

Astronomie *Québec*

Vol. 1 • No. 5 • Janvier-février 2013

Promenade sur Mars

La planète naine Pluton

La chromosphère

NGC 2261 et ses changements

Les défis de Rima Hadley

Quoi observer dans le ciel ?

Editorial Nouveaux jouets ?

Quelles surprises vous réservait le gros bonhomme vêtu de rouge, de blanc, et de noir ? L'astronomie était-elle sur sa liste pour vous ? Avez-vous été assez sage, durant l'année 2012, pour que le Père Noël daigne répondre à vos demandes — que dis-je ?! à vos besoins ! — de matériel ou de livres astronomiques ?

Certains d'entre vous ont peut-être reçu un télescope en cadeau. Peut-être est-ce un deuxième instrument pour vous qui en aviez déjà un, mais peut-être aussi est-ce votre premier. Si tel est le cas, peut-être lisez-vous aujourd'hui *Astronomie-Québec* parce que vous voulez savoir où pointer votre nouveau jouet dans le ciel. J'ose espérer que le fait qu'il ne montre pas d'images comparables à celles prises par le Télescope spatial Hubble ou le VLT (*Very Large Telescope*) ne vous découragera pas ! En fait, l'astronomie d'amateur peut être un véritable sport pour les yeux, les entraînant à voir des détails de plus en plus subtils, des objets de plus en plus faibles...

À Noël 1984, le petit garçon de 11 ans que j'étais a reçu un télescope en cadeau. En fait, une *lunette astronomique*, à proprement parler. J'avais bien hâte que les nuages se dissipent pour enfin pouvoir l'utiliser ; je vous souhaite du beau temps plus rapidement que pour moi à cette époque ! Une fois partis les nuages, toutefois, je ne savais trop quoi observer avec ce beau tube rouge étincelant — oserais-je dire « rouge Ferrari » ? Toujours est-il que c'est à « vitesse Ferrari » que j'ai lu tout ce que je pouvais lire pour essayer d'en savoir plus. Et ce n'était pas toujours clair.

Pour vous faciliter la vie, *Astronomie-Québec* a choisi quelques cibles privilégiées. Que ce soit des jumelles (que vous pourrez aussi utiliser pour observer les oiseaux, de jour) ou un télescope doté de la plus récente technologie, nos pages vous diront comment trouver vos cibles, ainsi que le niveau de détails révélé (ou pas !) par votre instrument.

L'importance des oculaires — de divers types et longueurs focales — y sera aussi brièvement abordée. Après tout, ce n'est pas pour rien que certains astronomes amateurs ont des valises pleines de ces petits bouts de tuyaux métalliques équipés de lentilles ! D'ailleurs, c'est ce que le Père Noël me réservait (entre autres) cette année, avec la complicité de ma muse et conjointe, Erin. Un beau Baader-Planetarium Hyperion 8 mm, de même que des anneaux de variation focale conçus pour aller avec — en tout, c'est comme si j'avais cinq nouveaux oculaires en un seul ! Voyez la documentation sur ces petits bijoux d'optique, au prix tout à fait abordable, sur le site Web du Planétarium Baader, au http://www.baader-planetarium.com/pdf/hyperion_brief_description_e.pdf et au http://www.baader-planetarium.com/pdf/hyperion-okulare_englisch.pdf (liens en anglais seulement, désolé).

Bonne année, et surtout, bonnes observations !

Pierre

Pierre Paquette
Éditeur

Astronomie
Québec

Équipe éditoriale

Éditeur Pierre Paquette
Muse Erin Pecknold
Chroniqueurs Gilles Boutin, Robert Giguère, Stéphane Lemon,
Pouria Nazemi, Gilbert St-Onge,
Eddy Szczerbinski, Pierre Tournay
Collaborateurs Denis Goyette, Alain Roussel

Contact

<http://astronomie-quebec.com> • info@astronomie-quebec.com

Astronomie-Québec (ISSN 1929-4301) est publié bimestriellement au format PDF et disponible gratuitement sur le Web.

Astronomie-Québec sur Facebook :
<http://www.facebook.com/AstronomieQuebec>

Astronomie-Québec a été fondé en juin 2012 par Pierre Paquette.

Les opinions publiées dans *Astronomie-Québec* n'engagent que leurs auteurs et ne sont pas nécessairement celles de l'éditeur.

Le contenu d'*Astronomie-Québec* ne peut pas être reproduit (© 2012), mais la publication en son entier peut être redistribuée librement.

Nous vous invitons toutefois à référer au site Web du magazine *Astronomie-Québec* (<http://astronomie-quebec.com>) plutôt qu'à le redistribuer vous-même : cela nous permettra de mieux connaître nos lecteurs et de mieux vous servir.

Dépôt légal : Bibliothèque et Archives nationales du Québec.



Photo de couverture :
Paysage martien capturé par
la sonde *Curiosity* de la NASA.

Pourquoi la fin du monde n'a pas eu lieu

Les médias en parlaient depuis des années ; même un film-catastrophe a connu un certain succès au *box-office*. Les Mayas étaient apparemment formels : la fin du monde allait avoir lieu le 21 décembre 2012, au moment du solstice d'hiver selon certains.

Puisque nous sommes encore ici après cette date fatidique, il va sans dire que la fin du monde *n'a pas eu lieu* ! Les Mayas se seraient-ils trompés ? Devons-nous notre survie aux actions miracles d'un super-héros de la trempe de Bruce Willis ? Aucune de ces réponses ! En fait, les Mayas n'avaient jamais prédit la fin du monde — c'était plutôt l'aboutissement d'un cycle temporel que l'on pourrait comparer à notre année 2000 ; nous sommes passés à la date 13.0.0.0, le début du quatorzième *b'ak'tun*^[1], une période de 144 000 jours ou 394,26 années tropiques (définies comme la période entre deux équinoxes de printemps).

Pourquoi alors tout ce chahut autour d'une supposée fin jamais annoncée ? C'est que le *Popol Vuh*, une compilation de mythologies maya sur l'origine du monde, raconte que les divinités ont créé trois premiers mondes, qui ont tous été détruits au bout de treize *b'ak'tunob*^[2], et que nous vivons donc dans le quatrième monde. Si l'on se fie à certaines chronologies, la « date zéro », l'origine du premier *b'ak'tun*, serait le 11 août 3114 AËC, ce qui place la fin du treizième *b'ak'tun* — et donc la fin du quatrième monde — au 21 décembre 2012.

[1] Le premier *b'ak'tun* a commencé à la date 0.0.0.0.0 ; de même, c'est le 21^e siècle et non le 20^e qui a commencé le 1^{er} janvier 2001...

[2] Le pluriel de *b'ak'tun* est *b'ak'tunob*.

Certains ont dit que l'apocalypse se produirait à ce moment à cause d'un alignement des planètes avec le Soleil, ou encore un alignement du Soleil avec le centre de la Voie lactée. Le sens de cette dernière hypothèse n'est pas clair, car le Soleil passe chaque année devant le centre galactique vers la date du solstice d'hiver ; et quel est l'effet ? Aucun, à ce que l'on perçoive chaque année ! Pour ce qui est de l'alignement des planètes, il n'est pas arrivé... Et il faut dire que Jupiter, même à son plus proche, exerce une force gravitationnelle sur la Terre inférieure à 1 % de celle exercée par la Lune (qui cause les marées)... et c'est la planète la plus massive du système solaire, alors les autres ont encore moins d'effet !

Enfin, quant à l'interprétation mystique que certaines personnes ont donné à la date — dans le courant *Nouvel Âge* par exemple —, selon laquelle il ne s'agirait pas de la fin *du* monde mais de la fin *d'un* monde ou d'une manière de penser, il est facile de démontrer que ça ne tient pas la route non plus. Pourquoi, en effet, *tous* les gens de la planète se seraient-ils réveillés le 21 décembre (ou aurait-ce été le 22 ?) avec une philosophie différente ? Nous serions-nous ainsi magiquement mis à *tous* aimer notre prochain, contrairement à la veille ?

Quoi qu'il en soit, je suis heureux d'être encore des vôtres, et soyez assurés qu'*Astronomie-Québec* continuera d'être publié, et n'a pas changé de façon de penser par rapport à la diffusion des connaissances liées au beau loisir et à la belle science qu'est l'astronomie !

—Pierre Paquette

Pour les aimants de l'astre sélène (nom poétique de la Lune), voici une photo prise avec ma nouvelle caméra Canon EOS Rebel T4i, avec un objectif de 55–250 mm réglé à 250 mm. Cette caméra donne de très bonnes performances sur la Lune, de même que sur Jupiter, nous permettant de voir les quatre satellites galiléens.

Cette photo de la Lune fut prise dans la région de Joliette, plus précisément à l'auberge de la Montagne Coupée. La Lune à ce moment était à une distance

de 400 423 km de la Terre, avec un diamètre apparent de 29,84'. Sa phase était de 24,5°, elle était âgée de 12,80 jours, son illumination était de 95,5 %, et elle était à une altitude de 62° 04'.

N'hésitez pas à prendre en photo notre astre sélène, lui qui est le plus près de nous et qui nous révèle à chaque nuit un aspect bien différent.

Denis Goyette
Club des Astronomes Amateurs de
Laval et CORAM



Observation

QUOI



OBSERVER

AVEC VOTRE NOUVEAU TÉLESCOPE ?

Ça y est : vous l'avez enfin reçu, ce télescope que vous vouliez tellement pour Noël ! Avec un peu de chance, les nuages se dissiperont d'ici quelques jours, et vous pourrez enfin scruter le firmament avec ce bijou d'optique et de mécanique qui a coûté tant d'argent à cette personne pour qui vous êtes si important. Avec l'appareil photo numérique que vous avez aussi reçu en cadeau de Noël, vous êtes maintenant prêt à prendre des images qui rivaliseront avec celles prises par le Télescope spatial Hubble ou autres VLT de ce monde.

SCRATCH ! Désolé de « péter votre bulle », mais non, vous ne pourrez pas prendre des images

de ce calibre, peu importe la qualité de votre nouvel appareil photo ou celle de votre nouveau télescope. Plusieurs raisons expliquent cela, mais surtout le fait que ces instruments n'ont pas coûté des millions de dollars et qu'ils ne se trouvent pas au-dessus de l'atmosphère terrestre.

Voici toutefois ce à quoi vous pouvez raisonnablement vous attendre en pointant votre télescope vers les cieux.

Astronomie-Québec a choisi pour vous quelques cibles brillantes, faciles, ou autrement intéressantes, qui seront pour vous un début dans le merveilleux domaine de l'astronomie d'observation...

N'oubliez pas toutefois qu'avant de partir en voyage automobile, il faut apprendre à conduire, et c'est pourquoi nous ne saurons assez vous recommander de lire, lire, et lire le plus possible sur le ciel et son observation. Les pages et le site *Web d'Astronomie-Québec* ne sont que le début : il existe des centaines de sites Internet tous plus intéressants les uns que les autres, de même que des livres pour tous les goûts.

Avant d'aller pratiquer vos yeux au télescope, pratiquez-les sur ces sources d'information !

Après avoir lu et relu tout ce que vous pouvez lire, c'est le temps de sortir et de mettre l'œil à l'oculaire. Bonnes observations !

La Lune

Dans chaque édition d'*Astronomie-Québec*, on retrouve la chronique de Pierre Tournay « La Lune t'écœure ? », qui invite les lecteurs à observer des caractéristiques inhabituelles de notre satellite, ou simplement des détails difficiles à observer, mais qui représentent une récompense pour l'observateur attentif.

L'aspect visuel de la Lune change continuellement, ne serait-ce qu'à cause de l'éclairage solaire qui évolue d'heure en heure. Un cratère qui se trouve dans l'obscurité en début de soirée peut être complètement éclairé en fin de nuit.

Même chose pour les montagnes et vallées, plus facilement visibles lorsque les ombres rasantes qu'elles projettent ou qui les remplissent sont longues, par exemple lors des quartiers de lune.

Presque n'importe quel instrument d'optique montrera sur l'astre des nuits des cratères et quelques autres détails ; plus le diamètre de l'objectif sera grand, plus fins seront les détails. Par exemple, une lunette de 60 mm montrera des cratères de 8 km ou plus ; un télescope de 250 mm ou plus pourra montrer des crevasses de 1,5 km ou moins, quand la turbulence atmosphérique sera nulle.

Les planètes

Jupiter

La planète géante Jupiter (142 796 km de diamètre, soit plus de 10× celui de la Terre) est dans un segment de son orbite qui en favorise l'observation jusqu'en avril 2013 environ. On la verra dans la constellation du Taureau (même si les astrologues vous diront qu'elle est dans les Gémeaux — on n'expliquera pas ici pourquoi les astrologues ont tort, mais cela a à voir avec la précession des équinoxes, dont ils ne tiennent pas compte).

Même à faible grossissement et avec un petit instrument d'optique, on arrivera facilement à distinguer jusqu'à quatre de ses principaux satellites, dits *galiléens* puisqu'ils ont été découverts par l'astronome italien Galileo Galilei (Galilée) en janvier 1610. C'est toutefois Simon Marius qui les a nommés : Io, Europe, Ganymède et Callisto, dans l'ordre d'éloignement à la planète. Avec des périodes orbitales allant de 42 h à 16 j, leur mouvement peut être facilement observé au courant d'une même nuit, quand on y porte bien attention... C'est leur ronde au fil des jours qui a permis à Galilée de remarquer que les quatre étoiles qu'il voyait autour de Jupiter étaient en fait des satellites à part entière.

Jupiter révèle aussi assez facilement ses bandes (sombres) et zones (claires) atmosphériques, causées par sa grande vitesse de rotation sur elle-même. Du détail pourra y être observé avec une lunette d'environ 80 mm de diamètre, ou un télescope de 100 mm environ — à diamètre égal, le télescope est légèrement moins performant, du fait de l'obstruction centrale causée par le miroir secondaire, qui fait perdre un peu de contraste à l'image ; on doit donc pallier en utilisant un diamètre plus grand. Plus le diamètre de l'instrument d'observation sera important, plus fins seront les détails observés, mais il faut aussi se rappeler que l'atmosphère terrestre joue un rôle non-négligeable, puisque la turbulence atmosphérique est l'équivalent de dizaines, voire même de centaines, de lentilles différentes passant devant l'objectif de l'instrument, et déformant toutes l'image à leur façon.



Jupiter, le 11 septembre 2012, par Roch Lévesque. Sur son télescope Celestron C11 de 280 mm (11"), Roch a installé une lentille de Barlow 2× apochromatique et une rallonge, donnant un rapport focal près de $f/25$ — soit une distance focale de 7 125 mm. D'une séquence AVI de 3600 images de $\frac{1}{20}$ s chacune, capturées avec une caméra couleur DFK21AU618AS à 30 images par seconde, Roch en a retenu 1200, qu'il a ensuite traitées avec Autostakkert, MaximDL, Photoshop CS5, et Pixinsight. La turbulence atmosphérique était alors de 1.5 (on dit aussi que le seeing était de 4.5).



Voici Saturne prise avec un télescope Celestron C11 de 280 mm (11" de diamètre et une lentille de Barlow 2× (rapport focal résultant de $f/20$ ou 5 700 mm de focale effective), le 23 mai 2012, alors que la turbulence atmosphérique était plus faible qu'à l'habitude. Roch Lévesque a sélectionné un peu plus de 2000 images d'une séquence de 12 500, chacune exposée $\frac{1}{80}$ s à 30 images par secondes avec une caméra couleur DFK21AU618AS. Les images ont ensuite été traitées dans Registax 5 et Photoshop CS5.

Saturne

À peine plus petite que Jupiter (120 536 km de diamètre), la planète aux anneaux est toutefois située environ deux fois plus loin du Soleil et apparaît donc nettement plus petite au télescope (15" à 20" sans les anneaux, contre 30" à 50" pour Jupiter). Cela ne l'empêche pas d'être intéressante à sa façon, avec notamment son cortège d'anneaux, unique dans tout le système solaire, et visible avec même les plus petites lunettes ou télescopes (avec un grossissement d'environ 40× ou plus).

On peut aussi distinguer des satellites à Saturne : le plus brillant est Titan (magnitude ~8), sur lequel la sonde spatiale Huygens s'est posée en 2005 — sont aussi relativement faciles à observer Rhea (ou *Rhéa*, magnitude ~9,5), Tethys (ou *Téthys*) et Dione (ou *Dioné*), de magnitude ~10, de même que Enceladus (ou *Encélade*, magnitude ~11,5). Des lunettes de 150 mm ou plus, ou des télescopes de 190 mm de diamètre ou plus, permettront peut-être de détecter Iapetus (ou *Japet*, magnitude 10–12) ou Mimas (magnitude ~12,5), voire même Hyperion (magnitude ~14).

Même les anneaux révèlent quelques détails : on peut ainsi reconnaître l'anneau A, externe et quelque peu plus sombre ; et l'anneau B, interne et plus brillant, séparés par la division de Cassini, visible dans tout instrument de plus d'environ 60 mm lorsque la turbulence atmosphérique est faible. L'anneau A lui-même est séparé en deux par la division de Encke (bien qu'en anglais, on parle plutôt d'*intervalle* que de *division* : « Encke gap » et « Cassini division »), visible avec un instrument de plus de 250 mm de diamètre environ. À l'intérieur de l'anneau B, on trouve le très faible anneau C — un quatrième anneau, D, a été découvert en 1969, mais celui-ci et les anneaux découverts depuis ne sont pas visibles avec des instruments d'amateurs. L'ombre des anneaux est parfois perceptible sur la planète, tout comme l'ombre de celle-ci est parfois perceptible sur les anneaux ; c'est Robert Hooke qui fut le premier à remarquer le phénomène, vers 1666.

