

En regardant tomber une Pomme

La scène se passe dans une école primaire.
PERSONNAGES : L'instituteur et deux de ses élèves.

PIERRE. — Monsieur, dans la dictée de l'autre jour, on disait que Newton avait découvert le secret du monde en regardant tomber une pomme. Qu'est-ce que cela veut dire?

JACQUES. — J'ai souvent vu tomber des pommes et je n'ai rien découvert du tout.

LE MAITRE. — Les hommes de génie trou-

veront la Nouvelle-Zélande. Je dessine un Nouveau-Zélandais, il aura la tête en F et les pieds en E; vous voyez que ses pieds sont opposés à ceux du Français. Je dessine à côté de lui un pommier en H; si une pomme s'en détache, que va-t-elle faire, va-t-elle aller de H en K, ou de H en L?

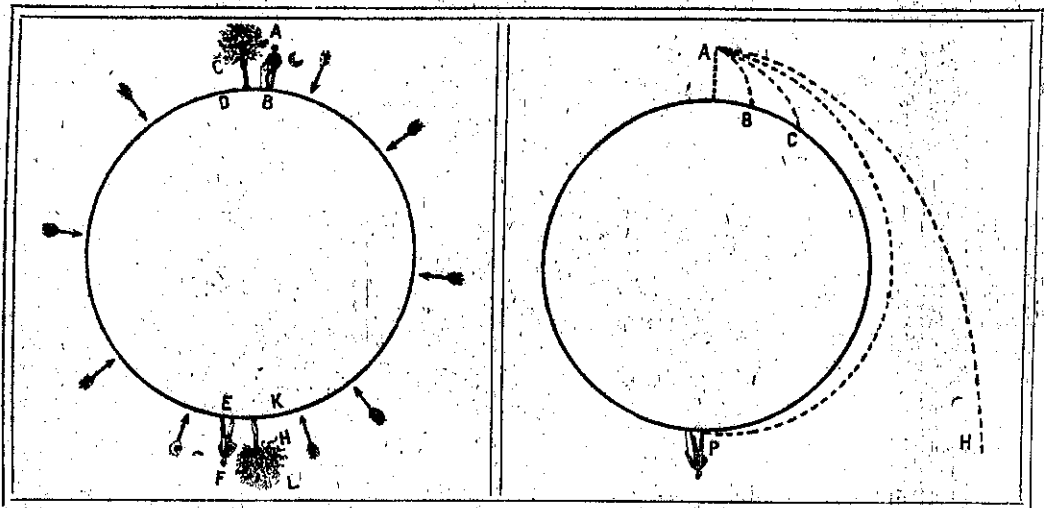


FIGURE 1

FIGURE 2

vent des sujets de réflexion dans des faits que la plupart d'entre nous jugent vulgaires et sans intérêt; bien des hommes avant Newton avaient vu tomber des pommes sans en tirer aucune conclusion; nous aurions sans doute fait comme eux à leur place, mais aujourd'hui, je puis profiter de la découverte de Newton et vous expliquer quelle a été la suite de ses pensées. Voyons, quand une pomme se détache de l'arbre, dans quel sens va-t-elle?

PIERRE. — De haut en bas.

LE MAITRE. — Qu'est-ce que cela veut dire, de haut en bas? Vous savez que la Terre est ronde; voyez, je dessine ici (fig. 1) la forme de la Terre. En B, c'est la France, et ici je représente un Français qui a la tête en A et les pieds en B. Il y a à côté de lui un pommier en C; si une pomme s'en détache en C, comment tombera-t-elle?

PIERRE. — De C en D.

LE MAITRE. — Maintenant, ici, en E, nous

PIERRE. — De H en L.

JACQUES. — De H en K.

LE MAITRE. — Expliquez vos raisons; et vous d'abord, Pierre, pourquoi croyez-vous qu'elle ira de H en L?

