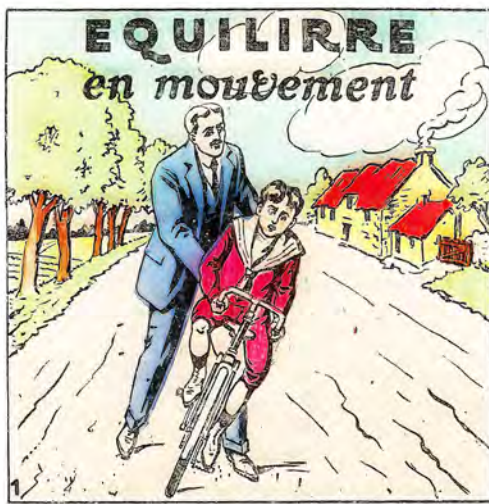


MOUVEMENTS EN ÉQUILIBRE

1 Observation importante

Vue : *Apprenti cycliste*

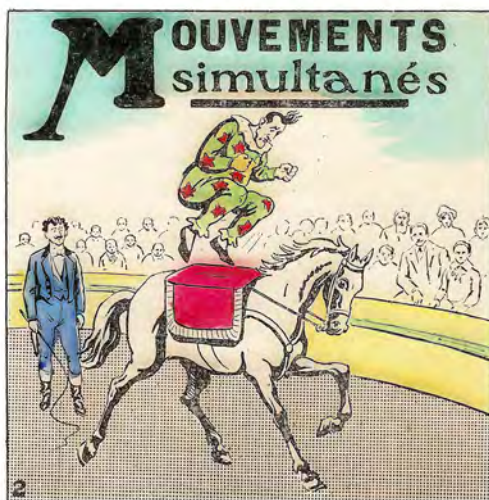


En appliquant aux corps en mouvement les règles relatives à l'équilibre des forces agissant sur des corps au repos, on s'exposerait à des erreurs grossières.

Donnons comme exemple la stabilité en bicyclette. Aussitôt que le débutant a pu prendre son essor, il sent très bien que la vitesse lui donne de l'aplomb, et, le meilleur cycliste ne peut longtemps se tenir en équilibre sur sa machine à l'arrêt.

2 Mouvements simultanés

Vue : *L'écuyer*



Pour nous rendre compte des mouvements des corps effectuons d'abord deux remarques importantes :

1° Celle de l'écuyer qui saute sur son cheval.

2° Celle de l'écureuil qui tourne dans sa cage.

Elles nous conduisent à 2 principes qu'il ne faut jamais oublier lorsque l'on veut expliquer les mouvements des corps.

La première, celle de l'écuyer, nous montre que les mouvements sont indépendants les uns des autres, le cavalier est sur son « canasson » comme le piéton sur la terre, avant de sauter il était lui-même animé du même mouvement que son coursier, il a conservé ce mouvement pendant le saut, et, voilà pourquoi il est retombé sur la selle. Si au contraire, son cheval s'était arrêté brusquement, il serait tombé en avant, phénomène que nous avons tous ressenti en chemin de fer lors de l'arrêt brusque du train.

3 Composition des mouvements

Vue : *L'Écureuil*



Un écureuil qui tourne en cage, s'imagine certainement franchir l'espace tout comme un amateur de motocyclette ! Et pourtant il reste en place pour un observateur qui voit en même temps, et le mouvement de la cage, et le mouvement de l'écureuil. Pourquoi ? c'est qu'à chaque instant, les 2 mouvements se composent comme 2 forces, qui seraient égales et dirigées en sens contraire. Si l'un des mouvements était plus rapide ou moins rapide que l'autre, nous n'en observerions que la somme ou la différence : ainsi un bateau qui, sur l'eau sans courant filerait 20 kilomètres à l'heure, n'avancerait plus que de 15 kilomètres si le courant était de 5 klom. à l'heure, et inversement, il progresserait à raison de 25 kilomètres à l'heure s'il marchait dans le sens du courant lui-même.

Si les mouvements composants avaient des directions différentes, la direction du mouvement résultant à un instant donné serait la direction de la composante des vitesses considérées comme des forces, à cet instant, et la nouvelle vitesse égale en grandeur à la résultante des vitesses.

4 Mouvement vertical

Vue : *Boulet tiré en l'air*



Appliquons ce que nous venons de dire au mouvement d'un boulet tiré verticalement.

« Le professeur trouvera les formules dans tous les livres, et les écrira à l'encre de chine sur du papier transparent. »

Bien faire remarquer successivement :

1° Que le boulet a une vitesse initiale V et marcherait comme la bille sur la glace sans la pesanteur.

