

# Astronomie *Québec*

Vol. 1 • No. 6 • Mars-avril 2013

## **Astrométrie 101 • Safari boréal**

Pendant ce temps-là, à Cape York... • L'astronomie et l'exubérance

Croissants lunaires minces • Les deux yeux sur deux transits

La chromosphère solaire • La vallée des Alpes et les mouches à feu

# Editorial 2013 : Un grand cru pour les comètes ?

« Astres chevelus » de par leur étymologie, les comètes pourraient aussi être décrites comme des sacs à surprises. De bonnes surprises, parfois — on n'a qu'à penser aux comètes C/1996 B2 (Hyakutake) en 1996, C/1995 O1 (Hale-Bopp) en 1997, ou, plus récemment, 17P/Holmes en 2007 —, mais aussi de mauvaises surprises à l'occasion — comme ce fut le cas pour la comète C/1973 E1 (Kohoutek), qui fut quand même tout un spectacle, atteignant la magnitude  $-3$ .

Deux comètes s'annoncent spectaculaires pour 2013 : il s'agit des comètes C/2011 L4 (PANSTARRS) et C/2012 S1 (ISON). Pour la première, on annonçait en octobre 2012 qu'elle pourrait atteindre la magnitude  $-4$ , c'est-à-dire devenir environ aussi brillante que Vénus. Les prévisions sont encore plus optimistes pour ISON, qui pourrait selon certains devenir plus brillante que la pleine Lune, peut-être même atteindre la magnitude  $-18$  à son passage près du Soleil ! Si tel était le cas, ISON serait la plus brillante comète depuis 1935 ou avant selon l'Union astronomique internationale<sup>[1]</sup> !

En janvier 2013, Jakub Cerny annonçait sur un groupe de discussion que PANSTARRS était moins brillante que prévu pour cette date, et que sa magnitude maximale n'allait atteindre « que »  $+1$  — voir <http://tech.groups.yahoo.com/group/comets-ml/message/20415> et [http://www.kommet.cz/datas/users/panstarrs-lc-2013\\_1.jpg](http://www.kommet.cz/datas/users/panstarrs-lc-2013_1.jpg) —, et le magazine américain *Sky & Telescope* parle même de seulement magnitude  $+3$  environ, bien que la comète soit déjà « faiblement visible à l'œil nu » selon certains observateurs de l'hémisphère sud, au moment d'écrire ces lignes (19 février 2013).

Si PANSTARRS s'annonce malheureusement être un « pétard mouillé », elle devrait tout de même être jolie à observer, et pourrait servir de « pratique » pour ISON. Celle-ci sera-t-elle à la hauteur de nos attentes ? Pas moyen de le savoir pour l'instant (elle n'est encore que de magnitude  $+16$ ), mais tous les espoirs sont permis ! Gardons les doigts croisés...

Bonnes observations !

Pierre

Pierre Paquette  
Éditeur

Denis Bergeron, astronome amateur québécois bien connu, a monté une page Web très informative sur la comète PANSTARRS, que l'on peut voir au <http://tinyurl.com/panstarrs>

[1] La titulaire du précédent record est C/1965 S1 (Ikeya-Seki), qui a atteint la magnitude  $-10$  quelques semaines à peine après sa découverte comme « un faible objet au télescope »...

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 : Gino Audet, Alexandre Cucculelli, Michel Duval, Denis Goyette, Pierre Laporte

Contact : [info@astronomie-quebec.com](mailto:info@astronomie-quebec.com)

Astronomie-Québec (ISSN 1929-4301) est publié bimestriellement au format PDF et disponible gratuitement au <http://astronomie-quebec.com>.

Facebook : <http://www.facebook.com/AstronomieQuebec>  
Twitter : @AstronomieQcMag

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.

Photo de couverture :  
La Tête de cheval, par Alexandre Cucculelli (voir p. 23)



Le contenu d'**Astronomie-Québec** ne peut pas être reproduit (© 2012), mais la publication en son entier peut être redistribuée librement ; nous vous invitons plutôt à donner le lien du site Web du magazine **Astronomie-Québec** (<http://astronomie-quebec.com>), afin de nous permettre de mieux connaître et de mieux servir nos lecteurs.

Dépôt légal : Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2110203>



Ouverture officielle  
prévue le 6 avril 2013

Une visite vidéo au

# **Planétarium Rio Tinto Alcan**

En exclusivité sur

**astronomie-quebec.com**

Visite du Planétarium Rio Tinto Alcan

<http://www.youtube.com/watch?v=bYAM7yfVKKI>

Entrevue avec Pierre Lacombe, directeur

<http://www.youtube.com/watch?v=0T6nGzzynEw>

Abonnez-vous à notre canal YouTube



<http://www.youtube.com/AstronomieQuebec>

# Pendant ce temps-là, à Cape York...

par Robert Giguère

Quand il est question d'exploration de la planète Mars, la sonde *Mars Science Laboratory / Curiosity* est devenue le nouveau centre d'attention des médias, sauf qu'*Opportunity*, qui lui a cédé la vedette, n'en continue pas moins de faire des découvertes étonnantes.

Depuis son départ du cratère Victoria en 2008, la mission d'*Opportunity* a consisté à se rendre à Cape York, le rebord d'un cratère de 22 km de diamètre nommé Endeavour. Les petites roues d'*Opportunity*, grosses comme des assiettes, prirent 3 ans pour couvrir ces 23 km. But de son déplacement : trouver les traces d'argile qui avaient été détectées depuis l'orbite par *Mars Reconnaissance Orbiter*. Au mois d'octobre dernier, deux ans après son arrivée à Cape York, *Opportunity* criait enfin victoire !

La découverte d'argile à Cape York signifie que ce rebord de cratère a déjà baigné dans l'eau. Pas dans n'importe quelle eau, mais dans une eau douce que vous et moi pourrions boire... En effet, les conditions géologiques pour obtenir de l'argile exigent un sol volcanique qui a été altéré par une eau douce. C'est donc dire que dans un passé lointain, la pluie devait tomber sur Mars ; il devait y avoir des lacs, des mers et des rivières, un cycle de l'eau comme sur la Terre... et peut-être même que la vie s'installait !

On ignore cependant si cet argile se trouvait déjà sur le terrain quand l'impact qui a creusé le cratère Endeavour s'est produit, ou bien si c'est vraiment le rebord du cratère qui a baigné dans l'eau douce. Une chose est certaine : le cratère Endeavour tel qu'il se présente, avec ses rebords au dos arrondi et la lave qui a presque tout rempli son intérieur, est un cratère qui date du Noachien. Cette période géologique, la plus ancienne de l'histoire de Mars, s'arrête il y a 3,7 milliards d'années.

L'histoire de l'eau sur Mars, selon les scientifiques, se déroulerait en deux épisodes. Dans un premier temps, c'est-à-dire pendant le Noachien, les conditions de température et de pression atmosphérique étaient suffisantes pour permettre le cycle évaporation-condensation de l'eau. Mais ensuite, les conditions se sont gâtées. Mars a perdu une part importante de son atmosphère, et le froid s'est installé ; la pluie est devenue de la neige, et toutes les étendues d'eau se sont changées en glace. Mais là où le volcanisme persistait,

Le bord nord-ouest du cratère Endeavour sur Mars, et le Cap York.  
Image: NASA/JPL/University of Arizona



La sonde *Opportunity* de la NASA.  
Image: NASA/JPL

une eau acide, chargée de soufre, coulait et inondait les plaines cratérisées. C'est ainsi que dans ce deuxième épisode, une eau acide a remplacé l'eau douce.

Si seulement on pouvait amener en laboratoire l'argile découvert par *Opportunity*, on pourrait déterminer l'âge véritable du cratère Endeavour et du même coup, on pourrait savoir combien de temps l'eau douce est restée sur Mars.

Mais *Opportunity* a également trouvé une autre formation rocheuse qui ne cesse d'intriguer les scientifiques. Il s'agit d'une formation remplie de sphérules appelées concrétions. *Opportunity* avait déjà trouvé des concrétions d'hématite avant d'arriver à Cape York ; en fait, toute la croûte qui recouvre la plaine de Meridiani Planum en est remplie. Mais là, il s'agit d'une nouvelle sorte de concrétions dont on ignore encore la composition minéralogique. Le mystère s'épaissit davantage quand on sait que la formation de concrétions exige une eau acide... Alors comment l'argile peut-il se retrouver si près de cette nouvelle formation ?

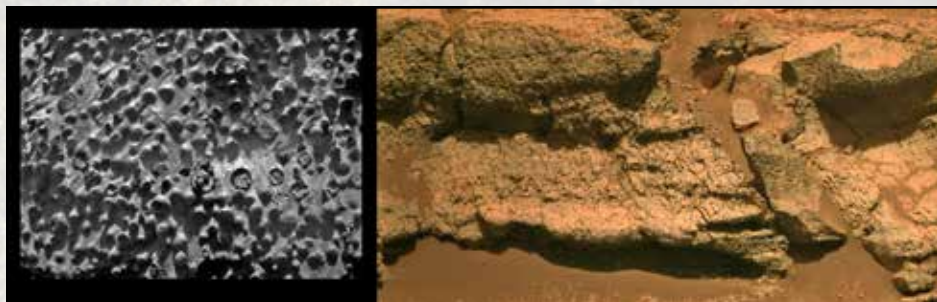
Pour le moment, *Opportunity* continue d'explorer le sommet du Cape York. On tente de trouver des indices qui pourraient permettre de déterminer l'âge relatif entre l'argile et cette nouvelle formation rocheuse.



*Ci-dessus* : La roche appelée Whitewater. Les écailles qui la recouvrent sont un indice qu'elle a été construite en plusieurs couches.

*Ci-dessous* : La formation appelée Kirkwood. Cette formation rocheuse, trouvée à Cape York, contient des concrétions faites d'un minéral qui n'a pas encore été identifié. Ces concrétions ne mesurent que quelques millimètres, soit la même taille que les concrétions d'hématite rencontrées par *Opportunity* lors de son périple dans la plaine de Meridiani Planum. (À gauche : Gros plan. À droite : vue d'ensemble.)

*En bas* : Concrétions d'hématite contenues dans la croûte rocheuse qui recouvre Meridiani Planum. Cette découverte signifie que Meridiani Planum a déjà baigné dans une eau chargée de fer oxydé. La formation de concrétions d'hématite commence par des dépôts dans la porosité de la roche. Ensuite, par couches concentriques, les concrétions se mettent à grossir.



