

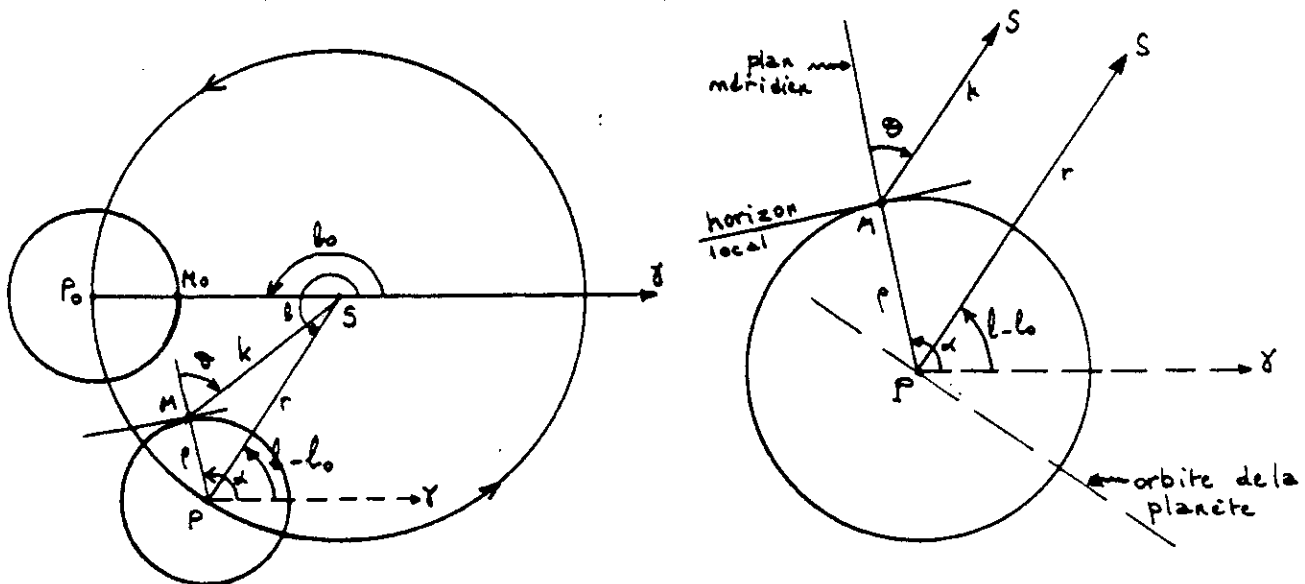
Mouvement apparent du Soleil
vu depuis une planète.

Supposons un moment qu'une sonde spatiale nous ait déposés sur une planète quelconque du Système Solaire (ou d'un autre...). Nous allons devoir apprendre à vivre l'écoulement du temps (jour, année) en utilisant nos habitudes terrestres, c'est à dire en observant le mouvement apparent du Soleil, depuis l'endroit où nous allons "habiter".

1. Etude géométrique.

La planète décrit autour du Soleil une orbite elliptique dont on connaît les paramètres: demi-axe (a), excentricité (e) et période sidérale (\mathcal{C}). Cette planète de rayon ρ tourne sur elle-même. On supposera cette rotation uniforme.

Choisissons l'instant initial tel que le Soleil soit alors vu dans la direction du point vernal δ (équivalent du printemps pour la Terre), et dans le plan méridien. La longitude "écliptique" héliocentrique de la planète est alors $l = l_0 = 180^\circ$.



Quelques temps après, la planète est en P du fait de la révolution, et M_0 est en M, par rapport au Soleil, du fait de la rotation. Les coordonnées polaires du Soleil par rapport à M (méridien et horizon) s'obtiennent par le triangle MPS:

$$\begin{cases} k \cdot \cos \theta = r \cdot \cos(\alpha - (l - l_0)) - \rho \\ k^2 = r^2 + \rho^2 - 2 \cdot r \cdot \rho \cdot \cos(\alpha - (l - l_0)) \end{cases}$$

Pour les planètes connues du Système Solaire, ρ est très petit devant r : même pour Jupiter, $\rho/r < 10^{-4}$. Ainsi les directions MS et PS sont parallèles et les équations se simplifient en;

$$k = r \quad \text{et} \quad \theta = \alpha - (l - l_0).$$

La longitude héliocentrique se calcule par l'équation de Kepler (voir les CC. 26, 27, 28) à partir de l'anomalie moyenne M. En appelant \mathcal{C} la révolution sidérale (mesurée en jours terrestres par exemple), et \mathcal{J} la rotation sidérale (même unité), on a:

$$M = \frac{360^\circ}{\mathcal{C}} \cdot t \quad \text{et} \quad \frac{d\alpha}{dt} = \frac{360^\circ}{\mathcal{J}}.$$

Un cas intéressant est quand \mathcal{C} et \mathcal{J} sont tels que $\frac{\mathcal{C}}{\mathcal{J}} = \frac{p}{q}$ avec p et q premiers entre eux.

