

APPREHENDER UN MOUVEMENT

ETUDE DU MOUVEMENT DE LA PIERRE DE CURLING

Le curling est un jeu écossais qui remonte au XVI^{ème} siècle. On y joue sur une patinoire, et il s'agit d'atteindre une cible circulaire peinte sur la glace avec un palet de pierre, muni d'une poignée, que l'on fait glisser sur la glace. La glace est balayée devant le palet par deux coéquipiers pour faciliter son glissement en éliminant au maximum les frottements.

VISUALISONS LA VIDEO (accessible ici depuis le lien ci-dessus) :



Nous allons étudier le mouvement de la pierre et les actions mécaniques qui s'exercent sur elle, à travers 3 phases :

- Situation initiale : la pierre est immobile
- La phase de lancer
- La glisse de la pierre

SITUATION INITIALE :

Lorsque la pierre est posée au sol, au tout départ de la situation, elle est immobile.



Source : <http://www.olympic.ca>

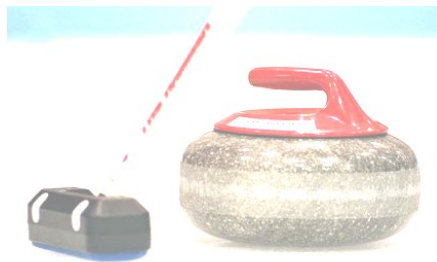
On a donc le **Diagramme objets-Interactions** suivant :



Puisque la pierre est immobile (dans le référentiel de la patinoire), on peut en déduire, d'après le principe d'inertie, que les actions mécaniques qui s'exercent sur elle se compensent.

Les deux vecteurs fléchés représentant les forces sont donc de même longueur mais de sens opposés.

Dessiner les deux forces qui s'exercent sur la pierre (utilisez la convention d'écriture $F_{.../...}$) sur l'image ci-dessous (sans soucis d'échelle)



N.B. : Le vecteur représentant le poids $P = F_{Terre/pierre}$ est vertical, dirigé vers le bas, son point d'application est le centre de gravité de la pierre (puisque'il s'agit de la représentation d'une action à distance)

Le vecteur représentant $F_{sol/pierre}$ est vertical, dirigé vers le haut, et son point d'application est le centre de la surface de contact (puisque'il s'agit d'une action de contact).

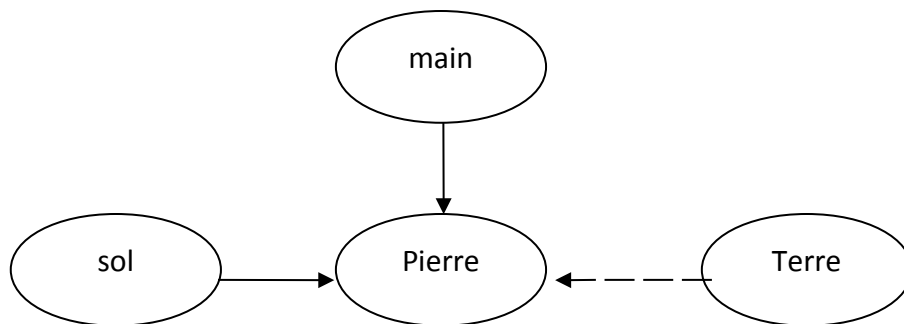
1^{ÈRE} PHASE : La phase de lancer de la pierre

C'est pendant cette phase que le lanceur est en contact avec la pierre.



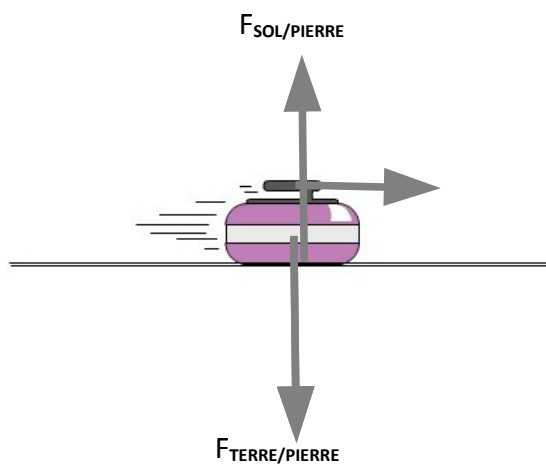
DIAGRAMME OBJETS-INTERACTIONS

On a donc le diagramme objet interaction suivant (à compléter)



Le mouvement de la pierre est accéléré : les actions mécaniques qui s'exercent sur la pierre ne se compensent pas.

