

Titre: la 3^{ème} loi de Newton

Chapeau introducteur de l'expérience:

L'effet geyser du mélange Mentos-boisson gazeuse est une conséquence bien connue de la libération soudaine de dioxyde de carbone en raison de l'immersion de la friandise. Contrairement aux apparences, cette expérience permet de vérifier certains phénomènes chimiques mais aussi des principes physiques comme ici les actions de deux corps l'un sur l'autre, toujours égales, ou 3^{ème} loi de Newton, ou encore le principe d'inertie, la 1^{ère} loi de Newton. Ces deux principes ont toujours été difficiles à observer dans les conditions terrestres, notamment à cause de différentes forces qui entrent en jeu faussant en partie les résultats tels que la gravitation ou les frottements de l'air. Or, notre expérience a donc pour but de vérifier par les mesures et par l'observation les différents phénomènes caractéristiques de ces deux principes physiques et ce, non pas grâce à un simple mélange Coca-Mentos, mais bien par l'étude de la propulsion d'une balle d'un canon en zéro g.

Ainsi, en raison des conditions différentes, dans quelle mesure la 3^{ème} loi de Newton ainsi que le principe d'inertie peuvent être validés et observables dans un référentiel non-galiléen, sans les autres forces (gravitation) ?

Lorsqu'un canon tire un boulet sur terre, 2 phénomènes sont observables. Tout d'abord, la trajectoire du boulet change au cours du mouvement sous l'effet de la gravité mais également les frottements de l'air qui atténuent l'énergie cinétique. Le tir d'un boulet de canon décrit une trajectoire quasi-parabolique. On pense alors qu'effectuer cette expérience (bien entendu à plus petite échelle) en 0g et non dans un référentiel galiléen ou la force de gravitation s'exerce sur le boulet permettra d'observer un des principes de l'inertie à savoir le fait que "le corps persévère le mouvement uniforme en ligne droite dans lequel il se trouve, à moins que quelque force n'agisse sur lui, et ne le contraigne à changer d'état". Il est ainsi possible de stipuler que le boulet/la balle ne subira pas de déviation en 0g et restera en mouvement rectiligne.

Par ailleurs, il nous sera également possible de visualiser et par la suite comparer le principe de la 3^e loi de Newton qui se manifeste au niveau du "recul" du canon après avoir tiré: dans quelles mesures ce mouvement de recul/propulsion (réaction) est-il plus ou moins rapide ou plus ou moins étendu en 0g?

1^e aspect: inertie et préservation de la trajectoire du mouvement:

- Placer un canon miniature à 15m d'un voile à une hauteur H du sol

- marquer le voile à chaque 10 cm
 - Tirer la balle du canon
 - Observer le point d'impact sur le voile
 - Comparer la hauteur H du point d'impact à la hauteur du canon
 - Comparer avec valeurs terrestres
- > On s'attend à ce que $H(\text{impact}) = H(\text{canon})$

2e Aspect: 3e loi de Newton: mouvement de recul

- Graduer la table sur laquelle se trouve le canon
- tirer la balle
- Observer jusqu'où recul le canon'
- Comparer avec valeurs terrestres

On aimerait également mesurer la force des tirs en 0g et sur terre pour voir si c'est ça qui serait à l'origine d'un recul (réaction à la propulsion de la balle) plus ou moins étendu:

Pour calculer la force du projectile à la sortie du canon, on sait que l'impulsion subie par l'arme est égale à la quantité de mouvement de la balle. On en déduit:

