

Chapitre 3

Principe d'inertie

Activité 1 : Aristote ou Galilée ?

Sens du mouvement et forces

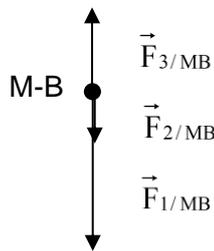
Dans cette activité, on envisage différentes situations pour lesquelles on propose deux représentations de forces. Pour chaque situation :

- l'une des représentations est correcte du point de vue du modèle des lois de la mécanique (initié par Galilée) ;
- l'autre correspond à une **analyse intuitive de la situation** : selon ce point de vue (proche de celui d'Aristote), il y a toujours une force dans la direction et le sens du mouvement. Cette affirmation est fautive du point de vue du modèle des lois de la mécanique.

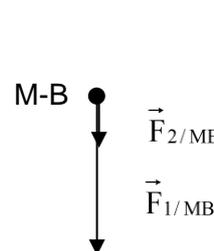
On étudie la situation du chapitre 2 concernant le lancer vertical d'un médecine-ball. On ne s'intéresse qu'à la phase de "montée" (les mains du lanceur ne sont plus en contact avec le MB).

- On se propose d'analyser deux réponses de deux groupes d'élèves d'une classe de seconde à la question "Représenter les forces qui s'exercent (pendant la phase de montée) sur le médecine-ball (représenté par un point et noté M-B)".

Réponse du groupe d'élèves A



Réponse du groupe d'élèves B



A l'aide des informations fournies au début de l'activité, identifier lequel des deux groupes d'élèves a effectué une **analyse intuitive** de cette situation. On pourra s'aider du diagramme MB-interactions.

- Identifier alors les systèmes 1 et 2 (présents dans les deux représentations) qui agissent sur le système MB.
 - A votre avis, pour le groupe d'élèves A, que représente la force $\vec{F}_{3/MB}$? Pourquoi ont-ils éprouvé le besoin de représenter cette force ?
 - A l'aide de vos connaissances, justifier le fait que cette force ne modélise aucune action exercée sur le MB pendant la montée.



Activité 2 : Un petit tour sur la glace

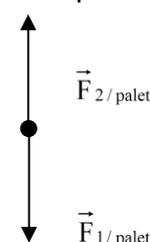
Première mise en œuvre du principe d'inertie

Dans cette partie, on s'intéresse au mouvement d'un palet de hockey lancé sur une patinoire supposée parfaitement lisse. Son mouvement est considéré comme rectiligne et uniforme (sur quelques mètres) : l'action de l'air est négligée.

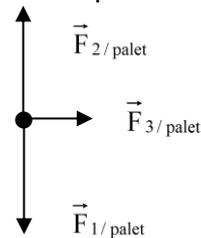
Donner mon point de vue

A la question "Représenter les forces qui s'exercent sur le palet de hockey (représenté par un point) au cours de son mouvement rectiligne et uniforme" deux groupes d'élèves ont donné les réponses suivantes :

Groupe d'élèves A



Groupe d'élèves B



Sens du mouvement



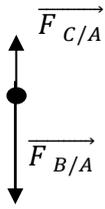
Quelle est à votre avis la réponse exacte ?

- Représenter le diagramme palet-interactions.
- Identifier les systèmes 1 et 2 (présents dans les deux représentations) qui agissent sur le système palet.
- a.

- Le mouvement du palet étant considéré comme rectiligne et uniforme, d'après le principe d'inertie (modèle §-1), déterminer la particularité liant les forces qui s'exercent sur le palet. Est-ce la cas sur les deux représentations proposées ?
- D'après le principe d'inertie (modèle §-1), quel serait le mouvement du palet qui correspondrait à la représentation des forces du groupe d'élèves B ?

Avant l'activité 3, faire un point... mathématique

- On donne la représentation de vecteurs forces ci-dessous :

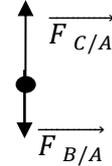


Parmi les propositions ci-dessous, entourer la représentation qui correspond à la somme de ces deux vecteurs.

Réponse A : La somme est un vecteur nul

Réponse B : ↓

Réponse C : ↑



- On donne les deux vecteurs force ci-contre à droite. Construire la somme de ces deux vecteurs forces.

Activité 3 : Le médecine-ball, encore...

