



CH 5 : DESCRIPTION D'UN FLUIDE AU REPOS (Chapitre 11 du livre p 193)

(THÈME 2 : MOUVEMENT ET INTERACTIONS)

Activité 1 : Mesurer la pression

I. Histoire des sciences

Objectif : Connaître les unités de pression

La pression d'un gaz se mesure avec un baromètre. Elle s'exprime le plus souvent en pascal (Pa) ou en bar. Cet instrument a subi de nombreuses améliorations dans le but de mesurer précisément la pression atmosphérique.

Le premier baromètre a été inventé par Evangelista Torricelli (1608-1647) en 1643. Il s'agissait à l'époque d'un tube de verre rempli de mercure et retourné sur une cuve de mercure (fig. 4).

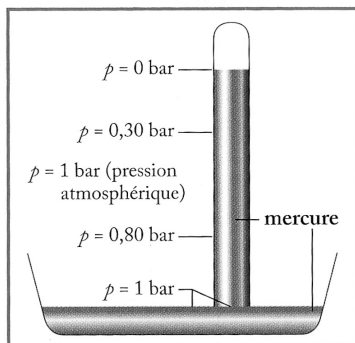


fig. 4 : Pression du mercure dans un tube de Torricelli.

Un perfectionnement du baromètre de Torricelli fut le baromètre anéroïde (fig. 5) inventé par Lucien Vidie (1805-1866) en 1844. Ce dispositif utilise la variation d'un petit volume de gaz contenu dans une boîte légèrement déformable. La déformation de la boîte est reliée à une aiguille indiquant ainsi la pression.

De nos jours, les baromètres électroniques (fig. 6) sont largement utilisés. Ils traduisent en valeurs numériques les déformations d'une capsule, évitant ainsi l'utilisation des pièces mobiles d'un baromètre anéroïde classique.

Pour mesurer la pression dans les liquides, des dispositifs plus résistants sont utilisés car la pression peut être bien plus grande.

Ces appareils s'appellent *pressiomètre* ou *manomètre*.

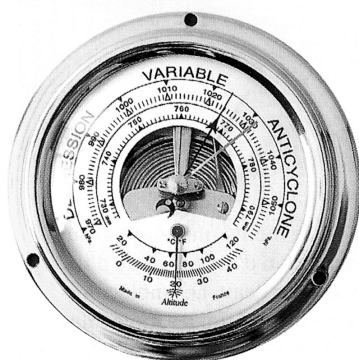


fig. 5 : Baromètre anéroïde.

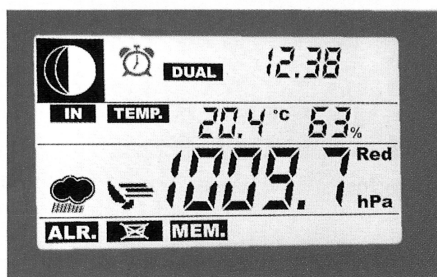


fig. 6 : Baromètre électronique.

Questions

1. Pourquoi le baromètre de Torricelli ne se vide-t-il pas totalement ?
2. Dans l'appareil de Torricelli, la différence de pression du mercure est de 1,00 bar pour une différence de hauteur de 760 mm. Quelle devrait être la hauteur d'un tube de Torricelli pour avoir une telle différence de pression si l'eau était utilisée à la place du mercure ? (La densité du mercure vaut 13,5)
3. Pourquoi l'unité de pression s'exprime-t-elle en bar ou pascal ?

Vocabulaire

- Le pascal (Pa) est l'unité internationale de pression utilisée en physique. C'est l'unité à utiliser dans les calculs.
- Le bar est une unité de pression reliée au pascal par la relation : $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$. Cette unité a été introduite par commodité car la pression atmosphérique est proche de 1 bar.
- La pression dans l'eau augmente de 0,010 bar tous les 10 cm, alors qu'il faut s'élever de 430 m pour observer la même diminution de pression dans l'atmosphère.



- Pensez-vous qu'un baromètre usuel (dont les graduations sont espacées de 100 Pa) soit sensible à une variation de pression de l'air dans un bâtiment ?

