

TP 20 et 21 : Principe de conservation de l'énergie

I) La conservation de l'énergie selon FEYNMAN

« Imaginons un enfant, Denis, qui possède des cubes absolument indestructibles, et qui ne peuvent être divisés en morceaux. Tous les cubes sont identiques. Supposons qu'il ait 28 cubes. Sa mère le met dans une chambre au début de la journée avec ses 28 cubes. A la fin de la journée, étant curieuse, elle compte les cubes avec attention et découvre une loi phénoménale - quoiqu'il fasse avec ses cubes, il en reste toujours 28 ! Ceci se répète plusieurs jours durant, jusqu'au jour où il n'y a que 27 cubes, mais un peu de recherche montre qu'il y en a un sous le tapis- elle doit regarder partout pour s'assurer que le nombre de cubes n'a pas changé. Un jour, cependant, le nombre semble changer : il n'y a que 26 cubes. Une recherche attentive montre que la fenêtre était ouverte, et en regardant dehors, elle retrouve les deux autres cubes. Un autre jour, un compte précis indique qu'il y en a 30 ! Ceci lui causa une consternation considérable, jusqu'au moment où elle réalisa que Bruce était venu en visite, amenant ses cubes avec lui, et qu'il en laissa quelques-uns à la maison. Après s'être débarrassée de ces cubes supplémentaires, elle ferme la fenêtre, ne laisse pas rentrer Bruce et tout, alors, se passe bien, jusqu'au moment où recomptant elle ne trouve que 25 cubes. Néanmoins, il y a une boîte dans la chambre, une boîte de jouets, et la mère essaye d'ouvrir la boîte, mais le garçon dit : « Non, n'ouvre pas cette boîte à jouets », et se met à crier. La mère n'a pas le droit d'ouvrir la boîte à jouets. Etant extrêmement curieuse et quelque peu ingénieuse, elle invente un stratagème ! Elle sait qu'un cube pèse cent grammes, aussi pèse-t-elle la boîte au moment où elle voit 28 cubes, et elle trouve 500 grammes. A la vérification suivante, elle pèse à nouveau la boîte, soustrait 500 grammes et divise par 100. Elle découvre la chose suivante :

$$\text{Nombre de cubes observés} + \frac{(\text{poids de la boîte}) - 500 \text{ grammes}}{100 \text{ grammes}} = \text{constante}$$

Puis de nouvelles déviations apparaissent, mais une étude précise indique que le niveau de l'eau sale de la baignoire s'est modifié. L'enfant jette les cubes dans l'eau, et elle ne peut les voir parce que cette eau est trop sale, mais elle peut savoir combien de cubes se trouvent dans l'eau, en ajoutant un autre terme à sa formule. Puisque la hauteur initiale de l'eau était de 15 centimètres, et que chaque cube élève le niveau d'un demi-centimètre, cette nouvelle formule sera :

$$\begin{aligned} \text{Nombre de cubes observés} &+ \frac{(\text{poids de la boîte}) - 500 \text{ grammes}}{100 \text{ grammes}} \\ &+ \frac{(\text{hauteur de l'eau}) - 15 \text{ cm}}{0,5 \text{ cm}} = \text{constante} \end{aligned}$$

A mesure que l'ingéniosité de l'enfant se développe, celle de la mère en fait autant, et on ajoute de plus en plus de termes, qui représentent des cubes, mais qui du point de vue des mathématiques ne sont que des calculs abstraits, puisque les cubes restent invisibles.

Je voudrais maintenant établir mon analogie, et vous expliquer les ressemblances et les différences entre cet exemple et la conservation de l'énergie. Supposons d'abord que dans aucun des cas la mère n'ait vue de cubes. Le terme nombre de cubes visibles n'apparaît jamais. La mère, alors, serait toujours en train de calculer un tas de termes tels que « cubes dans la boîte » « cubes dans l'eau », etc. Pour l'énergie, cette différence existe, il n'y a pas de cubes, pour autant qu'on puisse dire. De plus, contrairement à l'exemple des cubes, en ce qui concerne l'énergie, les nombres qu'on obtient ne sont pas des nombres entiers. Voilà à quoi ressemble la conservation de l'énergie. »

II) Conservation de l'énergie dans trois situations

L'énergie peut prendre différentes formes : mécanique, chimique, électrique, nucléaire...

S'exprimant en Joule (J), elle ne peut être mesurée directement mais ses conséquences sont observables (variation de vitesse, de température ...).

Energie cinétique (liée à son mouvement) : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

Energie potentielle de pesanteur (liée à son altitude) : $E_p = mgh$

Remarque : l'énergie potentielle se calcule par rapport à une origine (origine des potentiels).

II1) Mouvement d'une balle de golf

La vidéo ressource se nomme **golf-verticale.avi**.

Données :

Hauteur de la règle : $L = 1,02 \text{ m}$ Masse de la balle : $m = 45 \text{ g}$ $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

Intervalle de temps entre deux images : $\Delta t = 33 \text{ ms}$.

1. Quelles formes d'énergie sont susceptibles de changer lors du mouvement de la balle.
2. Calculer la variation d'énergie de la balle au cours du mouvement.
3. Conclure.

II2) Mouvement d'une balle en polystyrène

La vidéo ressource se nomme **polystyrene-verticale.avi**.

Données :

Hauteur de la règle : $L = 1,02 \text{ m}$ Masse de la balle : $m = 0,85 \text{ g}$ $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

Intervalle de temps entre deux images : $\Delta t = 33 \text{ ms}$.

1. Quelles formes d'énergie sont susceptibles de changer lors du mouvement de la balle.
2. Calculer la variation d'énergie de la balle au cours du mouvement.
3. Conclure.

II3) Mouvement d'un ballon de volleyball

La vidéo ressource se nomme **parabole-volley.avi**.

Données :

Hauteur de la tige : $L = 2,25 \text{ m}$ Masse de la balle : $m = 0,275 \text{ kg}$ $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

Intervalle de temps entre deux images : $\Delta t = 40 \text{ ms}$.

1. Quelles formes d'énergie sont susceptibles de changer lors du mouvement du ballon.
2. Calculer la variation d'énergie du ballon au cours du mouvement.
3. Conclure.

III) Conclusion

Faire un bilan des forces appliquées dans chacun des trois mouvements étudiés.

A partir de vos observations et des bilans de forces, proposer une phrase permettant de dire quand l'énergie mécanique d'un système est conservée.