# Montage maison : vidange d'une bouteille

Maëlle Péchoin

Avril 2020

## 1 Introduction

Afin d'illustrer la conservation du débit en régime quasi-stationnaire, on étudie la vidange d'une bouteille. Cette expérience peut être faite à la maison. On décrira l'expérience, les difficultés, les résultats et enfin la physique derrière ce phénomène.

## 2 L'expérience

### 2.1 Le matériel

Figure 1: Montage expérimental.

Pour cette expérience, je me suis munie d'une bouteille en plastique lisse (type Seven up). Je l'ai découpé en haut, comme on peut le voir sur la photo, pour faciliter le remplissage. J'ai aussi découpé un petit cercle à la base (je me suis rendu compte à posteriori que j'aurai pu le placer encore plus bas). Ce trou sert pour placer un goulot pour la vidange. Ce goulot, je l'ai fabriqué en découpant une bande de plastique sur le haut de la bouteille et l'enroulant sur elle même. Un tour et demi est optimal pour la stabilité du goulot. Ensuite, j'ai étanchéifié le tout avec du scotch. Enfin, j'ai fait quelques repère au marqueur afin de visualiser différentes hauteurs.

### 2.2 La manipulation

Pour cinq hauteurs différentes, j'ai mesuré le temps d'écoulement. A chaque fois je remplissais jusqu'au trait supérieur (un peu au-dessus à cause des fuites). Puis au passage du trait (il faut choisir un détail spécifique pour la répétabilité) j'ai chronométré jusqu'au passage d'un second trait par exemple le trait 1). Je répète l'expérience 3 fois pour chaque trait pour conserver la valeur médiane du temps de vidange.
Voici les caractéristiques de l'expérience :
- $S = 45,4 + -0,1 cm^2$
- $s = 0,4 + -0,1 cm^2$
- $h_0 = 9,9 + -0,2 cm^2$

# 3 Analyse des résultats

## 3.1 Physique derrière la vidange

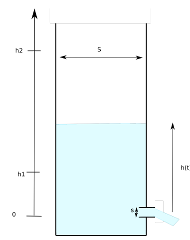


Figure 2: Schéma de l'expérience.

On utilise le schéma ci dessus pour analyser l'expérience. On considère l'eau comme un fluide parfait et incompressible. Le débit volumique est conservé :

$$D_v = v_A S = v_B s$$

or $v_A = -\frac{dh}{dt}$.
Et sur la ligne de courant AB, en supposant que le régime est quasi-stationnaire :

$$\frac{v_A^2}{2} + \frac{P0}{\mu} + gh = \frac{v_A^2}{2} + \frac{P0}{\mu}$$

or $\frac{v_A}{v_B} = \frac{s}{S} << 1$, on obtient alors la formule de Torricelli:

$$v_B = \sqrt{2gh}$$

On peut écrire un équation différentielle vérifiée par h :

$$\frac{dh}{dt} = -\sqrt{2gh}\frac{s}{S}$$

On résout avec la condition initiale $h(t = 0) = h_0$ :

$$\sqrt{h} = \sqrt{h_0} - \sqrt{\frac{g}{2}}\frac{s}{S}t$$

On trace donc les résultats sous une forme de droite $\sqrt{h} = f(t)$.

## 3.2 Résultats

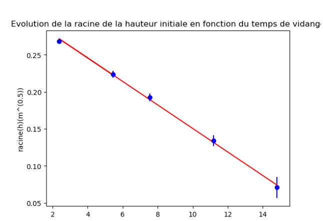


Figure 3: Mesures et ajustement par la théorie.

Voici les résultats de l'ajustement :

$$\sqrt{h} = -0,0179 + -0,0002t + 0,309 + -0,002$$

avec un $\chi = 1,5$. L'ajustement est plus que correct. La courbe semble bien passer par toutes les barres d'erreur et le $\chi$ est de l'ordre de 1. On peut comparer à ce qu'on attendait pour le coefficient directeur $0,020 + -0,005$ et l'ordonnée à l'origine $0,315 + -0,003$. On remarque que les valeurs attendues sont proches de celles de l'ajustement car les barres d'erreur se chevauchent. Ces résultats sont très positifs.

# 4 Conclusion

Cette expérience simple de prime abord cache une physique des fluides intéressantes. On montre que la formule de Torricelli est correcte et que l'eau, dans cette expérience peu aisément être assimilé à un fluide parfait, incompressible et en écoulement quasi-stationnaire. Une expérience à faire à la suite est, par exemple, la mesure de la viscosité d'un fluide.

# 5 Annexe

Vous pourrez trouvez ici mes tableaux de données : h=[5.0,7.2,3.7,1.8,0.5]cm
t=[5.45,2.37,7.54,11.2,14.8]s
herr=0.2cm
terr=0.1s