

Compétences exigibles : - Exploiter, à l'aide d'un langage de programmation, des données astronomiques ou satellitaires pour tester les deuxième et troisième loi de Kepler

Les quatre plus grandes lunes de Jupiter, les satellites galiléens, Ganymède, Callisto, Io et Europa, peuvent être vu avec un petit télescope ou une simple paire de jumelles. En les observant chaque jour pendant un mois comme l'a fait Galilée en 1610, il est possible, à partir du croquis de leurs positions par rapport à Jupiter, de déterminer la période de révolution, le rayon de l'orbite de chaque lune et d'en déduire, grâce à la 3^{ème} loi de Kepler, la masse de la planète Jupiter.

On utilisera pour cela un programme en Python afin de déterminer la masse de Jupiter.

Doc. 1 La série de croquis

Entre le 7 janvier et le 24 janvier 1610, Galilée réalisa une série de croquis de Jupiter et de ses quatre plus grandes lunes (fig. 1). Une nouvelle série de la position de Jupiter et de ses satellites a été générée par ordinateur pour cette même période afin de simplifier l'étude (fig. 2 page suivante).

Hypothèses :

- les croquis sont à l'échelle.
- le diamètre de Jupiter est connu et vaut environ 143×10^3 km.
- les orbites de chaque satellite sont considérés comme étant circulaires autour de Jupiter.

Donnée :

Constante universelle de gravitation :

