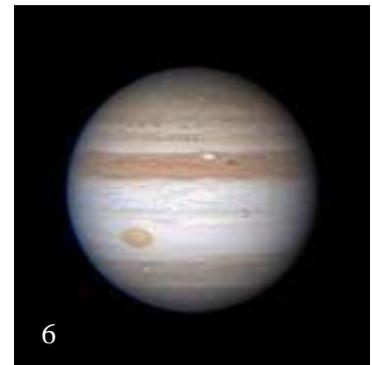
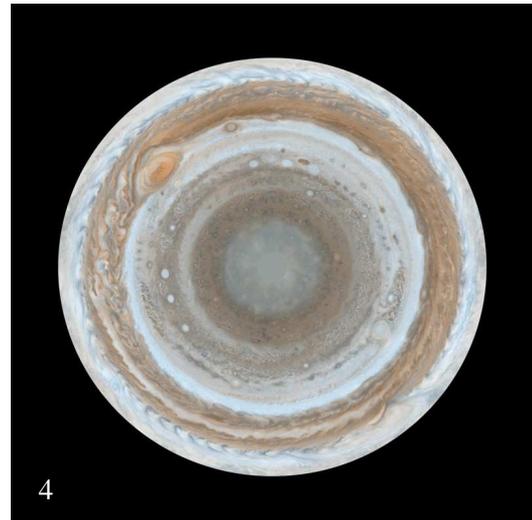
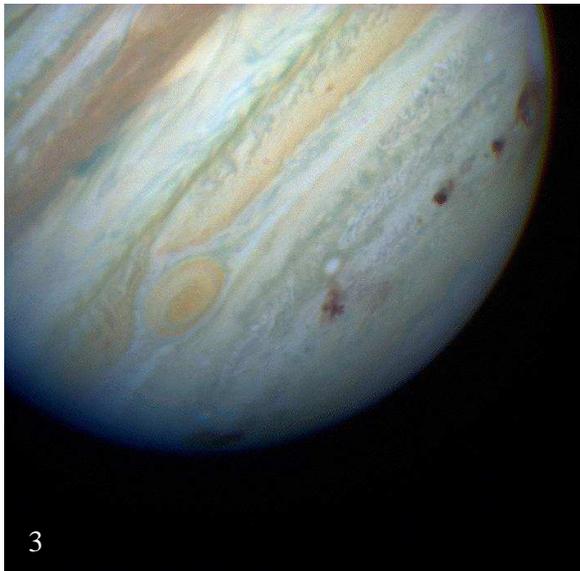
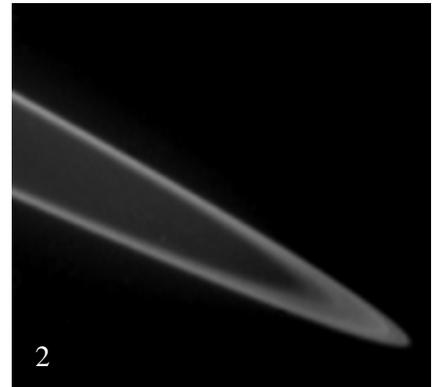


THÈME : JUPITER



1. Jupiter dans le Scorpion, au-dessus d'Antarès, crédit Pierre Causeret ; 2. Anneaux Jupiter, crédit NASA ; 3. traces de la chute de la Comète Shoemaker Levy 9 : © NASA/Hubble Space Telescope Comet Science Team ; 4. Jupiter du pôle sud NASA/JPL/Space Science Institut 5. Les quatre satellites galiléens crédit photo : NASA/JPL/DLR ; 6. Jupiter a perdu une bande (peut-être cachée par des nuages d'altitude) photo Anthony Wesley 18 mai 2010.

Jupiter, notions de base et repères historiques

Pierre Causeret, pierre.causeret@wanadoo.fr

La planète Jupiter passe à l'opposition à la fin de l'été. C'est le moment de l'observer et de la faire observer à nos élèves. Voici quelques rappels sur les phénomènes observables, les techniques d'observation et l'histoire des découvertes.

Jupiter à l'œil nu

Jupiter sera situé à l'opposé du Soleil le 21 septembre 2010. Ce jour-là, la planète se lèvera au coucher du Soleil et se couchera à son lever. Elle sera donc visible pendant les 12 heures de la nuit.



Fig.1. Jupiter à l'opposition le 21 septembre

Sa magnitude sera de -2,8, ce qui en fait de loin l'objet le plus lumineux de cette région du ciel. Jupiter sera en effet dans la constellation des Poissons, tout à côté du Verseau, dans une région très pauvre en étoiles brillantes. Vous pourrez suivre sa rétrogradation de fin juillet à fin novembre. Son amplitude est plus faible que la dernière rétrogradation de Mars (10° contre 20°) à cause de son plus grand éloignement.