# L'astronomie et l'exubérance

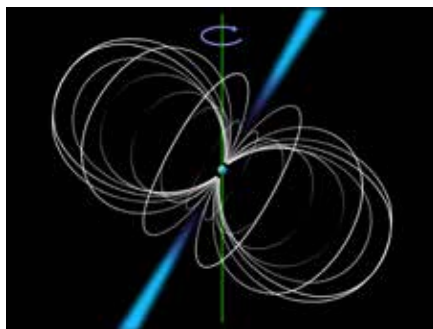
par Eddy Szczerbinski

Bien souvent, on demande aux astronomes amateurs pourquoi ils aiment regarder le ciel. Dans bien des cas, cette passion a un lien étroit avec l'exubérance. Voyons quelques exemples.

Quand je mets les mots « astronomie » et « exubérance » ensemble, la planète Saturne me vient immédiatement à l'esprit. Ce « seigneur des anneaux » est un spectacle à ne pas manquer. Ne vous contentez pas d'une photo, et observez-la au télescope. Bien que les photos soient souvent meilleures que ce que vous verrez au télescope, son exubérance s'imprimera à jamais dans votre esprit lorsque vous la verrez « pour de vrai ».



On peut aussi penser aux pulsars, des étoiles très différentes du Soleil, dont la principale caractéristique est qu'elles n'émettent leur signal électromagnétique que par leurs pôles magnétiques. Elles sont aussi typiquement en rotation sur elles-mêmes à très haute vitesse. On peut les comparer à un phare : un individu immobile pourrait avoir l'impression qu'elles « pulsent », mais dans les faits, elles sont en rotation. Si le Soleil, qui a une période de rotation d'environ un mois, émettait de la lumière comme un pulsar, nous n'aurions qu'une seule journée éclairée par mois ! Rassurez-vous : le Soleil



ne deviendra jamais un pulsar. Ceux-ci sont en effet d'une toute autre « famille » : celle des étoiles à neutrons, plus semblables aux trous noirs. Un site Web permet même « d'entendre » certains pulsars [1]...

Quand on pense à l'astronomie, on pense aussi à l'infini. Et là, l'exubérance est même insuffisante. Il est important de noter que la notion d'infini en rapport avec l'Univers est assez difficile à clarifier. Par exemple, la vitesse de la lumière limite la capacité d'un objet ou d'une onde à se déplacer, mettant donc des « frontières » à l'Univers. Il nous reste beaucoup à découvrir et à apprendre dans ce domaine de l'astrophysique fondamentale.

Autres exemples d'exubérance : les magnifiques nébuleuses. Le lien est quelque peu bizarre, car « nébuleux » et « exubérant » sont contraires du point de vue linguistique ! Mais la nébuleuse d'Orion, entre autres, est un magnifique exemple d'exubérance céleste. On peut la voir à l'œil nu, mais elle se découvre beaucoup mieux au télescope.



Unique témoin du faste de sa vie passée, une nébuleuse est souvent le résultat de l'exubérante mort d'une étoile ; elle peut aussi, au contraire, être une pouponnière d'étoiles étalant son exubérance portée de chatons lumineux. Tel est le cas de la nébuleuse d'Orion ; celle du Crabe est plutôt un cas d'étoile « explosée ». En devenant supernova, elle était visible même en plein jour, en l'an 1054.

J'espère que ces exemples auront titillé votre curiosité et vous inciteront à découvrir l'exubérance du ciel en profitant des activités organisées par les clubs et observatoires du Québec. Informez-vous en visitant le site Web de la Fédération des astronomes amateurs du Québec [2].



[1] <http://www.jb.man.ac.uk/pulsar/Education/Sounds/sounds.html>

[2] <http://www.faaq.org/>



# L'astrométrie

## *sur les images de caméra CCD*

Les images astronomiques prises par les caméras CCD permettent des mesures astrométriques et photométriques des objets célestes. L'erreur d'une mesure fait appel à deux notions différentes : la précision et l'exactitude. L'**exactitude** d'une mesure se mesure par rapport à la « vraie » valeur, une valeur de référence<sup>[1]</sup>. Plus la mesure effectuée se rapproche de cette valeur, plus la mesure est exacte. La **précision** se réfère à la constance de la valeur mesurée lorsque cette dernière est répétée plusieurs fois. L'exactitude et la précision contribuent à l'erreur dans une mesure.

### **Les mesures astrométriques**

L'**astrométrie** est la mesure de la position des objets célestes sur le cadre de référence qu'est la voûte céleste ; généralement, la position d'un objet céleste est exprimée en ascension droite (notée  $\alpha$ ) et en déclinaison (notée  $\delta$ ). Ces mesures peuvent également être transformées, par rapport à l'horizon de l'observateur, en azimut (notée  $a$ ) et hauteur (notée  $h$ , parfois improprement appelée altitude).

Sur une image produite par une caméra CCD, un objet comme une étoile est représenté par les valeurs des pixels qui se distribuent, autour d'un point central, sous la forme d'une courbe en cloche dite

Image frontispice par Adam Evans, <http://www.sky-candy.ca>  
Autres images fournies par l'auteur

**par Pierre Laporte**  
Centre d'observation astronomique  
des Monts Notre-Dame (COAMND)





| Catalogue         | Précision | Désignation de l'étoile | Référence du catalogue |                | Mesures à partir de l'image |                |
|-------------------|-----------|-------------------------|------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
|                   |           |                         | Ascension droite       | Déclinaison    | Ascension droite            | Déclinaison    |
| GSC 1.1 (corrigé) | 0,400"    | GSC 2271-0104           | 00 h 08 min 45,57 s    | +37° 21' 30,5" | 00 h 08 min 45,41 s         | +37° 21' 30,1" |
| TYCHO 2           | 0,060"    | TYCHO2 2271-00104-1     | 00 h 08 min 45,43 s    | +37° 21' 30,2" | 00 h 08 min 45,42 s         | +37° 21' 30,7" |
| USNO-A2.0         | 0,250"    | USNOA2 1200-0007        | 00 h 08 min 45,56 s    | +37° 21' 31,1" | 00 h 08 min 45,42 s         | +37° 21' 30,4" |
| UCAC2             | 0,020"    | 2UCAC 44769263          | 00 h 08 min 45,41 s    | +37° 21' 30,0" | 00 h 08 min 45,41 s         | +37° 21' 30,1" |
| UCAC3             | 0,020"    | 3UC 255-000178          | 00 h 08 min 45,41 s    | +37° 21' 30,0" | 00 h 08 min 45,41 s         | +37° 21' 30,2" |

Tableau 2. Voici une série de mesures astrométriques effectuées sur la même étoile en utilisant différents catalogues de références.

-0,17 s en ascension droite et -0,2" en déclinaison.

Le **Tableau 1** (en bas de la page précédente) donne la position calculée de l'étoile dans cinq images différentes du même champ, ainsi que la somme de ces cinq images. La précision varie de -0,16 s à -0,28 s en ascension droite, et de 0,0" à -0,2" en déclinaison. On voit donc que la précision et l'exactitude de la position de cette étoile avec cette méthode sont très bonnes. De plus, le résultat de la somme des cinq images correspond exactement aux coordonnées du catalogue USNO-A2.0.

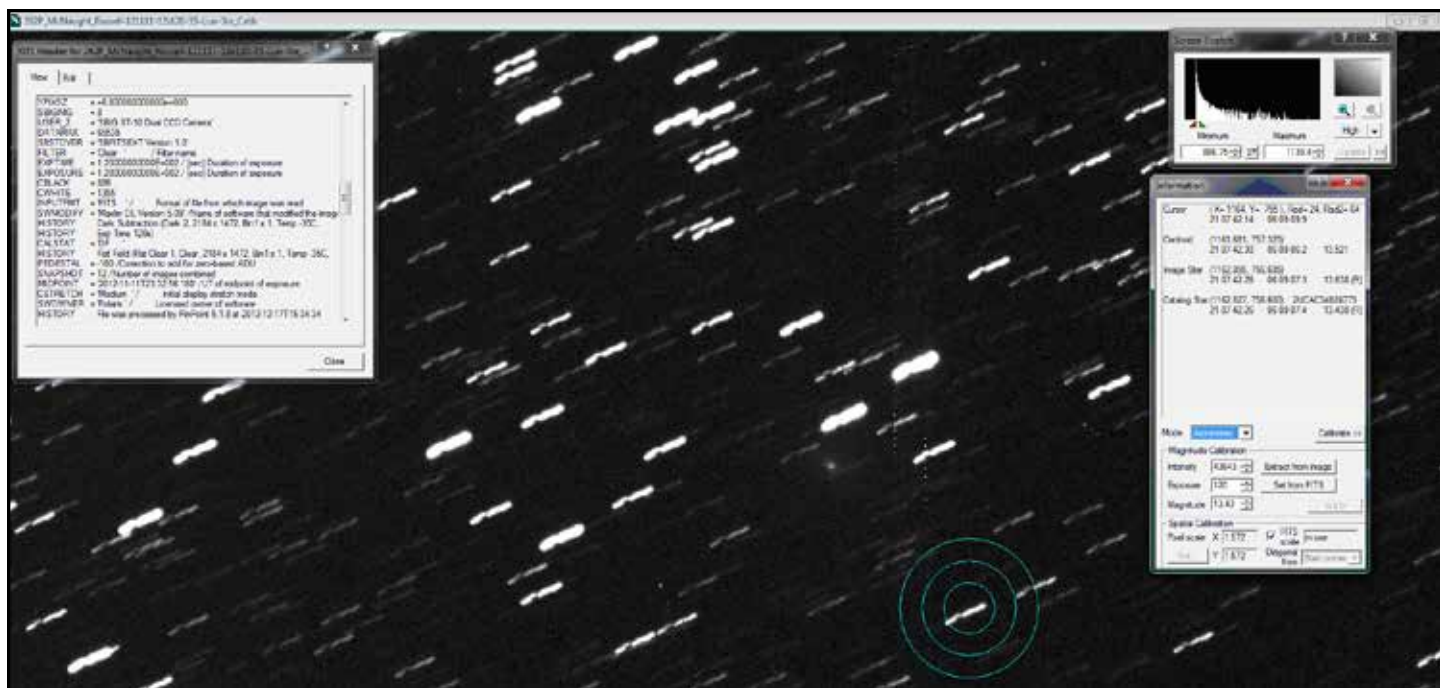
Évidemment, la précision de cette mesure est limitée par la précision du catalogue de référence. Différents catalogues astrométriques ont des précisions différentes. Le **Tableau 2** (ci-dessus) donne la position de la même étoile selon différents catalogues astrométriques.

Les différences entre les catalogues vont jusqu'à 0,16 s en ascension droite, avec le catalogue le moins précis (GSC 1.1) et 1,1" en déclinaison avec le catalogue USNO-A2.0. En ce qui concerne la précision de nos mesures, c'est en utilisant les catalogues les plus précis, UCAC2

et UCAC3, que nous obtenons les erreurs les plus petites ; la valeur mesurée en ascension droite est identique, alors que la déclinaison ne varie que de 0,1" à 0,2".

