

C.gENial

Fondation pour la culture
scientifique et technique

Flottera, Flottera pas ?

Collège Arsène d'Arsonval



(87 - St Germain les Belles)



Sommaire

Résumé	3
I - Le projet	3
II - Les équipes	3
III -Les réalisations	5
1 - Agir sur les objets	5
a - Agir sur la masse de l'objet	5
b - Agir sur le volume de l'objet	5
2 - Agir sur les fluides	6
a - Créer un objet fluide de masse volumique « idéale ».....	6
b - Agir sur la masse du fluide.....	6
c - Agir sur le volume du fluide	7

Résumé

Le principe d'Archimède est pris comme prétexte pour développer les mesures et les concepts de masse et de volume, deux grandeurs essentielles au cœur du programme de Physique Chimie de 5^{ème}. Les découvertes ludiques et théoriques sur la masse volumique conduisent à en découvrir les applications techniques et industrielles.

I - Le projet

Nos professeurs nous ont interrogés sur les conditions physiques à réaliser pour qu'un objet flotte dans un fluide. Ils nous ont expliqué qu'un physicien de l'antiquité - Archimède - avait percé à jour cette énigme. Ils nous ont proposé de comprendre le principe d'Archimède.

En mesurant des masses et des volumes (ce qui est à notre programme de 5^{ème} en physique-chimie) nous avons été amenés à comprendre les applications industrielles de ce principe (montgolfière, ballast de sous-marin, anticipation de la flottaison d'un navire, possibilité de jouer sur la masse volumique de fluides non miscibles pour stabiliser des émulsions) et même à comprendre une des conséquences du réchauffement climatique...

Une formule mathématique nous a particulièrement été utile, celle permettant de calculer la masse volumique (μ) à l'aide de la masse (m) et du volume (V).

$$\mu = \frac{m}{V}$$

II - Les équipes

Les **3 classes de 5^{ème}** du collège, soit 72 élèves, ont participé à 8 séances d'une heure et demie, dans le cadre des Itinéraires De Découverte (IDD). Les premières séances permettaient de mesurer des masses et des volumes. Elles conduisaient à repérer que de l'interaction des masses volumiques de l'objet et du fluide dépendait que l'objet coule ou flotte.

Chaque classe avait alors à réaliser un objet par groupe de deux élèves. Une classe a construit des montgolfières, la deuxième des ludions et des bulles non miscibles dans un mélange de même masse volumique, la dernière des thermomètres.



Les élèves des 3 classes du collège Arsène d'Arsonval

Ces manipulations devant être proposées aux futurs élèves de 6^{ème} (en CM2 cette année), **32 élèves** sur les 72 de départ se sont portés volontaires pour se répartir les différents ateliers que nous proposerons aux 68 élèves du primaire qui nous rendront visite le 11 juin prochain. Notons que cela ajoute 2 après-midi de jeudi, normalement libérés, à leur emploi du temps.



Les 32 volontaires pour prendre sur leur temps libre la préparation des ateliers pour les CM2

Ces 32 élèves ont élus 5 des 13 candidats pour représenter notre collège aux concours régional de "C.Génial Collège" et de "Faîtes de la science", le 8 avril à Limoges.

Voici, nos **5 ambassadeurs** à Limoges :



Alix Laroche

Clémence Leysse

Benjamin Benoît

Antoine Roulet

Nathan Delsuc

III -Les réalisations

1 - Agir sur les objets

a - Agir sur la masse de l'objet

Clémence présente comment varie le volume d'un fluide que l'on chauffe. Elle applique ensuite ce phénomène à un objet singulier : une montgolfière. Cet engin, constitué d'une enveloppe de papier de soie et d'air, dit captif, mais qui ne l'est pas tant que ça puisqu'il a une issue en bas. Nous avons minutieusement collé l'enveloppe avant de faire un lâcher de ballon dans le hall du collège puis dans notre cour.

En chauffant l'air de l'enveloppe, son volume augmente. Des molécules d'air quittent l'enveloppe. La masse de la montgolfière diminue, son volume reste constant. Sa masse volumique diminue et devient inférieure à celle de l'air. La poussée d'Archimède de l'air environnant fait s'élever la montgolfière.

Application : Les ballons sondes utilisent aussi la poussée d'Archimède de l'air, mais pour obtenir une masse volumique plus faible que l'air, de l'hélium est utilisé plutôt que de l'air chaud.

b - Agir sur le volume de l'objet

Benjamin montre sur un ludion (constitué d'un stylo lesté enfermant une bulle d'air; nous considérons que la bulle fait partie de l'objet) comment en agissant sur la pression de l'eau dans laquelle il est plongé, il est possible de modifier le volume de l'air et donc du ludion.