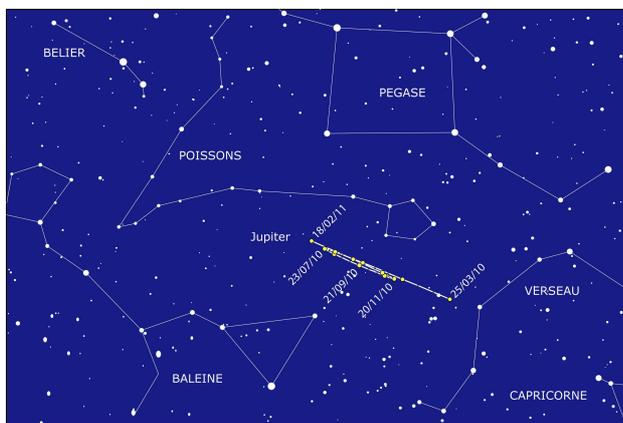


Fig.2. Jupiter et la rétrogradation de 2010, entre Poissons, Baleine et Verseau.

Les oppositions de Jupiter reviennent tous les 13 mois environ (sa révolution synodique) et se décalent à peu près d'une constellation. Au bout de 12 ans (révolution sidérale), Jupiter revient dans la même région du ciel. Les prochaines oppositions de Jupiter auront lieu en octobre 2011 dans le Bélier puis en novembre 2012 dans le Taureau...

Jupiter au télescope

Avec la Lune et Saturne, Jupiter fait partie des objets les plus spectaculaires à observer dans un petit instrument. On y voit les deux bandes principales de l'atmosphère de Jupiter ainsi que les quatre satellites galiléens, Io, Europe, Ganymède et Callisto. L'observation de ces satellites avec des élèves et le suivi de leur position sont des activités toujours riches. On peut réaliser une maquette pour mieux comprendre pourquoi on les voit toujours presque alignés. On peut aussi facilement simuler ces mouvements avec un logiciel de géométrie.

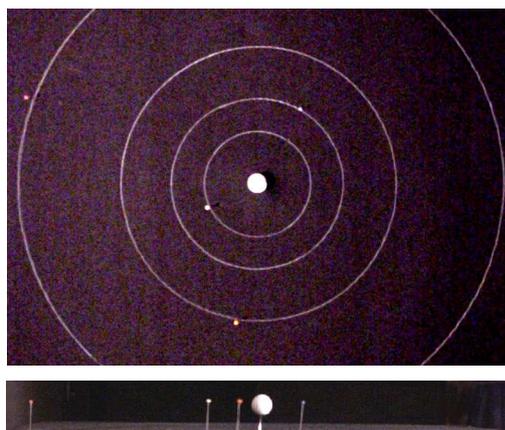


Fig. 3. Une maquette de Jupiter et de ses satellites, vue de haut et vue de profil à l'échelle de 1 cm pour 80 000 km. Les rayons des orbites sont de 5,3 cm, 8,4 cm, 13,4 cm et 23,5 cm. Jupiter mesure 1,7 cm de diamètre

	Io (I)	Europe (II)	Ganymède (III)	Callisto (IV)
Période (jours)	1,76914 j	3,55118 j	7,15455 j	16,68902 j
Distance à Jupiter (km)	422 000	671 000	1 070 000	1 883 000
Diamètre (km)	3 640	3 130	5 270	4 810
Magnitude à l'opposition	5	5,3	4,6	5,6

Tab.1. Caractéristiques des satellites de Jupiter

Si on connaît la période de rotation d'un satellite ainsi que sa distance à la planète, on peut calculer la masse de Jupiter.

Les phénomènes des satellites de Jupiter

En tournant autour de Jupiter, les satellites peuvent passer devant la planète, projeter leur ombre à sa surface, se cacher derrière la planète ou encore traverser l'ombre de Jupiter (figure 4).