II. Pression et force pressante

Objectif : Utiliser la relation entre pression et force pressante

ÉTUDE DOCUMENTAIRE

Pour respirer sous l'eau, un plongeur doit disposer d'air qu'il peut recevoir de différentes façons. La plus simple est la respiration à l'aide d'un tuba. Pourquoi alors utiliser des dispositifs sophistiqués comme le scaphandre de Tintin (fig. 1) ou les bouteilles de plongée ? C'est ce que nous allons tenter de comprendre ici.

En s'enfonçant sous l'eau, la **pression** de l'eau augmente de 1 bar tous les 10 m. Ainsi, à 10 m de profondeur, chaque centimètre carré de la peau d'un plongeur est soumis à une **force pressante** correspondant au poids d'une masse de 2 kg. La cage thoracique du plongeur est donc soumise à près de deux tonnes : c'est énorme ! Les muscles de la respiration ne peuvent pas exercer une telle force pour respirer l'air de la surface par un long tuba, car cet air est à la pression atmosphérique. Le plongeur a donc besoin de recevoir de l'air à la même pression que celle de l'eau entourant ses poumons. Les muscles de la respiration n'ont alors aucun effort supplémentaire à fournir et le plongeur peut respirer avec autant d'aisance qu'à l'air libre. Cette pression de l'air est créée par une pompe actionnée sur le bateau pour les plongeurs en scaphandre ou est présente dans les bouteilles d'air comprimé des plongeurs autonomes.

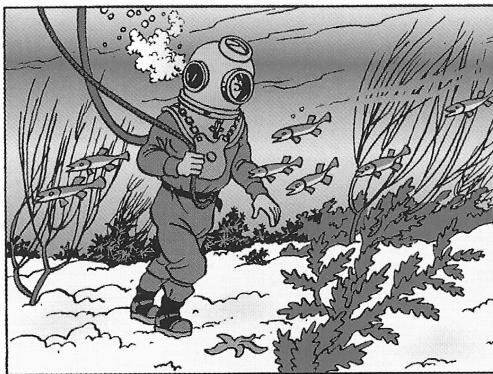


fig. 1 : Tintin équipé d'un scaphandre alimenté en air par les Dupondt dans *Le trésor de Rackham le rouge*.

Investigation

- Estimer l'aire de votre cage thoracique et vérifier les données du texte à ce sujet.

QUESTIONS

1. La pression dans une bouteille de plongée est de 150 bars. À quelle profondeur théorique une telle pression permet-elle de plonger ?
2. Si l'aire de la paroi de la bouteille est de 55 cm^2 , quelle force l'air comprimé exerce-t-il sur cette paroi ?
3. Le cerveau ne supporte pas l'air à une pression supérieure à 8 bars. Quelle est en fait la profondeur maximale à laquelle il est permis de plonger avec un équipement ordinaire ?

Vocabulaire

- La **pression** est une grandeur qui caractérise un liquide ou un gaz. Sous l'eau, la pression augmente d'un bar tous les dix mètres. La pression de l'air atmosphérique, en revanche, diminue lentement avec l'altitude et vaut environ 1 bar au niveau de la mer.
- Le **bar** est, comme le pascal (Pa) et l'atmosphère (atm), une unité de mesure de pression.
 $1 \text{ bar} = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$.
- La **force pressante** F exercée par un fluide (eau, gaz, ...) sur un objet immergé d'aire S est reliée à la pression P du fluide en ce point par la relation : $F = P \times S$.
Si P est en pascal, S en mètre carré, alors F est en newton.



CH 5 : DESCRIPTION D'UN FLUIDE AU REPOS

(Chapitre 11 du livre p 193)

(THÈME 2 : MOUVEMENT ET INTERACTIONS)

Activité 2 : Loi de Boyle-Mariotte

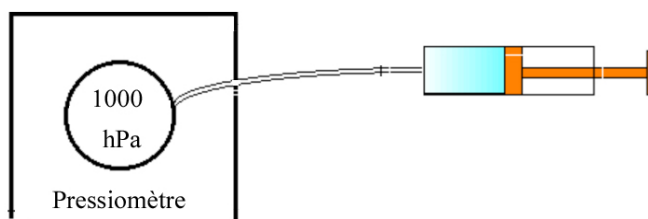
Objectif : Pratiquer une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesures

I. But du TP

On se propose de vérifier la loi de Boyle - Mariotte , (respectivement physicien irlandais 1627 –1691, et physicien français 1620 – 1684) qui parvinrent à établir une relation simple entre pression et volume d'une quantité déterminée de gaz prise à température constante (modèle du gaz parfait).

