs ; On appelle cette opération ; la trempe .*
- 2. Dresser un tableau d'avancement correspond à la réaction de dosage du diiode par les ions thiosulfate .
- *Les deux couples qui interviennent dans cette réaction d'oxydoréduction sont :*



## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

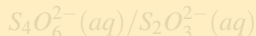
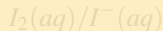
Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

### Exploitation

- 1. Expliquer pourquoi on verse l'échantillon du mélange réactionnel dans de l'eau glacée avant le titrage ?
- *Pour on met simultanément en jeu deux facteurs cinétique : la température et les concentrations des réactifs ; On appelle cette opération ; la trempe .*
- 2. Dresser un tableau d'avancement correspond à la réaction de dosage du diiode par les ions thiosulfate .
- *Les deux couples qui interviennent dans cette réaction d'oxydoréduction sont :*



## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

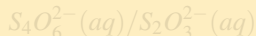
Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

### Exploitation

- 1. Expliquer pourquoi on verse l'échantillon du mélange réactionnel dans de l'eau glacée avant le titrage ?
- *Pour on met simultanément en jeu deux facteurs cinétique : la température et les concentrations des réactifs ; On appelle cette opération ; la trempe .*
- 2. Dresser un tableau d'avancement correspond à la réaction de dosage du diiode par les ions thiosulfate .
- *Les deux couples qui interviennent dans cette réaction d'oxydoréduction sont :*





## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

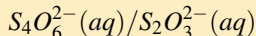
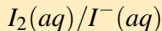
Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

### Exploitation

- 1. Expliquer pourquoi on verse l'échantillon du mélange réactionnel dans de l'eau glacée avant le titrage ?
- *Pour on met simultanément en jeu deux facteurs cinétique : la température et les concentrations des réactifs ; On appelle cette opération ; la trempe .*
- 2. Dresser un tableau d'avancement correspond à la réaction de dosage du diiode par les ions thiosulfate .
- *Les deux couples qui interviennent dans cette réaction d'oxydoréduction sont :*



## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

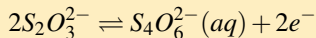
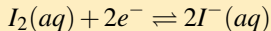
Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

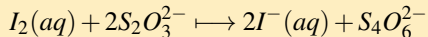
Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

*D'où les demi-équations :*



*et l'équation de la réaction de dosage est :*



## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

*Le tableau d'avancement est :*

Équation	$2S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$				
état initial	$CV_E$	$n_i(I_2)$		0	$n_0(I^-)$
à l'instant t	$CV_E - 2x_E$	$n_i(I_2) - x_E$		$x_E$	$n_0(I^-) + 2x_E$

$n_i(I_2)$  la quantité de matière formée dans le bécher i .

## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

- 3. Déterminer l'expression de la quantité de matière formée  $n(I_2)$  en fonction du volume  $V_E$  et la concentration molaire  $C$  de la solution thiosulfate de sodium .
- À l'équivalence , on a :

$$CV_E - 2x_E = 0$$

$$n_i(I_2) - x_E = 0$$

*c'est à dire :  $x_E = \frac{CV_E}{2}$  et  $x_E = n_i(I_2)$  donc*

$$n_i(I_2) = \frac{CV_E}{2}$$

## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

- 3. Déterminer l'expression de la quantité de matière formée  $n(I_2)$  en fonction du volume  $V_E$  et la concentration molaire  $C$  de la solution thiosulfate de sodium .

- *À l'équivalence , on a :*

$$CV_E - 2x_E = 0$$

$$n_i(I_2) - x_E = 0$$

*c'est à dire :  $x_E = \frac{CV_E}{2}$  et  $x_E = n_i(I_2)$  donc*

$$n_i(I_2) = \frac{CV_E}{2}$$

## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

- 3. Déterminer l'expression de la quantité de matière formée  $n(I_2)$  en fonction du volume  $V_E$  et la concentration molaire  $C$  de la solution thiosulfate de sodium .
- À l'équivalence , on a :

$$CV_E - 2x_E = 0$$

$$n_i(I_2) - x_E = 0$$

*c'est à dire :  $x_E = \frac{CV_E}{2}$  et  $x_E = n_i(I_2)$  donc*

$$n_i(I_2) = \frac{CV_E}{2}$$

## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

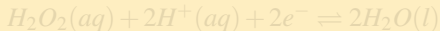
Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

- 3. Dresser le tableau d'avancement de la réaction correspond à la transformation étudiée et déterminer l'expression de la quantité de matière  $n_i(I_2)$  du diiode formée à l'instant  $t_i$  en fonction de l'avancement  $x_i$  pour l'échantillon  $i$

