

## Titre: la 3<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> loi de Newton, ou encore le principe d'inertie, la 1<sup>ère</sup> 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<sup>ème</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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 voil à chaque 10 cm
- Tirer la balle du canon
- Observer le point d'impact sur le voil
- 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 tires 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:

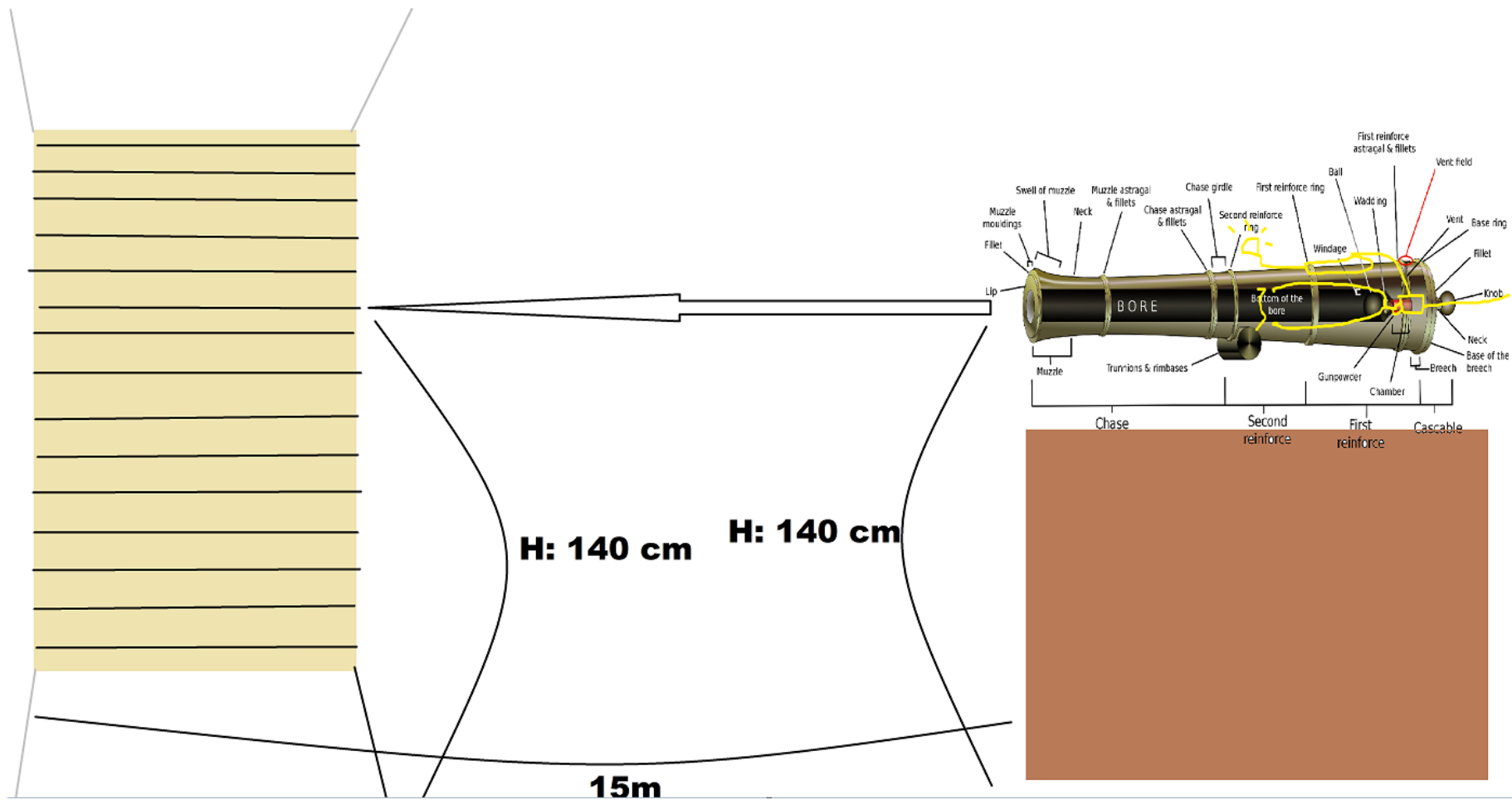
$$F \cdot t = m_{\text{projectile}} \cdot v_{\text{projectile}}$$

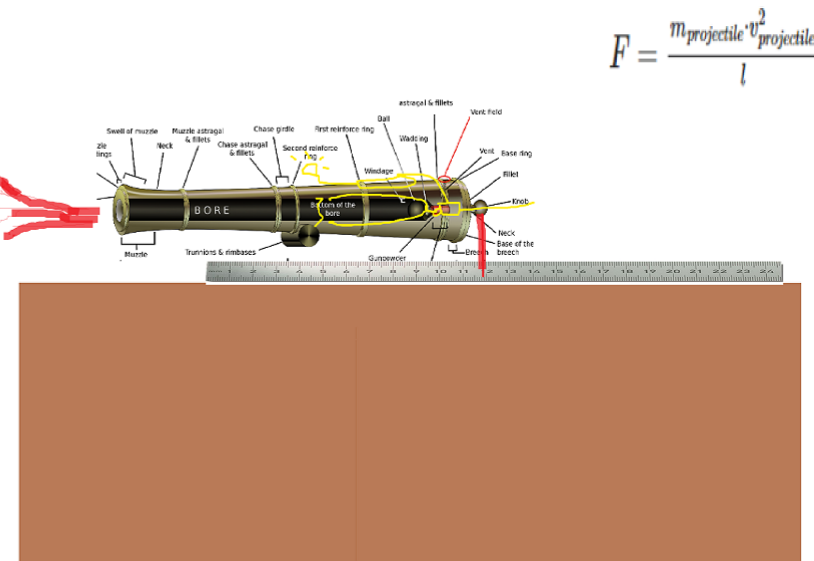
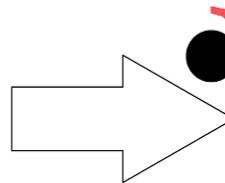
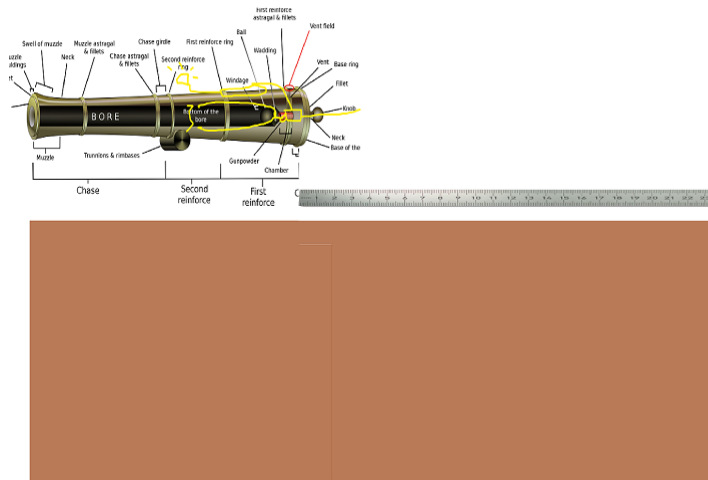
où  $t$  est le temps que met le projectile pour parcourir le canon de longueur  $l$ , donc égale à  $l/v_{\text{projectile}}$

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...)