

2 – Diffusion de particules



1 – Densité particulaire

- Définir la densité particulaire n^* autour d'un point M de l'espace et la relier à la concentration molaire.

2 – Loi de Fick

2.1. Flux de particules

- Rappeler la définition du flux de particules Φ_n et son expression.

2.2. Loi phénoménologique de Fick : vecteur densité de flux de particules

- Enoncer la loi de Fick. Indiquer la dimension des termes en présence.
- Justifier la présence du signe « - ».

Doc 1 - Ordres de grandeur du coefficient de diffusion

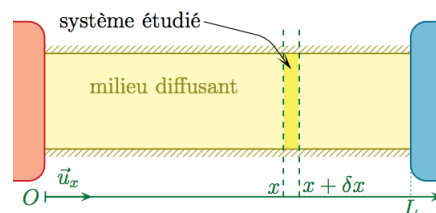
Diffusion dans un gaz (au repos)	$D \sim 1 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1} = 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
Diffusion dans un liquide (au repos)	$D \sim 10^{-10} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
Diffusion dans un solide	$D \sim 10^{-10} \text{ à } 10^{-30} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

2.3. Temps caractéristique de la diffusion

- Par une analyse dimensionnelle, établir l'expression de la durée caractéristique d'une diffusion.
- Estimer sur un exemple la durée caractéristique d'homogénéisation des concentrations par diffusion de particules.

3 – Diffusion axiale : bilan de particules

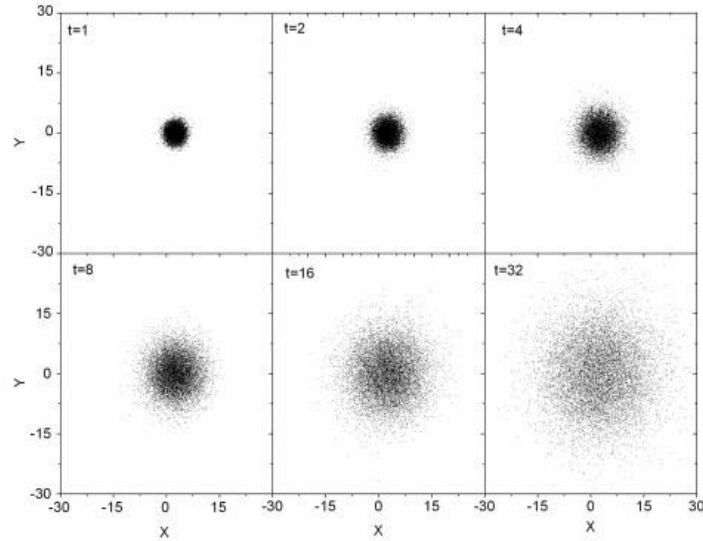
Situation étudiée : Soient deux solutions de concentrations différentes en solvant séparées par une membrane semi-perméable (analogie avec la situation décrite dans l'expérience de pression osmotique)



- Établir l'expression de la densité particulaire en fonction de la distance x à l'origine dans l'hypothèse d'un régime permanent stationnaire.

4 – Diffusion radiale : exemple de bilan de particules en géométrie sphérique

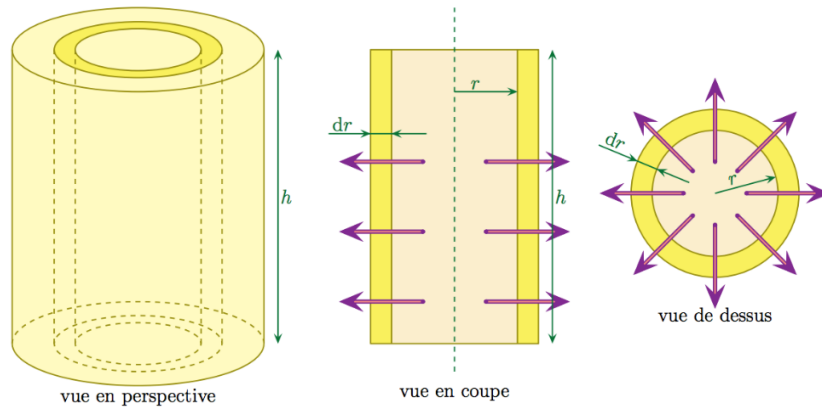
Situation étudiée : une boule contenant des particules est placée dans un milieu exempt de particules. Celles-ci se propagent dans le milieu au cours du temps, comme le montre la simulation ci-dessous :



- Établir l'expression de la densité particulaire en fonction de la distance r à l'origine O dans l'hypothèse d'un régime permanent stationnaire.

5 – Diffusion radiale : exemple de bilan en géométrie cylindrique avec création interne

Situation étudiée : Un barreau cylindrique de combustible nucléaire émet des neutrons. Le combustible émet des neutrons à raison de q_0 neutrons par unité de volume et unité de temps.



- Établir l'expression de la densité particulaire en fonction de la distance r à l'axe central dans l'hypothèse d'un régime permanent stationnaire.

6 – Théorème de conservation du flux

- Rappeler les conditions permettant d'utiliser la conservation du flux.
- Quand est-il pertinent de réaliser un bilan de particules sur un volume élémentaire, quand n'est-ce pas utile ?
- Retrouver la loi d'évolution de la densité particulaire avec la distance à l'axe dans le cas d'une diffusion radiale en géométrie cylindrique pour un volume de matériau compris entre deux milieux (cylindre intérieur de rayon r_1 de densité particulaire n_1^* et cylindre extérieur de rayon r_2 de densité particulaire n_2^* , avec $n_1^* > n_2^*$).