

POURQUOI ÇA TOMBE ?

A la découverte de la gravitation

Dans la classe, on laisse tomber des objets :

Ludovic - *Moi, je ne comprends pas. Quand je lâche mon crayon, il tombe ; et dans une cabine spatiale, le cosmonaute « flotte ».*

Thierry - *Mais pourquoi ton crayon tombe-t-il ?*

Christine - *Parce qu'il est trop lourd et que l'air ne peut le retenir.*

Vincent - *Il tombe verticalement !*

Valérie - *C'est la Terre qui l'attire ?*

Antonio - *Parce qu'on peut comparer la Terre à un aimant !*

Observation, interprétation, vérification, correction...

Des enfants se sont interrogés sur la chute des corps.

Toute la démarche de découverte de la gravitation est observée ici, pas à pas.



Mots-clés :

Apesanteur - attraction - chute – gravitation – Lune – masse – poids - Terre

SOMMAIRE

ON LAISSE TOMBER DES OBJETS

Nos réflexions
La Terre est-elle un aimant ?
L'air joue-t-il un rôle ?
C'est la Terre qui attire les objets ?
Et la Lune ?
Masse ou poids ?
Les objets tombent verticalement
Passons à l'échelle de la Terre entière

ET SI ON LANCE LES OBJETS AU LIEU DE LES LAISSER TOMBER ?

Les trajectoires d'une balle
A l'échelle de la Terre
La trajectoire de la Lune

L'ATTRACTION UNIVERSELLE

La Lune est attirée par la Terre, généralisons
Lois de Newton :
a) l'attraction dépend des masses
b) l'attraction dépend de la distance
Quelques calculs

POUR LE MAITRE

Newton jugé par Paul Valéry.
Remarque sur l'apesanteur, le poids et la masse

Pourquoi ça tombe ? A la découverte de la gravitation : une recherche de la classe de Pierre MAGIN

COLLABORATEURS :

Les classes de Robert ANDRÉ, Pierre CHAILLOU, Pierre GUÉRIN, Maurice LEBOUTET, Marcel PAULIN et Charles RICHETON

COUVERTURE Photo G. PARIS

Photographies :

Toutes les photos du reportage sur la gravitation sont de G. PARIS, sauf p.4 en bas : JF. Dhénin. Illustration p. 3 : A. Dhénin d'après document Usis.

Maquette : A. Dhénin novembre 2007

POURQUOI CA TOMBE ? A LA DECOUVERTE DE LA GRAVITATION

Sans t'aider de la BT, imagine des expériences pour répondre à cette question.

Ensuite, tu pourras consulter la brochure pour confronter tes conclusions avec celles de tes camarades.

A l'intérieur du laboratoire satellite Skylab qui tourne autour de la Terre, Conrad facilite l'examen de sa gorge par le docteur Kerwir en se plaçant dans cette position, peu ordinaire.

Le cosmonaute « flotte » dans la cabine spatiale, il n'appuie pas sur le plancher. Il en est de même pour tout objet qu'il lâche.

Voir BT n° 639 : *L'homme dans l'espace.*



ON LAISSE TOMBER DES OBJETS

NOS RÉFLEXIONS

- *Moi, je ne comprends pas*, dit Ludovic. *Quand je lâche mon crayon, il tombe ; et dans la cabine spatiale, le cosmonaute « flotte ».*
- *Mais pourquoi ton crayon tombe-t-il ?* demande Thierry .
- *Parce qu'il est trop lourd et que l'air ne peut le retenir.* Christine
- *Il tombe verticalement.* Vincent
- *C'est la Terre qui l'attire.* Valérie
- *Parce qu'on peut comparer la Terre à un aimant.* Antonio

Examinons ces différentes « explications » :

L'IDÉE D'ANTONIO

PEUT-ON COMPARER LA TERRE A UN AIMANT ?

Ecris ce que tu en penses avant de lire la page suivante.

Tes camarades ont eu les idées suivantes :

- 1) *Vincent*: Un aimant n'attire que les objets métalliques, tandis que la Terre attire tous les objets.
Antonio: L'aimant n'attire pas tous les métaux.
Sylvie: L'aimant n'attire que les objets en fer.
- 2) *Ludovic*: Un aimant peut attirer de bas en haut et dans tous les sens, tandis que la Terre attire seulement de haut en bas.
- 3) *Sylvie*: Un aimant peut repousser un autre aimant tandis que la Terre attire toujours et ne repousse jamais.

Vérifie les affirmations de tes camarades en imaginant et en réalisant des expériences.

En voici quelques-unes :

La bouteille tombe

L'aimant n'attire pas la bouteille

L'aimant attire un clou

LA TERRE ATTIRE BIEN TOUS LES OBJETS. MAIS ELLE N'AGIT PAS SUR EUX COMME UN AIMANT.

L'IDÉE DE CHRISTINE

L'AIR NE PEUT RETENIR LE CRAYON, IL EST TROP LOURD

- Mais, fait remarquer Sylvie, la chute du crayon n'est pas la même que celle de la feuille d'un arbre.
- C'est peut-être dû au vent, réplique Thierry .

Fais l'expérience .

Prends un crayon dans une main et une feuille d'arbre dans l'autre (ou une feuille de papier), monte sur une table ou une chaise et lâche-les en même temps.

Tu penses peut-être que le crayon tombe plus vite parce qu'il est plus lourd que la feuille ?

Fais une autre expérience pour voir si cette idée est exacte :

Prends deux feuilles de cahier identiques.
Froisses-en une pour en faire une boulette.
Tes deux feuilles ont-elles la même masse ?

Lâche les deux en même temps, comme dans l'expérience précédente. Qu'observes-tu ?
(Recherche la ressemblance et la différence qui existent entre les deux feuilles.)

