



Cours

« Etude du mouvement d'un objet – Action mécanique – principe d'inertie »

Les compétences à acquérir...

- Identifier les échelles temporelles et spatiales pertinentes de description d'un mouvement.
 - Choisir un référentiel pour décrire le mouvement d'un système.
 - Expliquer, dans le cas de la translation, l'influence du choix du référentiel sur la description du mouvement d'un système.
 - Décrire le mouvement d'un système par celui d'un point et caractériser cette modélisation en termes de perte d'informations.
 - Caractériser différentes trajectoires.
 - Définir le vecteur vitesse moyenne d'un point.
- Approcher le vecteur vitesse d'un point à l'aide du vecteur déplacement, où M et M' sont les positions successives à des instants voisins séparés de Δt ; le représenter.
- Caractériser un mouvement rectiligne uniforme ou non uniforme.
- Réaliser et/ou exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système en mouvement et représenter des vecteurs vitesse ; décrire la variation du vecteur vitesse.
- Modéliser l'action d'un système extérieur sur le système étudié par une force. Représenter une force par un vecteur ayant une norme, une direction, un sens.
 - Exploiter le principe des actions réciproques
 - Distinguer actions à distance et actions de contact.
 - Utiliser l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle.
 - Utiliser l'expression vectorielle du poids d'un objet, approché par la force d'interaction gravitationnelle s'exerçant sur cet objet à la surface d'une planète.
 - Représenter qualitativement la force modélisant l'action d'un support dans des cas simples relevant de la statique.
 - Exemples de forces :
 - force d'interaction gravitationnelle ; - poids ; - force exercée par un support et par un fil.



I- Comment décrire le mouvement d'un objet ?

1- Un extrait de film !



Regardons l'extrait du film « [Top secret](#) » de 1984

Commentaires :

Premières minutes :

.....

.....

.....

Après quelques minutes :

.....

.....

.....

Comment expliquer la dernière scène de l'extrait ?

.....

.....

En conclusion :

Pour décrire le mouvement d'un objet, il faut définir

Le mouvement d'un objet dépend du

Exercice : Calculez votre vitesse lorsque vous êtes assis(e) sur votre chaise dans votre chambre !

2- Etude du mouvement d'un objet par chronophotographie :

A travers une animation, étudions le mouvement d'un carré sur lequel sont repérés 3 points vert, rouge et bleu.

Système étudié { }

Référentiel d'étude :

Les mouvements des points vert et rouge sont à étudier (..... +.....)

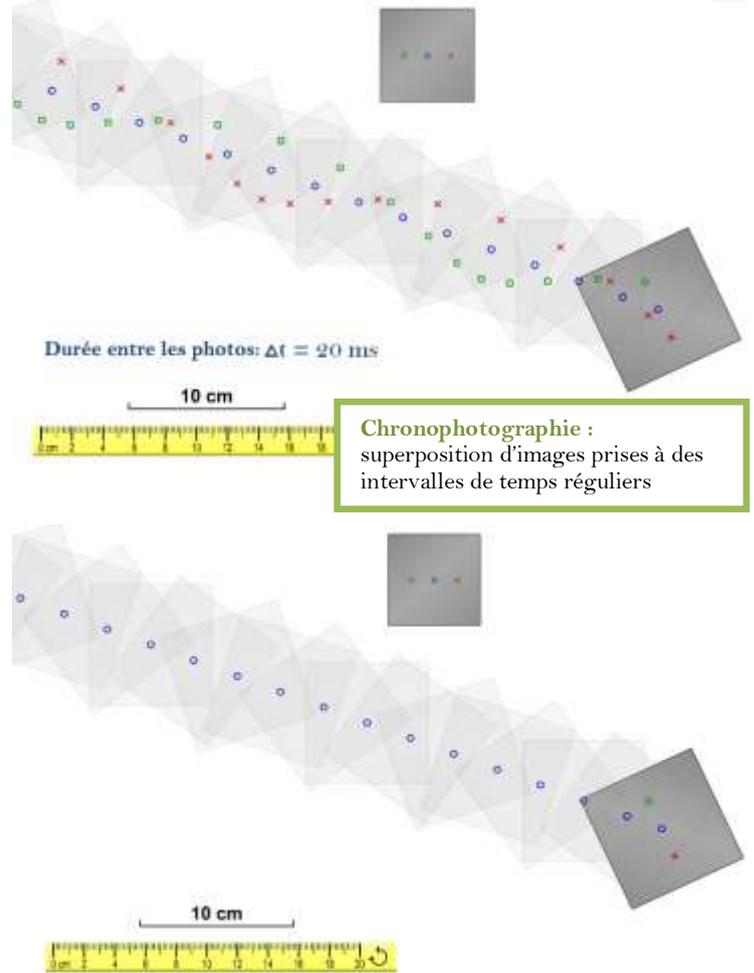
Simplifions l'étude en ne tenant compte que du point bleu.

