

**Objectifs**

- Découvrir et utiliser la loi de Boyle et Mariotte

PROBLEMATIQUE

Extrait d'un texte issu d'une brochure de plongée

Pourquoi faut-il souffler en remontant ?

Dans une bouteille de plongée, l'air est stocké sous grande pression. Le détendeur permet au plongeur de respirer de l'air à la même pression que celle de l'eau qui l'entoure. À 10 m de profondeur, cette pression est deux fois plus importante que la pression de l'air à la surface.

Lorsque le plongeur remonte vers la surface, la pression diminue. Suivant la loi de Boyle-Mariotte, la diminution de pression s'accompagne d'une augmentation du volume de l'air contenu dans ses poumons. Si le plongeur bloque sa respiration lors de la remontée, l'air continu à se dilater jusqu'à atteindre la limite d'élasticité des poumons. Il est donc dangereux de bloquer sa respiration lors de la remontée.

**DOCUMENTS****DOC 1** Le pressiomètre

- Un pressiomètre est un capteur de pression qui mesure une pression absolue c'est à dire qu'à l'air libre il mesure la pression atmosphérique.
- Lorsque l'on plonge le tuyau du pressiomètre dans un fluide, le pressiomètre mesure la pression absolue en ce point du fluide c'est-à-dire la pression atmosphérique + celle du fluide et elle sera notée P_B
- Le demi-intervalle du pressiomètre est de : **demi-intervalle = 1% x Lecture + 300 Pa**

DOC 2 La seringue

- ☞ Lors d'une mesure sans variabilité observée, comme lorsque vous mesurez un volume avec cette seringue, on estime de manière raisonnable la plus petite plage dans laquelle l'expérimentateur est certain de trouver la valeur recherchée.
- ☞ Dans le cas de cette seringue $\Delta = 0,5 \text{ mL}$

1 seule mesure effectuée

- ☞ Lors d'une mesure sans variabilité observée, on estime la plus petite plage dans laquelle l'expérimentateur est certain de trouver la valeur recherchée.
- ☞ On note $x = x_{\text{mesure}}$ la valeur centrale de cette plage et Δ son demi-intervalle.
- ☞ Δ le demi-intervalle sera déterminé suivant la notice de l'appareil utilisé
- ☞ La valeur recherchée doit être dans l'intervalle $[x_{\text{mesure}} - \Delta, x_{\text{mesure}} + \Delta]$.
- ☞ Dans ce cas, le résultat de la mesure est $x \pm u(x)$ avec $u(x) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$
- ☞ $u(x)$ est donné avec deux chiffres significatifs

TRAVAIL A FAIRE

Q1	<u>Lire</u> le document de la problématique. Le volume d'un gaz dépend-il d'une grandeur, si oui laquelle ? Pression	
Q2	On cherche à trouver une relation entre la pression d'un gaz et son volume. On considère que la température et la quantité de matière n de gaz enfermé dans un volume ne varient pas. EXPERIMENTATION ☐ Placer le piston de la seringue sur la graduation la seringue sur 40mL. ☐ Mettre le tuyau connecté au pressiomètre au bout de la seringue ☐ Tirer doucement sur le piston pour faire varier le volume V du gaz emprisonné dans la seringue ☐ Relever la pression P correspondante pour différents volumes. ☐ Remplir un tableau sous Excel de vos mesures	
Q3	☐ Tracer sur Excel différentes courbes afin de trouver la relation entre le volume et la pression (vous référerez au coefficient de détermination R²)	
Q4	ANALYSE ☐ Déduire de vos expériences la loi de Boyle Mariotte : à T et V constant P*V=cste ☐ Sans calcul, expliquer la phrase du texte : « la diminution de pression s'accompagne d'une augmentation du volume de l'air contenu dans ses poumons ». V est inversement proportionnel à P donc si P diminue V augmente	