PIERRE. — Parce qu'elle va vers le bas et que L est plus bas que H.

LE MAITRE. — Alors le Nouveau-Zélandais verra la pomme s'éloigner de la Terre, monter au-dessus de sa tête, et se perdre dans l'espace; et le Nouveau-Zélandais lui-même qui n'est attaché à rien, comment va-t-il se tenir? Ne va-t-il pas aussi tomber vers L, vers ce que vous appelez le bas?

PIERRE. — En effet, je ne comprends pas comment il peut ainsi tenir la tête en bas.

LE MAITRE. — Les anciens avaient longtemps raisonné comme vous; ils croyaient aussi qu'on ne peut pas tenir la tête en bas, et que la moitié de la Terre était inhabitable; mais du temps de Newton il y avait longtemps qu'on

savait le contraire, puisqu'on était allé de l'autre côté de la Terre, aux antipodes, comme on dit.
 PIERRE. — Mais alors, comment cela est-il possible?

LE MAITRE. — Vous, Français, vous êtes tenté de dire que le Nouveau-Zélandais a la tête en bas, mais le Nouveau-Zélandais dira que c'est vous qui avez la tête en bas, parce que ce qu'il appelle le haut, c'est sa tête à lui.

En réalité, par tout, le bas, c'est la Terre, c'est le côté des pieds; le haut, c'est le côté de la tête; quel que soit le pays où une pomme tombe, elle ira de haut en bas, c'est-à-dire vers la Terre, dans le sens des petites flèches que je trace sur la figure 1.

J'arrive maintenant à autre chose; je suppose qu'au lieu de laisser tomber la pomme, on la lance horizontalement, qu'est-ce qui va se passer?

PIERRE. — Elle va tomber un peu plus loin.

LE MAITRE. — Tenez, je représente ici la Terre, vous lancez la pomme en A; voulez-vous dessiner la courbe qu'elle va décrire en tombant? (fig. 2.)

(Pierre trace la courbe AB.)

LE MAITRE. — Et si vous la lancez plus fort?

PIERRE. — Elle ira tomber encore plus loin; comme ceci. (Il trace la courbe AC.)

LE MAITRE. — Et maintenant, qu'est-ce qui va arriver si nous la lançons de plus en plus fort?

Bien entendu, personne de nous n'est assez vigoureux pour lui donner une telle vitesse; mais rien ne nous empêche de supposer un géant beaucoup plus fort que nous.

JACQUES. — Il arrivera un moment où elle ira passer de l'autre côté de la Terre.

LE MAITRE. — Et alors, qu'est-ce que vous pensez qu'elle va devenir? tâchez de tracer la courbe qu'elle va parcourir.

(Pierre trace la courbe AH.)

LE MAITRE. — Alors qu'est-ce que va penser le Nouveau-Zélandais qui est en P? Il verra la pomme s'élever de plus en plus haut en l'air et elle se perdra dans l'espace,

comme un ballon qui a perdu du lest.

JACQUES. — Non, elle ira en se rapprochant de la Terre, et elle ira retomber en Nouvelle-Zélande. (Il trace la courbe AP.)

LE MAITRE. — C'est bien, mais lançons la pomme encore plus fort, qu'est-ce qui va arriver?

PIERRE. — Elle va tomber encore plus loin que la Nouvelle-Zélande, elle va faire plus d'un demi-tour.

JACQUES. — Ou bien peut-être ne retombera-t-elle jamais!