Complétez le schéma ci dessous en faisant apparaître les forces qui s'exercent sur la pierre **initialement immobile**.



2^e PHASE : la pierre glisse, lâchée par le lanceur...



Carmen Schaefer (équipe Suisse)

Source : <http://jo-vancouver-2010.francetv.fr/>

La pierre, une fois lancée, va finir par s'arrêter. Comment qualifier son mouvement ?
Il s'agit d'un mouvement rectiligne ralenti.

Comment expliquer et justifier ce mouvement ?

Commençons par faire l'inventaire des actions mécaniques qui s'exercent sur la pierre, et utilisons pour cela le **diagramme objets-interactions**.



Le lanceur intervient-il encore sur le mouvement de la pierre ?

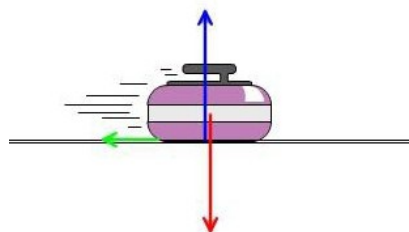
Non, son action est une action de contact. Il n'intervient plus.

Est-ce que les actions qui s'exercent sur la pierre se compensent ?

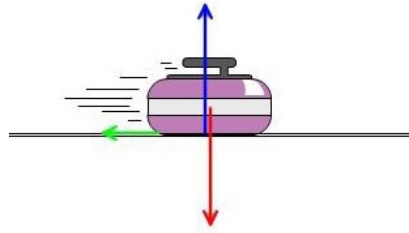
Si les actions mécaniques se compensaient, la pierre poursuivrait un mouvement rectiligne uniforme, ce qui n'est pas cas. Donc, d'après le PRINCIPE D'INERTIE, les actions mécaniques qui s'exercent sur la pierre ne se compensent pas.

Représentons les forces qui s'exercent sur la pierre.

Votre réponse :



Voici une représentation simple :



On peut représenter l'action exercée par le sol par deux segments fléchés :

- 1 segment (bleu) toujours perpendiculaire à la surface.
- 1 segment (vert) tangent à la surface.

Le sol freine la pierre : le segment vert, représentant le frottement de la glace, est dirigé vers l'arrière.

NB : lorsqu'il n'y a pas de frottements, on peut modéliser l'action du sol par un segment fléché **unique, perpendiculaire à la surface**.

3e étape (pas obligatoire) : on frotte la glace !

C'est à ce moment-là que 2 coéquipiers peuvent au besoin entrer en scène : ils frottent la glace sur le trajet de la pierre.

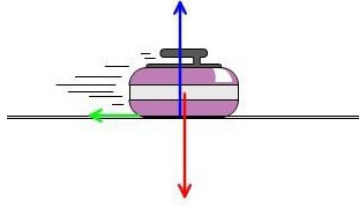


Source : <http://i.a.cnn.net/si/2006/olympics/2006/writers/02/10/curling.good/T1curling.jpg>

Quel est le but de ce « brossage » ?

Modifier l'action de la glace (du sol) sur la pierre pour diminuer les frottements de la glace sur la pierre.

Quel est le vecteur modifié sur la figure ci-dessous ?



Réponse : c'est le vecteur vert, qui modélise les frottements. Il est diminué.

Quel serait le mouvement de la pierre s'il n'y avait aucun frottement ? Justifiez votre réponse.

La pierre aurait un mouvement rectiligne uniforme. En effet, d'après le principe d'inertie, les actions mécaniques qui s'exerceraient sur la pierre se compenseraient.

Quelques exercices pour s'entraîner :

NATHAN Collection SYRIUS : ex 28 p 244

d. Cela permet-il d'expliquer ce qu...


28 * But de Platini**

Michel Platini, actuel président de l'UEFA, était un joueur d'exception. Quand il tirait un coup de pied arrêté, le ballon contournait le mur en décrivant un arc pour aller se loger dans la lucarne du but adverse.

a. Le poids du ballon peut-il expliquer ce mouvement ?

b. La force exercée par le pied de Platini accompagne-t-elle le ballon pendant son mouvement vers le but ?


c. La force qui fait dévier le ballon vers la gauche est-elle dirigée vers l'intérieur ou l'extérieur de la trajectoire ?



d. À partir d'un diagramme objets-interactions, dresser l'inventaire des forces qui s'exercent sur le ballon une fois qu'il a quitté le pied de Platini.

e. Quelle force, généralement négligeable, joue ici un grand rôle ?

f. Pour tirer ce coup franc, Platini donne « un effet » au ballon en le faisant tourner sur lui-même. Dans quel autre sport cet effet est-il utilisé ?