Q5

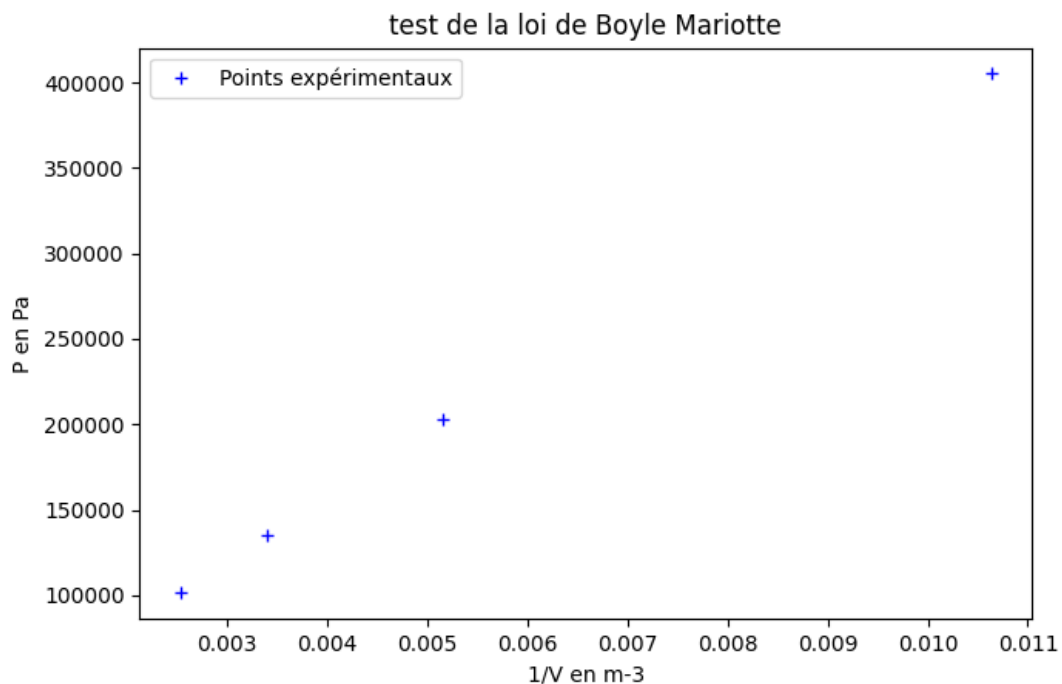
PYTHON

- ☐ **Ouvrir** le fichier python « courbe_experimentale »
- ☐ **Compléter** le fichier avec vos mesures
- ☐ **Exécuter** le programme
- ☐ **Faire** une capture d'écran de la courbe obtenue et du programme

```

1  # Créé par PIGA, Le 19/01/2024 en Python 3.7
  • from math import*
  • import numpy as np
  • import matplotlib.pyplot as plt
  • from random import *
  • import scipy.optimize as so
  •
  • # V en mL
  • VmL = np.array([40,30,20,10]) # à compléter
10
  • # V en m3
  • V = VmL* 10-6 # à compléter
  •
  • # 1/V en m-3
  • inverseV = 1/V # à compléter
  •
  • # P en Pa
  • P = np.array([101300,135000,202600,405200]) # à compléter
20
  • #tracé des points expérimentaux
  • plt.plot(inverseV,P,'b+',label='Points expérimentaux')
  • plt.title("test de la loi de Boyle Mariotte")
  • plt.xlabel("1/V en m-3")
  • plt.ylabel("P en Pa")
  • plt.legend()
  • plt.show()

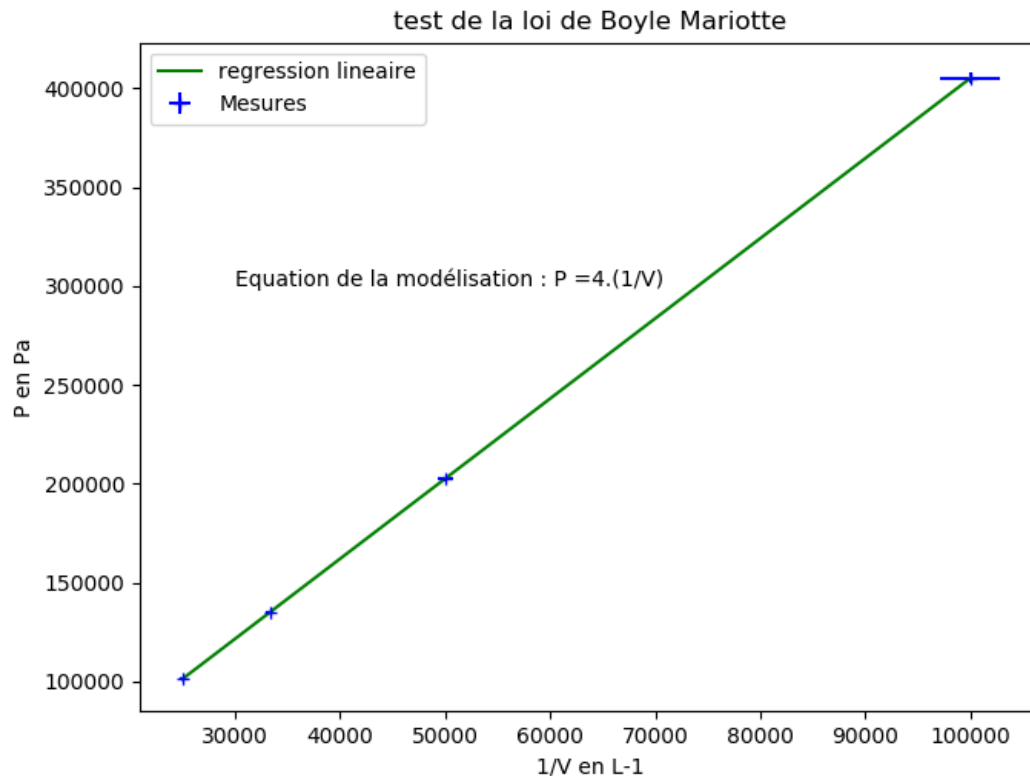
```



