

# Transformation de la matière

## **Buts:**

- Savoir équilibrer une équation chimique
- Connaître et savoir utiliser les termes suivants: réactions élémentaires, mécanisme d'une réaction chimique
- Force motrice d'une réaction chimique (thermodynamique)
- Evolution temporelle d'une réaction chimique (cinétique)

1

## La réaction chimique Stoechiométrie et bilan de masse

2

## La réaction chimique

### Équation chimique



réactifs

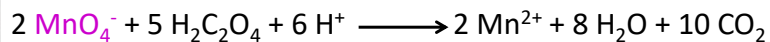
produits

- Conservation de la masse: Masse des réactifs = masse des produits  
Nombre d'atomes de chaque type dans les réactifs = nombre d'atomes de chaque type dans les produits
- Toute équation chimique doit être équilibrée en ajustant les coefficients stoechiométriques a, b, c et d
- Les coefficients stoechiométriques se rapportent aux molécules ou aux moles

3

### Exemple: Analyse d'une solution par volumétrie

Exemple: Oxalate dans l'urine. L'acide oxalique ( $H_2C_2O_4$ ) réagit avec le permanganate ( $MnO_4^-$ ) selon:

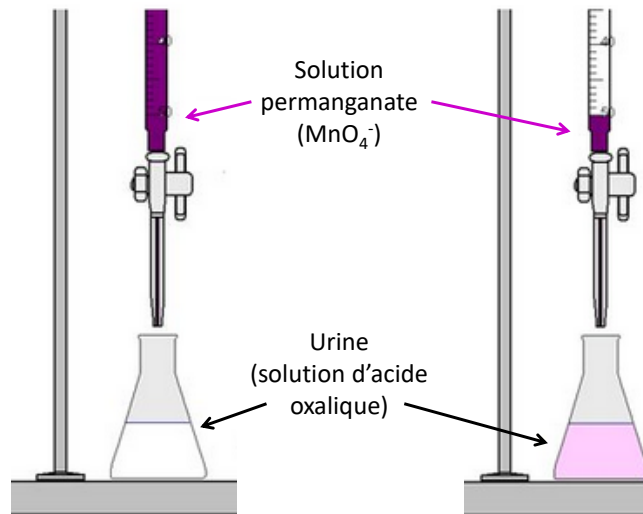


Lorsque l'on titre 30 ml d'urine contenant de l'oxalate, il est nécessaire d'utiliser 1.5 ml de permanganate 0.01 M dans l'eau. On utilise donc  $1.5 \times 10^{-5}$  mole de  $MnO_4^-$  qui ont réagit avec  $2.5 \times 1.5 \times 10^{-5} = 3.75 \times 10^{-5}$  mole d'oxalate initialement présent d'après les coefficients stoechiométriques.

La concentration en oxalate dans 30 ml d'urine était donc de  $1.25 \times 10^{-3}$  M ( $= 3.75 \times 10^{-5}$  mole/0.03l)

4

## Exemple: Analyse d'une solution par volumétrie



5

## Mécanisme d'une réaction et étapes élémentaires

6

## Mécanisme d'une réaction

L'équation chimique ne correspond qu'à un bilan de masse et ne décrit pas forcément le mécanisme de cette réaction.

La grande majorité des réactions chimiques ont lieu en une série d'**étapes élémentaires** :



Le produit de la première étape, X, qui est éliminé lors de la deuxième étape, est un **produit intermédiaire**.

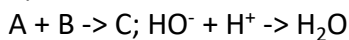
Il peut, dans certains cas, être isolé ou observé pendant la réaction.

Le processus détaillé par lequel une réaction complexe a lieu est appelé le **mécanisme** de la réaction.

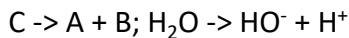
7

## Quelques réactions élémentaires

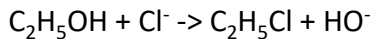
1) **Addition**: formation d'une liaison



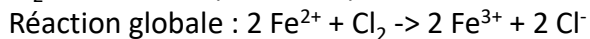
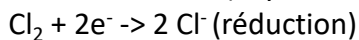
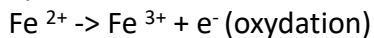
2) **Dissociation**: rupture d'une liaison



3) **Substitution**: rupture et formation d'une liaison



4) **Transfert d'un électron**



8

## Mécanisme d'une réaction

Remarques:

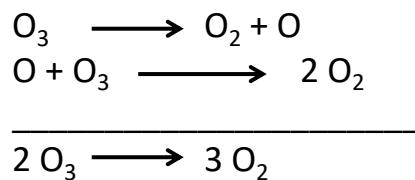
- 1) La stoechiométrie d'une réaction ne décrit pas le mécanisme mais le bilan de masse.
- 2) Le mécanisme implique souvent des intermédiaires chimiques qui n'apparaissent pas dans la stoechiométrie.
- 3) Une réaction élémentaire est mono-, bi- ou trimoléculaire mais jamais d'une molécularité supérieure.