A ton avis , pourquoi l'une des feuilles tombe-t-elle plus vite que l'autre ?

- C'est une question de surface, dit Ludovic.

Qu'en penses-tu ?

En effet, les masses sont les mêmes (mêmes feuilles de papier), mais les surfaces en contact avec l'air sont différentes.

La chute du parachutiste [ou du parapentiste] est ainsi freinée par l'air.



Mais pourquoi tous les objets tombent-ils sur le sol de la Terre et de la Lune (qu'il y ait de l'air ou non) ?

Et s'il n'y avait pas d'air?

Une expérience a été faite par les cosmonautes :

- Sur la Lune où il n'y a pas d'air, une plume et un caillou lâchés EN MÊME TEMPS par un cosmonaute arrivent EN MÊME TEMPS sur le sol lunaire : ils ne sont pas freinés par l'air .

SUR LA TERRE ET SUR LA LUNE, TOUS LES OBJETS TOMBENT. MAIS SUR LA TERRE, LA PRÉSENCE D'AIR RALENTIT ET COMPLIQUE PLUS OU MOINS LEUR CHUTE

Mais pourquoi tous les objets tombent-ils sur le sol de la Terre et de la Lune (qu'il y ait de l'air ou non ?)

L'IDÉE DE VALÉRIE

C'EST LA TERRE QUI ATTIRE LE CRAYON

En faisant des expériences, Valérie et ses camarades ont essayé de voir si la Terre exerce *une force* en attirant les objets.

Pour marcher, sauter, courir, pousser, grâce à tes muscles, tu exeres *une force*.

Observe les photos et cite les expériences :

1) où la force musculaire intervient,

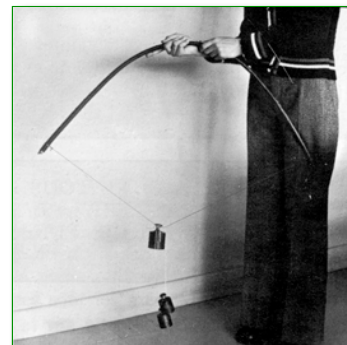
2) celles où agit la force avec laquelle la Terre attire les objets.

Leurs expériences

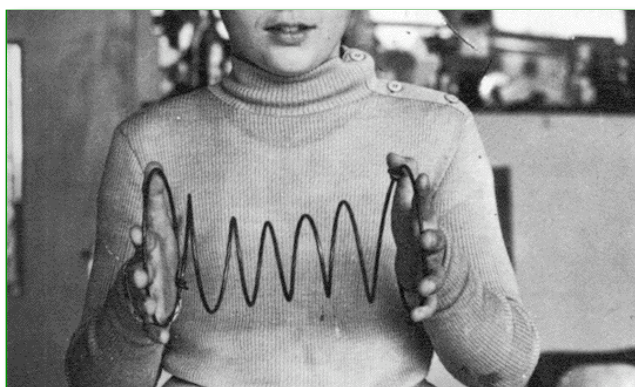
1 ►



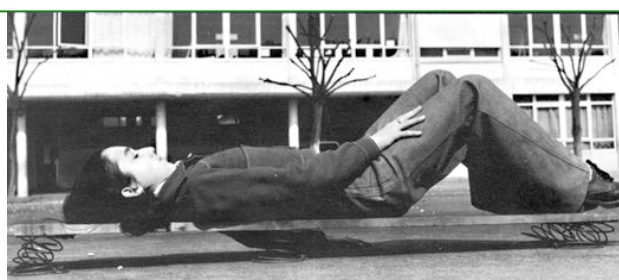
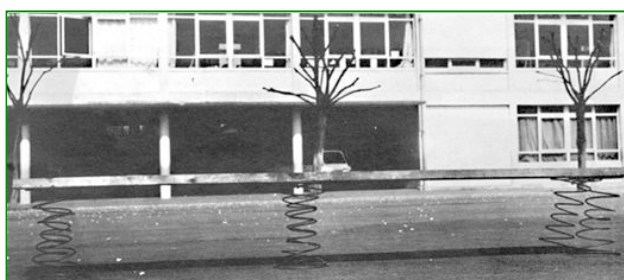
2 ►



3 ►



4 ►



Réponses

Dans les cas 1 et 3, c'est la force musculaire qui provoque la déformation.

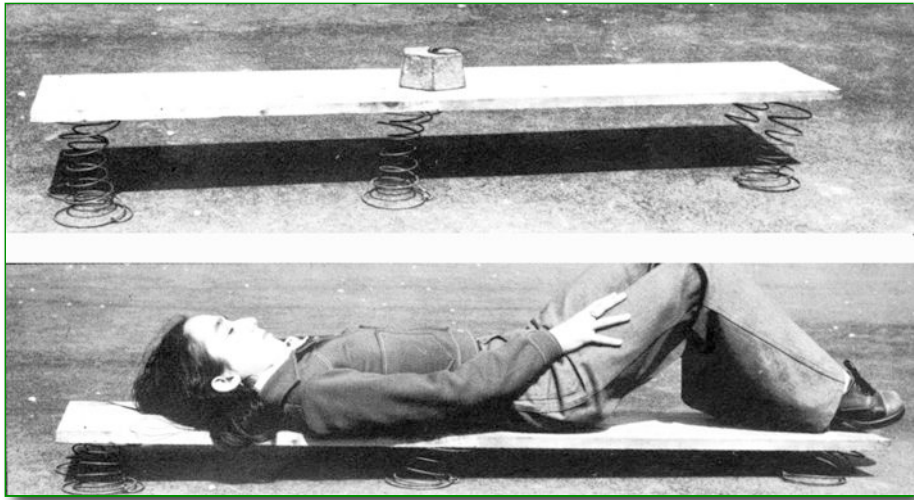
Dans le cas 2, l'arc est déformé parce que la Terre attire les masses marquées

Dans le cas 4, les ressorts sont comprimés parce que la Terre attire Sylvie.

