

OBSERVATION

Identification des satellites galiléens de Jupiter à partir d'images CCD

André Debackère,
Atelier Scientifique du collège de Monistrol sur Loire

Les élèves d'un atelier scientifique ont pu identifier les 4 satellites découverts par Galilée en janvier 1610 sur des images réalisées lors de soirées d'observation en utilisant les connaissances acquises sur Jupiter et ses satellites depuis Galilée.

Les images ont été réalisées lors de quatre soirées d'observation les 10, 11, 14 et 15 octobre 2008 (les 12 et 13 le ciel était couvert), avec du matériel fourni par "Sciences à l'école", un Schmidt-Cassegrain de 200 mm avec réducteur de champ et une webcam EUHOU.

Prérequis

- Les satellites de Jupiter tournent dans le sens contraire des aiguilles d'une montre (vus du nord).
- On admettra en première approximation qu'ils décrivent des orbites circulaires centrées sur Jupiter.
- On admettra aussi que l'on voit le système jovien par la tranche depuis la Terre.

Nom	Io (I)	Europe (II)	Ganymède (III)	Callisto (IV)
Période de révolution en jours	1,77	3,55	7,16	16,69
Distance angulaire à Jupiter	2' 27"	3' 54"	6' 13"	10' 56"

Tab.1. Caractéristiques des satellites galiléens de Jupiter

Documents de travail

- Images à grand champ de Jupiter et de ses satellites avec le jour et l'heure de prise de vue étalées sur plusieurs jours.



Fig.1. Exemple d'image réalisée à l'atelier

- Logiciels de traitement d'images : Registax et SalsaJ.

Un peu de géométrie

Vu suivant l'axe des pôles de Jupiter, le mouvement de chaque satellite est un mouvement circulaire centré sur la planète. Vu de la Terre, le mouvement de chaque satellite est un mouvement circulaire projeté sur un diamètre (figure 2).

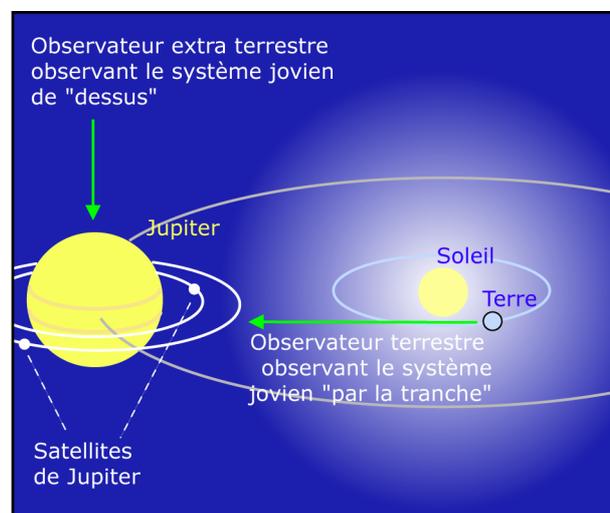


Fig.2. Jupiter vu depuis la Terre

Le schéma suivant (figure 3) montre une coccinelle se déplaçant sur un anneau circulaire, elle passe successivement par les positions 1, 2 et 3 mais lorsqu'on regarde le mouvement de la coccinelle par la tranche on observe qu'elle décrit un mouvement de va-et-vient sur le segment [AB].

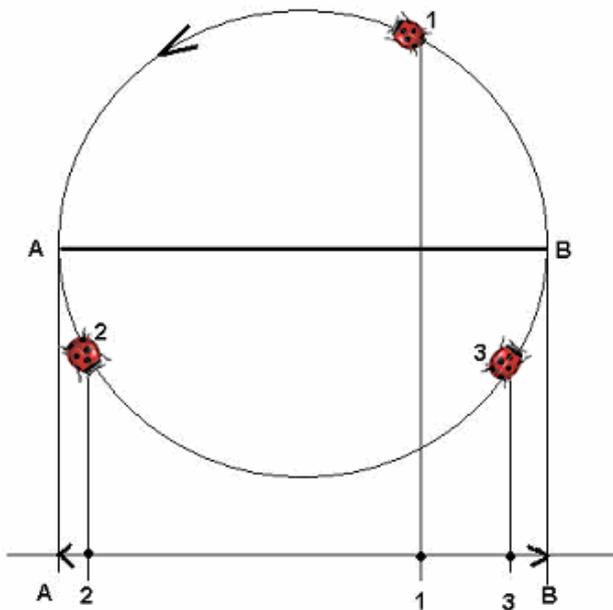


Fig.3. Image d'une coccinelle sur une orbite circulaire. Si on remplace la coccinelle par un satellite, on observe la position de celui-ci sur [AB] et on cherche où il est situé sur son orbite.

