Diffusion particulaire
Transport de particules à **l'échelle microscopique**

Description

- « Truc transporté » : particules (sans dimension)
- Des zones denses vers les zones peu denses
- Débit (ou « flux » Φ) :

$$\delta N_{trav} \overset{\text{def}}{=} \Phi\, dt$$

$$\Phi \overset{\text{def}}{=} \iint_S \vec{j} \cdot \overrightarrow{dS}$$

- Densité volumique (concentration) : n (particules. m^{-3})

Loi conservation (loi fondamentale)

« Augmentation du stock = ce qui entre – ce qui sort »

Écriture intégrale :

$$\frac{dN}{dt} = \Phi_e - \Phi_s$$

Écriture locale (dérivée spatiale) :

$$\frac{\partial n}{\partial t} + div(\vec{j}) = 0$$

+ Éventuel terme de création/disparition (si réaction)

Loi de Fick (loi phénoménologique)

$$\vec{j} = -D\, \overrightarrow{grad}(n)$$

Relation entre la cause (non-uniformité n) et la conséquence (transport $\vec{j}$)

$$D_{dans\ gaz} > D_{dans\ liq} > D_{dans\ sol}$$
$$10^{-4} > 10^{-9} > 10^{-15}\ m^2.s^{-1}$$

Equation de diffusion

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D\, \Delta n$$

$$\rightarrow \quad L_c^2 = D\, \tau_c$$

Dérivée ordre 1 du temps : irréversibilité
Difficilement soluble à la main (par ordi)

Cas stationnaire + unidirectionnel et unidimensionnel cartésien : $n(x)$ affine

Description microscopique

Modèle simple : marche au hasard 1D
Libre parcours moyen ℓ^*
Vitesse quadratique moyenne v_{quad}
(agitation thermique)

$$D \propto \ell^*\, v_{quad}$$

- Faire les (nombreux) liens avec le transport de masse :
  quelles sont les grandeurs correspondant à D_m, $\vec{J}$, ρ ?
  écritures de la loi de conservation sont identiques

- Quelques différences :
  pas de « vitesse d'écoulement »
  le transport étudié à l'échelle macro relève d'un processus fondamentalement microscopique
  termes de création/disparition possibles dans la loi de conservation

- La loi de Fick contient trois informations physiques, en lien avec l'interprétation du gradient