

Mouvement de rotation de la Terre

1. Argument des platoniciens :

« Sans vous en rendre compte, la Terre tourne à 1600 km/h !

Pour les platoniciens, si c'est réellement le cas, pourquoi ne nous envolons nous pas ? »

L'intuition évoque un « force centrifuge » qui, du fait du mouvement de rotation, nous propulserait vers l'extérieur.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Force_centrifuge

La **force centrifuge**, nom courant mais erroné de l'**effet centrifuge**, est une force fictive qui apparaît en physique dans le contexte de l'étude du mouvement des objets dans des référentiels non inertiels. L'effet ressenti est dû aux mouvements de rotation de ces référentiels et se traduit par une tendance à éloigner les corps du centre de rotation. Un exemple en est la sensation d'éjection que ressent un voyageur dans un véhicule qui effectue un virage.

Pour « tourner » il faut une accélération centripète réalisée par une force ; en l'absence de force la trajectoire serait rectiligne et la vitesse constante (première loi de Newton ou principe d'inertie).

Pour un mouvement circulaire uniforme :

$$a = V^2 / R \text{ et } V = 2 \pi R / T$$

Dans le cas d'un objet à la surface du sol terrestre (ici à l'équateur), dans le référentiel géocentrique supposé galiléen :

$$\begin{aligned} V_{\text{équateur}} &= 2 \pi R / T \approx 2 \pi \times 6378 \times 10^3 / (24 \times 3600) \\ &\approx 464 \text{ m.s}^{-1} \\ &\approx 1,67 \times 10^6 \text{ m.h}^{-1} \end{aligned}$$

alors

$$\begin{aligned} a &= 4 \pi^2 R / T^2 \\ &\approx 4 \pi^2 \times 6380 \times 10^3 / (24 \times 3600)^2 \approx 0,034 \text{ m.s}^{-2} \end{aligned}$$

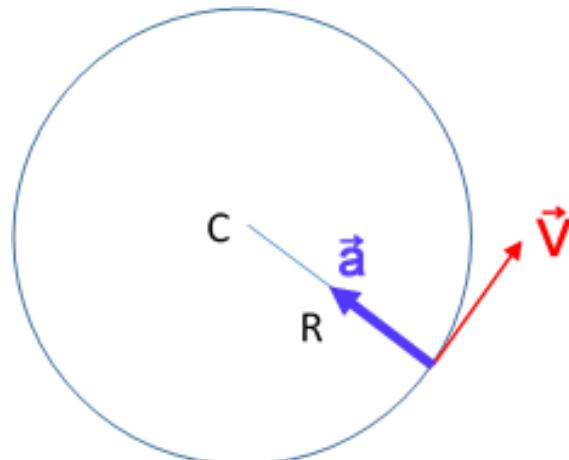
La force qui intervient ici est le poids : $P = m g$

Et donc l'accélération centripète est $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

ce qui est très supérieur à l'accélération centripète nécessaire !

L'argument des platoniciens **ne prouve pas** que la Terre est immobile. La démonstration ci-dessus montre que la Terre **peut être** en mouvement de rotation **mais ne prouve pas qu'elle l'est !**

Les mises en évidence du mouvement de rotation de la Terre dans le référentiel géocentrique date du XIX^e siècle, avec le pendule de Foucault (voir diaporama : [\[preuves mouvement.pptx\]](#)).



2. Argument d'Eric Dubay :

« Si la Terre pivotait vraiment constamment vers l'Est à plus de 1 609 km/h, des boulets de canon tirés verticalement et d'autres projectiles devraient baisser de manière significative à l'ouest. En réalité, cependant, chaque fois que cela a été testé, des boulets de canon tirés verticalement vers le haut avec une moyenne ascendante de 14 secondes, descendante de 14 secondes, et retombant au sol pas plus de un demi mètres plus loin que le canon, souvent directement dans la gueule du canon. »

C'était également le raisonnement d'Aristote (384-322 av. JC) :

Il est donc manifeste que la Terre est nécessairement au centre et immobile, non seulement pour les raisons que nous venons d'indiquer, mais encore parce que les corps lourds, projetés en haut d'un mouvement forcé en ligne droite, reviennent au même point, même si la force les projettait à une distance infinie.

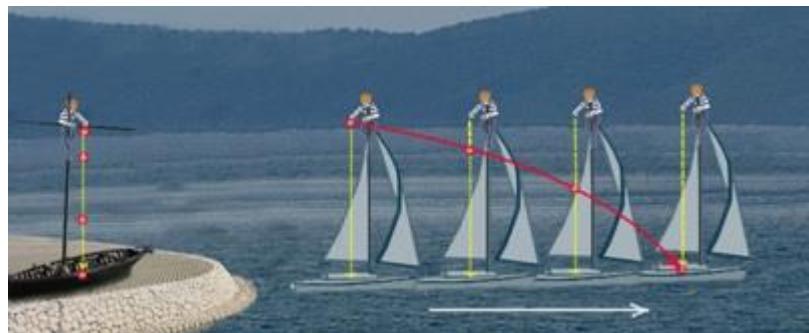
Aristote - La Nature – Physique.

