

Objectifs du TP :

- Retrouver la conservation de la quantité de mouvement pour un système isolé ou pseudo-isolé.
- Comprendre le principe de propulsion par réaction par un bilan de quantité de mouvement.

## I. Conservation de la quantité de mouvement

### 1. Présentation du dispositif



On a constitué deux mobiles en fixant sur deux plaques minces des barreaux aimantés.

Les mobiles ont une masse de 398 g et de 192 g. Ils sont maintenus l'un contre l'autre sur une table soufflante horizontale ; on les lâche simultanément et ils se mettent en mouvement.

On considère que la mise en mouvement des mobiles est équivalente à une propulsion par réaction.

Cette séquence est filmée ([film propulsion](#))

### 2. Utilisation de Latis Pro .

a) Ouvrir la vidéo « propulsion.avi » à l'aide du logiciel « Latis pro ». (COMELEVES – TS 2013-2014)

b) Mesures :

Pour l'étalonnage :

- se placer à l'image 27 : on se sert de l'aimant le plus long qui mesure 20,0 cm soit 0,200 m : étirer la double flèche d'un bout à l'autre de l'aimant long et entrer la valeur 0,200 (en mètres).

Se placer ensuite à l'image 24 (aimant 1 court).

- Choisir l'*origine* sur la première marque blanche de l'aimant 1 court.
- Cliquer sur l'orientation adéquate des axes (correspondant au sens de déplacement de l'aimant)
- Cliquer sur *sélection manuelle des points*. Effectuer le pointage des positions successives des marques blanches (milieu des marques) pour avoir les coordonnées  $x_{\text{court}}$  de l'aimant court. Ne pas oublier de *terminer* la sélection manuelle des points.

Cliquer sur *nouvelle étude* et *conserver les données des courbes précédentes*.

Se placer à l'image 24 (aimant 2 long).

- Choisir l'origine sur la première marque blanche de l'aimant 1 long.
- Cliquer sur l'orientation adéquate des axes (correspondant au sens de déplacement de l'aimant)
- Cliquer sur *sélection manuelle des points*. Effectuer le pointage des positions successives des marques blanches (milieu des marques) pour avoir les coordonnées  $x_{\text{long}}$  de l'aimant long. Ne pas oublier de *terminer* la sélection manuelle des points.

c) A partir des graphes  $x_{\text{court}}(t)$  et  $x_{\text{long}}(t)$  proposer une méthode pour déterminer les vitesses de l'aimant « long » et de l'aimant « court ». Déterminer ces deux vitesses.

### 3. Quantité de mouvement.

a) Dans quel référentiel a-t-on étudié le mouvement des deux mobiles ?

b) On considère le système formé par l'ensemble des deux mobiles : faire l'inventaire des forces extérieures qui agissent sur le système et les schématiser. Peut-on considérer le système comme « pseudo-isolé » ? Justifier.

c) Déterminer la quantité de mouvement  $\vec{p}_{\text{système}}$  du système avant la séparation des deux mobiles.

d) Exprimer la quantité de mouvement  $\vec{p}_{\text{système}}$  du système après la séparation des deux mobiles.

e) La quantité de mouvement du système se conserve-t-elle ? Justifier en utilisant la deuxième loi de Newton.

f) En déduire une relation entre les quantités de mouvement  $\vec{p}_1$  et  $\vec{p}_2$  des deux mobiles après la séparation.

g) A l'aide des valeurs expérimentales, calculer les valeurs des quantités de mouvement  $\vec{p}_1$  et  $\vec{p}_2$  des deux mobiles. Que constate-t-on, aux incertitudes de mesure près ? Le résultat est-il en accord avec la réponse donnée au f) ?

## II. Propulsion et quantité de mouvement : décollage d'une fusée Ariane 5

La fusée Ariane 5 au décollage :

- Masse : 780 t
- Hauteur : 52 m
- 3 moteurs activés
  - 2 propulseurs à poudre (PAP)
  - 1 moteur Vulcain

Les PAP effectuent 90% de la poussée. Ils sont largués à une altitude de 60 km d'altitude après avoir fonctionné pendant 130 s et avoir consommé chacun 237 t de poudre.

Le moteur Vulcain brûle 158 t d'un mélange de dihydrogène et de dioxygène pendant 589 s.

Consommation  $c$  des propulseurs :

- PAP : \_\_\_\_\_  
 $c = 1,82 \text{ tonnes/s}$  par PAP  
 gaz éjectés à  $v = 2800 \text{ m/s}$
- Moteur Vulcain : \_\_\_\_\_  
 $c = 270 \text{ kg/s}$   
 gaz éjectés à  $v' = 4000 \text{ m/s}$



1. En simplifiant la situation, c'est à dire en supposant que le système {fusée – gaz éjectés} est pseudo-isolé, on peut appliquer la conservation de la quantité de mouvement. A quoi peut-on alors assimiler les gaz éjectés et le « corps » de la fusée en comparant la situation à l'étude réalisée au I ?
2. A partir des données ci-dessus, évaluer la masse de gaz éjectée quand les PAP cessent de fonctionner. Quelle est alors la masse de la fusée ?
3. En utilisant la conservation de la quantité de mouvement du système {fusée – gaz éjectés}, déterminer la vitesse approximative  $V$  atteinte par la fusée lorsque les PAP cessent de fonctionner. On considèrera pour état initial : avant le décollage. Pour état final : l'instant de séparation des PAP.
4. Expliquer pourquoi on nomme ce mode de propulsion : « propulsion par réaction ».