LA FORCE AVEC LAQUELLE LA TERRE ATTIRE LA MASSE MARQUÉE ET SYLVIE S'APPELLE FORCE-POIDS

La force-poids est-elle la même pour la masse marquée et pour Sylvie ?

Expérience



La force-poids avec laquelle la Terre attire Sylvie est plus grande que celle avec laquelle la Terre attire la masse marquée.

On dit que Sylvie *pèse* plus que cette masse marquée.

EN UN MÊME LIEU, LA FORCE-POIDS VARIE AVEC LA MASSE DE L'OBJET (QUANTITÉ DE MATIÈRE)

REMARQUE

La Terre ainsi que la Lune attirent tous les objets avec une certaine force-poids.

(S'il n'y avait pas de force, ils resteraient où on les lâche, sans tomber.

Voir *A la découverte de l'inertie*, BT n° 790).

ET SUR LA LUNE, QUE SE PASSE-T-IL ?

La Lune attire aussi tous les corps.

Mais tu as peut-être vu à la télévision comment un cosmonaute marche sur la Lune ? Malgré son lourd équipement, il bondit avec facilité, ce qui lui était impossible sur la Terre.

Pourquoi ?

Cherche :

- ce qui n'a pas varié,
- ce qui a changé,

lorsque le cosmonaute passe du sol terrestre sur le sol lunaire.

MASSE OU POIDS ? Nos réponses

Depuis son départ de la Terre, le cosmonaute est resté le même, son équipement aussi: *il a conservé la même masse*, la même quantité de matière (le même nombre de molécules).

Ce qui a changé, c'est la force d'attraction: celle de la Lune est bien plus faible que celle de la Terre.

Il ne faut absolument pas confondre la masse d'un objet et son poids.

Voici quelques exemples qui t'aideront à différencier *poids* et *masse* :

MARCHER DANS DU SABLE	Les empreintes seront plus profondes sur la Terre que sur la Lune. C'est la force d'attraction de la Terre ou de la Lune qui intervient, c'est-à-dire la <i>force POIDS</i> .
PORTER UNE VALISE EN RESTANT SUR PLACE	On peinera moins à la soutenir sur la Lune que sur la Terre, c'est le <i>POIDS</i> qui tire sur la main (la force poids).
MANGER DU CHOCOLAT	Manger 1 kg de chocolat sur la Terre ou sur la Lune donnera au corps autant d'énergie : c'est la <i>MASSE</i> qui compte.
TENIR CE CHOCOLAT	La force d'attraction de la Lune est plus faible que celle de la Terre. Sur la Lune, on soutiendra plus facilement une même masse de chocolat: c'est le <i>POIDS</i> qui compte
LANCER HORIZONTALEMENT UNE BALLE, UN OBJET	Que l'on soit sur la Terre ou sur la Lune, il faut exercer la <i>même force musculaire</i> pour lui donner la <i>même vitesse</i> . Cette force musculaire dépend uniquement de la <i>MASSE</i> de la balle ou de l'objet.
DEFORMATION DES RESSORTS DU VEHICULE LUNAIRE	Pour une même caisse de matériel posée sur le véhicule, ses ressorts seront moins comprimés sur la Lune que sur la Terre. C'est le <i>POIDS</i> qui s'exerce.
FAIRE DÉMARRER LE VÉHICULE LUNAIRE	Il faudra la même énergie sur la Lune que sur la Terre pour lui donner la même vitesse. C'est la <i>MASSE</i> qui compte (on suppose qu'il n'y a pas de frottements).

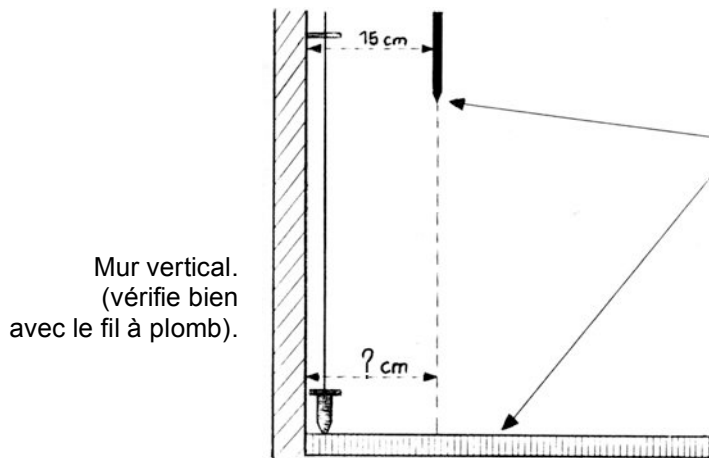
LA MASSE D'UN OBJET NE VARIE JAMAIS : ELLE NE DÉPEND QUE DE LA QUANTITÉ DE MATIÈRE (NOMBRE DE MOLÉCULES).

LE POIDS D'UN MÊME OBJET N'EST PAS TOUJOURS LE MÊME SELON LE LIEU .

L'IDÉE DE VINCENT

LE CRAYON TOMBE VERTICALEMENT SUR LA TERRE.