Préparation des images

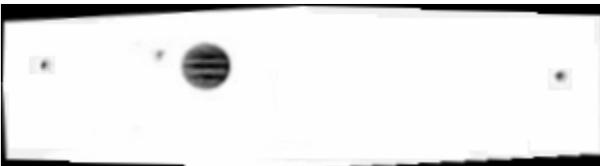
- Couper et enregistrer la partie intéressante de l'image



- Orienter les images en mettant les bandes de nuages de Jupiter parallèles au bord supérieur de la page.



- Passer les images en négatif.



- Utiliser le gabarit pour aligner verticalement les images.

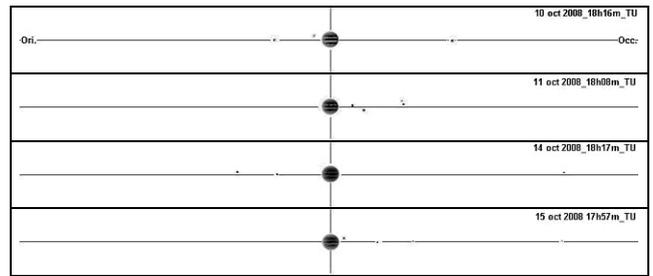
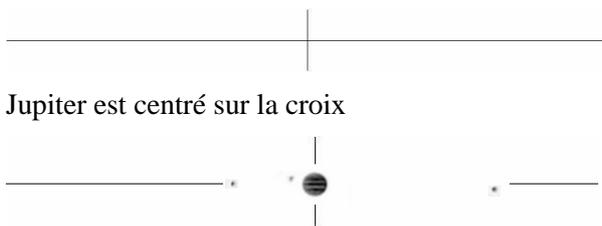


Fig.4. Résultats de quatre soirées d'observation

Exploitation des images

Il faut maintenant identifier ces "petits points" proches de Jupiter. Sur l'image du 10 octobre 2008 (figure 4), on s'intéresse au satellite situé à l'ouest. On le nomme "a". La figure 5 montre qu'il peut s'agir soit de Ganymède soit de Callisto car la droite passant par "a" et perpendiculaire à l'axe est-ouest coupe uniquement les orbites de ces deux satellites.

Il y a deux solutions pour la position de chacun des satellites, mais les positions les plus proches de l'observateur (C1 et G1) ne conviennent pas car le sens de révolution les éloignerait le jour suivant vers l'ouest ce que l'on n'observe pas sur l'image du 11 octobre 2008.

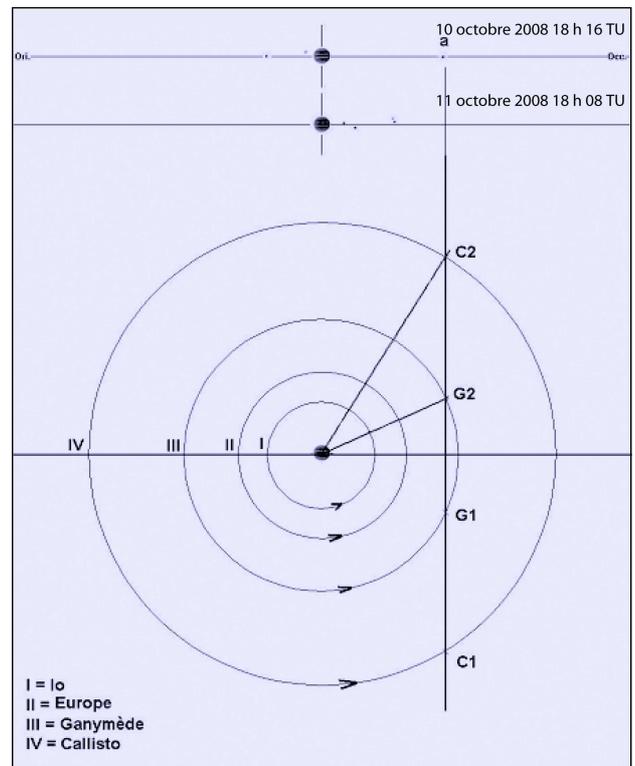


Fig.5. Recherche des positions de Ganymède et Callisto le 10 octobre (par manque de temps, les orbites ont été données toutes tracées aux élèves, leur rayon ayant été calculé à partir de la position de Callisto du 14 octobre).

Un peu de calcul et de géométrie

Pour aller plus loin il nous faut faire quelques calculs, en effet nous avons besoin de savoir de quel angle tourne chaque satellite en 1 jour. Nous allons nous servir du tableau 1. Nous ne ferons pour l'instant que le calcul pour Ganymède et Callisto.

Nom	Ganymède (III)	Callisto (IV)
Période de révolution en jours	7,16	16,69
Angle balayé par jour	50,3°	21,6°

Tab. 2. Vitesse de rotation de Ganymède et Callisto

Nous allons ensuite reporter ces angles à partir des positions C2 et G2 sur les orbites respectives et comparer les positions obtenues aux images suivantes (figure 6).

