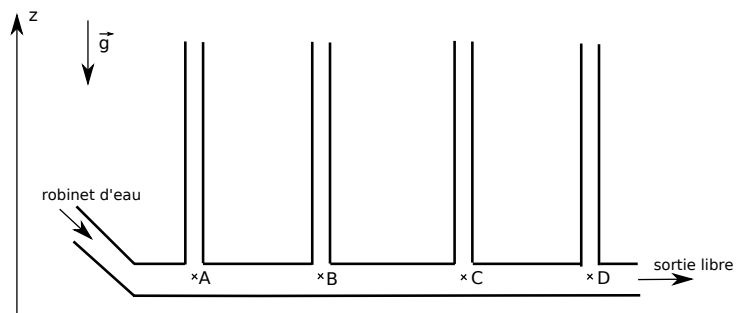
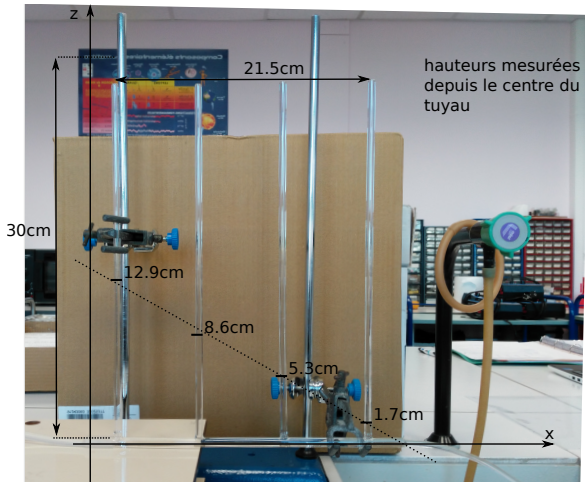


Partie II : Thermodynamique et mécanique des fluides
 Chapitre 3 : Viscosité, bilan d'énergie mécanique et relation de Bernoulli
Expériences illustrant la perte de charge

I Perte de charge régulière

I.1 Expérience

On utilise le dispositif suivant :



I.2 Observations

On observe des niveaux d'eau différents dans chacun des tubes. On a repéré, sur la photographie ci-dessus, les hauteurs d'eau en centimètres.

Le niveau décroît à mesure que l'on s'éloigne de l'arrivée d'eau.

La différence de hauteur entre le premier et le dernier tube est d'autant plus grande que le débit est important.

I.3 Interprétation

Pour modéliser l'expérience, on effectue les hypothèses suivantes :

- Le régime est stationnaire.
- L'écoulement est incompressible.
- Le diamètre du tuyau horizontal ($d \leq 4.5 \text{ mm}$) est négligeable devant les hauteurs d'eau mesurées.
- La section du tuyau horizontal est constante, notée S .

Lien entre hauteur h dans un tube et pression

Prenons l'exemple du tuyau vertical 1 situé au dessus du point A. Dans le tuyau, le fluide est statique, il est aussi incompressible.

→₁ Quel est alors la relation entre hauteur h et pression au point A ? Que permettent donc de faire ces tubes horizontaux ?

→₂ La condition $p = p_0$ dans le jet à l'air libre semble-t-elle vérifiée expérimentalement ?

Prédiction de la relation de Bernoulli dans le cas parfait

↪₃ Premier modèle : on ajoute aux hypothèses précédentes celle d'un fluide parfait. Montrer alors que la pression dans le tuyau horizontal devrait être constante.

Perte de charge

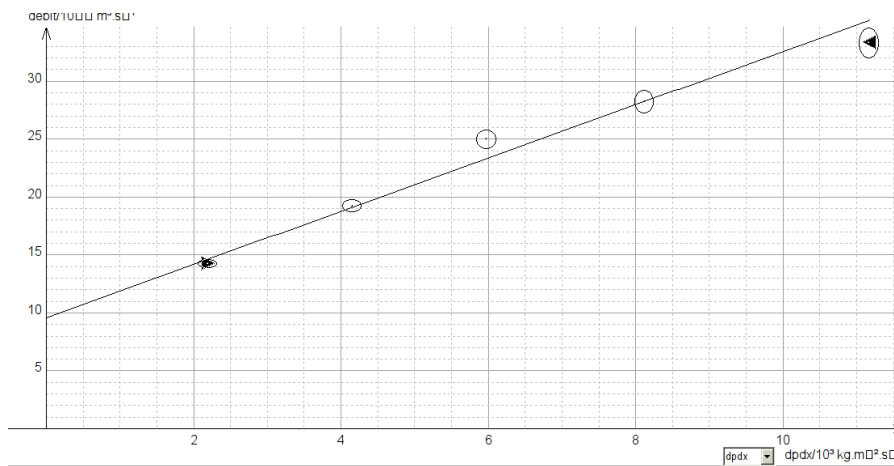
↪₄ Côté expérience : observe-t-on une pression constante dans le tuyau ? Pourquoi ? À quel type de perte de charge a-t-on à faire ?

