



# Quantité de mouvement

↳ Labolycée a retweeté



**Dan Burns** @kilroi22 · 29 nov.

Momentum can be considered as a measure of how hard it is to stop something. Oil supertankers rank as one of the hardest things to stop with up to  $5.6 \times 10^{12}$  kgm/s. They let the water do it, cutting engines 25 km from port. [vesseltracking.net/article/seawis...](http://vesseltracking.net/article/seawis...)



Traduction : « La quantité de mouvement peut être considérée comme une mesure de la difficulté à stopper un système. Les pétroliers supertankers font partie des choses les plus difficiles à arrêter avec plus de  $5,6 \times 10^{12}$  kg.m/s. Ils utilisent l'eau pour cela, coupant leurs moteurs 25 km avant le port. »

Dan Burns, professeur de physique, Los Gatos High School, Californie

1 12 23

La quantité de mouvement est une grandeur essentielle, utilisée en sécurité routière, pour l'étude des chocs.

## I. Choc entre deux véhicules identiques :

**ATTENTION, LE MATÉRIEL UTILISÉ EST FRAGILE ET COUTEUX (350 €).**

Afin de créer une route horizontale, avec un minimum de frottements, retourner deux règles noires graduées sur la paillasse.

L'application SparkVue sur IPad permet de mesurer la vitesse des modèles réduits Smart Cart, consulter sa notice en fin de sujet.

Réaliser un choc arrière en lançant, modérément, une voiture vers l'autre immobile.



Essai 1	Vitesse (m.s <sup>-1</sup> )		$\sum v$ (m.s <sup>-1</sup> )
	Smart Cart 1	Smart Cart 2	
Avant le choc	$v_{1i} =$	$v_{2i} = 0$	
Après le choc	$v_{1f} =$	$v_{2f} =$	

Essai 2	Vitesse (m.s <sup>-1</sup> )		$\sum v$ (m.s <sup>-1</sup> )
	Smart Cart 1	Smart Cart 2	
Avant le choc	$v_{1i} =$	$v_{2i} = 0$	
Après le choc	$v_{1f} =$	$v_{2f} =$	

**Q1.** Compléter le tableau de mesures des vitesses. Puis calculer  $\sum v_i$  et  $\sum v_f$ .

Conclure quantitativement à propos des vitesses sachant que le constructeur indique une incertitude sur la mesure de  $v$  égale à  $U(v) = 0,02 \text{ m.s}^{-1}$ .

## II. Choc entre deux véhicules de masses différentes

À l'aide de la boîte de masses, d'élastiques et d'une balance, procéder au même travail afin de compléter les deux tableaux de mesures ci-dessous.

Essai 3	Vitesse (m.s <sup>-1</sup> )		Cf. Q5.
	Smart Cart 1 $m_1 =$ kg	Smart Cart 2 $m_2 = m_1 + 0,400$ kg	
Avant le choc	$v_{1i} =$	$v_{2i} = 0$	$p_i =$
Après le choc	$v_{1f} =$	$v_{2f} =$	$p_f =$
Essai 4	Vitesse (m.s <sup>-1</sup> )		Cf. Q5.
	Smart Cart 1 $m_1 =$ kg	Smart Cart 2 $m_2 = m_1 + 0,400$ kg	
Avant le choc	$v_{1i} =$	$v_{2i} = 0$	$p_i =$
Après le choc	$v_{1f} =$	$v_{2f} =$	$p_f =$

**Q2.** La conclusion précédente reste-t-elle valable ?

**Q3.** Quel paramètre peut l'expliquer ?

## III. La quantité mouvement :

### Définition :

Le vecteur quantité de mouvement  $\vec{p}(t)$ , à la date  $t$ , d'un point matériel de masse  $m$ , animé d'une vitesse  $\vec{v}(t)$  est :  $\vec{p}(t) = m \cdot \vec{v}(t)$ .

Avec  $m$  en kg,  $v$  en m.s<sup>-1</sup>,  $p$  en kg.m.s<sup>-1</sup>.

Pour un système constitué de plusieurs sous-systèmes, on a  $\vec{p}(t) = \sum_i m_i \cdot \vec{v}_i(t)$ .

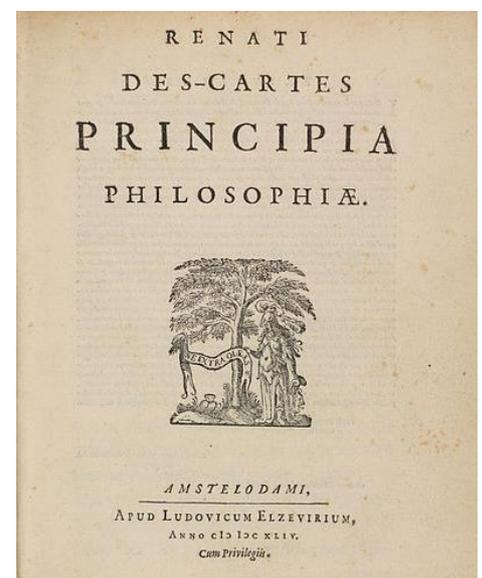
**Q4.** Exprimer les quantités de mouvement du système {Smart Cart 1 et 2} avant le choc  $p_i$  et après le choc  $p_f$ .