LE MAITRE. — Eh bien! nous allons voir qui de vous deux a raison. Je suppose une balle lancée par un

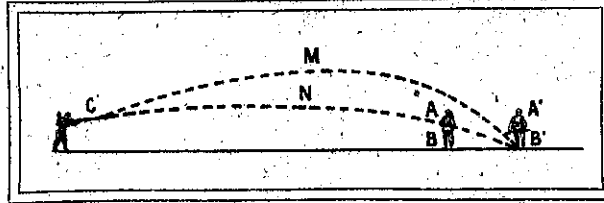


FIGURE 3

fusil; plus elle ira vite en sortant du fusil, moins le chemin qu'elle va parcourir sera courbé, ou, comme on vous dira quand vous serez au régiment, plus sa trajectoire sera tendue. C'est pour cela qu'on cherche des poudres qui lancent les balles le plus vite possible parce que plus la trajectoire est tendue, plus on a de chance d'atteindre l'ennemi. Je suppose que l'ennemi soit en A B (fig. 3) et que vous le croyiez plus loin en A' B'; vous visez donc le

point B'; si vous vous servez d'un vieux fusil Gras, votre balle suivra la trajectoire CMB' et passera au-dessus de la tête de l'ennemi en A. Si vous tirez avec un fusil Lebel, dont la trajectoire est moins courbée, plus tendue, votre balle suivra la courbe CNB et frappera l'ennemi en pleine poitrine. Pourquoi? Parce que les nouvelles poudres lancent les balles plus vite que les anciennes.

Ce qu'il faut retenir, c'est que plus le projectile va vite, plus il va droit; et alors, supposez que nous ayons des poudres capables de

lancer une balle mille fois plus vite que les poudres actuelles; bien entendu, on n'est pas près d'en inventer, mais les suppositions ne nous coûtent rien; admettez-le; qu'est-ce qui va se passer?

PIERRE. — La balle ou la pomme ira tout droit.

LE MAITRE. — Comme cela alors en AH (fig. 4). Avec les vitesses ordinaires, elle suivrait la courbe AB. En suivant AB, elle irait en descendant.

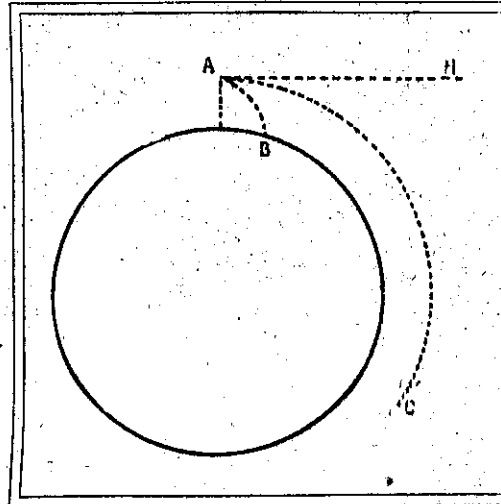


FIGURE 4

PIERRE. — Elle ira tomber encore plus loin que la Nouvelle-Zélande, elle va faire plus d'un demi-tour.
 JACQUES. — Ou bien peut-être ne retombera-t-elle jamais!
 LE MAITRE. — Eh bien! nous allons voir qui de vous deux a raison. Je suppose une balle lancée par un fusil; plus elle ira vite en sortant du fusil, moins le chemin qu'elle va parcourir sera courbé, ou, comme on vous dira quand vous serez au régiment, plus sa trajectoire sera tendue. C'est pour cela qu'on cherche des poudres qui lancent les balles le plus vite possible parce que plus la trajectoire est tendue, plus on a de chance d'atteindre l'ennemi. Je suppose que l'ennemi soit en A B (fig. 3) et que vous le croyiez plus loin en A' B'; vous visez donc le point B'; si vous vous servez d'un vieux fusil Gras, votre balle suivra la trajectoire CMB' et passera au-dessus de la tête de l'ennemi en A. Si vous tirez avec un fusil Lebel, dont la trajectoire est moins courbée, plus tendue, votre balle suivra la courbe CNB et frappera l'ennemi en pleine poitrine. Pourquoi? Parce que les nouvelles poudres lancent les balles plus vite que les anciennes. Ce qu'il faut retenir, c'est que plus le projectile va vite, plus il va droit; et alors, supposez que nous ayons des poudres capables de lancer une balle mille fois plus vite que les poudres actuelles; bien entendu, on n'est pas près d'en inventer, mais les suppositions ne nous coûtent rien; admettez-le; qu'est-ce qui va se passer? PIERRE. — La balle ou la pomme ira tout droit. LE MAITRE. — Comme cela alors en AH (fig. 4). Avec les vitesses ordinaires, elle suivrait la courbe AB. En suivant AB, elle irait en descendant.

