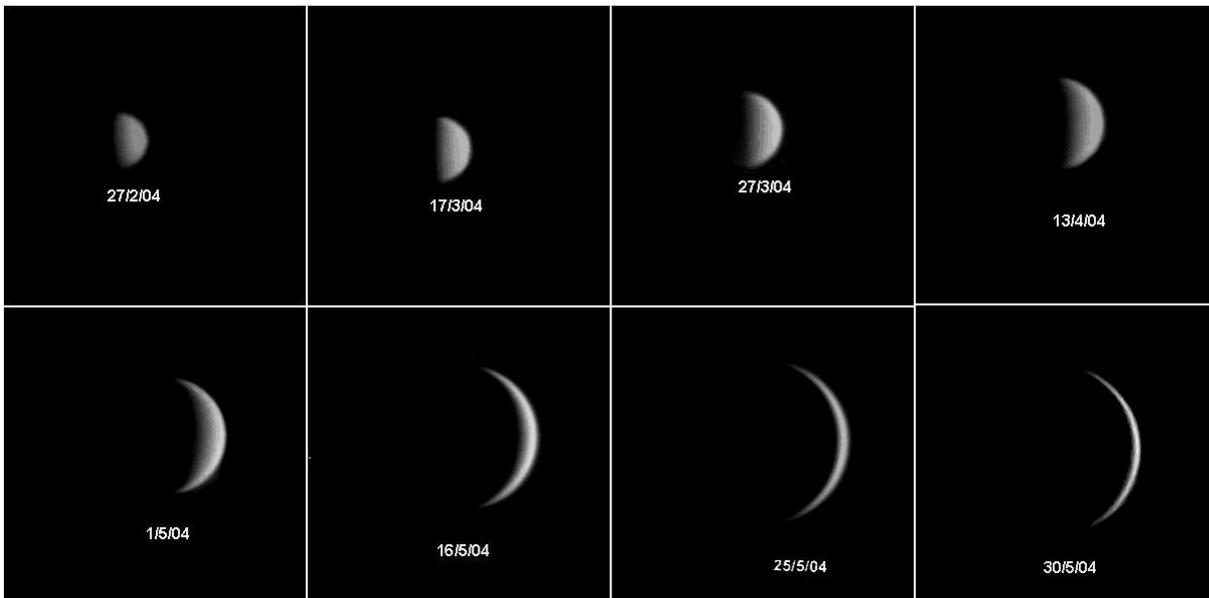


AVEC NOS ÉLÈVES

Une drôle de façon de mesurer le rayon de l'orbite de Vénus

Francis Berthomieu



Quelques photos de Vénus, de février à mai 2004

Exploitation d'une des photos : à l'aide d'un logiciel de traitement d'images, ou au compas sur un tirage papier, on trace avec soin autour du limbe un cercle de diamètre D . On place ensuite le point P sur le bord du terminateur.

On mesure le diamètre D du cercle qui entoure la planète ; exemple du 1/5/2004 : $D = 112$ pixels

On mesure OP et OA (en pixels sur l'image numérique ou en mm sur un tirage papier).

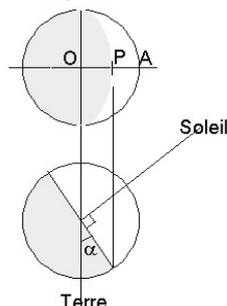
$OP = 21$ pixels $OA = 56$ pixels

La relation $OP/OA = \sin \alpha$ permet le calcul de l'angle α .

$OP/OA = 0,37$ d'où $\alpha = 25^\circ$

On en déduit l'angle Soleil-Vénus-Terre : ici,

$SVT = 90^\circ + \alpha$. On trouve $SVT = 115^\circ$



On procède de la même façon pour les 8 photographies.

Le tableau suivant rassemble les résultats :

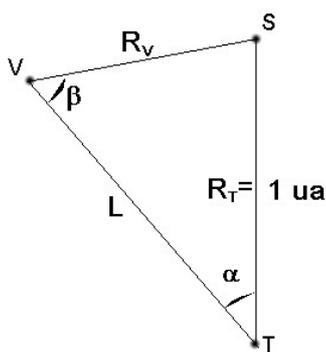
Date	N° du jour	Diamètre d (pixels)	Angle SVT ($^\circ$)
27/02/04	0	52	72
17/03/04	19	64	81
27/03/04	29	72	88
13/04/04	46	88	98
01/05/04	64	110	115
16/05/04	79	148	136
25/05/04	88	162	148
30/05/04	93	172	155

Exploitation.

Sur le schéma qui suit, S , V et T sont respectivement le Soleil, Vénus et la Terre à un instant donné.

