

1613-2013

Henry Plane et François Bouyer

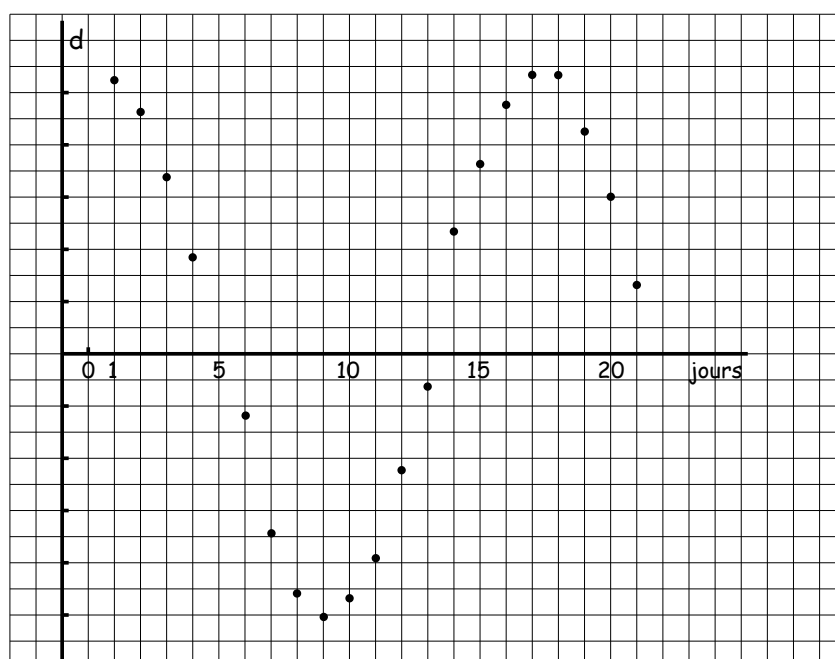
Pour ce quadricentenaire, nous vous proposons un peu d'astronomie, celle qui était enseignée jadis en classes terminales. En effet, c'est en 1613 que Galilée publiait un ouvrage dans lequel il reproduisait avec précision ses observations du ciel entre le 1^{er} mars et le 8 mai 1613. Il s'agissait en particulier des observations de Jupiter et de ses « *planètes de peu de choses* » – ses satellites – qu'il voulait montrer en révolution autour de la planète. Merveille de la technologie moderne, cet ouvrage vénérable est disponible pour tous sur internet : demandez à Gallica le livre publié par Galileo Galilei en 1613. Les relevés qui nous intéressent se situent aux pages 151 à 159.