PIERRE. — Elle ira tomber encore plus loin que la Nouvelle-Zélande, elle va faire plus d'un demi-tour.
 JACQUES. — Ou bien peut-être ne retombera-t-elle jamais!
 LE MAITRE. — Eh bien! nous allons voir qui de vous deux a raison. Je suppose une balle lancée par un fusil; plus elle ira vite en sortant du fusil, moins le chemin qu'elle va parcourir sera courbé, ou, comme on vous dira quand vous serez au régiment, plus sa trajectoire sera tendue. C'est pour cela qu'on cherche des poudres qui lancent les balles le plus vite possible parce que plus la trajectoire est tendue, plus on a de chance d'atteindre l'ennemi. Je suppose que l'ennemi soit en A B (fig. 3) et que vous le croyiez plus loin en A' B'; vous visez donc le point B'; si vous vous servez d'un vieux fusil Gras, votre balle suivra la trajectoire CMB' et passera au-dessus de la tête de l'ennemi en A. Si vous tirez avec un fusil Lebel, dont la trajectoire est moins courbée, plus tendue, votre balle suivra la courbe CNB et frappera l'ennemi en pleine poitrine. Pourquoi? Parce que les nouvelles poudres lancent les balles plus vite que les anciennes. Ce qu'il faut retenir, c'est que plus le projectile va vite, plus il va droit; et alors, supposez que nous ayons des poudres capables de

lancer une balle mille fois plus vite que les poudres actuelles; bien entendu, on n'est pas près d'en inventer, mais les suppositions ne nous coûtent rien; admettez-le; qu'est-ce qui va se passer? PIERRE. — La balle ou la pomme ira tout droit. LE MAITRE. — Comme cela alors en AH (fig. 4). Avec les vitesses ordinaires, elle suivrait la courbe AB. En suivant AB, elle irait en descendant.

PIERRE. — Elle ira tomber encore plus loin que la Nouvelle-Zélande, elle va faire plus d'un demi-tour.
 JACQUES. — Ou bien peut-être ne retombera-t-elle jamais!
 LE MAITRE. — Eh bien! nous allons voir qui de vous deux a raison. Je suppose une balle lancée par un fusil; plus elle ira vite en sortant du fusil, moins le chemin qu'elle va parcourir sera courbé, ou, comme on vous dira quand vous serez au régiment, plus sa trajectoire sera tendue. C'est pour cela qu'on cherche des poudres qui lancent les balles le plus vite possible parce que plus la trajectoire est tendue, plus on a de chance d'atteindre l'ennemi. Je suppose que l'ennemi soit en A B (fig. 3) et que vous le croyiez plus loin en A' B'; vous visez donc le point B'; si vous vous servez d'un vieux fusil Gras, votre balle suivra la trajectoire CMB' et passera au-dessus de la tête de l'ennemi en A. Si vous tirez avec un fusil Lebel, dont la trajectoire est moins courbée, plus tendue, votre balle suivra la courbe CNB et frappera l'ennemi en pleine poitrine. Pourquoi? Parce que les nouvelles poudres lancent les balles plus vite que les anciennes. Ce qu'il faut retenir, c'est que plus le projectile va vite, plus il va droit; et alors, supposez que nous ayons des poudres capables de lancer une balle mille fois plus vite que les poudres actuelles; bien entendu, on n'est pas près d'en inventer, mais les suppositions ne nous coûtent rien; admettez-le; qu'est-ce qui va se passer? PIERRE. — La balle ou la pomme ira tout droit. LE MAITRE. — Comme cela alors en AH (fig. 4). Avec les vitesses ordinaires, elle suivrait la courbe AB. En suivant AB, elle irait en descendant.

