

Athénée royal du Condroz Jules Delot
Ciney

Module 2

Masse et poids
Force d'Archimède

3ème générale
Physique 1h/semaine

Ir Jacques COLLOT

Activité 1 : masse et poids

1. Objectifs

- Mise en commun des compétences (savoirs et savoir-faire) lors d'un travail en équipe ou par 2.
- Utilisation correcte du dynamomètre.
- Identification sur un graphique cartésien, au départ de résultats expérimentaux, d'une fonction du type $y = k.x$.
- Calcul, au départ d'un graphique cartésien, du coefficient directeur k de la droite $y = k.x$.
- Identification, au départ d'un tableau de données, de deux grandeurs directement proportionnelles.
- Calcul, au départ d'un tableau de données, du coefficient de proportionnalité de deux grandeurs directement proportionnelles.
- Calcul d'une grandeur dans les formules identifiées, les deux autres étant fournies.
- Transformation d'unités.
- Transformation de formules.

2. Objectifs de savoirs

- Notion de masse et poids.
- Formulation de la relation entre masse et poids : $G = mg$
- Appropriation et utilisation :
 - a) des symboles des grandeurs « masse, poids, champ de pesanteur » ;
 - b) des unités SI de ces grandeurs ;
 - c) des symboles de ces unités ;
 - d) des multiples.

3. Poids et dynamomètre

Je mets un écrou dans ma main. Je sens que cet écrou a un certain poids. La Terre l'attire vers elle.

Le poids d'un objet est la force exercée par la Terre sur l'objet. On peut aussi l'appeler « force de pesanteur » ou « force de gravité ».

Cette force est exercée suivant la **verticale** et orientée **vers le centre de la Terre**.

Je prends maintenant une pièce de monnaie. Elle aussi est attirée par la Terre. Elle a un certain poids.

Quel est, de l'écrou ou de la pièce de monnaie, l'objet qui a le poids le plus important ?

Soupeser n'est pas assez précis pour le savoir. Je dois utiliser un ressort.

Je suspends la pièce au ressort et mesure l'allongement. Je fais la même chose avec l'écrou.

Le plus lourd est celui qui allonge le plus le ressort !

Le poids de A est plus important que celui de B s'il allonge plus le ressort.

Je prends un deuxième écrou. Les deux écrous, identiques, ont le même poids. Ensemble, ils ont un poids double... Trois, quatre, cinq écrous ont, ensemble, un poids trois, quatre, cinq fois plus grand.

Le poids d'un ensemble d'objets identiques est proportionnel au nombre d'objets.

Suspendons des pièces identiques à un ressort. 2, 4, 6, 8... pièces ont, ensemble, un poids 2, 4, 6, 8 fois plus grand qu'une seule pièce.

Le ressort s'allonge de plus en plus, proportionnellement au nombre de pièces suspendues. Ceci montre que l'allongement d'un ressort permet non seulement de dire si un objet est plus lourd qu'un autre, mais aussi combien de fois il est plus lourd.

Le poids de A est « x » fois plus grand que celui de B s'il allonge « x » fois plus le ressort.

Les **dynamomètres** que nous utilisons sont basés sur cette propriété : l'allongement d'un ressort est proportionnel à la force qu'il subit.

Il faut prendre certaines précautions avec un ressort :

→ les spires ne peuvent pas se toucher (la nacelle de la première activité permettait de les écarter)

→ il ne faut pas tirer trop fort, sous peine de dépasser « la limite d'élasticité » au-delà de laquelle le ressort perd sa belle propriété (et est définitivement abîmé).

Cette propriété ne se retrouve pas dans un élastique : son allongement n'est pas proportionnel à la force qu'il subit. Il ne peut pas servir de dynamomètre.

Reprenons nos pièces, nos écrous et notre ressort gradué (= notre dynamomètre). Imaginons que nous pouvons nous déplacer sur la Lune et recommencer les expériences.

Suspendons un écrou. Le ressort s'allonge six fois moins que sur la Terre.

Suspendons une pièce. Même constat : le ressort s'allonge six fois moins que sur la Terre.

Le poids de l'écrou, de la pièce de monnaie est six fois plus petit sur la Lune que sur la Terre.

Sur la Lune, les poids de tous les objets sont 6 fois plus faibles que sur la Terre. Si, sur la Terre, A est « x » fois plus lourd que B, il est aussi « x » fois plus lourd que B sur la Lune.

Que se passerait-il si nous recommencions l'activité 1 sur la Lune ?

Suspendons 2, 4, 6, 8... pièces au ressort. Chaque fois, l'allongement du ressort est 6 fois plus petit que celui qui avait été mesuré sur la Terre.

Si nous refaisons le graphique, nous obtenons à nouveau une droite. Mais cette droite est 6 fois moins inclinée que celle obtenue sur la Terre. Sur la Lune, l'allongement est aussi proportionnel au nombre de pièces suspendues, mais il est 6 fois plus petit que sur Terre.

Le dynamomètre peut aussi être utilisé sur la Lune.

Il indique que le poids est 6 fois plus faible.

4. Masse

Nous venons de voir que le poids dépend non seulement de l'objet, mais aussi de l'astre sur lequel il se trouve. Puisqu'il n'est pas partout le même, le poids ne peut être caractéristique de l'objet.

La masse est une grandeur qui, par définition, caractérise l'objet sans dépendre de l'endroit où il se trouve.

Il y a environ 200 ans, un objet courant a été choisi comme référence : un litre d'eau pure à 4°C. Cela définit l'unité de masse : le kilogramme.

Cette référence a été remplacée depuis par une autre : un cylindre d'un alliage de platine et d'iridium de 39 mm de diamètre sur 39 mm de haut. Si ce cylindre est transporté sur la Lune (ou n'importe où dans l'Univers), son poids varie, mais, **par définition**, sa masse reste égale à 1 kg.

Prenons un sac contenant 1 kg d'eau (ou 1 kg étalon en platine). Suspendons-le à un ressort. Il s'allonge. Prenons maintenant un sac contenant d'écrous. Suspendons-le au même ressort. Si le ressort s'allonge de la même manière qu'avec le kg d'eau, c'est que les deux sacs ont le même poids. Mais en plus, nous dirons que, par définition, le sac d'écrous a la même masse que le sac d'eau : 1 kg.

Deux objets qui ont le même poids (au même endroit) ont la même masse.

Puisque le **poids** d'un ensemble d'objets identiques est proportionnel au nombre d'objets, il est clair que 3 paquets de sucre (identiques) de 1kg chacun ont, ensemble, une **masse** de 3 kg.

Il existe un autre instrument, plus simple, qui permet de connaître la masse d'un objet : la balance à deux plateaux et à bras de même longueur.

Quand elle est en équilibre, c'est que les masses des charges des deux plateaux sont identiques. Il suffit de mettre d'un côté des masses connues. Pour cela, on utilise des « masses marquées ».

Un avantage de cette balance est de comparer les masses en une seule opération.

Cette balance peut-elle fonctionner aussi bien sur la Lune que sur la Terre ? Deux objets qui ont le même poids sur la Terre exercent la même force sur les plateaux. La balance est en équilibre.



Sur la Lune, les poids des deux objets sont divisés par 6.

Les deux forces sont donc 6 fois plus faibles. La balance reste en équilibre.

Notons pour terminer que la solidité de la balance est évidemment un avantage bien plus important !

Résumé :

La masse d'un objet est la même partout, elle ne dépend que de l'objet. Elle est liée à la quantité de matière, c'est une des caractéristiques de l'objet. Elle s'exprime en kg. Deux objets qui ont le même poids à un endroit ont la même masse. On peut connaître sa valeur en comparant, à l'aide d'une balance, l'objet à des objets de masse connue. Le kilogramme étalon a été défini d'abord en utilisant de l'eau puis un cylindre de platine.

5. Unité de force : le newton

La masse s'exprime en kg. Nous avons déjà utilisé des dynamomètres et nous avons vu qu'ils sont gradués en « newtons ». Qu'est-ce qu'un newton ?

Le plus simple aurait sans doute été de dire : « **un newton** est le poids, sur la Terre, d'un objet de 1 kg ». Nous allons voir que ce n'est pas le choix qui a été fait...