Nous modélisons le carré par un appelé **centre d'**.....

Nous considérons que le carré est assimilé à un point.

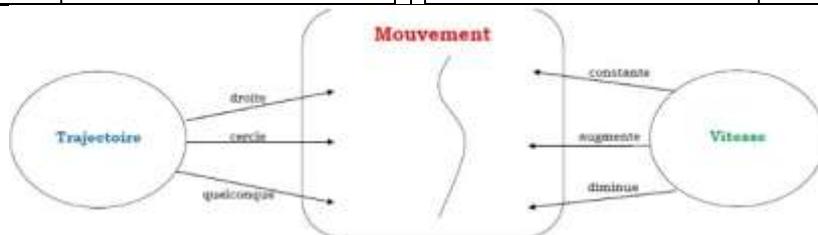
Que peut-on dire du **mouvement** de cet objet assimilé à un point G ?

.....



En résumé : le mouvement par rapport à un référentiel d'un objet, assimilé à un point, est décrit en précisant :

La trajectoire du centre d'inertie G	La vitesse moyenne du centre d'inertie G																
La trajectoire d'un point matériel est l'ensemble des successives occupées par ce point au cours du temps.	La vitesse moyenne V_i en un point G_i peut être calculée entre le point précédent G_{i-1} et le point suivant G_{i+1} $v_i =$ ou exemple :																
 Trajectoire A  Trajectoire B  Trajectoire C	 Cas a  Cas b  Cas c																
<table border="1"> <tr><td></td><td>est</td></tr> <tr><td>La trajectoire A</td><td></td></tr> <tr><td>La trajectoire B</td><td></td></tr> <tr><td>La trajectoire C</td><td></td></tr> </table>		est	La trajectoire A		La trajectoire B		La trajectoire C		<table border="1"> <tr><td></td><td>la vitesse</td></tr> <tr><td>Dans le cas a</td><td></td></tr> <tr><td>Dans le cas b</td><td></td></tr> <tr><td>Dans le cas c</td><td></td></tr> </table>		la vitesse	Dans le cas a		Dans le cas b		Dans le cas c	
	est																
La trajectoire A																	
La trajectoire B																	
La trajectoire C																	
	la vitesse																
Dans le cas a																	
Dans le cas b																	
Dans le cas c																	



3- Vecteur vitesse \vec{V} :

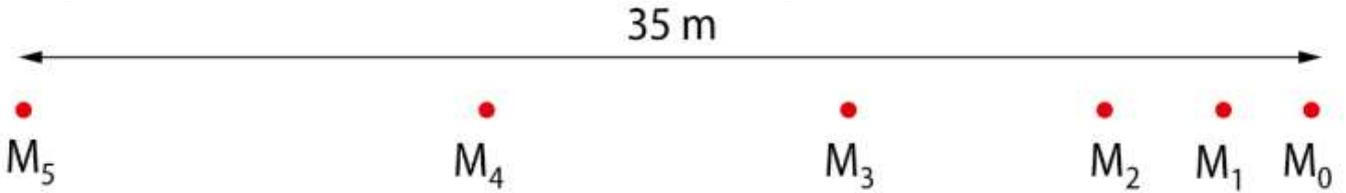
Considérons l'enregistrement d'un objet en mouvement 1:



Que peut-on dire du mouvement ?

.....

Allons plus loin dans l'étude de ce mouvement : l'intervalle entre 2 photos est $\Delta t = 0,80$ s



Quelles sont les informations supplémentaires sur le mouvement de cet objet ?

.....