**Q5.** À l'aide des résultats des essais 3 et 4, compléter numériquement les tableaux précédents.

**Q6.** Descartes affirmait dans ses Principes (1644) que dans un système mécanique isolé, la quantité de mouvement  $\sum_i m_i \cdot v_i$  était invariante dans le temps et, en particulier, avant et après d'éventuels chocs élastiques.

Le physicien Leibniz publia en 1686, un article dont le titre était "Démonstration courte d'une erreur considérable de M. Descartes et de quelques autres touchant une loi de la nature selon laquelle ils soutiennent que Dieu conserve dans la matière la même quantité de mouvement, de quoi ils abusent dans la mécanique ».

Vos résultats expérimentaux permettent-ils de trancher entre ces deux grands physiciens ?



#### IV. Propulsion par réaction :

La quantité de mouvement est une grandeur vectorielle. Pour un système constitué de différents sous-systèmes de masses  $m_i$  et de vitesses  $v_i$ , on a  $\vec{p} = \sum_i m_i \cdot \vec{v}_i$ . Ainsi, on additionne les vecteurs quantités de mouvement de chaque sous-système.

Avec AviMéca, ouvrir la vidéo relative au TPP7 (C:\PC\TS\Cart Push-off 2).

**Q7.** En analysant la vidéo (mais sans aucun pointage), et à l'aide d'un raisonnement quantitatif, indiquer si la loi de conservation du vecteur quantité de mouvement du système {filles + garçon + chariots} est vérifiée  $\vec{p}_i = \sum_i m_i \cdot \vec{v}_i = \overline{Cte}$

On choisit l'image – 188 comme état initial.

On prendra soin de préciser les calculs réalisés pour déterminer les vitesses.



### UTILISATION DE L'APPLICATION SPARKVUE

Vérifier que le Bluetooth est activé sur la tablette : visible en haut à droite

Allumer le Smart Cart 

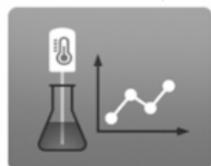
Lancer l'application SparkVue



Cliquer en haut à gauche sur  , puis Démarrer une nouvelle expérience (inutile d'enregistrer)