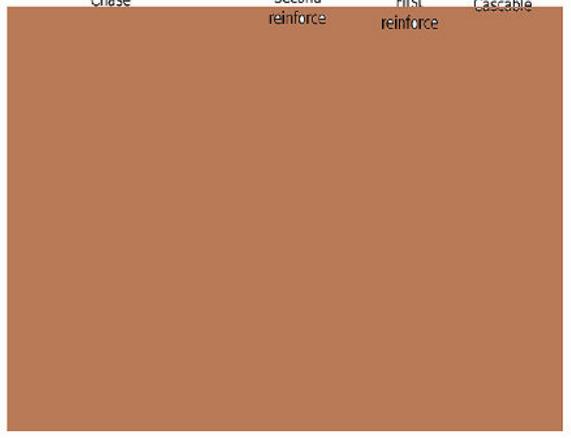
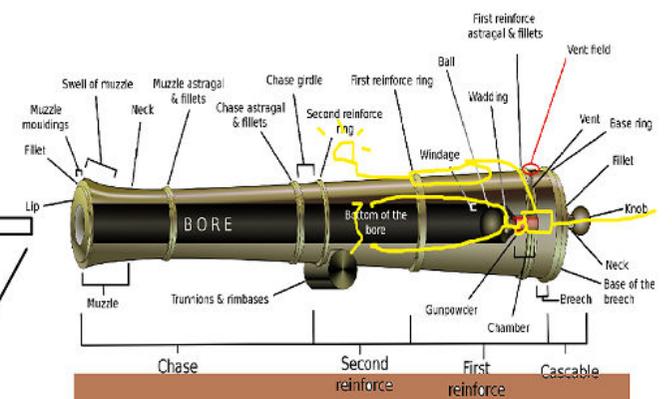
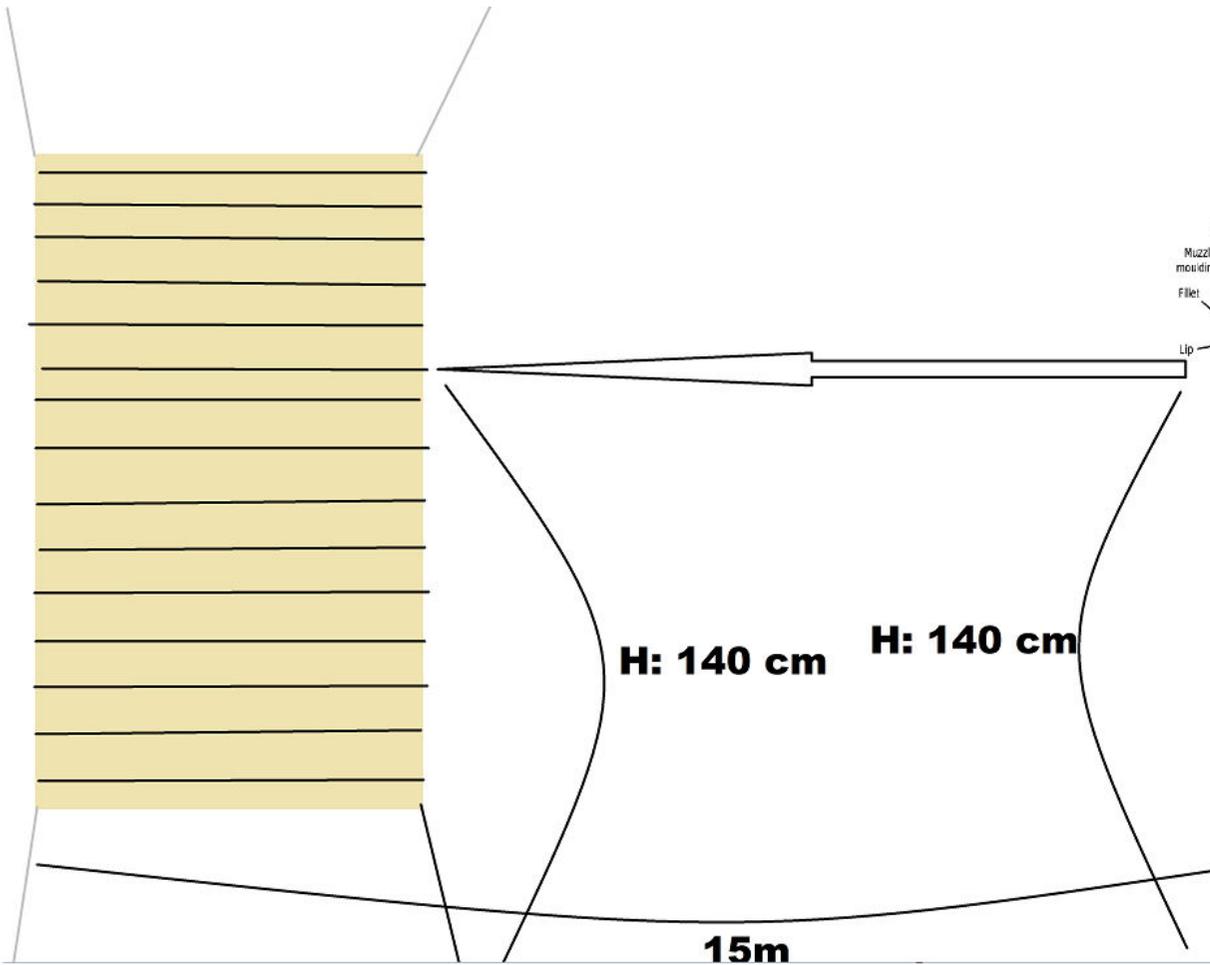
$$F \cdot t = m_{\text{projectile}} \cdot v_{\text{projectile}}$$