Calculez les valeurs des vitesses v_1 et v_4 :

Calcul de la valeur de la vitesse v_1 au point M_1	Calcul de la valeur de la vitesse v_4 au point M_4

La vitesse traduit le déplacement dans le temps du centre de gravité dans le temps. Nous allons introduire un outil mathématique, le : Ici le vitesse

On peut donc exprimer le vecteur vitesse en un point M_i de la façon suivante :

Le vecteur vitesse \vec{v}_i est défini par :

- l'origine :
- le sens :
- la direction :
- sa valeur c'est-à-dire sa norme :



Remarque: le vecteur vitesse en un point est toujours à la trajectoire et dans le que celui du mouvement.

Dans le cas du mouvement 1, dessiner les vecteurs vitesses \vec{v}_1 et \vec{v}_4 avec l'échelle: $1 \text{ cm} \leftrightarrow \dots\dots\dots \text{ m.s}^{-1}$.

Pour cela vous calculerez les longueurs des vecteurs \vec{v}_1 et \vec{v}_4 à l'échelle notées

$L_{\vec{v}_1}$ et $L_{\vec{v}_4}$. Comment sont orientés ces vecteurs ?

$L_{\vec{v}_1} =$

$L_{\vec{v}_4} =$

4- Etude d'une chronophotographie :



Académie de bordeaux

- a- Définir l'échelle de cette photo:
 1 cm (sur cette photo) \leftrightarrow cm (en réalité).
- b- Calculez la valeur de la vitesse moyenne V_{10} au point G_{10}
- c- Tracer le vecteur vitesse \vec{V}_{10} après avoir
 - défini l'échelle des vitesses 1 cm \leftrightarrow m.s⁻¹.
 - et calculé la longueur du vecteur vitesse $L_{\vec{v}_{10}} =$
- d- Décrire le vecteur vitesse \vec{V}_{10} :
 - sa direction :
 - son sens :
 - sa valeur : $V_{10} =$
- e- Tracer le vecteur vitesse \vec{V}_{14} au point G_{14} après avoir refait les calculs nécessaires.
- f- Décrire le mouvement de la balle :

II- Modélisation d'une action mécanique par une force.

Dans le paragraphe précédent, nous avons décrit des mouvements sans nous préoccuper de « l'origine de ce mouvement ».

Nous allons donc maintenant nous intéresser aux liens entre les mouvements des objets et les actions qu'ils subissent.

Ces **actions mécaniques**, s'exerçant sur un objet d'étude appelé **système**, pourront être **modélisées** par des vecteurs **force** $\vec{F}_{\text{objet/objet-étudié}}$

1- Faire le bilan des actions mécaniques que subit un objet :

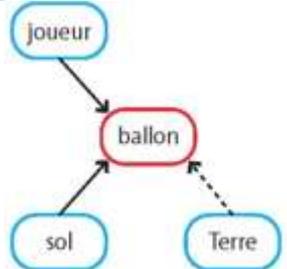
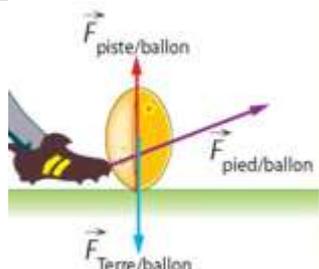
Pour connaître les actions mécaniques qui s'exercent sur un objet, appelé **système d'étude**, on peut réaliser un diagramme.

On peut alors établir un bilan des actions mécaniques.

Pour construire un tel diagramme il faut :

- faire l'inventaire des objets concernés par l'étude en n'oubliant pas les appuis (**table, sol...**) et la **Terre** responsable de l'action mécanique liée à la pesanteur ;
- schématiser ces objets dans des ovals en mettant **au centre l'objet d'étude** (objet sur lequel les forces s'exercent) ;
- lorsqu'un objet agit sur l'objet d'étude, représentez cette action par une flèche dirigée vers le système d'étude :
 - en pointillés pour une **action à distance**.
 - en trait plein pour une **action de contact**.