Voici l'expérience imaginée par Antonio :

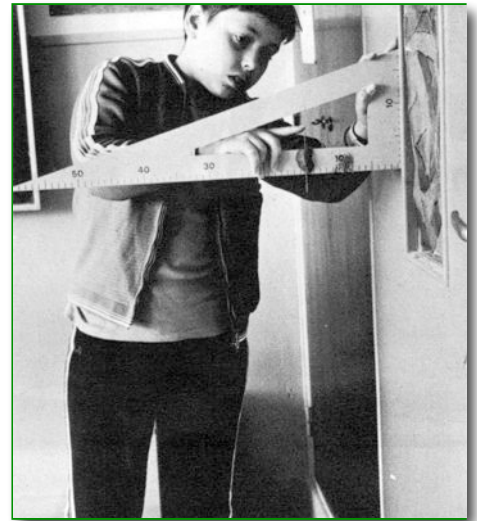


Tu laisses tomber l'aiguille à tricoter qui vient se planter dans le polystyrène, et tu mesures la distance entre le mur et l'aiguille.
(Fais plusieurs essais)

Mur vertical.
(vérifie bien
avec le fil à plomb).

Que peux-tu dire: de la direction suivie par l'aiguille qui tombe ?

*Pour lâcher verticalement l'aiguille,
Antonio a imaginé de fabriquer
une glissière en pâte à modeler
appliquée sur une équerre.*



EN UN MÊME LIEU, LA FORCE-POIDS S'EXERCE

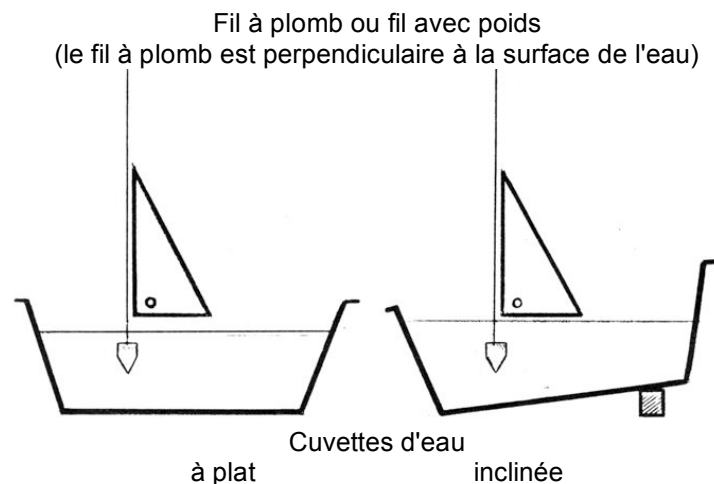
- TOUJOURS DANS LA MÊME DIRECTION, CELLE DU FIL À PLOMB : LA VERTICALE, et aussi
- TOUJOURS DANS LE MÊME SENS, DE HAUT EN BAS : VERS LA TERRE.

PASSONS À L'ÉCHELLE DE LA TERRE ENTIÈRE

Et si Antonio faisait son expérience en d'autres points de la Terre ?

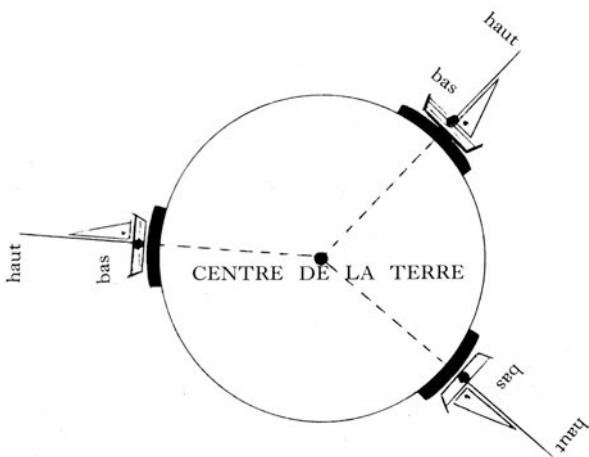
AU CANADA? - EN RUSSIE? - EN AUSTRALIE ?

*Pour t'aider à tracer les verticales en ces lieux,
réalise l'expérience suivante :*



Dessine des cuvettes posées sur le sol au Canada, en Russie, en Australie.
Dessine l'eau qu'elles contiennent.
Dessine ensuite les fils à plomb au-dessus de chaque cuvette.
Marque « haut » et « bas » sur chaque fil à plomb.

Réponses

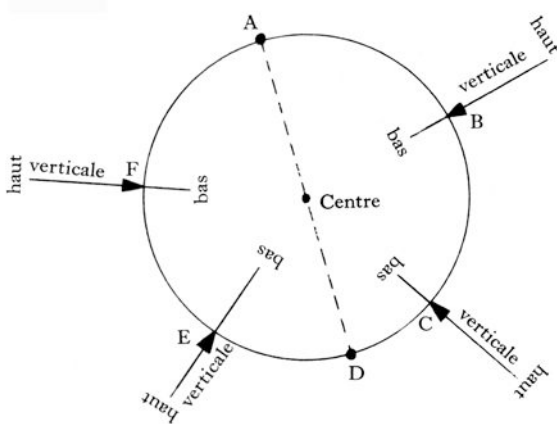


Si tu imagines toutes ces verticales prolongées vers l'intérieur de la Terre, où penses-tu qu'elles se rencontreraient ?

EN N'IMPORTE QUEL POINT DE LA TERRE, CE QU'ON APPELLE VERS « LE BAS », C'EST DONC TOUT SIMPLEMENT VERS LE CENTRE DE LA TERRE.

Tu peux aussi construire une boule de glaise ou de pâte à modeler qui représentera la Terre. Avec des épingles à tête, ou des aiguilles à tricoter légèrement enfoncées dedans, tu pourras figurer les verticales en différents points de la surface. (Pense bien à chaque fois à la direction du centre).

Tu peux faire la même chose sur le globe de la classe en remplaçant les aiguilles par des flèches munies d'une ventouse de caoutchouc.



On dit que le point D est aux antipodes du point A quand les verticales des points A et D sont dans le prolongement l'une de l'autre.