Saturne se trouvera en opposition — diamétralement opposée au Soleil — le 28 avril 2013, et sera donc visible toute la nuit vers cette date. Le 1^{er} décembre 2013, la Lune occultera (cachera) la planète pour une petite région de l'Antarctique ; le continent polaire sud presque entier aura droit à une répétition le 29 décembre — d'ailleurs sur la Terre, notre satellite naturel ne fera que frôler la planète aux anneaux, ce qui devrait tout de même être un spectacle intéressant. Saturne passera aussi proche de Vénus le 20 septembre, et de Mercure les 10 octobre et 26 novembre. La planète passera toute l'année dans la Balance, sauf pour la période allant de la mi-mai à la fin d'aout, qui verra Saturne dans la Vierge.

Vénus

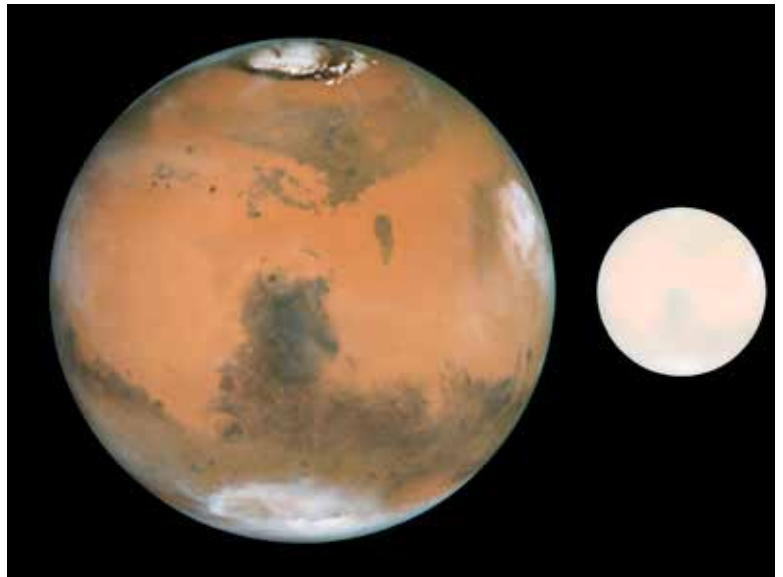
Vénus est l'astre le plus brillant du ciel après le Soleil et la Lune, mais outre ses phases — qui la font ressembler à notre satellite naturel vu à l'œil nu —, elle ne montre essentiellement aucun détail dans un télescope d'amateur. Son disque fait de 10" à 60" de diamètre apparent selon sa position sur son orbite par rapport à la Terre et au Soleil. Elle passe janvier et février dans le ciel du matin, puis se retrouve dans le ciel du soir à partir d'avril.



Évolution des phases de Vénus, par Statis Kalyvas, avec un télescope de 114 mm (4,5") et un appareil photo Nikon Coolpix 750, du 27 février au 8 juin 2004 (passage devant le Soleil), à Thessalonique (Grèce). Crédit : Programme VT-2004, ESO.

Mars

Mars est normalement décevante pour les nouveaux observateurs, ne révélant que très peu de détails à l'œil non-exercé. Ses traits de surface sont aussi généralement peu contrastés. Les calottes polaires se distinguent relativement bien, tout comme Syrtis Major, une région plus sombre. Le disque de Mars ne fait jamais plus d'environ 25" de diamètre, et peut même rétrécir à 3" quand Mars est de l'autre côté du Soleil par rapport à la Terre. De plus, comme le jour martien dure à peine plus longtemps que le jour terrestre (24 h 37 min), la planète rouge présente presque toujours la même face à qui l'observe sensiblement à la même heure soir après soir.



Mars telle que vue par le Télescope spatial Hubble, à gauche, et une simulation de son apparence possible au télescope au même moment, à droite (pas à l'échelle).

Mars se couchera assez tôt au début de l'année 2013, pour ensuite passer dans le ciel du soir à partir du début de juin environ, se levant de plus en plus tôt. Sa prochaine opposition (alors qu'elle sera à 180° du Soleil dans le ciel) aura lieu le 8 avril 2014; elle sera alors visible toute la nuit. Le 22 juillet, on la trouvera à environ 1° de Jupiter.

Uranus et Neptune

Ces deux planètes ne montrent au télescope qu'un très petit disque (4" pour Uranus, 2" pour Neptune) de couleur très légèrement verdâtre (Uranus) ou bleutée (Neptune). Dans des conditions idéales, Uranus est à peine visible à l'œil nu.

Mercure

L'observation de la petite planète est rendue très difficile par sa proximité au Soleil et son petit diamètre angulaire (4,5" à 13" environ). Outre ses phases, elle ne montre pour ainsi dire aucun détail dans un télescope d'amateur.

Les comètes

Ces boules de neige sale sont assez imprévisibles, même pour les plus connues. En effet, si on connaît leur orbite avec précision, on a en revanche du mal à prévoir leur comportement et leur brillance, puisque des poches de gaz peuvent éclater à leur surface suite à la fonte des glaces à l'approche du Soleil. On a même déjà vu des comètes devenir soudainement beaucoup plus brillantes à cause de tels phénomènes, parfois même loin du Soleil, comme ce fut le cas pour la comète 17P/Holmes les 23–24 octobre 2007 — plus de cinq mois après son passage au périhélie, le point de son orbite le plus rapproché du Soleil.

Conséquemment, on ne peut prédire la visibilité des comètes dans aucun instrument, du moins pas longtemps d'avance.

Pour 2013, on prévoit que la comète C/2012 S1 (ISON) deviendra observable avec de petits instruments d'août 2013 à janvier 2014, et peut-être à l'œil nu à partir de la fin octobre. La comète C/2011 L4 (PANSTARRS) pourrait aussi être visible à l'œil nu, vers mars 2013 — elle pourrait être aussi brillante que Vénus, selon certaines estimations, mais rappelons que les comètes sont imprévisibles...



Comète McNaught le 22 juin 2010, par Roch Lévesque.



Nébuleuse d'Orion (Messier 42), prise par Pierre Paquette avec un télescope de 250 mm (10") f/4,7, avec un appareil photo Canon Rebel XT. Pose de 30 s non guidée sur monture Dobson.

Les étoiles

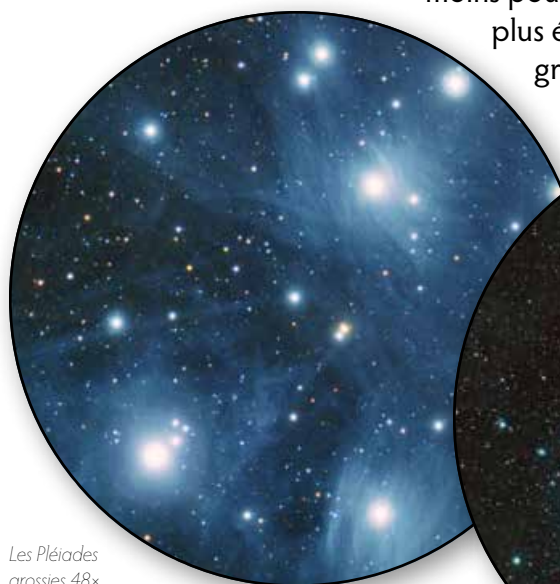
Même à très fort grossissement, une étoile garde toujours l'aspect d'un point — si vous percevez un disque, c'est que vous observez une planète ou un objet de ciel profond (voir section suivante), ou que la mise au point de votre instrument est incorrecte.

Une bonne quantité d'étoiles (environ les $\frac{2}{3}$ selon certaines estimations) sont toutefois doubles ou multiples — à un grossissement ou un autre, on pourra percevoir deux étoiles ou plus, là où l'œil nu ou les grossissements plus faibles n'en voyaient qu'une seule. Pour deux étoiles de même magnitude (brillance identique), la séparation minimale en secondes d'arc qu'un instrument pourra résoudre est équivalente à 11,6 divisé par le diamètre de l'instrument en centimètres (ou 4,56 divisé par le diamètre en pouces). On appelle cette valeur la *limite de Dawes*. Pour des étoiles de magnitude différente, l'histoire se complique — en fait, aucune formule n'a encore été déterminée de façon satisfaisante ; on pourra consulter à ce sujet <http://unevendoublestars.wikispaces.com>

Le ciel profond

Tout objet extérieur au système solaire et qui n'est pas une étoile est appelé *objet de ciel profond* ; cette catégorie regroupe les amas d'étoiles (ouverts et globulaires), les nébuleuses (d'émission, de réflexion, et obscures), et les galaxies de toutes sortes. Certains de ces objets sont relativement brillants — on n'a qu'à penser aux Pléiades (amas ouvert), à la nébuleuse d'Orion (image ci-dessus), ou à la galaxie d'Andromède —, tandis que d'autres sont très faibles ; en fait, on découvre régulièrement de nouvelles galaxies, à la limite de visibilité des télescopes les plus puissants...

Les objets de ciel profond condensés ne s'observent évidemment pas de la même façon que les grands ; les brillants, pas comme les faibles. Règle générale, on privilégie le grossissement le plus faible possible, du moins pour débiter l'observation, quitte à passer ensuite à un grossissement plus élevé. Certains objets étendus sont aussi mieux observés à faible grossissement ; les images ci-contre montrent les Pléiades à différents grossissements — le spectacle est nul à forte puissance (la nébulosité ne sera pas aussi fortement visible à l'oculaire).



Les Pléiades
grossies 48x



Les Pléiades
grossies 16x

Un instrument d'au moins 100 mm à 150 mm de diamètre est nécessaire pour distinguer quelque structure que ce soit dans les objets de ciel profond, sauf pour les objets les plus brillants et les plus étendus — et les détails alors perçus seront minimaux.

Les objets de ciel profond sont classés dans certains catalogues, les plus connus étant celui de Charles Messier (1730–1817), de même que le *New General Catalogue* et les deux *Index Catalogues* supplémentaires, tous trois compilés par Johan Ludvig Emil Dreyer (1852–1926). Les objets de Messier sont au nombre de 110, et sont considérés par la plupart des astronomes amateurs comme une bonne initiation au ciel profond, contenant tous les types d'objets, sauf des nébuleuses obscures, et tous assez brillants pour être observés avec un télescope d'environ 115 mm de diamètre (4½") sous un ciel noir.



Les accessoires

Les instruments astronomiques sont livrés avec au moins un *oculaire*, qui est un jeu de lentilles que l'on place devant l'œil et qui agrandit l'image formée par l'objectif. Cela permet de changer le grossissement effectif de l'appareil, qui se calcule simplement en divisant la distance focale de l'objectif par celle de l'oculaire utilisé. Par exemple, si on a un télescope de 1200 mm de focale et un oculaire de 10 mm, on aura un grossissement de 120×.

D'autres caractéristiques cruciales d'un oculaire sont son dégagement oculaire (*eye relief* en anglais), qui est la distance entre la dernière surface optique et l'endroit où l'œil se place ; son champ apparent, qui est l'angle d'un point du bord du champ à l'œil à un point diamétralement opposé ; et le diamètre de son barillet — il y a des standards de ce côté, la plupart des oculaires ayant un diamètre de 1¼" (31,75 mm) ou 2" (50,8 mm). Les oculaires de 1" (25,4 mm) et de 0,965" (24,5 mm) sont généralement pour les instruments de basse qualité.

On trouve depuis quelque temps sur le marché des oculaires modulaires, qu'on peut démonter et remonter avec ajout optionnel de bagues de rallonge. Un tel oculaire est illustré ci-contre ; il s'agit du Hyperion 8 mm de Baader-Planetarium, qui peut être converti en oculaires de 6 mm (anneau de 14 mm), 5 mm (anneau de 28 mm), 4,3 mm (les deux anneaux) ou 21,8 mm (sans le premier groupe de lentilles, à gauche sur la



photo), en plus d'avoir des

filets près de la dernière

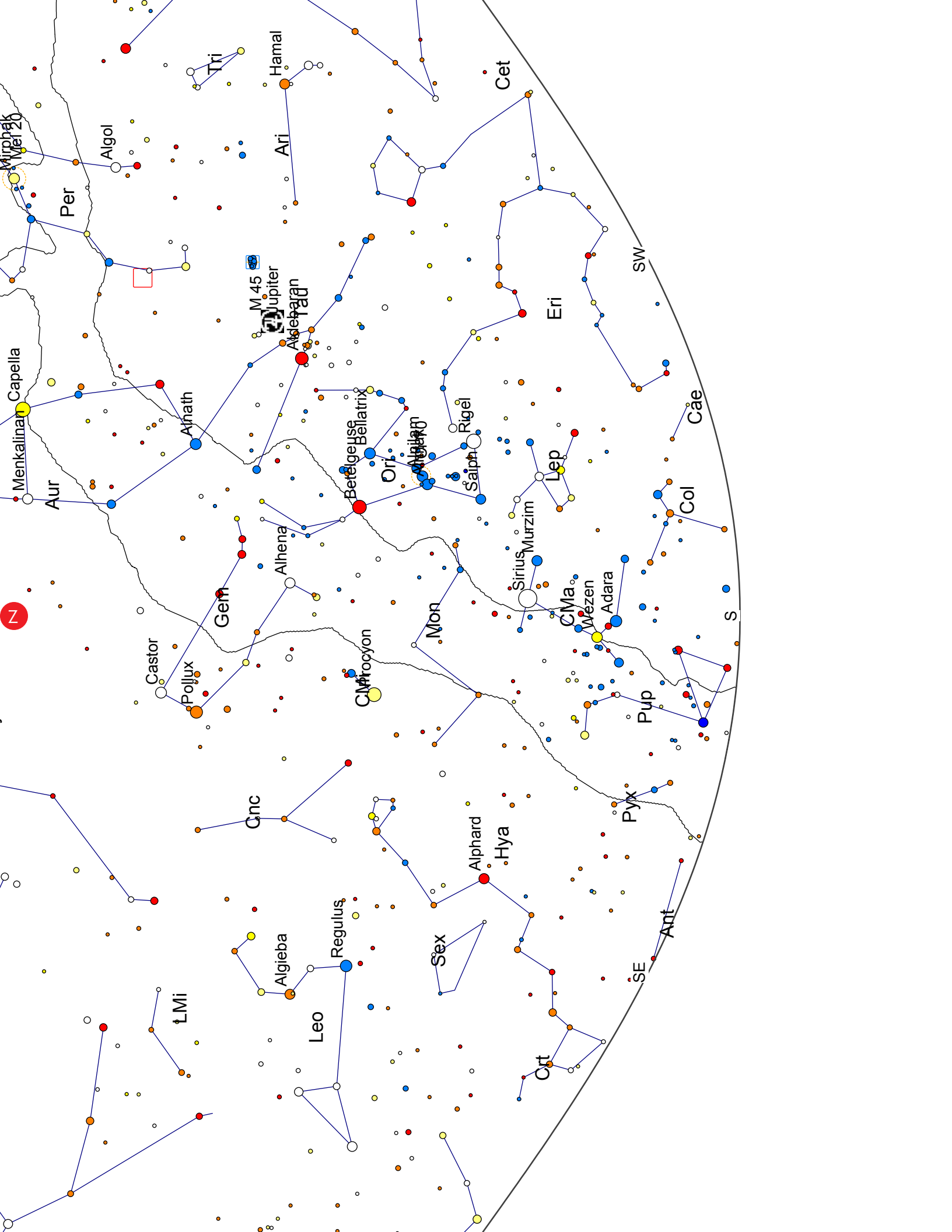
lentille pour adaptation directe à un appareil photo.

Presque tous les oculaires sont filetés pour accepter divers filtres — les deux rangées du bas sur la photo en haut à gauche. Ceux-ci sont généralement colorés, pour rehausser les détails dans la couleur correspondante sur l'objet observé, en général une planète. On trouve aussi des filtres spécialisés, ne laissant passer qu'une très petite fraction du spectre lumineux, et destinés à faciliter l'observation des objets de ciel profond, habituellement en coupant la pollution lumineuse — à noter que ces filtres ne rendent pas l'objet plus brillant, mais le fond de ciel plus noir.

La prise de notes

L'importance de conserver des notes de ses observations ne saurait jamais être surestimée. On trouve sur le marché des carnets spécialement conçus à cet effet, et on peut aussi trouver des formulaires pour cela sur Internet.

D'une façon ou d'une autre, l'important est toujours évidemment d'observer !

