La Pesanteur. Masse. Travail

1 Poids d'un Corps

Vue : *Fils à plomb*

Tous vos petits livres de classe vous montrent ce que c'est qu'un fil à plomb, son usage, tous vous disent que deux fils à plomb donnent des lignes parrallèles, c'est-à-dire qui ne se rencontrent pas, mais 2 fils à plomb en 2 pays éloignés de 10 kilomètres font entre eux un angle qui est le quatre millième de 360° puisque la terre a 40.000 kilomètres de ceinture, or 360° valent 21 600 minutes, donc nos 2 fils à plomb éloignés de 10 kilomètres font déjà un angle de plus de 5 minutes, ce qui n'est pas à dédaigner puisque les astronomes calculent les 1/10ᵉ de secondes. Bref, sur la terre il n'y a ni haut, ni bas. c'est la pesanteur qui maintient les corps à sa surface.

La direction de la pesanteur en un lieu de la terre c'est celle du fil à plomb, et sa résultante sur un corps s'appelle le POIDS du corps.

2 Le poids d'un corps reste constant en un même lieu de la Terre

Vue : *Dynamomètre en Hiver et en Eté*

Pour les savants il est très intéressant de se rendre comme si d'un jour à l'autre la pesanteur ne varie pas. Est-on plus léger en hiver qu'en été ? plus lourd au Pôle qu'à l'Equateur?

Soyons aussi curieux que les savants. Comment nous y prendrions nous ?

Nous aurions toujours recours à notre ressort, et nous constaterions qu'en hiver et en été un litre d'eau tend le ressort toujours de la même quantité. Conclusion, la pesanteur est toujours la même en un même lieu de la terre.

3 **Le poids d'un corps varie avec les pays**

Vue : *Dynamomètre au Pôle et à l'Equateur*

Mais Peary, Ammundsen et tous les explorateurs du pôle Nord avant eux, ont trouvé en répétant ces expériences que la pesanteur n'était pas la même à l'Equateur qu'au Pôle et qu'un litre d'eau tendait plus les ressorts à l'Equateur qu'au Pôle.

Allons bon, allez vous conclure, une livre de sucre ne pésera pas la même chose à Londres qu'à Paris, mais alors le commerce est impossible ! Non pas si vous vous servez de balances au lieu de pesons qui ont été gradués à Paris par exemple. En effet :

4 **Ce que c'est que la Masse**

Vue : *Bateau-Balance*

Voyez le bateau, il porte un sac de café et sa tare en poids. Il a été chargé à Rio de Janeiro, il va au Havre. Quand il arrivera au Havre l'équilibre de la balance n'aura pas été rompu parce que si la force qui attire le café a changé, celle qui attire le poids a changé dans les mêmes proportions.

Si donc le poids d'un corps change d'un pays à l'autre il y a quelque chose pour lui qui ne change pas *c'est ce que l'on appelle sa masse ou si vous voulez sa quantité de matière*, et sa comparaison dans tous les pays, au moyen d'une balance avec la matière d'un litre d'eau donne toujours le même résultat.

5 Lois de la Chute des Corps

Vue : *Tour de Pise*

On croyait avant Gallilée que plus un corps était lourd plus il tombait vite et personne ne s'était jamais donné la peine de vérifier cette idée.

Gallilée fit le petit raisonnement suivant.

Pourquoi 50 oranges dans un panier tomberaient-elles plus vite qu'une orange? elles ne sont pas attachées ensemble donc elles doivent tomber aussi vite qu'une orange et la vitesse ne dépend pas de la masse.

Et pour vérifier son idée, il laissa tomber de la tour de Pise des boules en bois, en fer, en piérre. Lachées en même temps, elles touchaient le sol en même temps.

Il avait raisonné juste et l'on vous a montré à l'école avec l'expérience du sou, que si les corps légers paraissent tomber moins vite cela est dû à la résistance de l'air. Dans un tube vide d'air, la paille, la plume, le fer, le plomb tombent de la même manière.