En biochimie, les réactions compliquées peuvent comprendre des dizaines d'étapes successives. En général, les étapes élémentaires sont des réactions simples, n'affectant qu'une ou deux liaisons chimiques.

9

## Mécanisme d'une réaction

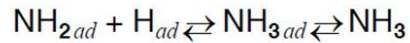
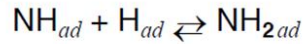
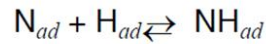
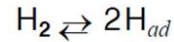
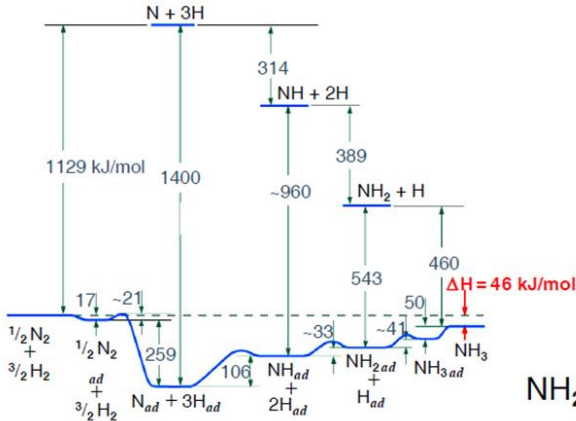
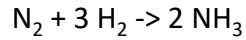
Décomposition d'ozone



10

## Mécanisme d'une réaction

Synthèse d'ammoniac



G. Ertl

11

## Mécanisme d'une réaction

Réaction bimoléculaire (collision entre deux molécules)



avant collision

collision

après collision

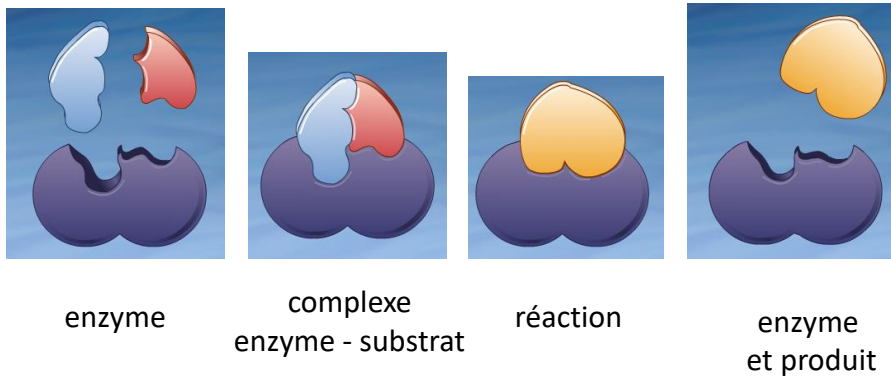
Conditions pour réaction:

- Collision
- Suffisamment d'énergie
- Orientation des molécules

12

## Mécanisme d'une réaction

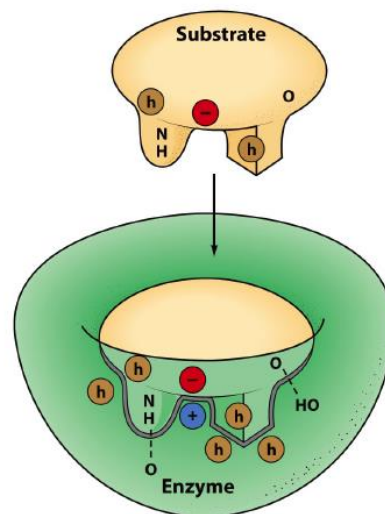
Enzymes - biocatalyseurs



13

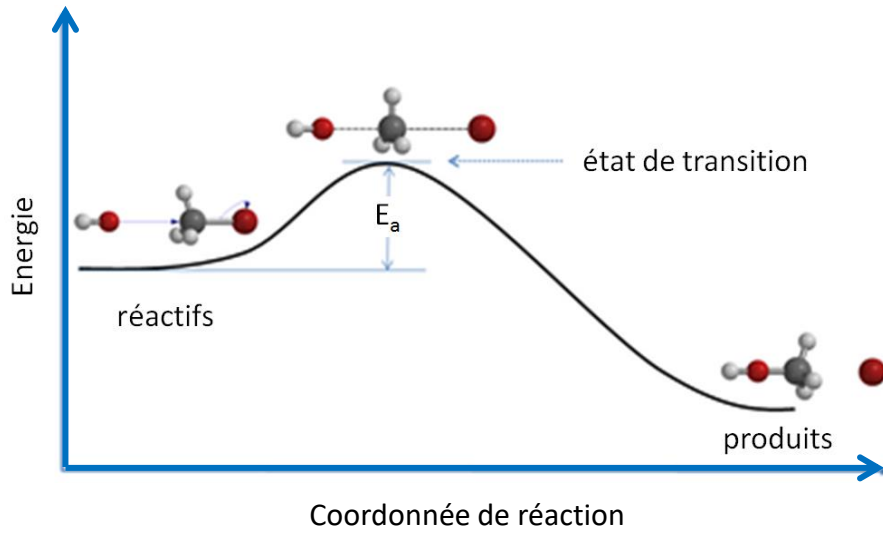
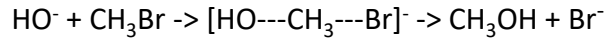
## Complexe enzyme-substrat