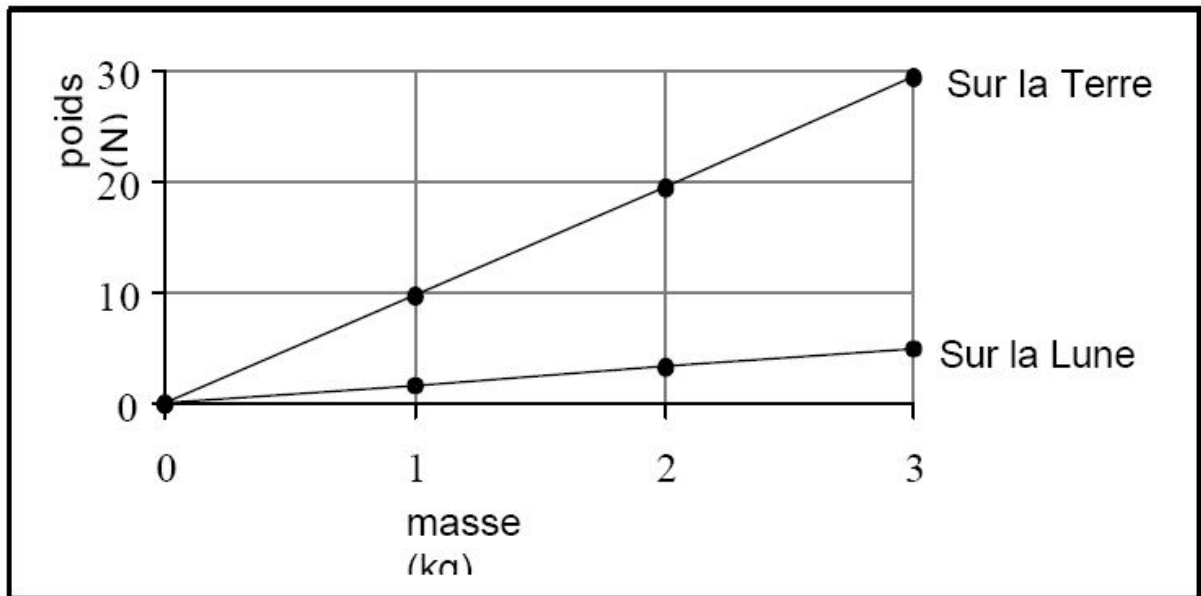
Prenons un dynamomètre gradué jusqu'à 10 N. Suspendons-y une masse marquée de 1 kg (ou un paquet de sucre de même masse). Notre dynamomètre indique... un peu moins de **10 N**.

Le poids, sur la Terre, d'un objet de 1 kg vaut (approximativement) 9,8 N.

Quelle drôle de valeur ! Pour avoir un début d'explication, il faudra lire la première remarque en fin de chapitre...

Bien sûr, si nous suspendons 2 kg puis 3 kg (de sucre ou d'autre chose), le ressort s'allonge 2 puis 3 fois plus. Le poids est 2 puis 3 fois plus important (environ 19,6 N et 29,4 N).

Si l'expérience était refaite sur la Lune, le dynamomètre indiquerait des poids d'environ 1,7 N, 3,3 N et 5,0 N. C'est ce que montre le graphique suivant.



6. Le poids n'est pas le même partout sur la Terre

A l'époque de Newton, beaucoup de gens pensaient déjà que le **poids** d'un objet, la force qui le fait tomber vers la Terre, est causé par la Terre. Ils pensaient que ce poids devait être un peu plus petit au sommet d'une montagne qu'à son pied, qu'il devait diminuer avec l'altitude :

« Si nous montons, nous nous éloignons de la Terre, elle doit donc nous attirer moins fortement, un peu comme un aimant attire moins fort un clou qui est placé un peu plus loin ! »

Certains pensaient que si on parvenait à monter à une altitude égale au rayon de la Terre (6 400 km environ), donc si on se trouvait à une **distance double de son centre**, le **poids** d'un objet serait **divisé par 2**.

D'autres, comme Newton, pensaient que le poids serait encore plus petit : **divisé par 4** (et pas par 2). On a pu prouver, en faisant des mesures très précises, que le poids d'un objet varie bien avec l'altitude... et exactement de la manière prévue par Newton ! (Si nous montons au sommet d'une montagne, avec notre dynamomètre et un objet à peser, nous ne parvenons pas à voir la moindre différence : la variation du poids est très faible. Il faut des dynamomètres très précis pour la détecter.)

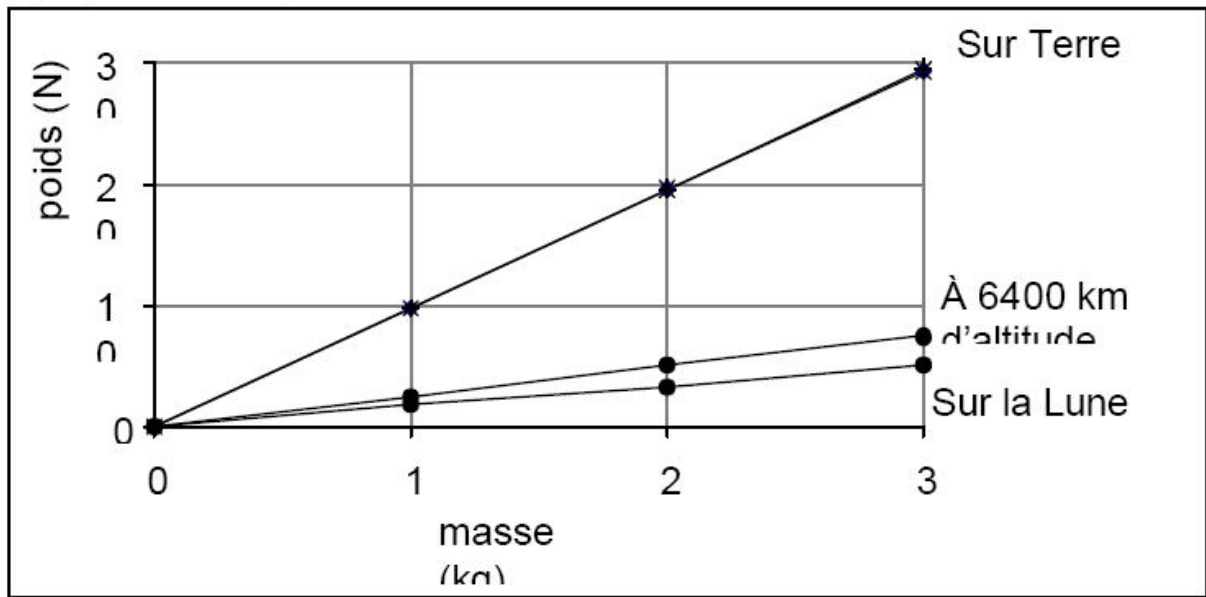
Newton pensait également que la Terre n'est pas sphérique :

« puisqu'elle tourne sur elle-même, notre planète doit être aplatie aux pôles »

« si elle est aplatie aux pôles, le poids d'un objet doit être un peu plus important aux pôles qu'à l'équateur » (parce qu'aux pôles l'objet est plus proche du centre de la Terre).

Tout cela a été vérifié : la Terre est aplatie aux pôles et le poids des objets y est un tout petit peu plus important. Les mesures confirment pratiquement les valeurs prévues par Newton : le poids d'un objet de 1 kg vaut (approximativement) 9,81 N à notre latitude, 9,78 N à l'équateur et 9,83 N aux pôles.

Le graphique suivant reprend les différentes mesures, sur la Terre, en altitude et sur la Lune.



Trois séries de points représentent les valeurs du poids aux pôles, à l'équateur et à notre latitude. Les valeurs sont si proches qu'il est impossible de les distinguer sur le graphique !

7. Relation mathématique entre poids et masse

A partir de graphiques et de tableaux de données fournis, nous pouvons maintenant écrire la relation liant le poids d'un objet à un endroit à sa masse. C'est simplement l'équation de la droite (correspondant à cet endroit) apparaissant sur le graphique :

$$\frac{\text{poids}}{\text{masse}} = k \quad \Rightarrow \quad \frac{G}{m} = k$$

$$\text{poids} = k \cdot \text{masse} \quad G = m \cdot k$$

Le coefficient de proportionnalité entre les deux grandeurs est le coefficient directeur de la droite. Sa valeur dépend évidemment de l'endroit où l'objet se trouve : 9,78 à l'équateur, 9,83 aux pôles, 9,81 dans notre laboratoire, environ 2,45 à 6 400 km d'altitude et 1,67 sur la Lune.

Son unité est facilement déduite de la loi :

$$\begin{array}{c} \text{N} \\ \text{kg} \end{array} \quad \frac{\text{poids}}{\text{masse}} = k \quad \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

Ce coefficient est assez important en physique. Il est représenté par une lettre particulière : « *g* » (cela vient de « **gravité** »), *g* est « **la valeur du champ de pesanteur** ».

Nous pouvons donc réécrire la loi liant le poids à la masse :

$$\text{poids} = \text{masse} \times g \quad \Rightarrow \quad G = mg$$

où « *g* » dépend de l'endroit où l'objet se trouve.