Avec Gallilée nous dirons donc : En un même lieu de la terre, les corps tombent de la même manière.

6 Loi des Espaces

Vue : *Plan incliné*

Gallilée alla plus loin, il imagina d'étudier le mouvement d'une bille sur une planche inclinée qui portait une petite rainure bien cirée. Il variait à chaque expérience l'inclinaison.

Et il trouva une chose bien simple. Au bout de la 2e seconde l'espace franchi par la boule était toujours 4 fois plus grand qu'au bout de la première seconde, 9 fois au bout de la 3e seconde, 16 fois au bout de la 4e seconde, c'est-à-dire, nous le savons, le mouvement de la bille était toujours un mouvement uniformément varié.

Mais d'autre part qui produisait le mouvement? La pesanteur sûrement.

Maintenant que nous savons composer et décomposer les forces, nous voyons immédiatement que le poids d'une boule sur un plan incliné se réduit à 2 effets. Une force entraînant la boule et qui est parallèle au plan, l'autre perpendiculaire au plan qui appuie la boule.

Si le mouvement de la boule est uniformément varié, c'est donc que cette partie de son poids qui l'entraîne est toujours la même et comme le parallèlogramme des forces est toujours le même pour une inclinaison, la pesanteur est donc constante.

Ainsi par le mouvement, Gallilée trouvait que la pesanteur était constante sans être obligé de faire des expériences avec des ressorts.

Il suffisait désormais à Gallilée de savoir de combien un corps tombe la première seconde pour prédire de combien il tomberait et sa vitesse au bout de 10, 15, 20, s secondes au moyen des formules.

$$V = g\,t$$

$$E = \frac{1}{2}\, g\, t2$$

que nous connaissons.

Il trouva $e = 4.90$.

Mais au bout de 1 seconde

$$2\,e = g$$

donc g ou l'accélération que produit la pesanteur est 9 mètres 80.

7 Vérification de la proportionalité des forces aux accélérations

Vue : *Plan incliné sur Saturne*

Il est facile de trouver l'inclinaison nécessaire à un plan pour réduire l'effet de la pesanteur de moitié, d'un 1/4 ou 1/5, (1) en se servant toujours de la même boule.

En réduisant ainsi la pesanteur, savez-vous ce que Gallilé a trouvé et ce que vous trouveriez en répétant avec beaucoup de soin les expériences de ce savant.

Pour $F_1 = \frac{P}{2}$ $E_1 = \frac{4m90}{2}$ donc $G_1 = \frac{9.80}{2}$

$F_2 = \frac{P}{4}$ $E_2 = \frac{4.90}{4}$ $G_2 = \frac{9.80}{4}$

$F_3 = \frac{P}{10}$ $E_3 = \frac{4.90}{10}$ $G_3 = \frac{9.80}{10}$

c'est-à-dire que sur une même boule les accélérations sont proportionnelles aux forces car on a bien

$$\frac{F_1}{G_1} = \frac{F_2}{G_2} = \frac{P_3}{G_3} = \frac{P}{g} = M$$

Un Sélenite aurait trouvé pour la même boule, en divisant le poids de la boule sur la Lune par l'accélération sur la lune, le même quotient M. Idem un habitant de Mars ou de Saturne

M, est donc un nombre qui représente pour le corps ce qui ne varie pas, si on le portait sur la Lune, sur Mars ou sur Saturne, c'est-à-dire sa matière elle même, ce que nous avons appelé sa **Masse**.

