

# **Le manuel de l'observateur PHEMU**

## ***Les phénomènes***

Pendant l'équinoxe sur Jupiter (lorsque le Soleil est dans le plan équatorial jovien, tous les 6 ans), les satellites galiléens vont s'occulter et s'éclipser mutuellement. Ces phénomènes sont généralement courts (quelques minutes de temps) et faciles à observer: la chute de magnitude peut atteindre une ou plusieurs magnitudes. Leur observation permet d'obtenir des positions relatives précises entre les deux satellites impliqués. Cette précision est beaucoup plus grande que celle des observations astrométriques directes au sol, atteignant le niveau de certaines observations de sonde spatiale. De plus, les satellites galiléens sont très lumineux.

## ***La période de 2021***

Les phénomènes mutuels se dérouleront autour du prochain équinoxe jovien qui aura lieu le 2 mai 2021. 242 phénomènes sont prévus du 3 janvier au 16 novembre 2021 mais les observations ne seront pas possibles avant le 3 mars du fait de la conjonction Jupiter-Soleil en février. L'opposition de Jupiter se produira le 20 août 2021 facilitant les observations entre ces deux dates. La déclinaison de Jupiter étant négative ( $-16^\circ$  à  $-12^\circ$ ), les observateurs de l'hémisphère Sud seront favorisés. Les observations seront faisables dans l'hémisphère nord mais avec un Jupiter bas sur l'horizon.

## ***Choix d'un phénomène mutuel à observer***

Trois critères doivent être appliqués lors du choix d'un événement à observer:

- Jupiter doit être observable, suffisamment haut au-dessus de l'horizon et le Soleil doit être suffisamment sous l'horizon. Les observations sont possibles au crépuscule mais nécessitent quelques précautions. – Les images du phénomène doivent être faciles à enregistrer: il doit se produire suffisamment loin du disque brillant de la planète (les images infrarouges avec des télescopes à focale longue permettent d'observer

des phénomènes au plus près de Jupiter) et il doit avoir une chute de magnitude suffisante. La baisse de flux prévue doit être supérieure à 5% pour être facilement mesurée. Cependant, lorsque plusieurs événements se produisent au cours d'une nuit, on peut essayer d'observer des événements même difficiles.

- Un autre satellite, différent de celui qui est occulté ou éclipsé doit être présent dans le champ afin d'être une référence photométrique pendant l'observation permettant d'éliminer la brume ou les nuages légers passant dans le ciel pendant le phénomène car nous faisons de la photométrie relative.

Nos logiciels interactifs permettront à l'observateur de trouver les meilleurs phénomènes observables depuis son propre site d'observation. Visibilité des phénomènes pour un site donné sur:

<http://nsdb.imcce.fr/multisat/nsszph517he.htm>

Il convient aussi de bien identifier les satellites pour observer celui qui va être occulté ou éclipsé. On obtiendra la configuration du système jovien à tout moment sur:

<http://nsdb.imcce.fr/multisat/nssima5he.htm>

### ***Le télescope à utiliser***

Les satellites galiléens sont très lumineux et les observations peuvent être faites avec de très petits télescopes. Cependant, certains critères indiquent si un télescope est capable de faire des observations utiles:

-l'instrument doit être très stable pour garantir des images stables pendant toute l'observation et le guidage du télescope doit être sûr afin d'éviter un décalage des images pendant l'observation.

-lunettes ou télescopes même avec une petite ouverture peuvent être utilisés pour observer les phénomènes mutuels.

### ***Détecteur et filtre***

-l'observation est une observation photométrique (mesure de la chute de magnitude lors de l'occultation ou de l'éclipse) réalisée grâce aux images enregistrées. L'observation sera la mesure d'un flux lumineux et il faut éviter tous les dispositifs modifiant le flux lumineux: tout système anti-éblouissement ou tout gain automatique rendra l'observation inutile, assurez-vous que ces dispositifs sont inexistantes ou débrayables sur votre détecteur.

-la longueur d'onde dans laquelle vous ferez l'observation doit être bien connue pour faciliter la réduction. Vous pouvez combiner le profil de sensibilité du détecteur avec un filtre pour diminuer la lumière provenant des satellites galiléens trop brillants mais vous devrez l'indiquer. Le filtre CH<sub>4</sub> à 890nm peut être utile: il assombriera le disque de Jupiter permettant d'observer même avec Jupiter proche des satellites.

