

**Partie D**

**Diffusion des neutrons dans l'eau lourde**

Des études sont menées sur le phénomène de diffusion des neutrons ( ${}_0^1\text{n}$ ) lents, dans l'eau lourde  ${}^2\text{H}_2\text{O}(\text{liq})$  ( ${}^2\text{H}$  est le deutérium, isotope de l'hydrogène).

Deux réacteurs voisins de très grand volume, notés  $(\mathbf{R}_1)$  et  $(\mathbf{R}_2)$ , remplis d'eau lourde et contenant de la matière fissile, sont reliés par un tube cylindrique horizontal  $(\mathbf{T})$ , d'axe  $Ox$ , de section d'aire  $S$  et de longueur  $\ell$ . En régime permanent et stationnaire, la température est uniforme et aucun courant de  ${}^2\text{H}_2\text{O}$  ne circule (absence de turbulences) dans la colonne  $(\mathbf{T})$ . En tout point  $M$  de  $(\mathbf{T})$ , il est admis que les neutrons sont soumis à un phénomène de diffusion unidirectionnel obéissant à la loi de Fick, d'équation, dans ce cas :

$$\vec{j} = -D \vec{\text{grad}} N^*(x) = j(x) \vec{e}_x,$$

avec  $\vec{j}$  vecteur densité de courant particulaire,  $D$  coefficient (constante positive) de diffusion des neutrons et  $N^*(x)$  nombre de neutrons par unité de volume.

Les densités neutroniques (neutrons  $\text{m}^{-3}$ ) dans  $(\mathbf{R}_1)$  et  $(\mathbf{R}_2)$  sont constantes et uniformes, et valent respectivement  $N_1^*$  et  $N_2^*$ , avec  $N_1^* > N_2^*$  (figure 7).

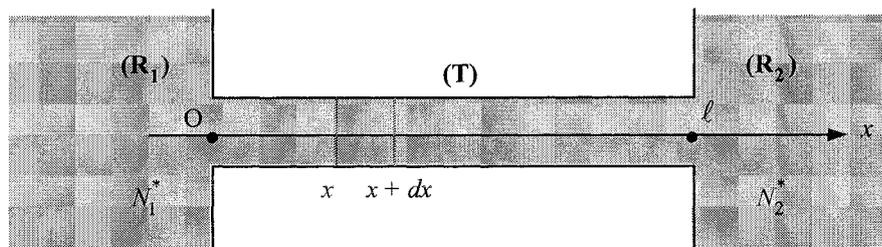


Figure 7

**I. Le milieu n'absorbe pas les neutrons**

1. À l'intérieur du tube,  $\Phi(x)$  est le flux de particules qui traversent la surface d'aire  $S$ , à l'abscisse  $x$ . Rappeler la relation qui relie  $\Phi(x)$  et  $j(x)$ .
2. Il n'y a aucune accumulation de neutrons en tout point, à l'intérieur du tube  $(\mathbf{T})$ . Montrer que le bilan particulaire sur un petit élément volumique de colonne, d'aire  $S$  et d'épaisseur  $dx$ ,

situé entre les abscisses  $x$  et  $x+dx$ , permet de montrer que la densité particulière  $N^*(x)$  de neutrons est une fonction affine de  $x$ , à l'intérieur de  $(\mathbf{T})$ .

3. En déduire la densité  $N^*(x)$  à l'intérieur de  $(\mathbf{T})$ , avec  $N^*(0) = N_1^*$  et  $N^*(\ell) = N_2^*$ .
4. Dessiner l'allure de la courbe représentative de la fonction  $N^*(x)$ .

## **II. Milieu absorbant**

À l'intérieur du tube  $(\mathbf{T})$ , le milieu absorbe maintenant les neutrons à raison de  $C$  captures par unité de volume et unité de temps ( $C$  constante positive).

1. Proposer un bilan particulaire sur la portion élémentaire du tube comprise entre les sections d'abscisses  $x$  et  $x+dx$ .
2. En déduire la nouvelle densité particulière  $N^*(x)$ , avec  $N^*(0) = N_1^*$  et  $N^*(\ell) = N_2^*$ .
3. Dessiner l'allure de la courbe représentative de la nouvelle fonction  $N^*(x)$ .

**Fin de l'énoncé**