



De gauche à droite, montage d'images prises près du maximum de Ganymède éclipant Europe (filtre rouge + infrarouge), Io et Jupiter (filtre infrarouge). Notez la finesse des détails de Jupiter sur cette image.

En médaillon, images montrant l'avancée de l'éclipse d'Europe par Ganymède.



Observation Quand Ganymède éclipse Europe

Regarder les phémus, c'est bien. Participer à une campagne d'observation et savoir analyser ses images, c'est encore plus intéressant !

Passionné par l'observation et l'imagerie des planètes, c'est tout naturellement que je me suis intéressé, en cette année d'équinoxe jovien, aux phénomènes mutuels (phémus) des satellites Jupiter pour lesquels les professionnels organisent des campagnes d'observation. Pour que l'analyse de ces observations soit de bonne qualité, il est important de soigner chaque étape (préparation, acquisition et exploitation), ce que j'ai essayé de réaliser ce 4 août 2009 pour l'éclipse d'Europe par Ganymède.

Il faut d'abord choisir le phénomène à observer, grâce aux éphémérides générées par l'IMCCE1 (voir aussi page 60). Une éclipse d'un satellite par un autre ne sera visible que si la chute de magnitude est significative, alors que les images d'occultations, mêmes rasantes, sont toujours spectaculaires. Concernant cette

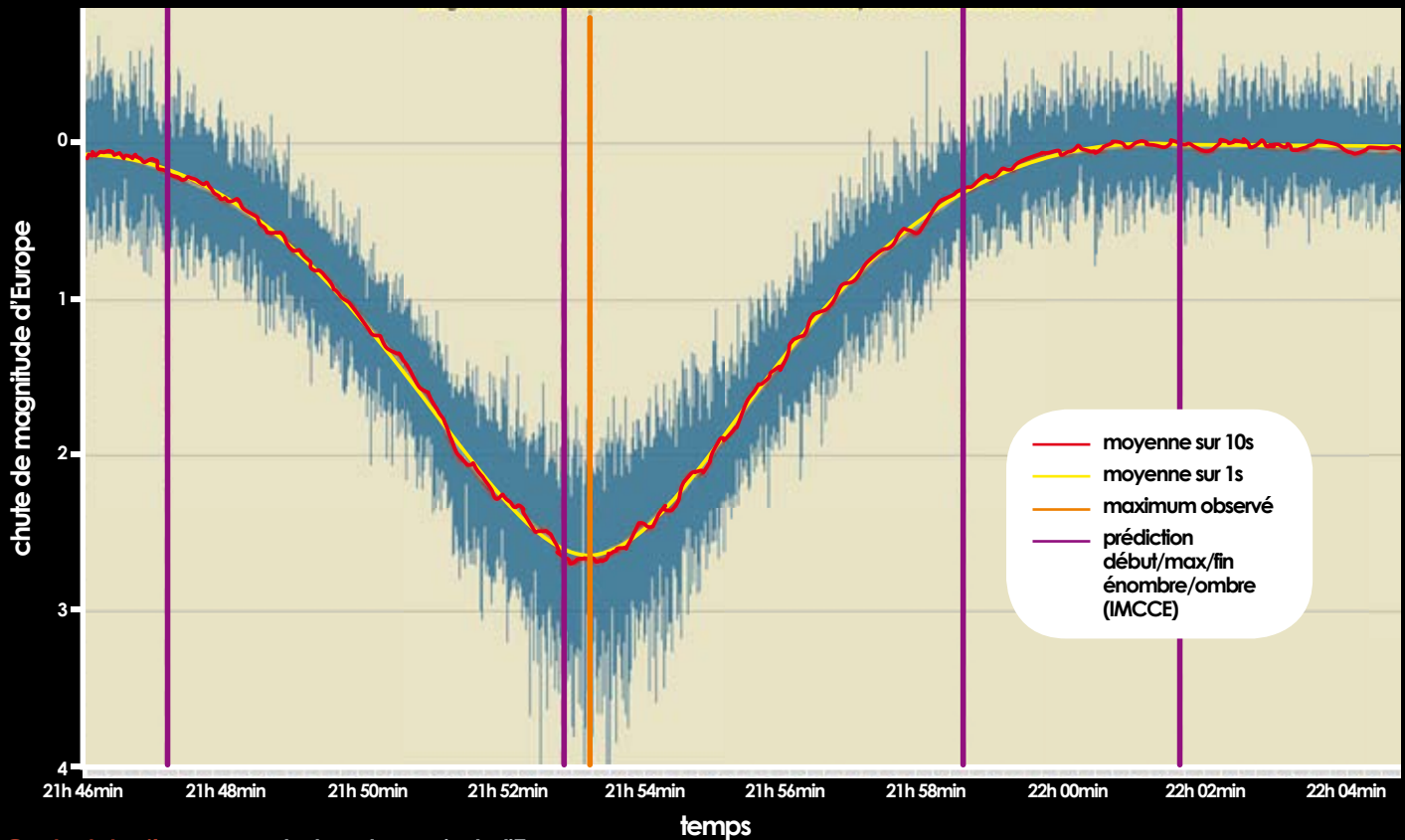
éclipse, j'ai à l'avance simulé le phénomène avec le logiciel WinJupos2 et identifié la position des satellites galiléens autour de Jupiter.