- Le poids du ballon est la force exercée par la Terre sur le ballon. Cette force est verticale et dirigée vers le bas. Le poids dévie donc la trajectoire du ballon vers le bas. Si l'arc décrivant la trajectoire n'est pas dans un plan vertical, l'action de la Terre n'est pas la seule à agir sur le ballon.
- La force exercée par le pied de Platini résulte d'une action de contact. Cette force disparaît dès lors que ballon et pied ne sont plus en contact.
- La trajectoire est déviée vers la gauche : la force qui fait dévier le mouvement est donc dirigée vers la gauche, donc vers l'intérieur de la trajectoire (voir schéma du manuel)
- DOI
- C'est la force exercée par l'air.
- Cet effet est utilisé au Tennis, au

Tennis de Table, au Rugby. Dans chaque situation, la rotation du

ballon sur lui-même modifie l'action exercée par l'air.

BORDAS Collection ESPACE : ex 29 p 140

principe d'inertie.

29 Le saut de la parachutiste

Une parachutiste saute d'un avion volant à 3 800 m d'altitude. Elle chute parachute fermé pendant une vingtaine de secondes. La courbe suivante donne l'évolution de sa vitesse au cours du temps :

1. a. Faire le bilan des actions mécaniques s'exerçant sur la parachutiste. On pourra s'aider d'un diagramme objets-actions.
 b. En déduire une modélisation de ces actions mécaniques par des forces dont on précisera le nom en utilisant la convention $\vec{F}_{\text{donneur/receveur}}$

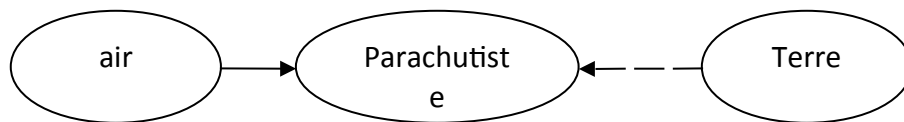
2. a. Comment évolue la vitesse de la parachutiste ?
 b. Quelle est la nature de son mouvement à partir de l'instant $t = 14$ s, en supposant que sa trajectoire est rectiligne ?
 c. Que peut-on en déduire sur les actions mécaniques s'exerçant sur la parachutiste ?

3. L'action mécanique de l'air sur la parachutiste augmente avec la vitesse de chute. Pourquoi la parachutiste atteint-elle une vitesse limite ?

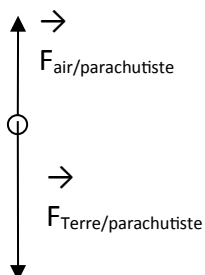
1.a) Les actions mécaniques qui s'exercent sur la parachutiste sont :

- l'action de l'air
- l'action de la Terre

On a donc le **Diagramme objets-Interactions** suivant :

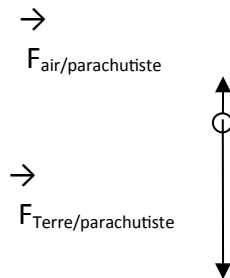


b) La force exercée par l'air est dirigée vers le haut. Le poids, exercé par la Terre, est dirigé vers le bas.



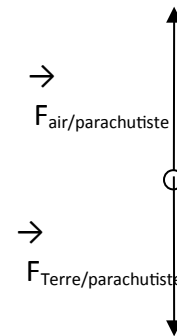
2. a. D'après le graphique, la vitesse augmente, jusqu'à une valeur limite d'environ $55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
 - b. A $t = 14 \text{ s}$, la vitesse a atteint la vitesse limite : le mouvement est alors rectiligne uniforme.
 - c. Les actions mécaniques qui s'exercent sur le parachutiste se compensent, d'après le principe d'inertie.
3. Le parachutiste atteint une vitesse limite car « l'action mécanique de l'air sur la parachutiste augmente avec la vitesse de chute », d'après l'énoncé.
On peut donc comparer 2 situations :

Au début de la chute, la vitesse est faible, l'action de l'air également.



Les actions ne se compensent pas. La parachutiste accélère

une valeur limite de 55 m/s . L'action de l'air est devenue importante.



Les actions se compensent : la parachutiste a un mouvement rectiligne uniforme (d'après le principe d'inertie)

Après 14 s de chute, la vitesse atteint