II. Dispositif expérimental

Une grosse seringue graduée contient un volume de 30 mL d'air à la pression atmosphérique normale et à une température constante. Elle est reliée à un pressiomètre électronique permettant de mesurer en permanence la pression P de l'air qui y est enfermé. La pression de l'air mesurée est donnée en hPa.



III. Mode opératoire

On fait varier le volume V de 5 mL en 5 mL **depuis la valeur initiale de 30 mL** jusqu'à 15 mL et l'on note à chaque fois la pression correspondante. On laisse le piston revenir doucement à la position initiale pour laquelle on vérifie si la valeur de la pression n'a pas changé. On effectue de même une série de mesures en dilatation jusqu'à 60 mL.

IV. Exploitation des résultats

1. Relever les valeurs de la pression P et du volume V du gaz dans le tableau suivant :

V (mL)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
P (hPa)										

2. Tracer, à l'aide d'un tableur ou de papier millimétré, la courbe $P = f(V)$. Que peut-on dire en observant cette courbe ?

On crée ensuite la grandeur calculée $X = 1 / V$. Compléter le tableau ci-dessous.

V (mL)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
V (L)										
$X (L^{-1})$										
P (hPa)										

3. Tracer, à l'aide du tableur ou de papier millimétré, la courbe $P = f(X)$.

Quelle est l'allure de cette courbe ? À quelle fonction mathématique correspond-elle ?

4. Modéliser cette courbe.

5. Que peut-on dire du produit $P \times V$? En déduire un énoncé possible de la loi de Boyle - Mariotte.

6. Quelles sont les deux autres grandeurs physiques caractérisant ce gaz qui sont restées constantes durant l'expérience ?



CH 5 : DESCRIPTION D'UN FLUIDE AU REPOS

(Chapitre 11 du livre p 193)

(THÈME 2 : MOUVEMENT ET INTERACTIONS)

Activité 3 : Pression et plongée sous-marine

Objectif : Pratiquer une démarche expérimentale pour établir l'influence de la profondeur sur la pression d'un liquide et pour établir un modèle à partir d'une série de mesures

I. Démarche d'investigation

Un groupe de jeunes, inscrits dans un club pour passer les brevets de la Fédération Française d'Études et de Sports Sous-marins, est appelé à se pencher sur une étude de cas dans le cadre de la formation. Il leur est nécessaire d'acquérir certaines notions scientifiques, car une bonne compréhension de ces lois permet de bien intégrer les règles de sécurité.

Un groupe de pratiquants effectue une plongée sous-marine, encadré par des animateurs. Equipés de bouteilles de plongée, ils plongent par petits groupes, lorsque subitement ils sont surpris par le courant de la marée descendante. Aidés par les sauveteurs de la plage, chacun est repêché et ramené sur le rivage, sauf ... Michel. Après une demi-heure de recherche, il est repéré, inconscient et évacué en ambulance vers une unité de soins intensifs pour être traité en caisson hyperbare.

Sur les lieux, les amis de Michel discutent à propos de l'accident.

- Bénédicte : « Il était avec moi à près de 30 mètres sous l'eau, sa bouteille de gaz n'était pas vide ».
- Paul : « Depuis combien de temps ? »
- Bénédicte : « Environ 20 minutes. »
- Julien : « Oui maispourquoi est-il remonté si vite ? »
- Paul : « Le détendeur a bien été vérifié. »
- Bénédicte : « J'espère que ce ne sera pas trop grave. »
- Julien : « J'aimerais savoir ce qui s'est réellement passé. »



L'objectif est d'essayer de comprendre ce qu'il s'est passé.

Pour cela, vous allez effectuer plusieurs études à l'aide du matériel disposé dans la salle de TP et d'Internet, puis vous ferez un compte-rendu des travaux effectués.