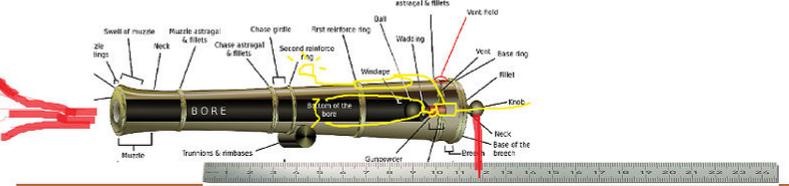
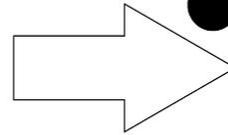
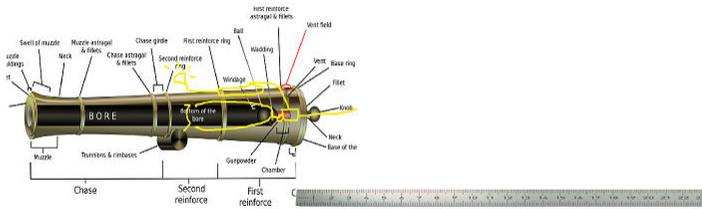
où t est le temps que met le projectile pour parcourir le canon de longueur l , donc égale à $l/v_{\text{projectile}}$

On a finalement la force moyenne de recul:

$$F = \frac{m_{\text{projectile}} \cdot v_{\text{projectile}}^2}{l}$$

Schéma par exemple des forces qui s'exercent pendant l'expérience :





$$F = \frac{m_{\text{projectile}} v_{\text{projectile}}^2}{l}$$

Rattacher l'expérience au programme de collège, lycée... :

Montrer comment cette expérience pourrait rentrer dans un cours et comment elle pourrait démontrer un concept (qu'il ne serait pas possible de prouver en temps normal (idéalement)).

- 1) (Cette expérience pourrait être rattachée à un cours de physique pour les lycéens à propos des forces. En effet, la troisième loi de Newton est étudiée au Lycée et cette expérience pourrait très bien en être une démonstration.)

ou 2) Le principe d'inertie peut être un thème assez difficile à comprendre pour les élèves de 2nde, classe durant laquelle ce phénomène est étudié pour la première fois. Par conséquent, une expérience de ce type pourrait notamment aider les élèves à mieux comprendre la 1ère loi de Newton en la visualisant au niveau pratique plutôt que simplement théorique. De même pour la 3ème loi de Newton, qui, bien qu'elle soit plus simple à montrer, peut toutefois poser quelques problèmes dans sa compréhension.

La réexploitation des résultats:

- Les médias (réseaux sociaux, plateformes vidéo, radio, escape game, télévision...)
- Dans le lycée **déjà en classe** puis (conférences, journées à thèmes...)

Dispersion d'un colorant

Introduction :

Une partie de la chimie repose sur le fait de mélanger des espèces chimiques. En effet, les espèces chimiques présentes dans un milieu non homogène ont tendance à aller vers les zones du milieu où leurs concentrations est la plus faible. Ainsi cela permet à deux espèces chimiques hétérogènes de se mélanger. Mais nous pourrions nous demander si cette diffusion, si essentielle à la chimie, reste possible en micro-gravité. Pour répondre à cette question, nous nous baserons sur la diffusion d'un colorant dans de l'eau (pour la visualiser).

