

# Chapitre 3

## Principe d'inertie

### Activité 1 : Aristote ou Galilée ?

*Première mise en œuvre du principe d'inertie*

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

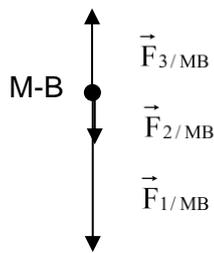
- l'une des représentations est correcte du point de vue du modèle des lois de la mécanique (initié par Galilée) ;
- l'autre correspond à une analyse intuitive de la situation : selon ce point de vue (proche de celui d'Aristote), il y a toujours une force dans la direction et le sens du mouvement. Cette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

#### Partie A

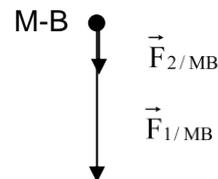
Dans cette partie, on étudie la situation du chapitre 2 concernant le lancer vertical d'un médecine-ball. On ne s'intéresse qu'à la phase de "montée" (les mains du lanceur ne sont plus en contact avec le MB).

1. Représenter le diagramme MB-interactions lors de la phase de montée.
2. On se propose d'analyser les différentes réponses des 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)". On distingue deux types de réponses :

Groupe d'élèves A



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.

3. a. 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'élève A, que représente la force  $\vec{F}_{3/MB}$ ? Pourquoi ont-ils éprouvé le besoin de représenter cette force ?
- b. A l'aide de vos connaissances, justifier le fait que cette force ne modélise aucune action exercée sur le MB pendant la montée.

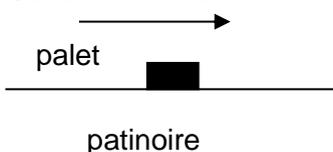


#### Partie B

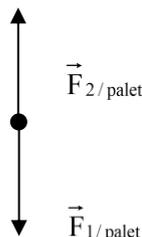
Dans cette partie, on s'intéresse au mouvement d'un palet de hockey lancé sur une patinoire supposée parfaitement lisse. Son mouvement est considéré comme rectiligne et uniforme (sur quelques mètres) : l'action de l'air est négligée.

1. Représenter le diagramme palet-interactions.
2. 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" on distingue deux types de réponses :

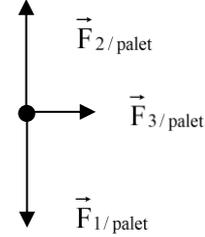
Sens du mouvement



Groupe d'élèves A



Groupe d'élèves B



A l'aide des informations ci-dessus, identifier la représentation correspondant à une analyse intuitive de cette situation.



3. Identifier alors les systèmes 1 et 2 (présents dans les deux représentations) qui agissent sur le système palet.
4. 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.  
b. À l'aide de la représentation des forces du groupe d'élèves A, établir les caractéristiques direction, sens et normes de deux forces qui se compensent ?
5. 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 ?

## Activité 2 : Le médecine-ball, encore...

*Première utilisation du principe d'inertie*

**Dans cette activité on étudie le mouvement d'un Médecine-ball lancé verticalement.**

1. On s'intéresse à la phase de lancer du médecine-ball, 1<sup>ère</sup> colonne du tableau (tant que les mains sont en contact avec le médecine-ball).
  - a. En vous aidant du travail fait lors du chapitre précédent « interaction et force », faire le schéma des forces qui s'exercent sur le médecine-ball (2<sup>e</sup> ligne du tableau). On néglige ici l'action de l'air et on représente le médecine-ball par son centre.
  - b. Représenter alors la somme des forces s'exerçant sur le Médecine-ball (3<sup>e</sup> ligne).
  - c. Représenter ensuite le vecteur vitesse du médecine-ball à deux instants voisins de la phase de lancer (4 et 5<sup>ème</sup> ligne, on ne demande pas d'utiliser une échelle précise mais on indiquera les différences éventuelles de norme par des vecteurs de longueurs différentes).
  - d. Indiquer enfin, comment évoluent les caractéristiques du vecteur vitesse au cours de la phase de lancer.
2. 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 Médecine-ball		• MB	• MB	• MB	• MB
Représentation de la <b>somme des forces</b> s'exerçant sur le Médecine-ball		• MB	• MB	• MB	• MB
Représentations du <b>vecteur vitesse</b> 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 ( $t_2$ )	• MB ( $t_1$ )	• MB ( $t_1$ )
		• MB ( $t_1$ )	• MB ( $t_1$ )	• MB ( $t_2$ )	• 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. Parmi les liens proposés ci-dessous entre la somme des forces exercées sur le Medecine-ball et son mouvement, indiquer celui (ou ceux) qui vous semble(nt) en accord avec le tableau.

