

# LE PRINCIPE D'INERTIE

**Objectif de l'activité :** étudier la relation qui existe entre le mouvement d'un objet et les forces qui s'exercent sur lui

L'inertie d'un objet est sa tendance à rester immobile ou à conserver son mouvement. Grâce à une loi fondamentale de la physique découverte par Galilée (1564-1642), on peut prévoir quel sera le mouvement d'un objet en fonction des forces qui s'exercent sur lui :

**PRINCIPE D'INERTIE**  
 Si un objet est soumis à des forces qui se compensent ( $\sum \vec{F} = \vec{0}$ ) alors il est soit immobile, soit animé d'un mouvement rectiligne uniforme.  
**Réciproque :** Si un objet est immobile ou animé d'un mouvement rectiligne uniforme alors il est soumis à des forces qui se compensent.

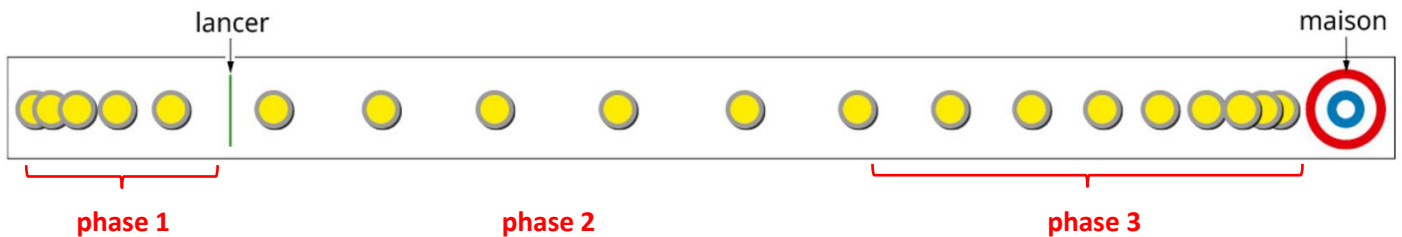
## 1) Mouvement d'une pierre de curling :

Le curling consiste à faire glisser une pierre de 20kg sur la glace d'une patinoire et de la placer le plus près possible d'une cible appelée « maison ». Des « balayeurs » sont chargés de gratter la glace de manière à diminuer au maximum les frottements lors du mouvement (voir [video](#)).



### RAISONNER

Voici la chronophotographie d'une pierre de curling lors d'un lancer :



Q1. Identifier les différentes phases du mouvement et compléter la première ligne du tableau suivant :

	Pierre immobile	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Nature du mouvement	<del>                    </del>	Mouvement rectiligne accéléré	Mouvement rectiligne uniforme	Mouvement rectiligne ralenti
Représentation des forces qui s'exercent sur la pierre	$\vec{R}$ est la réaction du sol 	$\vec{f}$ est la force de frottement 		
Les forces se compensent ?	oui	non	oui	non

Q2. À partir d'un diagramme objet-interaction, représenter les forces s'exerçant sur la pierre lors de chaque phase. Quatre forces interviennent : le poids  $\vec{P}$ , la réaction du sol (glace)  $\vec{R}$ , la force de frottement  $\vec{f}$  de la glace et  $\vec{F}_{\text{main/pierre}}$

**Q3.** Compléter la troisième ligne du tableau en vous aidant du principe d'inertie et vérifier que votre représentation des forces est cohérente.

D'après le principe d'inertie, les forces se compensent seulement si l'objet est immobile ou animé d'un mouvement rectiligne et uniforme

**Q4.** Comment le principe d'inertie permet-il d'identifier la phase au cours de laquelle la glace est frottée ?

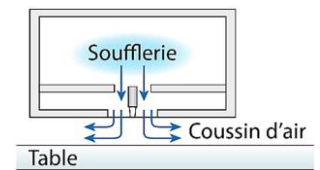
Lorsque la glace est frottée on a  $\vec{f} = \vec{0}$  donc les forces  $\vec{P}$  et  $\vec{R}$  se compensent. D'après le principe d'inertie, le mouvement est rectiligne uniforme dans ce cas-là, ce qui correspond à la phase 2.

**Q5.** Quel serait le mouvement de la pierre si le déplacement se faisait sans frottement sur une patinoire plus longue ?

Les deux seules forces  $\vec{P}$  et  $\vec{R}$  s'exerçant sur la pierre se compenseraient. Ainsi, d'après le principe d'inertie, la pierre aurait un mouvement rectiligne et uniforme sur toute la longueur, même infinie !

### RÉALISER et VALIDER

Une **table à coussin d'air** est un support horizontal et lisse sur lequel se déplace un mobile disposant d'une soufflerie. Le coussin d'air entre le mobile et la table permet un déplacement sans frottement. Un jet d'encre est projeté sur la table à intervalles de temps réguliers pour pouvoir repérer le mobile lors de son mouvement.