Dans son ouvrage "Dialogue sur deux grands systèmes du monde" (1632) Galilée évoque "l'expérience" de pensée suivante : une pierre est lâchée du haut du mât d'un navire en mouvement. Ses propositions, développées dans le texte suivant, s'opposent aux conceptions aristotéliciennes selon lesquelles la pierre tombe verticalement.

"S'il est vrai que l'impulsion par laquelle le navire avance reste imprimée de manière indélébile dans la pierre après quelle se soit séparée du mât, et s'il est également vrai que ce mouvement n'empêche ni ne ralentit le mouvement vers le bas qui est naturel à la pierre, il s'ensuit un effet de nature étonnante. Admettons que le navire soit immobile et que le temps de chute de la pierre depuis le haut du mât soit équivalent à deux battements de pouls.

Si on fait maintenant avancer le navire et qu'on laisse tomber la même pierre du même endroit, cette pierre, comme nous l'avons exposé, mettra également le temps de deux battements de pouls pour arriver en bas et, pendant ce temps, le navire aura parcouru, par exemple vingt brasses ;

de sorte que le mouvement de la pierre aura été en ligne transversale bien plus longue que la première qui était droite et perpendiculaire, de même direction que le mât. Cependant, la pierre l'aura franchi dans le même temps. Et si maintenant on augmente encore la vitesse du navire, la pierre en tombant décrira une transversale encore plus longue, mais elle la franchira toujours dans le même temps de deux battements de pouls."



<https://www.icem-pedagogie-freinet.org/node/31209>

Etude du mouvement du boulet de canon

a) Référentiel local terrestre supposé galiléen

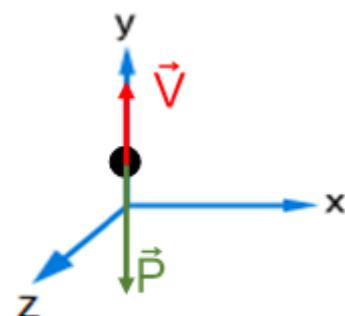
Seconde loi de Newton : $\vec{P} = m \vec{g} = m \vec{a}$ donc $\vec{a} = \vec{g}$

Alors $\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g} t$ (V_0 : vitesse initiale verticale vers le haut)

Donc $V_y = V_0 - gt$

$$V_x = 0$$

$$V_z = 0$$



et donc : $y = y_0 + V_0 t - \frac{1}{2} gt^2$

$$x = x_0$$

$$z = z_0$$

La trajectoire est donc verticale ; à la date $t_m = V_0 / g$ le boulet atteint le sommet de sa trajectoire puis retombe (vitesse négative) selon la même verticale.

b) Référentiel géocentrique supposé galiléen

Seconde loi de Newton : $\vec{P} = m \vec{g} = m \vec{a}$ donc $\vec{a} = \vec{g}$

Dans ce référentiel le boulet possède la vitesse horizontale due au mouvement de rotation de la Terre et, à l'instant initial, la vitesse verticale imprimée par le canon. Le mouvement local peut être considéré comme plan (dimensions très faibles par rapport au rayon terrestre donc courbure négligeable).

Alors $\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g} t$

(V_0 : vitesse initiale verticale vers le haut)

Donc $V_y = V_{0y} - gt$

$$V_x = V_{0x} = V_T$$

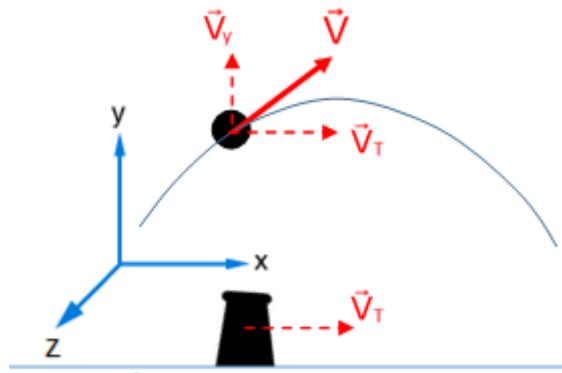
$$V_z = 0$$

Et donc $y = y_0 + V_{0y} t - \frac{1}{2} gt^2$

$$x = x_0 + V_T t$$

$$z = z_0$$

la trajectoire est parabolique.



Dans ce même référentiel géocentrique le canon possède la vitesse horizontale de la Terre. Le boulet et le canon ont donc le même mouvement horizontal et finalement le boulet retombe sur le canon... On faut préciser que dans les deux études les forces de frottement exercées par l'air sur le boulet ont été négligées...

Une **démonstration analogue** peut être menée pour discuter la seconde proposition de M. Dubay :

Si la Terre et son atmosphère pivotaient constamment vers l'Est à 1609 km/h, alors le Nord et le Sud faisant face aux canons devraient établir un contrôle, tandis que les boulets de canon tirés de l'Est tomberaient de façon significative plus loin que tous les autres, alors que les boulets de canon tirés de l'Ouest devraient tomber considérablement plus près. En réalité cependant, quelle que soit la direction d'où les canons tirent, la distance parcourue est toujours la même.

Ainsi donc les argumentations de M. E. Dubay (qui n'a pas dû faire d'études élémentaires de physique) **n'est pas une preuve de l'immobilité** de la Terre. Mais la démonstration ci-dessus ne prouve pas non plus que la Terre soit en mouvement de rotation...