

NGC69

N°98 - Mai 2012



Nouvelle Gazette du Club - N° 98 - Mai 2012

Culture et rencontres

Sondes Voyager - les dernières nouvelles
Ephémérides de cet été

Observations et techniques

Récit de mes débuts en spectroscopie
Faire le bon choix pour une caméra CCD

Vie du Club

OHP 2012 - Récit d'un Calancien

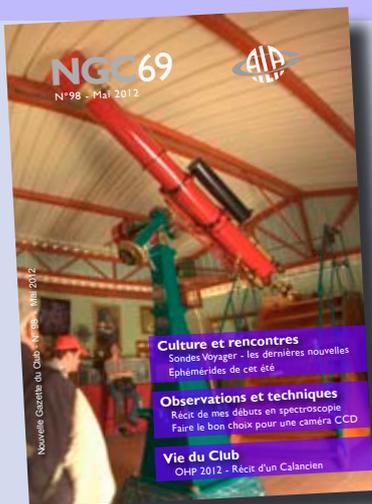
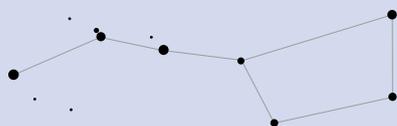


Photo couverture: La lunette du Père Josset restaurée par Jean-Baptiste Crétaux - Photo de Christophe Gillier.



La Nouvelle Gazette du Club est éditée à 180 exemplaires environ par le CALA : Club d'Astronomie de Lyon-Ampère et Centre d'Animation Lyonnais en Astronomie.

Cette association loi 1901 a pour but la diffusion de l'astronomie auprès du grand public et le développement de projets à caractère scientifique et technique autour de l'astronomie. Le CALA est soutenu par le Ministère de la Jeunesse et des Sports, la région Rhône-Alpes, le département du Rhône, la ville de Lyon et la ville de Vaulx en Velin.

Pour tout renseignement, contacter:

CALA
15, rue des Verchères
69120 VAULX EN VELIN

Tél/fax: 09.51.18.77.18

E-Mail: cala@cala.asso.fr
Internet: <http://www.cala.asso.fr>

EDITO

Le NGC nouveau est arrivé ! Vous y trouverez une nouvelle rubrique éphémérides enrichie, qui vous permettra, je le souhaite, de vous aider à préparer et à orienter vos soirées d'observations. Merci Luc!

Notre Star-Party à l'OHP n'est plus à présenter avec son succès croissant au fil des années, c'est une institution ! Vous découvrirez au fil des pages le récit d'un Calancien qui vous donnera certainement l'envie de vous joindre à cette manifestation.

Incroyable aventure que celle de Voyager qui, lancée dans les années 70-80 quitte notre système solaire! C'est presque l'histoire du CALA qui, né il y a une trentaine d'années, garde les pieds sur terre, mais a considérablement développé ses moyens d'observation avec l'arrivée prochaine d'un télescope de 460mm qui va encore repousser les limites de l'observation... Nous aurons peut être le privilège de l'inaugurer lors de notre Star-Party-BBQ (les 22, 23 et 24 juin)...

Jean-Paul Roux



SOMMAIRE

Éditorial	2
OHP 2012 - Récit d'un Calancien	3
Spectroscopie - Récit de mes débuts	5
Caméra CCD - Faire le bon choix	6
Galerie Astro	8
Que sont-elles devenues ? Dernières nouvelles des sondes Voyager	10
Ephémérides	14



Arrivé le samedi, j'ai vu tout de suite les Dobson nouveaux déjà prêts, ainsi que force ficelles déjà tirées vers moult lunettes et leurs étranges lucarnes associées. J'ai aussi tout de suite appris avec plaisir que la nuit précédente a été fort riche en observations et imageries de toutes sortes et qu'il était dommage que je sois arrivé si tard ! Désolé, c'est un peu une habitude chez moi que de rater certaines occasions. Je manquerai de même la nuit du mardi, devant être à Lyon le mercredi.

Par quoi commencer ? du ciel noir au zénith ? des dobsons 300 tout neufs ? de la lunette du Père Josset ? des douches froides du samedi et du dimanche ?

Allons y donc pour la lunette !

Comme nous étions fort nombreux, trente deux ou trente quatre, cette lunette née en 1928, ne pouvait supporter autant de visiteurs à la fois, comme toute vieille aristocrate, et il a fallu constituer deux groupes ; effectivement, je nous imagine mal une trentaine dans l'observatoire.

Jean-Baptiste Crétaux, le restaurateur et propriétaire de la lunette, en même temps que conteur remarquable, nous accueille dans son observatoire de l'Alifant, à Puimichel, pour nous raconter l'histoire de cette lunette.

En toute bonne logique, le premier groupe entendit la fin de l'histoire,



Le temps menaçant ne nous a pas permis de tester l'optique de la lunette

donc celle de la restauration de ladite lunette entre 1985 et aujourd'hui, et le second groupe, en l'occurrence le mien, le début de l'histoire.

Pour en connaître tous les détails, il suffit d'aller sur le site « La lunette du Père Josset ». Mais la lecture du site ne vaut pas et de très loin le talent de J.B. Crétaux, quand il narre l'horifique et véridique histoire de la lunette du Père Josset, dont je résumerai la partie que j'ai entendue, faisant confiance à l'autre groupe pour nous faire part de leur vécu !



Détails sur l'arrière de la lunette

L'histoire de cette lunette est indissociable de celle de Redmond Barton Caffèrta, petit-fils d'un espagnol qui émigra avec son épouse au début du 19ème siècle en Angleterre, y créa une carrière de gypse et une fabrique de plâtre sur lesquelles il bâtit la fortune de ses descendants. Il fait partie d'une fratrie de 18 enfants, qui font vivre la prospère entreprise familiale.

Très doué intellectuellement et muni d'un singulier caractère, il est successivement marin, ingénieur chimiste - il crée le ciment dentaire comme produit de diversification de l'Entreprise Familiale -, engagé



volontaire lors de la première guerre mondiale, il sert comme officier de renseignement en France, y crée le MI5, le renseignement britannique.

Après la Guerre, il s'installe sur la Riviera, où, passionné d'Astronomie, il fréquente l'Observatoire de Nice et observe depuis sa villa avec un Cassegrain de 620 mm et une lunette achromatique de 230 mm et 3096 mm de focale, dont l'optique est un doublet Littrow, conçu en 1928 par l'opticien anglais Cooke, ami de Carl Zeiss et du verrier Schott. Déçu par la qualité de l'atmosphère de l'endroit - il est en bord de mer - il décide de s'installer en 1929 dans l'intérieur des Terres, « entre Digne et Forcalquier, à 20 km de Puimichel » dixit notre conteur.

Il y meurt subitement en 1936, non sans avoir démarré un élevage de volailles et un négoce d'œufs, histoire de meubler la monotonie des jours et de l'endroit.



Pierre, que vois-tu ?



Jean-Pierre installe le spectrographe Lisa d'Alexandre sur son C14

Son histoire rejoint alors celle de l'Observatoire de Provence : très méticuleux, il a noté scrupuleusement, jour après jour, les conditions atmosphériques de son site. Aussi, quand André Couder et André Danjon, à la recherche du meilleur emplacement du futur Observatoire National, lui rendent visite, il leur communique toutes ses statistiques météorologiques. C'est ainsi que l'observatoire a été implanté à Saint-Michel de Provence.

La lunette écherra ensuite à un richissime industriel collectionneur qui la laissera dormir démontée, puis au Père René Josset en 1985. Ce dernier s'en servira dans son carmel d'Evreux, pour faire de très belles photos du soleil, publiées dans Ciel et Espace. Cécité et maladie de Parkinson le contraindront de cesser ses observations, et la lunette déperira lentement mais sûrement à Evreux, jusqu'à ce que J.B. Crétaux la redécouvre.

Domage que nous n'ayons pu profiter de la qualité de son optique, mesurée par Jean Texereau. Ce n'est que partie remise ? mais alors ne tardons pas, J.B. Crétaux atteint d'une maladie génétique orpheline, risque à terme de ne plus pouvoir nous faire partager son histoire.



Chloé et Laurence s'initient au traitement d'images avec Serge

Revenons sous le ciel de Saint-Michel, pour admirer l'impressionnant matériel de prise de vue et de spectroscopie, et saluer les débuts photographiques de Laurence et Chloé, que j'entendais compter les secondes. Beaucoup de prises de vue ont été dépouillées à l'heure où j'écris, et il y a déjà de beaux spectres et de magnifiques photos sur calanet.

Je comprends la persévérance des spectroscopistes et des photographes, suivant la complexité croissante de la technique. On en sent une maîtrise certaine, ce qui est tout de même rassurant et gratifiant pour les praticiens, vu la quantité de travail et d'efforts consacrée à la chose.



Claude monte son nouveau D300 avant de réaliser sa première lumière lors du camp.

Les visualistes étaient tout de même un peu minoritaires : Bernadette, Claude, Robert (re-bon anniversaire), Guy, Hubert (même si son SC 11 est sur fourche motorisée), Jean-Bernard et l'auteur. Bienvenue aux Dobson déjà connus (Guy, J.B.) et aux trois nouveaux, de Bernadette, Claude et de l'auteur, tous de 300 mm, conçus et réalisés par Pierre Desvaux. Il semble que Michel soit arrivé le mardi, mais j'étais parti avant.