### Une cible plus difficile...

Les images de comètes représentent une difficulté supplémentaire pouvant affecter la précision des mesures astrométriques. À cause du déplacement de la comète, les étoiles se présentent sous forme de trainée, plus ou moins allongée selon le temps d'exposition. Pour examiner ce problème supplémentaire, nous



| Désignation de l'étoile | Référence du catalogue |                | Mesures à partir de l'image |                |
|-------------------------|------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
|                         | Ascension droite       | Déclinaison    | Ascension droite            | Déclinaison    |
| 3UC 189-277698          | 21 h 30 min 55,76 s    | +04° 04' 06,0" | 21 h 30 min 55,76 s         | +04° 04' 06,0" |
| 3UC 189-278528          | 21 h 29 min 45,11 s    | +04° 02' 20,2" | 21 h 29 min 45,08 s         | +04° 02' 20,4" |
| 3UC 188-288907          | 21 h 28 min 29,84 s    | +03° 58' 01,8" | 21 h 28 min 29,84 s         | +03° 58' 02,2" |
| 3UC 188-289134          | 21 h 29 min 54,05 s    | +03° 33' 25,0" | 21 h 29 min 54,03 s         | +03° 33' 25,1" |
| 3UC 188-288298          | 21 h 30 min 56,10 s    | +03° 31' 37,3" | 21 h 30 min 56,18 s         | +03° 31' 37,1" |
| 3UC 188-289124          | 21 h 29 min 49,76 s    | +03° 49' 07,0" | 21 h 29 min 49,72 s         | +03° 49' 06,9" |

Tableau 3. Comparaison de la position de référence dans le catalogue UCAC3 et de la position mesurée sur nos images pour quelques étoiles.

allons examiner une image de la comète 262P/McNaught-Russel, prises par Clermont Vallières le 17 novembre 2012. Cette image est le résultat de l'addition de sept images de 120 secondes alignées sur le noyau de la comète ; on y observe donc des traînées importantes, alors que la comète est bien centrée.

La précision de notre mesure astrométrique de la comète devrait se comparer à celle des étoiles ponctuelles. Cependant, le repérage (*registration*) des étoiles s'effectue sur le centroïde de traînées importantes et pourrait éventuellement affecter la précision des données astrométriques de la comète. Le **Tableau 3** (ci-dessus) présente, pour quelques étoiles, les positions astrométriques du catalogue UCAC3 et les positions mesurées sur l'image.

La différence entre la valeur du catalogue UCAC3 et notre mesure varie de  $-0,03$  s à  $+0,08$  s pour l'ascension droite, et de  $-0,1''$  à  $+0,4''$  pour la déclinaison. Ces écarts ne diffèrent pas de ceux observés sur des étoiles plus circulaires. On peut donc conclure que l'utilisation du centroïde sur des traînées

d'étoiles permet d'obtenir une précision équivalente à celle d'étoiles plus rondes et que l'erreur des mesures astrométriques est de moins de 0,08 s et moins de 0,4".

### Utilisation des données astrométriques

L'astrométrie est principalement utilisée afin de localiser les objets célestes, notamment la position de nouveaux objets tels que supernovas, comètes et astéroïdes. Dans ces deux derniers cas, les positions peuvent changer en l'espace de quelques heures seulement. Elle peut aussi servir à localiser et identifier dans une image un objet qui n'est pas apparent à première vue.

La solution d'une image CCD est un moyen facile de calculer la longueur focale du système ayant pris l'image, ainsi que l'échelle et l'orientation de cette image.

Avec ce niveau de précision, on peut effectuer diverses mesures intéressantes sur des objets célestes. On peut mesurer le mouvement propre des étoiles. Il y en a plusieurs dans notre galaxie dont le mouvement propre est supérieur à  $0,2''$  par

année. Il est donc envisageable d'effectuer de telles mesures. L'étoile de Barnard, située dans la constellation d'Ophiuchus, a un mouvement propre de  $10,34''$  par an : il serait donc possible de détecter son déplacement dans un intervalle d'aussi peu que 10 jours !

On peut également calculer la distance de certaines étoiles par la méthode des parallaxes. L'étoile la plus proche,  $\alpha$  Cen (Alpha Centauri), a une parallaxe de  $0,7''$ . Avec une précision de  $0,2''$ , il devient donc possible de mesurer la distance des étoiles qui sont à moins de 15 années-lumières.

Les mesures astrométriques permettent de déterminer l'orbite des comètes et des astéroïdes, afin de pouvoir prédire leur position plus tard dans le temps. L'addition de mesures astrométriques permet d'améliorer la précision des éléments orbitaux.

### Références

- [1] HUBBELL, Gerard R. *Scientific Astrophotography: How Amateurs Can Generate and Use Professional Imaging Data*, Patrick Moore's Practical Astronomy Series, New York, Springer, 2013, 363 p.
- [2] BERRY, Richard et James BURNELL. *The Handbook of Astronomical Image Processing*, 2<sup>e</sup> éd, Richmond, Willmann-Bell, 2005, 684 p.

# Croissants

Une des choses que j'aime bien faire avec un télescope est de relever des défis photos. L'un de ceux-ci est relativement facile, mais le devient de moins en moins avec un croissant lunaire qui devient de plus en plus mince d'un record à l'autre.

D'un défi à l'autre, les conditions météo peuvent changer (nuages, vent, température, humidité) et le temps pour repérer la Lune diminue avec le croissant qui devient de plus en plus mince.

Ma première tentative est un croissant de 30 h (**photo 1**), capturé le 28 avril 2006 avec un télescope Celestron de 20 cm (8") et une caméra argentique. Le croissant était facilement visible et ce n'était pas un gros défi... mais j'avais goûté à mon premier croissant mince !

Pour mon deuxième croissant mince, le 6 avril 2008, la Lune était

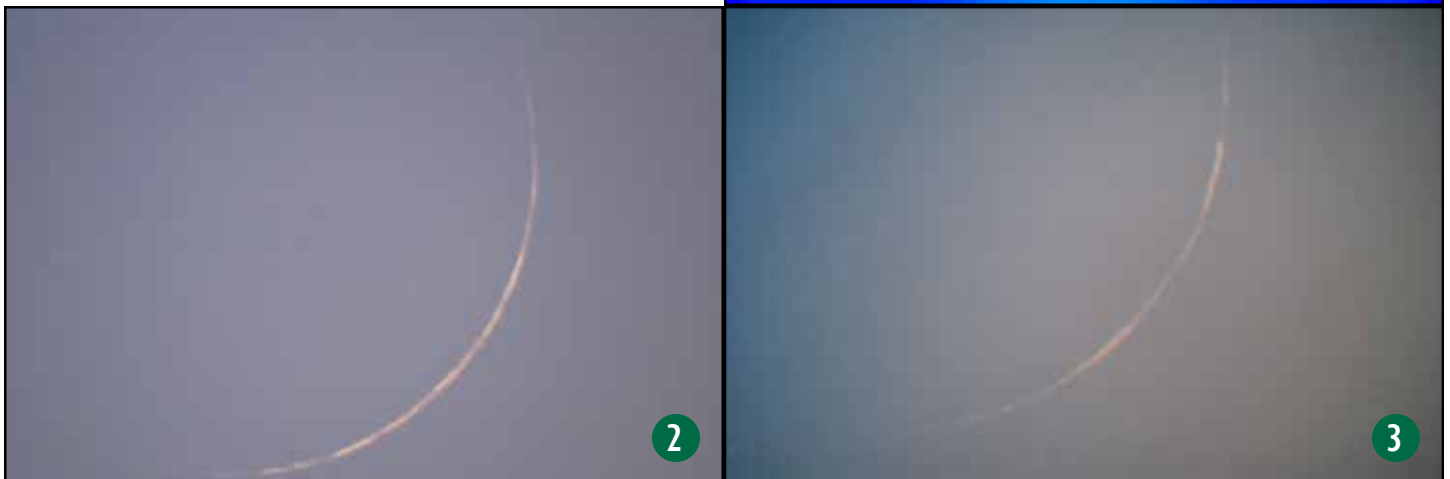
âgée de 22 h environ (**photo 2**). Elle était alors à 5° ou 6° au-dessus de l'horizon, et j'étais installé pour compléter le marathon Messier, qui consiste à observer les 110 objets du catalogue Messier en une seule nuit...

Lors de ma troisième tentative, j'étais installé sur le bord de la mer, avec une température très froide et un léger voile nuageux au ras de l'horizon. J'ai cherché le croissant pas mal longtemps, puis finalement, il est apparu dans mon chercheur comme par magie ! Mon niveau de stress grimpa alors d'un coup pour le prendre en photo, car la Lune

était plutôt basse (environ 5°). Ce croissant de 17 h (**photo 3**) était bien plus difficile à voir que celui de 22 h, mais c'était quand même accessible comme défi.

Mon dernier record a été établi le 10 février dernier, à 17 h 19, à Bonaventure en Gaspésie. Ça a commencé avec le repérage d'un endroit à l'abri du vent, car il y avait un vent léger mais tout de même inquiétant. Après avoir visité trois endroits, j'ai

Croissant Lunaire  
de seulement 30h  
après la nouvelle  
Lune



# lunairesminces, minces, minces...

finallement opté pour la cour d'un concessionnaire d'autos, où je me suis installé vers 15 h. L'alignement diurne du télescope n'est pas aussi précis que l'alignement nocturne car on ne peut utiliser que le Soleil ou une planète brillante. J'ai donc d'abord pointé mon télescope vers le nord à la boussole et fait l'alignement sur le Soleil ensuite.

À partir de 16 h 45, j'ai scruté le ciel avec mon chercheur autour de la zone où se trouvait la Lune. Le Soleil se couchait ici à 16 h 11, et j'ai alors enlevé mon filtre solaire. Je me donnais jusqu'à 17 h 15 pour trouver la Lune, car qu'après cette heure-là, je considérais qu'il était impossible de voir le croissant. Après plus de 30 minutes, j'ai paniqué : 17 h 15 et toujours pas de croissant ! J'ai décidé de continuer quand même, et à 17 h 19, voilà : il est dans mon chercheur ! J'ai ajusté la mise au point sur un croissant

extrêmement bas et avec de la turbulence, et pris plusieurs photos (**photos 4 et 5**) de ce croissant hallucinant ! J'ai pris des photos jusqu'à l'horizon (**photo 6**), car ce sera probablement mon dernier croissant.