Protocole:

- Dispositif : seringue adaptée à un erlenmeyer
- Prendre un récipient
- Mettre de l'eau
- Fermer avec un couvercle
- Lorsque la microgravité est atteinte, ouvrir le récipient et insérer grâce à une pipette simple un colorant au milieu de l'eau.
- Chronométrer
- Prendre une photo toutes les 5 secondes
- Arrêter le chronomètre lorsque tout le colorant s'est diffusé

Réflexions lors de l'expérience qui permettront à l'aboutissement de la conclusion:

Il faudrait analyser la manière dont le colorant se diffuse. Sous l'effet de la gravité, le colorant devrait normalement aller au fond du récipient pour se disperser progressivement vers le haut. Or en apesanteur, l'eau devrait former une "bulle" qui flotterait dont la forme pourrait varier et cela pourrait donc influencer sur la manière dont le colorant se diffuse.



Rattacher l'expérience au programme de collège, lycée... :

- mélange homogène et hétérogène (cycle 4)
- mesure de vitesse : application de la notion de vitesse à un phénomène chimique (cycle 4)
- de mélange

Cours : Image et couleurs

Cette expérience pourrait aussi rentrer dans un cours à propos du concept de diffusion enseigné à des collégiens par exemple.

La réexploitation des résultats:

- Contacter un éditeur de manuels et lui proposer les images et l'expérience
- Média : vidéo inédite de la diffusion d'un colorant à 0g
- Communiquer aux élèves avec un document dans le manuel avec les images prises du début jusqu'à la fin et un texte explicatif

Intérêt de ces expériences :

Cette expérience pourrait montrer si oui ou non des mélanges d'espèces chimiques sont possibles dans l'espace. En effet, ces mélanges peuvent être nécessaires pour la recherche dans ces conditions.

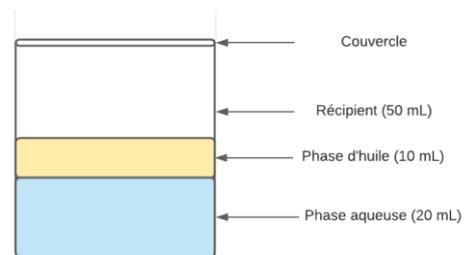
La miscibilité en microgravité

Introduction :

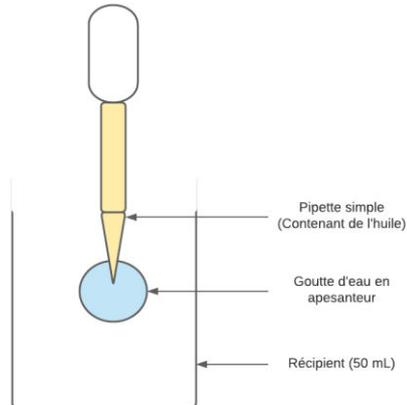
La miscibilité est un concept qui est étudié dans un grand nombre de procédés chimiques, - dont la décantation - qui sont nécessaires pour la recherche chimique dans l'espace. Or, en apesanteur, un liquide forme une "bulle" et celle-ci pourrait peut être entraver le fonctionnement de ces procédés. Ainsi nous pourrions nous demander si les expériences chimiques impliquant la miscibilité, comme la décantation, sont possibles dans l'espace. Pour vérifier si l'effet de la miscibilité tient toujours en microgravité nous allons nous baser sur deux expériences: la décantation classique du mélange hétérogène eau-huile et l'expérience de la goutte d'huile de Marie Curie.

Protocole :

- Prendre un récipient de 50 mL
- Verser 20 mL d'eau
- Verser 10 mL d'huile
- Fermer avec un couvercle



- Prendre un autre récipient de 50 mL
- Verser 5 mL d'eau
- Fermer avec un couvercle.
- Lorsque la microgravité est atteinte, ouvrir le récipient et insérer à l'aide d'une pipette simple une goutte d'huile dans une goutte d'eau qui flotte



Réflexion :

Sous l'effet de la gravité terrestre, le mélange du premier récipient devrait former deux phases : une phase aqueuse avec de l'eau et une autre phase avec de l'huile.

Maintenant en regardant si ces deux phases subsistent en microgravité nous pourrions déterminer si oui ou non la décantation dans l'espace est possible.