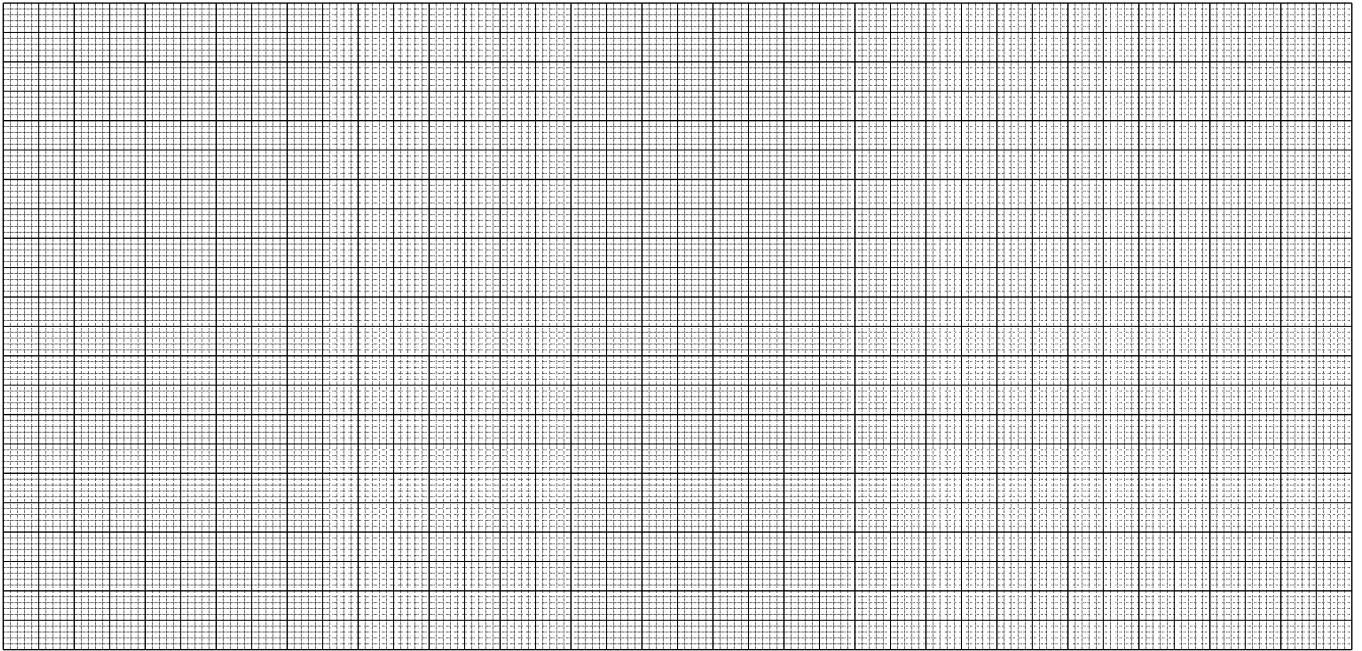
Manipulations proposées :

1. Mise en évidence de la pression d'un fluide (liquide ou gaz) sur une paroi (notion de force pressante)
2. Étude de la variation de dissolution d'un gaz dans l'eau en fonction de la pression
3. Étude de l'évolution de la pression de l'eau en fonction de la profondeur (et modélisation à l'aide d'un tableur)
4. Étude de l'évolution du volume d'un gaz en fonction de la pression (Loi de Boyle-Mariotte - TP n°2)
5. Interprétation microscopique de la pression d'un gaz à l'aide de la simulation sur Internet : http://physiquecollege.free.fr/physique_chimie_college_lycee/quatrieme/chimie/air_pression.htm (ou la vidéo associée <https://www.youtube.com/watch?v=bsO0fCAazP8>)
6. Étude des conséquences physiologiques des gaz dissous dans le corps (utilisation d'Internet)

Remarque : Vous pourrez visionner, après le TP, la vidéo de l'émission « C'est pas sorcier » consacrée à la plongée sous-marine et intitulée « Un bol d'air dans le grand bleu ».

<https://www.youtube.com/watch?v=sKRXeZBsdhk>

Graphique de l'évolution de la pression de l'eau en fonction de la profondeur



Graphique de l'évolution de la pression de l'eau en fonction de la profondeur