### ***La datation du phénomène***

-le timing de l'événement est fondamental. Toutes les observations faites dans le monde seront rassemblées pour l'analyse de la dynamique des satellites. Afin de relier les observations entre elles, nous avons besoin que chaque image soit datée en UTC (temps universel) à 0,1 seconde près. Plusieurs méthodes peuvent le permettre. Dans tous les cas, chaque image doit être datée selon une échelle de temps (interne ou locale). Cette échelle de temps peut être liée à UTC via le GPS, mais si ce n'est pas possible, il suffit de déterminer la différence par rapport à UTC avant et après le phénomène afin d'obtenir la différence et une éventuelle dérive de l'échelle. L'interpolation permettra alors de revenir en UTC pour chaque image. Notez que ce point est très important. Sans synchronisation UTC, une observation est inutile.

### ***Faire l'observation***

Tout d'abord, l'observateur doit identifier le champ bien à l'avance. Nous fournissons des configurations sur notre site Web afin d'identifier les satellites et la taille du champ. Nous avons besoin de la présence de trois satellites dans le champ, le troisième, pas trop proche des autres étant la référence photométrique. Si le satellite éclipsant est suffisamment éloigné du satellite éclipsé, il peut être utilisé comme référence photométrique. Lors de l'observation, veillez à enregistrer le bon champ en identifiant correctement le Nord et l'Est. Choisissez soigneusement le temps d'intégration et la fréquence des images. Une plus grande intégration du temps (temps d'exposition pour chaque image) augmentera le rapport signal / bruit mais méfiez-vous de la forte luminosité de les satellites. Plus de 10 images par seconde rendront la réduction difficile.

La prédiction des phénomènes n'est pas très précise et le phénomène peut commencer plusieurs minutes avant le temps prévu. Alors, commencez à observer au moins cinq minutes avant le début prévu. A des fins photométriques, enregistrez les satellites impliqués séparément

avant ou après le phénomène. Pour cela, vous devrez peut-être faire des images (pendant une ou deux minutes) des satellites 15 ou 30 minutes avant ou après chaque phénomène. La plupart du temps, cela n'est possible qu'avant ou après l'événement en raison du mouvement des satellites s'approchant de Jupiter ou de l'arrivée du crépuscule.

Pour que la séquence d'observation soit soigneusement suivie:

- soyez sûr de l'échelle de temps
- faites une observation des satellites séparément soit avant soit après le phénomène ou mieux, avant et après
- commencer l'observation au moins cinq minutes avant le début prévu et arrêter au moins cinq minutes après la fin prévue

### ***La réduction des données***

Le résultat final de l'observation est une courbe de lumière, c'est-à-dire un fichier de valeurs successives du flux lumineux, chacune daté en UTC ou à une échelle de temps référencée à UTC. Vous pouvez effectuer vous-même cette réduction comme suit:

- Mesure du flux de chaque satellite présent dans le champ en soustrayant le fond du ciel de chaque mesure (d'abord les satellites séparément comme observé, ensuite les satellites pendant la un événement).
- Utiliser le satellite de référence pour éliminer l'absorption en divisant le flux des satellites observés par le satellite de référence

Une note technique Phemu est disponible pour vous aider à la réduction :

[https://www.imcce.fr/content/medias/recherche/campagnes-observations/phemu15/notes\\_tech/note05-fr.pdf](https://www.imcce.fr/content/medias/recherche/campagnes-observations/phemu15/notes_tech/note05-fr.pdf)

Votre courbe de lumière est maintenant prête à être envoyée pour une analyse globale.

### ***Envoi de votre observation***

Un site est prévu pour que vous téléchargez votre observation :

<http://www.sai.msu.ru/neb/nss/phemuobsai.htm>

Vous pouvez aussi envoyer votre enregistrement brut (même des images en format fits) accompagné d'un rapport indispensable pour une analyse de vos données utilisant la fiche d'observation à

<https://www.imcce.fr/content/medias/recherche/campagnes-observations/phemu15/fiche-obs-phemu-v4-fr.txt>