La somme des forces est liée :

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> au sens du vecteur vitesse    | <input type="checkbox"/> au changement de sens du vecteur vitesse      |
| <input type="checkbox"/> à la norme du vecteur vitesse | <input type="checkbox"/> à la variation de la norme du vecteur vitesse |

4. Compléter les phrases suivantes :  
 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 ..... 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 .....

**Compléter le §-2-1 du modèle « Principe d'inertie »** avec les réponses aux questions 3 et 4.

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

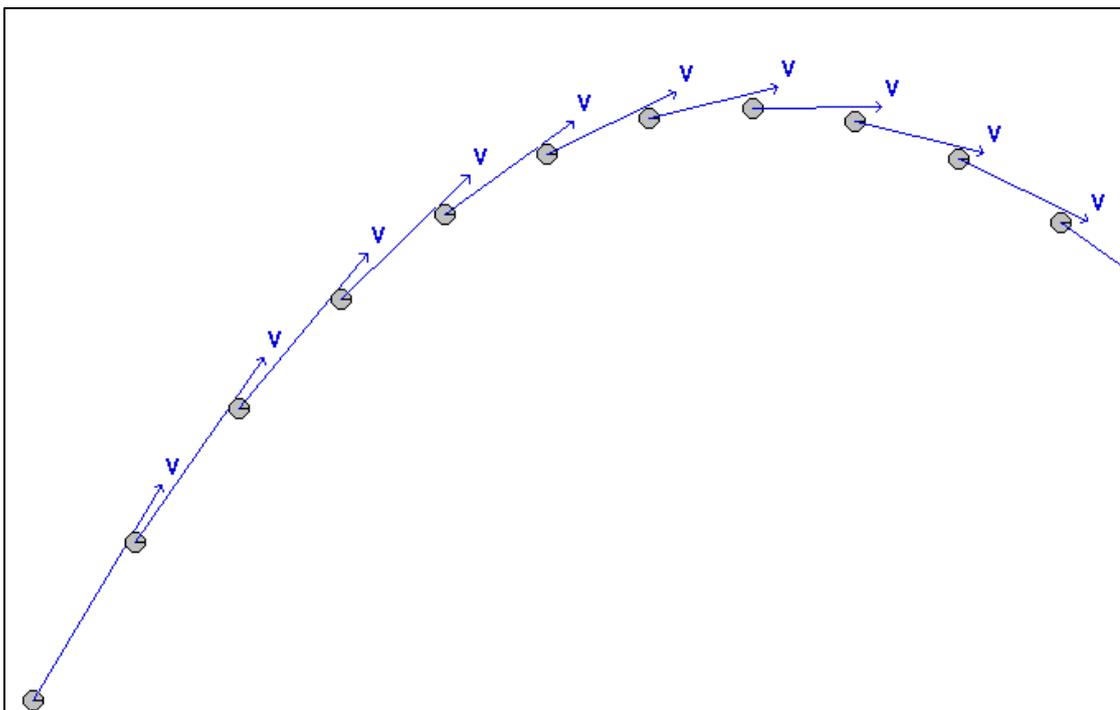
*Approfondissement du lien entre somme des forces et variation du vecteur vitesse*

*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). 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, compléter les phrases suivantes :
  - Le vecteur vitesse ne change pas dans la direction ..... à la somme des forces.
  - Dans la direction de la somme des forces, la norme du vecteur vitesse ..... si la somme des forces et le mouvement sont de même sens. Inversement, la norme du vecteur vitesse ..... si le sens de la somme des forces et du mouvement sont opposés.
  - Le vecteur vitesse varie dans ..... et ..... de la somme des forces.

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

Document 1



## Activité 4 : Maintenir une balle sous l'eau.

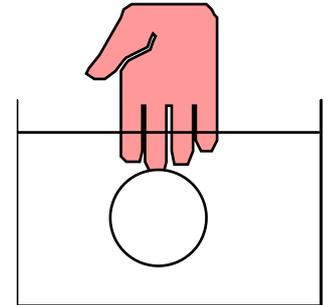
Exploitation du principe d'inertie pour représenter des forces

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.

*Pour aller plus loin :*

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  $V_{\text{objet}}$  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 cm sur le dessin représente 0,030 N, faire un schéma des forces s'exerçant sur la balle.
- En déduire la norme de la force de la main sur la balle.

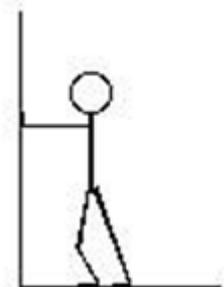
## Activité 5 : Pousser contre un mur.

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.
- 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 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).