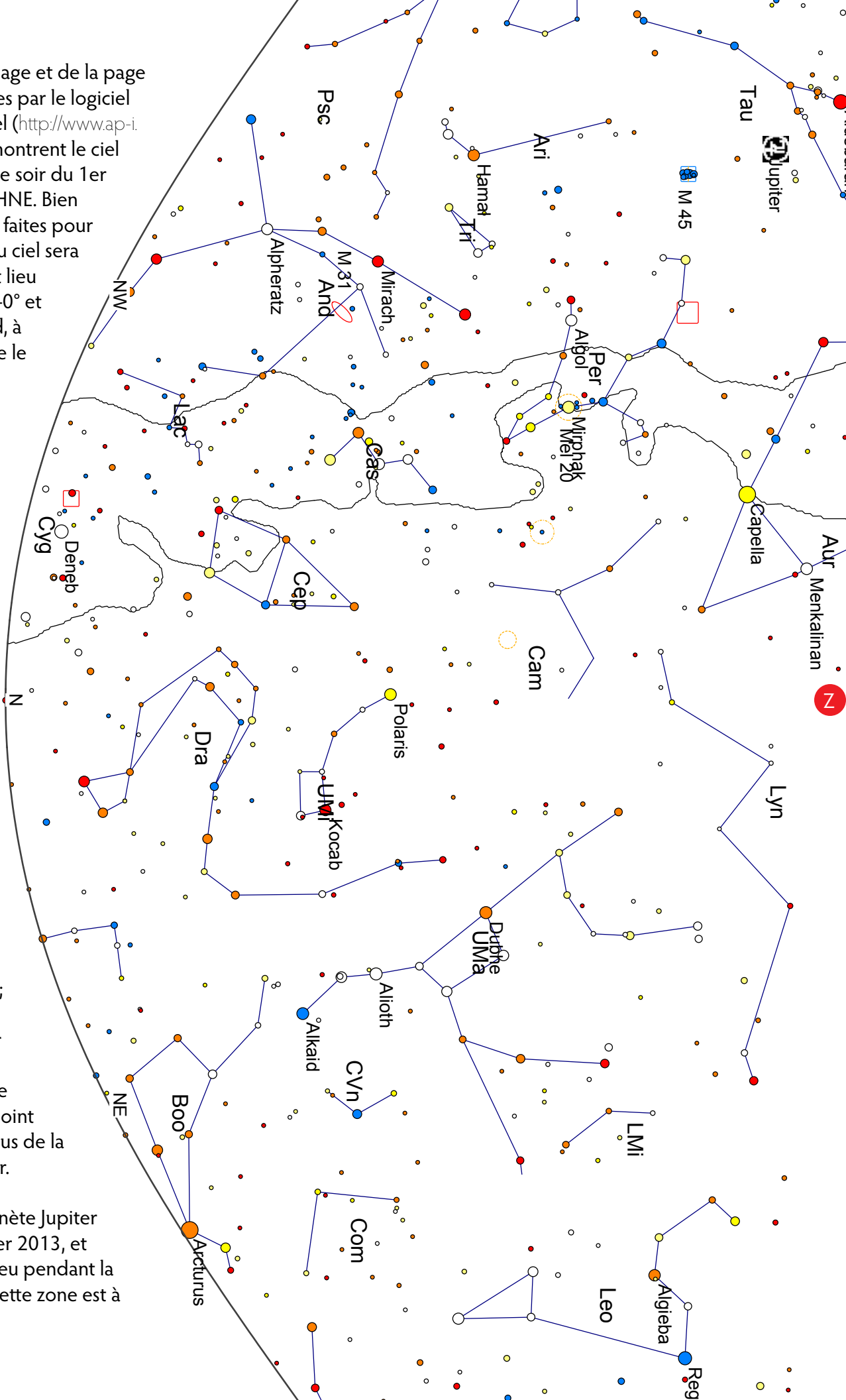


Les cartes de cette page et de la page précédente, générées par le logiciel gratuit Cartes du Ciel (<http://www.ap-i.net/skychart/fr/start>), montrent le ciel tel qu'il sera visible le soir du 1er février 2013 à 22 h HNE. Bien que les cartes soient faites pour Montréal, l'aspect du ciel sera semblable pour tout lieu situé entre environ 40° et 50° de latitude Nord, à la même heure locale le même soir.

Cette carte montre le ciel tel que vu en regardant vers le côté nord, et le sud est à la page précédente. Les principales constellations sont identifiées, de même que leurs étoiles les plus brillantes et quelques objets de ciel profond considérés comme intéressants.

Dans le coin supérieur gauche de la présente carte, on trouve le point cardinal ouest; l'est est dans le coin inférieur gauche. Sur chacune des cartes, un Z entouré désigne le zénith, qui est le point directement au-dessus de la tête de l'observateur.

La position de la planète Jupiter est celle du 1er février 2013, et changera quelque peu pendant la période couverte. Cette zone est à l'ouest-sud-ouest.



La planète naine

Après avoir observé toutes les planètes du Système solaire, pourquoi ne pas essayer la planète naine Pluton. C'est la revue américaine *Sky & Telescope* de juin 2012 qui déclencha mon intérêt.

Pluton était visible dans le ciel d'été 2012, très bas à l'horizon dans la constellation du Sagittaire, avec une magnitude visuelle tout près de +14. Elle demeure difficilement visible même avec un télescope de grand diamètre. Il faut l'observer avec un télescope de 25 cm (10") au moins puisque dans un ciel moyen, sa luminosité est diluée par la pollution lumineuse et atténuée par l'atmosphère. Cependant, prendre une image avec une caméra DTC (CCD) semblait facile.

La carte de *Sky & Telescope*, publiée avec la position quotidienne, montre Pluton près d'un amas d'étoiles important, soit Messier 25 (IC 4725), facilement visible aux jumelles et aux télescopes. La période du 15 au 22 juillet 2012 représentait le moment idéal, puisque Pluton était à moins de 1° au sud de M 25; de plus, son déplacement angulaire était au maximum. Cette vitesse permettait donc de détecter son mouvement dans la même nuit, confirmant ainsi sa position sur l'image.

Le vendredi soir, 21 juillet 2012, le ciel était bien dégagé; l'occasion parfaite se présentait. Ma fenêtre d'observation à cette hauteur de l'horizon n'était que de deux heures à partir du passage de Pluton au méridien.

Après avoir installé et calibré mes instruments astronomiques (une caméra DTC de modèle ST402M de SBIG installée sur un télescope Newton de 15 cm [6"] de courte focale), j'ai commencé par repérer l'amas d'étoiles M 25 au chercheur et à le centrer dans le champ de la caméra dès sa visibilité au dessus des arbres.

Photo 1 • Pluton dans l'image



Photo 2 • L'amas ouvert Messier 25



Pluton

par Alain Roussel

Ensuite, à l'aide de la carte, j'ai identifié la zone où Pluton se trouvait et j'ai pris une série d'images de 10 secondes (voir **Photo 1**). La qualité de la carte m'a permis de soupçonner déjà le point représentant Pluton. Environ une heure plus tard, une deuxième série d'images a été prise, précédée d'images de M 25 et de M 22 pour le plaisir (voir **Photo 2**).

Les images de Pluton ont par la suite été traitées, alignées et superposées. En utilisant la fonction *blink* d'un logiciel, j'ai rapidement pu identifier Pluton par son déplacement alors que les étoiles étaient fixes (voir **Photo 3**).

J'ai mesuré un déplacement de $5,7''$ en seulement 83 minutes. Avec les instruments utilisés, la résolution de l'image est d'environ $2,5''$. Donc, le déplacement sur la matrice n'a été que d'environ un pixel.

Malgré la pollution lumineuse et l'absorption atmosphérique de la lumière, et le télescope pointé vers le centre de la Voie lactée, la caméra DTC rend le repérage de Pluton facile, même dans un champ d'étoiles bien garni. Clyde W. Tombaugh l'aurait certainement apprécié...

Il me restera à observer visuellement Pluton pour dire que j'ai vu les 8 planètes du Système solaire. Mais le temps presse, car Pluton s'éloigne de nous...

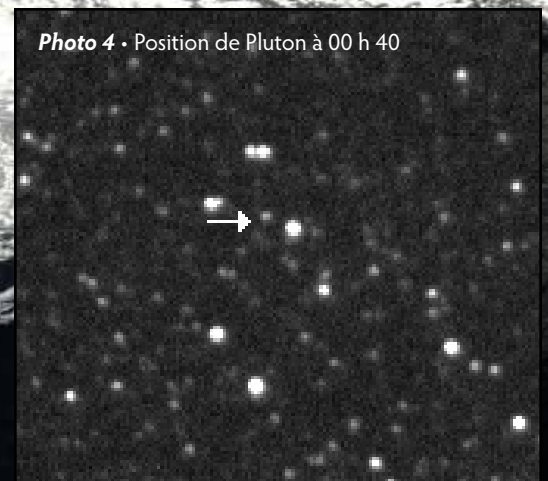
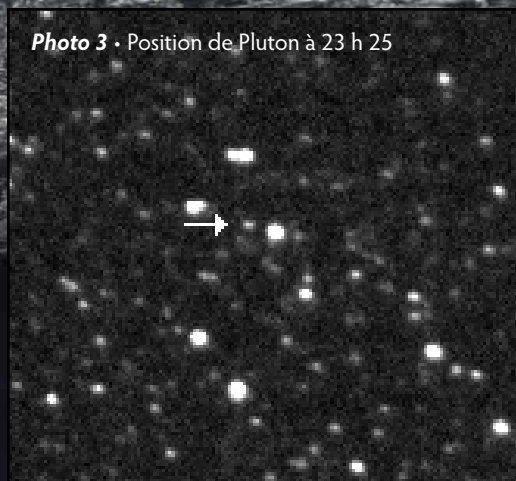


Image de fond :
Vue d'artiste de la surface de Pluton.
Crédit : ESO/L. Calçada



par Eddy Szczerbinski

Mars est un sujet dont on entend de plus en plus parler, notamment à cause des robots qui y ont été envoyés avec succès — pensons à *Pathfinder*, *Spirit*, *Opportunity*, *Phoenix* et plus récemment, *Curiosity*. Ce dernier ne cesse de nous envoyer de nouvelles découvertes toutes aussi intéressantes que les autres.

Mars est la quatrième planète en partant du Soleil, et c'est la deuxième plus petite planète après Mercure. Mars est environ dix fois moins massive que la Terre, mais quand même environ dix fois plus massive que notre Lune. Bien que Vénus soit parfois considérée comme jumelle de la Terre, les espoirs d'exploration se tournent bien plus vers Mars que Vénus. Ses températures moyennes sont bien plus raisonnables que celles de Vénus : on parle d'une température moyenne de $-63\text{ }^{\circ}\text{C}$ avec des extrêmes de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $-133\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ces températures froides ne sont pas insurmontables, bien au contraire.

Mise à part la distance, le seul problème est l'atmosphère, qui est principalement composée de gaz carbonique (CO_2) et qui ne contient qu'à peine quelques traces d'oxygène ; cependant, le gaz carbonique contient beaucoup d'oxygène qui peut être récupéré avec les moyens appropriés. Il y aurait également de l'eau sur Mars, sous forme de glace.

Les journées y sont presque de la même longueur les nôtres, mais l'année y est plus longue car son orbite est plus éloignée du Soleil : votre rapport d'impôt serait dû chaque 686 jours au lieu de chaque 365 jours comme ici...



Coucher de soleil sur Mars

Le 19 mai 2005, le Mars Exploration Rover Spirit de la NASA a capturé cette magnifique vue du Soleil descendant sous le rebord du cratère Gusev sur Mars. Cette mosaïque de la Panoramic Camera a été prise vers 18 h 07 le 489^e jour martien, ou Sol, de l'astromobile.

Les images du coucher de soleil et du crépuscule sont parfois acquises par l'équipe scientifique pour déterminer jusqu'à quelle hauteur la poussière martienne s'étend dans l'atmosphère, et rechercher des nuages de poussière ou de glace. D'autres images ont démontré que la lueur crépusculaire demeure visible, mais de plus en plus faible, jusqu'à deux heures avant le lever ou après le coucher du soleil. Le long crépuscule de Mars (par rapport à la Terre) est causé par la lumière du soleil diffusée vers le côté nuit de la planète par la poussière abondante en haute altitude. De tels longs crépuscules ou levers et couchers de soleil extra-colorés se produisent parfois sur Terre lorsque de minuscules grains de poussières éjectés des volcans diffusent la lumière haut dans l'atmosphère.

Crédit photo : NASA/JPL/Texas A&M/Cornell



La pression atmosphérique est très faible comparée à celle de la Terre ; cela aussi est un problème, qui n'est pas insurmontable car des habits de protection relativement légers permettraient aux humains de s'en protéger^[1]. Nous ne sommes pas encore sur le point d'y envoyer une première « colonie », mais ce rêve ne relève plus de la science-fiction.

Dans bien des mythologies, Mars est un dieu associé à la guerre. C'est sa couleur orangée tournant parfois sur le rouge qui a inspiré nos lointains ancêtres qui ont nommé cette planète en son honneur. Avec Jupiter, Vénus, Saturne et Mercure, Mars fait partie des cinq planètes que l'on peut apercevoir à l'œil nu dans le ciel. Vous pouvez la reconnaître grâce à cette couleur caractéristique. Dans un ciel noir et dégagé, bien qu'elle soit généralement moins brillante que Vénus et Jupiter, sa couleur vous sautera aux yeux. En cas de doute, ne pas oublier qu'on distingue une planète d'une étoile par le fait qu'elle ne scintille pas et apparaît comme étant « solide » plutôt qu'un simple rayon lumineux. Aussi, les planètes se retrouvent aussi le long de l'écliptique, ce « passage » relativement bien défini dans le ciel où circulent les planètes, le Soleil et la Lune.

Phobos et Déimos, ça vous dit quelque chose ? Ce sont aussi, dans la mythologie grecque, les deux fils jumeaux d'Arès (Mars chez les Romains) et d'Aphrodite. Mais ce sont surtout les deux satellites naturels de Mars. Il est intéressant de noter que leur orbite est très rapprochée de la planète. Phobos gravite à environ 6 000 km d'altitude et Déimos à 23 000 km — notre magnifique Lune gravite à plus de 300 000 km ! Une des raisons est relativement simple : comme Mars est environ 10 fois moins massive que la Terre, sa force gravitationnelle l'est tout autant. Si vous pesez 100 livres ici sur Terre, vous pèserez seulement 37 livres sur Mars — cependant, ça ne compte pas l'épais manteau chaud que vous devrez avoir sur le dos !

Finalement, n'hésitez pas à me faire parvenir vos questions, commentaires et suggestions à dhaulagiri@hotmail.com — je les lis et je les prends en considération !

[1] Voir par exemple http://www.nasa.gov/offices/oce/appel/ask/issues/45/45s_building_future_spacesuit.html (en anglais).

Promenade sur Mars

Curiosity : les 100 premiers jours

Pour moi, la mission *Curiosity* est une aventure extraordinaire avec des rebondissements et des intrigues. J'ai toujours rêvé d'explorer Mars, et voilà qu'un astromobile le fait à ma place ; j'ai donc l'impression de vivre un rêve éveillé !

Dans la nuit du 6 août 2012, en direct sur le Web, j'ai assisté à l'atterrissage de *Curiosity*. Je ne savais pas à quoi m'attendre vraiment. J'ai gardé le souvenir d'une petite photo noir et blanc qui montre la roue de l'astromobile sur le sol du cratère Gale — attestant d'un atterrissage réussi. Dans la pièce de contrôle aux murs recouverts d'écrans, des scientifiques se faisaient des accolades les larmes aux yeux. Par la suite, j'ai appris que nous avons été 1,2 million de personnes à s'être branchées sur NASA TV. Dans les 24 heures qui suivirent, 38 millions d'internautes visitèrent le site officiel de *Curiosity*.

Les 100 premiers jours de *Curiosity* ont surtout consisté à vérifier l'état de ses dix instruments scientifiques, particulièrement les deux mini-laboratoires internes : **ChemMin**, qui effectue l'analyse minéralogique des échantillons ; et **SAM**, spécialement conçu pour détecter d'éventuelles molécules organiques. Ces deux laboratoires sont situés à l'intérieur du pont de *Curiosity*. Des trappes s'ouvrent et les échantillons — dont la quantité ne dépasse pas le contenu d'une aspirine — glissent à l'intérieur. Mais avant même de procéder aux premières analyses d'échantillons, on devait décontaminer **CHIMRA**, l'appareillage qui sert à recueillir et à manipuler les échantillons.

Placé dans la plateforme qui fait l'extrémité du bras de *Curiosity*, **CHIMRA** est muni d'une pelle, d'une perceuse, d'un tamis et de petits conduits par lesquels les échantillons circulent. La méthode consiste à tourner la plateforme dans le bon sens, et à mettre l'appareil en mode vibration afin de diriger l'échantillon,

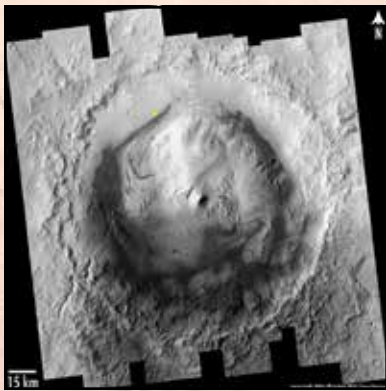
qui se comporte alors comme de l'eau ; ensuite, on tourne une seconde fois la plateforme, suivie d'une autre séance de vibration pour couler l'échantillon dans le second segment du conduit, et ainsi de suite jusqu'au moment où l'échantillon sera versé dans l'un des mini-laboratoires. La décontamination de **CHIMRA** exige de faire passer du sable trois fois dans les conduits.