PIERRE. — Et en suivant AH, elle ne montera ni ne descendra.

LE MAITRE. — Faites attention : qu'est-ce que monter, qu'est-ce que descendre ? qu'est-ce que le haut, qu'est-ce que le bas ? Rappelez-vous ce que nous avons dit à propos du Nouveau-Zélandais : le bas, c'est le côté des pieds, c'est le côté de la Terre ; monter, c'est s'éloigner du centre de la Terre ; descendre, c'est se rapprocher. Eh bien, quand nous suivons AH, nous en éloignons-nous ou nous en rapprochons-nous ?

JACQUES. — Nous nous en éloignons.

LE MAITRE. — Donc nous montons. Eh bien, si la pomme lancée avec une très grande vitesse monte ; si elle descend au contraire quand on la lance avec une petite vitesse, on pourra trouver une vitesse intermédiaire pour laquelle elle ne montera ni ne descendra ; cela veut dire qu'elle restera alors à la même distance du centre de la Terre et alors qu'est-ce qu'elle va faire ?

JACQUES. — Elle va décrire un cercle en faisant tout le tour de la Terre, en AC.

PIERRE. — Il faudrait la lancer bien vite pour cela.

LE MAITRE. — Oh oui, puisqu'elle ferait ainsi le tour du monde en une heure et demie, tandis que les trains les plus rapides que nous connaissions mettraient quinze jours, si on pouvait construire une ligne directe avec des ponts par-dessus les mers.

PIERRE. — Alors nous ne verrons jamais une pomme faire un tour pareil.

LE MAITRE. — Mais je vous demande bien pardon ; si vous regardiez dans le Ciel, vous y verriez une grosse pomme, une pomme énorme qui fait ainsi le tour de la Terre, c'est la Lune.

JACQUES. — Alors c'est parce qu'elle est lancée très vite qu'elle ne tombe pas sur la Terre.

LE MAITRE. — Précisément, tout à fait comme la pomme dont nous parlons tout à l'heure.

PIERRE. — Mais est-ce qu'elle va assez vite pour cela ? Vous nous avez dit qu'il faudrait que la pomme fût lancée assez fort pour faire le tour en une heure et demie, tandis que la Lune met près d'un mois.

LE MAITRE. — Mais d'abord la Lune est très loin ; elle a donc un plus grand tour à faire ; mais ce n'est pas là la principale raison. Vous voyez que tous les objets placés près de la surface du globe vont vers le bas, c'est-à-dire vers la Terre ; il semble qu'ils soient attirés vers la Terre. Il semble naturel de supposer que les corps qui sont à une certaine distance de la Terre seront attirés aussi, mais qu'ils le seront moins ; la Lune étant plus loin du centre de la Terre que notre pomme sera moins attirée, elle aura moins de tendance à tomber ; il suffira donc, pour qu'elle ne tombe pas, qu'elle ait une vitesse moins grande.

Comment cette attraction va-t-elle diminuer quand la distance augmentera ; c'est ce que Newton a trouvé, précisément en comparant la vitesse de la pomme à celle de la Lune. Si la distance devient 2 fois plus grande, l'attraction devient 4 fois plus petite parce que 2 fois 2 font 4 ; si la distance devient 3 fois plus grande, l'attraction devient 9 fois plus petite, parce que 3 fois 3 font 9 ; et comme la Lune est 60 fois plus loin que la pomme du centre de la Terre, sa tendance à tomber est 3600 fois plus petite parce que 60 fois 60 font 3600.

Poursuivons ; il n'y a pas d'habitants dans la Lune, mais il y a des objets, des pierres ; que pensez-vous que ferait une de ces pierres abandonnée à elle-même sur la pente d'une montagne lunaire ?