Variation du vecteur vitesse et somme des forces

- On s'intéresse à la phase de lancer du médecine-ball, 1^{ère} colonne du tableau (mains au contact du médecine-ball).
 - En vous aidant du chapitre précédent, faire le schéma des forces qui s'exercent sur le médecine-ball (2^e ligne du tableau). On néglige ici l'action de l'air et on représente le médecine-ball par son centre.
 - Représenter alors la somme des forces s'exerçant sur le Médecine-ball (3^e ligne).
 - Représenter ensuite le vecteur vitesse du médecine-ball à deux instants voisins de la phase de lancer (4^e ligne, on ne demande pas d'utiliser une échelle précise mais on indiquera les différences éventuelles de norme par des vecteurs de longueurs différentes).
 - Indiquer enfin, comment évoluent les caractéristiques du vecteur vitesse au cours de la phase de lancer.
- Compléter le tableau ci-dessous en répondant aux mêmes questions pour les trois autres phases du mouvement.

Phase du mouvement		Lancer	Montée	Descente	Réception
Représentation des forces s'exerçant sur le Medecine-ball		• MB	• MB	• MB	• MB
Représentation de la somme des forces s'exerçant sur le Medecine-ball		• MB	• MB	• MB	• MB
Représentations du vecteur vitesse du centre du médecine-ball \vec{v}_1 et \vec{v}_2 à deux instants voisins t_1 (début de la phase) et t_2 (fin de la phase)		• MB (t_2) • MB (t_1)	• MB (t_2) • MB (t_1)	• MB (t_1) • MB (t_2)	• MB (t_1) • MB (t_2)
Variation du vecteur vitesse du centre du médecine-ball au cours de la phase	La norme du vecteur vitesse	<input type="checkbox"/> augmente <input type="checkbox"/> diminue <input type="checkbox"/> reste constante	<input type="checkbox"/> augmente <input type="checkbox"/> diminue <input type="checkbox"/> reste constante	<input type="checkbox"/> augmente <input type="checkbox"/> diminue <input type="checkbox"/> reste constante	<input type="checkbox"/> augmente <input type="checkbox"/> diminue <input type="checkbox"/> reste constante
	La direction du vecteur vitesse	<input type="checkbox"/> varie <input type="checkbox"/> reste constante			
	Le sens du vecteur vitesse	<input type="checkbox"/> varie <input type="checkbox"/> reste constante			

3. En utilisant les résultats du tableau, cocher la bonne réponse :
La somme des forces exercées sur le Medecine-ball est liée :

- au sens du vecteur vitesse au changement de sens du vecteur vitesse

4. En utilisant les résultats du tableau, cocher la bonne réponse :
La somme des forces exercées sur le Medecine-ball est liée :

- à la norme du vecteur vitesse à la variation de la norme du vecteur vitesse

5. Dans les phrases ci-dessous, barrer deux des propositions entre les crochets :
Pour un système dont le mouvement ne change pas de direction, lorsque la somme des forces est de même sens que le vecteur vitesse (même sens que le mouvement) alors la norme du vecteur vitesse [reste constante, diminue, augmente].

Inversement, lorsque la somme des forces est de sens opposé à celui du vecteur vitesse (sens opposé au mouvement) alors la norme du vecteur vitesse [reste constante, diminue, augmente].

Compléter le §-2-1 du modèle « Principe d'inertie » avec les réponses aux questions 4 et 5.

Pour aller plus loin... Et si le système change de direction ?