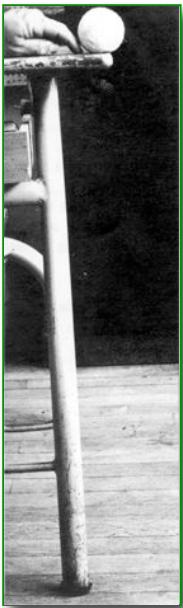
ET SI ON LANCE LES OBJETS AU LIEU DE LES LAISSER TOMBER ?

LES TRAJECTOIRES D'UNE BALLE

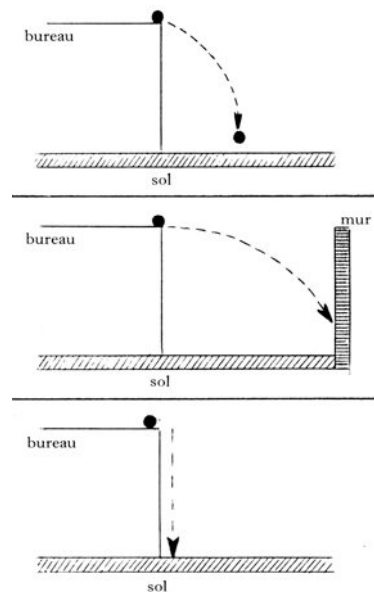
Ludovic raconte :

- Je place une balle ou une bille sur ma table, près du bord, je la pousse doucement pour la faire tomber. Si je recommence en la lançant avec une vitesse de plus en plus grande, elle tombe de plus en plus loin de ma table.

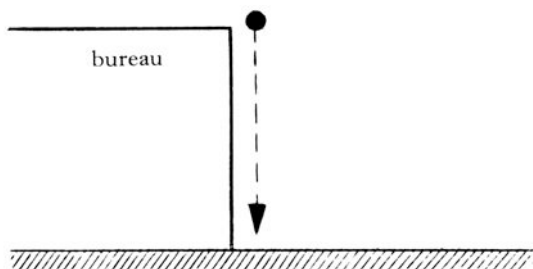
Tu peux réaliser cette expérience et dessiner les trajectoires parcourues
(chemins suivis par la bille).



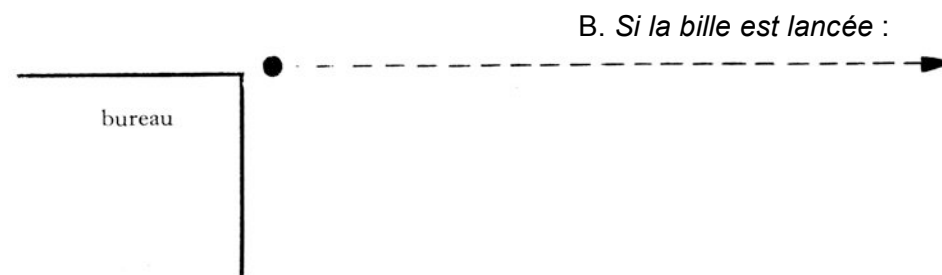
Indique dans quel cas la bille a été lancée
- avec la vitesse la plus grande ?
- La vitesse la plus faible ?



COMPRENONS CE QUI S'EST PASSÉ :



A. Si la bille n'est pas lancée : elle tombe à la verticale, attirée par la Terre, comme tu viens de l'expérimenter.



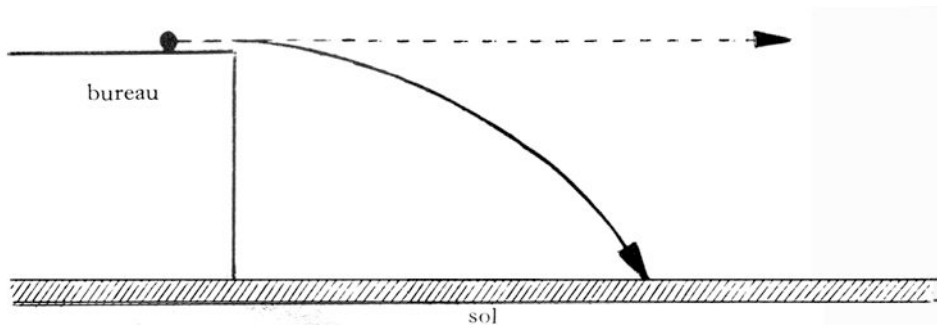
B. Si la bille est lancée :

Imagine que l'attraction de la Terre n'existe pas...
Est-ce que la force-poids s'exercerait sur la bille et la ferait tomber ?

Non, car elle ne serait pas attirée par la Terre, la force-poids n'existerait pas et une fois lancée elle continuerait *en ligne droite*, aucune force ne venant

modifier sa trajectoire (Voir *A la découverte de l'inertie*, BT n°790 page 28).

C. La bille étant lancée et l'attraction de la Terre existant, la trajectoire de la bille se trouve entre les trajectoires représentées en A et B.



Si la vitesse est faible, la trajectoire se rapproche de la verticale.
Si la vitesse est grande, elle se rapproche de l'horizontale.

Dans cette expérience, le sol de la classe est plat.