Ensuite la deuxième expérience avec la goutte d'huile pourrait nous montrer si la miscibilité des liquides pourrait être manipulée plus facilement dans l'espace en regardant si la goutte d'huile pourrait subsister à l'intérieur d'une goutte d'eau.



Lien par rapport à un programme :

La première expérience implique le principe de décantation et ainsi pourrait être relié au programme scolaire de collégiens (5ème).

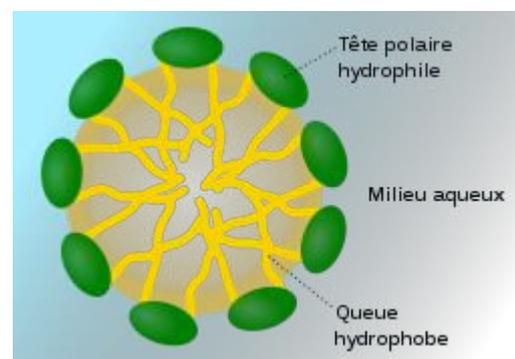
La seconde expérience pourrait être rattachée au concept d'espèces lipophiles et hydrophiles, vu en Enseignement Scientifique en Première. En effet, l'huile est une espèce hydrophobe et l'eau est une espèce lipophobe.

Résultats et communication :

Cette expérience sera être communiquée aux élèves à travers des vidéos mises en ligne sur un compte instagram ou une page Facebook.

Puisque les deux expériences sont déjà toutes deux sujet de T.P. en classe (De seconde pour la goutte d'huile de Marie Curie et de 5e pour la décantation) alors nous pourrions seulement communiquer les résultats de celles-ci dans le vol à travers des vidéos.

D'ailleurs, les espèces lipophiles et hydrophiles sont utilisées dans l'industrie pharmaceutique pour les médicaments sous forme de micelles (Schéma). Donc nous pourrions communiquer certains acteurs de cette industrie par rapport à l'expérience de la goutte d'huile de Marie Curie.



Intérêt de ces expériences :

Ces expériences pourraient montrer d'une part si certains procédés chimiques essentiels par exemple à l'isolement d'une espèce sont possibles dans l'espace ou encore s'il faut remodeler ces procédés pour faire de la recherche dans l'espace.

Titre de l'expérience : Centrifugeuse

Introduction :

Nombreux sont les films de science-fiction qui nous emmènent dans des voyages très loin de notre planète. Entre le problème de la nourriture, de la survie en cryogénéisation, ou encore du manque d'un champ gravitationnel, d'un effet du poids, des solutions créatives et différentes sont employées. Penchons-nous sur la gravité. Chaque film, chaque réalisateur a une manière différente de simuler la gravité à bord des vaisseaux spatiaux. Cependant on peut noter que beaucoup ont recours à une certaine forme de centrifugeuse.

Mais dans la réalité, est-ce quelque chose de réalisable?

L'apesanteur dans l'espace pourrait entraver l'homme dans son quotidien, mais aussi perturber, voire grandement ralentir la recherche. Ainsi il serait intéressant de simuler la gravité dans ce milieu en utilisant par exemple le fameux concept de la centrifugeuse.

Nous nous pencherons sur la question suivante:

Problématique: Comment générer une accélération gravitationnelle égale à celle sur Terre dans une situation de microgravité (et donc dans l'espace)?

Fonctionnement:

Un moteur est fixé à une base. Il est relié par son axe au centre d'une capsule cylindrique. Cette dernière d'un côté aura une bille posée sur une plaque de mesure de pression, et de l'autre, un accéléromètre.