Le visuel, techniquement moins complexe que l'astrophotographie, est néanmoins exigeant sur la qualité des optiques et des réglages. Il appelle également un travail régulier



Bernadette règle son nouveau D300 avec l'aide de Jean-Bernard

de mémoire du ciel, mémoire à la longue très fine. Il n'y a pas de miracle, si on veut se faire plaisir, il faut pratiquer régulièrement et mémoriser ses observations

Vivent donc l'Eskimo des Gémeaux, les bras de 51 et 101 – oui, oui, au 300 ! car pratiquement au zénith -, Orion, Saturne et satellites, Mars, les croissants de Lune et Vénus, le triplet du Lion, la balade au hasard dans la Chevelure de Bérénice et la Vierge, etc ...

Ce fut une bonne occasion pour les néophytes du 300 de comparer oculaires Televue Plössl et Ethos, Meade, Celestron, de tester Barlow, filtres deep sky et UHC.

Pour l'hôtellerie, il y eu bien un soir méritant quelques commentaires acerbes - mangez donc une pomme !! - et d'autres non moins critiques sur la fraîcheur des douches de l'annexe. Il faut savoir que les douches de l'annexe sont chaudes sauf apparemment les weekends.

Que dire d'autre, sinon qu'à Saint Michel je sors du temps, y respire un bon bol d'air, que la vie y est simple et que grâce aux uns et aux autres, j'y vois chaque fois des choses nouvelles et pas si faciles à atteindre ; merci aux uns et aux autres pour les conseils, les trucs et les astuces.

Enfin, Olivier, c'est promis et juré, l'an prochain tu auras du vrai Coca-Cola.

André ACLOQUE



Photos : C. Gillier, L. Jamet, G. Decat, O. Thizy

Depuis bien longtemps l'homme avait essayé de comprendre le fonctionnement des étoiles mais c'était sans succès. Certe les astronomes regardaient les étoiles dans des lunettes et télescopes pour essayer de voir des détails à leur surface mais aussi pour mesurer leur température, rayon, masse, densité et bien plus. Malgré leurs instruments, le rêve tourne au "cauchemard"; les observateurs ne voyaient que des points brillants quelque soit le diamètre de l'instrument et le grossissement utilisé. La solution est venue de la spectroscopie qui permet l'analyse de la lumière venant des objets célestes.

Je me lance dans la spectroscopie car je souhaite faire de la science et bien connaître la physique des objets observés. Cette discipline est pour moi une passion et je veux la partager avec d'autres astronomes. J'ai commencé à me documenter

en 2001 mais à cette époque mes moyens financiers n'étaient pas élevés et je n'avais pas de monture équatoriale allemande stable et pas de C8. Mon instrument était un dobson de 200mm de diamètre à F/D= 6 que j'ai construit. C'est en 2009, lors des JOA que j'ai fait l'achat du Star Analyser et en 2010 et 2011, je découvre la magie des CCD et le traitement des images astronomiques.

Je commence avec la CCD SBIG ST 402 du club à l'observatoire du CALA en compagnie d'Olivier THIZY et d'autres astronomes; je fais des essais dans mon jardin sur des objets simples comme Messier 51 et Messier 42 par exemple. Puis en 2010, je fais l'acquisition de ma première CCD, une Atik 383L+. Je remarque très vite que cette caméra CCD n'est pas bien adaptée pour l'usage en spectroscopie : le capteur est trop grand et les fichiers sont trop

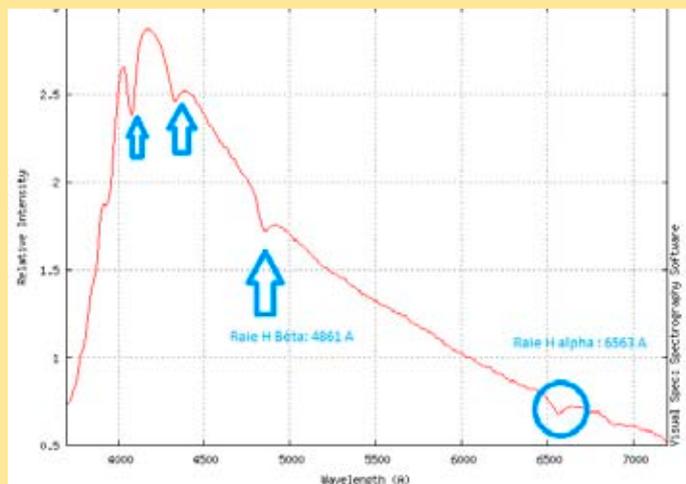
lourds. Je dois donc choisir une autre CCD. Je l'ai remplacée par une CCD Atik 314L+. Son capteur plus petit est mieux adapté à la spectro et son faible poids la rend plus maniable.

En 2011, je fais l'achat du LISA et là c'est un nouveau monde qui s'ouvre à moi. La lumière est remplie de choses très intéressantes avec ce spectrographe de basse résolution. J'ai choisi le LISA plutôt que le Lhires III, car il est plus simple d'utilisation uniquement. Lors d'un stage spectro à l'observatoire de Haute Provence (OHP) en août 2011, je fais la connaissance de Christian BUIL et de Valérie DESNOUX qui vont m'aider à régler et faire le traitement des spectres obtenus.

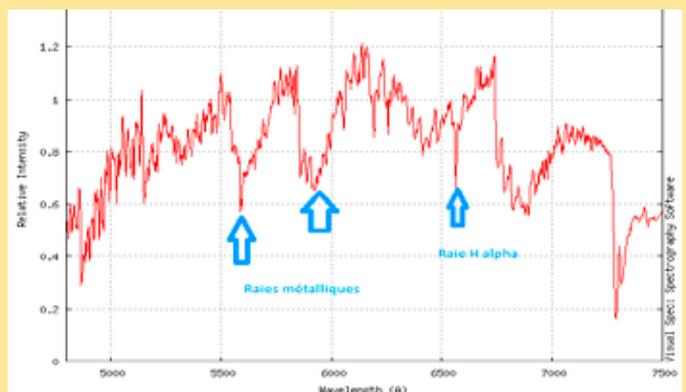
Au début, j'ai rencontré des problèmes au niveau du traitement des spectres et de la manipulation du LISA au foyer du C8 (réglage de la mise au point, problème sur

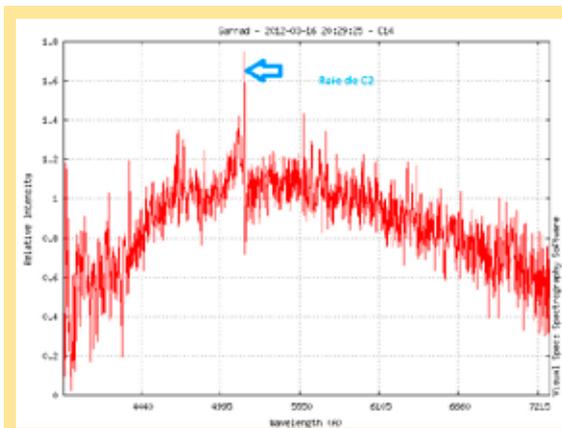
J'ai effectué quelques spectres

En spectroscopie, on utilise des graphiques qui représentent en ordonnée l'intensité relative en fonction de la longueur d'onde. Ce profil spectral montre le spectre d'une étoile chaude de type A nommée Merak ou béta UMA située dans la constellation de la Grande Ours. On voit une courbe rouge avec des " creux " à des longueurs d'ondes bien définies (voir les flèches bleues qui montrent les raies de Balmer de l'hydrogène et le petit cercle bleu la raie H alpha). Sur ce graphique on remarque que cette étoile possède pratiquement pas de raies métalliques car c'est une type A1V donc chaude.



Ici on a le spectre d'une étoile de type M appelée Bételgeuse. C'est une étoile froide; on a vu sur la première courbe une étoile de type A chaude avec que des raies de Balmer. Là on observe beaucoup de raies et on remarque difficilement la raie H alpha. Ce sont des raies métalliques.





Spectre d'une comète Garrad avec beaucoup de raies de C2, de méthane (CH4) etc...



Le LISA avec les deux CCD Atik au foyer de mon C8.

Mon spectrographe le LISA avec les deux CCD Atik au foyer de mon C8 sur une monture équatoriale allemande HEQ5 Sky Watcher.

Pour conclure, bien que je débute, la spectroscopie amateur reste assez difficile qui demande de la patience et du temps. Mais j'encourage à tout le monde qui souhaite se lancer car c'est un domaine très passionnant qui permet de mieux connaître la physique des astres.

le plan de l'informatique, etc...). En parlant d'informatique, je remarque que la gestion des deux CCD avec un même PC, ce dernier plante très souvent donc il faut deux PC. Durant ce fabuleux stage à l'OHP, je fais

connaissance des softs puissants comme ISIS de Christian BUIL et de VisualSpec de Valérie DESNOUX et là, je plonge vraiment dans le traitement des spectres obtenus lors des nuits à l'OHP.



Alexandre BILLARD

Illustrations : A. Billard

Caméra CCD

Faire le bon choix

Avertissement : Il existe une abondante littérature à ce sujet sur le net. Cet article représente mon point de vue, il n'est pas exhaustif et il a pour ambition d'ouvrir le débat, dans tous les cas, il n'a pas la prétention d'être un cours sur la question.

Pour un astrophotographe en cours de progression, le choix d'une caméra est un événement essentiel, après s'être équipé d'une monture et d'une optique, l'achat d'une caméra s'impose. J'utilise un Canon 40D et je peux obtenir de très bonnes images brutes, cependant, leur qualité dépend pour beaucoup de la température extérieure. Comme beaucoup d'autres utilisateurs d'APN, je m'en remets à la chance. Il existe bien une solution disponible sur le marché pour enfermer son appareil photo dans une petite enceinte thermique, mais cette solution ne donne pas le contrôle de la température du capteur et donc n'optimise pas la suppression du bruit.