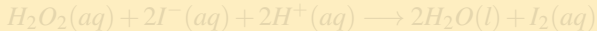
- *Dans cette réaction, elle intervient deux couples d'oxydoréduction :*



*La demi-équation pour chaque couple :  $2I^- (aq) \rightleftharpoons I_2(aq) + 2e^-$*



*Donc l'équation de la réaction est :*



## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

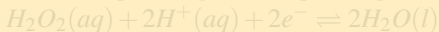
Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

- 3. Dresser le tableau d'avancement de la réaction correspond à la transformation étudiée et déterminer l'expression de la quantité de matière  $n_i(I_2)$  du diiode formée à l'instant  $t_i$  en fonction de l'avancement  $x_i$  pour l'échantillon  $i$

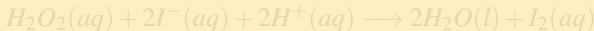
- *Dans cette réaction, elle intervient deux couples d'oxydoréduction :*



*La demi-équation pour chaque couple :  $2I^-(aq) \rightleftharpoons I_2(aq) + 2e^-$*



*Donc l'équation de la réaction est :*





## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

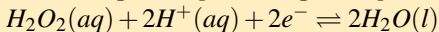
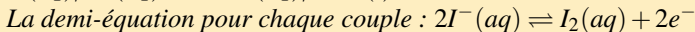
Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

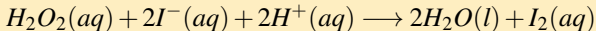
Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

- 3. Dresser le tableau d'avancement de la réaction correspond à la transformation étudiée et déterminer l'expression de la quantité de matière  $n_i(I_2)$  du diiode formée à l'instant  $t_i$  en fonction de l'avancement  $x_i$  pour l'échantillon  $i$

- *Dans cette réaction , elle intervient deux couples d'oxydoréduction :*



*Donc l'équation de la réaction est :*



## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

*Le tableau d'avancement est :*

Équation	$H_2O_2(aq) + 2I^-(aq) + 2H^+(aq) \longrightarrow I_2(aq) + 2H_2O(l)$					
état initial	$C_1V_1$	$C_2V_2$	excès		0	excès
à l'instant t	$C_1V_1 - x_i$	$C_2V_2 - 2x_i$	excès		$x_i$	excès

## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

*On sait que  $n_i(I_2) = \frac{C \cdot V_E}{2}$ , d'après le tableau d'avancement  $n_i(I_2) = x_i$   
c'est à dire que  $x_i = \frac{CV_E}{2}$*

*Soit  $n(I_2)$  la quantité de diiode formée dans le mélange réactionnel de  
volume  $V = 100\text{ml}$  avec :*

$$n(I_2) = \frac{V_T}{V_i} \cdot n_i(I_2) = \frac{100 \cdot n_i(I_2)}{10}$$

$$n(I_2) = 5CV_E = x$$

## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

d'où le tableau de mesure :

t(min)	0	2	6,0	10	15	20	25	30	40	50
$V_E(ml)$	0	5,0	10	14	16	17	17,8	18.4	19	19.4
$n(I_2)mmol$	0	0.5	1	1.40	1.60	1.70	1.78	1.84	1.90	1.94
x(mmol)	0	0.5	1	1.40	1.60	1.70	1.78	1.84	1.90	1.94

## II. Méthode chimique : le titrage

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

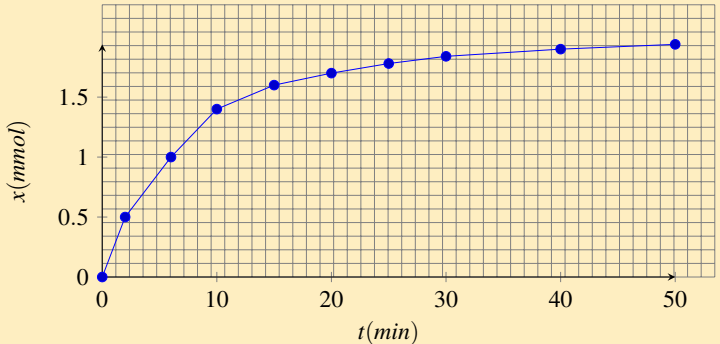
Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

### La représentation graphique de $x = f(t)$



# III. Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## 1. Comment définir la vitesse d'une réaction ?

### Définition :

La vitesse volumique  $v(t)$  d'une réaction se déroulant dans un volume constant  $V$  est la valeur de la dérivée temporelle de l'avancement  $x$  de la réaction, divisée par le volume  $V$  :

$$v(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$dx$  l'accroissement de l'avancement  $x$  en mol

$dt$  l'accroissement du temps  $t$  soit en seconde, en minute ou en heure

$V$  le volume du mélange réactionnel en litre ou  $m^3$

L'unité de la vitesse volumique dans le SI est :  $mol/m^3/s$

On peut aussi exprimer la vitesse volumique de la réaction en fonction de la concentration effective .