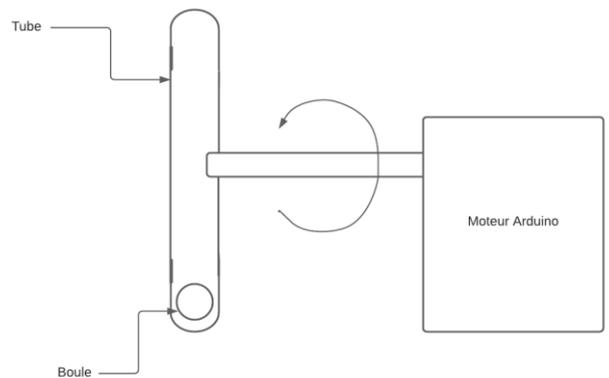
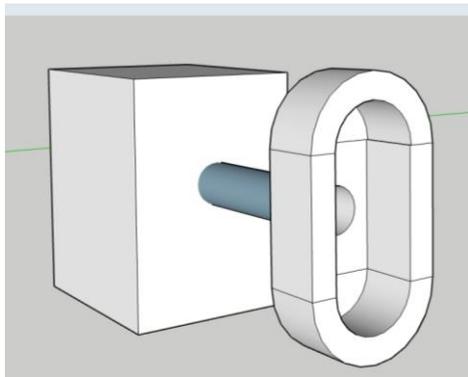
Le moteur sera contrôlé par une carte Arduino, celle-ci le mettra en marche ou en arrêt et contrôlera la vitesse de rotation. Cette carte elle-même mesurera la pression exercée par la bille sur la plaque et l'accélération par l'accéléromètre.

On vise ici de démontrer de deux manières différentes que l'on a atteint le niveau d'accélération voulu, c'est-à-dire; $9,8 \text{ m/s}^2$.

- en mesurant l'accélération
- ou en mesurant le poids

Protocole :

(les images représentent des prototypes)



- Mettre en place le de son côté, sur la plaque, et l'accéléromètre de l'autre
- Mesurer l'accélération grâce à l'accéléromètre
- Faire varier le nombre de tours par secondes jusqu'à avoir une valeur sur l'accéléromètre équivalente à l'accélération gravitationnelle
- Répéter la procédure avec des tubes de plusieurs longueurs différentes en vue de trouver une relation entre le rayon du tube et le nombre de tours nécessaires

Réflexions lors de l'expérience qui permettront à l'aboutissement de la conclusion :

La rotation va faire en sorte que la boule ressente une force dirigée vers le bas du tube ce qui donc simulerait la gravité.

Il faudrait donc essayer d'établir un lien entre la vitesse de rotation, le rayon du tube et l'accélération en faisant varier chacun des paramètres jusqu'à avoir une accélération équivalente à celle sur Terre (de 9.8 m/s^2)

Rattacher l'expérience au programme de collège, lycée... :

Cette expérience pourrait être rattachée au programme de physique de seconde où l'on étudie les forces, surtout la gravité. On porte ici une considération importante à l'effet centrifuge, ce sera une occasion pour le démystifier également.

La ré-exploitation des résultats:

Nous allons présenter le concept de centrifugeuse :

- aux médias (le populariser chez des esprits tunisiens méconnaissants)
- aux élèves à travers des vidéos du club et à travers une démonstration de la centrifugeuse

Démarche de la réflexion :

Cette expérience est intéressante puisqu'elle permettrait d'avoir une idée sur la vitesse de rotation nécessaire pour une base spatiale. Ainsi nous pourrions savoir si la construction d'une base dans l'espace sur le modèle d'une centrifugeuse est réalisable.

Chaud en haut et froid en bas ?

La thermodynamique appliquée aux connaissances de tous les jours

Définition :

La thermodynamique est l'étude des phénomènes mécaniques en relation avec les changements thermiques.

Ainsi, c'est l'étude de l'énergie interne des corps et de ses transformations.

La réflexion derrière l'expérience :

On a tous appris à un moment dans nos vies que l'air chaud "monte" et l'air froid, "descend". Mais pourquoi?