Exemple : l'objet d'étude est le ballon de rugby, lorsque le pied du joueur le frappe : **système {ballon}**

La situation	Le Diagramme	La modélisation
		

2- Etude de cas :

Système {skieuse}	Système {Haltères}	Système {balle}
		
Diagramme 1	Diagramme 2	Diagramme 3
Modélisation 1	Modélisation 2	Modélisation 3
		
Bilan des forces s'exerçant sur le système étudié		

3- Quel est l'effet d'une force sur un objet ?

Système {ballon}	Système {ballon}	Système {voile}
		
.....

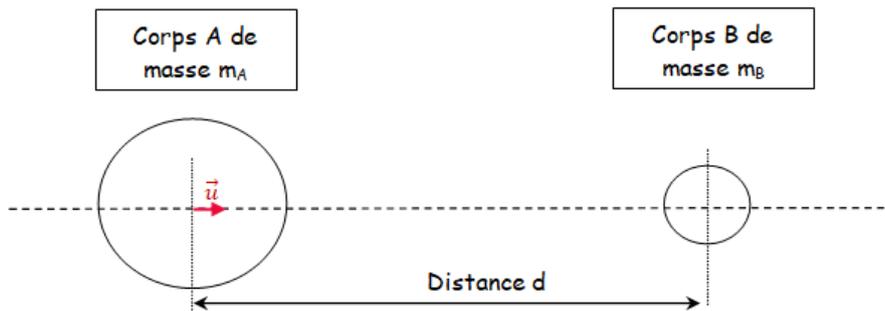
En résumé, l'effet d'une force sur un objet est de :

- soit
- soit
- soit

4- Quelques exemples de forces :

a- La force de gravitation universelle : Celle qui régit tout l'univers !

Deux corps A et B (à répartition sphérique de masse) de masses m_A et m_B , séparés par une distance d exercent l'un sur l'autre des forces **toujours** et de **même intensité**



Représenter sans souci d'échelle les vecteurs forces $\vec{F}_{B/A}$ (force exercée par B sur A) et $\vec{F}_{A/B}$ (force exercée par A sur B). **u est un vecteur unitaire.**

Relation entre ces 2 vecteurs et expression de leur intensité

$$\vec{F}_{A/B} = \dots \vec{F}_{B/A}$$

$$F_{A/B} = F_{B/A} =$$

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ la constante de la gravitation universelle

- les points d'applications des forces sont respectifs les des objets A et B,
- la direction est la droite liant le des deux objets,
- leurs sens sont
- Les forces sont de intensité

Remarque : Attention aux unités :

- la longueur d est en mètre (m),
- les masses m_A et m_B sont
- la force F est en newtons (N).

Masse de la terre
 $M_T = 5,9722 \times 10^{24} \text{ kg}$
Rayon de la terre
 $R_T = 6\,371 \text{ km}$

Exercice : Calculez la force exercée par la terre sur vous $F_{T/vous}$?

Quelle est l'intensité de la force que vous exercez sur la terre ?

Quel est le « petit nom » que l'on donne à cette force exercée par la terre sur vous ?

b- Le poids d'un objet : Celle qui vous empêche de voler (dans les airs)



Le poids \vec{P} d'un objet correspond à la force exercée par **la terre sur l'objet**

Le poids P est caractérisé par :

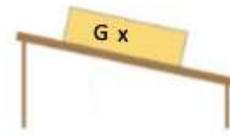
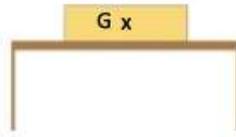
- son point d'application :
- sa direction :
- son sens :
- son intensité

Calculez votre poids :

Conclusion :

.....

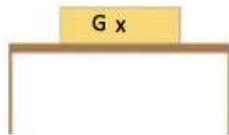
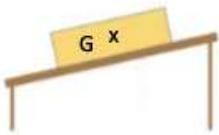
Représentez le poids dans chaque cas : Une balle qui tombe et un livre posé sur une table



c- La réaction R du support :

La réaction du support est la force exercée par le support sur la table.
 Cette force est toujours **perpendiculaire** au plan du support
 Où, sur l'objet, cette force s'exerce-t-elle ?