# III. Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## 2. Comment peut-on déterminer la vitesse volumique d'une réaction à partir de la courbe $x = f(t)$ ?

Pour le graphe  $x = f(t)$  on détermine la vitesse volumique de la réaction à l'instant  $t$  on doit tracer la tangente à la courbe  $x=f(t)$  au point d'abscisse  $t$  et on calcule la pente de cette tangente, puis on la divise par le volume de système.

# III. Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## Exemple :

Comparer la vitesse volumique de la réaction de l'activité précédente aux instants  $t = 0$  et  $t = 15\text{min}$

Méthode graphique :

\* Pour  $t = 0\text{min}$  :  $v(t = 0) = \frac{1}{V_T} \cdot \left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=0}$

$\left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=0}$  qui représente la pente de la tangente au courbe  $x=f(t)$  à l'instant  $t=0$

$$\left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=0} \simeq \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_A - x_0}{t_A - t_0}$$

Le volume total du mélange réactionnel  $V_T = 0,1\text{l}$

$$v(t = 0) = \frac{1,9 \times 10^{-3}}{6,1 \times 0,1} = 3,11 \times 10^{-3} \text{mol/l.min}$$



### III. Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

\* Pour  $t = 15min$

$$v(t = 15min) = \frac{1}{V_T} \cdot \left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=15min}$$

$\left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=15min}$  qui représente la pente de la tangente au courbe  $x=f(t)$  à l'instant  $t = 15min$ ,

$$\left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=15min} \simeq \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_C - x_B}{t_C - t_B}$$

Le volume total du mélange réactionnel  $V_T = 0,1l$

$$v(t = 15min) = \frac{0.5 \times 10^{-3}}{18 \times 0,1} = 0.28 \times 10^{-3} mol/l.min$$

# III. Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

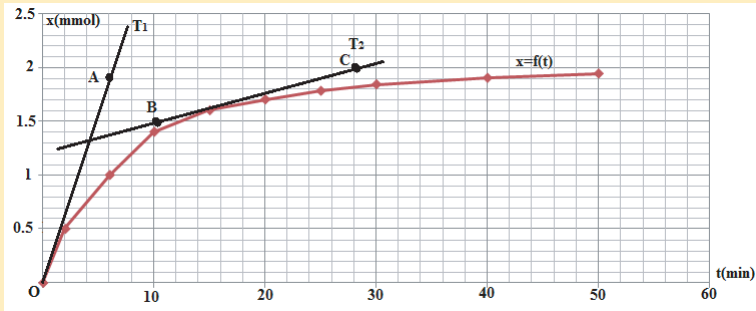
Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?



d'après cet exemple on a  $v(t = 15\text{min}) < v(t = 0)$ . La vitesse volumique de la réaction décroît au cours du temps

# III. Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

Ce résultats est générale :

À température constante , pour la plus part des transformations chimiques étudiées , la vitesse volumique de la réaction diminue au fur à mesure de l'évolution temporelle du système chimique .

# III. Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## 3. Comment définir le temps de demi-réaction ?

Au bout de combien de temps l'évolution du système sera-t-elle pratiquement achevée ? La notion de temps de demi-réaction peut être utilisée pour l'évaluer .

### Définition

Le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  d'un système chimique est la durée nécessaire pour que l'avancement parvienne à la moitié de sa valeur finale .

$x(t_{1/2}) = \frac{1}{2}x_f$  Si la transformation est totale on a  $x_f = x_{max}$ , donc on aura :

$$x_{1/2} = \frac{1}{2}x_{max}$$

# III. Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## Comment déterminer le temps de demi-réaction ?

Pour déterminer graphiquement le temps de demi-réaction , à partir de la courbe donnant l'avancement de la réaction en fonction du temps pour une transformation chimique totale on doit :

☞ déterminer l'avancement maximal à partir du tableau d'évolution du système chimique ;

☞ On se place à  $x = \frac{x_{max}}{2}$  sur la courbe  $x=f(t)$  : on déduit alors la valeur de  $t_{1/2}$  par simple lecture graphique .