8. Remarques (Pour information)

1. D'où vient la définition du **newton** ? D'où vient cette valeur bizarre de 9,8 pour « g » (à la surface de la Terre) ?
Imaginons un objet de **UN** kg, immobile. Imaginons qu'une force lui est appliquée pendant **UNE** seconde. Il se met en mouvement. Au bout de cette période d'une seconde, il atteint une certaine vitesse. Réglons la valeur de la force pour que cette vitesse soit exactement égale à **UN** m/s. C'est ça une force de **UN** newton. Voilà comment le newton est défini !
Nous pouvons encore ajouter une clé de l'énigme du « 9,81 » : si nous lâchons un paquet de 2 kg de sucre (ou d'autre chose), il tombe, sous l'effet de son poids. Son poids a une valeur de 19,6 N.
Au bout d'une seconde, le paquet atteint une vitesse de... 9,8 m/s (environ 10 m/s) ! De même, n'importe quel objet qui tombe vers la Terre, tombe avec une vitesse de 9,8 m/s.
Tout cela sera étudié en détail en 4e et en 5e.
2. Nous avons dit que la masse est une **caractéristique de l'objet** (elle ne dépend pas de l'endroit où il se trouve). On dit aussi souvent que la masse « **est liée** » à la quantité de matière. On veut dire que la masse dépend du nombre de molécules que l'objet contient. Deux kg de sucre contiennent bien sûr deux fois plus de molécules de sucre qu'un kg de sucre. **Mais...** un kg de sel ne contient pas le même nombre de molécules que un kg de sucre : les molécules de sucre sont beaucoup plus grosses, « massives » que celles de sel... et il faut beaucoup plus de molécules de sel que de sucre pour faire un kg ! Le **nombre** de molécules ne détermine pas tout seul la masse, leur **nature** compte aussi.
Nous verrons plus tard (entre autre au cours de chimie qui s'intéresse particulièrement aux molécules) que les **molécules** sont formées **d'atomes** dont la masse est essentiellement formée par un « **noyau** ». Les noyaux des atomes sont composés de particules appelées « **nucléons** » (le nom vient de noyau). Les physiciens et les chimistes savent maintenant que le nombre de nucléons est le même dans un kg de sel, de sucre, de plume, de plomb, d'eau...
Retenons simplement que la masse **est liée** au **nombre** de molécules et à leur **nature**, mais que nous ne pouvons pas dire que la masse **EST** la quantité de matière. Ce n'est pas ça la définition de la masse. Cette définition précise sera vue en 4e.
3. On parle souvent de « **kilo** ». C'est une erreur (en fait, un abus de langage). Il faut savoir que « kilo » veut simplement dire « **mille** ». Ainsi, il y a des **kilomètres**, des **kilogrammes**, des **kilnewtons**, des **kilowatts**... Dans le cas d'une masse, il s'agit donc de « **kilogrammes** » (noté kg, une abréviation pour 1000 g). Connaissez-vous les préfixes voulant dire **cent** ? Un **million** ? Un **milliard** ?
4. Nous avons vu que le poids dépend de l'endroit où l'objet se trouve. En particulier, comme la Terre est un peu aplatie aux pôles, « g » y est un peu plus grand (on y est plus près du centre). Il n'y a pas que la distance au centre de la Terre qui influence la valeur du poids mesurée par un dynamomètre : la rotation de la Terre sur elle-même produit un petit effet centrifuge qui diminue la valeur de la force exercée sur le ressort par l'objet suspendu. A l'équateur, le poids apparent, celui qui est mesuré par le dynamomètre, est un peu plus petit que la force qui est réellement exercée par la Terre sur l'objet. Mais la différence est tellement faible que nous n'en tiendrons pas compte. Il faut noter que Newton avait prévu correctement cet effet !

9. Modèles d'exercices d'application ou d'évaluation

Sur la Terre, « g » vaut toujours environ 9,8 N/kg.

« g » diminue avec l'altitude et a une valeur complètement différente sur les autres astres.

Pour simplifier les calculs, utiliser : $g = 10 \text{ N/kg}$ sur la Terre et $g = 1,7 \text{ N/kg}$ sur la Lune.

1. Je vais chez l'épicier acheter « un kilo d'oranges ».
Quelle est la masse d'orange que je rapporte à la maison ?
Quelle est la valeur du poids de ces oranges ?
2. Comme je suis souvent dans la Lune (il faut dire que tout y est bien plus léger !), j'ai décidé d'aller y faire mes courses. Je vais chez l'épicier du coin acheter « un kilo d'oranges ». Cet épicier utilise une balance à 2 plateaux.
Quelle est la masse d'orange que je reçois ?
Quelle est la valeur du poids des oranges que me donne l'épicier lunaire ?
Je rentre à la maison, sur Terre. Quelle est la masse d'orange que je rapporte ?
Quel est le poids de ces oranges ?
3. a. Je suis à la maison. Je monte sur ma « balance ». Elle indique « 50 kg ».
Quelle est ma masse ? Quel est mon poids ?
Note importante : ma « balance » est en réalité un « pèse-personne », c'est-à-dire un dynamomètre !
b. Je suis à nouveau « dans » la Lune... Avant de partir, je suis monté sur mon pèse-personne (qui est un dynamomètre). Il indiquait 50 kg.
Cette fois, je l'ai emporté avec moi. Sur la Lune, je monte sur lui. Qu'indique-t-il ?

4. Compléter le tableau suivant :

Astre	g (N/kg)	masse (kg)	poids (N)
Terre	9,8		800
Lune	1,7	500	
Mars		100	372
Vénus		0,4	3,44

5. Ta masse est de et ton poids est de Par rapport à ces valeurs :

Comment sera ta masse sur le mont Blanc ?	plus petite / égale / plus grande
Comment sera ton poids sur le mont Blanc ?	plus petit / égal / plus grand
Comment sera ta masse à l'équateur ?	plus petite / égale / plus grande
Comment sera ton poids à l'équateur ?	plus petit / égal / plus grand
Comment sera ta masse sur la Lune ?	plus petite / égale / plus grande
Comment sera ton poids sur la Lune ?	plus petit / égal / plus grand

Annexes

Quelques valeurs de g (en N/kg) sur la Terre		Quelques valeurs de g (N/Kg) dans le système solaire	
Equateur	9.780	Soleil	274
Panama	9.782	Mercure	3.72
Paris	9.809	Venus	8.85
Tokyo	9.798	La Lune	1.57
San Francisco	9.800	Mars	3.72
New York	9.803	Jupiter	24.8
Munich	9.807	Saturne	10.5
Leningrad	9.819	Uranus	9.0
Pôle Nord	9.832	Neptune	11.0

Activité 2a : force d'Archimède dans les liquides

1. Objectifs de l'activité

- Rappeler la notion de forces pressantes exercées par l'eau (et tous les liquides) sur les surfaces du récipient qui la contient (surfaces pressées).
- Découvrir que les forces pressantes exercées par l'eau agissent aussi sur les corps :
 - partiellement immergés (corps flottants) ;
 - complètement immergés.
- Découvrir les paramètres qui influencent la force d'Archimède.
- Effectuer des mesures afin d'estimer la valeur de la force d'Archimède.
- Conclure en dégagant les 3 étapes conduisant à la loi d'Archimède :
 - 1- un objet dans un liquide déplace un volume de liquide ;
 - 2- ce volume de liquide déplacé a un poids ;
 - 3- la valeur de la force d'Archimède est égale à la valeur de ce poids.

2. Objectifs de savoirs

- Découverte de la notion de corps flottants - immergés.
- Découverte de la force d'Archimède.

- Découverte de ses caractéristiques (à l'exception du point d'application) et des paramètres d'influence.
- Applications

3. Objectifs de savoir-faire

- Dégager les variables dépendante et contrôlée lors d'une expérience.
- Tracer un graphique et dégager le coefficient de proportionnalité.
- Transférer certaines notions dans d'autres contextes.

4. Notions de corps flottants.

4.1 Rappel : Représentation d'une force.

Le poids d'un corps mesure la force avec laquelle la Terre attire un objet de masse donnée en un endroit déterminé. La force est représentée par un segment orienté de droite (plus tard nous dirons : un vecteur). Ce segment orienté de droite possède :

- 1- Une direction (la droite qui détermine le segment)
- 2- Un sens
- 3- Un point d'application, c'est-à-dire à quel endroit la force agit. En général, ce point est le centre de gravité du corps.
- 4- Une intensité qui se mesure en newtons. La longueur du segment orienté est proportionnelle à l'intensité de la force.

