

# Chapitre 15

## Le principe d'inertie

### RÉVISION ET RÉSUMÉ

**Référentiel** Le mouvement d'un corps est défini par rapport à un référentiel, constitué d'un solide de référence auquel est lié un repère, et d'une horloge. On repère ainsi la position d'un corps, à une date donnée.

**Vitesse moyenne** La vitesse moyenne est le quotient de la distance  $d$  parcourue pendant la durée  $t$  du déplacement :

$$v = \frac{d}{t}$$

$\text{m.s}^{-1}$        $\text{m}$        $\text{s}$

**Vitesse instantanée** La vitesse instantanée d'un point  $M$  en  $M_i$  peut être approchée par la vitesse moyenne entre deux positions  $M_{i-1}$  et  $M_{i+1}$  encadrant  $M_i$  :

$$v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

**Trajectoire** La trajectoire dépend du référentiel choisi : le mouvement est relatif au référentiel.

**Effet d'une force** Le mouvement d'un corps peut être modifié si le corps subit une action mécanique, modélisée par une force.

**Inertie** L'effet d'une force appliquée sur un corps dépend de sa masse.

**4 caractéristiques** Une force est représentée par un segment fléché, appelé vecteur force, de quatre caractéristiques :

- sa direction ;
- son sens ;
- son point d'application ;
- sa valeur, exprimée en newtons, de symbole N.

### Énoncé du Principe d'inertie

« Un système persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme si les forces qui s'exercent sur lui se compensent ou sont nulles. »

### Réciproque du Principe d'inertie

« Si un système persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme, cela signifie que les forces qui s'exercent sur ce système se compensent ou sont nulles. »

**Isolé ou pseudo-isolé** Il est équivalent de dire : « un corps est soumis à des forces qui se compensent » (= système pseudo-isolé) et « un corps n'est soumis à aucune force » (= système isolé).

### QUESTIONS

**Q1** On prends un glaçon bien froid dans le congélateur. On attends qu'il fonde légèrement en surface. On le lance sur une table en verre, bien lisse et horizontale. Peut-on le lancer de manière à ce que son centre décrive une trajectoire courbe ? Expliquez.



**Q2** Un de vos amis est fan de saut, il veut retarder au maximum le moment où il va ouvrir son parachute, pour profiter de sa chute.

Quel conseil pouvez-vous lui donner pour maximiser son temps de chute, pour une même hauteur de vol de l'avion qui le largue ? Répondez par une discussion sur les forces appliquées.

**Q3** Vous assistez impuissant à la mésaventure d'un malheureux qui s'enfonce dans le sable mouvant. Quels conseils pouvez vous lui donner ?



Est-il utile que vous alliez vous même, dans un élan d'héroïsme, vous embourber dans le sable mouvant pour l'aider ?

**Q4** Lorsque le conducteur d'un autobus freine brutalement, les passagers sont projetés vers l'avant. Comment expliquer ce phénomène ?



**Q5** Vous laissez tomber un boulet de canon du sommet du mât d'un voilier en mouvement rectiligne uniforme. Le boulet touchera-t-il le pont (a) devant la base du mât, (b) vis-à-vis de la base du mât ou (c) derrière la base du mât ? Vous négligerez l'effet du vent ou les frottements de l'air.



**Q6** Pourquoi dit-on que tout est relatif dans ce bas

monde ? Faites une réponse non pas philosophique, mais basée sur vos connaissances de mécanique.



**Q7** Un camion contenant plusieurs oiseaux enfermés dans son compartiment de marchandises est un peu trop lourd pour passer sur un pont. Le chauffeur du camion fait du bruit pour inciter les oiseaux à voler. Parviendra-t-il à traverser le pont ? Justifiez soigneusement.

## EXERCICES

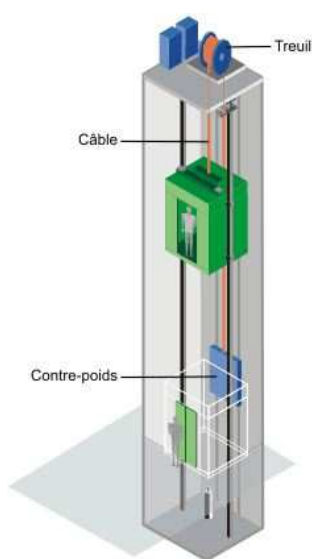
*N'oubliez pas les exercices résolus pages 81 et 91.*

### Forces & mouvements

**15.1** Quelles sont les forces exercées sur un corps posé sur une table ? Quelles sont les forces exercées sur un système en mouvement rectiligne uniforme sur une table ?

**15.2** Lors du démarrage brutal d'un ascenseur vers le haut, le car-table que vous tenez à la main vous paraît-il :

- ☐ plus lourd ?
- ☐ aussi lourd ?
- ☐ moins lourd ?



### Principe d'inertie

**15.3** N°13 p. 93 : Différentes situations

**15.4** Mobile auto-porteur

Sur Terre, un objet est toujours soumis à au moins une force : son poids. Si cet objet est au repos ou s'il est animé d'un mouvement rectiligne uniforme, c'est forcément qu'il est soumis à au moins une autre force.

a. Citez les lignes du cours qui justifient cette dernière phrase. Quel nom a-t-on donné à ce résultat fondamental ?

Sur une table parfaitement horizontale, on lance un mobile auto-porteur à coussin d'air.

b. Comment peut-on qualifier le mouvement du centre du mobile sur la table ?

c. Que peut-on dire de la force exercée par le coussin d'air ?

