



## Travaux pratiques : propulsion par réaction.



Objectif : appliquer la conservation de la quantité de mouvement à la propulsion par réaction.

### Compétence travaillée : utiliser la conservation de la quantité de mouvement.

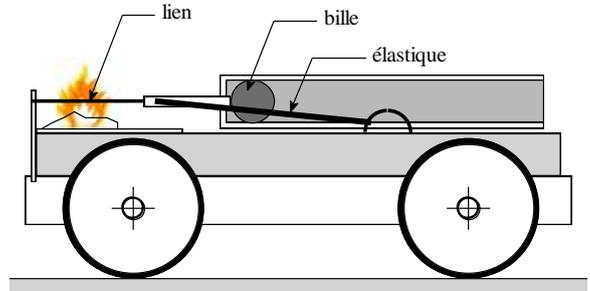
✚ Réaliser un pointage vidéo.		✚ Exploiter une représentation graphique.	
✚ Choisir un repère et une origine des dates appropriés.		✚ Noter des valeurs avec un nombre de chiffres significatifs adapté.	
✚ Utiliser un tableur pour créer des grandeurs calculées.		✚ Définir des systèmes bien choisis pour faire un bilan de quantité de mouvement.	
✚ Tracer une représentation graphique à l'aide d'un tableur.		✚ Faire un bilan de quantité de mouvement entre deux instants bien choisis.	
✚ Se mettre en activité pour résoudre un problème de façon autonome.		✚ Etablir une relation à partir d'un bilan de quantité de mouvement.	

### Première partie

Dans son bureau bien rangé, Gaston Lagaffe a bricolé un véhicule schématisé ci-contre

Le chariot de Gaston sans la bille a une masse  $m_c = 271,5 \text{ g}$  et la bille utilisée pèse  $m_B = 32,7 \text{ g}$ .

Dans ce dispositif, une ficelle initialement tendue retient les élastiques sous tension. Celle-ci est brûlée par un coton enflammé, ce qui libère alors les élastiques.



1. En quoi peut-on dire que le chariot de Gaston est propulsé par réaction ?
2. A quelle condition peut-on utiliser la conservation de la quantité de mouvement pour analyser cette situation ?
3. En supposant cette condition réalisée, trouver une relation entre la vitesse  $v_c$  du chariot juste après l'éjection de la bille et la vitesse  $v_B$  de la bille à ce même instant.
4. A l'aide de l'enregistrement vidéo fourni, proposer un protocole permettant de déterminer si la condition supposée est vérifiée ici.
5. Mettre en œuvre le protocole et conclure.

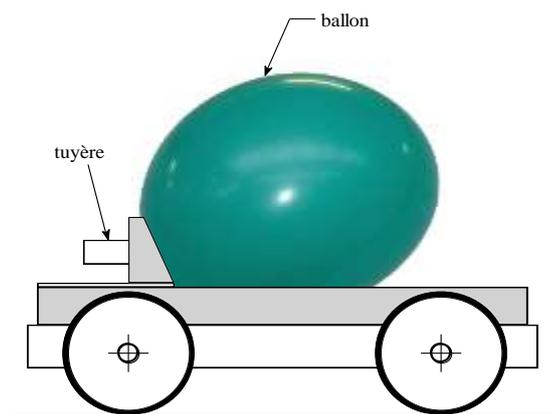
### Deuxième partie

Quelque peu déçu par l'efficacité du dispositif, Gaston, inspiré par le mode de propulsion du calmar, le modifie de la façon schématisée ci-contre.

Le ballon est initialement gonflé d'air et sa circonférence est mesurée au ruban gradué. Un tube de diamètre connu sert de tuyère. Celle-ci est bouchée avec le doigt jusqu'à l'instant du départ.

A l'instant initial, l'air est libéré et le ballon commence à se dégonfler.

Gaston est curieux et cherche à déterminer la vitesse d'éjection de l'air par la tuyère du ballon. Il fait appel pour cela aux élèves de TS du lycée voisin.



Données			
Circonférence du ballon (m)	Diamètre de la tuyère (m)	Masse volumique de l'air (kg.m <sup>-3</sup> )	masse chariot+ballon+air initiale (kg)
0,58	8.10 <sup>-3</sup>	1,2	0,2857

- Réaliser le pointage vidéo du mouvement du chariot et utiliser le tableur Regressi afin d'obtenir l'évolution de la vitesse du chariot en fonction du temps.
- Déterminer à l'aide de cette courbe :
  - l'instant  $t_s$  où la vitesse du système {chariot + ballon} cesse d'augmenter,
  - La vitesse  $v_c$  du système {chariot + ballon} à l'instant  $t_s$ ,
  - la durée  $\Delta t$  de vidage du ballon.
- Déterminer le débit volumique de l'air expulsé et en déduire la masse d'air expulsée entre l'instant initial et l'instant  $t_s$ . On supposera ce débit constant.
- Enoncer deux hypothèses permettant d'appliquer la conservation de la quantité de mouvement dans cette situation.
- Réaliser un bilan de quantité de mouvement en choisissant de façon judicieuse les systèmes et les instants considérés.
- En déduire la vitesse d'éjection de l'air.
- Comparer la valeur obtenue avec la détermination directe de la vitesse d'éjection par une méthode que l'on précisera.

#### Document 1 : anatomie du calmar

Les *calmars* constituent un ordre, apparu au début du Jurassique, de céphalopodes décapodes marins apparentés aux seiches et regroupant près de 300 espèces. Comme tous les autres céphalopodes, les calmars ont une tête distincte, une symétrie bilatérale, un manteau, une couronne péribuccale de bras musclés et protractiles munis de ventouses.



Leur taille varie de quelques centimètres à une dizaine de mètres. Les nageoires, aussi appelées ailettes, contrairement aux autres animaux marins, ne sont pas la principale source de locomotion chez le calmar. Elles ne servent généralement que pour les déplacements lents, comme l'approche d'une proie. Pour les déplacements rapides, il utilise un *système de propulsion par réaction*.

Le manteau est un muscle capable de contractions rythmiques et très énergiques, présentant des ouvertures juste en arrière de la tête. À chaque fois qu'il se dilate, l'eau entre par les ouvertures du manteau. Vers l'avant, côté ventral, le manteau forme une sorte de tube, le *siphon* : lorsque l'eau est chassée brusquement par le siphon, il en résulte un déplacement rapide de l'animal par réaction, en sens contraire du courant d'eau généré. La direction du siphon peut être modifiée, en fonction de la direction choisie.

#### Document 2 : débit volumique et tuyère

Le volume d'un fluide qui est éjecté par seconde à travers une tuyère

est appelé le débit volumique et noté  $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ .

Autrement dit, pendant la durée  $\Delta t$ , le volume de fluide éjecté est  $V$ .

Ce débit volumique est également égal à la vitesse d'éjection du fluide  $u$  multipliée par la section  $S$  de la tuyère :

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = S \times u$$

