

COMPÉTENCES EXIGIBLES

- Définir la quantité de mouvement \vec{p} d'un point matériel.
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de propulsion par réaction à l'aide d'un bilan qualitatif de quantité de mouvement.

I- CONSERVATION DE LA QUANTITÉ DE MOUVEMENTS

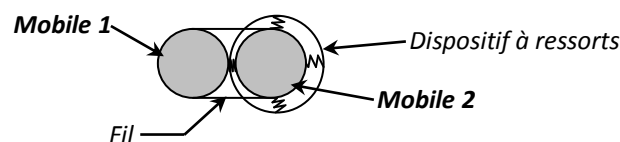
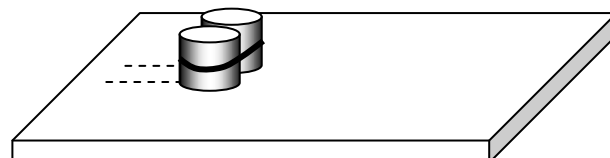
App, Réa

1. PRÉSENTATION

On considère un système constitué de deux mobiles autoporteurs attachés ensemble par un fil. L'un des mobiles est équipé d'un dispositif à ressort qui, une fois le fil cassé, expulse l'autre mobile.

On lance le système sur la table avec une vitesse v_0 .

1. Rappeler le principe de la table à coussin d'air.
2. Déterminer la résultante des forces appliquées au système.
3. Que peut-on en déduire ?



2. ÉTUDE DE L'ENREGISTREMENT DU DOCUMENT 1

4. Pour une même date, avant que le fil ne se casse, tracer les vecteurs quantité de mouvement \vec{p}_1 et \vec{p}_2 respectivement du mobile M_1 de masse $m_1 = 1200 \text{ g}$ et du mobile M_2 de masse $m_2 = 600 \text{ g}$.
5. Tracer alors le vecteur quantité de mouvement $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ du système composé des deux mobiles attachés.
6. Au bout de combien de temps après la première trace le fil casse-t-il ?
7. Tracer les vecteurs \vec{p}_1 et \vec{p}_2 pour une date quelconque après que le fil ait cassé.
8. Tracer alors le vecteur quantité de mouvement $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ du système composé des deux mobiles séparés.
9. Montrer alors à l'aide de la deuxième loi de Newton que le système est bien pseudo-isolé.

II- PROPULSION ET QUANTITÉ DE MOUVEMENT

App, Réa

1. PRÉSENTATION

On considère un système composé d'un patineur de masse $m = 65,3 \text{ kg}$ et d'un gros glaçon parallélépipédique de masse m' . Le système se trouve au milieu d'une patinoire parfaitement horizontale. On négligera toutes les forces de frottements. Le patineur initialement immobile et accroupi tient le glaçon. À la date $t = 0$ il pousse ce dernier sur la patinoire. On observe alors la chronophotographie du **document 2**.

10. Rappeler le principe d'une chronophotographie.
11. Le système est-il pseudo-isolé ? Justifier.

2. ÉTUDE DE L'ENREGISTREMENT DU DOCUMENT 2

12. Que vaut le vecteur quantité de mouvement du système avant que le patineur ne pousse le glaçon ?
13. Pour une date t prise après que le patineur ait lancé le glaçon, tracer le vecteur quantité de mouvement \vec{p} du patineur.
14. En déduire le vecteur quantité de mouvement \vec{p}' du glaçon. Le tracer.
15. Retrouver alors la masse m' du glaçon.

Quelques données sur la fusée Ariane 5 au décollage :

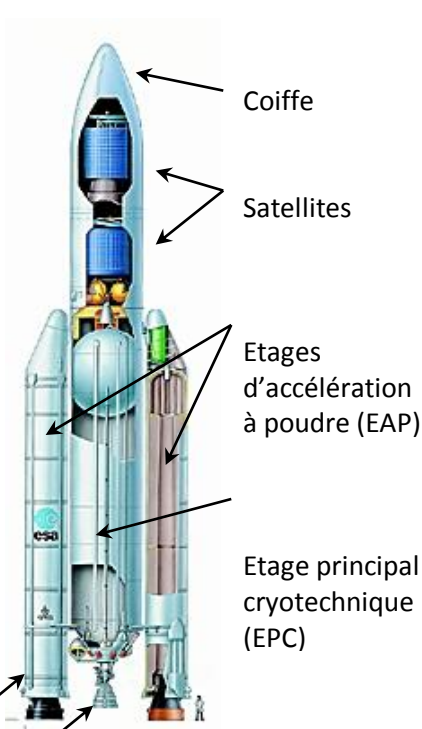
- ▲ Masse : **780 t**
- ▲ Hauteur : **52 m**
- ▲ 3 moteurs activés :
 - 2 propulseurs à poudre (PAP)
 - 1 moteur Vulcain