$$G = 6,67 \times 10^{11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

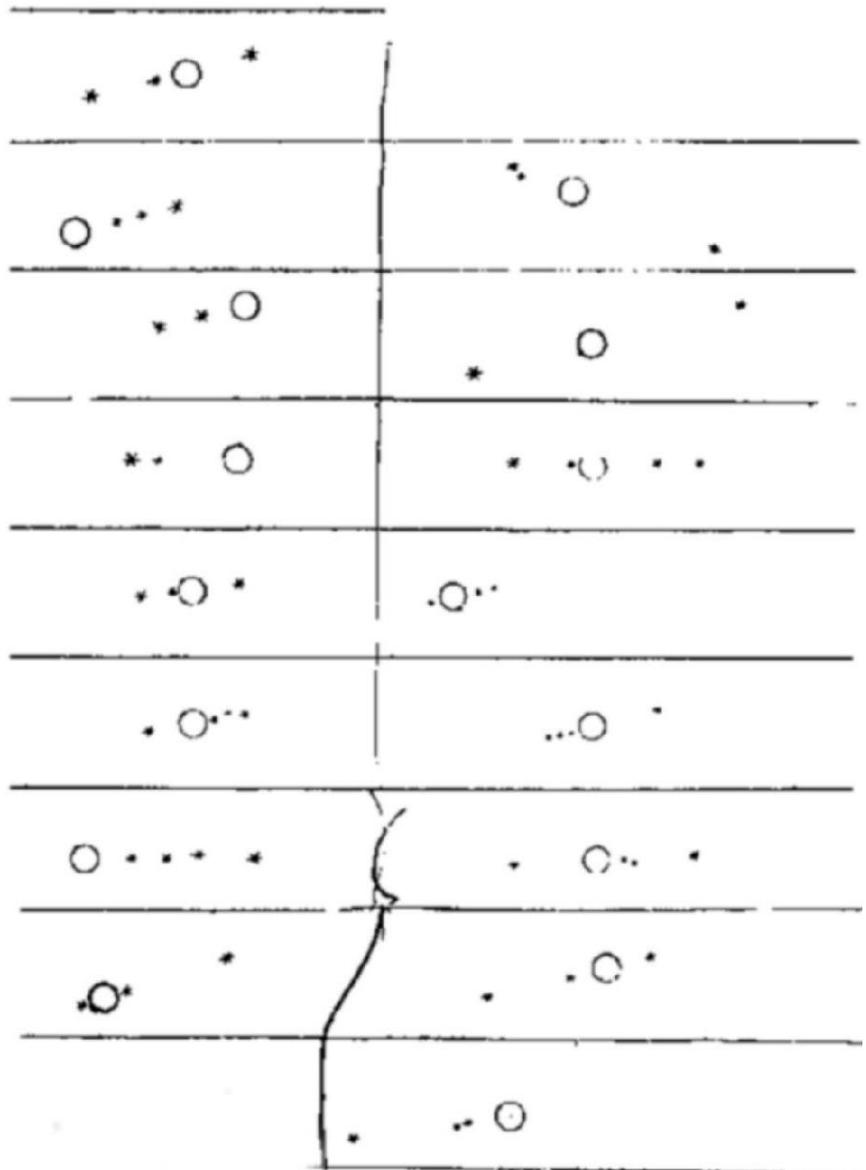


Figure 1. Croquis de Galilée de Jupiter et de ses lunes, réalisés pendant 17 nuits entre le 7 janvier et le 24 janvier 1610. Le croquis en haut à gauche a été réalisé le 7 janvier, et le croquis en bas le 24 janvier. Aucun croquis n'a été dessiné pendant deux nuits (cases blanches)

