

Bille qui roule n'amasse pas mousse !

Cette séquence permet de mettre en évidence les transformations d'énergie de position en énergie cinétique et inversement. Elle peut faire suite à une première approche du concept d'énergie, d'énergie de position et d'énergie cinétique. Idéalement, elle constitue un bon prolongement (réinvestissement et approfondissement des notions y ayant été abordées) de la séquence « Cratères et météorites » pour une classe de 3ème.

Auteurs : Frédéric Pérez, Murielle Treil

OBJECTIF DE LA SEANCE :

Mettre en évidence les transformations d'énergie de position en énergie cinétique et inversement.

DUREE DE LA SEQUENCE :

3 heures découpées en 3 séances

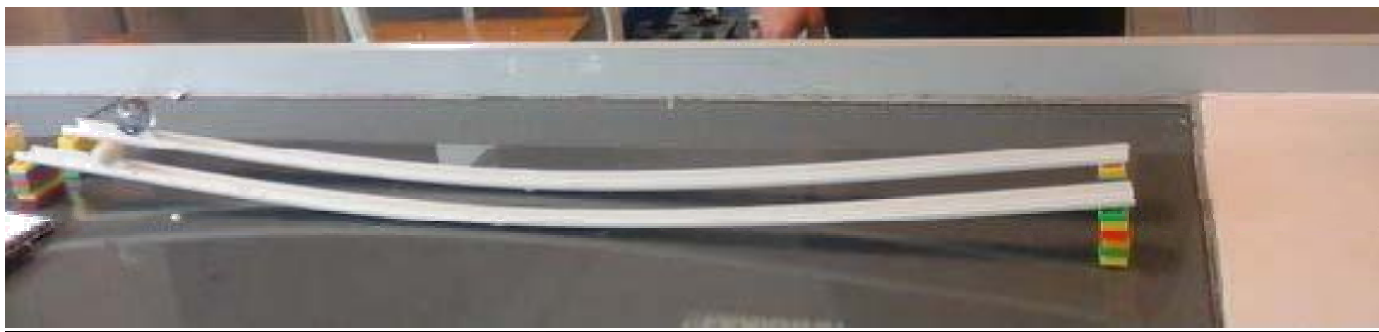
MATERIEL PAR GROUPE DE 2 A 4 ELEVES:

- 1 bille en verre : selon le dispositif retenu, prévoir des billes qui minimisent les frottements en roulant sur les baguettes.
- 1 baguette électrique de 110 cm de long (pas moins de 100 cm), 2 cm de large (les billes roulent sur les bords de la baguette).
- Scotch de déménagement pour fixer la baguette en son centre.
- Quatre cales de même épaisseur à fixer sous les extrémités de la baguette : par exemple, des post-it de 0,8 cm d'épaisseur.
- Prévoir plusieurs bandes de papier qui serviront aux élèves pour noter les distances maximales parcourues par les billes le long de la baguette (lors des expérimentations, les élèves peuvent fixer la bande de papier à la table pour obtenir des données plus fiables).

Attention, bien repérer la position des calles qui doivent être équivalentes aux 2 extrémités (voir photo du dispositif).

- 1 double décimètre pour mesurer la hauteur de la baguette par rapport à la table.





NOTIONS QUE LES ELEVES DEVRONT ETRE CAPABLES DE FORMULER A LA FIN DE LA SEQUENCE :

- L'énergie de position est maximale aux extrémités de la baguette (hauteur maximale de la baguette par rapport à la table), elle est minimale au point le plus bas (point où la baguette est fixée à la table).
- L'énergie cinétique de la bille est nulle aux extrémités de la baguette (au départ et juste avant son retour en arrière) et maximale au point le plus bas.
- L'énergie potentielle de gravitation de la bille se transforme en énergie cinétique au cours de sa descente sur la baguette.
- L'énergie cinétique de la bille se transforme en énergie potentielle de gravitation au cours de sa montée sur la baguette.

DEROULEMENT :

Séance 1 (1h)

Situation de départ :

On présente le dispositif aux élèves et on leur propose la situation suivante : « On pose une bille à l'extrémité de la baguette. Que va-t-il se passer si on lâche la bille ? Soyez le plus précis possible dans vos réponses. »

Travail individuel consistant à anticiper le devenir de la bille.
Mise en commun des prévisions en groupes de 4 à 5 élèves.

Expérimentation et formulation d'explications :

1 calot est proposé à chaque groupe ainsi que trois cales de même épaisseur.

Consigne : vous devez répondre à la question «Que va-t-il se passer lorsqu'on lâche la bille à une extrémité?» en expérimentant à l'aide du matériel proposé (3 cales et bille imposée). Vous pouvez réaliser tous les essais que vous voulez durant 15 min.

Rendez compte de vos essais en donnant une explication tenant compte de l'énergie.

Interactions possibles entre l'enseignant et les groupes d'élèves durant le temps d'expérimentation ou la mise en commun des travaux :

- Dans le cas d'un dispositif asymétrique (cales de hauteurs différentes aux deux extrémités de la baguette), demander aux élèves d'anticiper la distance que parcourra la bille sur la baguette (demander d'indiquer précisément le point qu'elle atteindra une fois lâchée) si on la lâche de l'une des extrémités et dans un second temps, de l'autre extrémité.

- o Les élèves énoncent facilement que si on lâche la bille de l'extrémité la plus haute de la baguette, la bille sortira de la baguette à l'autre extrémité. Pour le cas inverse, ils indiquent un point approximatif sur la baguette. Une élève énonce cependant qu'on peut déterminer ce point car il correspond à la hauteur de baguette équivalente à celle de la cale placée à l'extrémité de la baguette.