Ainsi la masse d'un corps qui pèse 10 Ko à Paris c'est $\frac{10}{\ }$

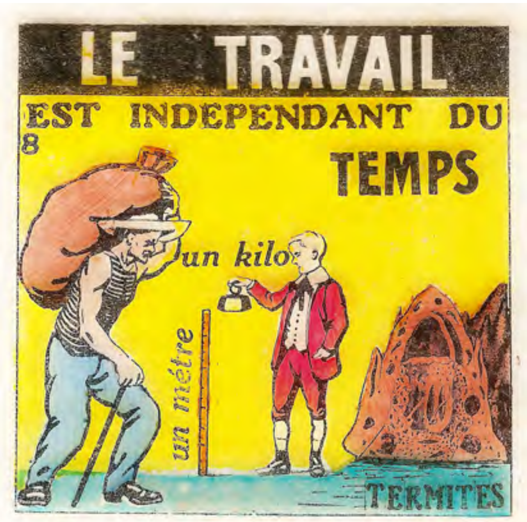
C'est un petit peu plus grand que 10 : la masse ce n'est pas le poids, retenez-le bien, c'est CAPITAL.

(1) Pour la moitié. Il suffit de mener la tangente de l'extrémité de la droite figurant le poids au cercle ayant pour rayon la moitié du poids et pour centre l'origine du poids.

Avec un cercle ayant pour rayon les 3/4 du poids on a l'inclinaison diminuant le poids de 1/4. Avec un rayon de 1/10 on aurait l'inclinaison diminuant le poids à 1/10e.

8 L'Idée de travail est indépendante du temps : Unité.

Vue : *Portefaix et fourmi.*



Lorsque l'énergie se transforme, elle donne naissance à ce que l'on appelle le travail, dont l'exemple le plus net consiste dans l'élévation d'un poids.

Prenez ce poids d'un Kilogramme, soulevez-le à un mètre, vous avez dépensé de l'énergie que le poids a emmagasiné, puisqu'en tombant il pourrait avec une poulie, soulever un autre poids équivalent au rendement près du mécanisme.

Le travail que votre énergie a fourni s'appelle un Kilogrammètre. C'est l'unité de travail.

Elevez à 10 mètres un poids de 25 Kilogs, vous aurez fourni un travail de 250 Kilogrammètres.

Un travail, vous le voyez, c'est le produit d'une force par un chemin parcouru, il ne dépend pas du temps. Un portefaix qui portera en 5 minutes une malle à 100 mètres ne produira pas plus de travail qu'une fourmillière transportant en plusieurs années le même poids de terre que la malle à la même distance.

9 Le travail de la pesanteur

Vue : *Une route inclinée*

Nous supposons toujours les conditions de la bille roulant sur la glace réalisées, c'est-à-dire un monde où il n'y aurait pas de frottements. Dans ce monde un bateau une fois lancé continuerait son mouvement et le transport des marchandises sur **routes** horizontales n'exigerait pas de travail.

Voyez la figure, une voiture monte des marchandises d'un port de mer au-dessus de la colline voisine. Quel serait le travail produit? On peut l'évaluer de la façon suivante. En montant le poids par un puits et le travail serait P H. P étant le poids soulevé H, la hauteur, et vous le voyez, il ne dépend pas de la longueur de la route suivie, c'est là un résultat très important.

Mais on peut aussi dire : le poids de la voiture peut se décomposer en 2 forces comme dans le cas de la boule. Une force F parallèle au chemin opposée au cheval, une force H qui appuie la voiture sur la route (sans frottement), or le cheval ne tire que F et le travail sera alors F × par le chemin parcouru.

10 Puissance de Machines.

Vue : *Défininition du Cheval*

On compare toujours le travail des machines à celui d'un poids soulevé, mais pour juger de la valeur d'une machine, il est nécessaire de connaître le poids qu'elle peut soulever à un mètre en une seconde.

Le travail que peut fournir une machine en une seconde s'appelle sa **puissance.**

La puissance d'un cheval est de 75 Kilogrammètres, c'est-à-dire qu'un cheval peut soulever 75 Kilogs à 1 mètre par seconde. La puissance des machines s'énonce en chevaux. On a pris cette unité parce que jadis les chevaux étaient les seuls moteurs de l'homme et que l'on comparait la puissance des machines au nombre de chevaux qu'elles pouvaient remplacer.

