

la courbe en forme de 8 du Soleil*

par Irène TIRASPOLSKY

Professeur agrégé de physique

Imaginons un monde où le plan de l'équateur serait le même que le plan de la trajectoire de la Terre autour du Soleil. Le Soleil resterait toute l'année dans le plan de l'équateur et chaque jour sa trajectoire apparente serait la même : celle du 21 mars ou du 21 septembre, jours des équinoxes. Le Soleil se lèverait exactement à l'est et se coucherait à l'ouest, il n'y aurait pas de saisons. Le jour durerait 12 h comme la nuit.

Imaginons maintenant que la Terre ne fasse qu'un tour sur elle-même pendant qu'elle fait son tour annuel autour du Soleil. Nous verrions alors le Soleil fixe dans le ciel. La moitié de la Terre aurait le jour permanent, l'autre moitié resterait dans la nuit.

Imaginons maintenant que la Terre fasse un tour sur elle-même en un an mais que l'équateur soit comme dans la réalité incliné de $23,5^\circ$ sur le plan de l'écliptique, son orbite autour du Soleil. Que verrions-nous ?

Au cours de l'année, du côté éclairé, le Soleil monterait à $23,5^\circ$ au-

dessus de l'équateur et descendrait à $23,5^\circ$ en dessous, au lieu de rester fixe, il décrirait en un an, une courbe en forme de 8. Si la Terre décrivait un cercle autour du Soleil, ce 8 serait bien symétrique comme sur la figure 1-a. Mais l'orbite de la Terre étant une ellipse, les deux boucles auraient de ce fait des tailles très différentes (figure 1-b).

Un Américain, Dennis di Cicco a réussi à photographier cette courbe, appelée *analemme* du Soleil, entre le 27 février 1978 et le 17 février 1979 (fig. 2, voir photographie de couverture). Comment a-t-il fait, puisque la Terre ne tourne pas sur elle-même en un an ?

Tous les jours à la même heure, nous retrouvons la position que la Terre aurait si elle faisait un tour sur elle-même en un an. Il faut donc un nombre entier de jours solaires moyens entre 2 photographies. Dennis di Cicco a photographié le Soleil tous les 7 jours, exactement à la même heure, 8 h 30 en temps local. La courbe théorique d'axe vertical a été tracée à l'ordinateur. Les dates sont notées.

* Les équations des courbes sont données dans le livret de la série de 20 diapositives « La Terre dans l'Univers » (collection géographie chez Nathan). Cette série de diapositives a été réalisée pour les enseignants de géographie, de physique et les astronomes amateurs.

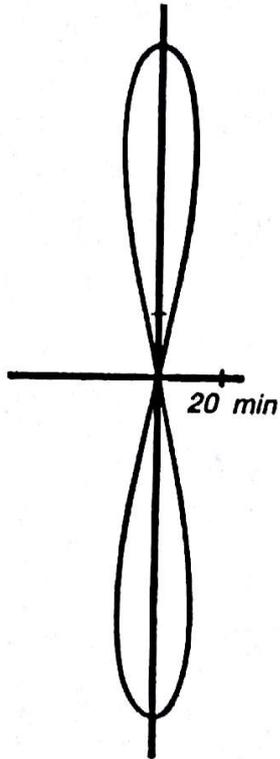


Fig. 1a. — Si l'orbite de la Terre était un cercle, l'analemma du Soleil serait symétrique.

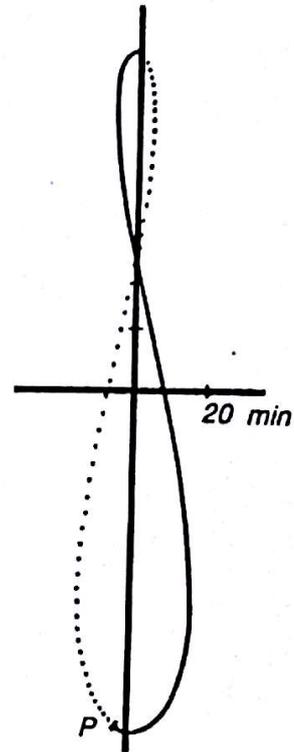


Fig. 1b. — Analemma tracé à l'ordinateur : en P, la Terre est au périhélie.