Séance 2 (1h)

Mise en commun des travaux des groupes :

« Qu'avez-vous découvert à travers vos expérimentations ? » Insister sur le fait de parler en termes d'énergie. Chaque groupe prend à son tour la parole et vient au tableau exposer son travail et ses résultats. Un dispositif permet de vérifier ce qui est énoncé à la demande des élèves des autres groupes ou de l'enseignant.

Remarque : Les élèves évoquent plus spontanément l'énergie liée au mouvement (énergie cinétique), moins celle liée à la hauteur (énergie de position) et confondent vitesse et énergie.

Hypothèses et réflexions formulées par les différents groupes lors de la mise en commun :

Deux groupes mettent en œuvre des expérimentations dans le cas de dispositifs symétriques (mêmes hauteurs de cales aux deux extrémités de la baguette). Trois hypothèses sont alors formulées par les élèves :

1/ Plus on augmente la hauteur des cales, plus le système oscille longtemps.

Dans un des groupes, les élèves décident de vérifier l'hypothèse à l'aide d'un chronomètre.

2/ Plus on augmente la hauteur des cales, plus la bille effectue d'allers-retours.

3/ Le temps d'oscillation de la bille sera le même quelle que soit la hauteur des cales, seul le nombre d'allers-retours différera (plus grand nombre d'allers-retours dans le cas d'une plus grande hauteur de cales).

Les élèves d'un groupe demandent des cales supplémentaires pour tester cette dernière hypothèse et effectuent des tests avec 3 hauteurs de cales différentes. Ils comptabilisent le nombre d'allers-retours ($1 \text{ cale} = 6 \text{ allers-retours} / 2 \text{ cales} = 12 \text{ ar} / 3 \text{ cales} = 18 \text{ ar}$) et en tirent même une règle de proportionnalité. Faire remarquer qu'il faudrait répéter l'expérience et l'élargir à des billes de masses différentes pour valider cette hypothèse (il se trouve qu'il s'agit en fait d'une coïncidence). Ils concluent que l'énergie de la bille serait de l'énergie cinétique car plus on augmente la hauteur de cales, plus la bille va vite.

Diverses formulations énoncées par les élèves

- (Dans le cas d'un dispositif asymétrique), *il s'agit d'une énergie de position car la bille quitte la baguette.*
- *+ Ep augmente, + Ec augmente : Ec et Ep dépendent de la masse. Si on ne met pas de cales aux extrémités, il n'y a pas d'énergie, pas de force pour acquérir de la vitesse. Lorsque les cales aux extrémités sont les mêmes, la bille ne sort pas.*
- (Pour un dispositif asymétrique), *la bille accumule plus d'énergie qu'elle en perd dans la descente. (Pour un dispositif symétrique), la bille accumule autant d'énergie dans la montée qu'elle en perd dans la descente. La bille devrait atteindre un point symétrique à celui du point de lâcher par rapport au centre de la baguette.*



Mettre en relation la position de la bille sur la baguette et son énergie cinétique et de position :

Consignes données aux groupes à partir d'un dispositif symétrique :

« Déterminer la position de la bille sur la baguette et sur le schéma quand la vitesse de la bille est maximale et minimale. » *Un groupe d'élèves pense que la vitesse max atteinte par la bille se situe avant le point le plus bas de la baguette. Les élèves remarquent qu'il y a différents points successifs sur la baguette où la bille atteint une vitesse nulle $V_{min}=0$.*

« Déterminer la position de la bille sur la baguette et sur le schéma quand la bille possède une énergie de position (potentielle de gravitation) max et min, et une énergie cinétique max et min. » L'enseignant demande aux élèves de venir positionner sur un schéma au tableau les énergies cinétiques et de position max et min. Il leur demande ensuite d'analyser le schéma quant aux 2 énergies.

Réponses d'élèves : « Les énergies se complètent : quand l'une augmente, l'autre diminue. »

« L'énergie potentielle se transforme en énergie cinétique lors de la descente et l'énergie cinétique se transforme en énergie de position lors de la montée. »

Séance 3 : Réinvestissement des connaissances (1h)

Mise en lien des connaissances découvertes avec une situation vécue lors d'une autre séquence d'enseignement :

Dans le cas d'élèves ayant travaillé la mise en situation d'investigation « Cratères et météorites », il est intéressant de revisiter la modélisation des billes impactant la semoule à l'aune de celle des billes roulant sur une baguette. On peut alors demander aux élèves d'expliquer le phénomène en termes de transformation d'énergie de position et cinétique. Reprendre avec les élèves, s'il le faut, les observations précises concernant les max et min d'énergie de position et cinétique.

Ce travail peut s'amorcer par une réflexion individuelle avant d'opérer une interaction par petits groupes ou directement avec l'ensemble des élèves.

Prolongement conseillé :

Demander aux élèves de chercher des situations dans leur quotidien qui s'apparentent aux transformations d'énergies abordées (énergie de position / énergie cinétique). Voici quelques exemples de réponses possibles : balançoire, pendule, skateur ou skieur dans un half-pipe, situations prises dans les

arts du cirque (par exemple : balance à bascule avec équilibriste, on pourrait se poser la question de la hauteur max que pourrait atteindre un acrobate).

A partir de photos ou de schémas, demander aux élèves de déterminer les positions des objets où les énergies potentielle et cinétique sont max et min. Leur demander également de verbaliser les transformations d'énergie lors des différentes situations.