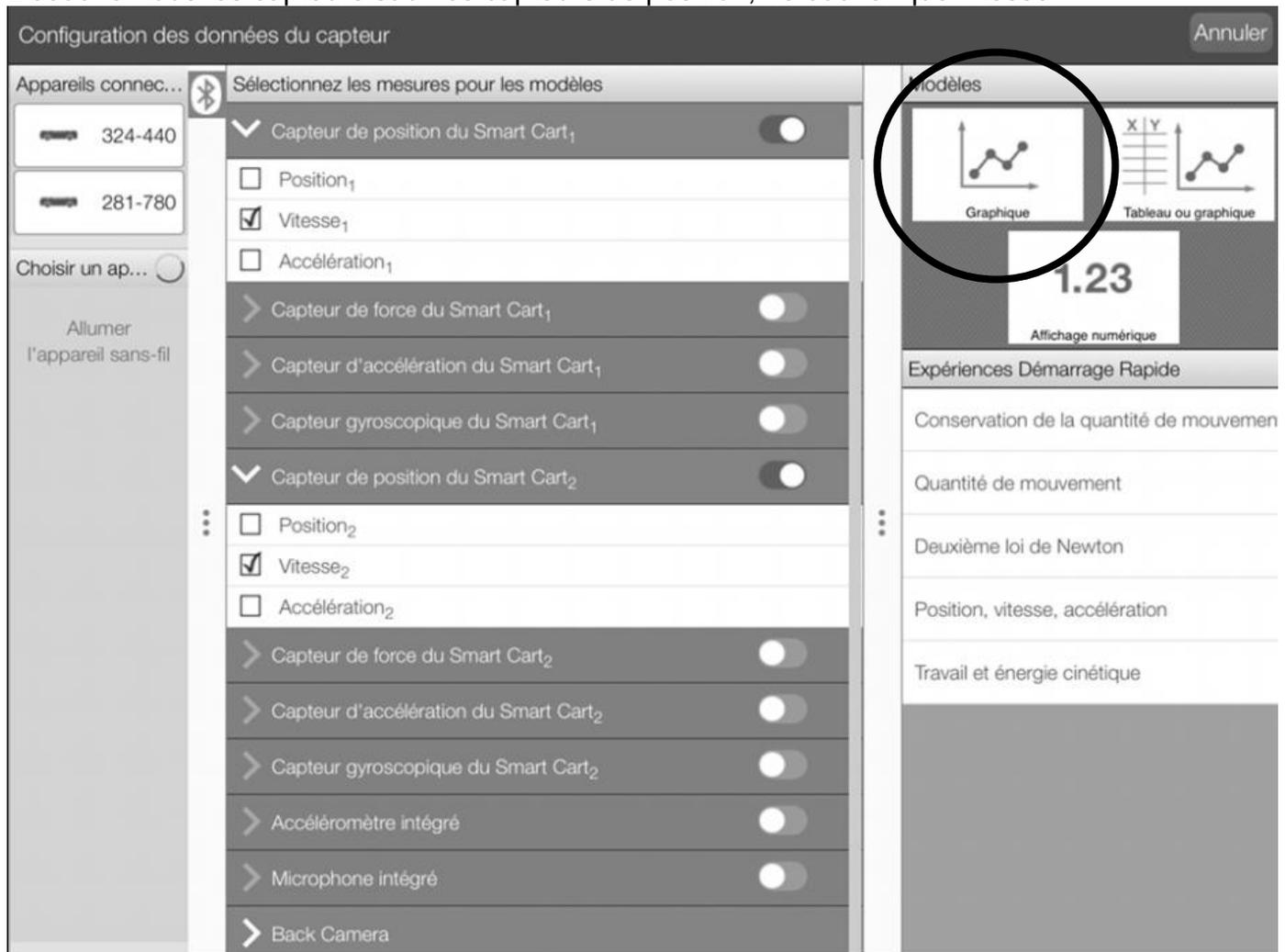
Cliquer sur

Données du capteur

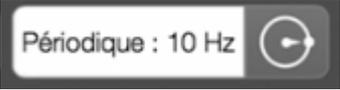


Connectez vos capteurs, choisissez vos mesures et affichages.

Sélectionner vos deux Smart Cart dont le numéro est inscrit dessus (Exemple :524-635).  
 Décocher tous les capteurs sauf les capteurs de position, ne cocher que vitesse.



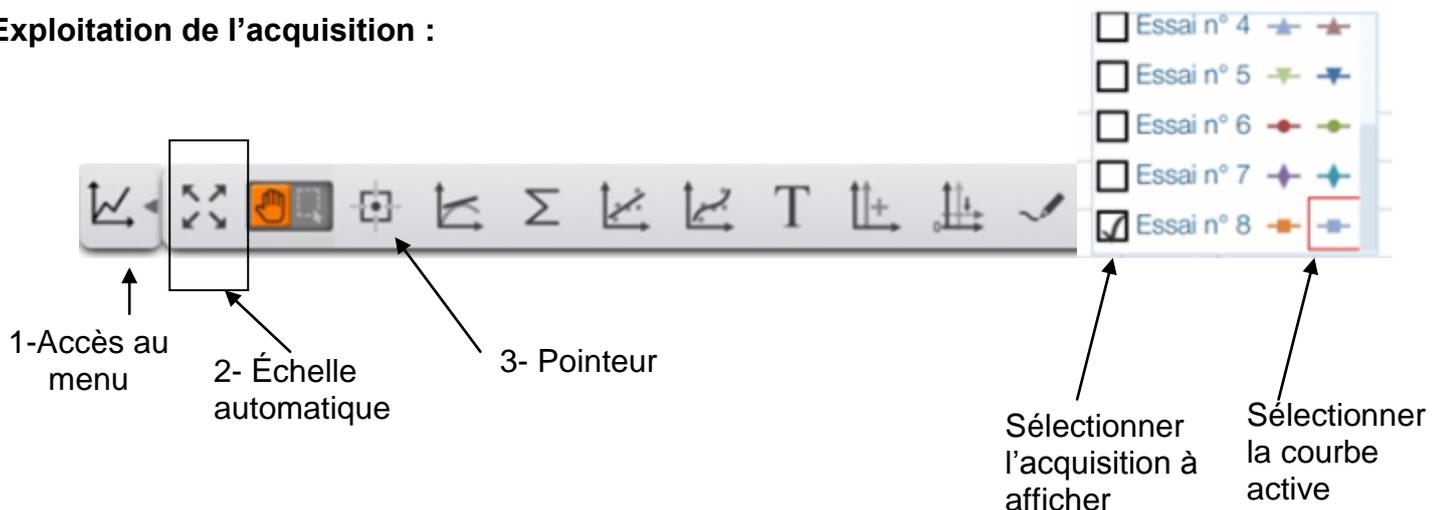
Cliquer sur Modèles : Graphique.

Cliquer sur , et augmenter la fréquence de mesure à **50 Hz**.

L'enregistrement commence en cliquant sur



**Exploitation de l'acquisition :**



En sélectionnant un point de la courbe active, à l'aide du pointeur, on obtient ses coordonnées.  
 On peut passer au point suivant à l'aide des flèches.