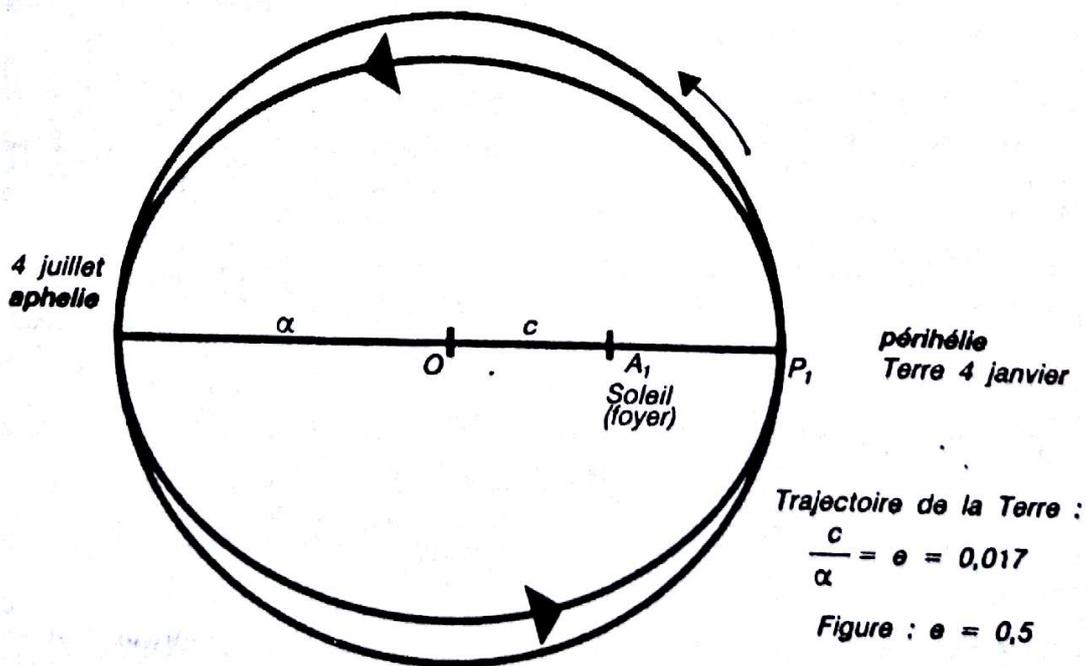


Fig. 3. — Trajectoire elliptique.