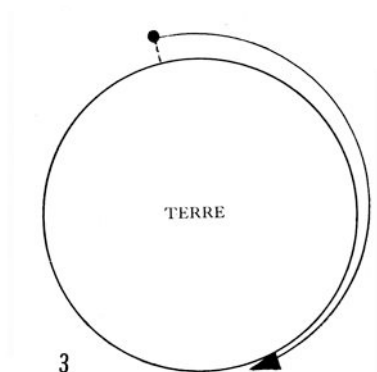
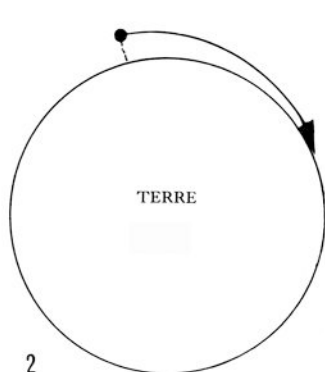
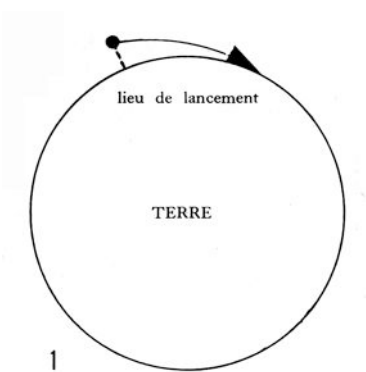
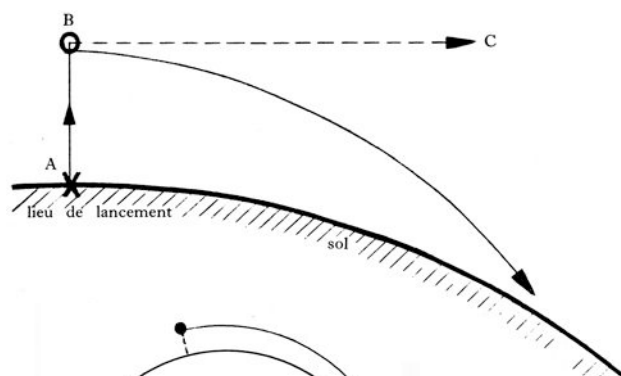
Mais si la bille était une fusée, elle irait beaucoup plus vite et beaucoup plus loin, ce qui oblige à changer d'échelle.

PASSONS A L'ÉCHELLE DE LA TERRE ENTIÈRE

Dessine le globe terrestre, et en trois croquis représente les trajectoires de fusées qui ont des vitesses de plus en plus grandes.

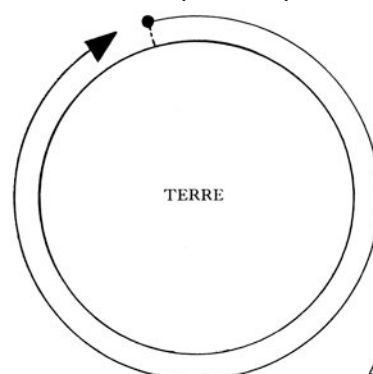
REMARQUE :

A la surface de la Terre, en A, la fusée est lancée verticalement, mais ensuite, à une certaine hauteur, en B, elle est basculée pour prendre la direction B C.



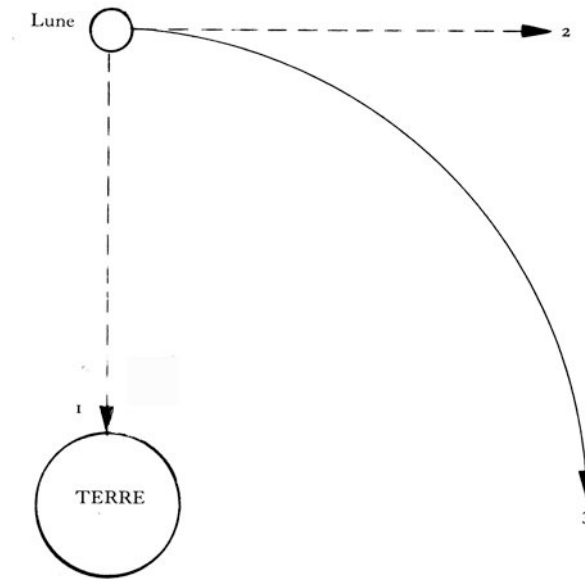
Lancée à une vitesse de plus en plus grande, la fusée, comme la bille, retombe de plus en plus loin...

... puis ne retombe plus ; on dit qu' elle se met en orbite : elle est devenue un satellite.



LA TRAJECTOIRE DE LA LUNE

Pourquoi les satellites lancés par les hommes sont-ils appelés satellites *artificiels* ?
C'est qu'il existe pour la Terre un satellite *naturel* : la Lune, qui tourne autour d'elle.



Que représentent les flèches 1, 2 et 3 ?

La flèche 1 représente la chute de la Lune sur la Terre, si, brusquement, la Lune n'avait plus aucune vitesse.

La flèche 2 figure le trajet que suivrait la Lune si l'attraction terrestre n'existait pas.

La flèche 3 indique la trajectoire réelle de la Lune.

Tu te demandes peut-être pourquoi la Lune est en mouvement ?

Les astronomes pensent qu'elle a été formée à partir de poussières qui étaient déjà en mouvement.

L'ATTRACTION UNIVERSELLE

LA LUNE EST ATTIRÉE PAR LA TERRE : GÉNÉRALISONS

1) On dit, page précédente, que la Lune tomberait sur la Terre si elle n'avait pas de vitesse. Est-elle donc attirée par la Terre comme tous les autres objets ?

C'est NEWTON (1642-1727) qui a eu le premier cette idée pour expliquer le mouvement de la Lune.

Depuis cette époque, tout lui a donné raison.

Il a ensuite pensé que le mouvement des planètes autour du Soleil s'expliquait de la même façon: la Terre, Vénus, Mars, etc. tournent autour du Soleil sans partir en ligne droite, parce qu'elles sont attirées par lui.

Plus généralement, *un corps céleste attire n'importe quel autre corps.*

2) Mais peut-être sais-tu que le phénomène des marées est provoqué en partie par l'attraction exercée par la Lune sur la Terre ? La Terre et la Lune s'attirent mutuellement. La Terre agit sur la Lune en même temps que la Lune agit sur la Terre: on dit qu'il y a *interaction d'attraction entre la Terre et la Lune.*

C'est ainsi pour tous les corps célestes; il y a *interaction d'attraction* entre la Terre et le Soleil, par exemple. Il en est de même pour tous les corps qui sont à la surface de notre planète.