2. Calcul de k et Θ .

On se donne les paramètres orbitaux a, e, \mathcal{C} . On choisit $i=0$ ce qui revient à se placer dans le plan orbital, qui est alors le plan "écliptique local". La durée de rotation \mathcal{J} étant connue, la seule variable du problème est le temps t .

Les étapes du calcul sont les suivantes:

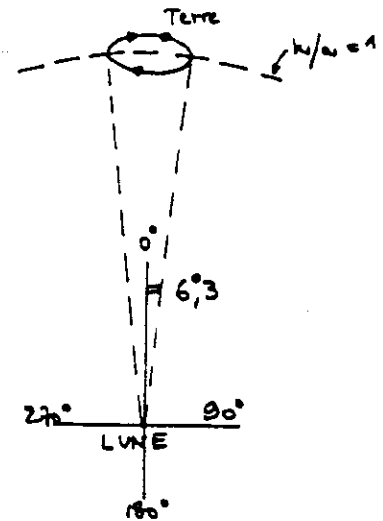
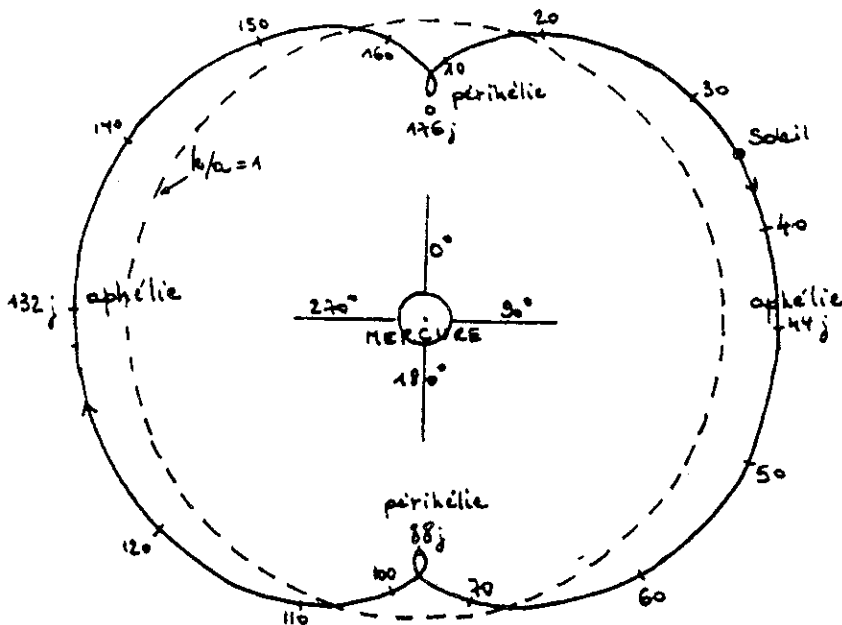
- anomalie moyenne: $M=360^\circ/\mathcal{C} \cdot t$
- anomalie excentrique: $u=M+e \cdot \sin u$ (Equation de Kepler)
- anomalie vraie v par: $\tan\left(\frac{v}{2}\right) = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \cdot \tan\left(\frac{u}{2}\right)$
- longitude héliocentrique: $l=v+\bar{\omega}$ ($\bar{\omega}$ longitude du périhélie, $\bar{\omega}=0$ ici)
- angle de rotation: $\alpha=d\alpha/dt \cdot t$
- distance au Soleil: $r=a \cdot (1-e \cdot \cos u)$ d'où $k/a=1-e \cdot \cos u$
- angle de position apparente du Soleil: $\Theta = \alpha - l + 180^\circ$

On a donc Θ et k/a à l'instant t . Il reste à tracer la courbe $k(\Theta)$ pour différentes valeurs de t .

3. Cas de Mercure.

Les valeurs sont $e=0,2$, $\mathcal{C}=88j$ (jours terrestres) et $\mathcal{J}=58,6...j$. Ainsi, $\mathcal{C}/\mathcal{J} = 1,5 = 3/2$.

Le graphe obtenu montre un résultat quelque peu surprenant: le "jour" mercurien (durée moyenne entre deux levers successifs du Soleil à l'horizon) est le double de l'"année" mercurienne (durée moyenne entre deux passages du Soleil dans une direction de référence, "vu" depuis le centre de la planète).



4. Cas de la Lune.

Ici, $\mathcal{C}/\mathcal{J}=1$ et $e=0,055$ (orbite autour de la Terre). On met en évidence le phénomène de libration, lequel permet de voir, depuis la Terre, 10% de la surface "cachée" de la Lune.

5. Avis aux amateurs.

De tels calculs sont facilités avec l'aide d'un micro-ordinateur, qui peut tracer la courbe $k(\Theta)$ sur un écran. Je conseille ainsi de voir les cas: $\mathcal{C}/\mathcal{J} = 2/3$ ou $3/4$ ou $4/3$ ou 2 ou autres... On obtient d'assez jolies figures! Est-ce la science-fiction ?