- Forces intermoléculaires
- Complémentarité (géométrie et électrostatique)



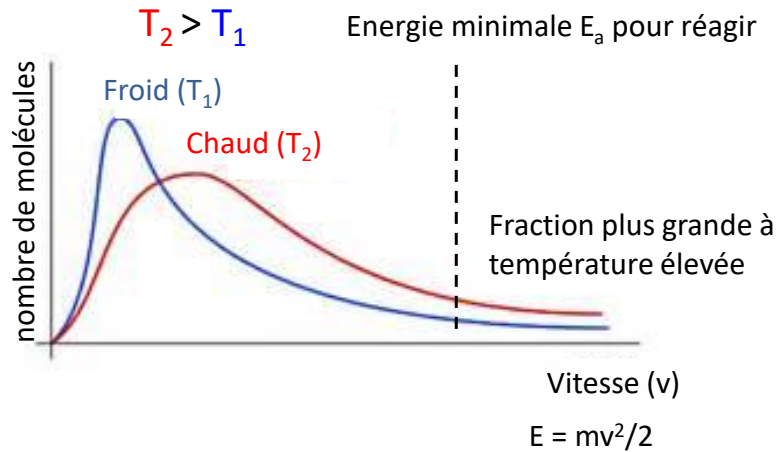
14

## Etat de transition



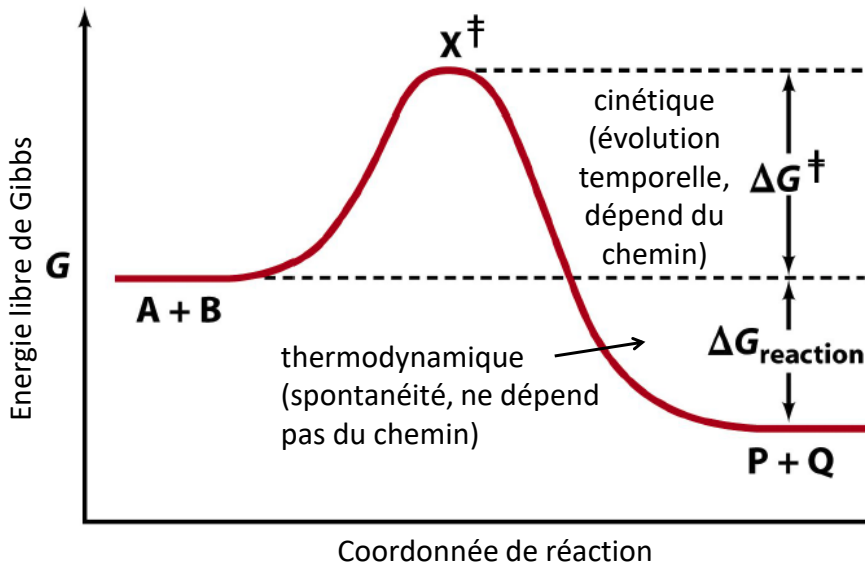
15

## Influence de la température



16

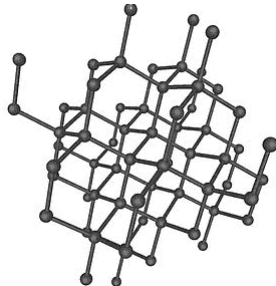
## Thermodynamique et cinétique d'une réaction



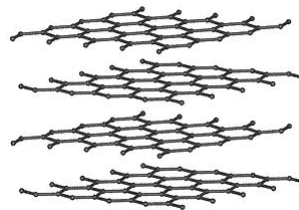
17

## Thermodynamique et cinétique d'une réaction

diamant

C,  $sp^3$ 

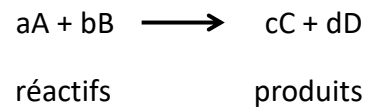
graphite

C,  $sp^2$ 

18

## La réaction chimique

### Équation chimique



- Ne dit rien sur le mécanisme (cinétique)
- Bilan de masse (et bilan d'énergie, force motrice)