2° Que sa vitesse en montant est donc la différence de 2 vitesses, une fixe V , l'autre inverse de celle que produirait la pesanteur.

3° Que le boulet s'arrête quand la différence de ces 2 vitesses est nulle.

4° Bien mettre en évidence le temps de la montée.

5° Le corps tombe ensuite par son poids.

6° Au bout du même temps que sa montée le boulet est sur le sol, ce qu'indique la formule de la chute des corps.

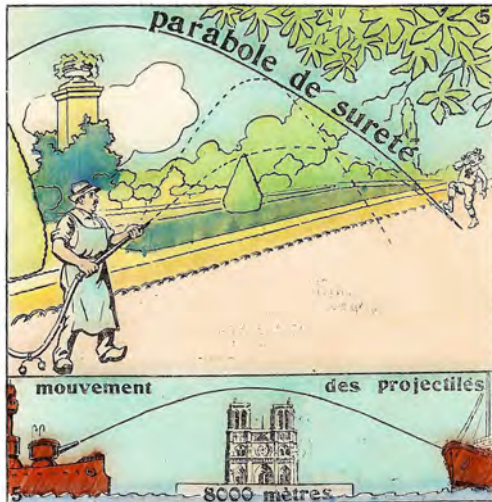
7° A ce moment, le boulet a une vitesse égale à celle qu'il avait au sortir de la gueule du canon.

NOTA. — La leçon doit se terminer là. — Toute cette petite leçon est au plus haut point intéressante, si on sait l'égayer ; elle doit être, de la part du professeur, un motif de quelques instants de préparation. Il doit fabriquer des vues transparentes où sont les formules, absolument dans l'ordre où il les écrirait. Il verra combien avec ce sys-

tème, l'enseignement est facile. Tout apparaît bien net aux élèves dont l'attention est soutenue. Nous ajoutons que notre expérience personnelle nous a permis de conclure qu'il serait facile de faire comprendre toutes ces notions à des enfants de 11 à 12 ans, à la condition de leur supprimer chaque semaine, quelques pages de Télémaque !

5 Parabole de sûreté

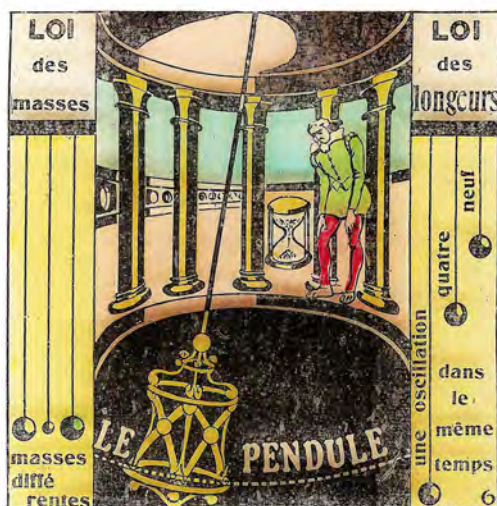
Vue : *Le Jardinier*



Il sort aussi du cadre de cette petite conférence le calcul et la discussion de la parabole de sûreté, qu'il nous suffise de dire que le mouvement des projectiles, de l'eau qui s'écoule par un orifice, n'est pas autre chose que celui de la composition d'un mouvement uniforme (bille sur la glace) et de celui imprimé par la pesanteur. A chaque instant il faut composer et la vitesse primitive, et la vitesse due à la pesanteur. Cette dernière vitesse est variable à chaque seconde «*ne l'oublions pas*». Il s'ensuit que le mobile change constamment de direction et décrit ce que les savants appellent une parabole ; bien mieux, ils calculent que, pour une force donnée quelle que soit la direction initiale du jet, toutes les paraboles restent sous une immense parabole, un vrai parapluie, en dehors duquel on peut se rire des canons. L'on donne à la coupe de ce parapluie faite par son manche, le nom de parabole de sûreté.

6 Le mouvement du pendule

Vue : *Galilée à Pise*



Les lois du mouvement du pendule ont été trouvées par Galilée, alors jeune professeur à l'université de Padoue, en observant les oscillations du lustre de la cathédrale.

Il compta le nombre des oscillations pendant que son sablier se vidait (les horloges n'existaient pas), puis une nouvelle série en retournant son sablier, et il en conclut que si les oscillations sont petites, elles ont toutes la même durée, c'est-à-dire sont «*isochrones*».