PIERRE. — Elle tomberait sur la Lune.

LE MAITRE. — C'est donc que la Lune attire les pierres de la Lune, comme la Terre attire celles de la Terre ; et si un habitant d'une planète, de Mars par exemple, fait un faux pas, il tombera sur la surface de sa planète, comme nous tomberions en pareil cas sur la surface de la Terre. Il le faut bien, sans quoi ils ne pourraient pas rester sur leur planète, ils s'envoleraient à travers l'espace.

JACQUES. — C'est que les habitants de Mars et les pommes de Mars sont attirés par Mars, de même que nous et nos pommes sont attirés par la Terre.

LE MAITRE. — Et pourquoi les pommes de Mars sont-elles attirées par Mars et pas par la Terre ? Vous ne savez pas ; mais d'abord est-ce vrai ? Nous venons de voir que les pierres de la Lune sont attirées par la Lune, et d'autre part que la Lune est attirée par la Terre, et que c'est pour cela qu'elle tourne autour de la Terre sans tomber. Mais qu'est-ce que la Lune ? c'est quelque chose comme la Terre, une masse de rochers ; c'est l'ensemble des pierres de la Lune ; c'est donc que les pierres de la Lune sont attirées à la fois et par la Lune et par la Terre. Et alors n'est-il pas naturel de penser que nous aussi nous sommes attirés à la fois par la Terre et par la Lune ; et pourquoi le serions-nous par la Lune, sans l'être par Mars et les autres planètes ?

PIERRE. — Et par le Soleil ?

LE MAITRE. — Ah, c'est là que je voulais en venir ; vous savez que la Terre et que les planètes tournent autour du Soleil, comme la Lune tourne autour de la Terre ; cela doit être pour la même cause. La Lune tourne autour de la Terre parce qu'elle tend à tomber sur la Terre et qu'elle est lancée comme un projectile ; si la Terre tourne autour du Soleil, c'est qu'elle tend à tomber sur le Soleil, elle est donc attirée par le Soleil.

Et alors en étudiant la courbe décrite par la Terre, en comparant les vitesses et les distances des différentes planètes ; Newton a vu comment variait cette attraction. Le résultat est

le même que celui que nous avons obtenu tout à l'heure, en comparant la Lune et la pomme; l'attraction devient 4, 9, 100 fois plus petite quand la distance devient 2, 3, 10 fois plus grande.

Et comme je vous le disais tout à l'heure, ce n'est pas seulement le Soleil qui attire chaque planète, ce sont toutes les autres planètes, et alors vous comprenez combien cela est compliqué. Les savants sont arrivés à s'y reconnaître pourtant et ils ont vu que la loi de Newton était juste, puisqu'elle permet de calculer exactement et longtemps d'avance les positions des astres. La comète de Halley était venue en 1835; pendant 75 ans elle a complètement disparu; en 1910 on l'attendait; on a exposé vers la région du ciel où elle devait venir une plaque photographique, et en la développant on a trouvé, juste à l'endroit prévu, une petite tache, toute petite parce que la comète était encore très loin.

Il y a un demi-siècle, Le Verrier constata que la planète Uranus n'était pas à sa place. Comment cela se faisait-il? Il ne pensa pas un seul instant qu'elle ne suivait pas la loi de Newton, il supposa qu'elle était dérangée par l'attraction de quelque astre inconnu; la loi de Newton lui permettait précisément de calculer où était cet astre. Il dit aux astronomes: c'est là qu'il faut regarder; et c'est là exactement qu'ils dirigèrent leur lunette et qu'ils trouvèrent la planète nouvelle, Neptune.

PIERRE. — Alors nous aussi nous sommes attirés par le Soleil?

