

TPP7



Chapitre P5

Propulsion par réaction

Conservation de la quantité de mouvement

I. Expériences de propulsion par réaction :

Document n°1 : Décollage de la fusée Ariane

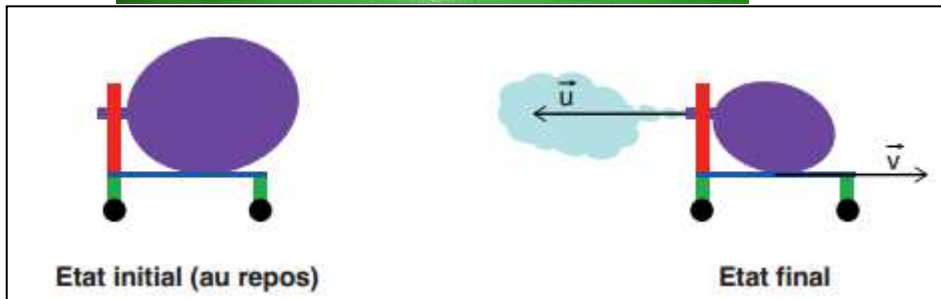
Visualiser le film « TS-TPP7-ArianespaceAriane5LaunchHerschelandPlanck.flv »

Les propulseurs à poudre (PAP) situés de part et d'autre de la fusée, fonctionnent pendant 130 s consommant chacun 237 tonnes de poudre. Les gaz issus de la combustion sont éjectés à 2800 m.s^{-1} .

Document n°2 : Voiture ballon

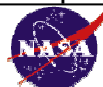
Vous disposez d'une voiture ballon et d'une boîte de masses marquées.

On peut considérer que le volume d'air expulsé est constant au cours du temps.



\vec{u} et \vec{v} représentent des vecteurs vitesse.

Document n°3 : Principe des actions réciproques



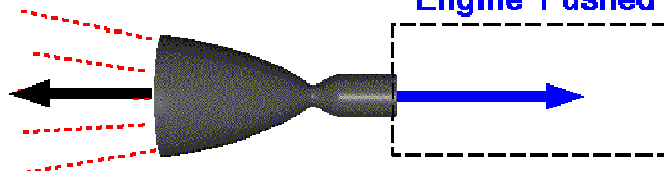
Newton's Third Law



For every action, there is an equal and opposite re-action.

Rocket Engine Thrust

Engine Pushed Forward



Exhaust Flow Pushed Backward

« Exhaust Flow » = gaz d'échappement

Q1. Sur le schéma du document n°3, quelle flèche modélise la force exercée par le gaz sur le moteur ? Quelle flèche modélise la force exercée par le moteur sur le gaz ?

Q2. Réaliser une série d'expériences permettant de mettre en évidence qualitativement le paramètre « masse de la voiture » sur l'efficacité de son mouvement.

Décrire l'expérience, présenter les observations et conclure.

II. Interprétation à l'aide d'un bilan de quantité de mouvement :

On considère le système S, de masse M, constitué de l'ensemble {**chariot + ballon + air contenu initialement à l'intérieur du ballon**}, représenté sur le document 2.

On considère que le centre d'inertie **du système** est immobile dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

Q3. Faire un inventaire des forces exercées sur le système S. À quelle(s) condition(s) peut-on considérer que le système S est pseudo-isolé ?

Q4. Exprimer les quantités de mouvement du système S :

- \vec{p}_i dans un état initial où le système est au repos dans le référentiel du laboratoire,

- \vec{p}_f dans 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.

Q5. En considérant que la masse d'air éjecté m est très faible devant la masse du système M, montrer que la conservation de la quantité de mouvement permet d'obtenir l'expression suivante : $M.v - m.u = 0$.

Q6. L'expression indiquée est-elle en accord avec les constatations expérimentales précédentes concernant la vitesse du chariot ?

III. Éclatement et conservation de la quantité de mouvement :

Document n°4

On a enregistré le mouvement de deux wagons placés sur des rails :

« TS-TPP7-Train_745_545.avi »

Entre les wagons, un ressort est comprimé, les wagons sont initialement maintenus accolés grâce à une ficelle.