La toute première destination de *Curiosity* a été de se rendre à la dune de sable la plus proche, située 400 mètres plus loin. Le véhicule prit 55 jours terrestres pour franchir cette distance. À ce rythme, il faudra compter trois ans pour se rendre au pied du canyon qui dévale le mont Sharp jusqu'à sa base, soit la destination ultime de *Curiosity* — ensuite, si le passage s'y prête, le véhicule commencera l'ascension. Mais il se peut qu'on ait ménagé le véhicule avant de le conduire au maximum de sa performance. Il faut aussi tenir compte des temps d'arrêt effectués par les opérateurs de la mission qui, plusieurs fois, s'arrêtèrent pour photographier et analyser à distance les étonnantes roches que *Curiosity* croisa sur sa route.

Le rover passera une quarantaine de sols (un sol est un jour martien, soit une période de 24 h 36 min) sur la dune Rocknest. Au terme de cette période, après avoir analysé deux échantillons, on a constaté avec satisfaction que les deux mini-laboratoires sont parfaitement en ordre. *Curiosity* roule sur un terrain sédimenté qui a déjà été le fond d'un lac ; si la vie a déjà été là, on est équipé pour la trouver.

En attendant, je vous propose de reprendre le trajet de *Curiosity*, et de découvrir dans les prochaines pages ces roches qui ont attiré l'attention des scientifiques.

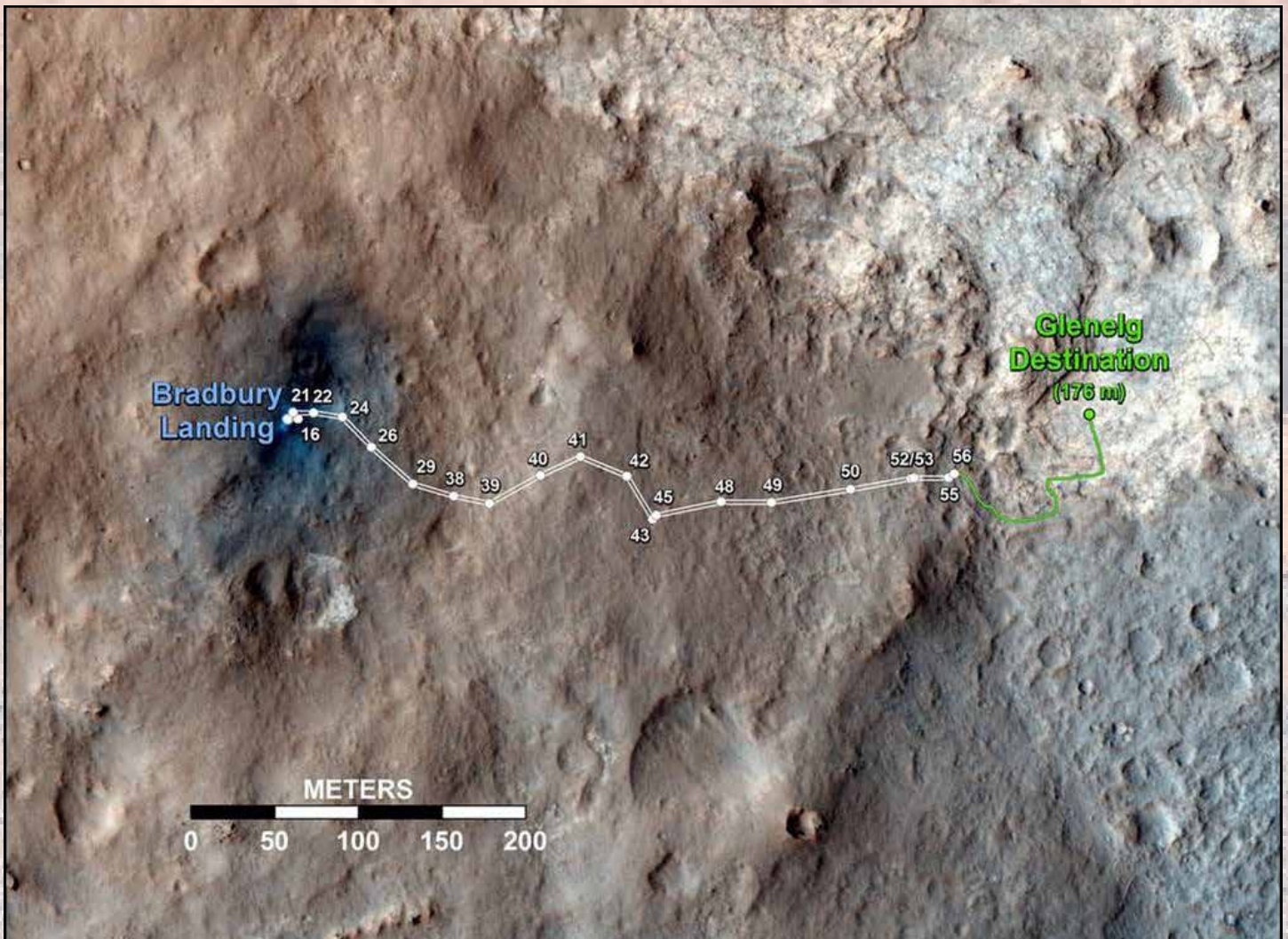
—Robert Giguère



Le cratère Gale



Extrait d'une photo panoramique prise le 64^e jour.



Une distance de 400 m sépare le site d'atterrissage de la dune de sable Rocknest.



La base du mont Sharp

— La ligne de démarcation qui sépare le mont Sharp se situe à une hauteur de 400 mètres environ. Le commentaire de la NASA qui accompagne cette photo précise que « seulement » la base du mont Sharp serait à l'origine d'une sédimentation par l'eau ; la provenance des dépôts de la partie



haute reste un mystère. À part l'eau et la neige, il n'existe que trois autres moyens pour créer la sédimentation : le dépôt éolien, les coulées de lave, et les dépôts pyroclastiques. Ces trois moyens pourraient être en cause. C'est certain cependant qu'à un moment donné, le sommet du mont Sharp a été recouvert de glace, car la montagne a été creusée par trois canyons importants. L'histoire est à suivre.



La croûte Hottah, dont le dessus était aussi visible près du site d'atterrissage, fait une épaisseur de 6" (15 cm) (*gauche*). L'angle prononcé indique le résultat d'un petit impact proche. La croûte serait d'origine fluviale. Les pierres qui recouvrent le sol vis-à-vis la croûte sont des galets : des cailloux arrondis par le frottement d'autres cailloux dans l'eau d'une rivière. Dans la seconde photo, ces cailloux forment avec le sable un gravier. Les galets, dont les plus gros font 1" (2,5 cm), étaient à l'origine intégrés dans la roche, puis ont été libérés par l'érosion du ciment de la roche. Il reste à savoir si la croûte Hottah est un phénomène local, ou si elle recouvre l'ensemble de la plaine de Gale.

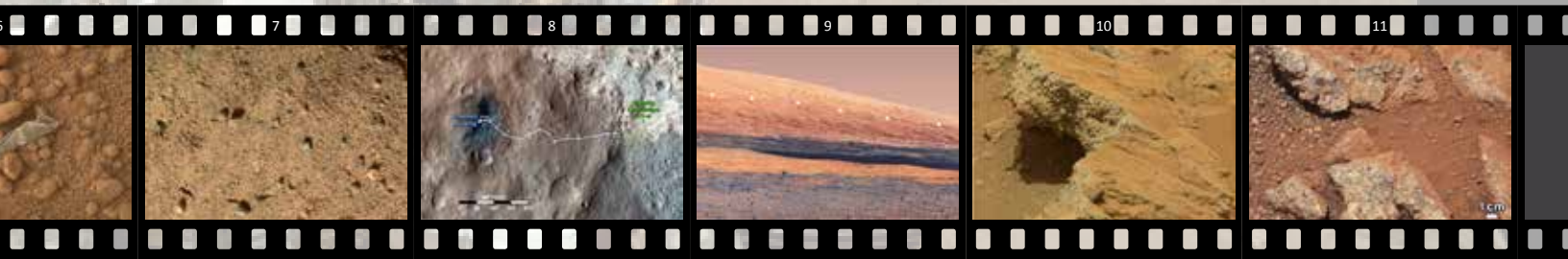


Le rocher Jake Matijevic — Ce rocher, dont la base fait 16" (40 cm), a fait l'objet des premières analyses par **APXS** (*Alpha-Particle X-ray Spectrometer*), et par **ChemCam**, un appareil situé au sommet du mât de *Curiosity*, et qui comprend deux instruments. L'un produit un rayon laser capable de vaporiser une surface rocheuse à 7 m ; l'autre est un télescope qui prend des images à différentes longueurs d'ondes pour analyser la composition des gaz qui s'échappent de la surface vaporisée. Jake Matijevic est une roche de type volcanique ; elle ne peut donc pas provenir de l'impact d'un cratère situé dans le cratère Gale. En effet, *Curiosity* roule non pas sur un sol basaltique, mais sur un sol fortement sédimenté ; c'est donc dire que cette roche provient de l'impact d'un

cratère situé à l'extérieur de Gale... mais pas de n'importe quel cratère. On a détecté la présence de feldspath. Sur Terre, ce minéral indique une roche d'origine profonde qui se forme dans le magma sous la croûte terrestre. Le cratère d'impact qui a éjecté la roche Jake Matijevic aurait donc été d'une force exceptionnelle. Les trois plus gros bassins d'impact de Mars sont Argyre Planitia, Isidis Planitia et Hellas Planitia. L'impact de ces cratères aurait été suffisant pour projeter des roches de la taille de Jake Matijevic partout sur la planète. À noter que ce rocher pourrait facilement être soulevé par un enfant, puisque sur Mars le poids des objets est trois fois moindre.



Diversité de roches — L'étrangeté de certaines roches continue d'interpeller les scientifiques. À part les roches volcaniques, qui proviennent de cratères d'impact situés à l'extérieur du cratère Gale (et qui sont les moins nombreuses), les autres roches ont été éjectées par les impacts de cratères qui se sont produits dans la plaine-même du cratère Gale, ou sur le mont Sharp. Au total, le cratère Gale compte neuf cratères d'impact dont le diamètre fait plus de 3 km. C'est ainsi que ces roches peuvent provenir de différentes profondeurs du sous-sol de Gale, ou encore de différentes parties du mont Sharp.

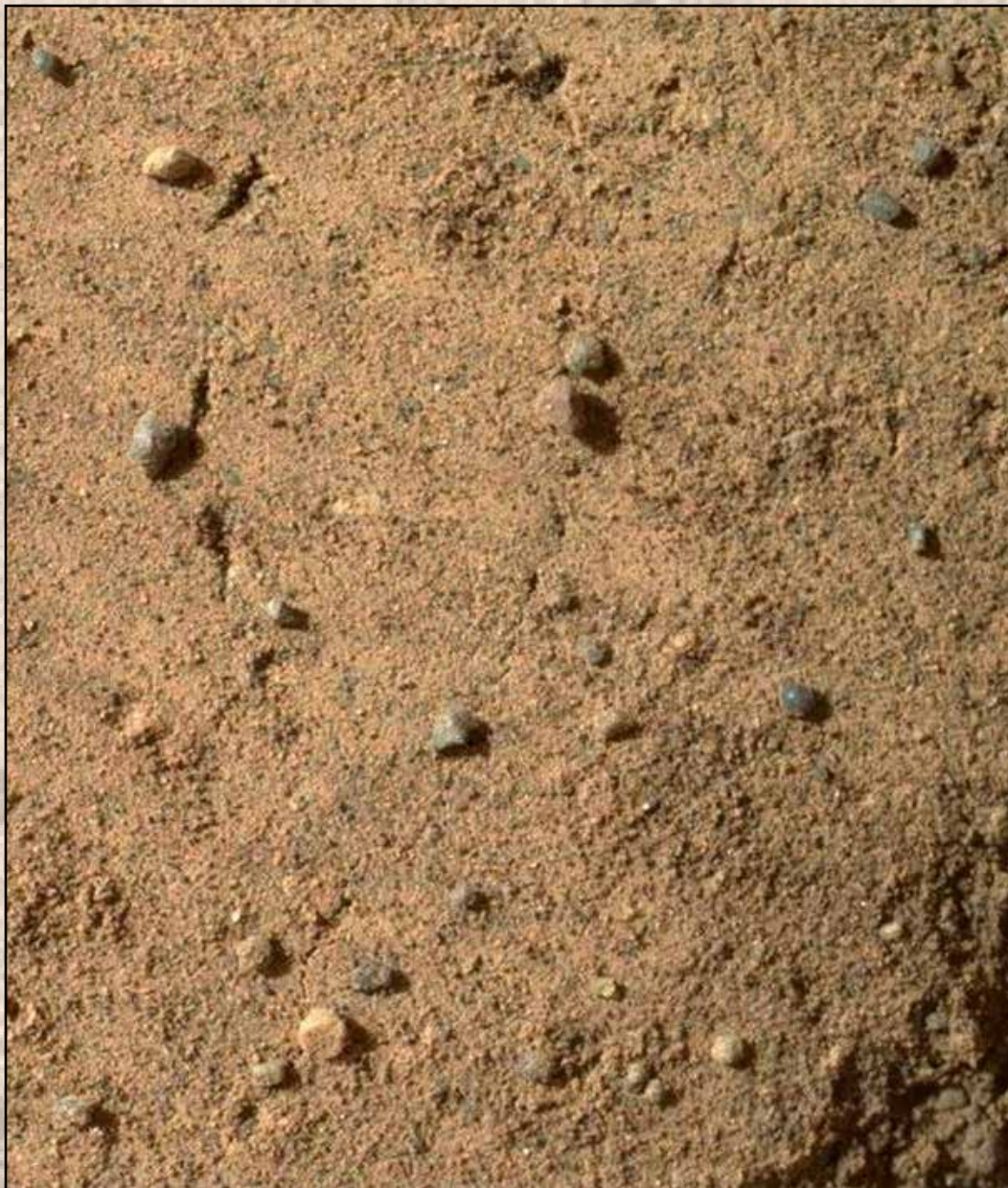


La dune Rocknest — *Curiosity* passera une quarantaine de jours à cet endroit, au cours desquels il procédera à la décontamination de ses appareils, et à l'analyse de deux échantillons. D'après ces analyses, le sable qui constitue la dune est le même sable qui a été retrouvé ailleurs sur Mars. Tel que rapporté par la NASA, le sable de Mars se compare à un basalte d'origine volcanique similaire à celui d'Hawaï, mais qui aurait subi une érosion. Il est composé, pour une moitié, de minéraux tel que le feldspath, le pyroxène et l'olivine ; et de verre pour l'autre moitié (en science, le terme « verre » identifie tous les minéraux non-cristallisés, c'est-à-dire ceux dont les atomes ne sont pas placés en ordre). Enfin,

une petite partie serait constituée de sable de provenance locale. En effet, le mini-laboratoire **SAM** a détecté des vapeurs d'eau dans les gaz qui se sont échappés lorsque l'échantillon a été chauffé, révélant ainsi « une interaction limitée avec l'eau » (traduction du texte de la NASA).



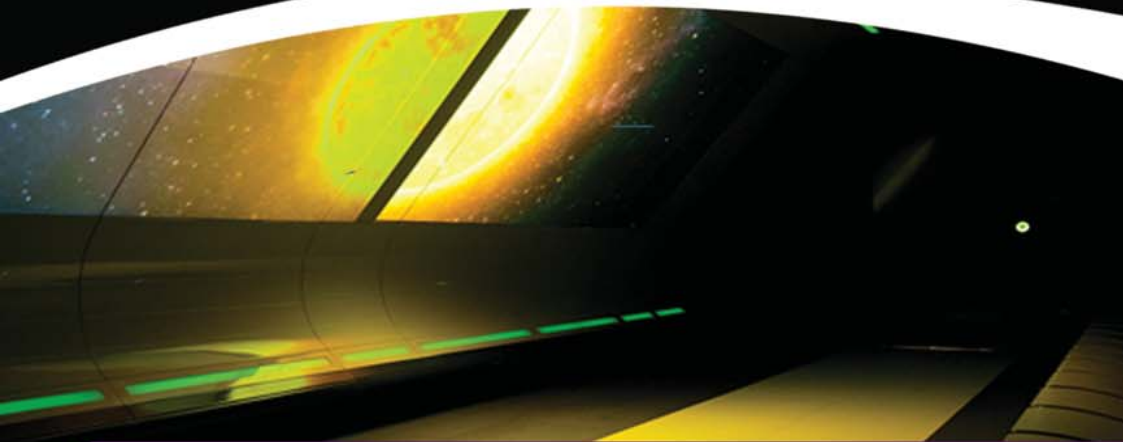
Un morceau de plastique (long de 1,3 cm) — S'agit-il d'un artefact d'une civilisation martienne ? Hélas ! non, sauf que cette découverte d'un morceau de plastique sur la dune Rocknest a fait perdre deux semaines à la mission de *Curiosity* : on craignait qu'il soit tombé de *Curiosity* lui-même. Un échantillon de sable a été rejeté au sol de peur qu'il contienne d'autres morceaux de plastique. Pour s'assurer de l'intégrité de *Curiosity*, on a fait entrer en mode vibration tout le véhicule au complet (je ne savais pas que l'astromobile pouvait faire ça !) afin de faire tomber tout qui pouvait tomber. Ensuite, des photos du sol ont été prises tout autour du véhicule ; heureusement, rien n'a été trouvé. On pense maintenant que le morceau de plastique s'est détaché des autres composantes qui formaient l'ensemble d'atterrissage de l'astromobile. Les petites pierres enveloppées de sable visibles sur cette photo sont des verres (voir photo suivante).