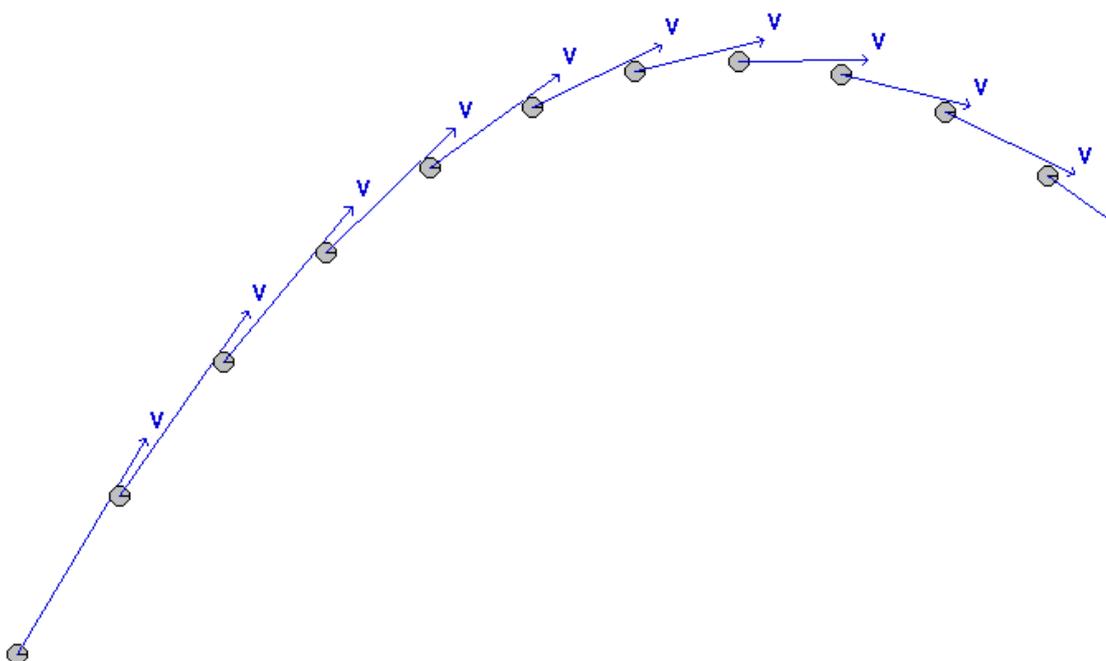
Approfondissement du lien entre somme des forces et variation du vecteur vitesse

Dans cette activité on s'intéresse au mouvement d'une balle lancée dans une direction quelconque. Un logiciel de simulation permet de tracer différentes positions de cette balle à des intervalles de temps réguliers ainsi que la vitesse de la balle pour chacune de ces positions (document 1 ci-dessous). Pour cette simulation on n'a pas tenu compte de l'action de l'air et le tracer commence alors que la balle a quitté la main du lanceur.

- Représenter dans une position du centre de la balle sur le document 1, la (ou les) force(s) s'exerçant sur la balle au cours de son mouvement puis dans une autre position la somme de ces forces.
- A l'aide d'une règle, déterminer sur le document 1 comment évolue la norme du vecteur vitesse de la balle suivant l'horizontale au cours de son mouvement. Procéder de la même façon pour la norme du vecteur vitesse de la balle suivant la verticale.
- En comparant la somme des forces et la variation du vecteur vitesse entre 2 instants, barrer une des propositions entre les crochets :
 - Le vecteur vitesse ne change pas dans la direction [**parallèle/perpendiculaire**] à la somme des forces.
 - Dans la direction de la somme des forces, la norme du vecteur vitesse [**augmente/diminue**] si la somme des forces et le mouvement sont de même sens. Inversement, la norme du vecteur vitesse [**augmente/diminue**] si le sens de la somme des forces et du mouvement sont opposés.

Vérifier que vos réponses sont en accord avec le paragraphe 2.2. du modèle.

Document 1



Activité 4 : maintenir une balle sous l'eau

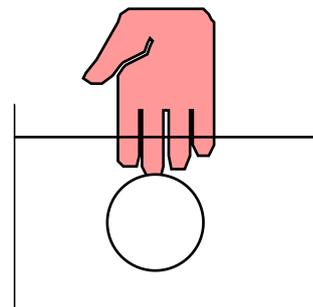
Exploitation du principe d'inertie pour représenter des forces

Réaliser les expériences et répondre aux questions correspondant aux situations 1 et 2 décrites ci-dessous

Situation 1 :

■ *Expérience : Maintenir immobile une balle sous l'eau.*

- À l'aide du modèle des interactions :
 - représenter le diagramme balle-interactions;
 - faire la liste des forces agissant sur le système balle en précisant la direction et le sens de chacune.
- À l'aide du modèle, établir une relation entre les forces qui s'exercent sur la balle.
- Proposer une représentation de ces forces en accord avec cette relation.



Situation 2

■ *Expérience : Maintenir la balle sous l'eau, puis retirer la main : la balle de ping-pong se met en mouvement verticalement vers le haut.*

- À l'aide du modèle des interactions, faire la liste des forces agissant sur le système balle pendant la phase de montée (la balle étant toujours sous l'eau). Préciser la direction et le sens de chacune de ces forces.
- À l'aide du modèle, établir une relation entre les forces qui s'exercent sur la balle.
- Décrire la variation (direction, sens, norme) du vecteur vitesse du centre de la balle au cours de son mouvement de montée sous l'eau.
- Proposer alors une représentation de ces forces en indiquant en quoi elle est en accord avec les réponses aux questions 2 et 3.