À l'instant initial, on brûle la ficelle.

Masse du train de gauche : $m_2 = 745 \text{ g}$; masse du train de droite : $m_1 = 545 \text{ g}$

Document n°5 Aviméca 2

AviMéca 2 permet, à partir d'un film, de recueillir les coordonnées d'un point au cours de son mouvement.

Voir ci-après.

Document n°6 Regressi

Regressi permet d'exploiter les coordonnées du vecteur position.

Ce logiciel peut calculer : - la dérivée d'une grandeur via **Y+ Ajouter** type de grandeur Dérivée.

- la moyenne d'une grandeur X via **Y+ Ajouter** type de grandeur Grandeur calc. puis la formule « moy(X) ».

Document n°7 Incertitudes

En tenant compte des erreurs de pointage dans le logiciel Aviméca, et de l'incertitude de la balance, on peut considérer que l'incertitude sur la mesure de la quantité de mouvement vaut $U(p) = 6 \times 10^{-3} \text{ kg.m.s}^{-1}$.

Lorsque l'on additionne deux grandeurs, leurs incertitudes s'additionnent.

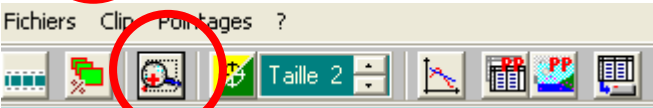
Q7. En réalisant le traitement de la vidéo, retrouver la loi de la conservation de la quantité de mouvement du système {train 1 + train 2}.



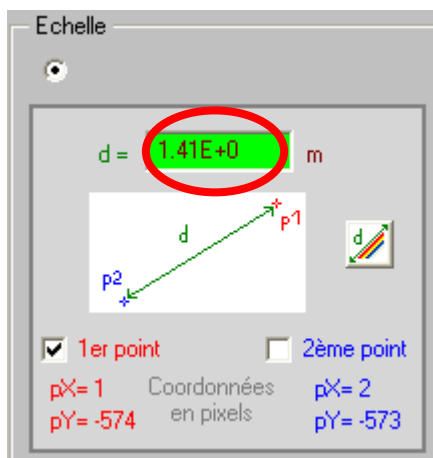
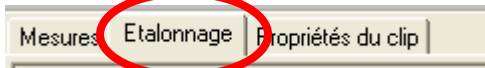
Ouvrir le fichier vidéo



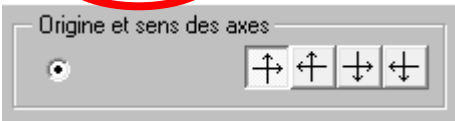
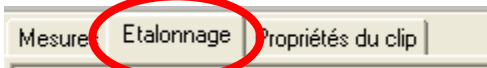
Cocher adapter puis OK



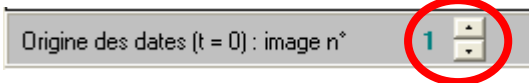
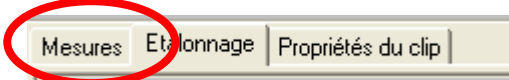
Activer la loupe



Étalonner les dimensions de l'image en sélectionnant, à l'aide la souris, deux points situés sur la règle graduée.
Entrer, à l'aide du clavier, la distance en mètre séparant ces deux points.



Placer un repère d'espace



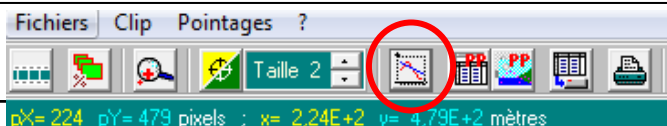
Choisir une image origine des dates



Choisir 2 points par image pour suivre les deux centres d'inertie.

τ (s)	x (m)	y (m)
0,000	0,00E+0	1,00E+0
0,050	3,40E+1	5,20E+1
0,100	6,70E+1	9,30E+1
0,150	1,00E+2	1,30E+2
0,200	1,32E+2	1,62E+2

Pointer les positions successives des deux centres d'inertie. Chaque clic pose une marque et fait avancer le film d'une image. Les résultats sont présentés sous forme de tableau.



Exporter dans regressi.