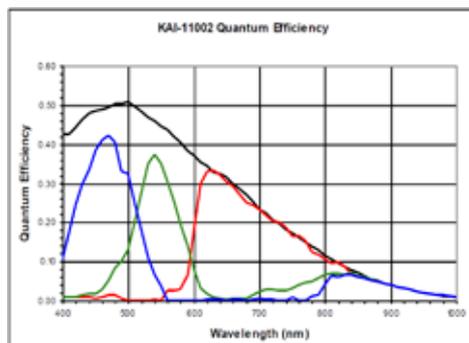
C'est parti. Je vais acheter... Mais quoi ? L'offre est large, il y a une bonne dizaine de fournisseurs, chacun d'entre eux offre une gamme plus ou moins large. Bien sûr, la

caméra parfaite n'existe pas ! Il va falloir faire des compromis.

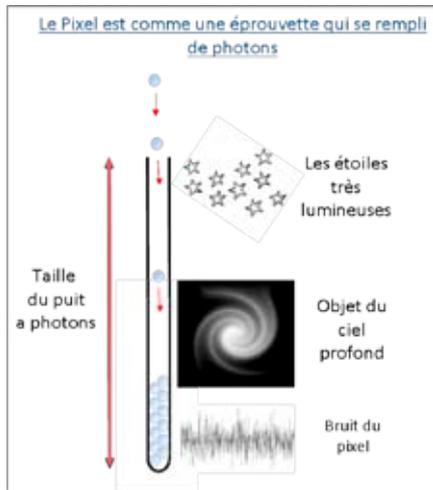
Toute première opération : définir ses objectifs. Il existe des caméras plus adaptées pour le planétaire, d'autres pour le ciel profond ou pour la mesure. Je souhaite faire de l'imagerie du ciel profond. Donc les critères qui vont être déterminants seront : Sensibilité, Surface du capteur, Dynamique et Résolution. Les critères moins importants sont : Vitesse et Linéarité.

Pourquoi ces critères ? La sensibilité, c'est évident. L'essentiel des objets du ciel profond est peu lumineux. Plus la caméra est sensible, moins le temps de pose est long ou bien en posant longtemps on augmente la quantité d'informations reçues et on obtient plus de détails en post traitement. La sensibilité pour les caméras CCD se mesure en matière d'efficacité quantique,

ou tout simplement le nombre de photons que le capteur transforme en charges électriques. On l'appelle le rendement quantique ou QE. Idéalement, chaque photon génère un électron. Dans la pratique, le QE varie entre 30 et 90% pour la majorité des capteurs. Le QE dépend de la technologie employée. Par exemple, la fonction anti-blooming fait perdre du rendement mais évite de saturer des colonnes entières si une étoile est trop lumineuse. Le QE dépend aussi de la longueur d'onde. Voici une courbe typique de QE pour le capteur KAI-11002M de Kodak.



La sensibilité est importante mais pour saisir les nuances d'une nébuleuse, il faut de la dynamique. C'est-à-dire, la capacité à recueillir des signaux très faibles et très forts sur la même pose. Plutôt qu'un long discours, le petit schéma suivant résume bien ce qu'est la dynamique.



Il faut donc des cellules capables de "stocker" de grandes quantités de photons et un bruit réduit au maximum. Il y a trois paramètres qui permettent de calculer la dynamique : le bruit électronique ou bruit de lecture, le bruit thermique ou courant d'obscurité et la profondeur du puits à photons.

Le bruit thermique est maîtrisé grâce au refroidissement du capteur. Toutes les caméras pour le ciel profond proposent des systèmes de refroidissement plus ou moins sophistiqués. Dans la pratique, descendre à -30 degrés sous la température ambiante donne déjà de très bons résultats.

Quant au puit à photon, il faut qu'il soit le plus grand possible. Ainsi, les objets lumineux ne saturent pas ou moins vite. En gros, pas de surexposition. Mais voilà, pour avoir des pixels sensibles avec de grands puits à photons, il faut augmenter leur surface. Problème, car on souhaite aussi avoir de la résolution, autrement dit, un capteur avec beaucoup de pixels pour avoir des images fines et pleines de détails.... Donc, plein de gros pixels. OK, mais dans ce cas, le capteur devient grand, voir trop grand pour l'optique qui sera devant.

Le capteur et donc la caméra doit être choisi en fonction de l'optique ou des optiques utilisées.

Champs et échantillonnage : Il y a deux critères pour dimensionner la taille des pixels et leur nombre : l'échantillonnage et le champ. Pour faire de l'imagerie du ciel profond on considère que les images des étoiles doivent faire des points et donc les photons en provenance d'une étoile doivent frapper quelques pixels sur le capteur mais pas trop. Sinon l'étoile devient un "pâté" (sur-échantillonnage). Dans le cas contraire, si le pixel est trop grand par rapport à la tache de diffraction de l'étoile, les photons ne toucheront qu'un seul pixel et les étoiles deviennent carrées ! (sous-échantillonnage).

L'échantillonnage peut se calculer en fonction de la focale avec la formule suivante :

$$\text{Ech} = 206 \times (\text{Largeur Pix} / \text{Longueur Focale})$$

Longueur Focale en mm, largeur Pixel en micron et Ech en arcsec/pix. Par exemple, un instrument de 800 mm de focale et des pixels de 5 microns donnent 2.3 arcsec/pix. Ce résultat doit être comparé à la

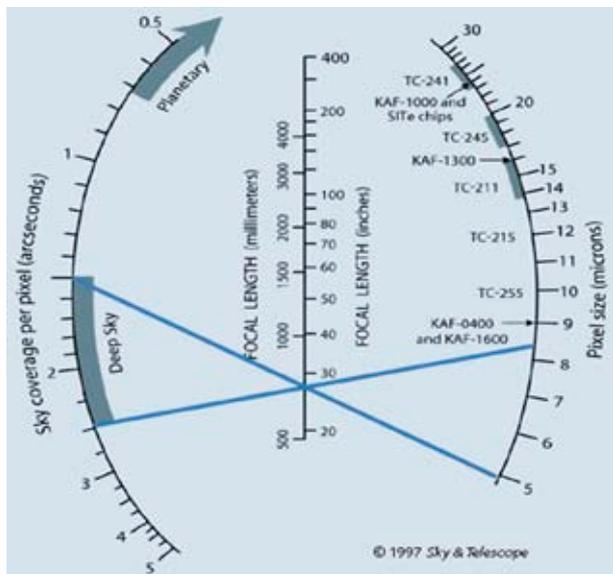
résolution des objets observés. Pour du ciel profond et en fonction des lieux, on peut espérer entre 2 et 4 arcsec.

Le moyen le plus simple de se faire une idée de la taille des pixels appropriée pour son optique est d'utiliser le nomogramme créé par Roger W. Sinnot. Il suffit de tracer une ligne passant par l'échantillonnage souhaité et la longueur focale pour obtenir la taille optimale du pixel. Pour ma lunette William Optique FLT 132 de 725 mm (avec réducteur), la taille idéale de pixels sera entre 5 et 8 microns.

Ensuite, on peut choisir le nombre de pixels ou la taille du capteur. Ici, il faut s'assurer que l'optique va « éclairer » la totalité de la surface du capteur en limitant le vignetage. Pour mémoire, le vignetage est l'obscurément de coins. Les flats permettent de réduire ce défaut. Il faut donc que le champ en sortie de l'optique soit plus grand que la diagonale du capteur.

Il y a d'autres aspects à prendre en compte, par exemple le choix d'un capteur monochrome ou couleur, interligne ou « full frame », anti-blooming ou pas. Il s'agit de critères binaires dont le choix est assez facile.

L'essentiel est dit, en tout cas pour le choix du capteur. Il faut ensuite déterminer « l'emballage, » c'est-à-dire la caméra et ses fonctionnalités complémentaires comme la roue à filtre, l'iris ou le capteur de guidage. Ici encore, les choix sont assez simples. Souhaite-t-on ou non la fonction ? Le choix d'une caméra se fait d'abord avec le choix du capteur.



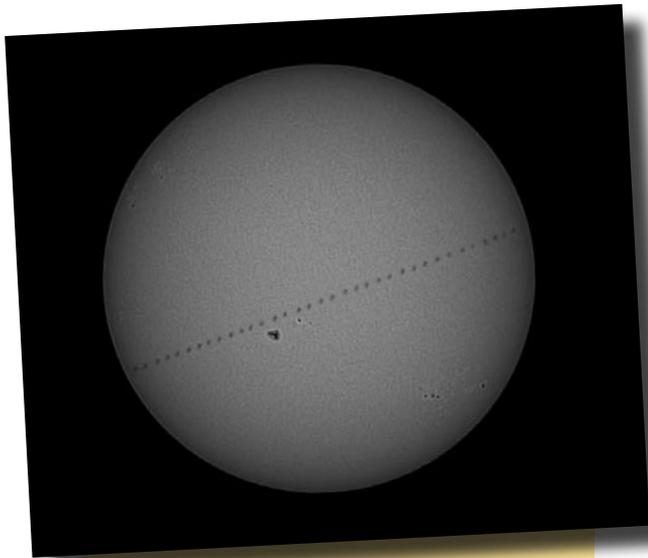
Nomogramme de Roger W. Sinnot



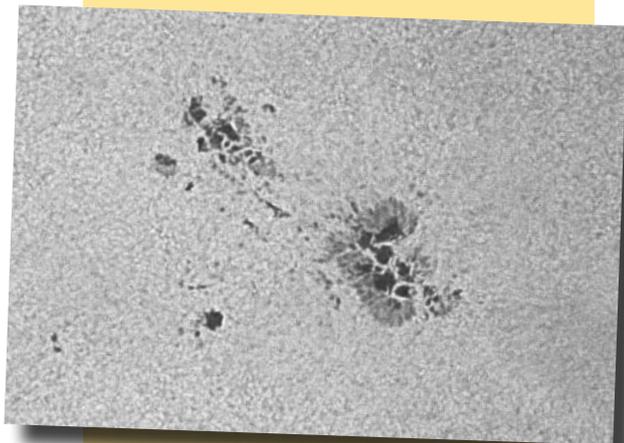
Christian HENNES

Illustrations : S&T, web et C. Hennes

Galerie Astro



Une première pour le club ! L'observation d'un transit de l'ISS devant le Soleil. Cet exploit est à mettre au crédit de Serge Golovanow qui a su se placer au bon endroit et au bon moment. Bravo !