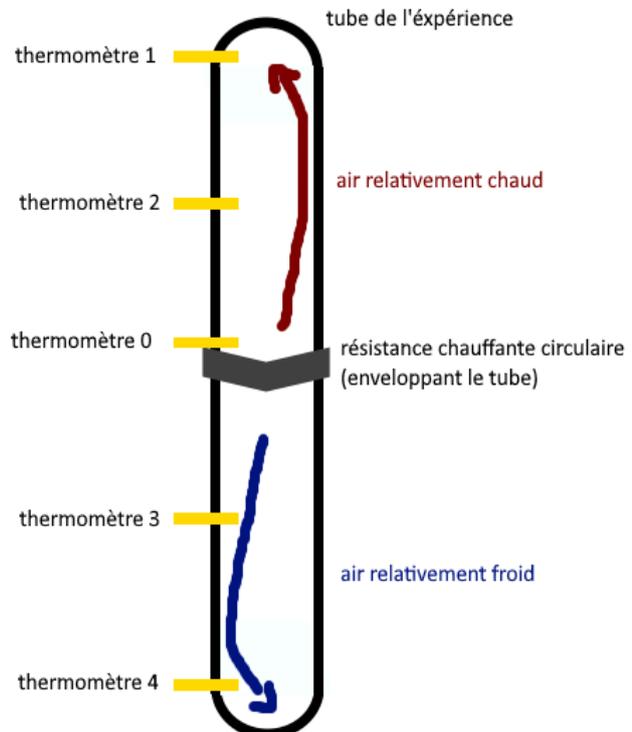
On a donc comme objectif d'étudier le mouvement/ positionnement d'un gaz en fonction de sa température: dans un premier temps, sur Terre, c'est-à-dire avec une attraction gravitationnelle influente, et dans un second temps, en 0g.

Nous nous poserons donc la question suivante:

Problématique : En quoi les différences d'altitude dans un fluide (l'air) sont-elles liées à des différences de température ?

Protocole :

- Mettre en place les 5 thermomètres test (1 à 4) ainsi que le thermomètre de relevé de la température d'entrée (0).
- Mettre en place la résistance chauffante circulaire au milieu du tube
- Mesurer les variations de température et les reporter (automatiquement) dans un graphique (et en faire ressortir les incohérences avec l'idée de base et en déduire les limites du montage expérimental)



Explication et démarche de réflexion:

Nous avons vu depuis le collège (4e) que lorsqu'on chauffe un gaz, les molécules qui le composent s'agitent et se distancient: ainsi pour un même volume, une poche d'air chaude contient moins de molécules qu'une poche plus froide. Sa masse volumique, et par conséquent, puisque c'est un gaz, sa densité, est plus faible: la poche d'air chaude s'élève (relative à l'air froid).

Cet élévation s'explique par un jeu de forces causé lui-même par la gravité terrestre. Pour comprendre les résultats de l'expérience de façon plus mathématique, on pourra utiliser la formule de calcul de la valeur d'un poids $P = m.g$ vue à la fin du collège. Et celle de densité $d = \rho(\text{gaz}) / \rho(\text{air})$
 $\rho = m/v$ On peut donc établir un rapport entre la force de pesanteur et la densité :
 $P = d.V(\text{gaz}). \rho(\text{air}) .g$

Dans l'avion, g sera égal à 0, donc on peut s'attendre à ce que la masse, et par conséquent, la densité, n'influent pas sur la dynamique du gaz.

On montrera donc que cette différence de température et donc **d'altitude du gaz est intimement liée à la force de gravitation**. Il serait également intéressant de voir ce changement de comportement lors de la phase en 1,8g.

Vu au programme:

- Du collège
- Du lycée, surtout en terminale pour la thermodynamique

Exploitation:

Pour exploiter nos résultats, on pourrait :

- Pour les petites classes, ou collège : expliquer le le comportement de l'air « chaud » sur terre à travers la construction d'une petite montgolfière avec une bougie : l'air est chauffé, la montgolfière s'élève.
- Partager nos résultats aux classes de lycée dans l'enceinte du cours
- Intervention radio, télévisée pour l'exploiter et le développer

Intérêt:

Dans l'idée d'éclairer les gens sur les idées scientifiques admises (surtout à l'enfance), on réalise ce projet. Il nous tient à cœur de limiter, voire d'éliminer les connaissances ou idées scientifiques trop superficielles (qui pourraient à terme devenir des sources de problèmes). On veut les remplacer par une réflexion, une construction logique qui permet de comprendre et non de simplement admettre les phénomènes physiques.

Titre: Attention au vortex

Chapeau introducteur de l'expérience:

Dans les films ou séries fantastiques, il est vrai que tout pirate rencontrera un maelstrom. Que ce soit chez les *Pirates des Caraïbes*, ou encore dans *One Piece*, le "trou noir de l'océan" est un réel danger. Malheureusement, Afin de mieux le comprendre et donc de savoir potentiellement comment l'éviter, nous proposons (pour des raisons purement budgétaires) de réaliser un vortex en des conditions de microgravité afin d'en étudier les caractéristiques.