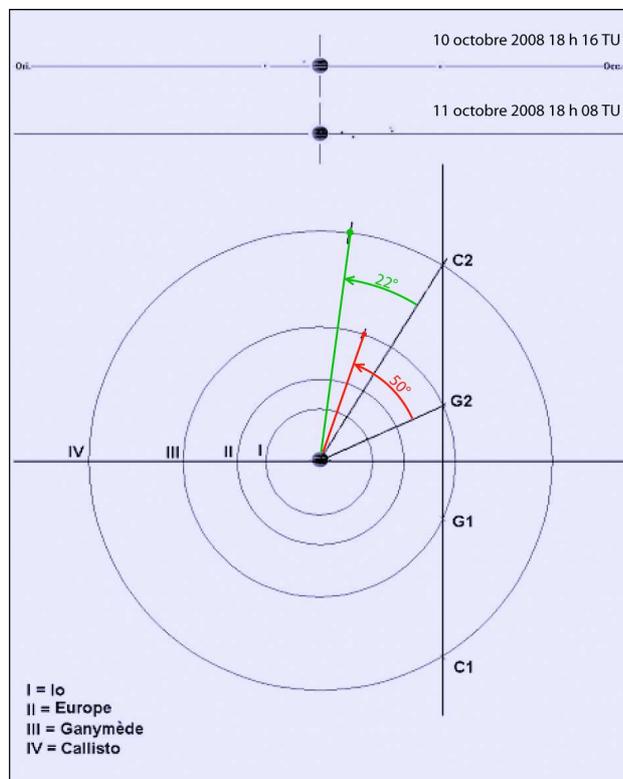


Fig. 6. Positions calculées de Ganymède et Callisto le 11 octobre.

On voit que les positions du 11 octobre pourraient correspondre aussi bien à Ganymède qu'à Callisto. Pour trancher entre les deux, avançons dans le

temps jusqu'à la prochaine image : celle du 14 octobre. Sur cette image l'identification s'améliore car le satellite situé le plus à l'ouest est trop éloigné de la planète et ne peut être que Callisto (IV). Par conséquent le satellite "a" du 10 octobre est Ganymède (III). En revenant en arrière une incertitude subsiste le 11 octobre entre Europe (II) et Callisto (IV). Sur l'image du 10, Callisto est identifié. De la même manière, on reconnaît Ganymède (III) sur l'image du 14.

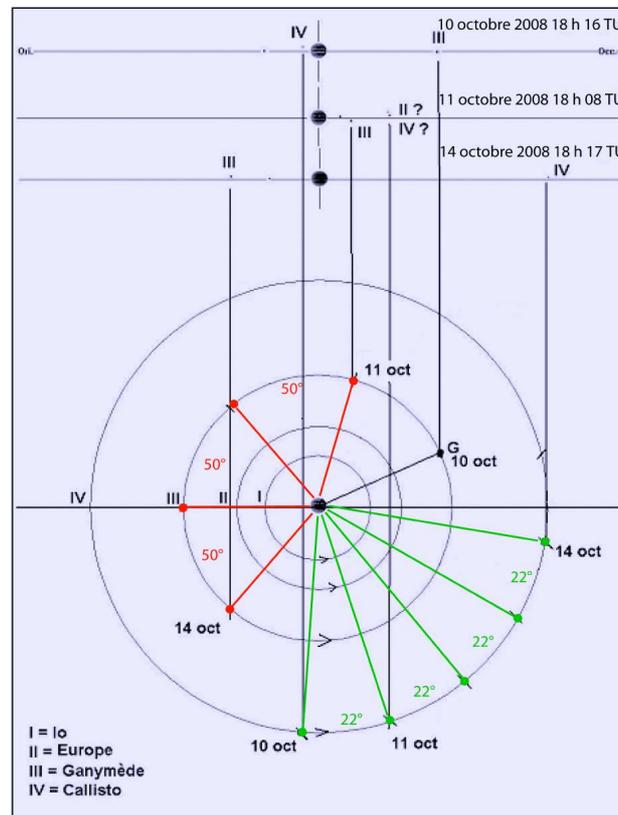


Fig. 7. Positions de Ganymède et Callisto du 10 au 14 octobre 2008

En continuant de la même manière, nous avons pu identifier les quatre satellites sur la photo du 15 octobre. Vous pourrez vous aussi essayer d'y parvenir.

Le lecteur pourra aussi remonter à l'identification des satellites sur les autres images en utilisant la méthode décrite dans cet article. ■

Remue méninges – Pierre Causeret

Cette année, Jupiter et Uranus passent à l'opposition le même jour, le 21 septembre. Dans combien de temps cela se reproduira-t-il ? Les périodes sidérales de la Terre, Jupiter et Uranus sont respectivement 365,256 jours, 4 335,355 jours et 30 708,16 jours.

Solution page 40