Q6

PYTHON

- ☐ **Ouvrir** le fichier python intitulé « modélisation_mariotte »
- ☐ **Remplir** les données manquantes sur les calculs d'incertitudes (# à remplir)
- ☐ **Exécuter** le programme
- ☐ **Faire** une capture d'écran de la courbe obtenue



Q7

Donner le résultat du coefficient directeur accompagné de son incertitude ainsi déterminé par le programme qui s'affiche dans la console Python en bas.

```

Console Python
*** Console de processus distant Réinitialisée ***
constante = 4.05 +/- 0.08 SI
...

```

Q8

Pour aller plus loin

Dans le cas d'un gaz dit parfait (on fera cette hypothèse dans ce TP) la constante est égale à $n \times R \times T$

Avec

→ n la quantité de matière du gaz en mol

→ R la constante des gaz parfait $R = 8,314 \text{ mol.K}^{-1}$

→ T la température en K .

Calculer alors la quantité de matière n de gaz enfermé dans la seringue.

$$n \times R \times T = 4,05$$

$$n = 4,05 / (R \times T) = 4,05 / (8,314 \times 20+273) = 1,34 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Q9	APPLICATION Sans calcul, expliquer la phrase du texte : « <i>la diminution de pression s'accompagne d'une augmentation du volume de l'air contenu dans ses poumons</i> ». Lorsque le plongeur remonte vers la surface, la pression de l'eau va diminuer. Conformément à la loi de Boyle-Mariotte, le volume d'air contenu dans ses poumons va augmenter et cela peut être très dangereux	
Q10	APPLICATION A 10 m de profondeur dans de l'eau douce, une quantité d'air occupe un volume de 3,0L. Exprimer puis calculer le volume qu'occupe cette quantité d'air lorsqu'elle arrive à la surface. Penser à utiliser la loi de la statique des fluides vue dans le TP précédent. Données $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ $P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$ A la surface : $P_1 = 10^5 \text{ Pa}$ $z_1 = 0 \text{ m}$ $V_1 = ?$ A 10m de profondeur : $P_2 = ?$ $z_2 = -10 \text{ m}$ $V_2 = 3 \text{ L}$ Loi statique fluides : $P_2 = \rho \times g \times (z_1 - z_2) + P_1$ $= 1000 \times 10 \times 10 + 10^5$ $= 2 \times 10^5 \text{ Pa}$ Loi de Mariotte : $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ $V_1 = P_2 \times V_2 / P_1$ $= 2 \times 10^5 \times 3 / 10^5$ $= 6 \text{ L}$	
Q11	APPLICATIONS Les ballons-sondes sont utilisés en <u>météorologie</u>. Il s'agit d'un ballon libre non habité, utilisé pour faire des mesures de pression dans l'<u>atmosphère</u> grâce à des capteurs mis à bord dans une nacelle. Ils sont équipés d'un système de localisation GPS pour les suivre et donc déterminer entre autres la direction des vents. Expliquer leur fonctionnement ⇒ Comme la pression atmosphérique diminue en altitude, l'air contenu dans le ballon est soumis à une pression plus faible, il est moins comprimé donc l'air dans le ballon se détend et le volume du ballon augmente (membrane élastique du ballon) jusqu'à éclaté en haute altitude.	

--	--	--