Je vous encourage à essayer ce genre de défi, car c'est une vraie drogue... tout à fait légale !

par Gino Audet



# Les yeux deux sur deux transits

*L'observation des passages de la planète Vénus devant le Soleil, en 2004 et 2012, par les membres du CDADFS/Club d'astronomie de Dorval : deux projets d'observation de groupe qui nous ont menés à contribuer à deux articles scientifiques*

par Gilbert St-Onge et Michel Duval, CDADFS, SAM, SRAC



Le 8 juin 2004, plusieurs membres du CDADFS/Club d'astronomie de Dorval se réunissent aux petites heures du matin pour tenter d'observer le passage (ou transit) de la planète Vénus devant le Soleil. Ce phénomène rare ne s'est pas produit depuis si longtemps que personne de vivant à l'ère moderne ne l'avait observé avant 2004. Les membres présents espéraient donc avoir l'occasion d'observer ce passage de Vénus, et surtout d'observer le phénomène de la « goutte noire », signalé par certains observateurs lors des passages précédents, alors que Vénus est proche du bord du disque du Soleil aux contacts II et III !

L'intérêt du phénomène « goutte noire » pour un passage de Vénus était de premier ordre, puisqu'il n'avait jamais été détecté avec des instruments modernes. On voulait donc déterminer s'il était détectable avec nos instruments et, si oui, utiliser les routines informatiques modernes pour tenter d'en estimer l'amplitude et peut-être comprendre le phénomène de la goutte noire. Avant 2004, seuls quelques passages de la planète Mercure devant le disque du Soleil avaient permis de détecter sur des instruments modernes quelques traces du phénomène de la goutte noire, mais les discussions portant sur l'origine et la réalité du phénomène allaient dans plusieurs directions.

Donc le matin du 8 juin 2004, au Centre aquatique Surrey de Dorval, les membres du CDADFS/Club d'astronomie de Dorval et quelques membres des centres anglais et français de Montréal de la Société royale d'astronomie du Canada (SRAC) se réunissent pour l'observation du passage de la planète Vénus devant le disque du Soleil. Nos objectifs étaient d'observer, de photographier, et de filmer ce moment exceptionnel, particulièrement concentré sur la période d'approche du contact III, dans le but d'y apercevoir un phénomène particulier aux planètes intérieures lorsqu'elles transitent devant le disque du Soleil : il s'agit du phénomène de la goutte noire (GN). Celui-ci s'observe par une déformation apparente du disque sombre de la planète, qui semble s'étirer vers

l'extérieur du disque solaire ; on détecte alors une cuvette sombre qui s'étire du disque de la planète vers le ciel.





Voici d'abord quelques images du site de l'observation de 2004. En haut à gauche : À notre arrivée sur le site vers 04 h 30, le ciel était complètement couvert de nuages... En haut à droite : Par miracle, au lever du soleil, quelques ouvertures commencent à se faire dans les nuages... En bas à gauche : ...et rapidement, tout le ciel s'est dégagé. Cette image présente une vue d'ensemble du site d'observation. En bas à droite : Une vue de l'autre côté du terrain d'observation.

## Détection et estimation de l'amplitude de l'effet de la goutte noire — Images de 2004

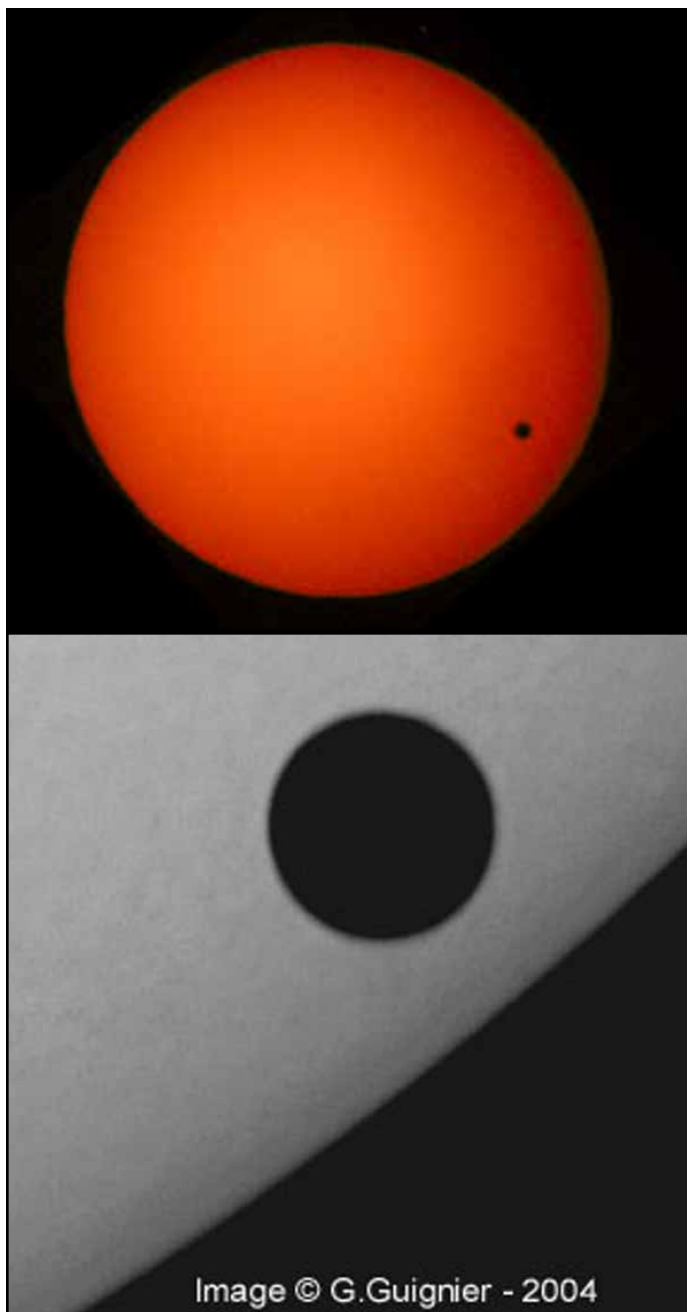
Nos observations de 2004 nous ont permis d'élaborer un site Web qui traite de plusieurs aspects de ce transit de Vénus devant le Soleil<sup>[1]</sup>. En plus, un article spécialisé a été monté grâce à cette belle collaboration du groupe, et fut publié dans le *Journal* de la SRAC<sup>[2]</sup>. Dans ce document, des images du transit de 2004 prises par André Gendron et Gilles Guignier ont été utilisées, de même que des images prises par le satellite TRACE (*Transition Region And Coronal Explorer*) qui montrent

aussi l'effet de la goutte noire (GN). On conclut par un modèle, principalement développé par Michel Duval, qui semble bien expliquer le phénomène : il s'agit de halos de diffraction (fonction d'étalement du point ou *PSF*) tout autour des images de Vénus et du Soleil, qui faussent notre perception des disques réels de Vénus et du Soleil.

Ces halos, en se superposant à l'approche des contacts II et III, s'assombrissent puisqu'il s'agit en fait des disques réels de Vénus et du Soleil qui paraissent plus petits à l'observation à cause de l'étalement de l'image—voir image explicative en haut à droite de la page suivante. Ces halos sont un des facteurs qui causent l'effet observé de la goutte noire ! Plus les conditions d'observation sont mauvaises et plus l'effet est accentué. En bref, disons que les limites de la qualité optique du système utilisé, ajouté à la qualité

[1] Le site Web est toujours actif et il est une source de référence : « Le transit de Vénus devant le Soleil le matin du 8 juin 2004 », *Les Saisons du ciel* • [http://astrosurf.com//stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/Transit\\_Venus/transit\\_venus.htm](http://astrosurf.com//stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/Transit_Venus/transit_venus.htm)

[2] Duval, M. et coll. « The black-drop effect during the transit of Venus on June 8, 2004 ». *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, Vol. 99, No. 5 (octobre 2005), p. 170–176 • <http://articles.adsabs.harvard.edu/abs/2005JRASC..99..170D>

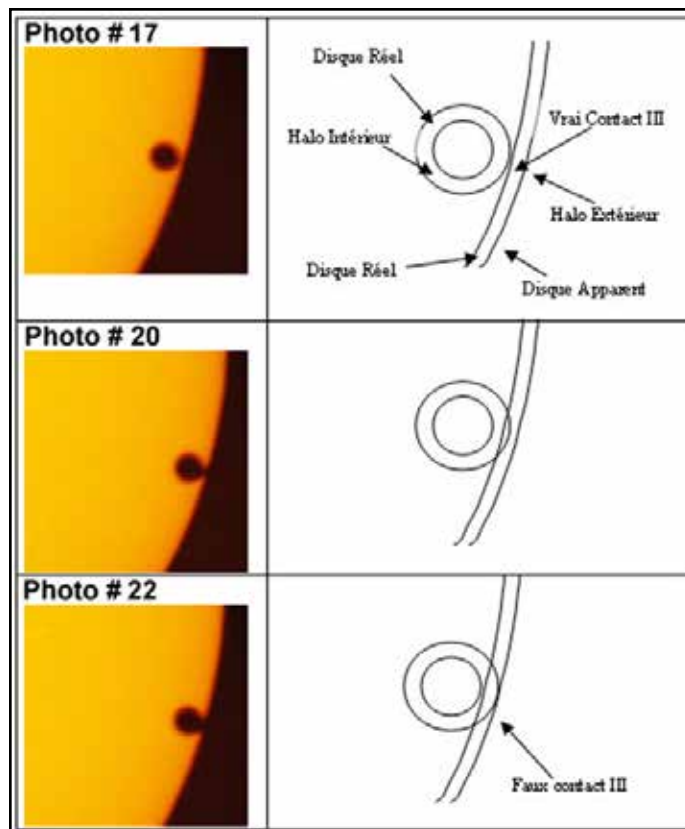


En haut : Une des premières images du transit à avoir été captée de Dorval le 8 juin 2004, à l'aide d'une caméra numérique Nikon, par Lorraine Morin, Philippe Aubry, et Marjolaine Savoie. En bas : Image en haute résolution, prise par Gilles Guignier avec un télescope Celestron C8 (20 cm), une lentille de Barlow 2x, et une webcam Vesta Pro.

du seeing, sont en partie responsables de l'amplitude observée de la goutte noire.