3) On a prouvé cette attraction sur Terre par l'expérience. En mettant deux boules très près l'une de l'autre, on a pu voir qu'elles s'attirent avec une certaine force, mais celle-ci est difficile à mesurer parce qu'elle est très petite.

EN RÉSUMÉ :

N'IMPORTE QUEL OBJET ATTIRE N'IMPORTE QUEL AUTRE ET EST ATTIRÉ PAR LUI : C'EST CE QU'ON APPELLE L'ATTRACTION UNIVERSELLE OU GRAVITATION UNIVERSELLE. MAIS... ON NE SAIT PAS ENCORE TRÈS BIEN POURQUOI CETTE FORCE EXISTE.

LOIS DE NEWTON

DE QUOI DEPEND CETTE ATTRACTION ?

Newton a trouvé qu'elle varie

1) avec la masse des corps en présence,

2) selon la distance qui les sépare.

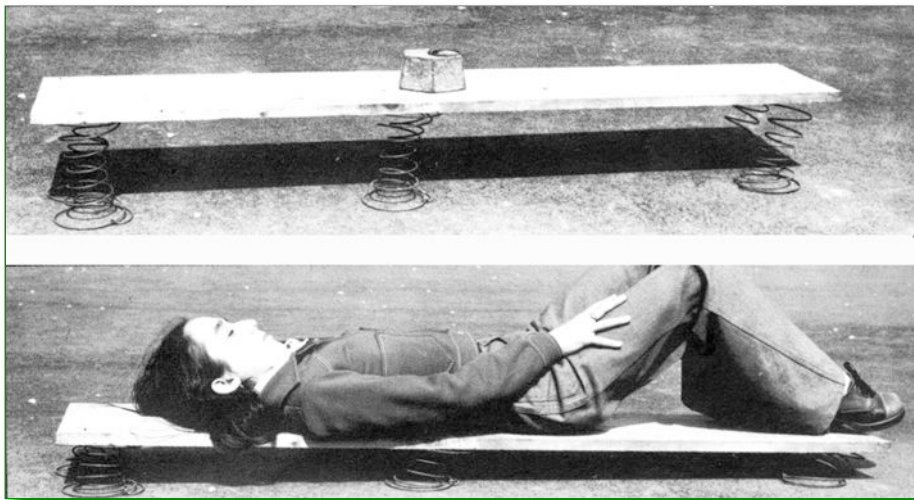
Tu ne peux vérifier ces lois de Newton, mais tu peux faire quelques calculs.

Pour cela, il faut définir *l'unité de force*, donc *de poids*, puisque le poids est une force. C'est le *newton*: un objet dont la masse est 1 kg, à Paris, a pour poids 10 newtons (exactement 9,81 newtons).

1. La force d'attraction dépend de la masse.

Elle est proportionnelle aux deux masses. Exemple :

a) tu as une masse de 36 kg. Quand tu auras grandi, ta masse aura doublé: elle sera de 72 kg. La force d'attraction que la Terre exerce sur toi aura doublé elle aussi, si tu restes au même endroit. Elle était de 360 newtons; elle sera de 720 newtons.



b) La masse de Sylvie : 30 kg, est six fois celle de la masse marquée de 5 kg.

L'attraction exercée par la Terre sur Sylvie est six fois plus grande que celle exercée sur la masse marquée ;: 300 newtons au lieu de 50 newtons.

2. La force d'attraction dépend de la distance qui sépare les corps.

Elle diminue très rapidement quand la distance entre les corps augmente.

Elle est divisée par 4 quand la distance double.

Elle est divisée par 100 quand la distance est multipliée par 10.

Ta masse étant de 36 kg, ton poids est de 360 newtons sur le sol à 6375 km du centre de la Terre, puisque celle-ci a 12750 km de diamètre. En effet, les distances se mesurent à partir du centre de planète.

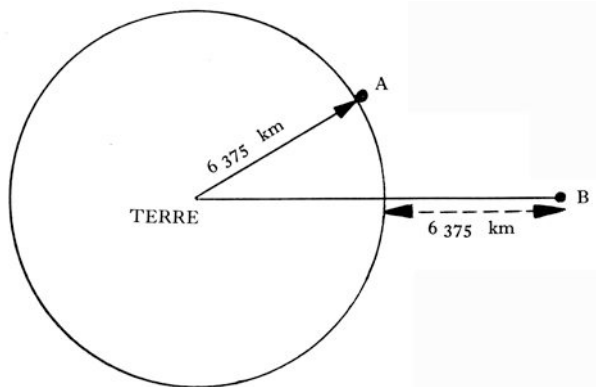
A la surface de la Terre même, on observe de faibles variations de poids-force, car elle n'est pas parfaitement sphérique, mais légèrement aplatie aux pôles. Où pèserais-tu le plus ? Aux pôles ou l'équateur ?

(Pour un enfant de masse 36 kg, la différence est de 1,8 newton environ).

QUELQUES CALCULS

Exemple :

Quelle est la valeur de l'attraction de la Terre si, ayant une masse de 36 kg, tu te trouvais à 6375 km du sol de la Terre, en B ?



Valeur de l'attraction :

La distance de B au centre de la Terre est 12750 km, donc deux fois la distance de A au centre de la Terre.

Ton poids en A est 360 newtons

Ton poids en B est 90 N

La force d'attraction de la Terre en B, le poids, sera divisée par 4 : $360 / 4 = 90$ newtons.

CONSÉQUENCES

Le poids de l'astronaute qui passe de la surface de la Terre à celle de la Lune change pour deux raisons :

1. La masse de la Lune est plus petite que celle de la Terre.
2. La distance de la surface de la Lune à son centre est plus petite que celle de la surface de la Terre à son centre.