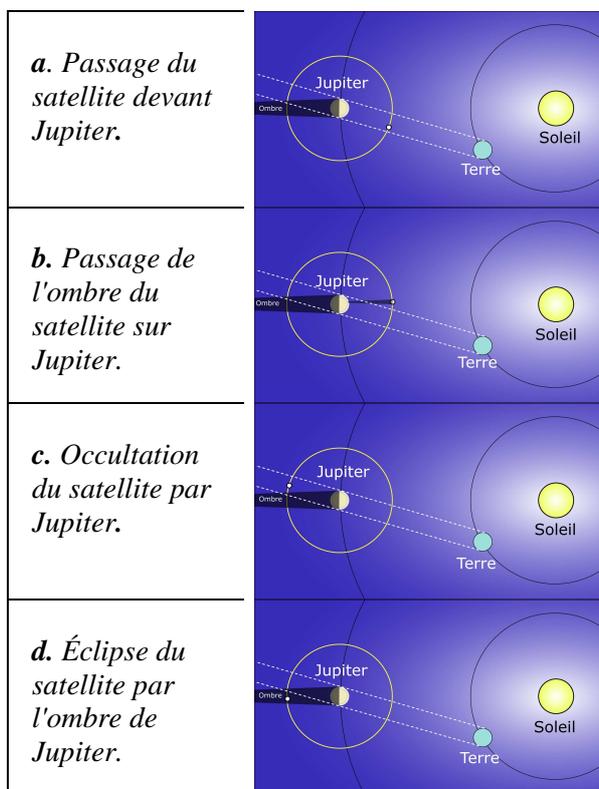


Fig.4. Les quatre types de phénomènes classiques des satellites de Jupiter. D'un dessin à l'autre, seule la position du satellite change.

Passage du satellite devant la planète (figure 4a).

Abréviations : P.C. (Passage Commencement) et P.F. (Passage Fin). Le phénomène est visible depuis la Terre si Jupiter est levé mais dans la pratique, il est très difficile de voir un point clair sur fond clair.

Passage de l'ombre du satellite sur Jupiter (figure 4b)

Abréviations : O.C. (Ombre commencement) et O.F. (Ombre Fin). Il vaut mieux utiliser un fort grossissement pour l'observer.

Occultation du satellite par la planète (figure 4c)

Abréviations : IM (Immersion) et EM (Émersion). Le satellite se cache derrière la planète.

Éclipse du satellite par Jupiter (figure 4d)

Abréviations : E.C. (Éclipse Commencement) et E.F. (Éclipse Fin). Suivant la position de la Terre sur son orbite, on ne voit qu'un seul des deux phénomènes (E.F. sur la figure 4d). On peut voir exceptionnellement les deux à l'instant de l'opposition.

Les horaires de ces phénomènes sont donnés sur différents sites comme celui de L'Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides (www.imcce.fr) ou dans de nombreux ouvrages.

Juillet									
j	hhmm.m	sat	ph.	j	hhmm.m	sat	ph.	j	hhmm.m
1	139.2	I	E.C.	8	2015	III	P.F.	16	6 7
1	517	I	EM.					16	1324
1	743	III	O.C.	9	042	I	O.C.	16	16 2
1	1057	III	O.F.	9	2 3	I	P.C.	16	1612

Fig.5. Page du site de l'IMCCE donnant les horaires des phénomènes des satellites pour juillet 2010. Sur la ligne 1, on lit que le 1er juillet à 13 h et 9,2 min (139,2), le satellite Io (I) commencera à être éclipsé (E.C.)

Jupiter, ses satellites et le problème de la longitude

Avec les grands voyages à partir du XVI^e siècle, il était important de pouvoir retrouver une nouvelle terre et donc de connaître sa latitude et sa longitude. La latitude se détermine facilement avec la hauteur de l'étoile Polaire par exemple. Pour la longitude, le problème est plus délicat. L'écart de longitude entre deux points sur Terre correspond à un décalage horaire. Il est facile de trouver son heure locale. Mais il est plus difficile de connaître l'heure du méridien origine en l'absence d'horloge précise utilisable sur un bateau. Une des méthodes consiste à connaître l'heure au méridien de Paris d'évènements astronomiques et de comparer avec l'heure locale de l'évènement que l'on aura observé. Il peut s'agir d'éclipses de Lune (mais c'est rare), de la position de la Lune par rapport aux étoiles ou encore d'éclipses de satellites de Jupiter. On n'utilise pas les passages ou occultations qui dépendent de la position de l'observateur ni les passages de l'ombre un peu délicat à observer. Si on observe un début d'éclipse de Io, on note l'heure locale, on compare avec l'heure prévue à Paris et l'écart donne directement la longitude. Mais pour cela, il faut des tables précises, ce qu'a essayé de faire Römer à la fin du XVII^e siècle.

Photographier les satellites de Jupiter

Pour travailler sur les positions des satellites de Jupiter, la photo est plus précise que le dessin. Il faut un champ d'au moins 21' si on veut pouvoir photographier Jupiter au centre et Callisto au plus loin. Si on dispose d'un champ un peu plus petit, il faudra parfois décentrer la planète. Voici deux méthodes simples utilisables avec des élèves.