# III. Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

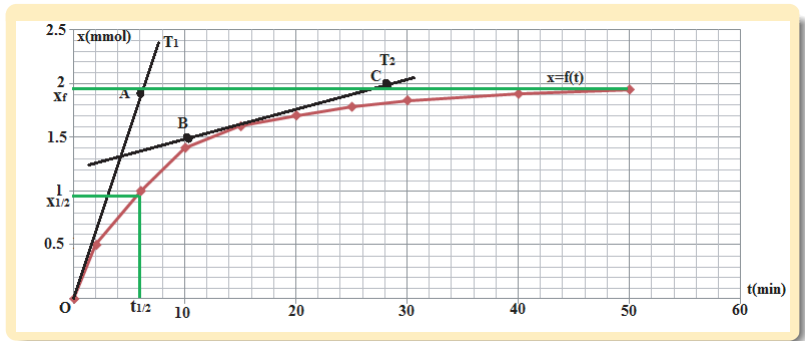
Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?



# III. Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## 4. Utilisation de $t_{1/2}$

- ☞ Le temps de demi-réaction permet d'évaluer la durée nécessaire à l'achèvement de la transformation chimique étudiée .
- ☞ La connaissance du temps de demi-réaction permet ainsi de choisir une méthode de suivi adaptée au système étudié : Une réaction lente : méthode de titrage .  
Une réaction rapide : appareils de mesure programmer ( pH mètre , conductimétrie , pressiométrie etc .. )

# IV. Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## 1. Agitation thermique

Les entités chimiques présentes dans un fluide sont en mouvement rapide , incessants et désordonnés . Elles sont amenées à se heurter et la fréquence des chocs est très élevée . **Plus la température est élevée , plus la vitesse des entités et la fréquence des chocs augmentent .**



# IV. Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

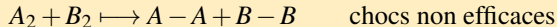
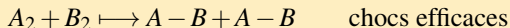
Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

**La fréquence des chocs est le nombre des chocs par unité du temps .**  
On considère deux entités  $A_2$  et  $B_2$  , les multiples chocs entre ces entités sont à l'origine de leur transformation en molécules AB



Pour qu'un choc soit efficace , c'est à dire pour qu'il y a apparition de molécules A-B , il faut casser la liaison A-A et la liaison B-B pour former deux liaisons A-B . la cassure des liaisons nécessite un apport d'énergie .

# IV. Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

Suivi temporel d'une réaction chimique

allal Mahdade

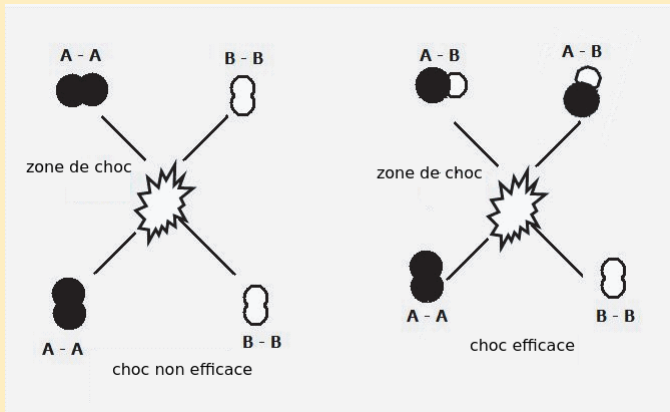
Introduction

Méthodes utilisées en cinétique chimique

Méthode chimique : le titrage

Vitesse de réaction et le temps de demi-réaction

Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?



# IV. Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## 2. Vitesse de réaction et facteurs cinétiques

La vitesse d'une réaction chimique dépend de la fréquence des chocs efficaces entre entités réactives. Plus cette fréquence est grande, plus la transformation est rapide.

# IV. Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## **Influence de la concentration initiale :**

Plus le nombre d'entités réactives par unité de volume est grand , plus la fréquence des chocs efficaces est grande et plus la transformation est rapide . Le nombre d'entités relatives par unité de volume est proportionnel à la concentration des ces entités .

# IV. Comment interpréter les différents facteurs cinétiques au niveau microscopique ?

Suivi temporel  
d'une réaction  
chimique

allal Mahdade

Introduction

Méthodes utilisées  
en cinétique  
chimique

Méthode  
chimique : le  
titrage

Vitesse de réaction  
et le temps de  
demi-réaction

Comment  
interpréter les  
différents facteurs  
cinétiques au  
niveau  
microscopique ?

## Influence de la température .

Plus la température est élevée ( augmentation de l'agitation thermique ), plus la fréquence des chocs est grande et plus la transformation est rapide ( vitesse de réaction augmente ).