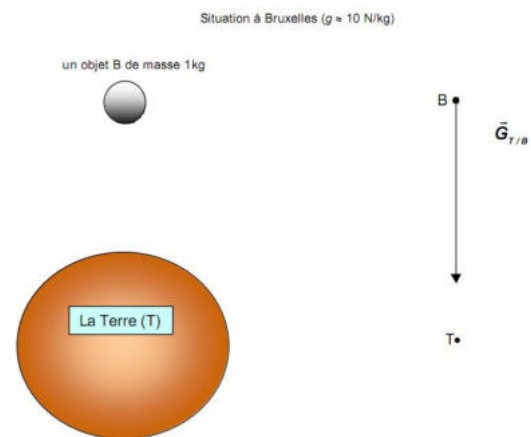


Fig 4.1 : Représentation de la force poids d'un objet B de masse 1 kg

4.2 Corps flottants.

Sur l'eau, les bateaux sont plus ou moins enfoncés. Bien entendu, nous savons que cela dépend de leur charge. Plus les bateaux sont chargés, plus ils s'enfoncent. Il est d'ailleurs évident qu'une charge maximale ne peut être dépassée !

Une expérience simple permet de modéliser cette situation :

Utilisons des bouteilles identiques de $\frac{1}{2}$ litre (plastique). Lestons-les : 2 N, 4 N, 6 N et 8 N. Les deux premières flottent, les deux autres coulent. Remarquons que, dans tous les cas, le niveau d'eau monte : un objet dans un liquide déplace un volume de liquide.

Pourquoi les deux premières bouteilles flottent-elles ? Pourquoi les bateaux ne coulent-ils pas ?

L'eau exerce une force qui les soutient.

Quelle est l'orientation de cette force (droite d'action, sens) ? Quelle est sa valeur ?

Elle est dirigée verticalement vers le haut. Sa valeur est égale au poids de l'objet.

Conclusion :

Cette force exercée par l'eau sur l'objet flottant s'appelle force d'Archimède, elle est verticale, dirigée vers le haut et sa valeur est égale au poids de l'objet.

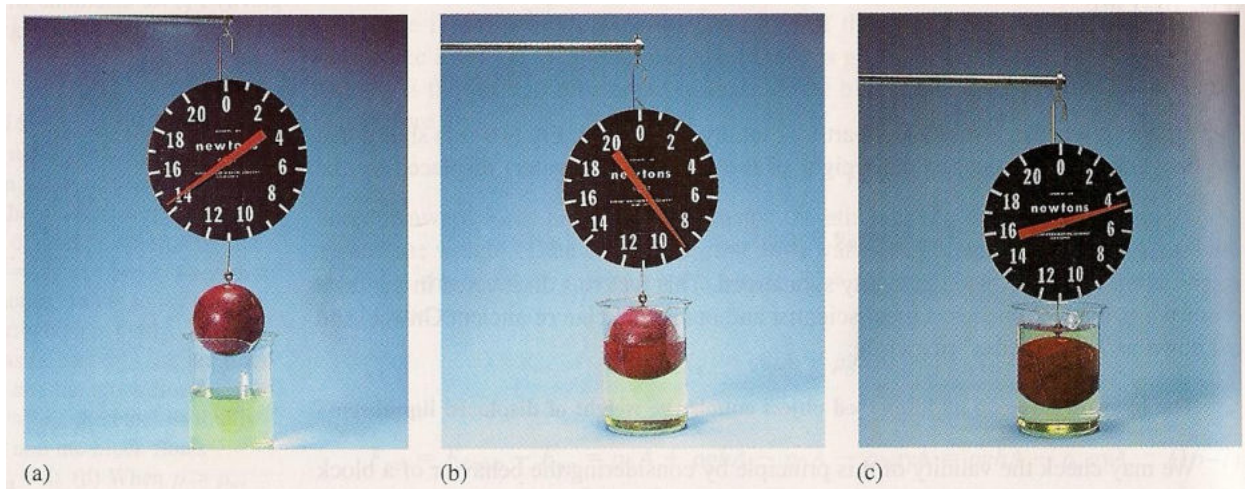


Fig 4.2 : (a) La sphère ne déplace pas d'eau, le dynamomètre indique le poids de la sphère ; (b) La sphère plonge partiellement dans l'eau, le dynamomètre indique une valeur moindre ; (c) La sphère plonge totalement dans l'eau, le dynamomètre indique le poids de la sphère diminué de la force d'Archimède

5 Caractéristiques et mesure de la force d'Archimède dans les liquides

5.1 Généralisation de la force d'Archimède.

L'eau exerce-t-elle également une force sur les deux bouteilles qui coulent ? (Rappelons qu'il s'agit de deux bouteilles de $\frac{1}{2}$ litre lestées de manières différentes) :

- peut-être : on fait de la gymnastique et de la rééducation en piscine pour que ce soit plus facile... « l'eau porte le corps ».
- si oui, cette force est plus petite que le poids puisque les bouteilles ne flottent pas.

Pour le vérifier, nous devons faire des mesures.

- Utilisons la bouteille lestée à 6 N.
- Suspendons-la à un dynamomètre (10 N). Il indique 6 N.
- Plongeons-la entièrement dans l'eau. Le dynamomètre indique 0,5 N (environ). L'eau exerce donc une force verticale vers le haut de 5,5 N.

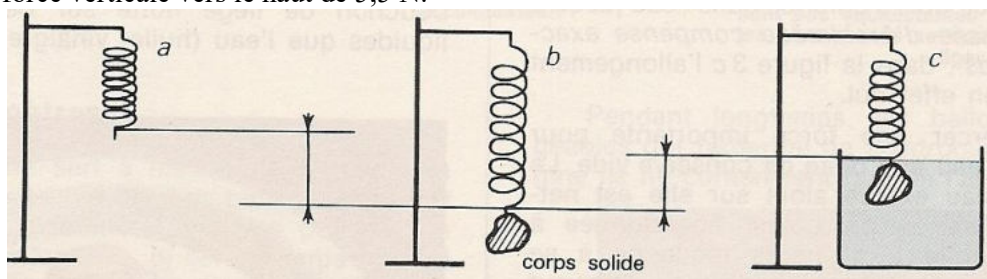


Fig 5.1 : Un ressort s'allonge sous l'action du poids d'un corps. Cet allongement diminue lorsque le corps est immergé dans l'eau.

5.2 De quoi la force d'Archimède dépend-elle ?

5.2.1 De la profondeur ?

Toutes nos expériences montrent que... NON (dans la limite des récipients utilisés).

5.2.2 De la forme du récipient ?

Les expériences sont faciles à réaliser. Elles montrent que... NON.

5.2.3 Du poids de l'objet immergé ?

Utilisons la bouteille lestée à 8 N. Quand elle est immergée, le dynamomètre n'indique plus que 2,5 N. L'eau exerce donc une force verticale vers le haut de 5,5 N. Les deux bouteilles lestées à 6 N et 8 N subissent la même poussée.

Conclusion : la force d'Archimède ne dépend pas du poids (de la masse) de l'objet immergé.

5.2.4 Du volume de l'objet immergé ?

Au moins deux expériences simples peuvent être proposées :

- utilisons deux sacs en plastique de même poids (2N). Le premier contient du sable et l'autre des petits grains de plomb. Leurs volumes sont très différents. Une fois les sacs entièrement immergés, le dynamomètre n'indique plus que 0,6 N (sable) et 1,7 N (plomb). Les forces d'Archimède sont de 1,4 N et 0,3 N. Elles diffèrent donc en fonction du volume.
- Reprenons la bouteille lestée à 8 N, suspendons-la au dynamomètre et plongeons-la progressivement dans l'eau. La force indiquée par le dynamomètre diminue graduellement et donc la force d'Archimède augmente graduellement.

Conclusion : la force d'Archimède augmente quand le volume de l'objet immergé augmente.

5.2.5 De la nature du liquide ?



Fig 5.2 : La salinité de la mer Morte permet à une personne de flotter tout en étant couché.



Fig 5.3 : Une vis de laiton flotte sur du mercure

Refaisons les mesures avec le sac lesté à 2 N de sable dans de l'eau salée et du méthanol. Quand le sac est entièrement immergé, le dynamomètre indique 0,35 N (eau salée) et 0,9 N (méthanol). La force d'Archimède est donc plus importante dans l'eau salée (1,65 N) que dans l'eau pure (1,4 N), et plus faible dans le méthanol (1,1 N).

Conclusion : la force d'Archimède dépend de la nature du liquide, elle est d'autant plus importante que la masse volumique du liquide l'est aussi.

5.2.6 D'autres facteurs ?

À réfléchir... et à tester !

Conclusion :

Un objet immergé (entièrement ou en partie) dans un liquide, subit de la part de celui-ci une force exercée verticalement vers le haut. La valeur de cette force dépend du volume immergé et de la nature du liquide.

5.3 D'où cette force vient-elle?

Réalisons une expérience pour résoudre ce problème : je pose un disque contre l'extrémité d'un tuyau en plastique souple. Quand je lâche le disque, il tombe. Je maintiens le disque contre le tuyau. J'introduis l'extrémité bouchée dans l'eau. Je lâche le disque, il reste collé au tuyau : l'eau le pousse.

Conclusion : l'eau exerce une force pressante sur le fond du récipient (surface pressée).

L'eau exerce-t-elle également une force pressante sur les parois verticales ?