LE MAÎTRE. — Précisément; comme le Soleil est beaucoup plus gros que la Terre, il nous attirerait beaucoup plus s'il était à la même distance, mais il est beaucoup plus loin, et c'est pour cela qu'il nous attire beaucoup moins. Quand le Soleil est au-dessus de l'horizon, il nous attire vers le haut en même temps que la Terre nous attire vers le bas. Si la Terre l'emporte, c'est qu'elle est bien plus près et c'est pour cela que nous restons cloués à la Terre.

Et si la Terre nous attire, c'est que chacune de ses pierres nous attire, puisque la Terre n'est que l'assemblage de ces pierres; tous les objets du monde s'attirent mutuellement, beaucoup s'ils sont gros ou s'ils sont près, très peu s'ils sont petits ou s'ils sont loin.

Moi aussi je vous attire, mais d'une façon insensible, parce que je suis beaucoup plus petit que la Terre. La Terre est, parmi les objets qui sont près de nous, tellement plus grosse que les autres, que son attraction est la seule dont nous apercevions d'abord les effets; mais ces effets nous sont familiers à tous; c'est par eux que les pommes tombent; ce que Newton a fait, c'est de trouver, en réfléchissant à ce phénomène si vulgaire, que l'attraction devait être universelle. J'espère que vous avez bien compris et que vous n'avez pas d'objection à faire.

JACQUES. — Si, je n'osais pas le dire, mais il semble que tout va s'arrêter. Quand je lance une bille à terre, elle finit par s'arrêter, quand même elle ne monte ni ne descend; quand je me balance je m'arrêteraï aussi si je ne faisais des mouvements pour entretenir les oscillations. La pomme aussi n'ira pas indéfiniment et ne pourra pas tourner toujours.

LE MAÎTRE. — Eh bien, mais cette objection n'est pas si bête; examinons-la cependant. Si la bille s'arrête quand elle roule à terre, c'est qu'elle frotte contre le sol; si la balançoire s'arrête, c'est qu'elle frotte contre les anneaux de suspension; notre pomme ne touche pas le sol; elle reste en l'air, il y a néanmoins quelque chose qui finirait par l'arrêter. Quand vous allez à bicyclette, vous sentez le vent et vous êtes obligé de faire effort pour lutter contre lui; quand même l'air serait absolument calme, vous sentiriez le vent contre vous dès que vous iriez un peu vite. Eh bien, notre pomme aussi sentira le vent et c'est cela qui l'arrêterait. Pourquoi? parce que nous la lançons dans l'air.

Mais supposons que nous montions assez haut pour ne plus être dans l'air; vous savez que l'atmosphère terrestre ne s'étend pas à plus de 100 kilomètres et qu'au delà il n'y a plus rien du tout. Si alors nous montions jusque là-haut pour lancer notre pomme, elle ne sentirait plus de vent et ce que j'ai dit serait tout à fait vrai, elle tournerait indéfiniment autour de la Terre. Quant à la Lune, elle est bien plus haut que cela, à 400 000 kilomètres, et il n'y a pas d'air pour lui opposer de résistance, et c'est pour cela qu'elle tournera éternellement.

HENRI POINCARÉ.

LES MACHINES SIMPLES

desquelles l'homme
ver des fardeaux
lin appuyant sur
presque sans effort
sur l'extrémité de
que de quelque
main de l'ouvrier
mètre.

Tel est aussi
cylindre sur lequel



l'on fait tourner
vriier agit sur la
un poids pendu
exemple, 10 ce
bras de la maniv
il pourra élever
d'effort que si
poids de 10 k
aura fait un to
que de 100 k
l'ouvrier aura de
Grâce à la mach
force n'est pas
est en
et plus que r
va plus de 100
les 100 k pesen
autres 100 k
qui sont en bas
pendu à pouli
six brins de poi
de force qu'on
pour faire sur la
corde de six m
de six mètres
donc r. Le poids
que d'un mètre.
Ainsi ce q
perd en vitesse