Le Soleil est bel et bien réveillé. Serge Golovanow a ainsi pu imager ce bel ensemble de taches qui porte le n° 1459. Matériel : Lunette ED115 avec barlow x2 et Caméra iNova PLB-C2 derrière un hélioscope de Herschel.



Faire un filé d'étoile avec un APN est aujourd'hui chose facile. Mais le faire quand il y a de l'animation, comme ici lors du camp à l'OHP, donne toujours un résultat fascinant et très coloré. Bravo ! (Photo de Camille Combaz)



Un filé d'étoiles réalisé au niveau de l'équateur a la particularité de montrer à la fois les étoiles qui tournent autour du pôle nord et celles qui tournent autour du pôle sud. Alexandre Pulido a cadré son image de façon à voir également la planète Mars (visible en-haut à gauche). Et elle tourne autour du pôle nord !



La galaxie NGC 2903 est une belle galaxie barrée située dans la constellation du Lion. François Régembal l'a saisie ici avec une lunette Astro-Physics de 160mm et une caméra ST10XME en 2h30 de pose lors du camp à l'Observatoire de Haute-Provence en mars dernier.



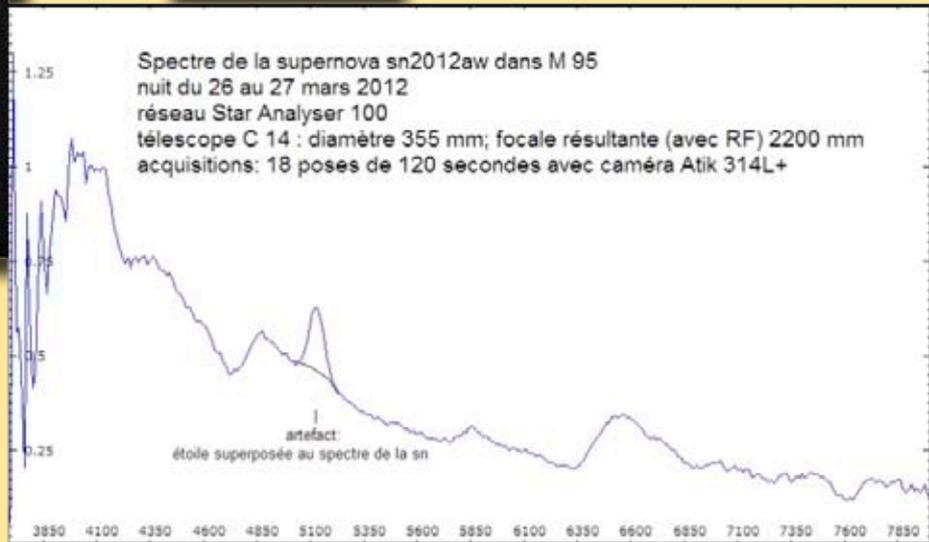
Le printemps est la saison des galaxies. Les nombreux amas visibles dans les constellations de la Vierge ou du Lion nous offrent un choix infini. Mais il ne faut pas oublier les autres constellations comme la Grande Ourse qui habrite quelques illustres spécimens comme cette magnifique M51 photographiée par Christian Hennes lors du camp OHP. Une heure de pose avec un Canon 40D au foyer de sa lunette William Optic FLT132 a suffi.



Jean-Pierre Masviel nous avait habitué à réaliser des spectres de comètes. Mais le voici reconverti dans une autre discipline : la spectrographie de supernova !

Par chance, lors du camp à l'OHP, une supernova était visible dans l'un des bras de la galaxie M95 (constellation du Lion). Et c'est avec un simple Star Analyser au foyer de son C14 qu'il a réussi à réaliser ce spectre.

Une analyse régulière dans le temps de ce type d'évènement est intéressante à réaliser. Et le Star Analyser peut être un outil simple mais efficace pour suivre l'évolution dans le temps des supernovae.

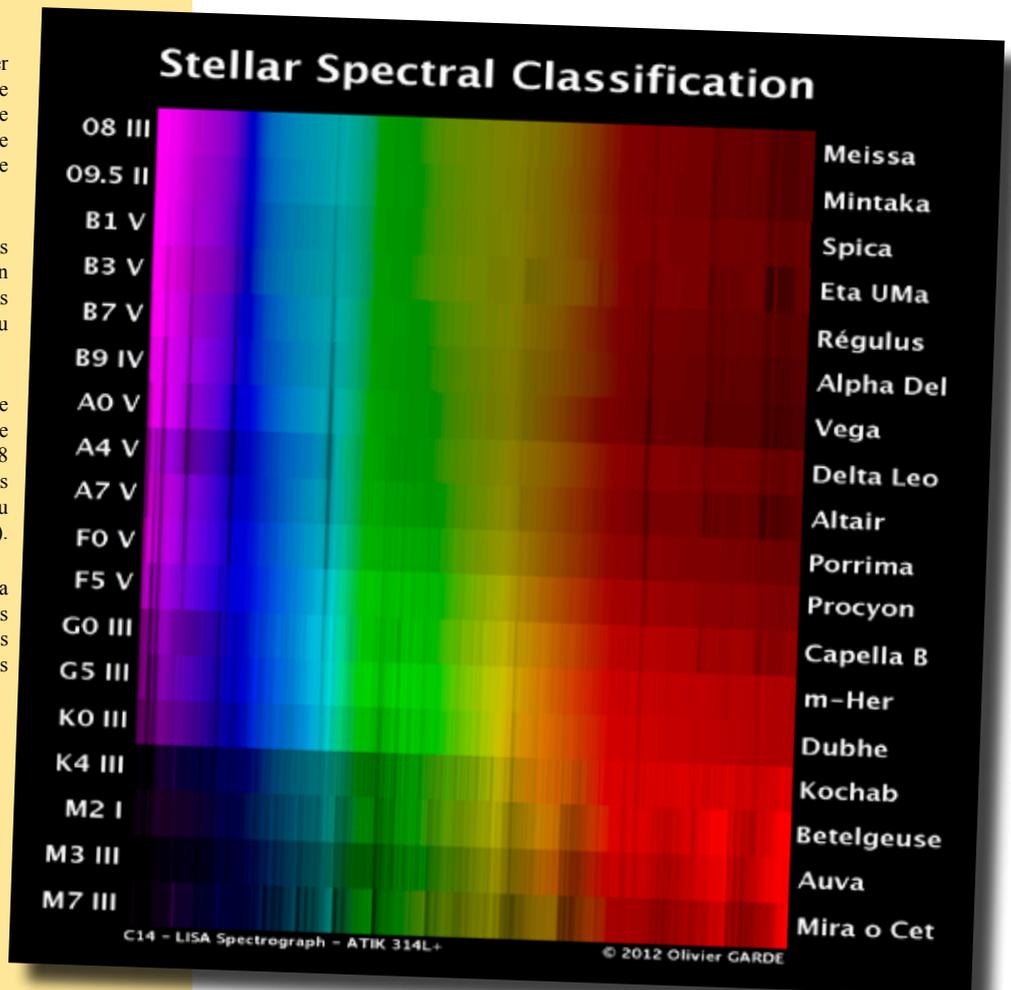


Voici un joli travail réalisé par Olivier Garde lors du camp à l'Observatoire de Haute Provence. Il s'agit d'une représentation comparative de différentes étoiles suivant leur classe spectrale.

Suivant qu'une étoile est plus ou moins chaude, plus ou moins jeune, etc. son spectre va révéler des différences notoires bien visibles sur ce tableau comparatif.

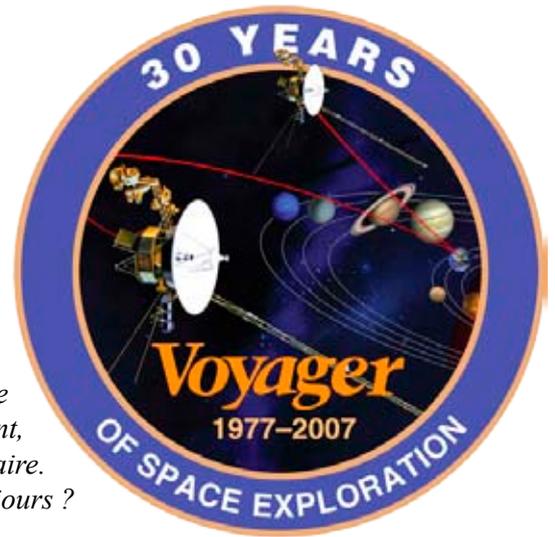
Une étoile bleue (très chaude) se trouvera en haut du tableau (comme Meissa qui est une étoile de type O8 III). A contrario, une étoile rouge (plus froide) se trouvera en bas de tableau (comme Kochab qui est de type K4 III).