Représentez la réaction du support dans chaque cas :

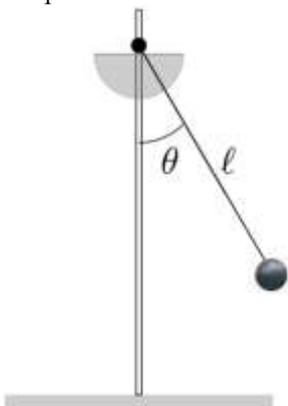


5- Etude d'exemples plus complexes :

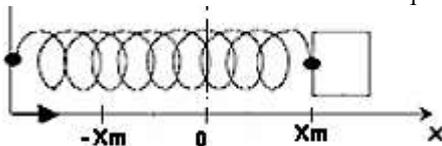
Une skieuse qui remonte la piste sur un remonte-pente



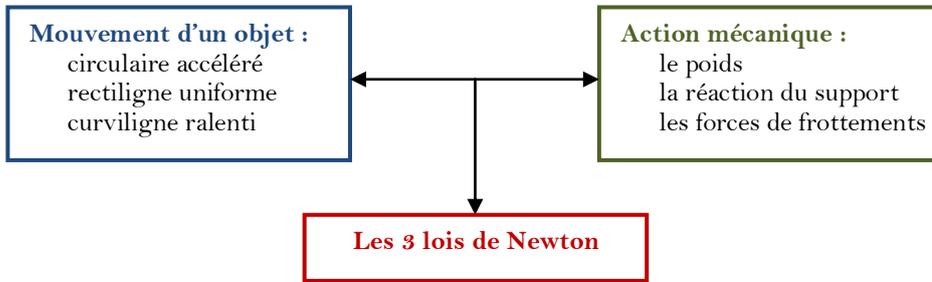
Un pendule constitué d'une masse accroché à un fil de longueur l



Une masse accrochée à un ressort posée sur une table

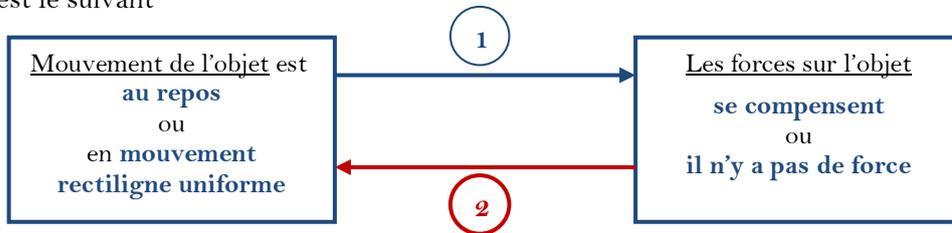


III- Quel est le lien entre le mouvement d'un objet et les actions sur cet objet ?



1- Première loi de Newton appelé aussi le principe d'inertie :

Le principe est le suivant



1 Si un objet est au repos ou en mouvement rectiligne uniforme alors les forces se compensent



Objet au repos

Considérons un pendule à l'équilibre c'est-à-dire au repos :
Faire un bilan des forces qui s'exercent sur la masse m

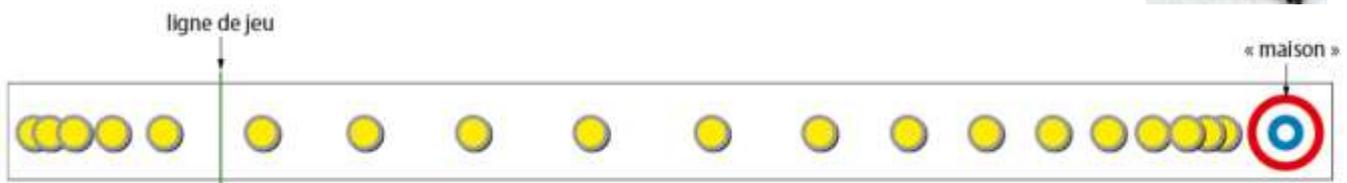
Objet en mouvement rectiligne uniforme

Une patineuse glisse sur la glace. Les forces de frottements sont négligeables



Faire un bilan des forces qui s'exercent la patineuse

- 2 Lors d'un lancer de la pierre au curling,
- une première joueuse lance la pierre et la lâche avant la « ligne de jeu ».
 - 2 autres joueuses « balayeuses » frottent la glace sur la première partie
 - La pierre finit de s'arrêter avant la « maison »



Faire un bilan des forces sur la « pierre » dans les 3 cas suivants ... et conclure