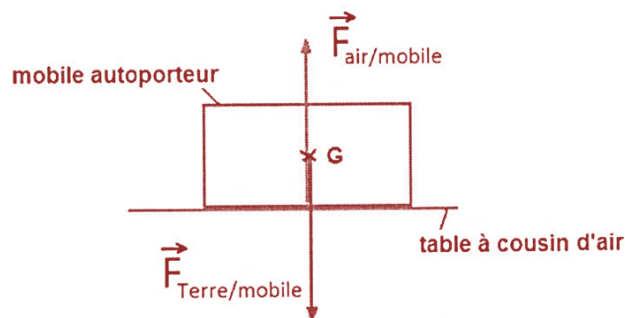
**Q6.** Imaginer puis réaliser une expérience permettant de montrer que le mouvement du mobile sur la table à coussin d'air se fait sans frottement.

On réalise un enregistrement :

Enregistrement sur table à coussin d'air :



Représentation des forces :



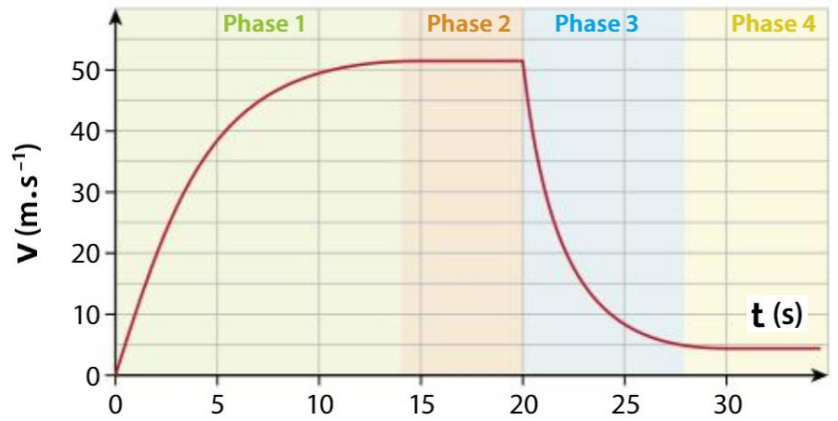
On observe que le mouvement est rectiligne uniforme donc, d'après le principe d'inertie, les forces se compensent.

Bilan des forces s'exerçant sur le mobile :  $\vec{P}$ ,  $\vec{R}$  et éventuellement  $\vec{f}$ .

Sachant que le poids et la réaction de la table sont des forces de direction verticale alors que les frottements sont représentés par une force de direction horizontale, on en déduit qu'il n'y a pas de frottement.

## 2) Mouvement d'un parachutiste :

Le mouvement d'un parachutiste est décomposé en plusieurs phases en fonction des forces qui s'exercent sur lui. Dans un premier temps, son mouvement s'apparente à celui d'une chute libre car il n'est quasiment soumis qu'à son poids. Au fur et à mesure où sa vitesse augmente, les frottements de l'air ne sont plus négligeables et son mouvement varie jusqu'à l'ouverture de son parachute. Le graphe ci-dessous représente la variation de sa vitesse au cours du temps dans le référentiel de l'avion :



**RAISONNER**

**Q7.** Compléter la première ligne du tableau ci-dessous et indiquer la date d'ouverture du parachute :

Dans le référentiel de l'avion, la trajectoire est rectiligne (on néglige les courants d'air latéraux).

Le parachute s'ouvre à  $t = 20s$  lorsque la vitesse commence brutalement à diminuer.

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Nature du mouvement	Rectiligne accéléré	Rectiligne uniforme	Rectiligne ralenti	Rectiligne uniforme
Représentation des forces qui s'exercent sur le sauteur				
Variation du vecteur vitesse				

**Q8.** Représenter les forces qui s'exercent sur le sauteur lors des quatre phases en vous aidant du principe d'inertie.

Le poids est représenté par une même flèche dans les quatre phases car la masse du système ne change pas.

Lors de la phase 1, la valeur de la force de frottement augmente car la vitesse augmente.

Au début de la phase 3, la valeur de la force de frottement augmente brutalement car la surface de contact avec l'air augmente (valeur max lorsque le parachute est complètement déployé). Elle diminue ensuite car la vitesse diminue.

En phase 4, la valeur de la force de frottement est la même que lors de la phase 2 car  $\vec{f}$  compense  $\vec{P}$  à nouveau.

**Q9.** Dans la 2<sup>ème</sup> ligne du tableau, représenter le vecteur  $\Sigma \vec{F}$  correspondant à la somme des vecteurs forces.

Lorsque le mouvement est rectiligne et uniforme les forces se compensent (principe d'inertie) donc  $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$ .

Pour construire le vecteur  $\Sigma \vec{F}$ , voir la méthode du livre p325.

**Q10.** Dans la 3<sup>ème</sup> ligne, représenter le vecteur vitesse aux instants  $t = 5s$ ,  $t = 10s$ ,  $t = 15s$ ,  $t = 20s$ ,  $t = 25s$ ,  $t = 30s$ ,  $t = 35s$  à l'échelle  $1cm \Leftrightarrow 20m/s$ . En déduire la relation entre la variation du vecteur vitesse et la somme des vecteurs forces.

En comparant les lignes 2 et 3 on constate que la variation du vecteur vitesse est liée au vecteur  $\Sigma \vec{F}$  :

- si  $\Sigma \vec{F}$  est dans le sens du mouvement alors le vecteur vitesse augmente

- si  $\Sigma \vec{F}$  est dans le sens contraire au mouvement alors le vecteur vitesse diminue