Réalisons une expérience pour répondre à cette question : je reprends le tube, mais cette fois, je le plie de telle sorte que l'ouverture fermée par le disque soit verticale. J'entre cette extrémité dans l'eau. Je lâche le disque. Il reste collé. L'eau pousse également sur les côtés. Cette force est horizontale.

Puisque l'eau la pousse horizontalement, pourquoi la bouteille ne se déplace-t-elle pas latéralement, vers la gauche ou vers la droite ? Sans doute parce que les forces latérales (1) et (2) sont identiques et s'équilibrent.

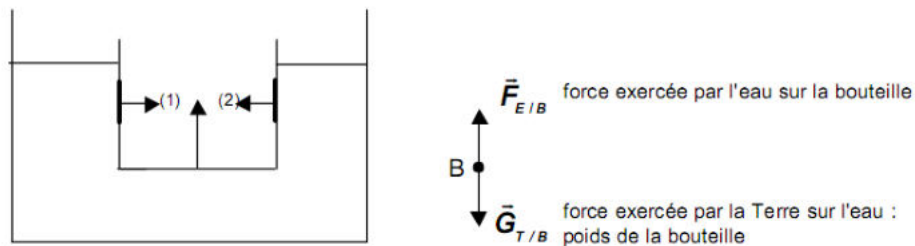


Fig 5.4 : Les forces latérales sont identiques et s'équilibrent. La force d'Archimède correspond à la force appliquée sur le fond du récipient.

Conclusion : de l'ensemble des forces pressantes exercées par l'eau sur tous les côtés de la bouteille qui flotte, il résulte une force verticale vers le haut. Elle s'appelle la force d'Archimède.

Schématisation de la force d'Archimède.

1. Corps flottant à la surface du liquide.

(avec B l'objet, E l'eau, T la Terre et $\vec{G}$ le poids du corps, $\vec{F}$ la force d'Archimède)

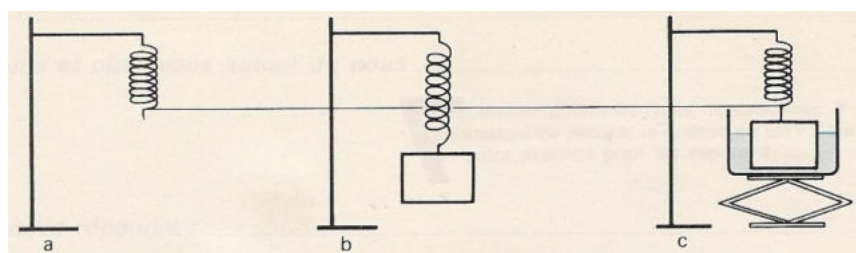


Fig 5.5 : En soulevant progressivement la bassine à l'aide d'un support à hauteur réglable. Le morceau de bois s'enfonce progressivement dans l'eau et l'allongement du ressort diminue. La force d'Archimède augmente avec le volume immergé. A partir d'un certain moment, le bois ne s'enfonce plus et le ressort n'est plus tendu, son allongement devient nul.

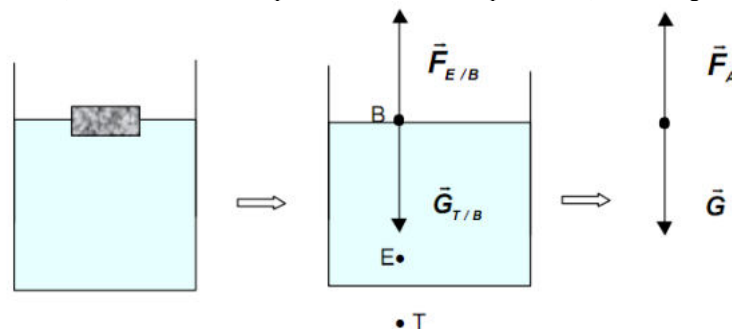


Fig 5.6 : Le morceau de bois s'enfonce tout juste pour que la force d'Archimède compense son poids. A ce moment, les deux forces s'équilibrent et le morceau de bois flotte.

2. Corps en équilibre dans le liquide

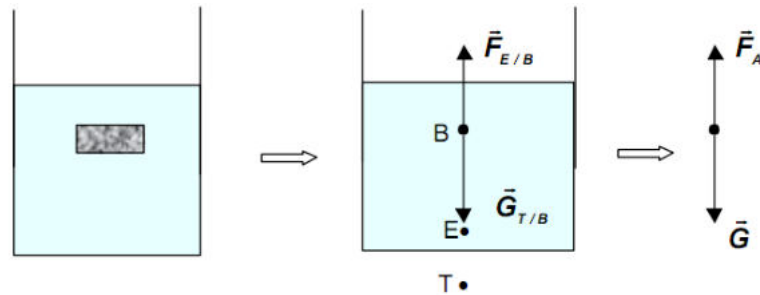


Fig 5.7 : Si lorsque le corps est totalement immergé, la force d'Archimède équilibre le poids du corps, alors celui-ci est dit en équilibre dans le liquide et peut rester à différentes profondeurs.

5.4 Quelle est la valeur de la force d'Archimède ?

Prenons une bouteille de $\frac{1}{2}$ L que l'on gradue de 100 en 100 cm³. Elle est lestée suffisamment pour couler si on ne la soutient pas. On peut, par exemple, utiliser la bouteille lestée à 8 N.

Suspendons-la à un dynamomètre. Immergeons-la progressivement dans l'eau. Notons les valeurs lues sur le dynamomètre, pour différents volumes immergés. Calculons la force d'Archimède.

Volume immergé (cm ³)	Le dynamomètre indique en N :	Force d'Archimède en N :	Relation	Poids du liquide déplacé en N :
0				
100				
200				
300				
400				
500				

Quelles sont les variables mises en œuvre ?

Quelle est la variable contrôlée ?

Existe-t-il une relation entre la variable contrôlée et la force d'Archimède ?

Quelle est donc la variable dépendante ?

A cette variable dépendante mesurée directement, correspond une autre variable dépendante à mesure indirecte, la force d'Archimède. Trace le graphique que ces données suscitent et donne-lui un titre.

Constatations

La valeur de la force d'Archimède est directement proportionnelle au volume immergé. La valeur de la force d'Archimède est chaque fois égale à la valeur du poids du volume d'eau déplacé (équivalent au volume de la partie immergée de l'objet).

D'autres mesures réalisées dans différents liquides, permettent de confirmer ces premiers résultats.

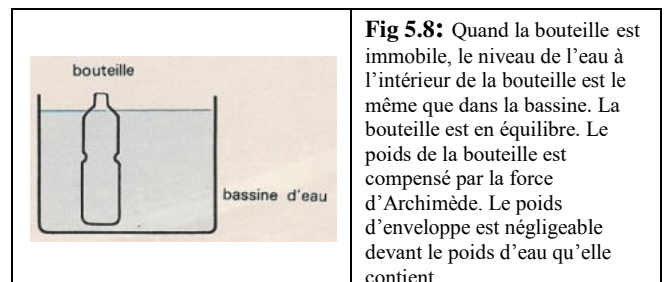


Fig 5.8: Quand la bouteille est immobile, le niveau de l'eau à l'intérieur de la bouteille est le même que dans la bassine. La bouteille est en équilibre. Le poids de la bouteille est compensé par la force d'Archimède. Le poids d'enveloppe est négligeable devant le poids d'eau qu'elle contient

Nous obtenons la loi d'Archimède : la valeur de la force d'Archimède est égale à la valeur du poids du liquide dont l'objet prend la place.

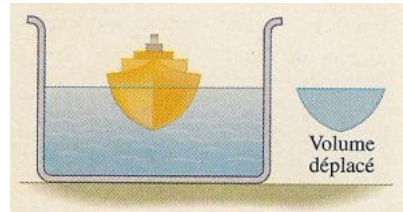


Fig 5.9 : un bateau flotte parce que le volume d'eau déplacé est égal au poids du bateau

6 Applications

6.1 Comment un sous-marin fait-il surface ?

Prenons une bouteille en plastique (330 ml par exemple). Remplissons-la au tiers à l'aide de billes de verre. Elle flotte sur l'eau.

Perçons la bouteille de plusieurs trous dans le bas, de manière à pouvoir y faire passer un tuyau souple et à laisser passer l'eau, sans que les billes puissent sortir.

Ajoutons de l'eau pour remplir complètement la bouteille et refermons le bouchon. Maintenant, la bouteille coule.

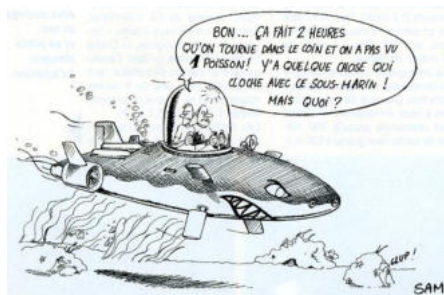
Glissons une extrémité du tuyau dans la bouteille. Soufflons de l'air à l'intérieur.