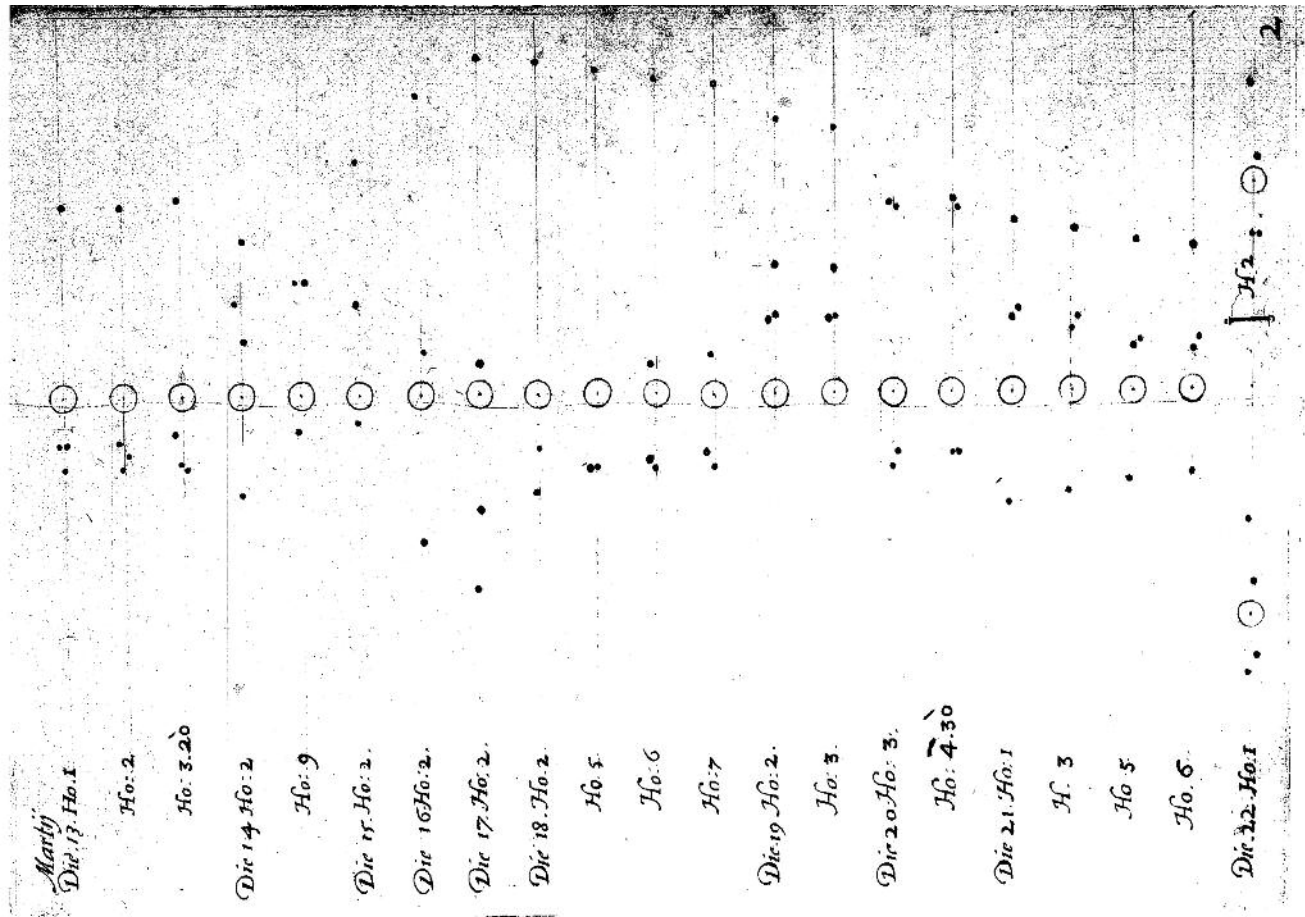
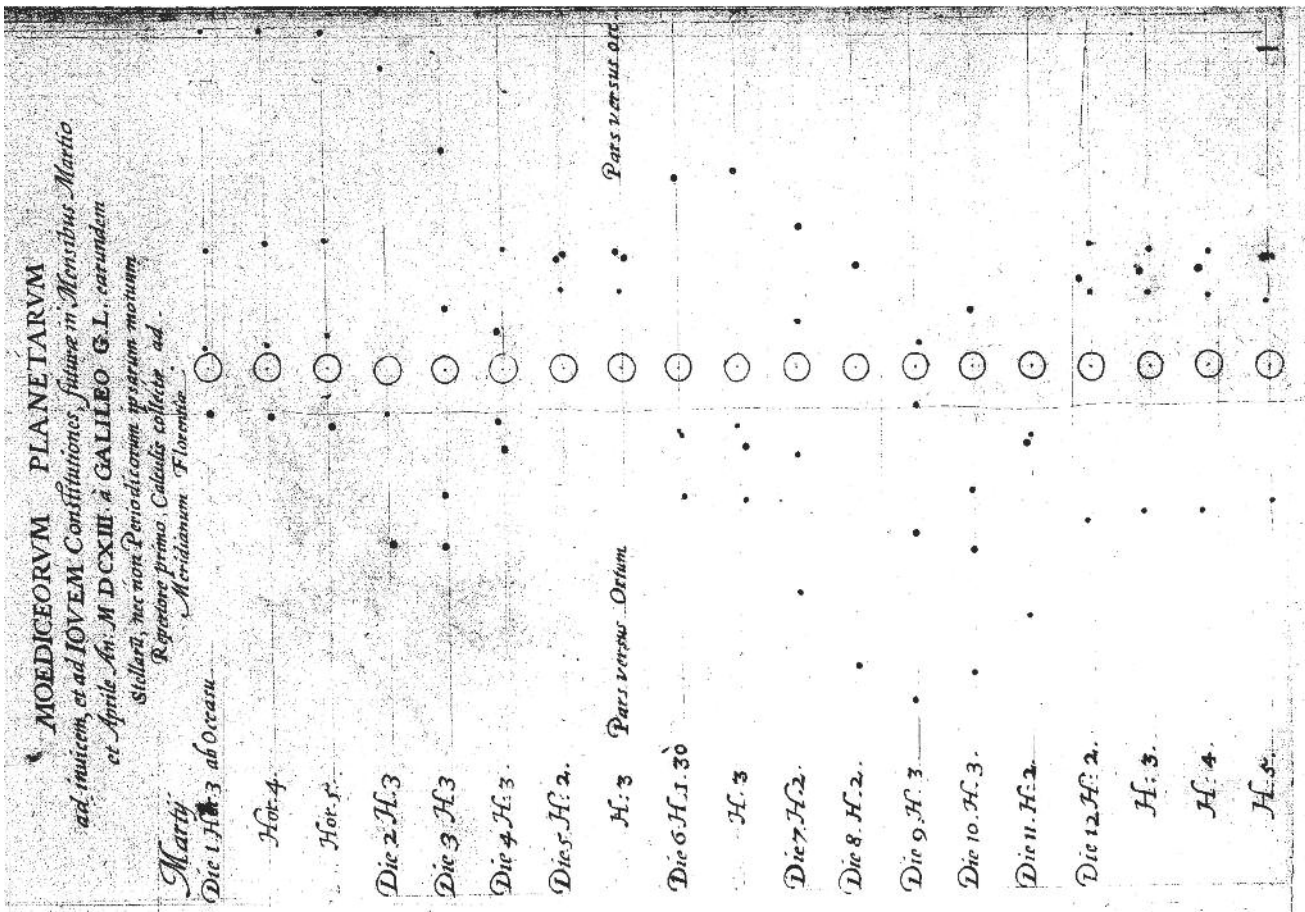
Concentrons-nous sur les deux premières pages, qui contiennent les relevés des nuits du 1^{er} au 22 mars (page 31).

