Point méthode – Tube en J

Le tube en J est un exercice dérivé du tube en U : c'est un tube en U dont on a bouché une des extrémités. Je vous conseille donc de regarder d'abord la fiche du tube en U avant de lire celle-là. Comme pour la fiche des tubes en U, j'essaierai d'abord de vous expliquer le raisonnement et la méthode générale que l'on appliquera ensuite sur un exercice type.

I. Méthode générale

Elle est identique à celle du tube en U pour les 4 premières étapes.

A. Faites un schéma

Dessus, vous y représentez toutes les informations données par l'énoncé. Il faut que ce schéma soit clair et qu'en un coup d'œil, on puisse comprendre la situation.

Je vous conseille également d'y **noter toutes les valeurs** données (surfaces des branches, masse volumique, volume…). Comme ça, vous n'aurez plus besoin de vous référez à l'énoncé et de perdre du temps à chercher dans un pavé de 5-6 lignes la donnée qui vous intéresse.

Le mieux c'est d'en profiter pour réaliser les **conversions nécessaires** : calculer les hauteurs de liquides à partir du volume et convertir les densités en masses volumiques.

Rappels :

$$1\ mL = 1\ cm^3$$
$$masse\ volumique\ (p) = densité\ \times\ 10^3$$
$$Volume\ (V) = Surface\ (S)\ \times\ hauteur(h) \text{ donc } h = \frac{V}{S}$$

B. Identifier ce que l'on cherche et le représenter sur le schéma

Cela vous aidera à mieux visualiser le problème et vous évitera certaines erreurs.

C. Placer la ligne horizontale sous laquelle le contenu des 2 branches est équivalent

Tout ce qui est au-dessous de cette ligne, étant équivalent dans les 2 branches, exercera la même pression dans chacune de 2 branches. On n'y prendra donc pas en compte dans nos calculs ce qui va grandement nous simplifier la vie !

D. Traduire le problème sous forme d'équation

On part de l'équation de Bernoulli qui nous dit que les charges dans chacune des branches sont égales. Ici, on considère une branche A dont l'extrémité est libre et une branche B donc l'extrémité est bouchée :

$$P_A + pgh_A + \frac{1}{2}pv_A^2 = P_B + pgh_B + \frac{1}{2}pv_B^2$$

- h_A et h_B les hauteurs de liquides dans les branches A et B ;
- P_A et P_B, les pressions qui s'exercent à la surface des liquides dans les branches A et B ;
- v_A et v_B, les vitesses des fluides dans la branche A et B.

Or nos liquides sont statiques dans le tube en U, leurs vitesses sont donc nulles, on a alors :

$$P_A + pgh_A = P_B + pgh_B$$

C'est ici que la méthode diffère du tube en U. En effet, seul le liquide contenu dans la branche A est soumis à la pression atmosphérique. Le liquide contenu dans la branche B est soumis quant à lui à la pression exercée par l'air enfermé dans la branche, que l'on nomme.

On a donc : $P_A = P_{atm} \neq P_B$

Notre équation devient alors :

$$\boldsymbol{P_{atm} + pgh_A = P_B + pgh_B}$$

La valeur de P_{atm} est à connaître, elle vaut $10^5\ Pa$. Selon les données de votre énoncé, votre inconnue sera : la pression exercée par l'air emprisonné dans la branche B, la hauteur d'un fluide dans une des branches ou la masse volumique d'un des fluides.

II. Applications

Soit un tube en U de section 3 cm^2 fermé à une extrémité. On verse deux liquides non miscibles dans cet ordre : d'abord du mercure de densité 13,6 puis 20 mL d'eau de densité 1.

A. Calcul de la pression exercée par le gaz enfermé

Quelle pression le gaz emprisonné doit-il développer afin que l'interface mercure-eau soit 2 cm plus bas que la surface de mercure libre ?

Évidemment, on fait un schéma !

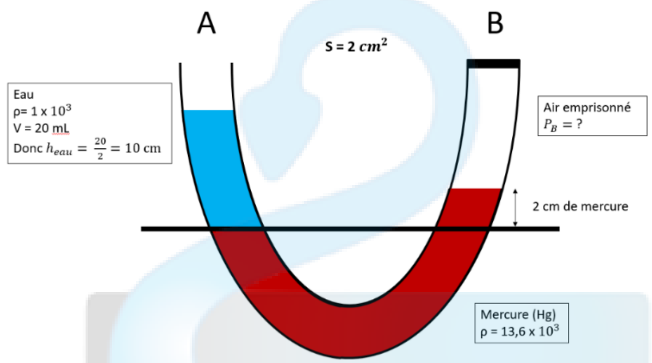

Schéma de la situation.

Après le schéma, on reprend notre équation :

$$P_{atm} + pgh_A = P_B + pgh_B$$

La hauteur de fluide en A est celle de l'eau et la hauteur de fluide en B est celle du mercure. Ici notre inconnue est la pression exercée par le gaz dans la branche B.

$$P_B = P_{atm} + p_{eau}gh_{eau} - p_{Hg}gh_{Hg}$$

Il ne nous reste ensuite plus qu'à réaliser l'application numérique.

> **⚠ Il faut bien penser à convertir les hauteurs en cm car pour obtenir la pression en Pa, nous avons besoin que chaque variable soit exprimée en USI.**

$$P_B = 10^5 + 1 \times 10^3 \times 10 \times 10 \times 10^{-2} - 13{,}6 \times 10^3 \times 10 \times 2 \times 10^{-2}$$
$$P_B = 10^5 + 10 \times 10^2 - 27{,}2 \times 10^2$$
$$P_B = 100 \times 10^3 - 1{,}72 \times 10^3$$
$$P_B = 98{,}28\ kPa$$

Et voilà !