

# THEME 2 : Lois et modèles

## C8 Principe d'inertie et quantité de mouvement

**En AP**  
**N°14 et 15 P.175**



Un skieur descend à vitesse constante une piste enneigée rectiligne faisant un angle  $\alpha = 20,0^\circ$  avec le plan horizontal. Les frottements de l'air peuvent être modélisés par une force  $\vec{f}$ , parallèle à la pente, opposée au mouvement et dont la valeur augmente avec la vitesse du skieur. Les frottements des skis sur la neige sont négligeables.

Le système constitué par le skieur et son équipement est représenté par un point dont la masse  $m$  est celle du système.

**Donnée :** masse du skieur  $m = 70$  kg.

- Quelle est la nature du mouvement du système étudié dans le référentiel terrestre ?
- Pourquoi peut-on affirmer que le système est isolé ?

- Dresser l'inventaire des forces qui s'exercent sur le système.

**Conseils**

Construire un diagramme objets-interactions même s'il n'est pas demandé explicitement dans le texte pour ne pas oublier de forces.

**14. a.** La trajectoire est rectiligne, la vitesse constante donc le mouvement rectiligne uniforme

$$\vec{v}_G = \overline{\text{cte.}}$$

**b.** D'après le principe d'inertie, le référentiel terrestre étant considéré galiléen, si le mouvement est rectiligne uniforme, alors

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}.$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0} \text{ est équivalent à } \begin{cases} F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0 \\ F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 0 \end{cases}$$

Choisir un repère orthonormé pour que les coordonnées des vecteurs soient les plus simples possibles : axe des  $x$  parallèle à la piste et axe des  $y$  normal à la piste.



Un skieur descend à vitesse constante une piste enneigée rectiligne faisant un angle  $\alpha = 20,0^\circ$  avec le plan horizontal. Les frottements de l'air peuvent être modélisés par une force  $\vec{f}$ , parallèle à la pente, opposée au mouvement et dont la valeur augmente avec la vitesse du skieur. Les frottements des

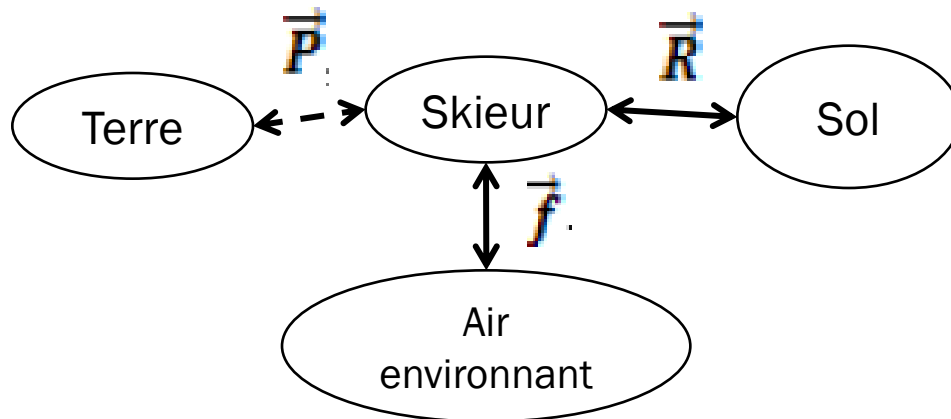
c. Dresser l'inventaire des forces qui s'exercent sur le système.

**Conseils** Construire un diagramme objets-interactions même s'il n'est pas demandé explicitement dans le texte pour ne pas oublier de forces.

d. Représenter ces forces sans souci d'échelle.

**Conseils** Lorsqu'il n'y a pas de frottement, la force exercée par un support sur un objet en mouvement est toujours normale au support : les frottements de la neige sur les skis étant négligeables, la force exercée par la piste sur le système est normale à la piste.

c. Il subit trois actions modélisées par le poids, la réaction du sol et la force de frottement exercée par l'air :



déterminer les caractéristiques de la force  $\vec{f}$  exercée par l'air.