Sur le bas du tableau, on remarquera également des étoiles de type géantes rouges qui sont des étoiles vieillissantes (caractérisées par de nombreuses raies d'absorption) comme Bételgeuse.



Que sont-elles devenues ?

Les dernières nouvelles des sondes Voyager



Dans les années 70, quatre sondes ont quitté la Terre pour le plus grand des voyages. Leurs noms : Pioneer 10, Pioneer 11, Voyager 1 et Voyager 2. Prévues pour explorer le système solaire, il n'a jamais été question de les mettre en orbite autour d'une planète particulière. Dès leur lancement, leur destin était de partir loin, au-delà même des frontières du système solaire. Mais que deviennent-elles aujourd'hui ? Où sont-elles ? Vivent-elles toujours ?

Les sondes Pioneer

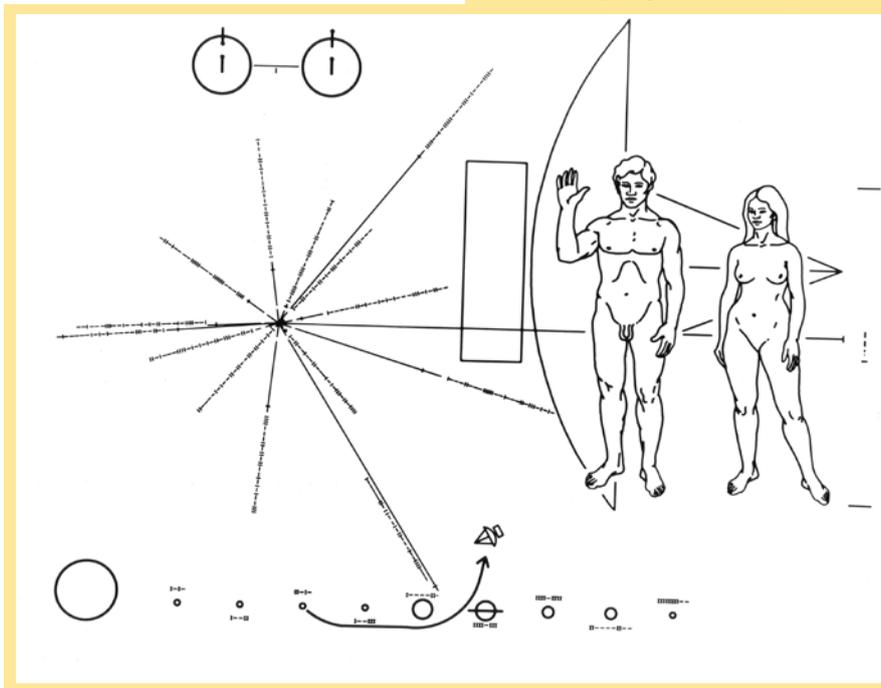
C'est en 1972 et 1973 que les sondes Pioneer 10 et Pioneer 11 quittent la Terre. Leurs objectifs sont Jupiter et Saturne.

Pioneer 10 survole Jupiter en 1973. Au passage elle emmagasine de l'énergie par effet de fronde, accélère et prend une trajectoire qui la fait quitter le système solaire en direction de l'étoile Aldébaran. Sa mission durera jusqu'en 1997. Durant cette période, elle a étudié les vents solaires et les rayons cosmiques grâce à ses instruments de bord toujours actifs. La NASA gardera tout de même le contact avec sa sonde jusqu'en 2003, année à laquelle elle reçut un dernier signal très faible venant de la sonde.

Pioneer 11, partie un an après sa grande sœur, atteint Jupiter en 1974 puis Saturne en 1979. Au passage de Saturne, elle a permis la découverte de deux satellites et d'un nouvel anneau. Puis la sonde prit à son tour une trajectoire qui la fit sortir du système solaire en direction de la constellation de l'Aigle. Sa mission s'arrêta en 1995 lorsque, faute d'énergie, elle cessa de transmettre des données.

Aujourd'hui, les sondes se trouvent à 105,6 UA du Soleil pour Pioneer 10 et 85,4 UA du Soleil pour Pioneer 11. Pour comparaison, Pluton, à son aphélie (distance la plus grande au Soleil) est à 49,3 UA.

Une plaque fixée sur chaque sonde représente l'homme et la femme, la position du soleil, la trajectoire de la sonde et l'atome d'hydrogène.



Les sondes Voyager

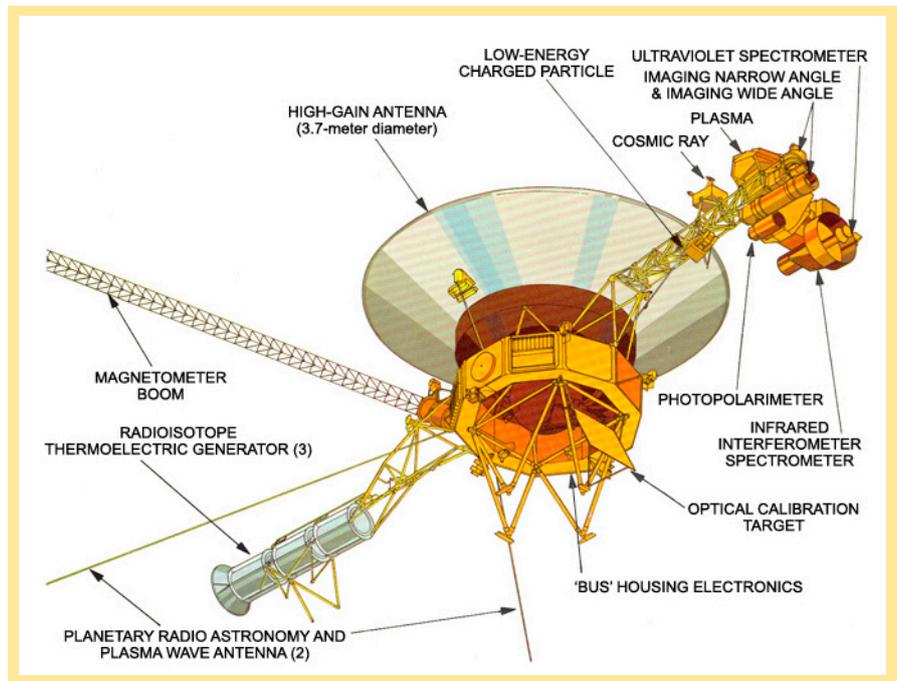
L'incroyable voyage des deux sondes spatiales américaines a commencé en 1977. Lancées à quinze jours d'intervalle, Voyager 1 & 2 sont aujourd'hui, 35 ans plus tard, les objets terrestres les plus éloignés que nous connaissions. La mission d'origine des deux sondes était alors de poursuivre le travail d'exploration des sondes Pioneer en étudiant les planètes géantes du système solaire.

Voyager 1 atteint Jupiter courant 1979, quatre mois avant sa sœur jumelle. Elle étudie, entre autres, son atmosphère et son magnétisme. Le survol de certains de ses satellites va permettre de découvrir le volcanisme sur Io ou encore le cratère géant Walhalla sur Callisto. Fin 1980, la sonde parvient jusqu'à Saturne. Sa grande vitesse ne permettra qu'un passage rapide dans le système saturnien. En moins de 10 heures, la sonde frôle Titan et étudie son atmosphère opaque, survole le pôle sud de Saturne et prend des photos de Rhéa, Mimas et Dionée. L'accélération subie par la sonde au passage de Saturne lui fait prendre une trajectoire telle qu'elle quitte le plan de l'héliptique et s'enfonce vers l'espace intersidérale.

Dotée d'une vitesse plus faible que Voyager 1, Voyager 2 a pour objectif de profiter de l'accélération gravitationnelle de Jupiter et de Saturne pour aller rendre visite à

Uranus et Neptune, jusqu'alors encore très mal connues. La sonde atteint Jupiter en juillet 1979. Son survol de la planète confirme le volcanisme d'Io et approfondit les connaissances sur le magnétisme de la planète géante. Elle prendra également des images d'Europe, Callisto et Ganymède. En août 1981, Voyager 2 arrive au voisinage de Saturne. Ses instruments plus performants que ceux de Voyager 1 étudient, entre autres, de manière plus approfondie l'atmosphère de Saturne et ses anneaux. Début 1986, la sonde croise Uranus. Au passage, elle étudie son atmosphère et révèle le passé tumultueux de plusieurs de ses lunes comme Miranda, Ariel ou Titania. Poursuivant son incroyable aventure, Voyager 2 atteint enfin Neptune en août 1989. Un grand nombre de découvertes vont être faites lors de ce survol. Tout d'abord, une vingtaine de satellites, des traces de volcanisme sur Triton, une atmosphère agitée sur Neptune avec la révélation de la grande tache sombre, un système d'anneaux, etc. Ce dernier passage rapproché de la sonde avec une planète du système solaire va définitivement propulser celle-ci pour un dernier voyage sans retour vers l'espace interstellaire.

Fort du succès de ses sondes, la NASA décide de les suivre régulièrement dans leur voyage aux confins du système solaire. Grâce à leurs trois générateurs thermoélectriques à radioisotope, les sondes restent actives et répondent aux commandes



qui leurs sont envoyées. C'est ainsi que le 1er janvier 1990 naît le VIM : Voyager Interstellar Mission.

Voyager Interstellar Mission

Le but de cette nouvelle mission est d'étudier les confins du système solaire et d'en déterminer ses limites. Grâce à six instruments encore actifs à bord des sondes, des travaux de recherche sont menés sur :

- Le champ magnétique solaire.
- Les particules faiblement chargées et le vent solaire.
- Les rayons cosmiques.
- La répartition de l'hydrogène à l'extérieur de l'héliopause.
- Les ondes radio issues de l'héliopause.