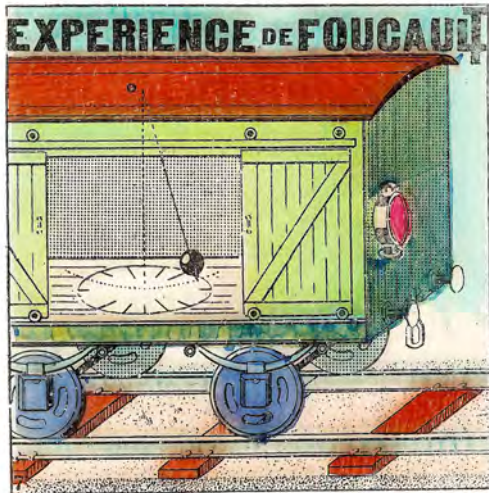
Dans son cabinet, ensuite Galilée fit osciller en même temps des pendules d'égale longueur, mais dont les boules étaient de différentes matières, plomb, bois, pierre, et il constata que les pendules marchaient toujours ensemble.

Enfin il chercha la loi des longueurs et il constata qu'un pendule de 0 m. 20 donnait

Les combinaisons de poulies sont des palans neuf oscillations pendant qu'un pendule de 0 m. 80 en donnait 4, et qu'un pendule de 1 m. 60 en donnait 1, c'est-à-dire que les durées étaient proportionnelles aux racines carrées de leur longueur.

7 Expérience de Foucault

Vue : Pendule dans un wagon

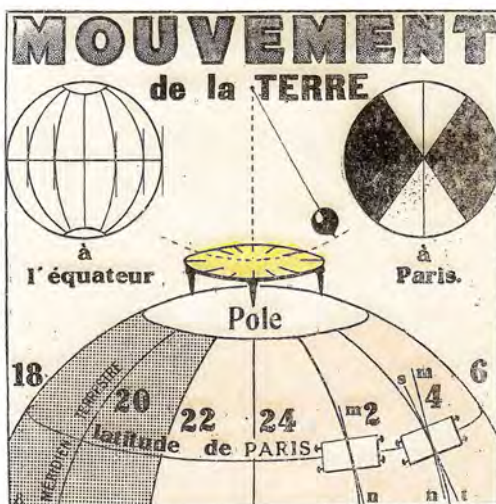


Attachez un pendule au plafond d'un wagon, et faites-le osciller dans le sens de la longueur du wagon. Tant que le train marchera en ligne droite, rien ne paraîtra anormal, mais si le train franchit une courbe alors vous verrez avec stupéfaction que votre pendule reste dans la direction primitive et qu'il n'oscille plus dans le sens de la longueur du wagon.

Cette propriété qui a été découverte par Foucault vers 1850, s'énonce en disant que le plan d'oscillation d'un pendule reste invariable.

8 Mouvement de la Terre

Vue : Démonstration par le pendule



Supposez alors un wagon et la terre qui tourne. Si au départ vous avez mis en marche un pendule dans le plan du méridien que va-t-il arriver ?

Le pendule va continuer à osciller dans un plan toujours parallèle au plan du premier méridien. Quand le wagon aura parcouru un quart de cercle, le pendule oscillera au-dessus d'une ligne qui ne fera pas 90° avec la première, mais un angle qui dépend de la latitude, puis il paraîtra revenir vers sa première trace, la dépassera en sens inverse et, finalement après un tour complet retrouvera sa position. C'est ce qu'on observe, donc la terre tourne.

À l'équateur, le pendule aurait toujours oscillé autour de la même ligne. Au pôle, il aurait fait un tour complet, et cette dernière vérification a été faite par Péary, Amundsen, et le malheureux Scott.

9 Déviation vers l'Est

Vue : *Expérience du puits*



Si la terre tourne, disait Newton, on pourra l'observer quand on creusera un puits assez profond, en vertu de l'indépendance des mouvements. En effet, en haut d'un tel puits la vitesse de rotation sera plus grande qu'au fond, et alors en laissant tomber une pierre elle partira avec la vitesse horizontale de la margelle du puits. Si elle a mis 20 secondes pour tomber, elle arrivera au bas du puits avec un écart sur la verticale égal à la différence des vitesses pendant 20 secondes, c'est-à-dire, puisque la terre tourne de l'ouest à l'est avec une déviation vers l'est.

Et c'est ce qu'on a vérifié depuis Newton dans des puits de mine très profonds. Dans une mine de Pologne un puits a plus de 2.000 mètres de profondeur.