### Le passage de 2012

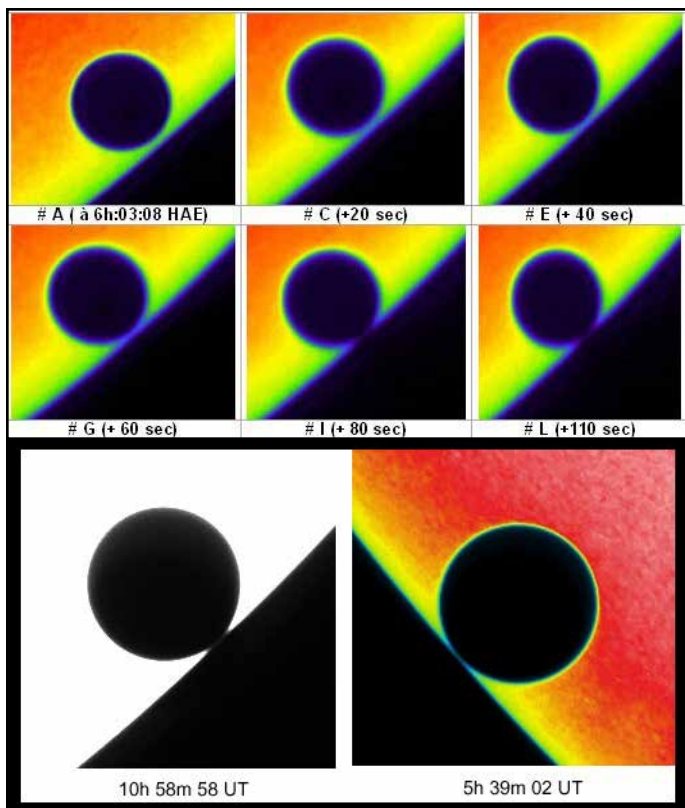
Le 5 juin 2012, la planète Vénus effectua son second passage devant le disque du Soleil en environ 8 ans. Il s'agissait du dernier passage observable avant un peu plus de 105 ans, donc le dernier de notre vie humaine sur cette planète ! Pour cette occasion vraiment unique, les membres du CDADFS/Club d'astronomie de Dorval ont organisé une session d'observation publique au Centre sportif Westwood de Dorval.



Ci-dessus : À gauche : Images prises par André Gendron à l'approche du troisième contact du passage de 2004. À droite : Le modèle des halos, monté par Michel Duval pour tenter d'expliquer le phénomène de la goutte noire tel qu'observé sur les images.



Michel Duval (aussi en mortaise) observe le transit de Vénus à Dorval, en 2004.



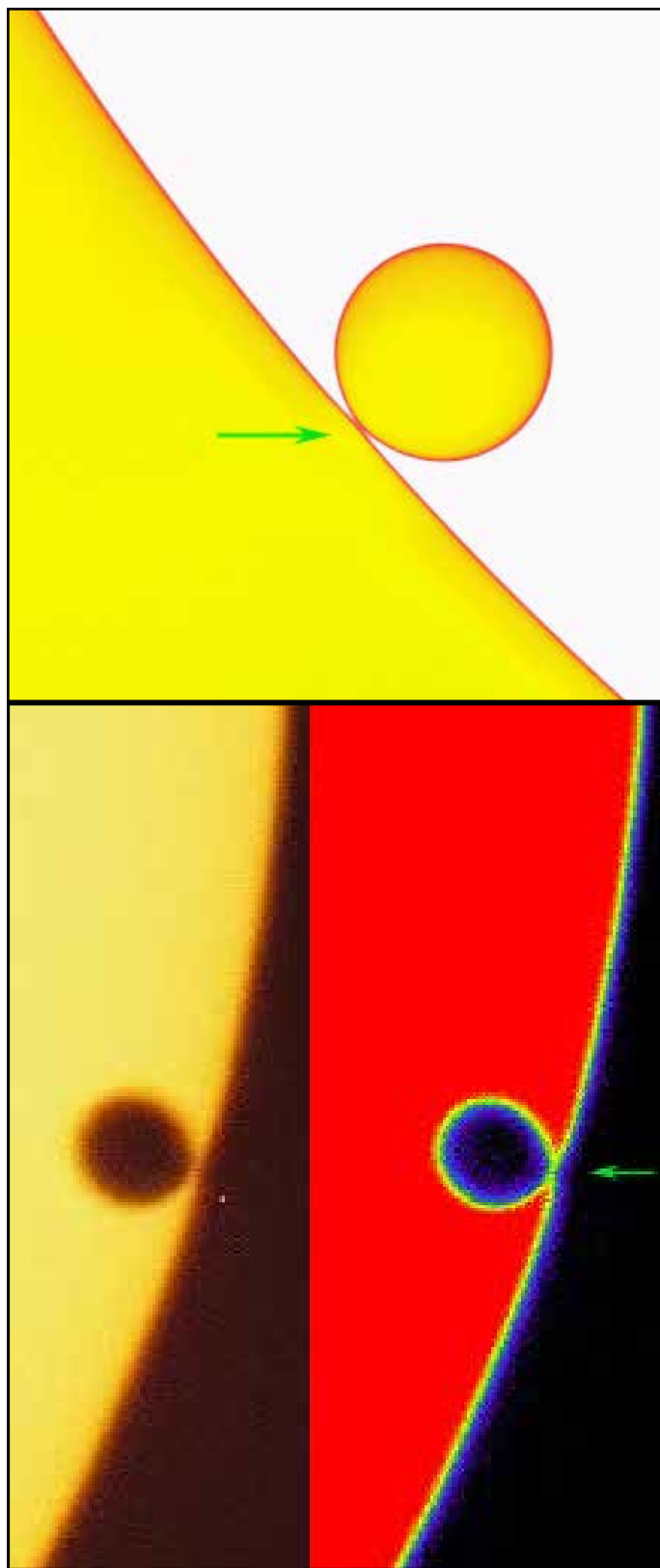
En haut : Séquence d'images en fausses couleurs, prises par Gilles Guignier, présentant l'aspect du disque apparent de Vénus à l'approche du troisième contact de 2004. On voit bien apparaître le phénomène de la goutte noire d'une image à l'autre : il s'agit de la petite zone bleutée entre le disque de Vénus et le bord du disque solaire. Elle devient très sombre sur les dernières images. Voir aussi <http://www.astronurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/srac/srac.htm>

En bas : Images prises par le satellite Transition Region And Coronal Explorer (TRACE) en 2004 (Courtesy of Jay M. Pasachoff and Glenn Schneider). Nos ajustements permettent de voir l'effet de la Goutte Noire à l'approche des deux contacts prévus. À gauche près du contact II ; et à droite près du contact III. On présente ces images selon deux ajustements différents.

C'était un évènement à deux volets, un public et un scientifique qui consistait à amasser le plus d'images possible du phénomène, surtout au début du passage et aux environs du contact II, question de détecter le phénomène de la GN, s'il y en avait un ! Le passage s'observait en fin de journée, ce qui était propice à inviter le public à ce phénomène unique. Les deux objectifs de cette journée ont été un succès.

Nos images ont permis de valider notre modèle de 2004, contribuant ainsi à produire un autre article scientifique dans le *Journal* de la SRAC, venant corroborer nos arguments pour le transit de 2004 [3].

[3] Duval, M., et coll. « Size of the black-drop effect versus telescope resolution during the 2004 and 2012 transits of Venus ». *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada* Vol. 106, No. 6 (décembre 2012), p. 227–229. Les collaborateurs à cet article sont : Michel Duval, Marc Brault, André Gendron, Jean-Marie Gohier, Gilles Guignier, Gilbert St-Onge, Richard Sauvé, Marjolaine Savoie, Alex Stefanescu, Frank Tomaras, et Yves Tremblay, tous membres du CDADFS/Club d'astronomie de Dorval ; certains sont aussi membres de la SRAC et de la SAM. • <http://adsabs.harvard.edu/abs/2012JRASC.106..227D>



En haut : Image prise par le satellite TRACE en 2004 (Courtesy of Jay M. Pasachoff and Glenn Schneider).

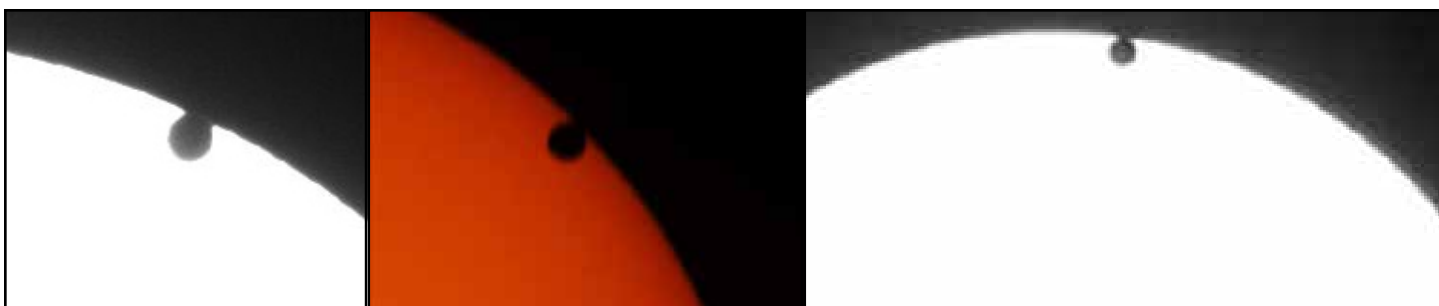
En bas : Image prise par André Gendron, avec un télescope Celestron C11 (279 mm) à f/10, en 2004.

Les flèches vertes sur ces images indiquent la présence de la « cuvette » que nous avons détectée : il s'agit d'une déformation optique du bord du disque solaire, qui se courbe (s'affaisse) vers le disque apparent de Vénus ! Ce phénomène s'observe sur les images du satellite TRACE (en haut), tout comme sur celles d'André Gendron (en bas) !

Pour cet aspect, consulter la section 7B de notre document : [http://www.astronurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/partie7\\_7a/transit\\_venus7b.htm](http://www.astronurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/partie7_7a/transit_venus7b.htm)



Les deux images ci-contre et ci-dessus ont été prises par Marjolaine Savoie; elles montrent bien la présence importante du public à cet événement unique, le 5 juin 2012, malgré une météo incertaine et même pluvieuse à partir d'un certain moment. Presque partout ailleurs, le public était aussi présent en grand nombre aux diverses activités d'observation.



Ci-dessus : Quelques exemples de la détection de la GN. de 2012 aux environ du contact II, à partir de Dorval. Images prises par Yves Tremblay (à gauche); par Richard Sauvé (au centre); et par Jean-Marie Gohier (à droite). Yves Tremblay, avec la participation de sa famille, a imagé le transit de Vénus à l'aide d'une lunette de 80 mm d'ouverture ouverte à  $f/17$  ( $F = 560$  mm). Il a fait une vidéo numérique de presque tout l'événement observable... avant que la pluie ne se mette de la partie. La caméra a une matrice monochrome de  $640 \times 480$  avec des pixels de  $5,6 \mu\text{m}$ , donc on a  $2,06''/\text{pixel}$ . Richard Sauvé a utilisé son télescope Celestron de 200 mm d'ouverture à  $f/10$  et sa caméra de type Nikon pour imaginer le transit. Enfin, Jean-Marie Gohier a fait de la capture d'images avec son équipement de  $\sim 60$  mm d'ouverture.