↪₅ À l'aide des données sur la photographie, évaluer la perte de charge linéique $\frac{\Delta p_C}{L}$, avec L distance entre premier et dernier tuyau et Δp_C perte de charge correspondante.

On recommence l'expérience précédente en changeant le débit d'eau. On peut calculer expérimentalement $\frac{\Delta p_C}{L}$ comme précédemment.

↪₆ On souhaite également mesurer le débit volumique D_v . Proposer une méthode pour le faire.

On trace ensuite le débit D_v en fonction de $\frac{\Delta p_C}{L}$ dans le graphique ci-dessous.



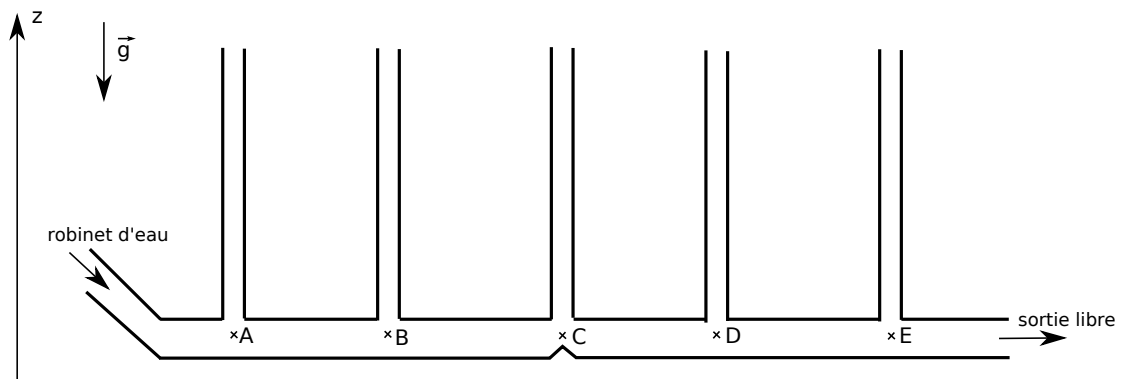
(D_v en fonction de $\frac{\Delta p_C}{L}$. Pour les incertitudes on a retenu ± 0.5 cm pour la mesure de la hauteur dans le premier tube, ± 0.25 cm dans le dernier, et ± 1 s sur T . (incertitudes élargies))

↪₇ La formule de Poiseuille est valide pour un écoulement laminaire (nombre de Reynolds inférieur à 2300 environ). Elle indique que D_v et $\frac{\Delta p_C}{L}$ sont proportionnels : $D_v = \frac{\pi d^4}{128\eta} \frac{\Delta p_C}{L}$. Les données expérimentales permettent-elles de valider ceci ?

II Perte de charge singulière

II.1 Expérience

On change de dispositif :



Le diamètre d du tuyau horizontal est le même que précédemment, mais il y a cette fois en $L/2$ un rétrécissement brutal de la section du tuyau.

II.2 Observations

On observe des niveaux d'eau différents dans chacun des tubes.

Le niveau décroît à mesure que l'on s'éloigne de l'arrivée d'eau.

↪₈ Reproduire les niveaux d'eau observés sur la figure ci-dessus. La décroissance du niveau d'eau correspond-elle à une perte de charge régulière tout au long du tuyau ? Justifier d'après les observations.

II.3 Interprétation

↪₉ Comment interpréter le point précédent ?

↪₁₀ Estimer la valeur de la perte de charge causée par le défaut.

III Illustration de l'effet Venturi

III.1 Expérience et observations

Même expérience que précédemment. On cherche maintenant à interpréter le fait que la hauteur d'eau dans le tube du centre (au dessus du rétrécissement) est très faible.

III.2 Interprétation

On suppose ici à nouveau l'écoulement parfait (pas de pertes de charges), car cela est suffisant pour expliquer correctement les observations.

↪₁₁ Démontrer que l'on s'attend effectivement à avoir p_C inférieure aux autres pressions, même dans le cas du modèle d'un fluide parfait.

↪₁₂ Finalement, qu'appelle-t-on l'effet Venturi ?