Acquisition

J'ai imagé avec une Barlow 2x sur mon LX200 de 254 mm, un filtre rouge laissant passer l'infrarouge de manière à minimiser la turbulence sans trop baisser la luminosité, et ma caméra SKYnyx 2-0M Lucam Recorder3. Grâce au grandissement assez important j'ai réalisé une animation du phénomène (astrosurf.com/delcroix/videos/phemu_20090804_3ecl2.gif), et même détecté des détails sur Ganymède. Mon temps d'exposition (qui doit être entre 0,1 et 2s suivant la longueur des événements) était de 1/8,3es, ce qui m'a donné un film de 20 000 images à exploiter... J'ai démarré les acquisitions 5 minutes avant et terminé 5 minutes après le temps

théorique des éphémérides (attention, exprimé en temps terrestre, soit 66,184s de plus que le temps universel), pour ne pas rater l'intégralité du phénomène. Les événements peuvent survenir plusieurs dizaines de secondes avant ou après les prévisions des éphémérides. C'est tout l'intérêt de ces observations, qui permettent d'améliorer la modélisation des orbites des satellites galiléens.

Le but étant de générer une courbe de luminosité précise du phénomène, j'ai utilisé un logiciel pour synchroniser régulièrement l'horloge de mon PC Windows sur des serveurs Internet (protocole dit "NTP"). Lucam Recorder a fait le reste en utilisant l'option "timestamp" datant la capture de chaque trame. Néanmoins cette méthode reste insuffisamment précise, c'est un point que je dois améliorer. Les observateurs d'occultations d'astéroïdes se basent eux sur un temps donné par



Courbe de lumière montrant la chute de magnitude d'Europe lors de l'éclipse et le minimum de luminosité estimé.

une antenne GPS et ont des dispositifs pour insérer directement "sur" la caméra le temps précis d'acquisition. Enfin, comme pour toute observation photométrique, "dark" et "flat" (plage de lumière uniforme)⁴ ont été générés pour nettoyer les images réalisées.

Exploitation

Les images, prétraitées avec les "dark" et "flat", ont été alignées sur Ganymède, la luminosité d'Europe lors de l'éclipse ayant chuté drastiquement. Pour générer les données photométriques, j'ai utilisé le formidable logiciel Iris avec sa fonctionnalité de photométrie automatique d'ouverture 3 cercles sur un objet mobile⁵, en mesurant à la fois Ganymède et Europe. Les données de datation ont été introduites dans un tableur (type OpenOffice Calc ou Excel) et transformées comme suit :

$$T = T_c - (\Delta T_c - T_e) - \frac{T_e}{2}$$

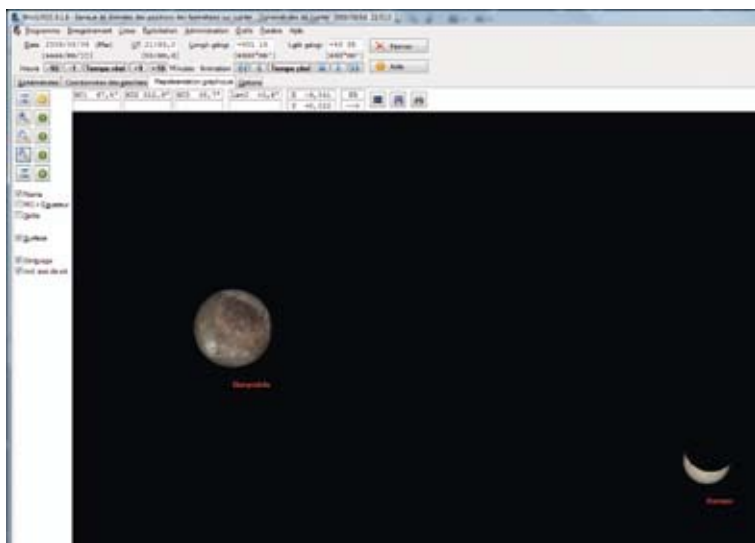
où $T_c, \Delta T_c$ = temps de capture/délai avec la capture précédente fournis par Lucam Recorder,

T_e = temps d'exposition (1/8,3^s).

La luminosité d'Europe a été calibrée sur celle de Ganymède, supposée constante lors de l'acquisition :

$$F_{\text{Calibrée Europe}} = F_{\text{Europe}} \times \frac{F_{\text{Moy. Ganymède}}}{F_{\text{Ganymède}}}$$

Enfin, un graphique de la luminosité d'Europe calibrée en fonction du temps a été tracé. Les moyennes glissantes de ces données sur 10 et 60 secondes pour lisser



WinJupos, logiciel d'éphémérides et d'analyses d'images planétaires, permet de préparer ses observations.

les variations rapides de luminosité ont été ajoutées, sur lesquelles j'ai pu estimer le temps du minimum de luminosité d'Europe, d'une valeur de 23 secondes, supérieure à la prévision de l'I.M.C.C.E.

Conclusion

S'il me reste à améliorer mon système de datation des images, l'écart observé entre le maximum de l'éclipse et sa prévision est

suffisamment important pour être significatif. L'observation de ce type de phénomène mutuel peu fréquent permet de faire avec un peu de méthode et de rigueur, en plus de belles images et animations, une analyse plus scientifique, et un lien entre astronomie d'amateur et besoins en observations des professionnels. A vous de jouer désormais ! ■

Marc Delcroix
astrosurf.com/delcroix

¹ Le site de l'Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides (IMCCE) imcce.fr/phem09 contient des éphémérides et de nombreuses notes techniques.

² Logiciel d'éphémérides et d'analyses d'images planétaires, grischa-hahn. homepage.t-online.de/astro/winjujos.

³ Logiciel d'acquisition compatible avec les caméras Lumenera (SKYnyx) et Imaging Source (DMK, DFK) : astrofactum.de.

⁴ J'utilise une "feuille à flat field" Gerd Neumann : gerdneumann.net/v2/english/eng_flatfield_foil.html.

⁵ astrosurf.com/buil/iris/tutorial15/doc38_fr.htm