Qu'observons-nous ? Comment l'expliquer ?

Comment un sous-marin fait-il pour remonter à la surface ?



Fig 6-1 Sous marin



6.2 L'eau ne pèse rien dans l'eau.

Prenons un sac de congélation. Remplissons-le d'eau et fermons-le hermétiquement en prenant soin de ne pas laisser d'air (exemple : $\frac{1}{2}$ l dans un sac d'un litre).

Suspendons-le à un dynamomètre. Plongeons le sac progressivement dans l'eau.

Qu'observons-nous ? Comment l'expliquer ?

Expliquer le titre : « l'eau ne pèse rien dans l'eau ».

Que se passerait-il si nous mettions de l'eau salée dans le sac ? (l'expérience peut facilement être réalisée).

6.3 Archimède et le faussaire

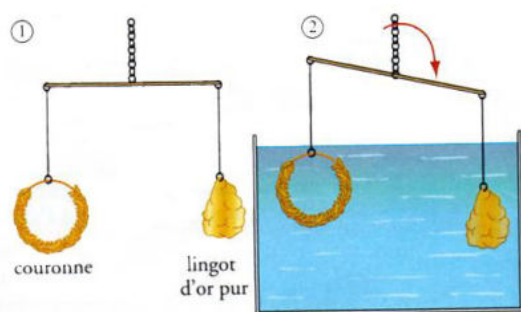


Fig 6.2 : (1) La balance est en équilibre. Le poids du lingot d'or pur est donc identique au poids de la couronne. (2) La balance penche du côté du lingot d'or pur. Ce qui indique que la force d'Archimède qui agit sur la couronne est plus forte que la force d'Archimède qui agit sur le lingot. Le volume de la couronne est donc plus grand que ce qu'il devrait être. La couronne n'est donc pas composée uniquement d'or pur.

La légende raconte que c'est dans son bain qu'Archimède a découvert une méthode permettant de savoir si l'orfèvre auquel le tyran de Syracuse avait confié son or, l'avait utilisé pour faire la couronne demandée ou s'il en avait remplacé une partie par un métal moins cher.

Le poids de la couronne correspondait exactement au poids de l'or fourni. La peser ne permettait pas de savoir si elle était en or massif ou simplement recouverte. La scier l'aurait abîmée !

Une expérience simple montre la méthode finalement utilisée. Prenons un sac de 2 N de sable et un sac de 2 N d'un mélange sable-grains de plomb. Suspendons-les aux deux extrémités d'une tige de 25 cm de long.

Suspendons la tige en son milieu. Nous possédons ainsi une balance à bras égaux. Elle est en équilibre. Plongeons les deux sacs dans l'eau. Que se passe-t-il ? Comment l'expliquer ?

Archimède a fait le même type d'expérience en suspendant d'un côté la couronne et de l'autre un même poids d'or pur.

Lecture : « Eurêka ! » par Archimède

Archimède ou Arkhimédès (287-212 avant J.-C.) est sans nul doute un des savants les plus fameux de l'Antiquité. Si fameux, d'ailleurs, que des auteurs aussi célèbres que Polybe (II^e siècle avant J.-C.), Tite-Live (I^{er} siècle avant J.-C.) ou Plutarque (I^{er} siècle après J.-C.) rapporteront ses trouvailles ; si fameux qu'après sa mort le général Marcellus, vainqueur de Syracuse, fit élever un monument en son honneur. Né à Syracuse au sein d'une famille alliée ou cliente du roi Hiéron, c'est à Alexandrie, en Egypte, qu'Archimède fera ses « premières armes ». Elève d'Euclide, on dit qu'il parvint à assécher les marais du Nil grâce à une vis sans fin, dite vis d'Archimède. C'est du moins ce que rapporte la « légende ». Mais ce qui est certain c'est qu'il rapporta ce principe en Sicile. En effet, comme tous les héros célèbres, qu'ils soient scientifiques, écrivains, soldats ou artistes, toutes sortes de légendes sont venues se greffer sur son histoire. Des certitudes, nous en avons cependant, comme la quinzaine de traités qu'il rédigea, dont douze nous sont parvenues. Comme le fait qu'Archimède était un mathématicien et un physicien hors pair : le calcul infinitésimal, le principe des corps flottants sont là pour en témoigner.



Archimède
découvrant la
flottabilité (d'après
un dessin moderne).

Théoricien plus qu'ingénieur, il ne s'adonnera à cette dernière fonction que par la force des choses. C'est notamment parce que le roi Hiéron lui avait demandé de découvrir comment différencier un objet totalement en or d'un autre plaqué d'or qu'Archimède découvrit le principe du poids spécifique des corps. Alors qu'il prenait son bain que le savant se rendit compte que son corps semblait flotter, qu'il paraissait peser moins que son poids. De cette constatation naquit la formule voulant que « tout corps plongé dans un liquide subit une poussée verticale de bas en haut égale au poids du liquide qu'il déplace ». La légende -mais ce n'est qu'une légende- veut qu'Archimède, tout à sa joie, se soit précipiter hors de chez lui dans le plus simple appareil en criant Eurêka ! -« J'ai trouvé ! »

La défense de Syracuse, assiégée trois années durant par les Romains, qui finalement s'en empareront, permettra également au savant de développer son génie mécanique. C'est d'ailleurs ce qui, vraisemblablement, frappa le plus les Romains, plus doué dans l'entreprise que dans la théorie. Considérant ses propres inventions comme de « simples récréations », considérant, selon Plutarque, « tout l'art qui sert aux besoins de la vie comme un métier vil et sans noblesse », il fera néanmoins preuve, là aussi, de génie. Des catapultes capables de lancer des objets de près de 300 kilos, des « bras mécaniques » pouvant saisir des navires entiers, de les soulever et de les laisser s'écraser sur les rochers comptent au « catalogue » des ses inventions. A en croire Diodore de Sicile, il aurait même imaginé des

miroirs géants qui auraient mis le feu aux vaisseaux des assiégeants... Une invention que ni Polybe, ni Tite-Live ni Plutarque ne confirment et qui, après des essais en situation réels, se sont révélés impossibles.

Au final, Syracuse sera prise par les armées du général Marcellus et c'est à cette occasion qu'Archimède perdra la vie, sans doute du fait d'un soldat impatient. Mais son génie était déjà reconnu au point même que ce sont ses ennemis –ou du moins ceux de son pays– qui, pour des siècles, feront sa « promotion ».

HISTORIA NOSTRA <http://www.historia-nostra.com>

Activité 2b : la pression hydrostatique

1 Objectifs de l'activité

- Expliquer la variation de la pression exercée par un liquide en fonction de la hauteur et de la nature du liquide.

2 Objectifs de savoirs

- Découverte qualitative de la notion de pression hydrostatique.
- Applications.

3 Objectifs de savoir-faire

- Dégager les variables dépendante et contrôlée lors d'une expérience.
- Tracer un graphique et dégager le coefficient de proportionnalité.
- Transférer certaines notions dans d'autres contextes.

4 Résumé de l'activité

- Recherche de la relation entre la force pressante exercée sur le fond d'un objet flottant et l'aire de ce fond.
- Recherche des relations permettant d'induire la formule de la pression hydrostatique
- Applications :
 - le ludion
 - les barrages (profil)
 - les châteaux d'eau
 - la pression sanguine
 - les dangers de la plongée
 - ...

5 Pression dans les liquides

5.1 Rappel des notions vues

Un liquide contenu dans un récipient exerce une force sur chaque fragment de la paroi avec laquelle il est en contact. La droite d'action de cette force est perpendiculaire à la paroi. On parle de force pressante.

Quand une surface pressée S est soumise à la force pressante F , on dit qu'il y a, à cet endroit, une pression p telle que :

$$p = \frac{F}{S}$$

La pression s'exprime en N/m² ou en Pascal (Pa).

5.2 Force pressante et pression

Nous avons vu (voir « Les corps flottants ») que l'eau exerce des forces pressantes sur le fond et sur les côtés des objets immergés. On peut se demander si, à profondeur égale, chaque portion de la surface, chaque centimètre carré, chaque mètre carré, subit la même force.

Cette fois, il nous faut réaliser une expérience au cours de laquelle des mesures seront effectuées.

Nous utiliserons plusieurs boîtes cylindriques de sections différentes (conserves de différentes tailles).

Elles vont nous servir à calculer la force exercée par l'eau sur chaque élément du fond, à une profondeur déterminée (5 cm par exemple). Il suffira de les surcharger pour qu'elles s'enfoncent jusqu'à cette profondeur. Comme elles flottent, la force pressante de l'eau sur le fond (à 5 cm de profondeur) est égale au poids de la boîte !