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 $v = 2\,800 \text{ m/s}$
- Moteur Vulcain : _____
 $c' = 270 \text{ kg/s}$
 gaz éjectés à $v' = 4\,000 \text{ m/s}$



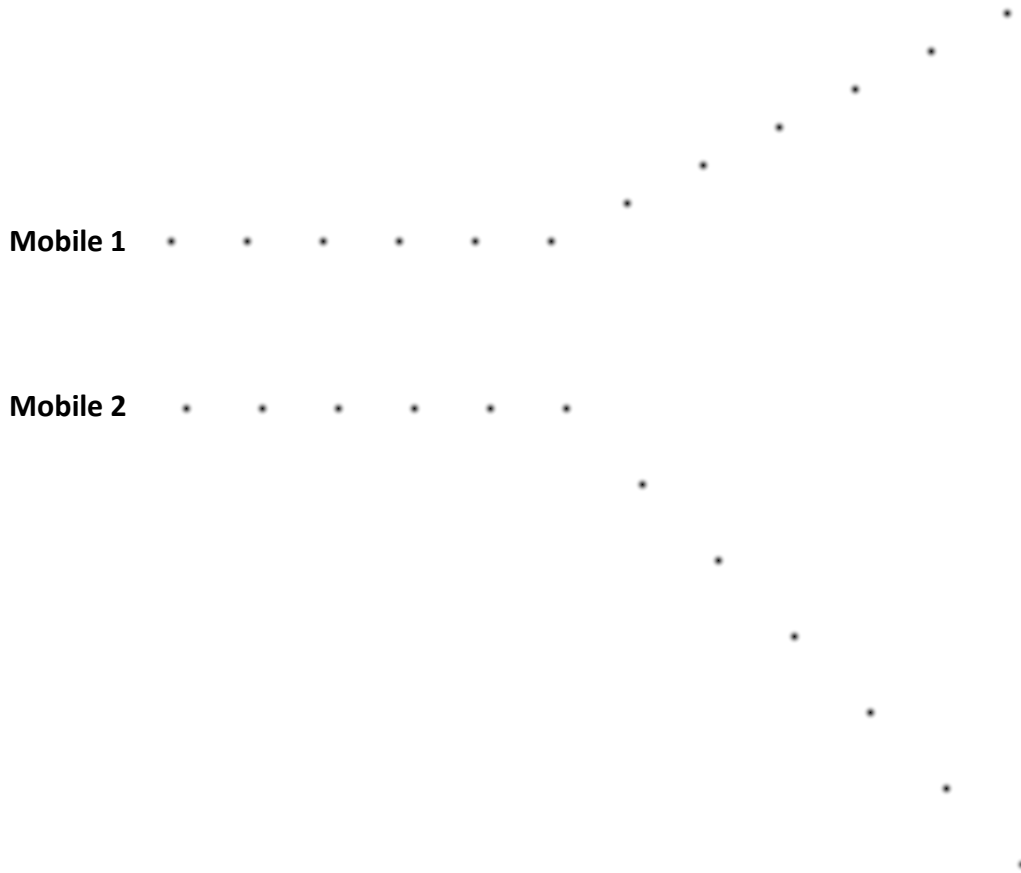
16. En simplifiant la situation, c'est à dire en supposant que le système {fusée – gaz éjectés} est pseudo-isolé, on peut appliquer la conservation de la quantité de mouvement.
 À quoi peut-on alors assimiler les gaz éjectés et le « corps » de la fusée en comparant la situation à celle du patineur ?
17. À partir des données ci-dessus, évaluer la masse de gaz éjectée m_{gaz} quand les PAP cessent de fonctionner. Quelle est alors la masse de la fusée $M_{\text{fusée}}$?
18. En utilisant la conservation de la quantité de mouvement du système {fusée – gaz éjectés}, calculer la vitesse V approximative atteinte par la fusée lorsque les PAP cessent de fonctionner.
19. En analysant les actions qui s'exercent entre les composants du système {fusée – gaz éjectés}, expliquer pourquoi on nomme ce mode de propulsion : « propulsion par réaction ».

Document 1

Mobiles autoporteurs attachés ensemble par un fil

Échelle : 1 cm \Leftrightarrow 5 cm

$\Delta t = 40,0$ ms



Document 2

Patineur avec gros glaçon

Échelle : 1 cm \Leftrightarrow 1 m

$\Delta t = 500$ ms