Le 17 février 1998, Voyager 1 devient l'objet terrestre le plus éloigné du Soleil, devançant définitivement Pioneer 10.

En décembre 2004, Voyager 1 franchit une zone que l'on appelle « le choc terminal ». Cette frontière située à environ 90 UA du Soleil marque la zone où les vents solaires se heurtent aux vents galactiques. Cela se caractérise par une baisse brutale de la vitesse des vents solaires et une augmentation de la température du gaz interstellaire due à la compression de celui-ci par les vents solaires. En septembre 2007, c'est au tour de Voyager 2 de franchir le « choc terminal » avec un peu d'avance sur les prévisions. Cette frontière n'est donc pas sphérique mais sa forme dépend de la pression

	Pioneer 10	Pioneer 11	Voyager 2	Voyager 1
Distance from Sun (AU)	105.713	85.495	98.302	120.435
Speed relative to Sun (km/s)	12.043	11.386	15.443	17.047
Speed relative to Sun (AU/year)	2.540	2.402	3.258	3.596
Ecliptic latitude	3°	14°	-34°	35°
Declination	25° 51'	-8° 37'	-55° 40'	12° 21'
Right ascension	5 ^h 6 ^m	18 ^h 47 ^m	19 ^h 56 ^m	17 ^h 11 ^m
Constellation	Taurus	Scutum	Telescopium	Ophiuchus
Distance from Earth (AU)	106.434	85.126	98.087	119.817
One-way light time (hours)	14.75	11.80	13.60	16.61
Brightness of Sun from spacecraft (mag)	-16.6	-17.0	-16.7	-16.3
Spacecraft still functioning?	no	no	yes	yes
Launch date	3/3/1972	4/6/1973	8/20/1977	9/5/1977



Eléments sur la position, la vitesse et l'état de santé des sondes au mois d'avril 2012.



La sonde Pioneer 10 lors d'un test de robustesse aux vibrations.

totallement réorganisé. Les lignes de champs sont brisées et forment des sortes de bulles de 160 millions de kilomètres de diamètre.

Les scientifiques savaient également depuis longtemps que le système solaire se dirigeait tout droit sur un nuage d'hydrogène et d'hélium interstellaire. Le problème est que d'après les modèles, ce nuage ne devrait pas exister... il aurait du se dissoudre il ya longtemps de cela. Mais les mesures effectuées par les sondes ont montré la présence d'un champ magnétique intense en périphérie du système solaire qui pourrait expliquer le maintien de ce nuage.

Malgré le fait que les sondes soient extrêmement loin de nous et qu'il ne faut pas moins de 13 heures à un signal pour parcourir la distance qui nous sépare de Voyager 2 (16 heures pour Voyager 1), des opérations de maintenance sont toujours effectuées. Ainsi, en mai 2010, les ingénieurs du JPL tentent une opération audacieuse en faisant la mise à jour de l'ordinateur de bord de Voyager 2. Heureusement, celui-ci redémarre normalement et la mission peut se poursuivre. De même en 2011, les ingénieurs basculent le système de Voyager 2 sur les propulseurs de secours ; Ces propulseurs permettant d'orienter la sonde.

Fin 2010, alors que Voyager 1 se trouve à 17,4 milliards de kilomètres, ses instruments détectent régulièrement une vitesse nulle des vents solaires. L'héliopause n'est plus loin... enfin, c'est ce que pensaient les scientifiques. Mais début 2011 la situation restait inchangée.

du milieu interstellaire à un endroit donné. D'autre part, la taille de la sphère du « choc terminal » est influencée par l'activité solaire et les scientifiques pensent que Voyager 2 a atteint cette frontière à un moment de faible activité du Soleil. Une autre particularité soulevée par Voyager 2 est que la sonde a traversé cinq ondes de choc (contre une seule pour Voyager 1) et que la température du plasma mesurée était moins élevée que pour Voyager 1. Aujourd'hui, les scientifiques ne l'expliquent pas encore...

d'influence du Soleil. Dans cette partie de l'héliosphère, les vents solaires sont fortement affaiblis. Et les scientifiques ne sont pas au bout de leurs surprises.

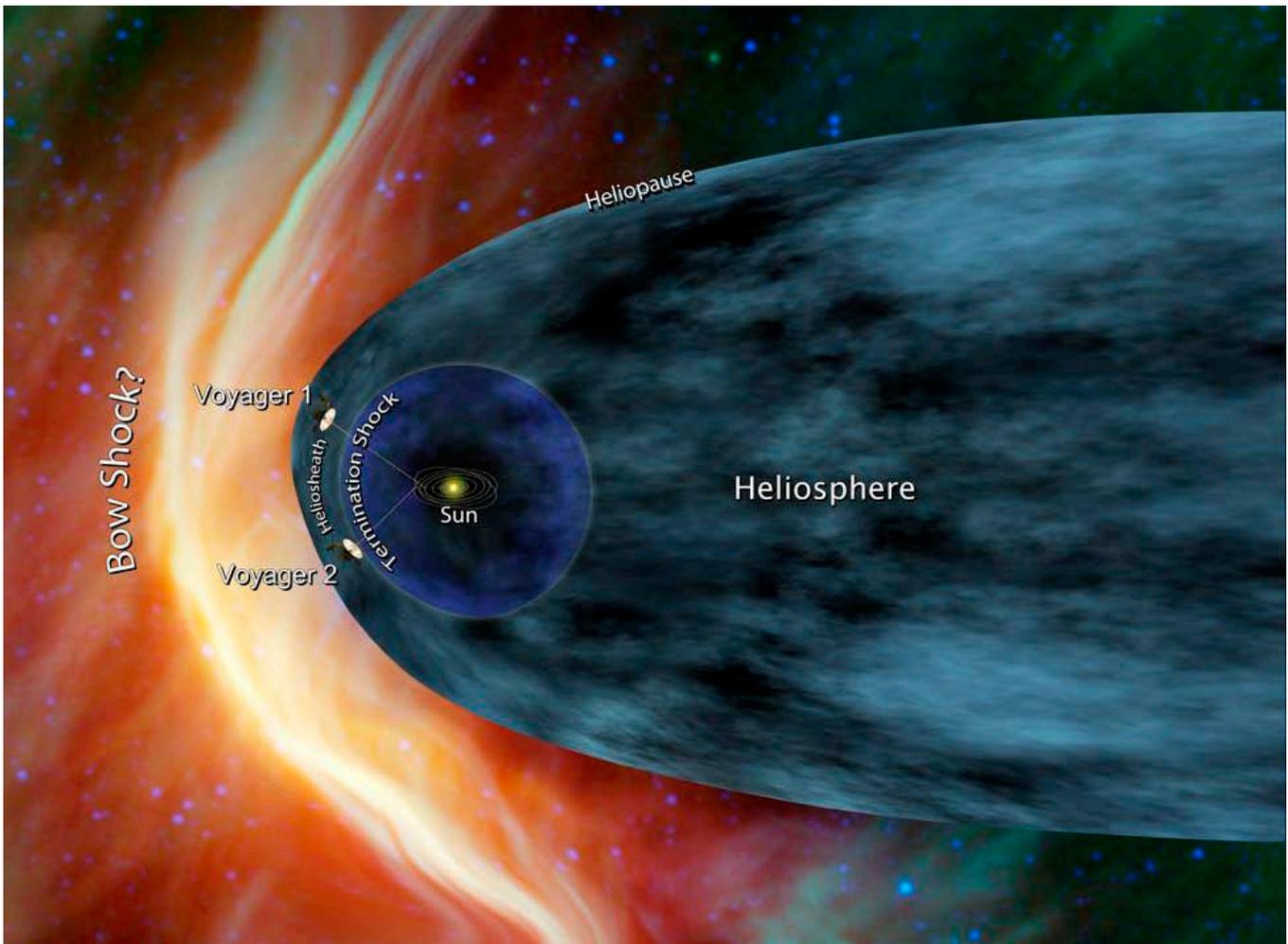
Alors que Voyager 1 mesurait à l'intérieur du « choc terminal » les variations du champ magnétique solaire avec une période de 26 jours (période de rotation du Soleil),

Malgré le fait que les sondes soient extrêmement loin de nous, des opérations de maintenance sont toujours effectuées.

Les deux sondes voyagent désormais dans l'héliogaine, une zone « tampon » entre la partie interne du système solaire et l'héliopause, frontière externe de la zone

dans l'héliogaine cette période est subitement passée à 100 jours ! Par ailleurs, à l'approche de l'héliopause, il semblerait que le champ magnétique solaire soit

L'héliogaine est donc plus grande que prévue. D'après les scientifiques, si la sonde mesure une vitesse nulle des vents solaires, ce n'est pas parce qu'ils ont disparus, mais tout



Les deux sondes Voyager sont aux limites du Système Solaire. Celui-ci entre en collision avec un nuage d'hydrogène interstellaire. Sous la pression du milieu interstellaire, l'héliopause prend une forme asymétrique détectée par les deux sonde Voyager.

simplement parce qu'ils ont changé de direction. Les ingénieurs de la NASA décident alors de réaliser une manœuvre audacieuse jamais rééditée depuis 21 ans. Ils font pivoter la sonde sur elle-même pour tenter de détecter et déterminer la direction des vents stellaires. Devant le succès de la manœuvre, ils vont la réitérer plusieurs fois à intervalles réguliers.

