

PRINCIPE DE LA PROPULSION PAR RÉACTION

La propulsion à réaction est fondée sur le principe des actions réciproques formulé par Isaac Newton (1643 – 1727). Elle permet d'expliquer le mouvement d'un ballon de baudruche que l'on lâche ou celui d'un bateau non amarré duquel descend un passager. La conservation de la quantité de mouvement du système global {ballon + matière éjectée} implique que l'éjection de matière vers l'arrière fait avancer le ballon.

Document 1 : « Comme un vol de pétaures » de Arleston et Mourier

Dans les bulles qui suivent, la gravité a disparu suite à « la grande conjonction ». Waha explique à son père comment se déplacer en impesanteur, en évitant soigneusement de se mouiller (les trolls ont horreur de l'eau...).



Document 2 : Locomotion et défense du poulpe commun (*octopus vulgaris*)

En refoulant l'eau de mer devant lui, le poulpe peut se propulser en arrière pour échapper à ses poursuivants comme un avion à réaction. Il prend la fuite en projetant à volonté un ou plusieurs nuages d'encre, laquelle est sécrétée dans sa « poche au noir ».



Document 3 : Recul d'une arme à feu

Le recul d'une arme à feu est la réaction d'une arme consécutive au tir qui se traduit par son déplacement en arrière, à moins que l'énergie en soit absorbée pour l'essentiel par le bras du tireur ou l'affût (support) de l'arme. L'importance du recul dépend de la masse de l'arme et des masses et vitesses du projectile et des gaz éjectés.

Armes sans et avec affût



Voir les exemples du bêtisier suivant : <http://videosphysique.blogspot.fr/2012/02/recul-dune-arme-feu.html>

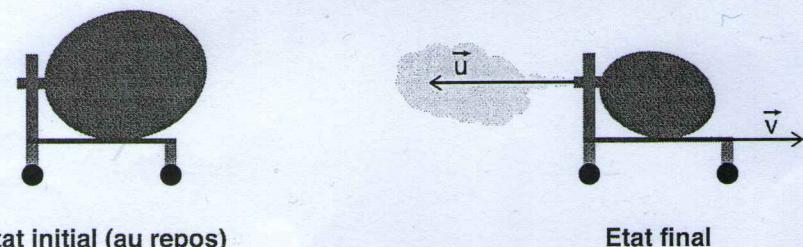
Document 4 : Caractéristiques des revolvers « Taurus Raging Bull » et « 415 Titane »

- ★ masse du revolver « Taurus Raging Bull » vide : 1,56 kg
- ★ masse de la balle : 15,6 grammes
- ★ masse des gaz d'éjection : négligeable
- ★ vitesse de la balle à la bouche (canon de 16,5 cm) : 448 m/s

Le titane a été employé pour l'ensemble de la construction du Taurus 415T. Il permet d'alléger considérablement l'arme (moins de 600 g) ce qui la rend moins fatigante à porter mais se traduit en revanche par un recul plus important.

Document 5 : Conception d'un chariot à réaction

Pour interpréter le mode de propulsion par réaction à l'aide d'un bilan de quantité de mouvement, on peut utiliser un chariot à réaction, équipé de petites roues, propulsé par un moteur à réaction. Le moteur à réaction est constitué d'un ballon de baudruche équipé d'un embout permettant d'éjecter l'air à vitesse constante.



Document 6 : Données et formules utiles

- Système isolé ou pseudo-isolé : système qui n'est soumis à aucune force extérieure ou à des forces extérieures qui se compensent.
- La quantité de mouvement \bar{p} d'un système considéré comme ponctuel de masse m et animé d'une vitesse \bar{v} est définie comme le produit de la masse et du vecteur vitesse :

$$\bar{p} = m \times \bar{v}$$

Document 7 : Lois de Newton

- **Première loi de Newton (principe d'inertie)**

Dans un référentiel galiléen, le mouvement du centre d'inertie d'un système est rectiligne uniforme si et seulement si les forces extérieures qui s'exercent sur le système se compensent (la somme des vecteurs forces est égal au vecteur nul).

- **Deuxième loi de Newton (principe fondamental de la dynamique)**

Dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures exercées sur un système est égale à la dérivée par rapport au temps de son vecteur quantité de mouvement :

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

- **Troisième loi de Newton (principe des actions réciproques)**

Pour deux systèmes A et B en interaction, la forces exercée par A sur B est opposée à celle exercée par B sur A :

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

Questions à propos du document 1

- Pourquoi tous les « objets » en suspension sont isolés ? Que peut-on en déduire sur leur mouvement dans le référentiel terrestre (supposé galiléen) ?
- Pourquoi lorsque Waha pousse sur un obstacle, l'obstacle la « pousse » aussi ?
- Intuitivement, quel choix d'obstacle feriez vous si vous étiez dans le cas de Waha pour obtenir la poussée la plus efficace possible ? Pourquoi ?

Questions à propos du document 2

- Que peut-on dire de la direction et du sens du déplacement du poulpe et de son nuage d'encre ?
- Pour quelles raisons, la propulsion par « éternuement » d'un être humain est-elle moins favorable que celle du poulpe ?

Questions à propos des documents 3 et 4

- Qu'arrive-t-il aux personnes peu futées immortalisées par la vidéo du document 3 ?
- Pourquoi l'effet de recul est-il négligeable pour un tireur « préparé », surtout avec une arme possédant un affût ? Le système {arme + gaz d'éjection + balle} est-il pseudo-isolé dans ce dernier cas ?
- En supposant que le système {arme + gaz d'éjection + balle} soit pseudo-isolé (poids de l'arme négligeable devant la force de « réaction » des gaz, tireur surpris qui lâche son arme), calculer la vitesse de recul du Taurus Raging bull après le tir. Conclure.
- Expliquer pourquoi une arme en titane possède un recul plus important.

Questions à propos du document 5

On considère le système constitué de l'ensemble {chariot + ballon + air contenu initialement à l'intérieur du ballon} de masse M.

- À quelle(s) condition(s) peut-on considérer que le système {chariot + ballon} est pseudo-isolé et donc que son mouvement est rectiligne uniforme dans le référentiel terrestre, supposé galiléen ?
- Faire un bilan de quantité de mouvement entre un état initial où le système est au repos dans le référentiel du laboratoire et un état final où l'ensemble {chariot + ballon} a acquis une vitesse v alors qu'une masse d'air m a été éjectée du ballon à la vitesse u .
- En considérant que la masse d'air éjecté m est très faible devant la masse du système M, montrer que le bilan de quantité de mouvement permet d'obtenir l'égalité suivante :
$$m \times u = M \times v$$

- Vérifications expérimentales**

Avec le matériel à votre disposition, élaborer quelques expériences impliquant la propulsion par réaction dont les résultats confirment la conservation de la quantité de mouvement. Ces expériences doivent mesurer l'efficacité de la propulsion par réaction en faisant varier quelques paramètres pertinents.

Rédiger le protocole expérimental suivi et vos conclusions.