Traçons une ligne sur le côté de chaque boîte, à 5 cm du fond (attention au rebord). Posons-les sur l'eau. Elles flottent. Surchargeons-les de manière à ce qu'elles s'enfoncent jusqu'aux lignes marquées. Il est indispensable (et pas toujours facile) d'équilibrer les boîtes pour qu'elles restent verticales ! Sortons les boîtes, séchons-les et pesons-les (avec leur charge).

Les résultats des mesures seront placés dans le tableau ci-dessous.

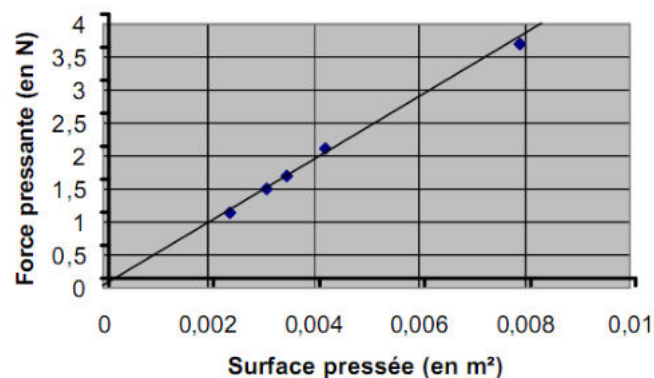
Poids (N)	Force pressante (N)	Diamètre (cm)	Aire du fond (m ²)	F/S (Pa)
1,15	1,15	5,5	0,0024	484
1,5	1,5	6,3	0,0031	481
1,7	1,7	6,7	0,0035	482
2,1	2,1	7,3	0,0042	502
3,7	3,7	10	0,0079	471

pression moyenne : 484

pression théorique : 490

Les résultats des mesures sont placés dans le tableau ci-dessous.

Evolution du quotient entre la force pressante et la surface pressée

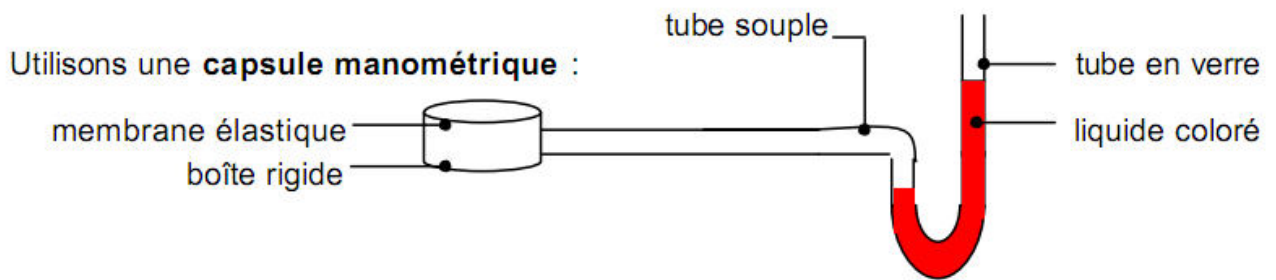


Conclusion

Le quotient de la force pressante par l'aire de la surface pressée est constant.

Ce quotient correspond à la force exercée sur chaque unité de surface. C'est la pression.

6. Etude qualitative de la pression au sein d'un liquide



Usage : si la capsule manométrique est hors de l'eau, les niveaux d'eau colorée dans les 2 branches du manomètre sont égaux ; le niveau du liquide coloré est en rapport avec la pression exercée sur la membrane ; plus la pression est élevée, plus le liquide monte.

La capsule manométrique est l'instrument qui permet d'estimer la pression hydrostatique.

6.1 Vérification de l'existence de la pression au sein d'un liquide.

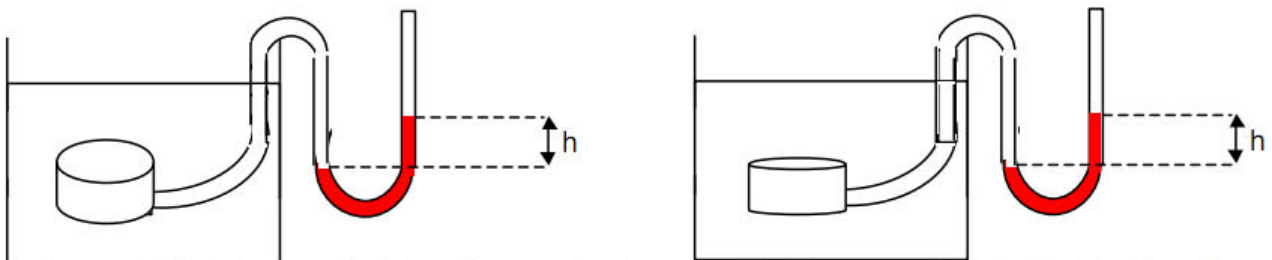
Plongeons la capsule manométrique dans l'eau.

Nous constatons que le niveau de liquide coloré monte.

La pression hydrostatique est la pression qui existe au sein d'un liquide.

6.2 Facteurs influençant la pression hydrostatique :

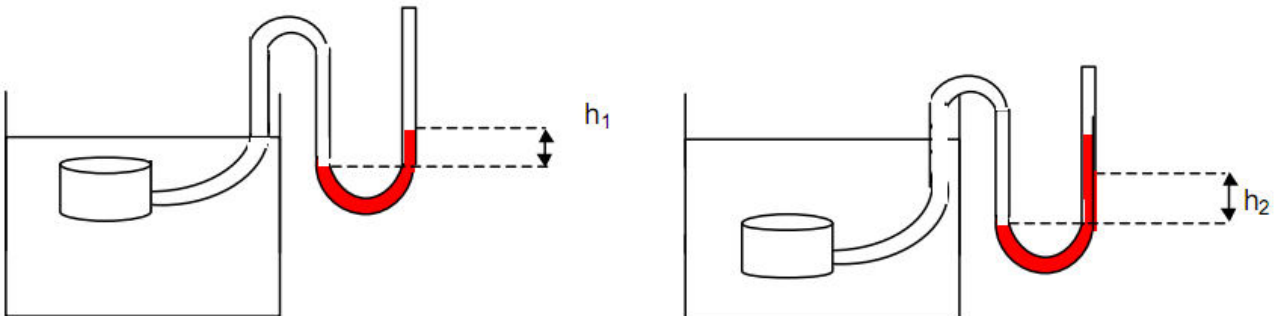
6.2.1 Etude du paramètre direction



Si on maintient la capsule à la même profondeur et qu'on la tourne dans toutes les directions, il n'y a pas de modification de la pression.

Le paramètre « direction » est-il un paramètre significatif de la pression hydrostatique ? Non.

6.2.2 Influence de la profondeur :



Si on enfonce la capsule de plus en plus profondément dans l'eau :

Variable contrôlée :

Variable dépendante :

Profondeur d'immersion P (cm)	Niveau du liquide h (cm)	P/h
0		
2		
5		
8		
10		

Graphique de la pression exercée sur le manomètre en fonction de la profondeur à laquelle il se trouve

: Il est réalisé sur papier millimétré. Choisir les échelles. Indiquer les noms des grandeurs et leurs unités.

Observations :

Les points sont-ils (approximativement) alignés ?

Est-il possible de tracer une droite passant près des points ?

Conclusion du graphique : les grandeurs sont-elles proportionnelles ?

Si la droite peut être tracée, calculer son coefficient directeur. Indiquer son unité.

.....

Calcul du quotient de pression p par la profondeur h :Placer les valeurs obtenues dans la 3^e colonne. Ne pas oublier d'indiquer l'unité (en tête de colonne).**Observation :**

Le quotient :

Conclusion des calculs :

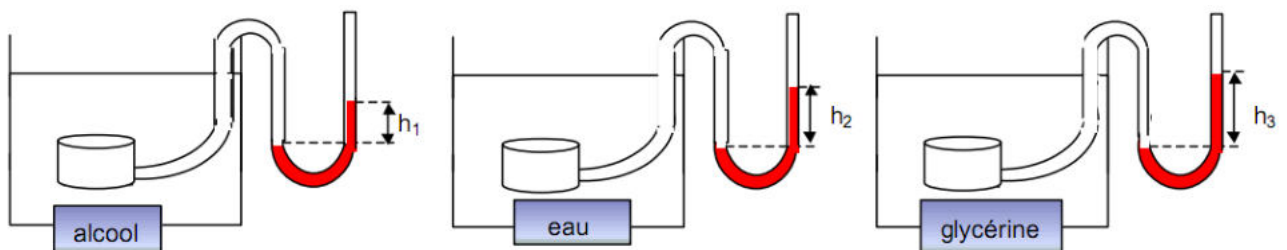
Les 2 grandeurs :

Si le quotient est approximativement constant, calculer la valeur moyenne. Indiquer son unité.

.....