10 Une méthode de mesure

Vue : *Pendule de Borda*

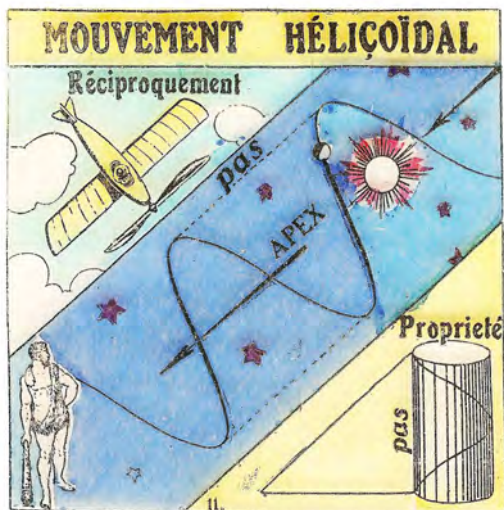


Ce qui fait osciller le pendule, c'est la pesanteur. A chaque instant la pesanteur sur la boule se décompose comme celle de la boule sur un plan incliné, mais comme ici l'inclinaison n'est plus fixe nous voyons que la force d'entraînement est variable, maximum aux extrémités, elle est nulle quand le pendule passe par la verticale (faire un croquis sur papier calque). Ainsi donc le mouvement pendulaire est produit par une force variable, mais qui dépend de la pesanteur. Les savants ont calculé que les durées des oscillations d'un pendule variaient en raison inverse des racines carrées de G (donner la formule sur papier calque).

Si donc G n'est pas le même en tous les lieux de la terre, un même pendule aura des oscillations plus ou moins lentes. C'est ce qu'on a constaté. Borda le premier navigateur qui a fait ces expériences, se servait de 2 pendules pour compter les oscillations, l'un des pendules était celui d'une horloge. Il suffisait d'observer les coïncidences d'oscillations pour savoir que le pendule d'observation avait fait durant le même temps une oscillation en plus ou en moins que le pendule de l'horloge et de cette façon, en observant de longues séries d'oscillations et les divisant par le temps, Borda ne faisait sur la durée d'une oscillation qu'une erreur très petite (Expliquer erreur absolue, erreur relative).

11 Mouvement hélicoïdal

Vue : *L'Apex*



La terre tourne autour du soleil, mais le soleil descend en ligne droite sur l'étoile Hercule, le mouvement de la terre dans l'espace est finalement ce qu'on appelle un mouvement hélicoïdal.

Un mouvement hélicoïdal est donc le mouvement résultant d'un mouvement circulaire uniforme et d'un mouvement rectiligne uniforme.

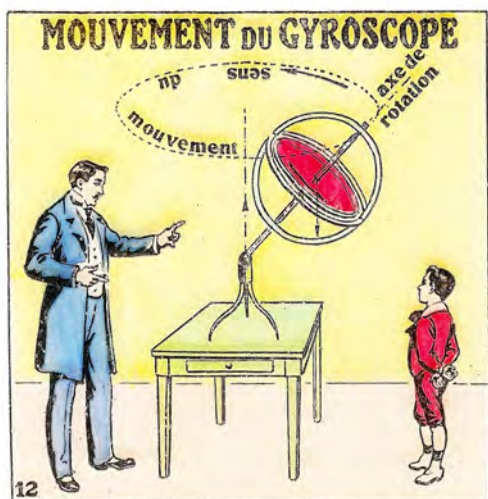
La trajectoire d'un tel mouvement, s'appelle une hélice, et elle jouit d'une propriété curieuse: en développant le cylindre sur lequel elle est tracée, elle forme une ligne droite.

Le pas d'une hélice est la distance de 2 points sur une même génératrice du cylindre.

Inversement le mouvement d'une surface hélicoïdale produit un mouvement rectiligne: exemple hélice des navires, des aéro.

12 Mouvement du gyroscope

Vue : *Un gyroscope*



Voici enfin un mouvement curieux, c'est celui de la toupie inclinée ou du gyroscope. Il est trop difficile à expliquer pour les jeunes gens, bien qu'une explication élémentaire ait été tentée par le physicien Poggen-dorf.

Ce mouvement est la combinaison du mouvement d'un corps, tournant rapidement dont l'axe est appuyé sur la terre avec le mouvement que lui imprimerait la pesanteur.

Mais si le mouvement est difficile à expliquer, il est facile à appliquer, des aviateurs cherchent à l'utiliser pour obtenir la stabilité des aéroplanes, et en Amérique, un ingénieur se fait fort d'installer un chemin de fer mono-rail, permettant de franchir 400 kilomètres à l'heure. D'énormes roues de gyroscopes tournant sur le flanc des voitures, leur conserveraient leur stabilité !!

Qui vivra verra.

NOTA. — Faire tourner un gyroscope que l'on pourra se procurer à la maison Mazo, prix : 0 fr. 95; franco. 1 fr. 15.

Faire passer la vue de la maison Mazo «Un train gyroskopique dans une cité future». Prix 0 fr. 75; franco 0 fr. 90.