

# Phénomènes de transport

Tom DUKATENZEILER

# Les trois modes de transport

- **Convection**

Transport de la grandeur physique par transport *macroscopique* de matière

# Les trois modes de transport

- **Convection**

Transport de la grandeur physique par transport *macroscopique* de matière

- **Rayonnement**

Émission de rayonnement électromagnétique par un corps chaud

# Les trois modes de transport

- **Convection**

Transport de la grandeur physique par transport *macroscopique* de matière

- **Rayonnement**

Émission de rayonnement électromagnétique par un corps chaud

- **Diffusion (ou conduction)**

Transport de proche en proche par agitation thermique

# Mouvement brownien

[https://www.youtube.com/watch?v=NSe3TFLYc08&ab\\_channel=PaulBaker](https://www.youtube.com/watch?v=NSe3TFLYc08&ab_channel=PaulBaker)

## II.3 Équation de conservation

$$\frac{dN}{dt} = - \iint_S \vec{j} \cdot d^2\vec{S}$$

## II.3 Équation de conservation

$$\frac{dN}{dt} = - \iint_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

D'une part,

$$N(t) = \iiint_V n(M, t) d^3\tau$$

## II.3 Équation de conservation

$$\frac{dN}{dt} = - \iint_S \vec{j} \cdot d^2\vec{S}$$

D'une part,

$$N(t) = \iiint_V n(M, t) d^3\tau$$

D'où

$$\frac{d}{dt} \iiint_V n(M, t) d^3\tau = - \iint_S \vec{j} \cdot d^2\vec{S}$$



## II.3 Équation de conservation

$$\frac{dN}{dt} = - \iint_S \vec{j} \cdot d^2\vec{S}$$

D'une part,

$$N(t) = \iiint_V n(M, t) d^3\tau$$

D'où

$$\frac{d}{dt} \iiint_V n(M, t) d^3\tau = - \iint_S \vec{j} \cdot d^2\vec{S}$$

$$\iiint_V \frac{\partial n}{\partial t} d^3\tau = - \iint_S \vec{j} \cdot d^2\vec{S}$$

## II.3 Équation de conservation

$$\iiint_V \frac{\partial n}{\partial t} d^3\tau = - \iint_S \vec{j} \cdot d^2\vec{S}$$

## II.3 Équation de conservation

$$\iiint_V \frac{\partial n}{\partial t} d^3\tau = - \iint_S \vec{j} \cdot d^2\vec{S}$$

D'autre part,

### Théorème (Green-Ostrogradski)

$\forall \vec{A}$  et pour un volume  $V$  quelconque délimité par une surface  $S$ ,

$$\iint_S \vec{A} \cdot d^2\vec{S} = \iiint_V \vec{\nabla} \cdot \vec{A} d^3\tau$$

## II.3 Équation de conservation

$$\iiint_V \frac{\partial n}{\partial t} d^3\tau = - \iint_S \vec{j} \cdot d^2\vec{S}$$

D'autre part,

### Théorème (Green-Ostrogradski)

$\forall \vec{A}$  et pour un volume  $V$  quelconque délimité par une surface  $S$ ,

$$\iint_S \vec{A} \cdot d^2\vec{S} = \iiint_V \vec{\nabla} \cdot \vec{A} d^3\tau$$

Alors :

$$\iiint_V \frac{\partial n}{\partial t} d^3\tau = - \iiint_V \vec{\nabla} \cdot \vec{j} d^3\tau$$

## II.3 Équation de conservation

Conservation de la densité volumique de particules

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -\vec{\nabla} \cdot \vec{j}$$

## II.3 Équation de conservation

Conservation de la densité volumique de particules

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -\vec{\nabla} \cdot \vec{j}$$

Conservation de l'énergie thermique massique

$$\mu \frac{\partial u}{\partial t} = -\vec{\nabla} \cdot \vec{j}_{\text{th}}$$

## II.3 Équation de conservation

Conservation de la densité volumique de particules

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -\vec{\nabla} \cdot \vec{j}$$

Conservation de l'énergie thermique massique

$$\mu \frac{\partial u}{\partial t} = -\vec{\nabla} \cdot \vec{j}_{\text{th}}$$

Conservation de la densité volumique de charge

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\vec{\nabla} \cdot \vec{j}_{\text{elec}}$$

## II.4 Lois phénoménologiques

### Loi de Fick

$$\vec{j} = -D \vec{\nabla} n \quad [\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}]$$

$D$   $[\text{m}^2\text{s}^{-1}]$  le coefficient de diffusion



## II.4 Lois phénoménologiques

### Loi de Fick

$$\vec{j} = -D \vec{\nabla} n \quad [\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}]$$

$D$   $[\text{m}^2\text{s}^{-1}]$  le coefficient de diffusion

### Loi de Fourier

$$\vec{j}_{th} = -\lambda \vec{\nabla} T \quad [\text{J.m}^{-2}\text{s}^{-1}] = [\text{W.m}^{-2}]$$

$\lambda$   $[\text{W.m}^{-1}\text{K}^{-1}]$  la conductivité thermique

## II.4 Lois phénoménologiques

### Loi de Fick

$$\vec{j} = -D \vec{\nabla} n \quad [\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}]$$

$D$   $[\text{m}^2\text{s}^{-1}]$  le coefficient de diffusion

### Loi de Fourier

$$\vec{j}_{th} = -\lambda \vec{\nabla} T \quad [\text{J.m}^{-2}\text{s}^{-1}] = [\text{W.m}^{-2}]$$

$\lambda$   $[\text{W.m}^{-1}\text{K}^{-1}]$  la conductivité thermique

### Loi d'Ohm

$$\vec{j}_{elec} = -\sigma \vec{\nabla} V = \sigma E \quad [\text{C.m}^{-2}\text{s}^{-1}]$$

$\sigma$   $[\text{C.m}^{-1}\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}] = [\text{S.m}^{-1}]$  la conductivité

# Mur en contact avec l'atmosphère

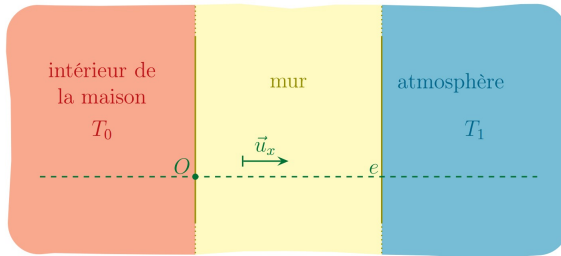


Figure – [http://www.matthieurigaut.net/public/vieux\\_spe/thd/cours\\_thd02\\_prof.pdf](http://www.matthieurigaut.net/public/vieux_spe/thd/cours_thd02_prof.pdf)

# Mur en contact avec l'atmosphère : profil de $T(x)$

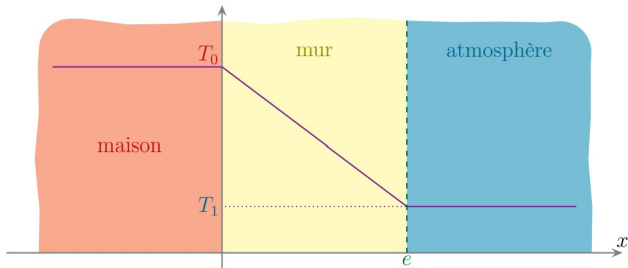


Figure – [http://www.matthieurigaut.net/public/vieux\\_spe/thd/cours\\_thd02\\_prof.pdf](http://www.matthieurigaut.net/public/vieux_spe/thd/cours_thd02_prof.pdf)