## Images de la goutte noire en 2012

On constate qu'avec différents instruments, on a pu détecter la GN; de plus, nos observations semblent indiquer qu'il y a une relation directe entre la résolution d'un instrument et la taille apparente détectable de la goutte noire<sup>[4]</sup>. Le tableau ci-dessous indique la résolution mesurée pour chaque instrument de nos collaborateurs, de même que pour le satellite Solar Dynamics Observatory (SDO).

| Auteurs                      | Résolution (") |
|------------------------------|----------------|
| Satellite SDO                | 1,2            |
| Gilles Guignier              | 2,1            |
| Yves Tremblay                | 2,7            |
| Marjolaine Savoie            | 3,2            |
| Frank Tomaras (instrument 1) | 4,2            |
| Marc Brault                  | 6,3            |
| Richard Sauvé                | 6,5            |
| André Gendron                | 7,3            |
| Alex Stefanescu              | 7,3            |
| Jean-Marie Gohier            | 9,0            |
| Frank Tomaras (instrument 2) | 10,5           |

Michel Duval (2012) a monté le graphique de la page suivante, qui indique bien la relation entre la résolution lors de l'observation et la taille qu'occupe la goutte noire en pourcentage du disque noir apparent de la planète Vénus sur les images.

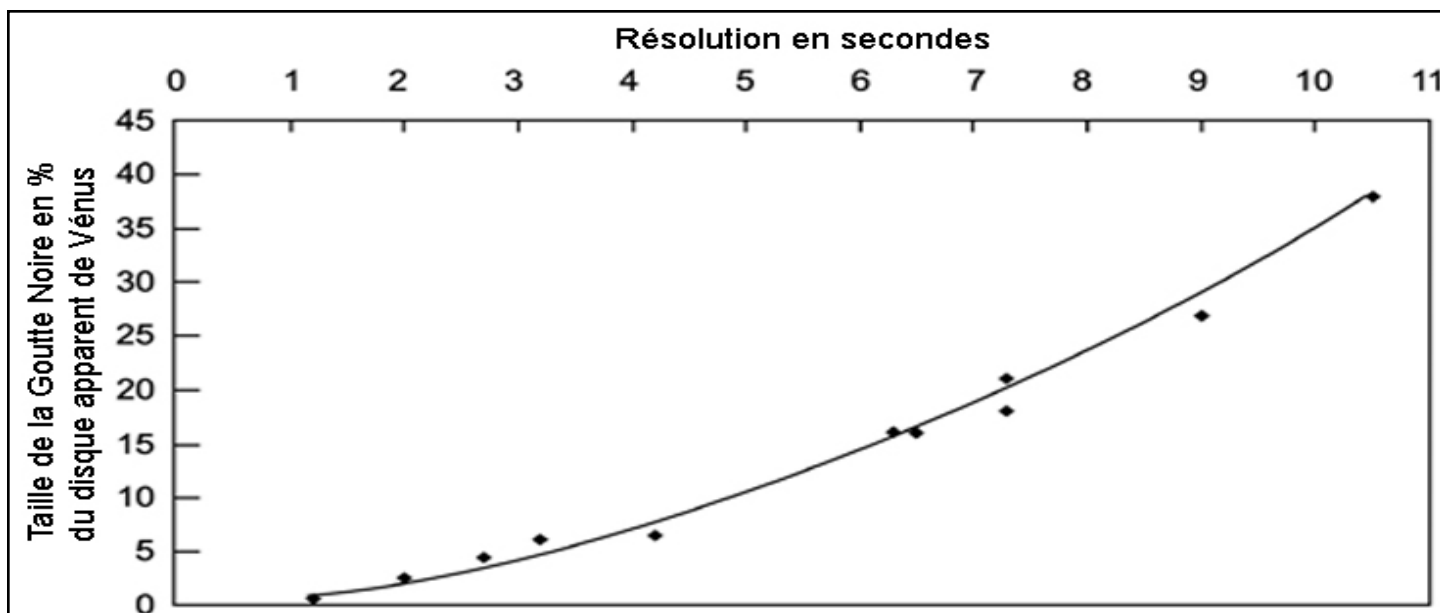
## Conclusion

Il semble clair que le phénomène de la goutte noire, tel qu'observé avec nos instruments d'amateurs, soit principalement causé par les halos optiques diffus tout autour des images détectées de Vénus et du Soleil. Il y a aussi une relation directe entre la résolution de l'instrument utilisé au moment de l'observation et la taille de la goutte noire détectée. L'image finale est un schéma qui donne une vue du phénomène tel que nous le décrivons dans le modèle suggéré.

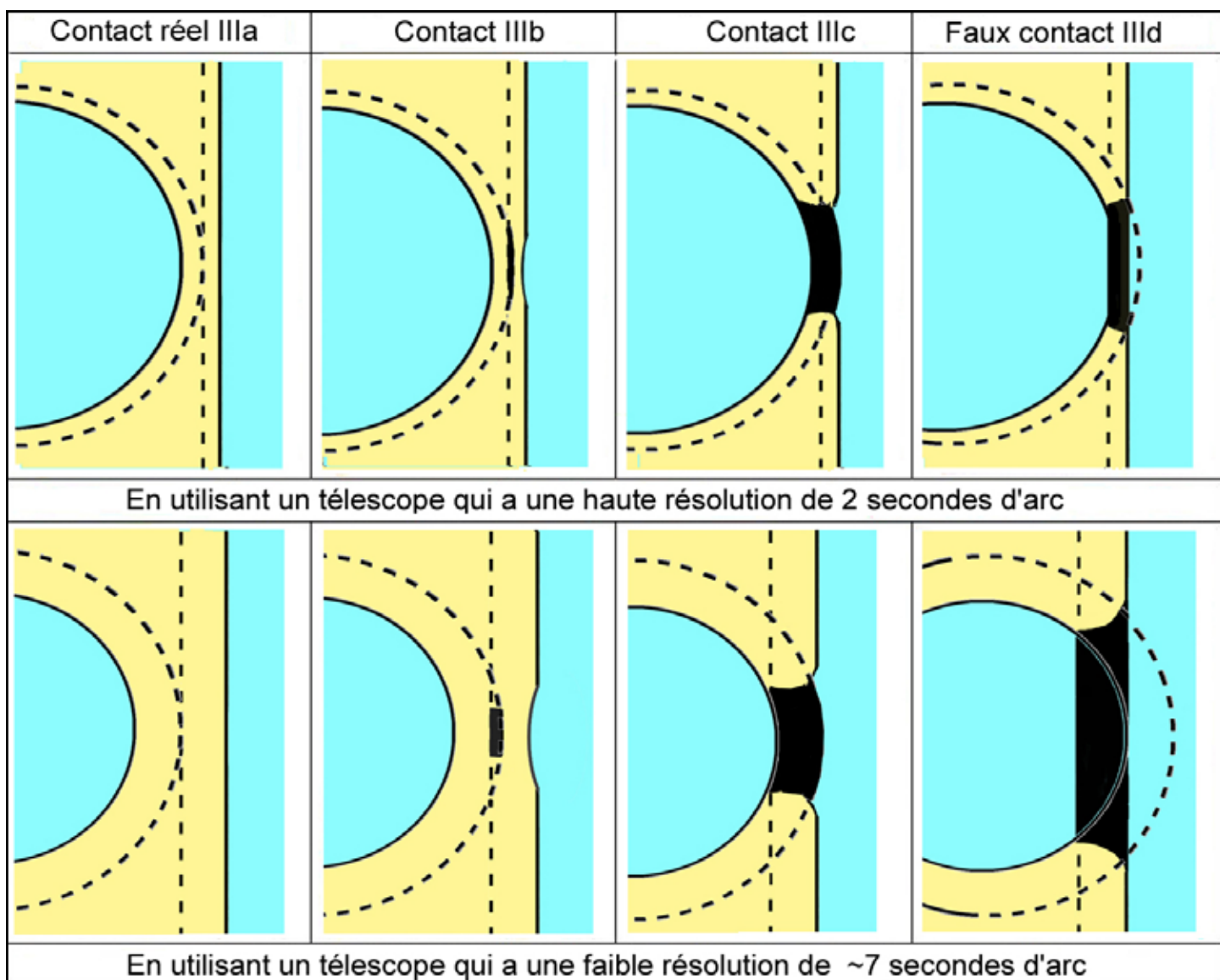
## Références

Les images du satellite TRACE sont disponibles au « Trace Data Center » : [http://vestige.lmsal.com/TRACE/Data/trace\\_cat.html](http://vestige.lmsal.com/TRACE/Data/trace_cat.html) et ont été gracieusement fournies par Glenn Schneider (Steward Observatory, University of Arizona) et Jay M. Pasachoff (Williams College) : [http://nicmosis.as.arizona.edu:8000/ECLIPSE\\_WEB/TRANSIT\\_04/TRACE/TOV\\_TRACE.html](http://nicmosis.as.arizona.edu:8000/ECLIPSE_WEB/TRANSIT_04/TRACE/TOV_TRACE.html)

[4] Voir aussi la section 8 de notre document : [http://www.astrosurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/Transit\\_Venus/MTF-Resultats/mtf\\_psf.htm](http://www.astrosurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/Transit_Venus/MTF-Resultats/mtf_psf.htm)



*Ci-dessus* : Graphique de la taille de la goutte noire selon la résolution de l'instrument utilisé. *Ci-dessous* : Une représentation schématique des halos autour des images de Vénus et du Soleil et du phénomène de la goutte noire au contact III du transit de 2004, tel qu'observé de Dorval. On y indique deux résolutions, soit une de  $\sim 2''$  et l'autre moindre de  $\sim 7''$ . Lignes pointillées : disques réels de Vénus et du Soleil; lignes pleines : disques apparents de Vénus et du Soleil tel que vus au télescope. Jaune : disque apparent du Soleil; vert : disque apparent de Vénus et ciel derrière le Soleil (noir en réalité); noir : effet de la goutte noire tel qu'observé au télescope. Ce schéma s'applique aussi aux observations de 2012.



# Vos images

**Envoyez vos images par courriel à**  
info@astronomie-quebec.com

Nous ne pouvons garantir que toutes les images seront publiées, mais nous ferons tous les efforts nécessaires pour ce faire. N'oubliez pas d'inscrire vos nom, adresse courriel, détails techniques de la photo, et toutes les autres informations que vous jugez pertinentes.



**Ci-dessus : La galaxie Messier 101, par Denis Goyette**

**Instrument :** Télescope Meade RCX400 de 254 mm (10") au foyer primaire avec télécompresseur WFSa de Meade

**Imageur :** Caméra Canon EOS Rebel T4i

**Exposition :** 61,1 secondes, le 18 janvier 2013 à 05:18 HNE.

Denis Goyette aimerait avoir vos commentaires sur l'utilisation de la Canon EOS Rebel T4i en astronomie. On peut le rejoindre au [dpolaris@videotron.ca](mailto:dpolaris@videotron.ca)

D'autres images prises par Denis Goyette sont disponibles au <http://www.faaq.org/astroccd/ftp/goyd/>

L'observatoire Polaris de Denis Goyette est situé à 46° 21' 18" N et 73° 23' 10" O.