11 Mesure de la puissance

Vue : *Frein de Prony.*

Il est nécessaire de connaître comment on s'y prend pour évaluer la puissance d'une machine on utilise le frein de Prony. Voici ce que c'est : Figurez-vous 2 pièces de bois qui enserrent fortement l'arbre d'une machine. En tournant, les pièces de bois tourneraient avec l'arbre, mais si vous chargez une des pièces à un poids suffisant l'arbre frottera contre le bois et le frein restera horizontal.

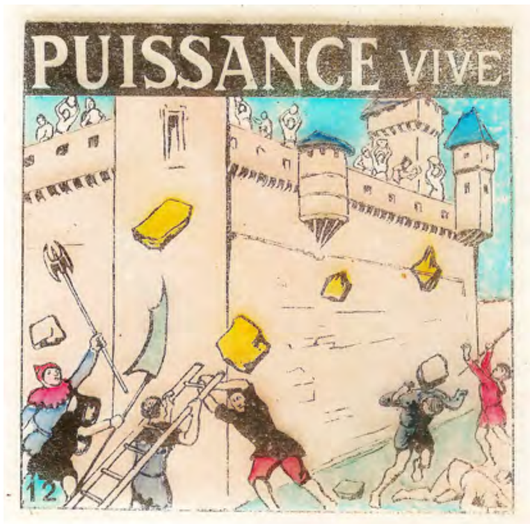
Plus la machine est forte, plus le poids qui chargera le frein devra être grand et les savants ont trouvé une formule qui donne la puissance de la machine quand on connait le nombre de tours qu'elle effectue par minute, le poids qui maintient le frein horizontal et la longueur du frein.

C'est : F = o.

Aujourd'hui, tout le monde doit pouvoir essayer une machine tout au moins assister aux essais quand on l'achète, car tout le monde, le cultivateur, jusqu'à l'aviateur, achète des machines.

12 Puissance vive

Vue : *Un Château fort*



Nous avons dit dans nos leçons sur l'énergie que l'énergie cinétique pouvait être formidable avec la vitesse. Il nous est facile de connaitre comment, on calcule le travail qu'elle peut produire c'est-à-dire l'énergie cinétique

Elevons un poids *P* à une hauteur, le travail pour l'élever serait

$$P.\ h.$$

en tombant le poids rendrait un travail égal.

Mais en tombant il suit la loi de la chute des corps et on a les 2 formules.

$$V = g\,t$$

$$E = \frac{1}{2} g t^2$$

ou bien si on porte $t = \frac{V}{g}$ dans la 2e égalité

$$E = \frac{1}{2} g \frac{V^2}{g^2}$$

ce qui donne :

$$E = \frac{V_2}{2\,g} \quad (E \text{ c'est notre h})$$

d'autre part $P = M\,g$

Il s'ensuit que P h c'est-à-dire le travail que peut produire notre poids élevé à la hauteur h est

$$\frac{M\,V_2}{2}$$

Ainsi l'énergie cinétique dépend de la masse et du carré de la vitesse. Vous comprenez que pour obtenir une certaine énergie cinétiqne on a intérêt à augmenter la vitesse. Pour une vitesse double l'énergie d'une masse est 4 fois plus grande, pour une vitesse 10 fois plus grande, l'énergie est 100 fois plus grande. Une balle de fusil portant avec une vitesse de 800 mètres a une énergie.

$800 \times 800 = 640000$ fois plus grande que la même balle qui tomberait d'un métre par seconde, ou si vous voulez et supposant que la balle pèse 10 grammes, notre balle de fusil donne l'effet d'un poids de 6400 kilogrammes tombant d'un mètre en une seconde.

Quelle tuile, mes amis !

C'est pour obtenir de semblables tuiles que nos ancêtres élevaient le plus haut possible les murs de leurs châteaux forts ainsi que vous le montre la vue qui termine la leçon.