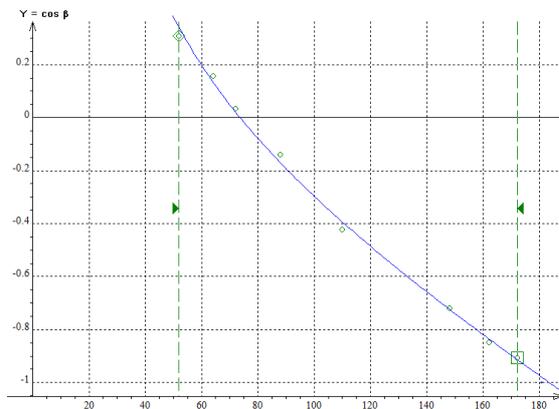
R_V et R_T sont respectivement les rayons des orbites (supposées circulaires) de Vénus et de la Terre.

La distance L entre la Terre et Vénus et le diamètre apparent de Vénus vue depuis la Terre sont inversement proportionnels. A une date donnée, la distance L est donc aussi inversement proportionnelle au diamètre d de Vénus mesuré sur la photo correspondante : $L = k / d$



Enfin, on sait que dans le triangle SVT, on a : $R_T^2 = R_V^2 + L^2 - 2 \cdot R_V \cdot L \cdot \cos \beta$
 Avec $R_T = 1 \text{ ua}$, et $L = k/d$, cela donne : $R_V^2 + (k/d)^2 - 2 \cdot R_V \cdot (k/d) \cdot \cos \beta = 1$
 et enfin : $\cos \beta = [R_V^2 + (k/d)^2 - 1] / [2 \cdot R_V \cdot (k/d)]$
 On pose $Y = \cos \beta$ et l'on se propose de modéliser la fonction $Y = f(d)$.

En introduisant les valeurs obtenues pour d et β dans le tableur REGRESSI, il est immédiat de lui faire calculer $Y = \cos \beta$. Le même logiciel permet de tracer le graphe donnant Y en fonction de d . Il permet enfin et surtout de rechercher automatiquement les valeurs optimales de R_V et k pour que la courbe théorique passe au plus près des points expérimentaux. Voici le graphe obtenu.



Les valeurs de R_V et k proposées par REGRESSI sont $R_V = 0,72 \text{ ua}$ (et $k = 51 \dots$ sans intérêt particulier pour nous).

Nous avons ainsi obtenu une valeur (satisfaisante) du rayon de l'orbite de Vénus.

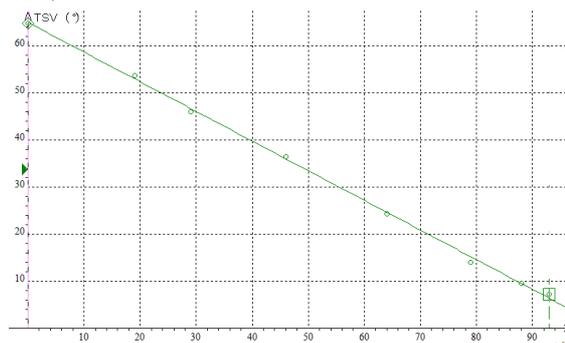
On peut alors poursuivre les recherches : Dans le triangle SVT, $\sin \alpha / R_V = \sin \beta / 1$ donc $\sin \alpha = R_V \cdot \sin \beta$

On en déduit donc la valeur de l'angle α : $\alpha = \arcsin (R_V \cdot \sin \beta)$

Et par conséquent l'angle TSV : $TSV = 180 - \beta - \alpha$
 Voici les résultats trouvés dans REGRESSI

N° du jour	TSV
0	64,8
19	53,7
29	46,0
46	36,5
64	24,3
79	14,0
88	9,6
93	7,3

En traçant le graphique qui donne l'angle TSV en fonction du temps on peut le modéliser par une droite, modélisable sous la forme : $TSV = n \cdot t + b$



REGRESSI trouve $n = -0,63 \text{ °/jour}$: C'est la diminution quotidienne de l'angle TSV.

La Terre tourne autour du Soleil en parcourant environ 1° par jour (en supposant son mouvement uniforme, on trouve $360/365 = 0,98 \text{ °/jour}$).

On en déduit que Vénus tourne de $0,98 + 0,63 = 1,61^\circ$ par jour autour du Soleil : cela correspond à une période sidérale de $360 / 1,61 = 224 \text{ jours}$.

La valeur admise est 224,7 jours... ■

COMPLÉMENT

Suite à l'article "L'effet Doppler et les lois de Kepler" de Cécile Ferrari dans le précédent numéro des Cahiers Clairaut, Pierre Causeret propose ci-dessous un exercice qui, partant des données d'observation, permet de déterminer la masse d'une exoplanète.

Nous devons également corriger une erreur, dans le chapeau de l'article de Cécile Ferrari, j'avais écrit que personne n'a jamais vu une exoplanète dans un télescope ; et oui je suis de la vieille école avec l'œil à l'oculaire ; J'avais oublié que l'on pouvait les photographier. La première fut Fomalhaut b dont l'existence fut soupçonnée en 2005 et qui fut détectée sur des photographies prises par Hubble en 2004 et 2008. En 2010 trois exoplanètes furent photographiées depuis le Mont Palomar autour de l'étoile HR 8799.

Jean Ripert