**Ci-dessus : La nébuleuse IC 410, par Alexandre Cucculelli**

**Instrument :** Télescope Celestron C9 au foyer primaire

**Imageur :** Caméra CCD QSI 540WSG, guidage Atik 16IC

**Exposition :** 6 × 1200 s de poses bin 1 (filtre H $\alpha$  7 nm), RGB 1/1/1 × 600 sec bin 2

**Prétraitements :** 1 dark, 1 offset

**Traitements :** MaxImDL 5 et « un bon coup de magie » avec Photoshop

**Conditions :** Cette image fut écourtée à cause de méchants nuages, dommage !

**À droite : Les nébuleuses IC 434 (nuage rougeâtre) et B 33 (Tête de Cheval sombre), par Alexandre Cucculelli**

**Instrument :** Telescope Celestron C9

**Imageur :** Caméra CCD QSI 540WSG

**Exposition :** 9 × 1800 s en H $\alpha$  7 nm, 5 × 600 s en RGB à -30 °C

Image capturée les 15 janvier et 11 décembre 2012 en région parisienne (France).

*Les gens confondent souvent IC 434, qui est une nébuleuse d'émission située derrière la nébuleuse obscure Barnard 33, avec cette dernière.*



# Safari boréal

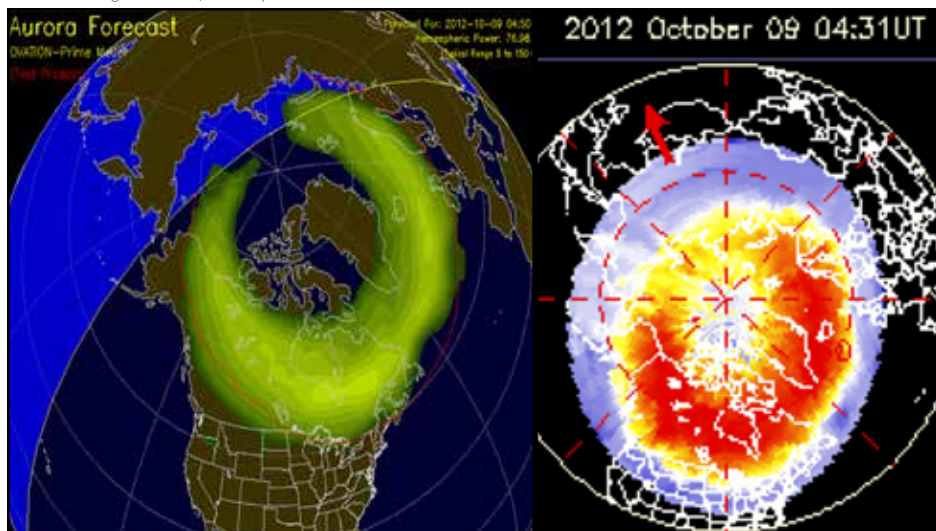
**Le soleil s'active** • Les éruptions solaires, ayant eu lieu sur le soleil, seront poussées par un vent violent durant 2 à 4 jours. Un grand voyage dans l'espace est alors enclenché. Le nuage de plasma va atteindre le champ magnétique de la Terre; une grande partie va faire un arrêt et s'étirera dans une queue du côté nuit de notre planète.

Les particules solaires vont commencer à pénétrer dans l'atmosphère terrestre en entrant par les pôles magnétiques du nord et du sud. Les aurores polaires vont naître, et des lumières vont briller dans le ciel obscur. Une luminosité inégalée du grandiose ovale : sera-t-elle une simple lueur, ou d'une intensité telle qu'elle égayera et illuminera la nuit avec une puissance spectrale ?

Si l'aurore est propulsée à grande vitesse — plus de 550 km/s — avec une densité importante, l'aurore va assurément quitter sa zone de confort des hautes latitudes. L'ovale auroral va descendre de façon spectaculaire vers l'équateur en s'étirant jusqu'à une largeur de 1000 km.

Il sera alors à la portée de nos yeux; soit à l'horizon ou au-dessus de nos têtes. Ce sera à notre tour de jouir des lumières colorées du Grand Nord. Le jaune et le vert marbrés d'un blanc électrisant seront bordés de teintes rosées et violettes. Ces couleurs seront visibles de 80 km à 200 km d'altitude pour nos yeux, mais pour 18 à 36 h seulement. Elles quitteront lentement, laissant place à un verdâtre adouci, un rouge écarlate, et un bleu métallique, disposés en étages; un signe de grande distance aux pôles.

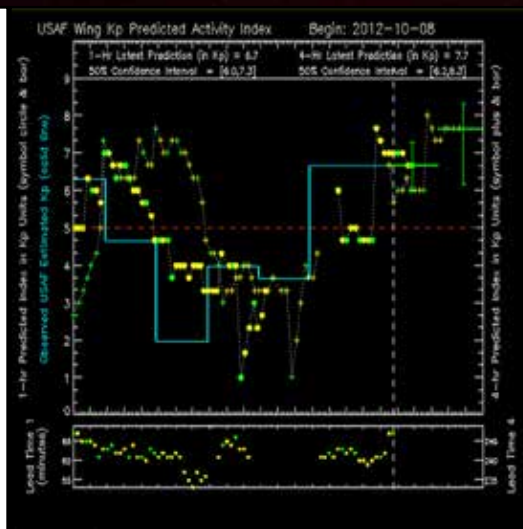
*Ci-dessous : L'ovale auroral s'est élargi et survole presque tout le Québec; des secteurs sont immenses, denses, et très actifs. Toutes les images ont été fournies par l'auteur.*



## Condition et Prévision (Graphique)

| Kr | Condition dernière heure | Prévision 0 - 3 heures | Prévision 3 - 6 heures |
|----|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 9  | orage majeur             |                        |                        |
| 8  | orage majeur             |                        |                        |
| 7  | orage majeur             |                        |                        |
| 6  | orageuse                 |                        |                        |
| 5  | orageuse                 |                        |                        |
| 4  | active                   |                        |                        |
| 3  | agitée                   |                        |                        |
| 2  | calme                    |                        |                        |
| 1  | calme                    |                        |                        |
| 0  | calme                    |                        |                        |

**Veille d'orage majeur en vigueur durant les prochaines 0 à 3 heures**



À gauche : Les prévisions indiquent que les aurores boréales seront actives et orageuses pour une période pouvant aller jusqu'à plusieurs heures.

À droite : Les aurores boréales atteignent des points de puissance de 7 et 8 sur l'indice Kp. Un indice de 5 ou plus indique la visibilité certaine des aurores boréales dans les zones de basse latitude magnétique comme Montréal ou Québec.

(Selon <http://www.swpc.noaa.gov/info/Kindex.html> : L'indice K est un code relié aux fluctuations maximales des composantes horizontales observées sur un magnétomètre pendant un jour calme, sur un intervalle de 3 h. L'indice Kp planétaire officiel est obtenu en calculant une moyenne pondérée des indices K à partir d'un réseau d'observatoires géomagnétiques.)

## Un beau scénario se prépare

La nuit boréale du 8 au 9 octobre 2012 a accueilli de fortes aurores boréales, mais elles ont manqué un peu de puissance pour atteindre le statut d'orage magnétique. Tout était parfait : une température agréable, un ciel complètement dégagé, une Lune très discrète, et une fébrilité évidente d'amateurs d'aurores boréales en alerte.

Les particules solaires sont arrivées sur Terre en fin d'après-midi. Quelques heures plus tard, les manifestations boréales vont exploser, s'enflammer. J'ai bien hâte de refaire ma route de photographe d'aurores boréales dans ma région immédiate de Lévis.

Saint-Michel-de-Bellechasse est un endroit privilégié et qui n'a plus de secret pour moi depuis les années 2003–2004. Mon parcours de chasse est ma marque de commerce : ça sera de sept à huit endroits différents. Tous auront des avant-plans intéressants : champs, lac et fleuve, cimetière et église, ferme et pont...

Mon équipement photo a bien changé et s'est amélioré depuis mes débuts. Mes appareils Canon 5D et Canon 7D seront jumelés à des lentilles 16–35 mm  $f/2,8$ , 20 mm  $f/1,8$ , et 50 mm  $f/1,8$ , des pièces maitresses auxquelles s'ajoutent les trépieds, batteries, lampes, vêtements chauds... et évidemment, un véhicule plein d'essence !

En début de soirée et durant la nuit, je vais visiter mes sites Internet favoris sur le positionnement des aurores boréales et sur les prévisions pour les heures suivantes. Ceci me permet de connaître la vigueur de l'aurore de ce soir, et si elle connaîtra des périodes de répit. Je peux ainsi mieux planifier mon horaire — et mon trajet — en fonction des prévisions; en quelque sorte, m'adapter à l'aurore boréale. Je suis néanmoins conscient qu'elle est quelque peu... imprévisible !

## Sur la route

Compte tenu des situations idéales, je décide de rester près de chez moi à Lévis et dans la région de Bellechasse. Très tôt, sous la brunante, je me rends au chalet familial à Saint-Michel-de-Bellechasse, face au fleuve Saint-Laurent et à l'île d'Orléans. L'horizon s'obscurcit, mais va se colorer rapidement.

La carte ci-dessous indique les divers endroits que je vais visiter au cours de la soirée.



par Gilles Boutin

[www.banditdenuit.com](http://www.banditdenuit.com)

[www.lesauroresborealesquebec-nunavik.com](http://www.lesauroresborealesquebec-nunavik.com)



**Photos 1, 2, 3 •** Il est 19 h 15 ; je vois un voile très mince qui s'avance du nord, précédant des lueurs basses plus denses de vert et jaune. À 20 h 00, les eaux calmes du fleuve deviennent vertes et l'aurore continue à se débattre, laissant voir du rouge s'installer en hauteur. On dirait qu'il y a une bousculade : les visiteurs du soleil veulent tous voir l'arrivée (cette page et haut de la page suivante).





**Photo 4** • Vers 20 h 30, je suis sur une route surélevée qui laisse voir tout le village de Saint-Michel-de-Bellechasse et toute la grandeur de l'aurore boréale. L'horizon est largement couvert, avec la noblesse d'une reine et des piliers atteignant des hauteurs remarquables. Le village est bien illuminé, mais ne gâche pas le spectacle photographique, bien au contraire (ci-dessous).



**Photo 5 •** À 20 h 45, je suis à 2 km plus au sud ; une vieille grange de bois sert d'avant-plan à mes photos. L'aurore continue de s'étendre au-dessus d'un terrain en pente ascendante qui permet de cacher l'autoroute qui se trouve plus loin.