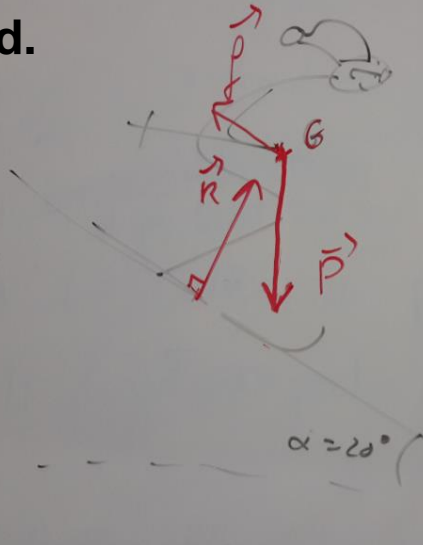
**Conseils** L'application du principe d'inertie donne une relation vectorielle entre les forces.

$$\vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0} \text{ est équivalent à } \begin{cases} F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0 \\ F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 0 \end{cases}$$

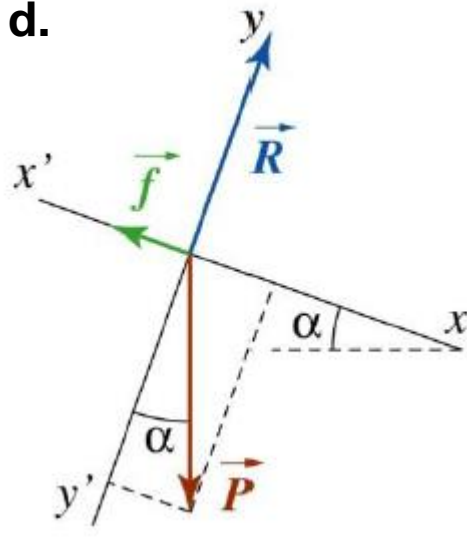
Il faut choisir un repère orthonormé pour que les coordonnées des vecteurs soient les plus simples possibles : axe des  $x$  parallèle à la piste et axe des  $y$  normal à la piste.



d.



d.



Un skieur descend à constante une neige rectifiant un angle  $20^\circ$  avec le plan horizontal. Les frottements de l'air peuvent être modélisés par une force  $\vec{f}$ , parallèle à la pente, opposée au mouvement et dont la valeur augmente avec la vitesse du skieur.

Les frottements des skis sur la neige sont négligeables.

Le skieur et son équipement ont la masse  $m$  est celle

de  $70$  kg.

Le référentiel du système étudié

est-il isolé?

e. D'après le principe d'inertie :

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

Suivant l'axe  $x'x$  parallèle à la pente et l'axe  $y'y$  normal à la pente :

$$\begin{aligned} P_x + R_x + f_x &= 0 & P \sin \alpha + 0 - f &= 0 \\ P_y + R_y + f_y &= 0 & -P \cos \alpha + R + 0 &= 0 \end{aligned}$$

$$f = P \sin \alpha.$$

$$\text{A.N. : } f = 70 \times 9,8 \times \sin 20^\circ = 2,3 \times 10^2 \text{ N.}$$

e. Déterminer les caractéristiques de la force  $f$  exercée par l'air.

### Conseils

L'application du principe d'inertie donne

la relation vectorielle entre les forces.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0} \text{ est équivalent à } \begin{cases} F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0 \\ F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 0 \end{cases}$$

Choisir un repère orthonormé pour que les coordonnées des vecteurs soient les plus simples possibles : axe des  $x$  parallèle à la piste et axe des  $y$  normal à la piste.



Voici l'énoncé d'un exercice et un guide (en violet) ; ce guide vous aide à rédiger la solution détaillée et à retrouver les réponses aux questions posées.

### Énoncé

Un camion portant une échelle fixée sur son toit se déplace à vitesse constante sur une route rectiligne et horizontale (figure 1).

La voiture qui précède le camion ralentit brusquement devant lui, obligeant le conducteur du camion à freiner à son tour.

Les liens de l'échelle, mal serrés, se détachent et l'échelle se déplace alors suivant une direction horizontale vers l'avant du camion (figure 2) puis tombe sur le sol au moment du choc (figure 3).



a. Quelle est la nature du mouvement de l'échelle avant que le conducteur du camion freine (figure 1) :

– par rapport au référentiel terrestre ? **Rectiligne uniforme**

– par rapport au référentiel du camion ? **Immobile**

- ▶ Reprendre les termes de l'énoncé relatif à la trajectoire et à la vitesse.
- ▶ Bien distinguer l'étude dans les deux référentiels.

b. L'échelle est modélisée par un point, son centre d'inertie. Dresser l'inventaire des forces qui s'exercent sur l'échelle posée sur le toit du camion. Ces forces se compensent-elles ?

- ▶ Préciser le système étudié.

▶ Rédiger en termes de système isolé ou non, dans un référentiel galiléen ou non.

▶ Appliquer alors le principe d'inertie.

c. Justifier le déplacement de l'échelle sur le toit du camion lorsque son conducteur freine (figure 2).

▶ Reprendre la même démarche que pour la question b.

d. Lorsque l'échelle n'est plus sur le camion, le mouvement de son centre d'inertie peut-il être rectiligne uniforme ?