Au centre, Jupiter noté \ominus . Nous constatons que les jours 1, 9, 17, un des points figurant les satellites s'éloigne, tantôt d'un côté tantôt de l'autre, nettement plus loin que ses semblables.

Suivons cette image – il s'agit de Callisto – elle décrit sur un graphique avec le temps en abscisse et l'éloignement en ordonnée une sinusoïde qui est bien la projection d'un mouvement circulaire sur un diamètre – Cela peut s'accorder avec les lois énoncées par Kepler vers 1608/1609 – alors période : 16 ; élongation maximale : 5,2 (cm ! On excusera l'unité ici choisie, bien peu galiléenne...).

Le tracé de la sinusoïde nous permet maintenant par extrapolation de pointer, sur le relevé même de Galilée, les positions de Callisto en dehors des jours où son éloignement est maximal.





On peut alors suivre de façon similaire l'image en « seconde position », dont l'élongation extrême a lieu aux jours 3, 6, 10, 13, 17, toujours tantôt à droite tantôt à gauche. Il s'agit de Ganymède. Il paraît raisonnable de prendre pour période 7, et 3 pour élongation.

Pourquoi ne pas user maintenant de ce qui nous a été donné et que Galilée ignorait sans doute alors : la troisième loi que Kepler énoncera en 1618 ?

« Les cubes des rayons des orbites sont proportionnels aux carrés des périodes de révolution ».

Ici, $T_c = 16$ et $T_g = 7$; $r_c = 5,2$ et $r_g = 3$.

$$\left(\frac{r_c}{r_g}\right)^3 = \left(\frac{5,2}{3}\right)^3 \approx 5,21 \text{ et}$$

$$\left(\frac{T_c}{T_g}\right)^2 = \left(\frac{16}{7}\right)^2 \approx 5,22 .$$

Que peut-on demander de mieux ?

La qualité des observations de Galilée nous permet de nous pencher sur une troisième trace, celle d'Europe. Certaines nuits, quels points choisir ? Ils sont si proches ! Heureusement, les premières courbes tracées permettent de pointer les positions de Callisto et de Ganymède. L'éloignement maximum du troisième satellite ne paraît pas dépasser 1,9 cm... Alors $r_e = 1,9$.

Que nous apprend Kepler ?

$$\text{Si } \left(\frac{r_e}{r_c}\right)^3 = \left(\frac{T_e}{T_c}\right)^2, \text{ alors}$$

$$(T_e)^2 = 16^2 \times \left(\frac{1,9}{5,2}\right)^3, \text{ soit } 3,53 \text{ pour } T_e.$$

Et, à fin de contrôle :

$$\left(\frac{r_e}{r_g}\right)^3 = \left(\frac{T_e}{T_g}\right)^2 \text{ donc } (T_e)^2 = 7^2 \times \left(\frac{1,9}{3}\right)^3$$

soit également 3,53 pour T_e .

Effectivement, un satellite qui n'est ni Callisto ni Ganymède s'éloigne sensiblement de Jupiter les jours 3, 14, 17 et 21. En 2013, une « *Connaissance des temps* » donne la table suivante, dans laquelle D est le rapport du rayon-moyen de l'orbite au rayon propre de Jupiter. Ces dernières valeurs sont à peu près proportionnelles à celles de r que nous avons prises, et nous permettent de retrouver Io, le quatrième satellite.

	T	D	r
Callisto	16 j 0 h 16 min	26,2	5,2
Ganymède	7 j 3 h 42 min	14,9	3
Europe	3 j 13 h 13 min	9,4	1,9
Io	1 j 18 h 28 min	5,9	1,2

On comprend que, sans instrument de mesure des positions relatives, l'estimation faite par Galilée soit méritoire.

Il convient d'ajouter que les calculs faits à cette époque l'étaient directement. Napier n'a présenté ses tables de logarithmes qu'en 1614, lesquelles ne parurent, pour les fonctions circulaires calculées par Briggs, qu'en 1633.

N'est-il pas remarquable d'avoir obtenu d'un document davantage que celui qui l'a établi n'était alors en mesure de le faire ?