Des verres — La dune Rocknest est recouverte d'une croûte qui contient des petites pierres que l'on peut voir sur cette photo. Alors que le sol a été enfoncé et aplati par une roue de *Curiosity*, les pierres, débarrassées de leur sable, ont roulé. Les plus grosses font un millimètre. Il s'agirait de gouttelettes de verre qui se sont refroidies après avoir été éjectées lors d'éruptions volcaniques explosives, ou encore lors de cratères d'impact. Ces verres, que l'on appelle aussi « lapilli » (du latin *lapillus*, qui signifie « petite pierre ») sont associés à des événements semblables sur Terre. Notez que ces petites pierres se trouvent sur presque toutes les photos prises par *Curiosity* où l'on voit le sol de proche. Elles sont alors enveloppées des grains qui forment l'ensemble du sable martien. Pour cette raison, elles apparaissent plus grosses. La photo a été prise par la caméra **MAHLI**, située à l'extrémité du bras de *Curiosity*.

COSMODÔME

La Cité de l'astronautique



**Aventure et culture spatiales
l'univers à la portée de votre regard!**

**Missions virtuelles interactives
Exposition permanente**



**Devenez un héros d'une aventure spatiale,
embarquez pour l'une de nos missions et
pourquoi pas toutes.**

**Faites aussi le tour du système solaire avec
notre exposition permanente.**



| 800 565.2267 :: cosmodome.org

Sous le Soleil exactement

avec Stéphane Lemon

La chromosphère — Première partie

L'observation de la photosphère du Soleil nous révèle des taches solaires, des plages faculaires, des granules, et des ponts lumineux. Mais au-dessus de celle-ci existe une couche très fine appelée chromosphère, qui est transparente à la lumière visible.

La photosphère s'étend sur ~500 km d'épaisseur. C'est à cette altitude que la chromosphère commence; elle s'étend jusqu'à près de 3 000 km d'altitude. La température de la chromosphère augmente en même temps que la pression diminue, au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la photosphère. Ainsi la température passe de 5 600 K à la surface de la photosphère jusqu'à plus de 30 000 K dans la couche supérieure de la chromosphère; c'est là qu'est la région de transition entre la chromosphère et la couronne (Fig. 1). La chromosphère est constituée de plasma de très faible densité — pas plus de 10^{18} électrons par mètre cube, soit un million de fois moins dense que la photosphère. Elle est donc pratiquement transparente, et par le fait même invisible, en lumière blanche.



Figure 1 • Les différentes couches de l'atmosphère solaire. Montage par Stéphane Lemon



Figure 2 • Éclipse totale de Soleil du 11 août 1999. Crédit : Luc Viatour, <http://www.lucnix.be>

Néanmoins, la chromosphère est observable lors des éclipses totales du Soleil; elle apparaît comme un anneau rougeâtre très mince qui entoure le disque noir de la Lune qui nous cache le disque du Soleil (Fig. 2).

Il existe une façon relativement simple d'observer la chromosphère sans avoir à attendre qu'une éclipse solaire se produise : il s'agit d'observer le Soleil dans une certaine longueur d'onde, soit 656,28 nm. Cette bande passante correspond à une raie de l'hydrogène, communément appelée H α (lire « H alpha »). Dans cette longueur d'onde, les atomes d'hydrogène de la chromosphère absorbent et rejettent la lumière de la photosphère, de telle façon que la photosphère est invisible et seule la chromosphère reste visible.

Un des premiers à utiliser cette méthode fut l'astronome américain George Ellery Hale (1868–1938), un spécialiste du Soleil (Fig. 3). Il observait en effet la chromosphère à l'aide d'un spectrohéliographe, instrument qu'il a inventé alors qu'il était étudiant en licence au Massachusetts Institute of Technology.

Un spectrohéliographe est un instrument astronomique plutôt complexe permettant d'obtenir des images monochromatiques du Soleil, c'est-à-dire dans une longueur d'onde déterminée (relative à un élément chimique tel que l'hydrogène ou autre).



Avec ce type d'instrument, les observations ont démontré que la chromosphère est très loin d'être uniforme. En 1908, le Soleil est photographié dans la raie de l'hydrogène alpha, faisant apparaître des nouvelles structures tourmentées, alors que la photosphère semble relativement tranquille. En effet, tout ce qui est au-dessus, du début de la chromosphère jusqu'à la limite externe de la couronne, correspond aux dernières zones qui sont traversées par l'énergie produite au centre du Soleil. Par la suite, cette énergie se disperse dans l'espace environnant. Vu la faible densité de la chromosphère, la dispersion de cette énergie produit de très fortes turbulences, et par le fait même l'agitation se trouve fortement accentuée dans cette zone en comparaison de la photosphère qui est plus dense.

La chromosphère (**Fig. 5**) est surmontée d'une multitude de pics verticaux, filaments, fibrilles, plages faculaires, canaux filamenteux, réseaux, et filaments-arches. À cela, il faut ajouter les formations qui évoluent constamment, comme la supergranulation, qui constitue la base de la chromosphère; les spicules; et surtout les protubérances ainsi que les éjections de matière coronale (CME) qui s'éloignent sur plusieurs milliers de kilomètres. Toutes ces structures dynamiques sont les témoins de l'activité énergétique de notre étoile, le Soleil.

Nous parlerons plus en détails de la chromosphère solaire dans l'édition de mars/avril d'*Astronomie-Québec*.



Figure 3 • George Ellery Hale. Source : Wikipedia.

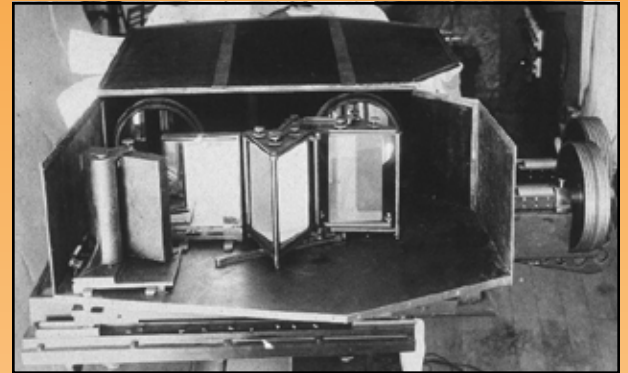
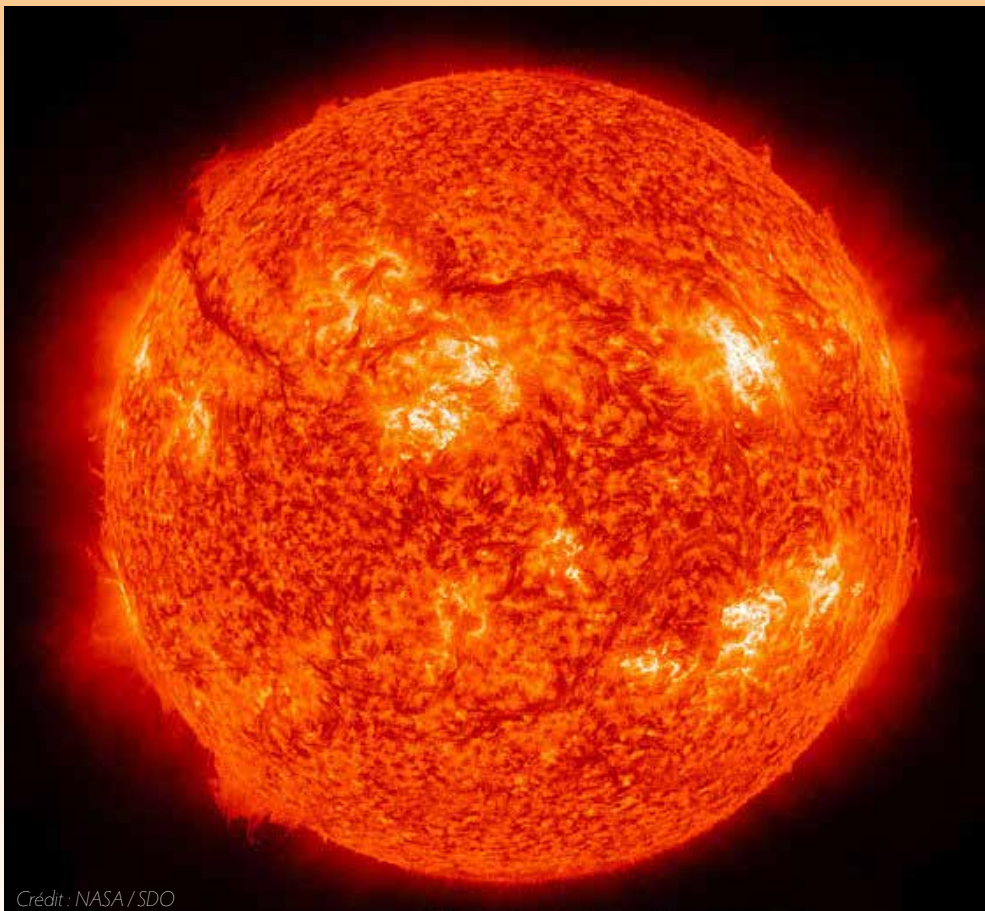



Figure 4 • Spectrohéliographe du télescope Snow à l'observatoire du Mont-Wilson, en 1905. Crédit : Mike Simmons. <http://www.mtwilson.edu>




Crédit : NASA / SDO

Quelques liens à visiter...

La chromosphère solaire par le satellite Hinode (image d'ouverture) 
http://www.nasa.gov/mission_pages/hinode/solar_019.html

Biographie de George Ellery Hale
http://www.astro.umontreal.ca/~paulchar/grps/histoire/newsite/bio/hale_f.html

La chromosphère, la couronne et le vent solaire
<http://www.astronomes.com/le-soleil-et-les-etoiles/soleil-chromosphere-couronne-vent-solaire/>

Sun Fact Sheet (faits sur le Soleil) 
<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/sunfact.html>

Le Soleil en lumière de l'hydrogène alpha
<http://www.astrosurf.com/luxorion/syso/soleil-ha.htm>

NGC 2261

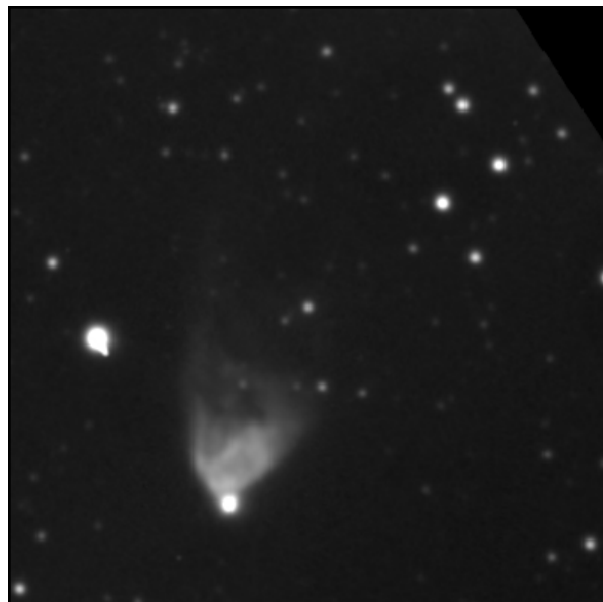
**Une nébuleuse qui n'a pas
peur des changements**

par Gilbert St-Onge
Merci au Dr. Pierre Bastien*, réviseur du document

*Département de physique, Université de Montréal, OMM, CRAQ

La nébuleuse variable de Hubble, NGC 2261, est associée à l'étoile jeune R Monoceros, dans la constellation de la Licorne; une étoile active de type Herbig Ae/Be^[1]. Elle est considérée comme une étoile de type B^[2]. L'étoile R Mon est une étoile variable, dont la variabilité aurait été signalée par Schmidt (1861); on y observait des variations irrégulières qui atteignaient jusqu'à ~4 magnitudes.

La nébuleuse NGC 2261 est connue des premiers observateurs, puisque du temps de Sir William Herschel on l'aurait observée^[3]. C'est Hubble (1916) qui s'aperçut que cette nébuleuse pouvait varier sur des périodes de seulement quelques mois et depuis, NGC 2261 est identifiée comme la «nébuleuse variable de Hubble». Les observations plus modernes ont permis de confirmer l'association entre la nébuleuse variable NGC 2261 et l'étoile R Mon. C'est Lightfoot^[4] qui proposait que les changements rapides d'apparence de la nébuleuse seraient causés par des matériaux circumstellaires (assez denses) qui circulent près de l'étoile R Mon; ceux-ci causeraient des projections sombres, des ombres sur les parois observables de la nébuleuse.



NGC 2261 prise par Denis Bergeron le 3 février 2012, avec un télescope Meade RCX de 305 mm (12") ouvert à $f/8,8$ ($F = 2712$ mm) et une caméra ST10 XME en «bin 2». Les pixels mesurent $6,8 \mu\text{m}$; en bin 2, cela donne des pixels de $18,8 \mu\text{m}$ et un échantillonnage de $1,43''$.

Cette nébuleuse exceptionnelle serait à une distance ~700 pc, aux coordonnées (J_{2000}) $\alpha = 06$ h 39 min 10,1 s et $\delta = +08^\circ 44' 36,5''$. L'étoile présente une luminosité qui varie de façon irrégulière d'une magnitude près de 10 à une magnitude de 13 environ. La dimension apparente du corps principal de la nébuleuse est autour de $60'' \times 80''$.

Cette nébuleuse (NGC 2261) est suivie particulièrement pour tenter d'en comprendre les mécanismes qui contribuent à faire varier la morphologie apparente de la nébuleuse sur de très courtes périodes. Nos propres observations ont permis d'observer pendant quelques années cette nébuleuse. Vous pouvez voir des résumés de nos observations qui couvrent la période de 1990 à 1999 à l'adresse http://www.astrosurf.com//stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/xngc2261/x2261_b.htm et un document plus récent (2008) au http://www.astrosurf.com//stog/xtravaux_recherches_2/n2261/ngc2261_v2008.pdf

On vous encourage à effectuer des images (RGB, H α , et proche IR) de NGC 2261 qui est bien visible en cette période hivernale. L'étoile R Monoceros, qui est responsable de cette nébuleuse, est de magnitude visuelle irrégulière variant de ~11 à ~13,8. De cette nébuleuse, vous détecterez peut-être quelques changements apparents de sa morphologie, sinon, des images que vous ferez l'an prochain devraient en montrer. Il est très rare de pouvoir détecter des changements apparents de cette nature dans des nébuleuses aussi lointaines : c'est vraiment intéressant de compiler des images de différentes époques et de les monter en une animation.

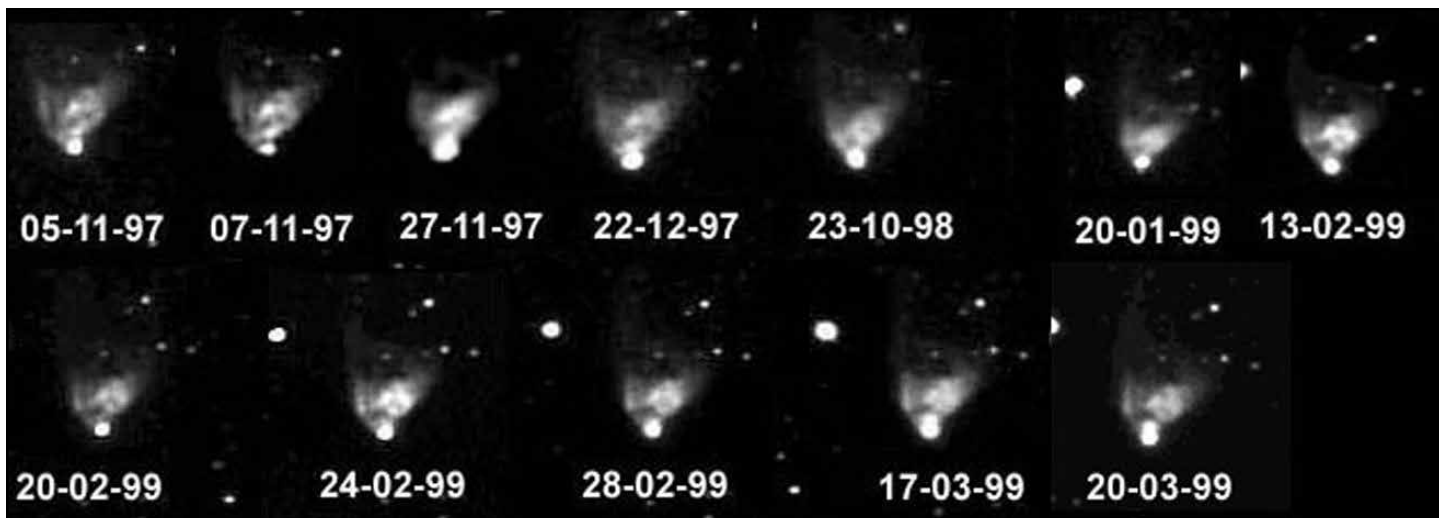
Sur vos images, assurez-vous d'avoir un champ assez grand, ce qui vous permettra de détecter en même temps l'étoile NLTT16798 de magnitude R de 14,4 (catalogue I/98 de Simbad); sur l'image au haut de la page suivante, elle est collée sur la nébuleuse en haut à droite (au nord-ouest). Cette étoile a un des mouvements apparents sur le ciel des plus faciles à détecter. Sur l'image du programme d'observation (SLOAN filtre i), cette étoile était alors à $\alpha = 06$ h 39 min 05,77 s et $\delta = +08^\circ 45' 29,5''$.