Aux dernières nouvelles, la sonde Voyager 1 serait réellement sur le point de quitter notre système solaire. Plusieurs indices confortent les scientifiques dans cette idée. Tout d'abord, depuis avril 2010 la vitesse des vents solaires est nulle. Les multiples mesures réalisées lors des rotations de la sonde ont montré que les vents solaires ne venaient plus de l'intérieur, mais de l'extérieur du système solaire. D'autre part, les scientifiques ont observé un doublement de l'intensité du champ magnétique dans la zone externe de l'héliogaine. Ils ont également

observé que le flux des électrons de haute énergie venant de l'extérieur avait été multiplié par 100 lors de la dernière année. Enfin, les scientifiques ont couplé les données de Voyager à celles de l'instrument d'imagerie de la magnétosphère de la sonde Cassini. Cet instrument a collecté des données encore jamais publiées sur les courants d'atomes neutres à l'intérieur du système solaire et venant de l'extérieur. Les analyses montrent que la frontière du système solaire se trouve entre 16 et 23 milliards de kilomètres. Et comme la sonde se trouve déjà à 18 milliards de kilomètres du soleil, elle pourrait donc enfin sortir de notre système solaire à tout moment.

Si tout va bien, les sondes ont suffisamment d'énergie pour vivre jusqu'en 2025. C'est à priori suffisant pour voir Voyager 1 quitter définitivement l'héliosphère, et qui sait, peut-être aussi Voyager 2. Une affaire à suivre donc de près...

Références :

- *Le site officiel de la mission Voyager Interstellar Mission :*
<http://voyager.jpl.nasa.gov>

- *Le site Heavens Above de Chris PEAT où l'on trouve de multiples éphémérides dont le suivi des sondes interstellaires :*
<http://www.heavens-above.com>

- *L'encyclopédie du web Wikipédia :*
http://fr.wikipedia.org/wiki/Voyager_1

http://fr.wikipedia.org/wiki/Voyager_2

Christophe GILLIER



Illustrations : NASA, JPL, Heavens Above

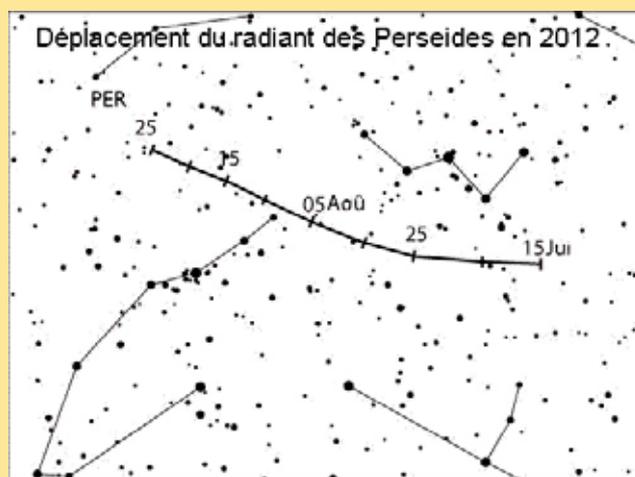
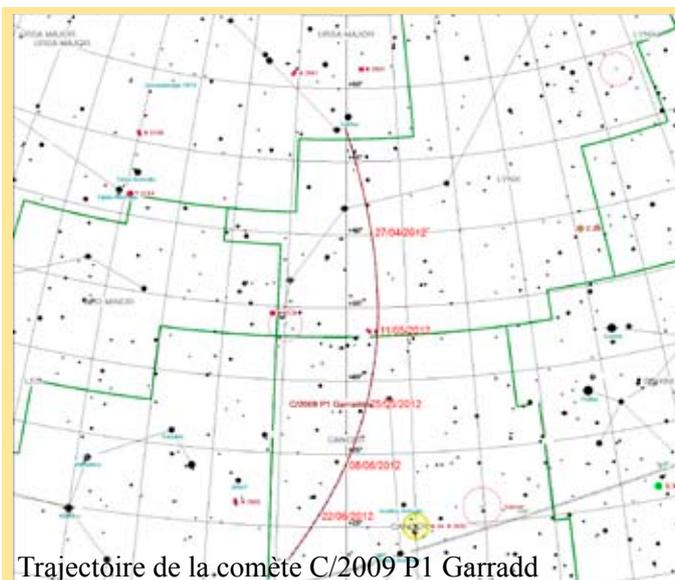
Dans cet article, je vous propose un résumé des principaux phénomènes astronomiques du 15 mai au 31 août. Nous le verrons, l'actualité du ciel sera riche ! A noter, toutes les heures sont indiquées en temps légal français (TU + 2h sur la période couverte).

Solstice d'été

A l'approche du solstice d'été, le 21 juin, les nuits se raccourcissent nettement. Ainsi, la nuit du 20 au 21 juin ne sera parfaitement noire que pendant 3 heures. Plus généralement, les nuits seront brèves de fin mai à mi-juillet.

Comètes et étoiles filantes

En matière de comètes, l'actualité sera hélas assez pauvre. Seule la comète C/2009 P1 (Garradd) sera perceptible au télescope, jusqu'à début juin et avec une magnitude de 9 à 10. Quant aux essaims d'étoiles filantes, il faudra se contenter des Perséides, avec un maximum prévu le 12 août en pleine journée. En raison des incertitudes sur les prévisions, on pourrait malgré tout obtenir une belle moisson sur notre territoire la nuit du 11 ou du 12.



Lune

Les phases de la Lune sont résumées dans le tableau ci-contre. Pour l'observation du ciel profond, les plages

06/05 PL	12/05 DQ	21/05 NL	28/05 PQ
04/06 PL	11/06 DQ	19/06 NL	27/06 PQ
03/07 PL	11/07 DQ	19/07 NL	26/07 PQ
02/08 PL	09/08 DQ	17/08 NL	24/08 PQ

NL = Nouvelle Lune, PQ = Premier Quartier, PL = Pleine Lune, DQ = Dernier Quartier

les plus favorables se situent vers le 20 de chaque mois. A l'inverse, les sélénophiles apprécieront le premier quartier du 28 mai et le dernier quartier du 09 août, tous deux élevés dans le ciel. A l'occasion de la nouvelle lune du 21 mai, se produira une éclipse annulaire de soleil. De même, la Lune sera partiellement éclipsée le 04 juin. Néanmoins, les deux éclipses ne seront visibles que de l'autre face de la Terre, autour de l'océan Pacifique.

Occultation d'étoiles par des astéroïdes

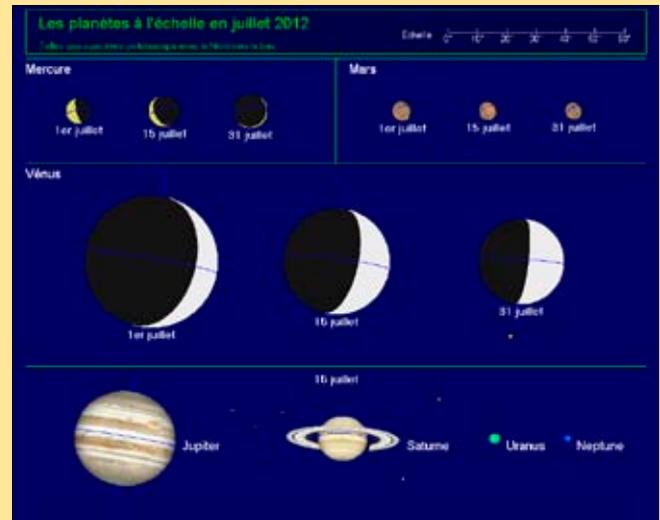
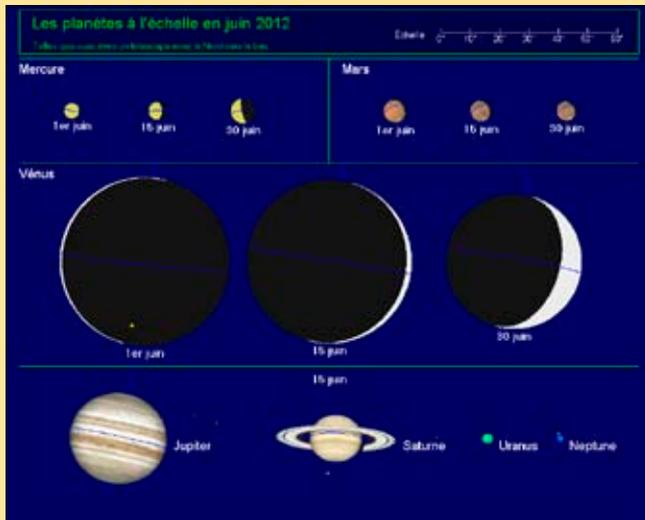
Pas moins de 7 événements de ce type seront susceptibles de survenir à Lyon et/ou l'observatoire du club d'ici au 31 août ! L'un d'entre eux implique l'astéroïde Pholus, de la classe des centaures, c'est-à-dire orbitant au-delà de Jupiter. Pour cet objet, la zone d'occultation est entachée d'une grande incertitude pouvant justifier une campagne à grande échelle.