Alors que le ludion flotte au repos, en augmentant la pression, son volume diminue, donc sa masse volumique augmente, devient supérieure à celle de l'eau. La poussée d'Archimède diminue en proportion et devient inférieure au poids du ludion. Il ne flotte plus.

Application : Dans un sous-marin, de l'air est comprimé dans des réservoirs. Lorsque le bâtiment veut faire surface cet air est libéré dans les ballasts. Il s'ajoute au volume du sous-marin dont la masse volumique diminue et donc le sous-marin remonte à la surface. En comprimant de nouveau cet air dans les réservoirs, le volume du sous-marin diminue, sa masse volumique augmente et il coule.

2 – Agir sur les fluides

a – Créer un objet fluide de masse volumique « idéale »

Nathan nous expose comment en associant une proportion correcte d'alcool et d'eau, ces deux liquides étant miscibles entre eux, il est possible de créer un fluide ayant la même masse volumique que de l'huile. Une goutte d'huile placée alors dans ce liquide avec lequel elle n'est pas miscible, formera des gouttes qui flotteront entre deux eaux.

Application : Lorsqu'un industriel veut créer une émulsion de deux liquides non miscibles, comme dans les peintures acryliques, la possibilité d'obtenir par des mélanges une même densité est un bon moyen de stabiliser l'émulsion.

b – Agir sur la masse du fluide

Alix nous présente comment elle a mesuré la masse volumique d'un œuf à l'aide d'un vase à débordement et d'une balance électronique. Sa masse étant supérieure à celle de l'eau (1g/mL), sans surprise, l'œuf coule lorsqu'elle le plonge dans l'eau.

A présent, elle le plonge dans une solution d'eau salée. La masse du sel s'est ajoutée à celle de l'eau, alors que son volume n'a augmenté celui de l'eau que dans des proportions bien plus faibles. En conséquence, la masse volumique de l'eau salée est devenue significativement supérieure à celle de l'eau. Nous en avons la preuve quand l'œuf se met à flotter dans cette eau salée. Nous sommes sûrs que la masse volumique de cette solution est supérieure à celle de l'œuf (de l'ordre de 1,15 g/mL).

Application : Lorsqu'un bateau passe de l'eau salée à l'eau douce (par exemple en franchissant le canal de Panama) son tirant d'eau augmente et cela doit être prévu par les concepteurs du canal et éventuellement au moment du chargement du navire.

c – Agir sur le volume du fluide

Antoine nous présente comme ayant remarqué que de l'eau chaude flottait dans l'eau froide, nous avons cherché à comprendre pourquoi. Après n'avoir pas pu déceler de changement de masse. Mais était-il trop minime pour la précision de nos balances ? Nous avons essayé de voir les conséquences qu'avait sur le volume le chauffage de l'eau.

A l'aide d'une pipette graduée, fichée dans l'orifice d'un bouchon percé monté sur un ballon à fond plat, nous avons constaté qu'un volume initial de 250 mL d'eau augmentait de 2 à 3 mL pour une augmentation de température de l'ordre de 30°C.

Nous avons remarqué que pour obtenir une dilation réversible. C'est-à-dire retrouver à 20°C le volume que nous avons avant de chauffer le l'eau, nous devons utiliser une eau préalablement bouillie. En effet en chauffant une eau directement sortie du robinet, de petites bulles se formaient (les gaz dissouts) qui ne se ressolubilisait pas aussi vite quand la température diminuait. Un volume résiduel persistait au refroidissement.

Applications : Les constructeurs de ballons d'eau chaude ont tout intérêt à créer des volumes étirés verticalement, afin que l'eau chaude s'accumule dans la partie haute du ballon sans se mélanger à l'eau froide dans le bas du ballon. Une soupape doit être prévue pour compenser l'augmentation du volume de l'eau liquide lorsqu'elle est chauffée dans le ballon.

L'augmentation de volume des liquides que l'on chauffe est un bon moyen de créer des instruments de mesure des températures. Il faudra alors adapter son liquide aux températures de que l'on souhaite mesurer (il ne s'agit pas que le liquide change d'état dans le thermomètre). Il faudra étalonner le thermomètre (avec un autre thermomètre ou avec des corps purs de températures de changements d'état connues).

Conséquence : Le réchauffement climatique peut pour une même « quantité » d'océans produire une hausse sensible de leur niveau. Elle est estimée à 45 cm pour une hausse de 1°C de l'ensemble des océans (y compris de la température des eaux profondes).