[1] Finkenzeller, U. et R. Mundt. «The Herbig Ae/Be stars associated with nebulosity». *Astronomy and Astrophysics Supplement Series* vol. 55, n° 1, 1984, p. 109–141.

[2] Hamann, F. et S. E. Persson. «Emission-Line Studies of Young Stars. II. The Herbig Ae/Be Stars». *Astrophysical Journal Supplement* vol. 82, n° 1, 1992, p. 285–309.

[3] Cantó et coll. «Carbon monoxide observations of R Monocerotis, NGC 2261, and Herbig-Haro 39 – The interstellar nozzle». *Astrophysical Journal*, vol. 244, partie 1, n° 1, 1981, p. 102–114.

[4] Lightfoot, J.F. «Shadowplay in Hubble's variable nebula». *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* vol. 239, n° 3, 1989, p. 665–675.



Ci-dessus : Montage de plusieurs images prises par G. St-Onge et L. Morin, couvrant la période de 1997 à 1999. On y détecte plusieurs changements morphologiques de la nébuleuse NGC 2261.

Dans un petit document qui date d'avril 1993 et publié dans *The Deep-Sky Observer* (The Webb Society), on indiquait un déplacement de 0,38" par année sur un angle de 178°. Nos propres estimations à l'époque, effectuées sur des images de 1920 et 1996, indiquaient plutôt un déplacement total de 14,8" pour une période de 76 ans, donc 0,19" de déplacement par année... Il faut mentionner que l'image de 1920 a été numérisée : difficile de savoir si l'échelle n'a pas été altérée dans le processus... Quoiqu'il en soit, voici des images de trois périodes différentes qui montrent bien le déplacement sur le ciel de l'étoile en question, pour lesquelles on a fait de nouveaux estimés.

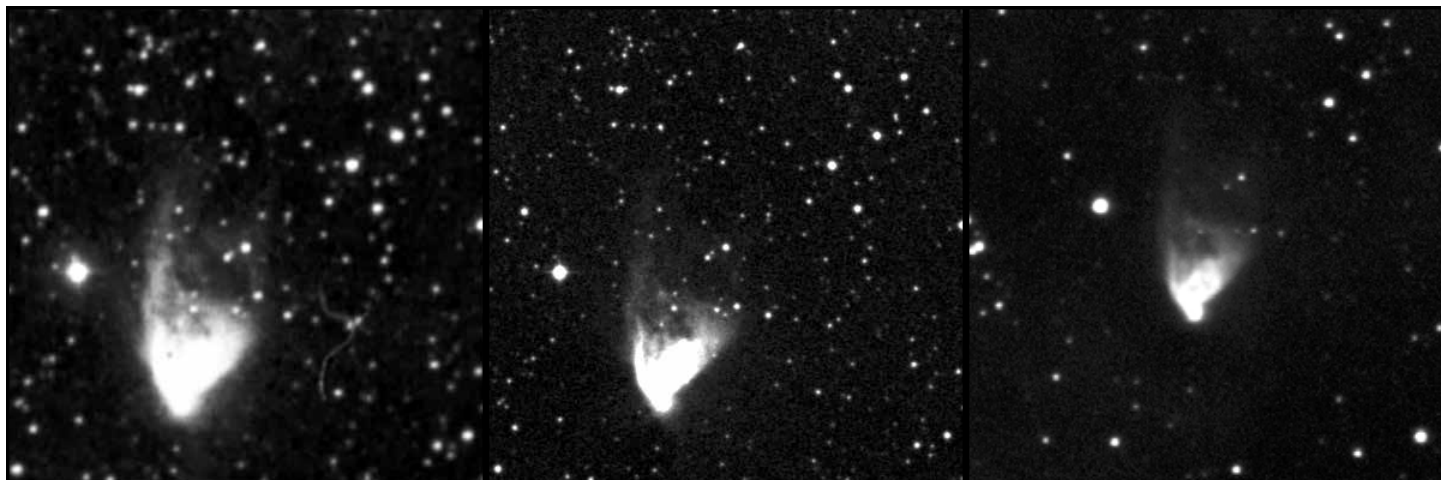
De 1953 à 2012, il y a donc eu 21 477 jours entre les deux images utilisées (~58.8 années), et entre 1953 et 1996, il y a eu 15 643 jours entre les deux images utilisées (~42.8 années).

Date	Jour julien
1953	2 434 721,874 653
1996	2 450 365,012 5
2012	2 456 199,083 507

Nos mesures

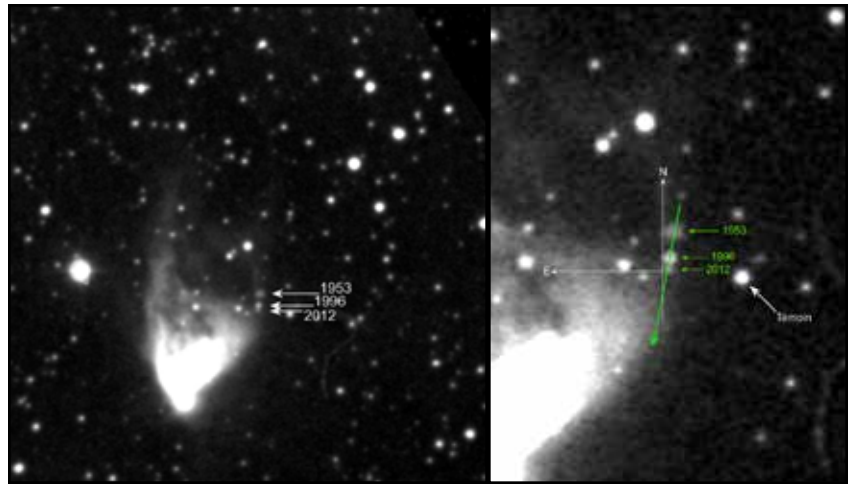
De 1953 à 1996, on mesure un déplacement annuel de ~0,21", soit un déplacement total sur le ciel de 9" sur 42,8 années (15 643 jours), sur un angle de 174° (PA). De 1953 à 2012, on mesure un déplacement annuel de ~0,22", soit un déplacement total sur le ciel de 13" sur 58,8 années (21 477 jours), sur un angle de 171°.

On peut prétendre être confortable avec ces estimations, puisque nous confrontons deux périodes distinctes, soit un période de 42,8 années où on utilise des images d'observatoires professionnels, et une autre période



Images de 1953, 1996 et 2012 • Les images 1953 et 1996 proviennent du Digital Sky Survey (DSS Plate Finder : http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_plate_finder). Image du 10 décembre 1953 : une pose de 45 minutes en rouge (XX103aO + plexi). Image du 8 octobre 1996 : une pose de 70 minutes POSS-II-IR (IVN+RG9). La troisième image date du 3 février 2012 et a été prise par Denis Bergeron — une pose de 10 minutes (CCD ST10 XME).

plus longue, de 58,8 années, qui inclut une image CCD d'amateur (Denis Bergeron). Nos mesures de déplacement et d'angle de déplacement sur le ciel ainsi obtenues restent très près des résultats obtenus en utilisant seulement les images d'observatoires professionnels obtenues du DSS, et même que ces nouvelles mesures sont tout près de nos premiers estimés faits au début des années 1990, qui incluaient des images de 1920 à 1996 — nos mesures étaient alors de 0,19" par année.



À gauche : Montage des trois images. On y voit le déplacement de l'étoile pour les trois périodes mentionnées.
À droite : La ligne verte indique l'angle de déplacement de l'étoile pour les trois périodes indiquées à gauche.

Comme complément et pour appuyer nos estimations, on trouve sur un site Web^[5] une estimation par l'auteur du déplacement sur le ciel de l'étoile NLTT16798 :

This yields a proper motion of approximately 0.2" per year...

Enfin, dans le catalogue I/298 sur SIMBAD^[6], on indique un déplacement de 0,232" par année.

Conclusion

La nébuleuse NGC 2261 nous permet d'observer sur des périodes de quelques mois des changements d'aspect apparents ; ceux-ci sont intéressants à répertorier et à compiler sous forme d'images CCD modernes. Il est rare de pouvoir détecter des changements aussi importants dans l'aspect d'une nébuleuse tout en observant sans l'utilisation de différents filtres.

En plus, l'étoile R Monoceros est elle même intéressante : elle varie d'intensité irrégulièrement, et des observations peuvent peut-être permettre de vérifier si les variations de l'étoile sont synchronisées avec des variations observées dans la nébuleuse tout près d'elle.

Pour finir, signalons qu'il est aussi possible de détecter, plus au nord de la nébuleuse, des traces de matériaux qui s'échappent de la région de l'étoile jeune R Monoceros. Il s'agit de certains nœuds de l'objet HH 39. Sur les images de Denis Bergeron et de Denis St-Gelais (2012), on peut en voir des traces significatives. Mais là je m'arrête, puisque nous sommes à travailler sur ceux-ci ; on en reparlera dans un autre document !

Références

St-Onge, G. et L. Morin. *L'observation de NGC 2261, 1990–1999*
http://www.astrosurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/xngc2261/x2261_b.htm

St-Onge, G. « L'étoile R Monoceros et NGC 2261 ». *Les Saisons du ciel*, 2008
http://www.astrosurf.com/stog/xtravaux_recherches_2/n2261/ngc2261_v2008.pdf

DSS Plate Finder
http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_plate_finder

The Deep-Sky Observer, The Webb Society (ISSN 0967-6139), avril 1993

De très belles images : *Hubbles veränderlicher Nebel NGC2261*, <http://www.astrode.de/NGC2261.HTM>

Un article plus technique : *Hubble's Variable Nebula — Introduction*, <http://www.umanitoba.ca/faculties/science/astronomy/cbrown/imaging/hvn/introduction.html>

Remerciements

Denis Bergeron et Denis St-Gelais pour leurs images CCD de NGC 2261

Alain Roussel, du Club d'astronomie de Belœil et du CDADFS, pour son aide avec les archives sur le Web.

[5] <http://www.astrosurf.com/mciani/ngc2261.html>

[6] <http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat>

Observation **La Lune t'écoeure ?**

Choque-toi pas... va jouer avec !

Rima Hadley et ses défis de taille

avec
Pierre
Tournay



Au premier quartier de lune (ou 6 jours après la pleine lune), l'éclairage est favorable pour observer la région où a aluni la mission Apollo 15, le 30 juillet 1971. C'est le site d'alunissage le plus facile à trouver de toutes les missions Apollo (voir tache jaune sur la photo). Il se trouve à l'est du superbe cratère Archimedes. C'était tout un défi de s'y rendre et d'en revenir en sécurité.



Pour nous, bien assis à l'oculaire, les risques sont infiniment moindres, mais je vous propose un défi d'observation qui va prendre tout votre *petit change* et votre expérience d'observateur : Rima Hadley et son cratère Hadley C.

Le cratère fait 6 km de diamètre (selon l'*Atlas de la Lune* d'Antonin Rühl, carte 22) et sert à cibler la crevasse (en anglais *rille*, une rivière de lave sèche qui était liquide il y a 3,9 milliards d'années). Elle fait 82 km de long et passe par le cratère Hadley C. La largeur de la crevasse varie de 1,5 km à 2,25 km. Le lit de cette rivière de lave refroidie fait 400 mètres de large à son plus étroit; de quoi faire travailler vos yeux !

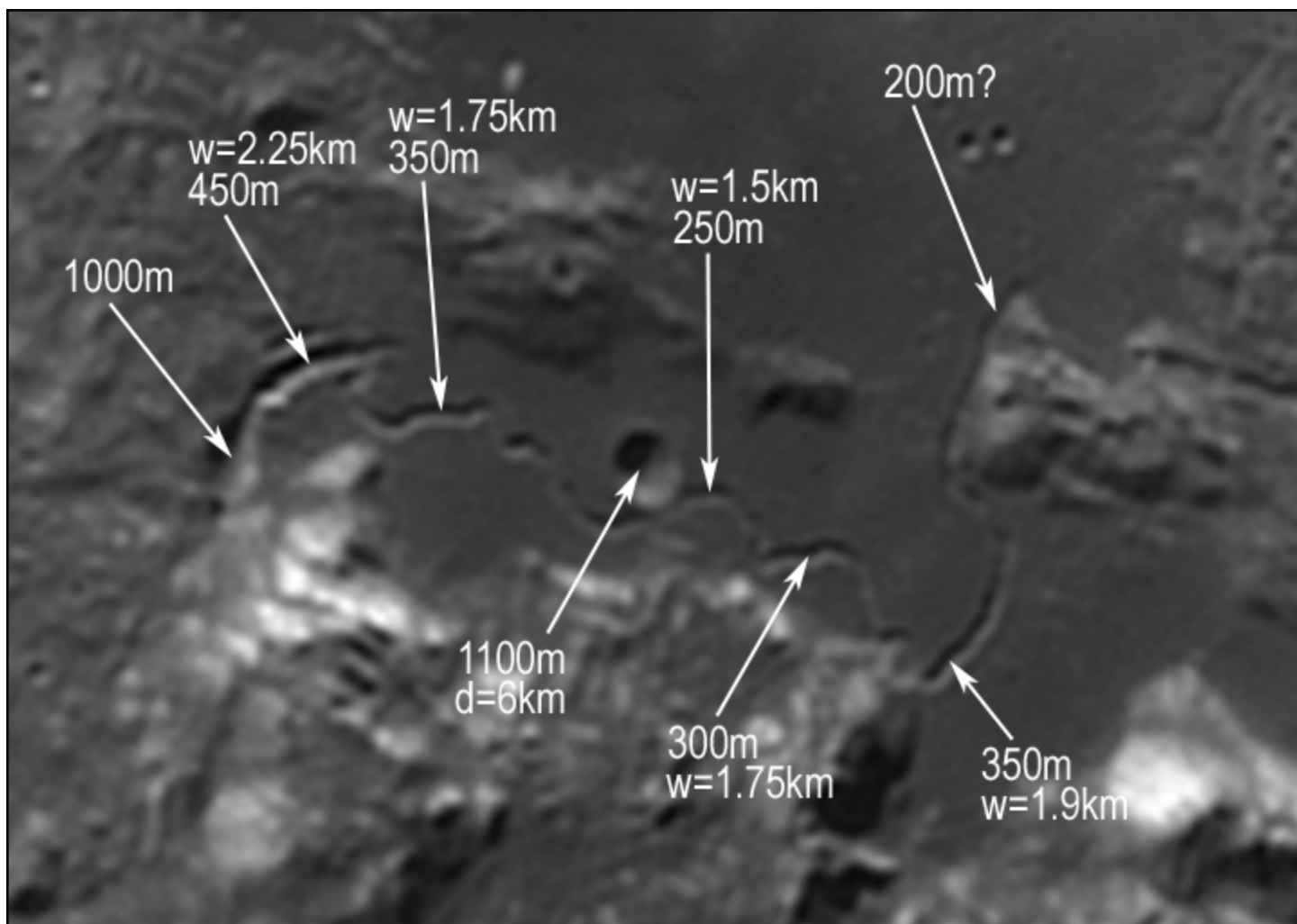


Visibilité : Premier quartier et 6 jours après la pleine Lune

Dates : 18 janvier, 1^{er} février, 17 février,
2 mars, 19 mars, 2 avril

☉ 26 janvier 23:38 HNE
☉ 25 février 15:26 HNE
☀ 11 janvier 14:44 HNE
☀ 10 février 02:20 HNE

☾ 4 janvier 22:58 HNE
☾ 3 février 08:56 HNE
☾ 18 janvier 18:45 HNE
☾ 17 février 15:31 HNE

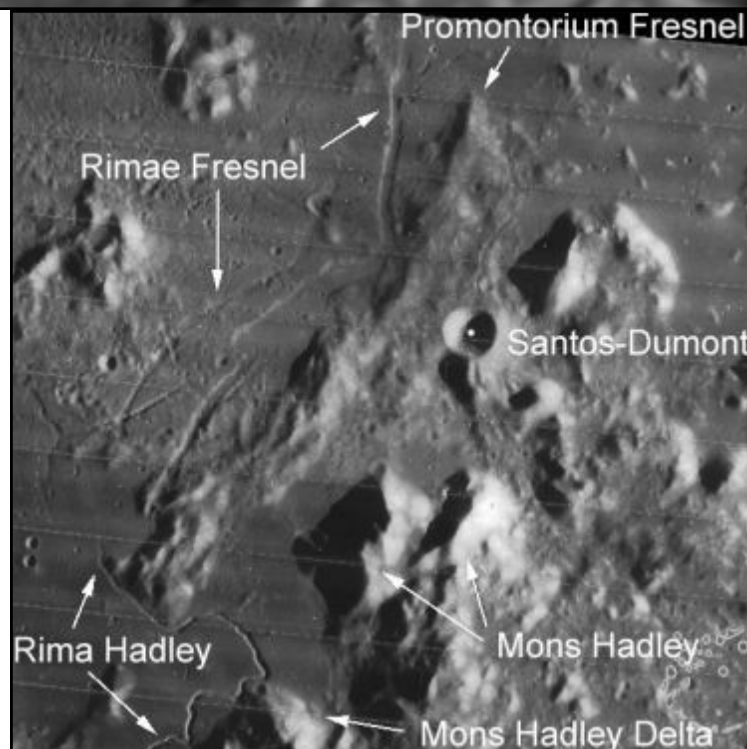


La crevasse se voit au complet avec un télescope de 500 mm (20"), mais est difficile avec un télescope de 150 mm (6"). Il faudra grossir 300× pour aller chercher du détail fin.