Date	Heure	Durée max.	Astéroïde	Métoile	M _{ast.}	Hauteur
22/05	01h04	6,8	148 Gallia	12,9	12,9	62
16/06	23h39	6,6	5145 Pholus	13,3	21,1	35
12/08	04h45	6,0	2393 Suzuki	12,8	14,3	38
14/08	03h45	1,9	430 Hybris	9,2	15,6	42
15/08	22h40	4,6	2251 Tikhov	12,3	15,6	32
21/08	04h57	3,0	1137 Raissa	12,2	14,5	50
31/08	05h42	1,0	2039 Payne-G.	11,9	18,3	49

Prochaines occultations d'étoiles par des astéroïdes à observer de Lyon et/ou de l'observatoire du club. Les durées maximales sont exprimées en secondes, et les hauteurs, en degrés

Planètes

Mercure atteindra son élongation Est maximale le 1er juillet. On pourra l'apercevoir une dizaine de jours autour de cette date, au coucher du soleil. Un ciel limpide et un horizon dénué d'obstacles seront indispensables pour apercevoir cet astre très difficile. La planète sera aussi observable, quoique plus difficilement encore, juste avant le lever de soleil vers le 16 août. Vénus, quant à elle, s'enfoncera progressivement vers le Soleil courant mai et deviendra difficile à observer en fin de mois, à la tombée du jour. Elle ressurgira dans le ciel du matin début juillet. Vers le 20 mai et le 5 juillet, elle se présentera comme un joli croissant à voir au télescope ou même aux jumelles. Pour sa part, Mars glissera progressivement du Lion à la Vierge et agrémentera le ciel du début de nuit. Malheureusement, sa distance à la Terre fait qu'elle n'offre presque plus de détail au télescope. Ce sera notamment le cas le 27 août, où son diamètre apparent ne sera qu'un 300e de celui de la Lune, quoi qu'en dise le web... La planète rouge s'intercalera entre Saturne et Spica le 14 août au soir pour une belle conjonction. Jupiter, elle, fera son apparition dans le ciel du matin début juillet, mais restera basse dans le ciel jusqu'à mi-août. Enfin, Saturne sera visible en première partie de nuit tout en se rapprochant du Soleil. On pourra l'observer au télescope dans de bonnes conditions jusqu'à la mi-juin.



Occultation de Jupiter

Un phénomène méritant de se lever tôt se produira dans l'aube du 15 juillet : une occultation de Jupiter et de ses quatre satellites galiléens par un croissant de lune. Les chiffres de l'événement sont résumés dans le tableau ci-dessous. Dans l'ordre, on pourra voir disparaître Europe, Io, Jupiter, Ganymède puis Callisto. L'immersion (passage derrière la Lune) se fera du côté du croissant qui « regardera » vers la gauche. Durant cette phase, l'occultation des satellites pourrait être rendue difficile par l'éclat du croissant. En revanche, l'émergence se déroulera du côté de la lumière cendrée, beaucoup moins lumineuse, et donc dans de meilleures conditions. Jupiter mettra environ 100 secondes à passer entièrement derrière la Lune, et autant pour réapparaître. A l'œil nu, la planète semblera alors s'éteindre progressivement durant l'immersion et se rallumer à l'émergence. Au télescope, on verra bien sûr la Lune évoluer sur le disque de Jupiter. Quant aux satellites, un instrument sera indispensable pour les apercevoir. Malgré



Vue de la Lune, de Jupiter et de ses satellites (de gauche à droite : Callisto, Ganymède, Io et Europe) juste avant l'occultation.

Objet	Immersion				Émergence			
	Heure	Dur.	Azi.	Haut.	Heure	Dur.	Azi.	Haut.
Europe	3h30m10s	2,1	65°15'	5°02'	4h07m23s	2,2	71°35'	11°05'
Io	3h32m54s	2,6	65°41'	5°28'	4h10m04s	2,7	72°01'	11°31'
Jupiter	3h35m06s	99	66°03'	5°48'	4h12m32s	104	72°25'	11°55'
Ganymède	3h40m34s	3,6	66°57'	6°39'	4h19m02s	3,8	73°27'	12°58'
Callisto	3h44m28s	3,2	67°	7°15'	4h23m50s	3,4	74°14'	13°45'

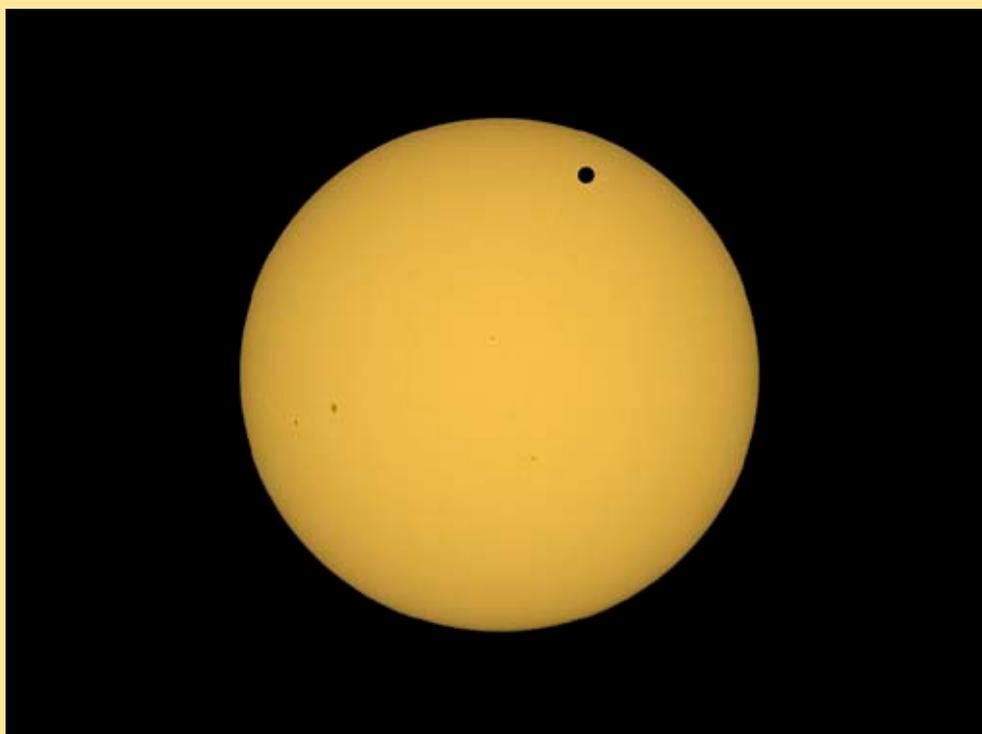
Ephémérides de l'occultation de Jupiter et ses satellites le 15 juillet, calculées pour Lyon. Les durées sont exprimées en secondes. Leur valeur exacte peut varier selon le relief en bord de lune aux points d'immersion et d'émergence.

leur apparence ponctuelle, leur diamètre étalera sur quelques secondes leur immersion et leur émergence : de quoi embellir encore le spectacle...

Photo & illustration : web

Transit de Vénus

La période couverte par ces éphémérides comporte un événement incontournable qui se tiendra le matin du 06 juin : un transit de Vénus devant le Soleil. Gare à ceux qui le manqueront, car ils devront alors patienter 105 ans ! Ceux qui ont pu observer le transit de 2004 le savent, il s'agit d'un phénomène unique en son genre, très intéressant et véritablement photogénique. L'usage d'un télescope à faible grossissement ou d'une paire de jumelles est recommandé pour profiter du spectacle, mais même l'observation à l'œil nu



Vue simulée du transit tel que vu à Lyon à 6h.

révèle une minuscule tache sur le Soleil. Hélas, contrairement à l'édition précédente, les observateurs de France métropolitaine ne pourront observer que la fin du transit. A Lyon, le Soleil se lèvera vers 05h53 en heure légale (l'heure exacte variant selon l'état de l'atmosphère et la forme locale de l'horizon) et très vite, la silhouette de Vénus apparaîtra sur le disque de l'astre diurne, en haut à droite et près du bord. Le 3^e contact, moment où Vénus semblera toucher le bord du Soleil de l'intérieur, aura lieu à 06h38. Il s'agit d'un instant particulièrement intéressant, car peut se produire l'effet de « goutte noire » : le contact entre Vénus et le bord du Soleil présente alors une échancrure, comme si une mince couche d'eau reliait les deux astres. Enfin, le 4^e contact (sortie complète de Vénus) aura lieu 17 minutes plus tard. Le transit sera visible vers l'est-nord-est : choisissez un site d'observation dénué d'obstacles dans cette direction. Enfin, rappelez-vous que toute observation du Soleil exige l'emploi de filtres appropriés. Ne négligez pas la sécurité de vos yeux pour un simple phénomène astronomique !

Phase	Heure	Azimut	Hauteur
Lever de soleil	05h53m27s	55°41'	0°00'
3 ^e contact	06h37m47s	63°27'	6°03'
4 ^e contact	06h55m19s	66°49'	9°12'

Ephémérides du transit de Vénus pour Lyon. Les azimuts et hauteurs sont ceux du Soleil. Les azimuts se comptent vers la droite en partant du nord.

Pour aller plus loin

Je vous invite à compléter ces éphémérides à l'aide de logiciels de simulation et des sites web suivants :



Conjonction Lune - Vénus du 26 mars 2012 par Olivier Garde

- Logiciels **Stellarium** (<http://www.stellarium.org/fr/>) et **Coelix** (<http://www.ngc7000.com/fr/coelix/>)
- Pages de **Steve Preston** (www.asteroidoccultations.com) et d'**Eric Frappa** (www.euraster.net/pred/index) pour les occultations d'étoiles par des astéroïdes
- L'**Exoplanet Transit Database** (var2.astro.cz/ETD) pour les transits d'exoplanètes
- **Heavens Above** (www.heavens-above.com) pour les passages de l'ISS et les flashes Iridium
- **Space Weather** (www.spaceweather.com)
- etc.

Et bien sûr, n'oubliez pas de nous faire part de vos expériences, photos et mesures à venir !

Luc JAMET



Illustrations : Stellarium, Coelix, web