

TP N°7 de Physique : Loi de Boyle-Mariotte

Objectifs :

- Pratiquer une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesures.
- Mettre en évidence la loi de Boyle-Mariotte.
- Savoir appliquer la loi de Boyle-Mariotte.

I. Lien entre la pression d'un gaz et son volume

- **Positionner le piston de la seringue à mi-course puis la boucher avec le doigt.**
- **Enfoncer lentement le piston.**

- 1) Quelle est l'action de l'air sur le doigt ?
- 2) En déduire comment varie la pression d'un gaz lorsque son volume diminue.

- **Repositionner le piston de la seringue à mi-course puis boucher-la avec le doigt.**
- **Tirer lentement sur le piston.**

- 3) Quelle est cette fois l'action de l'air sur le doigt ?
- 4) En déduire comment varie la pression d'un gaz lorsque son volume augmente.

II. Mesures de pression en fonction du volume

En 1662, le physicien irlandais Robert Boyle travaille sur les pompes à vide et étudie ainsi les gaz. Il fait alors une découverte importante : il trouve une relation simple entre le volume d'un gaz et sa pression. La même loi et également trouvée indépendamment en France par l'abbé Edme Mariotte en 1679. L'objectif de cette partie du TP est de mettre expérimentalement en évidence cette loi qu'on appelle « la loi de Boyle-Mariotte ». Pour cela, nous allons déterminer la relation entre la pression p de l'air et son volume V en mesurant p pour différentes valeurs de V . Le volume se lit directement en ml sur la seringue. Par contre, la pression doit être mesurée avec l'interface d'acquisition Sysam.

- **Ouvrir une session à l'ordinateur, connecter la platine de mesure SYSAM puis cliquer sur l'icône « LatisPro 2 » : les lumières vertes doivent s'allumer ;**
- **Relier le capteur de pression à l'interface de mesure SYSAM;**

- **Dans le menu Acquisition  cocher la case Mode permanent Mode permanent ;**

- **Cliquer sur l'icône des courbes **



- **Ouvrir un afficheur  et y faire glisser la grandeur Pression_A (clic gauche enfoncé puis faire glisser) ;**

- **Cliquer sur la touche F10 : l'afficheur donne en permanence la valeur de la pression P. Pour arrêter l'enregistrement, il faut appuyer sur la touche Echap ou ESC.**
- **Relever alors la pression P_0 sur votre compte-rendu ;**

- **Positionner le piston de la seringue sur un volume $V_{seringue} = 30$ ml et brancher la seringue sur le capteur à l'aide du tuyau en plastique.**
- **Dans le tableau ci-dessous, noter la pression p mesurée avec Sysam en bar dans la colonne correspondant à ce volume $V_{seringue}$.**
- **Appuyer sur le piston de la seringue pour comprimer le gaz dans un volume de 25, 20, 15 ml... et noter les nouvelles pressions dans le tableau.**
- **Relâcher le piston pour qu'il revienne à sa position de départ puis tirer sur le piston pour augmenter le volume du gaz à 35, 40, 45 ml... et noter les pressions correspondantes.**

Attention ! La pression ne doit pas dépasser 2 bar sous peine de risquer d'endommager la sonde. De plus les valeurs de p supérieures à 1,5 bar ne sont pas très précises et peuvent être ignorées.

V_{seringue}	15	20	25	30	35	40	45	50	55
V (en mL)									
P en bar									
P + V									
P × V									

Remarque : pour que le volume V du gaz soit exact, il faut tenir compte du volume d'air dans le tuyau $V_{\text{tuyau}} = \pi \times r^2 \times h$ où r = rayon du tuyau et h sa hauteur se trouvant dans le tuyau :

$$V = V_{\text{seringue}} + V_{\text{tuyau}}$$

- Déterminer le volume d'air V_{tuyau} contenu dans le tuyau reliant la seringue au capteur
- Vérifier que le volume d'air dans le tuyau V_{tuyau} n'est pas négligeable par rapport à celui dans la seringue V_{seringue} .
- Calculer V et remplir la ligne correspondante dans le tableau.

III. Exploitation

Dans l'introduction, il est dit que Robert Boyle a trouvé une relation simple entre P et V. Pour déterminer quelle est cette relation.

- Compléter les deux dernières lignes du tableau en calculant P + V et P × V.

- 1) En déduire la relation de Boyle-Mariotte et l'énoncer.
- 2) Parmi les deux relations $P + V$ et $P \times V$, une n'a pas de sens physique et il n'aurait pas été nécessaire de la calculer. Laquelle et pourquoi ?
- 3) Les grandeurs physiques qui peuvent être utilisées pour décrire un gaz sont sa pression P, son volume V, sa température T et sa quantité de matière n. Parmi ces quatre grandeurs, lesquelles n'ont pas varié lors de la série de mesure ?
En déduire un énoncé plus précis de la loi de Boyle-Mariotte.

IV. Application de la loi de Boyle-Mariotte à la plongée sous-marine

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 de 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 très dangereux de bloquer sa respiration lors de la remontée !

Physique chimie 2nde, Hachette, 2010, p. 290

- 1) Sans calcul, expliquer que « la diminution de pression s'accompagne d'une augmentation de volume de l'air contenu dans ses poumons ».
- 2) À 10 m de profondeur, une quantité d'air donnée occupe un volume $V = 3,0$ L.
Quel volume V' cette même quantité d'air occupe-t-elle lorsqu'elle arrive à la surface ?
On rappelle que la différence de pression entre deux points A et B dans un liquide est :

$P_B - P_A = \rho_{\text{liq}} \times g_T \times (h_B - h_A)$	P_B , en Pa , Pression du fluide au point B P_A , en Pa , Pression du fluide au point A ρ_{liq} , en kg/m³ , Masse volumique du fluide g_T , en N·kg⁻¹ , intensité de la pesanteur terrestre h_B , en m , Profondeur du point B h_A , en m , Profondeur du point A
---	---

- 3) Expliquer pourquoi « il est très dangereux de bloquer sa respiration lors de la remontée ».