Avec un appareil photo numérique (APN) compact



Fig.6. Installation de l'APN sur la lunette avec un oculaire de 20 mm.

Il existe des systèmes de fixation d'un petit appareil sur un instrument pour que son objectif soit parfaitement dans l'axe de l'oculaire. Il faut que l'oculaire choisi se prête à ce type d'image.

On vise Jupiter à l'œil, on règle la netteté, on installe l'APN, on règle si possible en manuel le temps de pose et éventuellement la netteté. Suivant le type d'APN, les résultats sont très variables. On peut avoir davantage de détail en zoomant avec l'appareil mais si on veut faire des images à différentes dates, on risque d'avoir à chaque fois une focale différente et de gros problèmes pour comparer les clichés. Des essais sont indispensables.



Fig.7. Résultat sans zoom, pose de 1 seconde



Fig.8. En zoomant et avec une pose plus courte (1/50 s)

Avec une webcam

Une webcam sans objectif peut s'adapter sur un porte oculaire moyennant un adaptateur fabriqué ou acheté (figure 9). L'ordinateur est alors indispensable. Avec une lunette de 800 mm de focale, une webcam dont le capteur mesure 4 mm de longueur donne un champ de 17'. Il faut donc utiliser une focale pas trop longue si on veut faire des images des satellites (600 mm par exemple), une grande focale avec éventuellement une lentille de Barlow servira à faire des images de la planète. Pour l'utilisation de la webcam, vous trouverez de nombreuses aides dans les clubs d'astronomie ou sur Internet.



Fig.9. Installation de la webcam sur la lunette (ici avec une barlow).

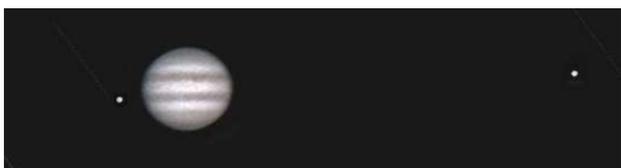


Fig.10. Jupiter et deux de ses satellites pris avec une webcam. La luminosité des satellites a été augmentée ici avec un logiciel de retouche photo (photo SAB).

Jupiter, histoire des découvertes

1610 (janvier) : Galilée découvre les quatre principaux satellites de Jupiter.

1660 : Cassini observe des taches et des bandes sombres dans l'atmosphère de Jupiter. Il calcule ainsi sa période de rotation.

1664-1665 : Hooke et Cassini ont sans doute observé ce qu'on appellera plus tard (1876) la grande tache rouge.

1676 : Römer montre que la vitesse de la lumière est finie grâce à l'observation des éclipses de satellites (voir page 9).

1938 : Observation de nouvelles taches à la surface de Jupiter. Celles-ci ont fusionné à la fin du siècle.

1973-74 : Premiers survols par les sondes Pioneer 10 et Pioneer 11 qui confirment que la planète possède une source interne de chaleur.

1979 : survols par Voyager 1 et Voyager 2. Nombreuses analyses de l'atmosphère, présence d'un anneau ténu, analyse de la grande tache rouge, volcanisme sur Io...

1992 Survol par la sonde solaire Ulysse.

1994 (juillet) : chute des morceaux de la comète Shoemaker Levy 9 qui produira des taches sombres dans l'atmosphère.

1995 Arrivée de Galileo qui se met en orbite autour de Jupiter. Nombreuses images des satellites, lâcher d'une petite sonde dans l'atmosphère de Jupiter. Galileo finira aussi sa vie sur Jupiter en 2003.

2000 Survol par la sonde Cassini en route pour Saturne.

2007 Survol par New Horizons en route pour Pluton.

Carte d'identité de Jupiter

Rayon équatorial : 71 490 km (11,2 × rayon Terre)
 Aplatissement : 7 %
 Masse : $24,8 \times 10^{27}$ kg (318 × masse Terre)
 Période de rotation : 9 h 55 min
 Inclinaison de l'équateur sur l'orbite : 3°
 Albédo moyen : 52%
 Composition de l'atmosphère : 75% d'hydrogène 24% d'hélium (en masse)
 Masse volumique : 1,3 g/cm³

Jupiter dans les Cahiers Clairaut

CC 7 & 8 Les satellites de Jupiter par André Brahic début 1980

CC 24 & 25 Satellites de Jupiter (Pierre Le Fur, Jean Ripert) avec calcul de la masse de la planète.

CC 57 La vitesse de la lumière et Roemer (Josée Sert) avec l'historique

CC 65 Une page de Kepler

CC 25 Lecture de Kepler (K. Mizar)