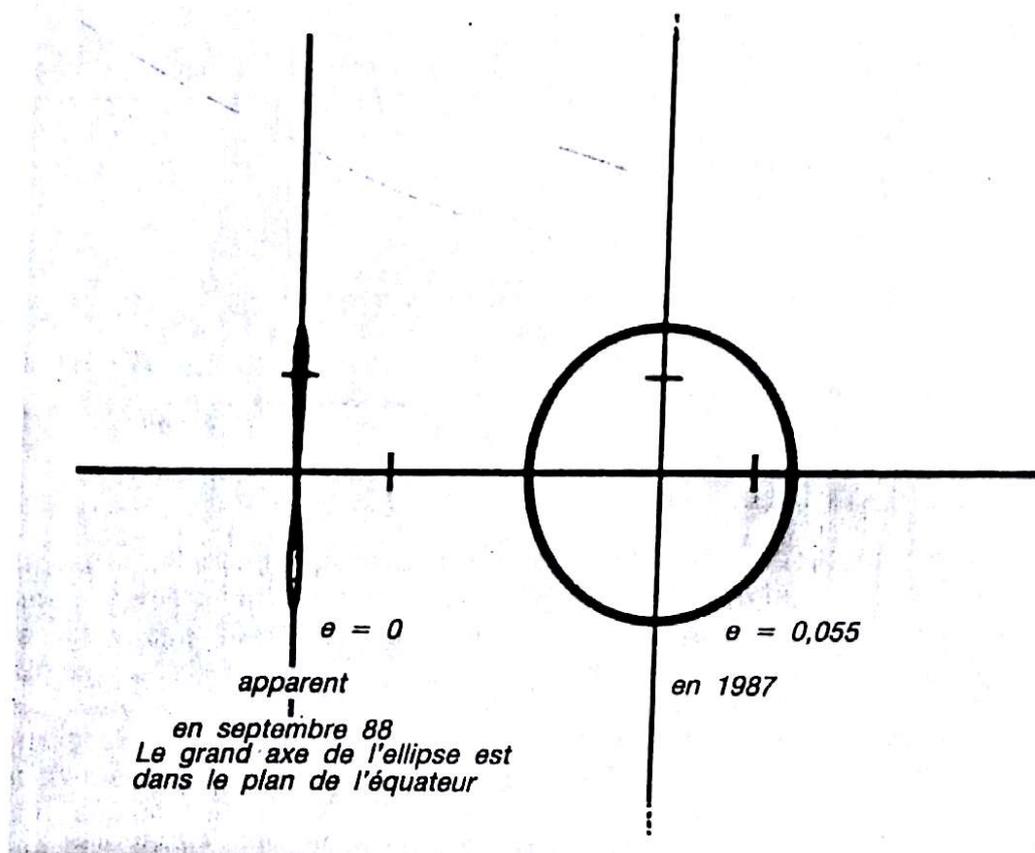


Fig. 4. — Trajectoire apparente de la Terre vue de la Lune.

Visualiser la trajectoire elliptique de la Terre

Une ellipse (fig. 3) est définie par son excentricité liée à ses deux foyers A_1 et A_2 . Si a est le demi grand axe de l'ellipse et c la distance du centre O de l'ellipse à l'un des foyers A_1 ou A_2 , la relation s'écrit $c = ae$. Dans le cas Soleil-Terre :

$$e = 0,017,$$

$$a = 150.10^6 \text{ km}$$

$$\text{donc } c = OA_1 = 2,55.10^6 \text{ km.}$$

Le Soleil occupe l'un des foyers de l'ellipse décrite par la Terre, il est à 2,55 millions de kilomètres du centre O de l'ellipse donc la distance Terre-Soleil varie de 5 millions de kilomètres entre le 4 janvier 1987 où il est le plus près de la Terre et le 4 juillet 1987 où il est le plus loin de la Terre. L'analemme du Soleil visualise cette ellipse (fig. 2).

L'ellipse est visible car le grand axe de l'ellipse fait presque l'angle maximum avec le plan de l'équateur. L'excentricité de l'ellipse se traduit par une vitesse plus grande lorsque la Terre est plus près du Soleil (Deuxième loi de Kepler) c'est-à-dire en décembre et janvier, et une vitesse plus faible lorsque la Terre est le plus loin du Soleil, c'est-à-dire en juin et juillet. Ces effets de vitesse font grossir la boucle en dessous de l'équateur et diminuer la boucle au-dessus de l'équateur.

Le cas où un astre fait un tour sur lui-même pendant qu'il effectue une révolution autour d'un autre astre existe réellement :

Notre Lune fait un tour sur elle-même pendant qu'elle fait un tour autour de la Terre en 27,32 jours. Si nous étions sur la Lune, quel serait le mouvement apparent de la Terre ?

L'équateur de la Lune n'est incliné que de 7° sur le plan de l'orbite. Mais cette orbite est beaucoup plus elliptique que celle de la Terre autour du Soleil : son excentricité est de 0,055 au lieu de 0,017. La situation change au cours des mois car le plan de l'orbite de la Lune tourne. Lorsque le grand axe de l'ellipse est dans le plan de l'équateur lunaire,

c'est comme si l'orbite était un cercle ; on voit alors une petite courbe en forme de 8.

En 1987, le grand axe de l'ellipse était incliné au maximum sur l'équateur, soit de 7° . On constate, sur la figure 4, que la grande boucle a grossi jusqu'à devenir un cercle et que la petite boucle a disparu.

I. T.