On se posera donc la question suivante:

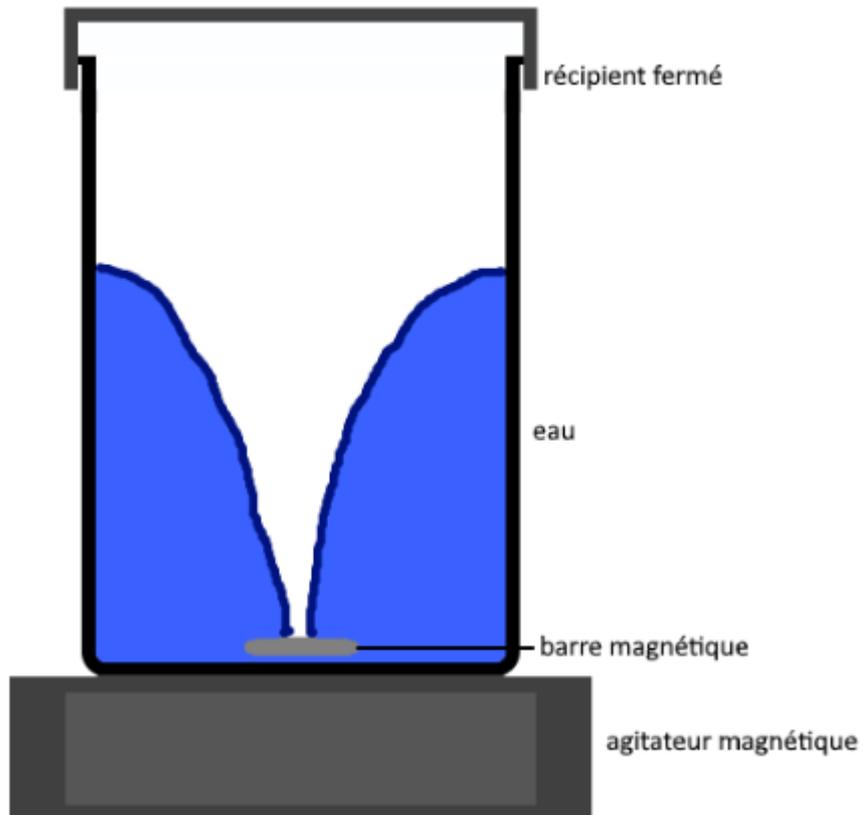
Problématique: Que faut-il pour qu'un vortex (analogue du tourbillon sous-marin) se forme?
OU

Problématique: Quelles sont les forces nécessaires à la stabilité d'un vortex (et donc d'un tourbillon sous-marin)?

Protocole:

- Sur Terre :

- Verser une quantité connue d'eau colorée au préalable dans un pot à couvercle
- Y mettre une barre magnétique et poser le tout sur un agitateur magnétique
- Refermer le couvercle et agiter



- Dans l'enceinte de l'avion :

- Verser une quantité connue d'eau colorée au préalable dans un pot à couvercle
- Y mettre une barre magnétique et poser le tout sur un agitateur magnétique
- Refermer le couvercle et agiter

Réflexions lors de l'expérience qui permettront à l'aboutissement de la conclusion:

- **Sur Terre:** Observer le phénomène tourbillonnaire en 1g, en déduire les forces et forces fictives/effets qui s'appliquent sur lui, mesurer les valeurs pertinentes (ou en avoir un ordre de grandeur au moins)
- **Dans l'avion:** Observer le phénomène tourbillonnaire en 1,8g puis en 0g et expliquer le phénomène apparent par la différence en termes de forces ou d'effets/ forces fictives et des valeurs mesurables/ calculables pertinentes

Rattacher l'expérience au programme de collège, lycée... : (à voir avec les professeurs)

Montrer comment cette expérience pourrait rentrer dans un cours et comment elle pourrait démontrer un concept (qu'il ne serait pas possible de prouver en temps normal (idéalement)).

La réexploitation des résultats:

Démarche de la réflexion et prolepse :

- Pourquoi cette expérience était intéressante ?
- Quel est son intérêt?