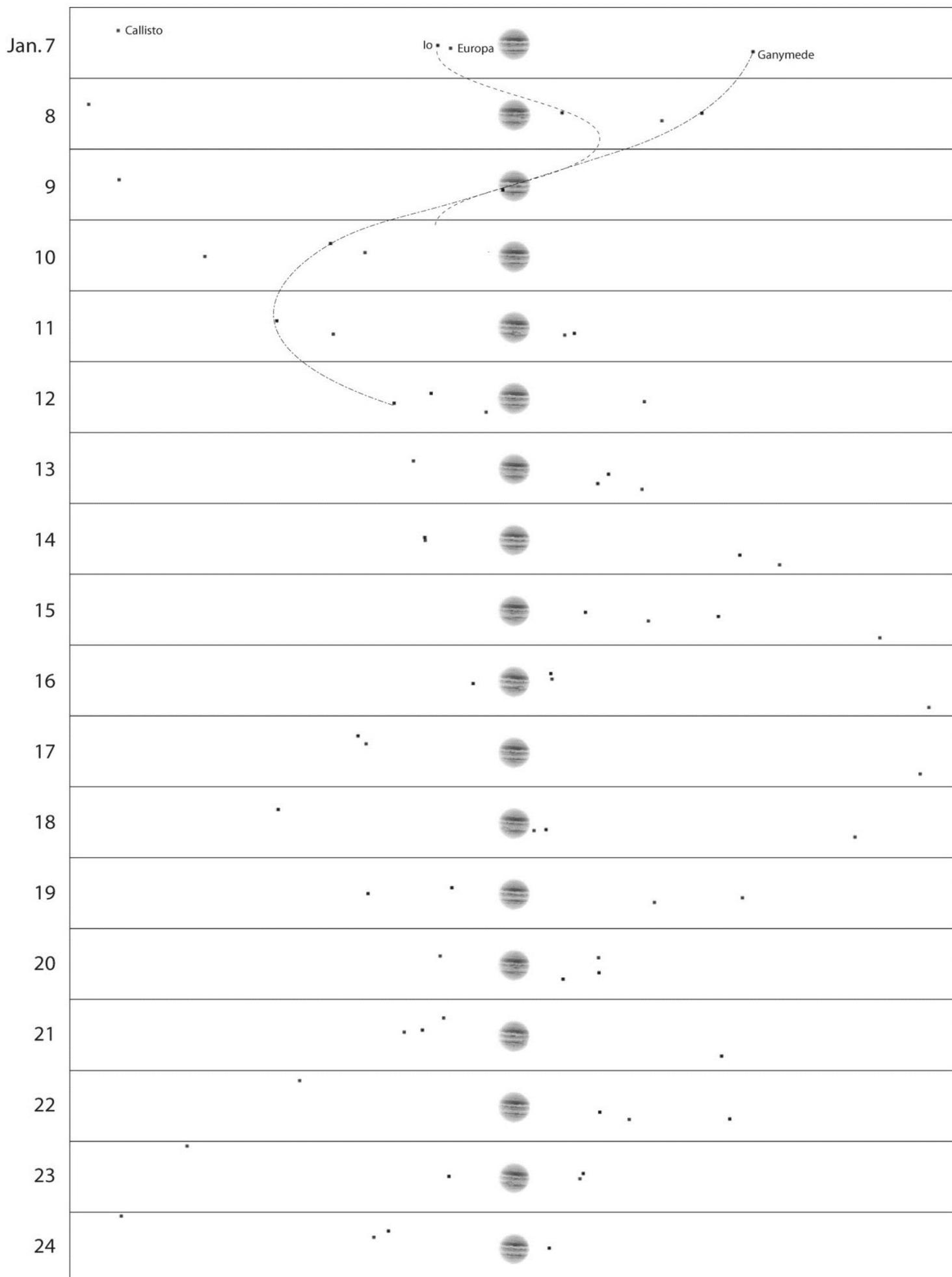


Figure 2. Prédiction de la nuit étoilée autour de Jupiter et de ses quatre plus grandes lunes telles qu'elles apparaissent chaque soir, depuis Venise, du 7 au 24 janvier 1610. Les débuts des courbes des lunes Ganymède et Io sont tracés pour aider à identifier les différents satellites.

1 Etude préliminaire des croquis de Galilée

1. Pour chaque satellite, relier à la main d'une couleur différente ET le plus régulièrement possible, les points successifs sur la fig. 2.
2. En déduire la période de révolution T de chaque satellite, en jours, à partir des chemins que vous avez esquissés sur la fig. 2. Vérifier vos valeurs avec le tableau ci-dessous et compléter pour Ganymède et Callisto.
3. Estimer, en utilisant les hypothèses (notamment la taille de Jupiter) et la fig. 2, le rayon r de l'orbite de chaque satellite en km. Vérifier vos valeurs avec le tableau ci-dessous et compléter pour Ganymède et Callisto.

	Io	Europe	Ganymède	Callisto
Période de révolution T (jours)	1,83	3,66		
Rayon de l'orbite r ($\times 10^3$ km)	$4,0 \times 10^2$	$6,8 \times 10^2$		

2 Détermination de la masse de Jupiter à partir du programme *Python* proposé

- Ouvrir le logiciel *Edupython*.
- Récupérer le programme en lien ci-contre, copier l'ensemble des lignes dans l'interface et enregistrer le programme sous le nom `script_kepler_planetes.py` dans votre dossier perso. <https://bit.ly/PYTHONkepler>
- Lire les grandes lignes du programme pour le comprendre (notamment les commentaires).
- Exécuter ce programme.
4. Comment pouvez-vous justifier qu'il y a bien proportionnalité entre T^2 et r^3 et que donc la 3^{ème} loi de Kepler est bien vérifiée pour les planètes du système solaire ?
 - Proposer une modification de ce programme afin de l'adapter aux satellites de Jupiter étudiés dans la partie 1 et ainsi justifier que la 3^{ème} loi de Kepler est bien vérifiée dans ce cas également.
 - Modifier le programme et l'enregistrer sous le nom `script_kepler_satellites.py` dans votre dossier perso.
5. A l'aide de votre programme, déterminer le coefficient de proportionnalité entre T^2 et r^3 dans le cas des satellites de Jupiter. Toujours en utilisant la 3^{ème} loi de Kepler, exprimer littéralement ce coefficient en fonction de la masse de Jupiter M_J .
6. En déduire la valeur numérique de la masse de Jupiter. Comparer votre valeur avec celle de référence.
Valeur de référence : $M_J \approx 1,90 \times 10^{27}$ kg.

☞ Pour en savoir plus sur les 4 plus gros satellites de Jupiter, c'est ici en vidéo : <https://bit.ly/VIDsatJUP>