▶ Reprendre la même démarche que pour la question b.



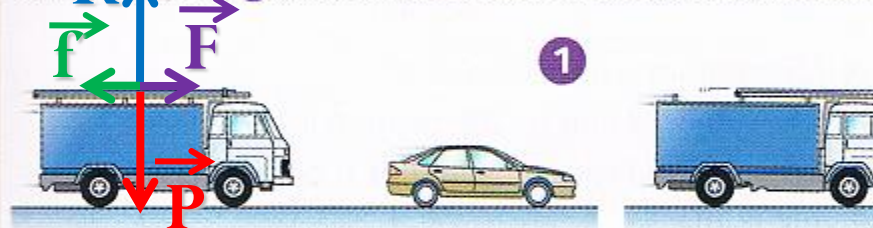


Voici l'énoncé d'un exercice et un guide (en violet) ; ce guide aux questions posées.

### Énoncé

Un camion portant une échelle fixée sur son toit se déplace (figure 1).

La voiture qui précède le camion ralentit brusquement devant les liens de l'échelle, mal serrés, se détachent et l'échelle se détache du camion (figure 2) puis tombe sur le sol au moment du choc.



a. Quelle est la nature du mouvement de l'échelle avant que le conducteur du camion freine (figure 1) :

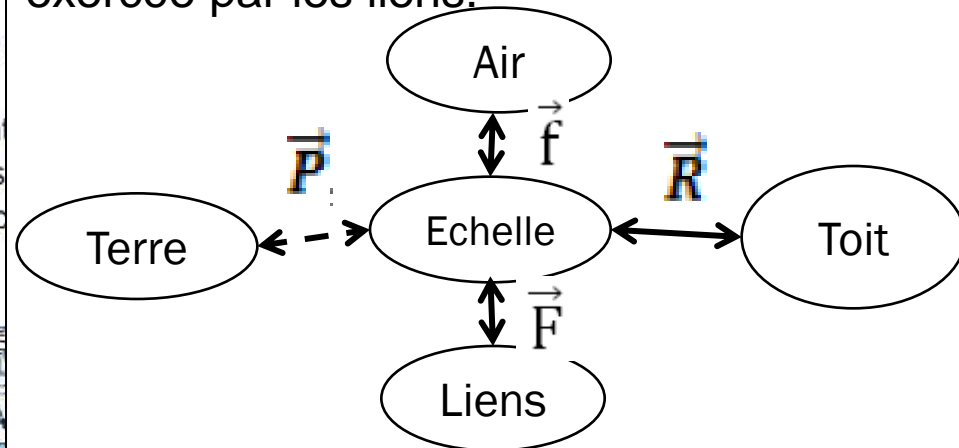
- par rapport au référentiel terrestre ? **Rectiligne uniforme**
- par rapport au référentiel du camion ? **Immobile**

- ▶ Reprendre les termes de l'énoncé relatif à la trajectoire et à la vitesse.
- ▶ Bien distinguer l'étude dans les deux référentiels.

b. L'échelle est modélisée par un point, son centre d'inertie. Dresser l'inventaire des forces qui s'exercent sur l'échelle posée sur le toit du camion. Ces forces se compensent-elles ?

- ▶ Préciser le système étudié.

b. Elle subit 4 actions modélisées par le poids, la réaction du toit, la force de frottement exercée par l'air et la force exercée par les liens.



Dans le référentiel terrestre considéré galiléen, elle est en mouvement rectiligne uniforme. D'après le principe d'inertie, elle constitue un système isolé : les 4 forces se compensent.

d. Lorsque l'échelle n'est plus sur le camion, le mouvement de son centre d'inertie peut-il être rectiligne uniforme ?

- ▶ Reprendre la même démarche que pour la question b.



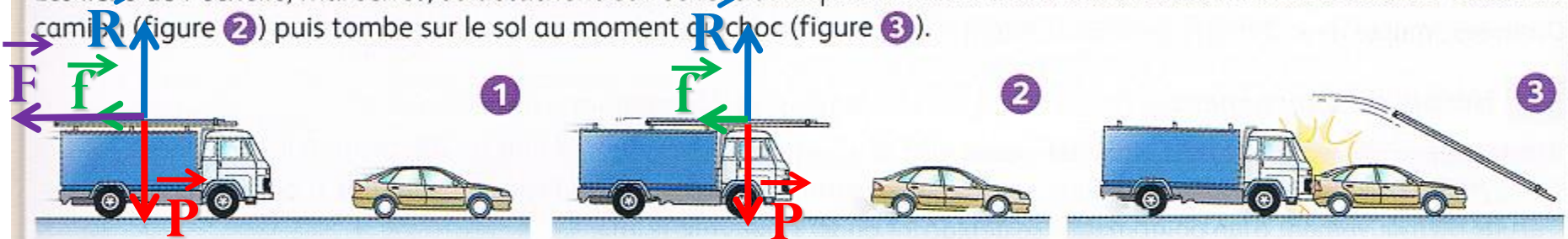
Voici l'énoncé d'un exercice et un guide (en violet) ; ce guide vous aide à rédiger la solution détaillée et à retrouver les réponses aux questions posées.