*Le paramètre « profondeur » est-il un paramètre significatif de la pression hydrostatique ? Oui.***6.2.3 Influence de la nature du liquide :**

Si on enfonce la capsule dans des liquides de nature différente :



Si on enfonce la capsule dans des liquides de nature différente :

Variable contrôlée :

Variable dépendante :

Sachant que $\rho_{\text{eau}} : 1\,000 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{glycérine}} = 1\,226 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{alcool}} = 790 \text{ kg/m}^3$

Masse volumique du liquide ρ (kg/m^3)	Niveau de liquide h (cm)	p/ρ
790		
1 000		
1 226		

Graphique de la pression exercée sur le manomètre en fonction de la nature dans lequel il se trouve :

Il est réalisé sur papier millimétré. Choisir les échelles. Indiquer les noms des grandeurs et leurs unités.

Observations :

Les points sont-ils (approximativement) alignés ?

Est-il possible de tracer une droite passant près des points ?

Conclusion du graphique : les grandeurs sont-elles proportionnelles ?

Si la droite peut être tracée, calculer son coefficient directeur. Indiquer son unité.

.....

Calcul du quotient de pression p par la profondeur h :

Placer les valeurs obtenues dans la 3^e colonne. Ne pas oublier d'indiquer l'unité (en tête de colonne).

Observation :

Le quotient :

Conclusion des calculs :

Les 2 grandeurs :

Si le quotient est approximativement constant, calculer la valeur moyenne. Indiquer son unité.

.....

Le paramètre «masse volumique »est-il un paramètre significatif de la pression hydrostatique ? Oui.

Formulons la relation recherchée :

1. La pression est une grandeur indépendante de la direction ;
2. La pression dans un liquide est proportionnelle à la profondeur (h en mètre) ;
3. La pression dépend de la masse volumique du liquide (ρ en kg/m^3) ;
4. (La pression dépend du champ de pesanteur mais nous ne pouvons pas le vérifier !)

$P = \rho_{\text{liq}} \cdot g \cdot h$	P	Pression hydrostatique en Pa
	ρ_{liq}	Masse volumique du liquide en kg/m^3
	g	Champ de la pesanteur en N/kg
	h	Profondeur en m

7. Conséquences de la pression hydrostatique

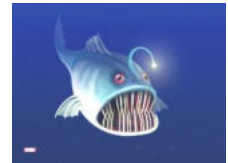
- Les digues des rivières et des canaux subissent de la part de l'eau qu'ils contiennent de très fortes pressions. En période de crue, ces pressions peuvent atteindre des valeurs telles qu'elles rompent les digues et provoquent des inondations.
- Les murs des barrages ont une épaisseur croissante car la pression augmente avec la profondeur.
- Les parois des aquariums doivent être faites en verre épais.



- Les scaphandres doivent être d'autant plus résistants que les scaphandriers descendent plus profondément dans l'eau. Ci contre : casque d'un scaphandre.
- Dans les profondeurs des mers, la pression hydrostatique atteint des valeurs énormes.



- Ex: à 1 000 m de profondeur : $P = \dots\dots\dots$ ($\rho_{\text{eau de mer}} = 1\,026 \text{ kg/m}^3$)
- à 10 000 m de profondeur : $P = \dots\dots\dots$
- La profondeur de l'océan peut atteindre 11 000 m.
Les poissons qui vivent dans les grandes profondeurs sont dotés d'organes capables de résister à des pressions importantes (grande pression à l'intérieur de l'organisme animal).
Si on ramène rapidement en surface ces poissons, ils explosent par suite de la diminution rapide de la pression hydrostatique.



8. Problèmes

1. Calculer la pression hydrostatique régnant à une profondeur de 50 m dans la mer
2. Un homme grenouille nage dans la mer du Nord ($\rho = 1\,025 \text{ kg/m}^3$) à une profondeur de 20 m.
Quelle est la pression de l'eau sur son corps ? Si le corps du nageur a une aire de 1 m^2 , quelle force pressante supporte-t-il ?
3. Calculer la force pressante exercée sur un robinet de $2,5 \text{ cm}^2$ de section par l'eau d'une canalisation de distribution sachant que la différence des niveaux entre le robinet et le niveau du château d'eau est de 50 m.
4. L'obturateur d'une baignoire a 5 cm de diamètre et la hauteur d'eau dans la baignoire est de 40 cm.
Quelle force faut-il exercer sur la chaînette pour soulever l'obturateur afin de vider la baignoire ?

Activité 2c : Exercices qualitatifs et quantitatifs sur la force d'Archimède dans les liquides

1 Objectifs de l'activité :

- S'assurer de la compréhension du concept " Force d'Archimède " et des notions s'y rapportant par le biais d'exercices qualitatifs.

2 Les exercices qu'il faut savoir faire

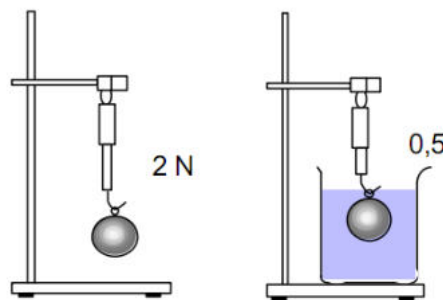
1- Choisis la bonne réponse :

- Un corps immergé dans l'eau remonte/coule si son poids est supérieur à la force d'Archimède;
- Un corps immergé dans l'eau remonte si la force d'Archimède est supérieure/inférieure/égale à son poids.

2- Complète le tableau :

Enoncé	Vrai	Faux
Pour un corps complètement immergé, la force d'Archimède dépend du volume du corps.	☐	☐
Lorsqu'un corps flotte, la force d'Archimède est supérieure au poids du corps.	☐	☐
Pour des corps de même volume, complètement immergés dans le même liquide, la force d'Archimède est la même.	☐	☐
La force d'Archimède se mesure en kilogramme.	☐	☐
Soit deux boules, de même dimension et de même matière, l'une pleine, l'autre creuse et complètement immergées dans un même liquide. Elles sont soumises à la même force d'Archimède.	☐	☐
Soit 2 boules pleines de même dimension et de matière différente (fer et aluminium) et complètement immergées dans un même liquide. Elles ne sont pas soumises à la même force d'Archimède.	☐	☐

3- On réalise l'expérience suivante. Quelle est la valeur de la force d'Archimède sur la boule ?



4- Une boule homogène est suspendue à un dynamomètre. Celui-ci indique 3 N lorsque la boule est en l'air et 1 N lorsqu'elle est immergée complètement dans l'eau. Modélise l'expérience.

5- On détermine la force d'Archimède sur 3 corps (1) ; (2) ; (3) plongés dans un même liquide.

Les résultats sont les suivants :

	(1)	(2)	(3)
masse	100 g	150 g	150 g
volume	50 cm ³	50 cm ³	100 cm ³

Pour 2 de ces corps, la force d'Archimède est la même. Lesquels et pourquoi ?

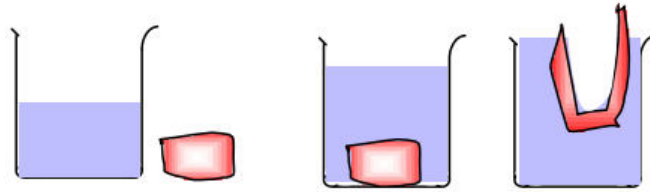
6- Deux élèves étudient la force d'Archimède en suspendant à un dynamomètre des pots fermés par un couvercle et lestés de grains de plomb. Les pots sont identiques mais les nombres de grains sont très différents.

- Dans l'air, les 2 dynamomètres indiquent-ils la même valeur ?
- Lorsque les pots sont immergés complètement dans un liquide, les deux dynamomètres indiquent-ils la même valeur ?
- Les forces d'Archimède exercées sur les deux pots sont-elles identiques ?

7. Le glaçon flotte à la surface de l'eau.

- Comparez son poids à la force d'Archimède exercée par l'eau sur le glaçon.
- Comparez la force d'Archimède exercée par l'eau sur le glaçon au poids du liquide déplacé.
- Comparez le volume déplacé au volume du glaçon.
- Que se passe-t-il si on plonge le glaçon dans l'eau salée ?

8. On réalise l'expérience ci-dessous avec le même morceau de pâte à modeler.



Explique les différentes étapes de l'expérience.

Pourquoi la pâte à modeler flotte-t-elle dans l'expérience c) alors qu'elle coule dans l'expérience b) ?

9. On a réalisé les expériences suivantes avec des liquides différents et le même objet.

Les liquides employés sont l'eau, l'alcool, l'eau salée et l'huile.

Sachant que $\rho_{\text{alcool}} < \rho_{\text{huile}} < \rho_{\text{eau}} < \rho_{\text{eau salée}}$ attribue aux expériences 2, 3, 4 et 5 le liquide utilisé.