Rima Hadley coulait probablement vers le nord, et elle poursuit son chemin autour d'une pointe de montagne pour devenir Rima Fresnel.

Faites le tour du paysage et remarquez les craques, les fentes, les microcratères, les cratères fantômes, le petit doublon de cratère, et la région des Apennins... Cette région regorge de détails fins qui sauront vous river à l'oculaire pendant des heures et des heures.

Faites-nous part de vos commentaires à info@astronomie-quebec.com et bonnes observations !



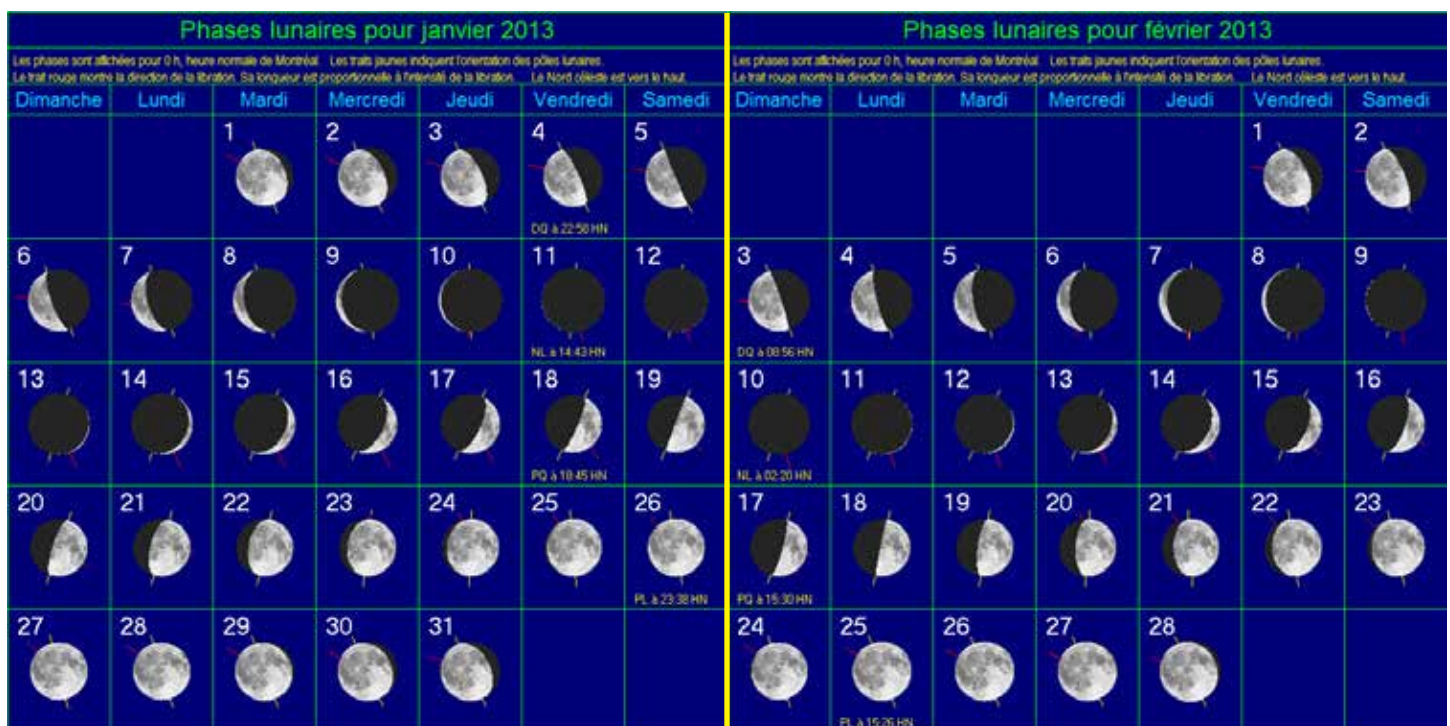
L'heure de certains phénomènes a été ajustée à la moyenne des heures de celui-ci pour Montréal et pour Québec.

Phénomènes de janvier 2013

Jour	Heure	Description du phénomène	Œil nu	Jumelles	Télescope	
01	13:57	Opposition de l'astéroïde 9 Metis avec le Soleil (distance au Soleil = 2,117 UA; magnitude = 8,5)	—	—	—	
01	23:00	La Terre à son périhélie (distance au Soleil = 0,98329 UA)	—	—	—	
03	02:36	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓	
03	04:19	Pluie d'étoiles filantes Quadrantides (120 météores/heure au zénith; durée de 16,0 jours)	✓	—	—	
03	19:50	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓	
03	22:00	Mercure à son aphélie (distance au Soleil = 0,46670 UA)	—	—	—	
04	22:58	Dernier quartier de la Lune	✓	✓	✓	
06	16:40	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓	
07	19:32	Comète C/2011 F1 LINEAR à son périhélie (distance au Soleil = 1,819 UA; magnitude = 9,8)	—	—	—	
08	18:20	Maximum de l'étoile variable ζ Gem	✓	✓	✓	
09	21:13	Rapprochement entre Vénus et Messier 8 (distance topocentrique centre à centre = 1,2°)	?	✓	✓	
10	05:26	Lune au périégée (distance géocentrique = 360048 km)	—	—	—	
11	14:43	Nouvelle lune	—	—	—	
13	20:12	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓	
15	17:25	Maximum de l'étoile variable η Aql	✓	✓	✓	
15	17:59	Rapprochement entre Vénus et Messier 22 (distance topocentrique centre à centre = 0,8°)	?	✓	✓	
16	18:23	Rapprochement entre Vénus et Pluton (distance topocentrique centre à centre = 3,3°)	—	✓	✓	
17	17:37	Transits multiples sur Jupiter : deux satellites (Ganymède et Io) et une ombre de satellite (Io)	—	?	✓	
18	03:56	Conjonction supérieure de Mercure avec le Soleil (distance géocentrique centre à centre = 2,0°)	—	—	—	
18	03:57	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓	
18	18:45	Premier quartier de la Lune	✓	✓	✓	
18	21:57	Maximum de l'étoile variable ζ Gem	✓	✓	✓	
19	04:59	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓	
21	00:46	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓	
21	22:56	Rapprochement entre la Lune et Jupiter (distance topocentrique centre à centre = 0,9°)	?	✓	✓	
22	05:52	Lune à l'apogée (distance géocentrique = 405311 km)	—	—	—	
22	21:24	Montréal	Début de l'occultation de 106 Tau (magnitude = 5,28)	—	?	✓
	21:29	Québec				
22	22:51	Montréal	Fin de l'occultation de 106 Tau	—	?	✓
	22:53	Québec				
23	18:28	Montréal	Début de l'occultation de 54 χ^1 Ori (magnitude = 4,39)	—	?	✓
	18:33	Québec				
23	19:22	Montréal	Fin de l'occultation de 54 χ^1 Ori	—	?	✓
	19:25	Québec				
23	21:36	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓	
24	00:33	Québec	Début de l'occultation de 64 Ori (magnitude = 5,14)	—	?	✓
	00:35	Montréal				
24	01:31	Montréal	Fin de l'occultation de 64 Ori	—	?	✓
	01:33	Québec				
24	04:00	Mars à son périhélie (distance au Soleil = 1,38150 UA)	—	—	—	
26	18:25	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓	
26	23:38	Pleine lune	✓	✓	✓	
28	02:40	Montréal	Début de l'occultation de 2 ω Leo (magnitude = 5,40)	—	?	✓
	02:43	Québec				
28	03:44	Québec	Fin de l'occultation de 2 ω Leo	—	?	✓
	03:46	Montréal				
28	21:44	Opposition de l'astéroïde 13 Egeria avec le Soleil (distance au Soleil = 2,361 UA; magnitude = 10,1)	—	—	—	
29	01:34	Maximum de l'étoile variable ζ Gem	✓	✓	✓	
29	22:36	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓	
31	22:29	Québec	Fin de l'occultation de 26 χ Vir (magnitude = 4,66)	—	?	✓
	22:31	Montréal				

Phénomènes de février 2013

Jour	Heure	Description du phénomène	Œil nu	Jumelles	Télescope
03	01:06	Rapprochement entre la Lune et Saturne (distance topocentrique centre à centre = 4,0°)	✓	✓	✓
03	08:56	Dernier quartier de la Lune	✓	✓	✓
04	16:07	Rapprochement entre Mars et Neptune (distance topocentrique centre à centre = 0,4°)	—	✓	✓
06	05:54	Début de l'occultation de 58 Oph (magnitude = 4,86)	—	✓	✓
06	06:08	Maximum de l'étoile variable η Aql	✓	✓	✓
06	06:21	Fin de l'occultation de 58 Oph (magnitude = 4,86)	—	✓	✓
	06:29				
06	18:36	Rapprochement entre Mercure et Neptune (distance topocentrique centre à centre = 0,4°)	—	✓	✓
07	05:26	Rapprochement entre la Lune et Pluton (distance topocentrique centre à centre = 0,4°)	—	✓	✓
07	07:09	Lune au périégée (distance géocentrique = 365318 km)	—	—	—
08	11:46	Rapprochement entre Mercure et Mars (distance topocentrique centre à centre = 0,3°)	?	✓	✓
10	02:20	Nouvelle lune	—	—	—
10	02:32	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
12	23:21	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
15	00:59	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓
15	20:11	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
16	12:00	Plus grande élongation est de Mercure (18,1°)	✓	✓	✓
16	21:00	Mercure à son périhélie (distance au Soleil = 0,30749 UA)	—	—	—
17	15:31	Premier quartier de la Lune	✓	✓	✓
19	01:30	Lune à l'apogée (distance géocentrique = 404472 km)	—	—	—
21	02:00	Vénus à son aphélie (distance au Soleil = 0,72824 UA)	—	—	—
21	02:19	Conjonction entre Neptune et le Soleil (distance géocentrique centre à centre = 0,6°)	—	—	—
24	00:05	Début de l'occultation de 76 κ Cnc (magnitude = 5,23)	—	✓	✓
	00:08				
24	01:19	Fin de l'occultation de 76 κ Cnc (magnitude = 5,23)	—	✓	✓
	01:20				
25	15:26	Pleine lune	✓	✓	✓
25	18:35	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓



Date mm jj	Pour Montréal (73° 30' O, 45° 36' N)									Pour Québec (71° 18" O, 46° 48' N)						
	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	Équation du temps	Aurore	Lever	Passage	Coucher	Crép.	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	Équation du temps	Aurore	Lever	Passage	Coucher	Crép.
	topocentriques								topocentriques							
h min s	° ' "	min s	hh:mm	hh:mm	hh:mm	hh:mm	hh:mm	h min s	° ' "	min	hh:mm	hh:mm	hh:mm	hh:mm	hh:mm	
01 01	18:46:48,6	-22:59:58	+03:32	05:47	07:35	11:58	16:21	18:08	18:46:48,7	-22:59:58	+03:32	05:40	07:30	11:49	16:08	17:58
01 02	18:51:13,3	-22:54:48	+03:60	05:47	07:35	11:58	16:22	18:09	18:51:13,3	-22:54:48	+03:60	05:40	07:30	11:49	16:09	17:59
01 03	18:55:37,6	-22:49:11	+04:28	05:47	07:35	11:59	16:23	18:10	18:55:37,6	-22:49:11	+04:28	05:40	07:30	11:50	16:10	17:59
01 04	19:00:01,5	-22:43:07	+04:55	05:48	07:34	11:59	16:24	18:11	19:00:01,5	-22:43:07	+04:55	05:40	07:30	11:50	16:11	18:00
01 05	19:04:25,1	-22:36:35	+05:22	05:48	07:34	11:59	16:25	18:12	19:04:25,1	-22:36:36	+05:22	05:40	07:30	11:51	16:12	18:01
01 06	19:08:48,2	-22:29:37	+05:48	05:47	07:34	12:00	16:26	18:13	19:08:48,2	-22:29:37	+05:48	05:40	07:30	11:51	16:13	18:02
01 07	19:13:10,9	-22:22:12	+06:14	05:47	07:34	12:00	16:27	18:14	19:13:10,9	-22:22:12	+06:14	05:40	07:29	11:52	16:14	18:03
01 08	19:17:33,2	-22:14:21	+06:40	05:47	07:34	12:01	16:28	18:15	19:17:33,2	-22:14:21	+06:40	05:40	07:29	11:52	16:15	18:04
01 09	19:21:54,9	-22:06:03	+07:05	05:47	07:33	12:01	16:30	18:16	19:21:54,9	-22:06:03	+07:05	05:40	07:29	11:53	16:16	18:05
01 10	19:26:16,1	-21:57:19	+07:30	05:47	07:33	12:02	16:31	18:17	19:26:16,1	-21:57:19	+07:30	05:40	07:28	11:53	16:18	18:06
01 11	19:30:36,8	-21:48:10	+07:53	05:47	07:33	12:02	16:32	18:18	19:30:36,8	-21:48:10	+07:53	05:40	07:28	11:53	16:19	18:07
01 12	19:34:56,9	-21:38:35	+08:17	05:46	07:32	12:02	16:33	18:19	19:34:56,9	-21:38:35	+08:17	05:39	07:27	11:54	16:20	18:08
01 13	19:39:16,3	-21:28:35	+08:40	05:46	07:32	12:03	16:34	18:20	19:39:16,3	-21:28:35	+08:40	05:39	07:27	11:54	16:22	18:10
01 14	19:43:35,1	-21:18:10	+09:02	05:46	07:31	12:03	16:36	18:21	19:43:35,1	-21:18:11	+09:02	05:39	07:26	11:54	16:23	18:11
01 15	19:47:53,3	-21:07:21	+09:23	05:45	07:31	12:04	16:37	18:22	19:47:53,3	-21:07:21	+09:23	05:38	07:26	11:55	16:24	18:12
01 16	19:52:10,7	-20:56:08	+09:44	05:45	07:30	12:04	16:38	18:23	19:52:10,8	-20:56:08	+09:44	05:38	07:25	11:55	16:26	18:13
01 17	19:56:27,5	-20:44:30	+10:04	05:45	07:29	12:04	16:40	18:24	19:56:27,5	-20:44:30	+10:04	05:37	07:24	11:55	16:27	18:14
01 18	20:00:43,5	-20:32:29	+10:24	05:44	07:29	12:05	16:41	18:25	20:00:43,5	-20:32:29	+10:24	05:37	07:24	11:56	16:28	18:15
01 19	20:04:58,8	-20:20:05	+10:42	05:44	07:28	12:05	16:42	18:27	20:04:58,8	-20:20:05	+10:42	05:36	07:23	11:56	16:30	18:16
01 20	20:09:13,4	-20:07:18	+11:00	05:43	07:27	12:05	16:44	18:28	20:09:13,4	-20:07:18	+11:00	05:36	07:22	11:56	16:31	18:18
01 21	20:13:27,1	-19:54:08	+11:18	05:42	07:26	12:05	16:45	18:29	20:13:27,2	-19:54:08	+11:18	05:35	07:21	11:57	16:33	18:19
01 22	20:17:40,1	-19:40:36	+11:34	05:42	07:25	12:06	16:46	18:30	20:17:40,2	-19:40:36	+11:34	05:34	07:20	11:57	16:34	18:20
01 23	20:21:52,4	-19:26:42	+11:50	05:41	07:25	12:06	16:48	18:31	20:21:52,4	-19:26:42	+11:50	05:34	07:19	11:57	16:35	18:21
01 24	20:26:03,8	-19:12:27	+12:05	05:40	07:24	12:06	16:49	18:33	20:26:03,8	-19:12:27	+12:05	05:33	07:18	11:57	16:37	18:23
01 25	20:30:14,4	-18:57:51	+12:19	05:40	07:23	12:06	16:51	18:34	20:30:14,5	-18:57:51	+12:19	05:32	07:17	11:58	16:38	18:24
01 26	20:34:24,3	-18:42:53	+12:32	05:39	07:22	12:07	16:52	18:35	20:34:24,3	-18:42:53	+12:32	05:31	07:16	11:58	16:40	18:25
01 27	20:38:33,3	-18:27:36	+12:45	05:38	07:21	12:07	16:54	18:36	20:38:33,3	-18:27:36	+12:45	05:30	07:15	11:58	16:41	18:26
01 28	20:42:41,5	-18:11:58	+12:56	05:37	07:20	12:07	16:55	18:37	20:42:41,5	-18:11:58	+12:56	05:29	07:14	11:58	16:43	18:28
01 29	20:46:48,9	-17:56:01	+13:07	05:36	07:19	12:07	16:56	18:39	20:46:48,9	-17:56:01	+13:07	05:28	07:13	11:58	16:44	18:29
01 30	20:50:55,5	-17:39:44	+13:17	05:35	07:17	12:07	16:58	18:40	20:50:55,5	-17:39:44	+13:17	05:27	07:12	11:59	16:46	18:30
01 31	20:55:01,3	-17:23:08	+13:27	05:35	07:16	12:07	16:59	18:41	20:55:01,3	-17:23:09	+13:27	05:26	07:11	11:59	16:47	18:32
02 01	20:59:06,3	-17:06:14	+13:35	05:34	07:15	12:08	17:01	18:42	20:59:06,3	-17:06:14	+13:35	05:25	07:09	11:59	16:49	18:33
02 02	21:03:10,5	-16:49:02	+13:43	05:33	07:14	12:08	17:02	18:44	21:03:10,5	-16:49:02	+13:43	05:24	07:08	11:59	16:50	18:34
02 03	21:07:13,9	-16:31:32	+13:50	05:31	07:13	12:08	17:04	18:45	21:07:13,9	-16:31:32	+13:50	05:23	07:07	11:59	16:52	18:36
02 04	21:11:16,5	-16:13:44	+13:56	05:30	07:11	12:08	17:05	18:46	21:11:16,5	-16:13:45	+13:56	05:22	07:05	11:59	16:53	18:37
02 05	21:15:18,3	-15:55:40	+14:01	05:29	07:10	12:08	17:07	18:47	21:15:18,3	-15:55:40	+14:01	05:21	07:04	11:59	16:55	18:38
02 06	21:19:19,3	-15:37:19	+14:05	05:28	07:09	12:08	17:08	18:49	21:19:19,4	-15:37:19	+14:05	05:20	07:03	11:59	16:57	18:40
02 07	21:23:19,6	-15:18:42	+14:09	05:27	07:07	12:08	17:10	18:50	21:23:19,6	-15:18:43	+14:09	05:19	07:01	11:59	16:58	18:41
02 08	21:27:19,1	-14:59:50	+14:11	05:26	07:06	12:08	17:11	18:51	21:27:19,1	-14:59:50	+14:11	05:17	06:59	11:59	16:59	18:42
02 09	21:31:17,7	-14:40:42	+14:13	05:24	07:05	12:08	17:13	18:53	21:31:17,8	-14:40:42	+14:13	05:16	06:58	11:59	17:01	18:44
02 10	21:35:15,6	-14:21:20	+14:15	05:23	07:03	12:08	17:14	18:54	21:35:15,7	-14:21:20	+14:15	05:15	06:57	11:59	17:03	18:45
02 11	21:39:12,8	-14:01:43	+14:15	05:22	07:02	12:08	17:15	18:55	21:39:12,8	-14:01:43	+14:15	05:13	06:55	11:59	17:04	18:46
02 12	21:43:09,1	-13:41:52	+14:15	05:21	07:00	12:08	17:17	18:57	21:43:09,1	-13:41:52	+14:15	05:12	06:54	11:59	17:06	18:48
02 13	21:47:04,7	-13:21:48	+14:13	05:19	06:59	12:08	17:18	18:58	21:47:04,7	-13:21:48	+14:13	05:10	06:52	11:59	17:07	18:49
02 14	21:50:59,5	-13:01:31	+14:11	05:18	06:57	12:08	17:20	18:59	21:50:59,5	-13:01:31	+14:11	05:09	06:51	11:59	17:09	18:50
02 15	21:54:53,6	-12:41:01	+14:09	05:16	06:56	12:08	17:21	19:01	21:54:53,6	-12:41:01	+14:09	05:08	06:49	11:59	17:10	18:52
02 16	21:58:46,9	-12:20:19	+14:05	05:15	06:54	12:08	17:23	19:02	21:58:47,0	-12:20:19	+14:05	05:06	06:47	11:59	17:12	18:53
02 17	22:02:39,6	-11:59:25	+14:01	05:14	06:52	12:08	17:24	19:03	22:02:39,6	-11:59:26	+14:01	05:05	06:46	11:59	17:13	18:55
02 18	22:06:31,5	-11:38:20	+13:56	05:12	06:51	12:08	17:26	19:05	22:06:31,5	-11:38:21	+13:56	05:03	06:44	11:59	17:15	18:56
02 19	22:10:22,7	-11:17:04	+13:51	05:11	06:49	12:08	17:27	19:06	22:10:22,7	-11:17:05	+13:51	05:01	06:42	11:59	17:16	18:57
02 20	22:14:13,2	-10:55:38	+13:45	05:09	06:48	12:08	17:28	19:07	22:14:13,2	-10:55:38	+13:45	04:59	06:41	11:59	17:18	18:59
02 21	22:18:03,0	-10:34:01	+13:38	05:07	06:46	12:08	17:30	19:09	22:18:03,0	-10:34:01	+13:38	04:58	06:39	11:59	17:19	19:00
02 22	22:21:52,2	-10:12:15	+13:30	05:06	06:44	12:07	17:31	19:10	22:21:52,2	-10:12:15	+13:30	04:56	06:37	11:59	17:21	19:02
02 23	22:25:40,7	-09:50:19	+13:22	05:04	06:43	12:07	17:33	19:11	22:25:40,8	-09:50:19	+13:22	04:55	06:35	11:59	17:22	19:03
02 24	22:29:28,7	-09:28:15	+13:14	05:03	06:41	12:07	17:34	19:13	22:29:28,7	-09:28:15	+13:14	04:53	06:34	11:58	17:24	19:05
02 25	22:33:16,0	-09:06:01	+13:04	05:01	06:39	12:07	17:36	19:14	22:33:16,0	-09:06:02	+13:04	04:51	06:32	11:58	17:25	19:06
02 26	22:37:02,7	-08:43:40	+12:54	04:59	06:37	12:07	17:37	19:15	22:37:02,7	-08:43:40	+12:54	04:50	06:30	11:58	17:27	19:07
02 27	22:40:48,9	-08:21:11	+12:44	04:57	06:36	12:07	17:38	19:17	22:40:48,9	-08:21:11	+12:44	04:48	06:28	11:58	17:28	19:09
02 28	22:44:34,5	-07:58:35	+12:33	04:56	06:34	12:06	17:40	19:18	22:44:34,5	-07:58:35	+12:33	04:46	06:26	11:58	17:30	19:10