### Énoncé

Un camion portant une échelle fixée sur son toit se déplace à vitesse constante sur une route rectiligne et horizontale (figure 1).

La voiture qui précède le camion ralentit brusquement devant lui, obligeant le conducteur du camion à freiner à son tour.

Les liens de l'échelle, mal serrés, se détachent et l'échelle se déplace alors suivant une direction horizontale vers l'avant du camion (figure 2) puis tombe sur le sol au moment du choc (figure 3).



c. Quand le camion freine, comme l'échelle était isolée dans le référentiel terrestre (tout se passe comme si elle n'était soumise à aucune force), elle poursuit son mouvement vers l'avant : les liens essaient alors de s'opposer à ce mouvement en exerçant une force opposée. Comme ils sont mal serrés, cette force disparaît donc l'échelle poursuit son mouvement vers l'avant du camion.

► Rédiger en termes de système isolé ou non, dans un référentiel galiléen ou non. Appliquer alors le principe d'inertie.

c. Justifier le déplacement de l'échelle sur le toit du camion lorsque son conducteur freine (figure 2).

► Reprendre la même démarche que pour la question b.

d. Lorsque l'échelle n'est plus sur le camion, le mouvement de son centre d'inertie peut-il être rectiligne uniforme ?

► Reprendre la même démarche que pour la question b.





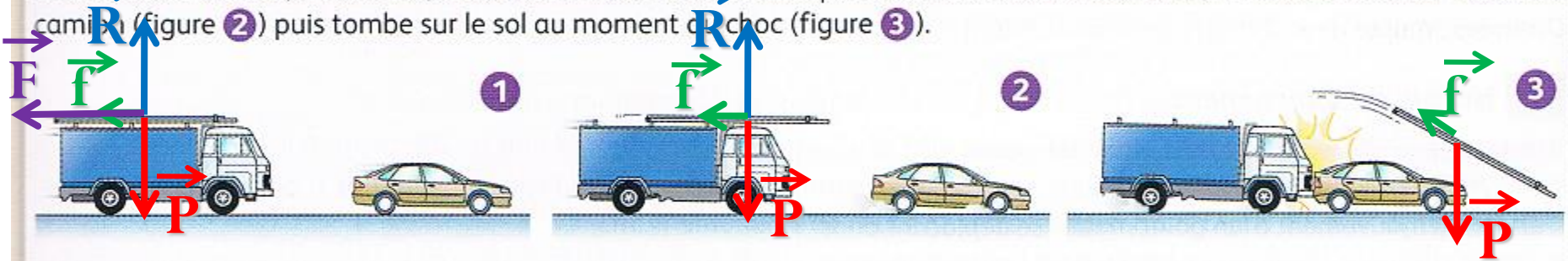
Voici l'énoncé d'un exercice et un guide (en violet) ; ce guide vous aide à rédiger la solution détaillée et à retrouver les réponses aux questions posées.

### Énoncé

Un camion portant une échelle fixée sur son toit se déplace à vitesse constante sur une route rectiligne et horizontale (figure 1).

La voiture qui précède le camion ralentit brusquement devant lui, obligeant le conducteur du camion à freiner à son tour.

Les liens de l'échelle, mal serrés, se détachent et l'échelle se déplace alors suivant une direction horizontale vers l'avant du camion (figure 2) puis tombe sur le sol au moment du choc (figure 3).



d. Elle est alors soumise à son poids et à une force de frottement exercée par l'air. Ces deux forces ne se compensent pas donc l'échelle n'est plus isolée => selon le principe d'inertie, son mouvement ne sera plus rectiligne uniforme mais parabolique accéléré vers le bas

► Rédiger en termes de système isolé ou non, dans un référentiel galiléen ou non. Appliquer alors le principe d'inertie.

c. Justifier le déplacement de l'échelle sur le toit du camion lorsque son conducteur freine (figure 2).

► Reprendre la même démarche que pour la question b.

d. Lorsque l'échelle n'est plus sur le camion, le mouvement de son centre d'inertie peut-il être rectiligne uniforme ?

► Reprendre la même démarche que pour la question b.