En tenant compte de ces deux changements, le poids d'un objet sur la Lune est le sixième du poids sur la Terre.

En connaissant la masse et le rayon de chaque planète, on a pu calculer la valeur de l'attraction à la surface de chacune d'elles :

QUELQUES EXEMPLES	Ta masse en kg	Ton poids en newtons
TERRE	36	360
LUNE	36	60
MARS	36	133
VÉNUS	36	309
JUPITER	36	936



Comme tout le monde, tu te demandes sans doute si *la vie existe dans les autres planètes*, ailleurs que sur la Terre ?

Maintenant que tu connais deux propriétés importantes de la nature : ***l'inertie*** (cf BT n° 790) et ***l'attraction universelle***, cela te permettra de comprendre :

- 1-. le mouvement des astres
- 2-. les possibilités d'existence de l'atmosphère et de la vie sur les planètes de notre système solaire.

POUR LE MAÎTRE

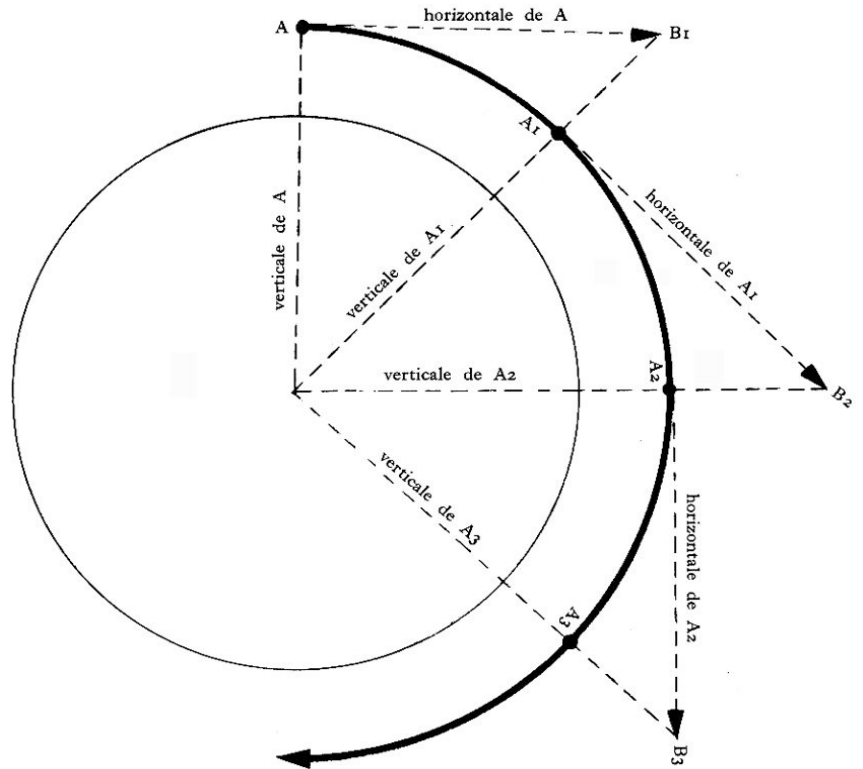
Paul Valéry a écrit :

« L'immense génie de Newton a été de voir que la Lune tombe constamment sur la Terre alors qu'il est bien entendu qu'elle n'y tombe pas.

Maintenant pouvez-vous expliquer pourquoi Valéry s'exprime ainsi en parlant du mouvement de rotation de la Lune autour de la Terre

Sans l'attraction de la Terre, la Lune se retrouverait en B1 au bout d'un certain temps. Mais à cause de son poids, elle se retrouve en A1. Elle est donc tombée de la distance B1 A1.

Cette situation se reproduit en B2 A2... et, plus exactement de manière continue en tous les points de sa trajectoire.



REMARQUES

1° Concernant la photo de la page 3 (l'apesanteur)

Dans Skylab, le cosmonaute « flotte » dans la cabine. Vous croyez peut-être que cela est dû à ce que l'attraction terrestre est devenue nulle ?

Skylab tournant en moyenne à 480 km de la Terre, on a pu calculer la valeur de l'attraction que la Terre exerce sur le cosmonaute (voir pages 14 et 15). Cette attraction est loin d'être négligeable...

Si Conrad flotte dans la cabine, ce n'est pas parce que l'attraction est nulle, mais parce que la cabine dans laquelle il se trouve « tombe » sur la Terre en même temps que lui (de même que la Lune « tombe » sans cesse sur la Terre). Une situation analogue peut se trouver sur Terre... Une personne « flotterait » dans un ascenseur si celui-ci tombait en chute libre sur le sol.

Skylab a une masse trop faible pour attirer suffisamment Conrad et lui donner un poids, qu'il soit à l'intérieur ou à l'extérieur de la cabine (lorsqu'il est sorti pour réparer Skylab, il a dû s'attacher).

Par contre, la Lune attire assez les cosmonautes pour qu'ils ne flottent pas sur le sol lunaire.

2° Concernant la page 7 (poids et masse)

a) Nous avons précisé : « lancer *horizontalement* une balle » car, dans cet exemple, *le poids ne compte pas*. Seule la *masse* intervient dans la force nécessaire pour lui donner une vitesse; en l'absence de force, elle resterait au repos à cause de son inertie.

Si on lance la balle *verticalement, vers le haut*, pour lui donner la même vitesse, la force qu'il faut exercer augmentera d'une valeur égale *au poids*.

Sur la Lune, lancer la balle *verticalement vers le haut* serait plus facile, puisque son *poids serait alors plus faible*.

b) *Le poids et la masse* interviennent aussi tous les deux lors du décollage vertical d'un hélicoptère ou d'une fusée, par exemple. Pour maintenir l'hélicoptère immobile, en altitude, seul le poids compte.