Éphémérides topocentriques de la Lune

Date mm jj	Données générales					Pour Montréal (73° 30' O, 45° 36' N).					Pour Québec (71° 18' O, 46° 48' N).				
	Dist. T.	Âge	Magnitude visuelle	Diamètre apparent	Illumi- nation	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	Lever	Passage	Coucher	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	Lever	Passage	Coucher
	km	j : h : min	m _v	"	%	topocentriques		h : min	h : min	h : min	topocentriques		h : min	h : min	h : min
						h : min : s	° : ' : "				h : min : s	° : ' : "			
01 01	390214	18:20:19	-12,09	1837	86,4	09:37:05,9	+08:20:39	21:04	02:51	09:33	09:36:59,1	+08:19:54	20:54	02:42	09:25
01 02	387453	19:20:19	-11,92	1850	78,8	10:25:19,8	+04:01:40	22:10	03:37	09:59	10:25:13,4	+04:00:54	22:00	03:27	09:50
01 03	384388	20:20:19	-11,73	1865	69,7	11:13:47,0	-00:33:15	23:17	04:22	10:25	11:13:41,2	-00:34:05	23:09	04:13	10:16
01 04	381049	21:20:19	-11,52	1882	59,6	12:03:11,2	-05:12:50		05:09	10:52	12:03:06,1	-05:13:47		05:00	10:42
01 05	377531	22:20:19	-11,27	1899	48,9	12:54:20,1	-09:44:23	00:26	05:59	11:22	12:54:16,2	-09:45:28	00:19	05:49	11:11
01 06	374007	23:20:19	-10,98	1917	37,9	13:47:58,9	-13:53:12	01:38	06:51	11:57	13:47:56,2	-13:54:25	01:31	06:42	11:45
01 07	370730	24:20:19	-10,63	1934	27,3	14:44:39,1	-17:22:23	02:50	07:47	12:38	14:44:38,0	-17:23:45	02:44	07:38	12:25
01 08	368012	25:20:19	-10,21	1948	17,6	15:44:24,6	-19:53:56	04:02	08:46	13:28	15:44:25,5	-19:55:22	03:57	08:37	13:14
01 09	366182	26:20:19	-9,72	1958	9,6	16:46:38,5	-21:11:24	05:10	09:48	14:27	16:46:41,3	-21:12:50	05:05	09:39	14:14
01 10	365528	27:20:19	-9,15	1961	3,8	17:50:01,3	-21:04:14	06:10	10:51	15:36	17:50:05,9	-21:05:35	06:05	10:42	15:22
01 11	366236	28:20:19	-8,51	1958	0,6	18:52:51,1	-19:31:35	07:01	11:53	16:50	18:52:57,1	-19:32:48	06:56	11:43	16:37
01 12	368341	00:09:17	-8,38	1946	0,3	19:53:37,3	-16:43:11	07:44	12:51	18:05	19:53:44,2	-16:44:15	07:38	12:42	17:53
01 13	371706	01:09:17	-8,97	1929	2,8	20:51:26,6	-12:56:34	08:20	13:45	19:20	20:51:33,8	-12:57:29	08:13	13:36	19:09
01 14	376045	02:09:17	-9,51	1907	7,7	21:46:08,5	-08:32:21	08:51	14:37	20:32	21:46:15,7	-08:33:11	08:43	14:28	20:22
01 15	380963	03:09:17	-9,97	1882	14,6	22:38:04,7	-03:50:19	09:19	15:25	21:41	22:38:11,5	-03:51:07	09:11	15:16	21:32
01 16	386026	04:09:17	-10,35	1857	22,9	23:27:54,6	+00:52:50	09:46	16:12	22:48	23:28:00,9	+00:52:00	09:37	16:03	22:40
01 17	390813	05:09:17	-10,68	1834	32,1	00:16:23,5	+05:23:46	10:13	16:58	23:52	00:16:29,1	+05:22:52	10:02	16:48	23:45
01 18	394966	06:09:17	-10,97	1815	41,8	01:04:15,5	+09:32:09	10:41	17:43		01:04:20,2	+09:31:09	10:29	17:34	
01 19	398220	07:09:17	-11,21	1800	51,5	01:52:08,7	+13:09:35	11:11	18:29	00:55	01:52:12,5	+13:08:30	10:59	18:20	00:48
01 20	400411	08:09:17	-11,44	1791	61,1	02:40:32,7	+16:09:02	11:44	19:15	01:55	02:40:35,2	+16:07:50	11:32	19:06	01:49
01 21	401485	09:09:17	-11,64	1786	70,1	03:29:45,2	+18:24:13	12:22	20:02	02:52	03:29:46,5	+18:22:57	12:09	19:53	02:47
01 22	401481	10:09:17	-11,82	1786	78,3	04:19:51,1	+19:49:39	13:05	20:50	03:47	04:19:51,0	+19:48:20	12:52	20:41	03:42
01 23	400517	11:09:17	-12,00	1790	85,6	05:10:41,4	+20:21:02	13:54	21:39	04:36	05:10:39,8	+20:19:43	13:40	21:30	04:32
01 24	398770	12:09:17	-12,17	1798	91,5	06:01:56,1	+19:55:52	14:48	22:27	05:21	06:01:53,1	+19:54:36	14:34	22:18	05:16
01 25	396451	13:09:17	-12,33	1808	96,1	06:53:10,3	+18:34:05	15:46	23:15	06:01	06:53:06,0	+18:32:54	15:33	23:06	05:56
01 26	393777	14:09:17	-12,49	1821	98,9	07:44:00,8	+16:18:28	16:47		06:37	07:43:55,5	+16:17:22	16:35	23:53	06:31
01 27	390945	15:09:17	-12,60	1834	99,8	08:34:13,5	+13:14:33	17:51	00:02	07:08	08:34:07,4	+13:13:34	17:39		07:02
01 28	388116	16:09:17	-12,52	1847	98,7	09:23:47,1	+09:30:20	18:56	00:49	07:37	09:23:40,5	+09:29:26	18:45	00:40	07:30
01 29	385397	17:09:17	-12,38	1860	95,5	10:12:54,3	+05:15:41	20:02	01:35	08:04	10:12:47,4	+05:14:51	19:52	01:26	07:56
01 30	382840	18:09:17	-12,23	1873	90,3	11:01:59,7	+00:41:53	21:09	02:21	08:31	11:01:52,7	+00:41:04	21:00	02:12	08:22
01 31	380452	19:09:17	-12,06	1884	83,2	11:51:37,3	-03:58:43	22:17	03:08	08:58	11:51:30,4	-03:59:35	22:09	02:59	08:48
02 01	378219	20:09:17	-11,88	1896	74,5	12:42:25,7	-08:32:49	23:27	03:56	09:27	12:42:19,3	-08:33:46	23:20	03:47	09:16
02 02	376125	21:09:17	-11,66	1906	64,4	13:35:03,6	-12:46:05		04:47	09:59	13:34:57,9	-12:47:09		04:38	09:48
02 03	374185	22:09:17	-11,41	1916	53,6	14:30:01,0	-16:23:16	00:37	05:40	10:37	14:29:56,4	-16:24:29	00:31	05:31	10:24
02 04	372465	23:09:17	-11,12	1925	42,3	15:27:30,0	-19:08:46	01:47	06:36	11:22	15:27:26,8	-19:10:07	01:42	06:27	11:08
02 05	371087	24:09:17	-10,77	1932	31,4	16:27:13,6	-20:48:14	02:54	07:35	12:15	16:27:12,2	-20:49:40	02:49	07:26	12:01
02 06	370222	25:09:17	-10,37	1937	21,3	17:28:22,5	-21:11:04	03:56	08:35	13:17	17:28:23,0	-21:12:31	03:51	08:26	13:03
02 07	370062	26:09:17	-9,90	1937	12,6	18:29:42,6	-20:13:15	04:49	09:36	14:26	18:29:45,0	-20:14:40	04:44	09:26	14:13
02 08	370778	27:09:17	-9,37	1934	6,0	19:29:56,9	-17:59:06	05:35	10:34	15:39	19:30:01,0	-18:00:23	05:30	10:25	15:27
02 09	372476	28:09:17	-8,76	1925	1,8	20:28:07,9	-14:40:33	06:14	11:30	16:54	20:28:13,3	-14:41:42	06:08	11:21	16:42
02 10	375155	29:09:17	-8,23	1911	0,2	21:23:49,6	-10:34:38	06:48	12:23	18:07	21:23:55,8	-10:35:38	06:41	12:14	17:57
02 11	378695	00:21:40	-8,60	1893	1,2	22:17:05,6	-06:00:16	07:18	13:13	19:18	22:17:12,3	-06:01:10	07:10	13:04	19:09
02 12	382856	01:21:40	-9,14	1873	4,5	23:08:20,0	-01:15:32	07:46	14:02	20:28	23:08:26,9	-01:16:22	07:37	13:53	20:19
02 13	387316	02:21:40	-9,61	1851	9,9	23:58:06,9	+03:23:45	08:14	14:49	21:34	23:58:13,8	+03:22:55	08:04	14:40	21:27
02 14	391708	03:21:40	-10,02	1830	16,9	00:47:02,7	+07:44:36	08:42	15:35	22:39	00:47:09,4	+07:43:44	08:31	15:26	22:32
02 15	395668	04:21:40	-10,38	1812	25,0	01:35:40,6	+11:36:41	09:11	16:22	23:41	01:35:46,8	+11:35:45	08:59	16:13	23:35
02 16	398873	05:21:40	-10,69	1797	34,0	02:24:27,6	+14:51:48	09:44	17:09		02:24:33,1	+14:50:46	09:32	16:59	
02 17	401075	06:21:40	-10,96	1788	43,3	03:13:41,9	+17:23:26	10:20	17:56	00:41	03:13:46,5	+17:22:18	10:07	17:47	00:35
02 18	402117	7:21:40	-11,21	1783	52,8	4:3:31,4	+19:6:25	11:01	18:44	01:37	04:03:34,9	+19:05:12	10:48	18:35	01:32
02 19	401943	8:21:40	-11,44	1784	62,2	4:53:54,0	+19:56:52	11:47	19:32	02:28	04:53:56,1	+19:55:35	11:34	19:23	02:24
02 20	400598	9:21:40	-11,65	1790	71,1	5:44:38,8	+19:52:21	12:39	20:20	03:15	05:44:39,6	+19:51:03	12:26	20:11	03:10
02 21	398220	10:21:40	-11,85	1800	79,3	6:35:30,2	+18:52:15	13:35	21:08	03:57	06:35:29,5	+18:50:57	13:22	20:59	03:52
02 22	395027	11:21:40	-12,04	1815	86,6	7:26:12,6	+16:57:57	14:35	21:56	04:35	07:26:10,5	+16:56:43	14:23	21:47	04:29
02 23	391293	12:21:40	-12,23	1832	92,5	8:16:35,7	+14:13:11	15:38	22:43	05:08	08:16:32,3	+14:12:02	15:26	22:34	05:01
02 24	387325	13:21:40	-12,41	1851	96,9	9:6:38,1	+10:43:59	16:43	23:30	05:38	09:06:33,5	+10:42:56	16:32	23:21	05:31
02 25	383427	14:21:40	-12,58	1870	99,3	9:56:29,0	+6:38:47	17:49		06:06	09:56:23,4	+6:37:50	17:39		05:59
02 26	379869	15:21:40	-12,64	1887	99,6	10:46:27,6	+2:8:14	18:57	00:17	06:34	10:46:21,3	+2:07:22	18:48	00:08	06:25
02 27	376854	16:21:40	-12,51	1902	97,6	11:37:1,0	-2:34:56	20:06	01:04	07:02	11:36:54,1	-2:35:45	19:58	00:55	06:52
02 28	374503	17:21:40	-12,36	1914	93,3	12:28:40,4	-7:16:11	21:17	01:53	07:31	12:28:33,2	-7:17:01	21:10	01:44	07:20