Situation 3 Comment faire tomber un objet dans un liquide à vitesse constante ?

L'eau étant plus dense que l'huile mais ne se mélangeant pas à l'eau (eau et huile sont non miscibles), une goutte d'eau peut tomber dans l'huile.

Justifier à l'aide d'un schéma de force et du principe d'inertie que le mouvement d'une goutte d'eau dans l'huile puisse être rectiligne uniforme.

Pour aller plus loin

Retour sur la situation 2

La force exercée par un fluide sur un objet (autre que l'action de frottement) est appelée poussée d'Archimède. Dans le cas d'un objet totalement immergé dans l'eau la norme P_a en newton (N) de la poussée d'Archimède peut être calculée à l'aide de la relation $P_a = \rho_{\text{eau}} \times V_{\text{objet}} \times g$ où $\rho_{\text{eau}} = 1,000 \times 10^{-3} \text{ kg.mL}^{-1}$ est la masse volumique de l'eau et V_{objet} est le volume immergé de l'objet en mL.

On se place dans le cas de la situation 1 où la balle est maintenue immobile sous l'eau.

- Pour une balle de ping-pong de masse $m = 2,7 \text{ g}$ et de volume $V = 30 \text{ mL}$, calculer la norme du poids et de la poussée d'Archimède s'exerçant sur cette balle.
- En prenant comme échelle de représentation des forces $1,0 \text{ cm}$ sur le dessin représente $0,030 \text{ N}$, faire un schéma des forces s'exerçant sur la balle.
- En déduire la norme de la force de la main sur la balle.

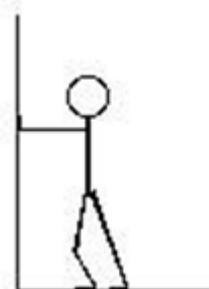
Activité 5 : Pousser contre un mur.

Utilisation du principe d'inertie pour caractériser l'action du sol

Situation 1 :

On s'intéresse ici à un élève, debout sur le sol, qui pousse **horizontalement** sur un mur (vertical)

- Réaliser l'expérience (vous avez le droit de pousser fort !) et décrire en quelques phrases ce que vous ressentez.
- Représenter le diagramme élève – interactions puis faire la liste des forces qui s'exercent sur l'élève.
- En se servant de l'expérience réalisée, proposer une représentation de la force exercée par le sol sur l'élève en justifiant la proposition.
- A l'aide du modèle, établir si les forces qui s'exercent sur l'élève se compensent ou si elles ne se compensent pas.





5. En accord avec la réponse à la question précédente, représenter sur un schéma où l'élève sera représenté par son centre de gravité toutes les forces qui s'exercent sur l'élève. Comparer la représentation de la force exercée par le sol sur l'élève sur le schéma précédent et la réponse à la question 3. En cas de différences, identifier les raisonnements ou oublis responsables de ces différences.

Situation 2 :

L'élève pousse plus fort.

1. Sur 2 nouveaux schémas représenter les modifications des vecteurs force à apporter pour traduire ce qui change au niveau des actions lorsque l'élève pousse plus fort sur le mur tout en restant immobile.

L'élève est maintenant sur un sol plus glissant

2. Proposer une représentation des forces en accord avec le fait que l'élève se mette en mouvement (il risque de tomber). Justifier cette représentation à l'aide du modèle.

Pour aller plus loin

Dans le cas de la situation 1, l'élève utilise un pèse-personne qu'il place entre ses mains et le mur. Lors de la poussée le pèse-personne affiche une norme de 15 kg. Avant de pousser sur le mur, l'élève se pèse en en se tenant immobile sur le plateau du pèse-personne. Celui-ci indique alors une masse $m = 50$ kg.

On précise qu'un pèse-personne mesure la norme de la force qui s'exerce sur son plateau.

1. A l'aide du modèle du chapitre 2, déterminer la norme du poids de l'élève.
2. Identifier la force dont le pèse-personne mesure la norme lorsque l'élève pousse contre le mur. Justifier la réponse à l'aide du modèle « principe d'inertie ».
3. Toujours en justifiant la réponse à l'aide du modèle « principe d'inertie », déterminer la norme de la force exercée par le mur sur l'élève.
4. Représenter sur un schéma, à l'échelle (1,0 cm correspondant à 100 N), les forces qui s'exercent sur l'élève (représenté par son centre de gravité).