### Démarche scientifique

**15.5** N° 21 p. 94 : Livraison de glace

**15.6** Arrêt d'un objet lancé

Sur une table parfaitement horizontale, lancez une pièce de monnaie disposée sur une de ses faces. (soit la face euro, soit la face française, selon si vous êtes euro-sceptique ou euro-enthousiaste — ne tirez pas cela à pile ou face, car vous avez besoin de la pièce pour la suite de l'exercice).

- a. Décrire le mouvement de la pièce.
- b. Que peut-on conclure, d'après le principe de l'inertie ?



**15.7** Descente en luge

Au cœur de l'hiver, un élève de seconde 6 a eut la bonne idée d'apporter sa luge au lycée. Le voilà qui s'élance au beau milieu de la pelouse enneigée, de pente constante. Le mouvement rectiligne de la luge peut être décrit en quatre étapes :

- au début, la vitesse augmente ;
- la luge glisse ensuite à vitesse constante sur de la neige bien damée ;
- la luge arrive sur la neige fraîche où elle ralentit ;
- la luge finit par s'immobiliser.



Dans quelle(s) étape(s) les forces qui s'exercent sur la luge se compensent-elles ?

# Corrigé 15

## Le principe d'inertie

### QUESTIONS

**Q1** Il faut soumettre le glaçon à une force supplémentaire qui modifie son mouvement. En dehors de ce cas, le glaçon peut être considéré comme pseudo-isolé, avec une très bonne approximation, *i. e.* les forces qui s'appliquent sur lui se compensent.

**Q2** Pour maximiser le temps de chute, il faut maximiser le frottement de l'air, par exemple en écartant les bras et les jambes, à la manière d'un écureuil volant.



**Q3** Pour se maintenir hors du sable mouvant, il faut comme lors d'une chute dans l'air présenter une grande surface, pour maximiser la réaction normale du support. Il n'y a aucun moyen de minimiser la valeur du poids, et rester immobile n'est pas une bonne solution ; en effet le sable mouvant s'apparente plus à un liquide qu'à un solide, il faut donc, dans la mesure du possible, nager.

**Q4** Il s'agit d'une application du principe d'inertie : tant que les passagers ne sont pas soumis à une force qui modifie leur mouvement (en s'accrochant aux barres par exemple), ils continuent le mouvement façon rectiligne et uniforme par rapport au sol extérieur, indépendamment du sol intérieur du bus !

**Q5** Lorsqu'on laisse tomber un boulet de canon du sommet d'un mât d'un voilier, le boulet, qui appartient au référentiel du voilier, fait une chute verticale, sous l'effet de la seule force en présence, son poids. Il tombe donc vis-à-vis de la base du mât, réponse (b).

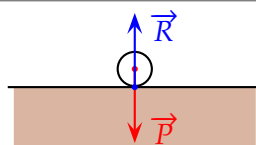
**Q6** Tout est relatif, c'est-à-dire que tous les mouvements sont relatifs à un référentiel.

**Q7** Les volatils s'appuyant grâce à leurs ailes sur l'air et plus sur le camion, celui-ci devrait s'en trouver allégé. Cet allègement est néanmoins totalement négligeable devant la masse du camion, donc il ne passera pas le pont !

### EXERCICES

**15.1** Bilan des forces pour l'objet :

- Poids  $\vec{P}$  :
  - direction : verticale ;
  - sens : vers le bas ;
  - point d'application : centre d'inertie ;
  - valeur :  $P$  en Newton (N).
- Réaction du support  $\vec{R}$  :
  - direction : verticale ;
  - sens : vers le haut ;
  - point d'application : centre surface de contact ;
  - valeur :  $R$ , égale à  $P$ .



D'après la réciproque du principe d'inertie, tout corps immobile ou en mouvement rectiligne uniforme est soumis à des forces qui se compensent, donc, dans chacun des deux cas :

$$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$

En mécanique, il est nécessaire de dresser un schéma pour chaque exercice :

**15.2** Le cartable paraît plus lourd. Il essaye de conserver son immobilité (principe d'inertie), il faut lui appliquer une force supplémentaire (en plus de celle compensant son poids) pour le mettre en mouvement vers le haut.

**15.3** N°13 p. 93

**15.4** Mobile auto-porteur

- Le fait que le solide soit soumis à une autre force, compensant exactement le poids, afin qu'il soit pseudo-isolé, est une application de la réciproque du principe d'inertie. Typiquement cette seconde force est une réaction normale du support.
- Le mouvement d'un tel mobile pseudo-isolé est rectiligne uniforme.
- La force exercée par le coussin d'air doit compenser exactement le poids du mobile ; si

ce n'est pas le cas, le mobile ne va pas s'élever, ou, au contraire, s'envoler !

**15.5** N°21 p. 94

**15.6** Arrêt d'un objet lancé

- La pièce glisse selon un mouvement rectiligne, tout d'abord sensiblement uniforme, puis de toute évidence décéléré puisque la pièce finit par s'arrêter.
- La pièce ne s'enfonce pas dans la table horizontale donc la réaction normale  $\vec{N}$  du support compense parfaitement le poids ; La pièce finit par s'arrêter donc une réaction du support tangentielle s'applique : les frottements  $\vec{f}$ , qui ne sont pas compensés.

**15.7** Descente en luge

D'après la réciproque du principe d'inertie, les forces se compensent automatiquement dans tous les mouvements qui sont indiqués comme étant rectilignes et uniformes, ou même immobile. C'est le cas pour la deuxième et quatrième étape.