**Photo 6 •** Il est 21 h 15, et la chasse se poursuit 15 km plus au sud. Le terrain d'un ami m'attend car je sais que le Lac aux Canards, à Saint-Raphaël, va m'offrir un spectacle miroitant. Je suis presque capable de tout capturer l'arc boréal avec ma lentille grand-angle 16 mm, et mes deux autres appareils sont montés et participent aussi.





**Photo 7 •** J'adore me servir de ma lentille 50 mm, qui me permet de saisir des images dans l'aurore. Il est maintenant 21 h 45, et les différentes teintes de vert et violet indiquent une grande proximité de l'aurore. La rive est calme et le centre du lac est brouillé et plus agité. Ceci donne une vision abstraite, l'aurore se donne en spectacle et veut plaire.



**Photo 8** • Maintenant 22 h 20 ; je suis à 2 km encore plus au sud, malgré que je déteste me déplacer vers le sud et m'éloigner. Un très vieux pont de fer m'interpelle, qui laisse paraître l'aurore verte et jaune à travers sa structure d'acier.



**Photo 9** • À 22 h 35, je retourne vers Saint-Michel-de-Bellechasse, dans le secteur du club de golf. J'ai un grand choix d'emplacements sur ce grand terrain. Le ciel vers le nord est d'un vert marbré, qui me rappelle bien des souvenirs de fréquentes chasses des années 2000.

**Photo 10 •** À 22 h 50, je me déplace méthodiquement et machinalement, sans trop penser, car j'ai fait si souvent ce parcours de chasse boréale. Du centre du village de Saint-Michel-de-Bellechasse, je travaille plus fort car des lumières artificielles sont légion. J'ai capté l'église et je connais mes repères. Pour ajouter à mon tableau, je fais plusieurs angles de vue du cimetière boréal maintenant en couleur.





**Photo 11** • À 2 km vers l'est, j'arrive à 23 h 30 à une belle ferme qui a perdu la girouette au sommet de sa tour. Elle reçoit l'éclairage d'un lampadaire sur le côté, ce qui lui donne un aspect spécial. Le fond est tout vert, parfois pâle ou foncé ou avec des teintes verdâtres remarquables.



**Photo 12** • Toujours vers l'est, je me rends vers 00 h 20 au village voisin, qui est Saint-Vallier. Je capte une aurore tirant sur le jaune qui se positionne au-dessus d'un champ. L'alignement demeure toujours en direction nord. Un peu de fraîche s'installe. Appuyé sur mon auto, je suis bien songeur : je suis seul avec l'aurore comme d'habitude. Je ne vois jamais personne qui aurait pu l'apercevoir, s'arrêter et la regarder comme moi. Peut-être que les gens se couchent tôt, que leur environnement est sous l'emprise de la pollution lumineuse, ou qu'ils ne savent pas que l'horizon brouillé indique la visite des aurores.



**Photo 13** • Le temps passe vite ; il est déjà 01 h 30. Je retourne à Saint-Michel-de-Bellechasse, sur le bord du fleuve, car c'est un lieu sûr et efficace. J'ai toujours plusieurs appareils de montés pour me permettre des visions photographiques différentes. A partir du niveau de l'eau, les reflets verts sur le fleuve sont encore plus forts. Le ciel est tout étoilé et la Voie lactée est... laiteuse ! Le fort silence cache peut-être un minime grésillement des aurores.



**Photo 14** • Il est 02 h 20 ; je commence à penser à revenir à la maison, en passant par la route principale à l'ouest du village de Saint-Michel-de-Bellechasse. Je vois que l'aurore est toujours active au-dessus d'un quartier résidentiel, bien étendue, et qu'elle continue de flotter. Dans une douzaine d'heures, elle nous aura quitté, faute de combattants car les particules solaires seront à bout de souffle et à la fin de leur voyage.

Pas facile de rentrer à la maison, même s'il est tard — 03 h 20. Je regarde souvent derrière moi. J'ai le temps de faire deux autres arrêts ; un à Beaumont, et un autre à l'entrée de Lévis, pour y voir cette trace verte qui sera toujours la bienvenue.

### *Une autre chasse magique et enivrante*

Ce fut une nuit boréale idéale, agréable et bien profitable, mais le chasseur doit se donner sans retenue. L'année 2012 s'est avérée décevante, et la fameuse année 2013 du maximum solaire nous laisse presque douter de la manne promise.

Une nuit de plusieurs centaines de photographies qui s'ajoutent à ma collection. Pour s'assurer d'un certain succès, il est prévoyant d'avoir déjà les lieux d'observation définis et connus. Il peut arriver qu'on se rende à un endroit qui semble très bon et magique, mais la possibilité subsiste de mauvaises surprises, comme des dômes lumineux orangés des villages voisins, des lampadaires, ou des petites maisons, qui vont causer de l'illumination sur des parcelles de terrain.

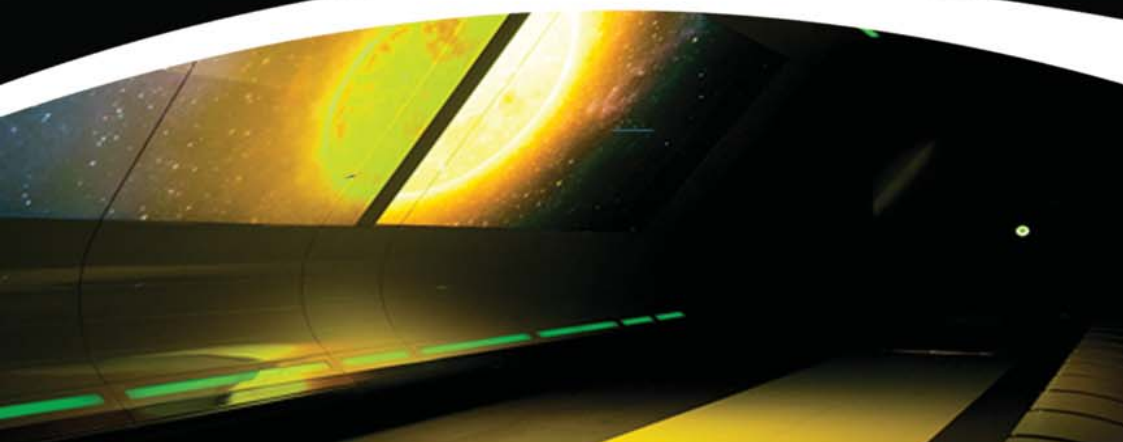
Des lieux tout près de chez soi, ou à plusieurs heures de distance de la maison... J'ai même hâte de retourner dans la réserve faunique des Laurentides ou sur un rivage du lac Saint-Jean, ou encore profondément au bord du golfe du Saint-Laurent.

Soyez prêts pour la prochaine alerte aux aurores boréales : ne comptez pas le temps et les distances que cela va mériter, car les aurores boréales sont des cadeaux du ciel !



# 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.**



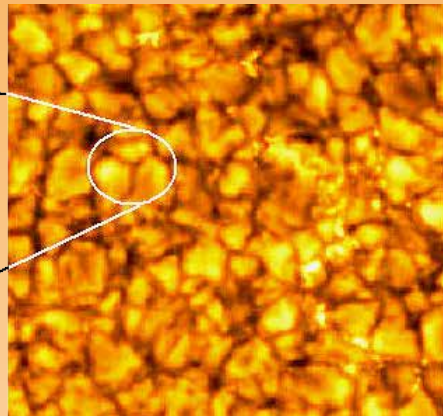
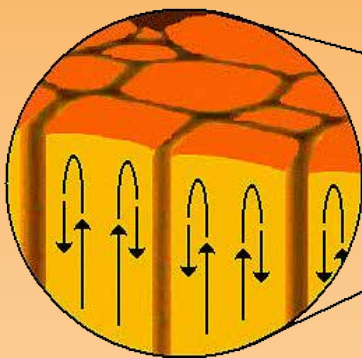
**I 800 565.2267 :: [cosmodome.org](http://cosmodome.org)**

# Sous le Soleil exactement

avec Stéphane Lemon

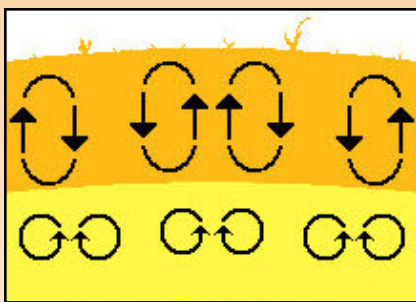
## La chromosphère — Deuxième partie

*La chromosphère solaire fait l'objet de divers phénomènes qui, il n'y a pas si longtemps, ne pouvaient être observés qu'avec des instruments spéciaux et couteux. Heureusement, le marché offre aujourd'hui des instruments à prix raisonnable qui isolent la bande H $\alpha$  (hydrogène alpha), permettant ainsi l'observation et l'étude de la chromosphère. Avant ces nouveaux types d'instruments, seule la photosphère faisait l'objet d'observation.*



Rappelons-nous de Sir William Herschel qui, en 1801, avait observé la granulation sur la photosphère, et de Pierre Jules César Janssen qui, en 1896, estima la taille moyenne des granules aux environs de 1 000 km. Vers 1930, Albrecht Unsöld met en évidence la nature convective des granules (image ci-contre). Nous pouvons voir ici, indiqués par les flèches, les mouvements de gaz ascendant (plus chaud) et les mouvements de gaz descendant

(refroidi ou plus froid); tous ces mouvements se produisent à des vitesses variant de 3 à 5 km/s. De plus, les granules subissent des expansions et des rétractions de l'ordre de 2 km à chaque seconde.

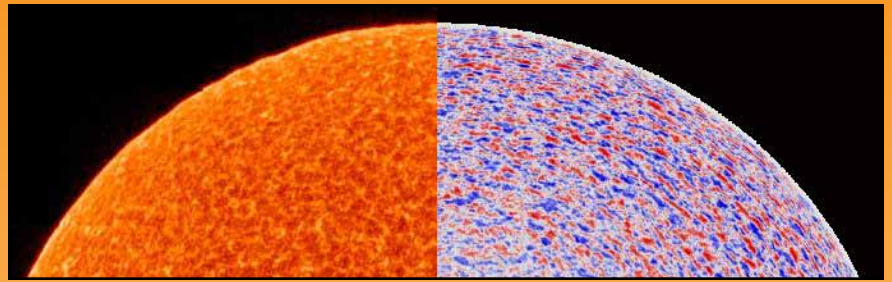


La chromosphère présente aussi un phénomène de granulation, qui subit les mêmes influences de convection sous sa surface, mais à une échelle beaucoup plus grande (image ci-contre). On ne parle donc plus ici de granules, mais bien de super-granules, car la taille de ces cellules avoisine les 30 000 km, avec une durée de vie d'environ 2 jours. Il est à noter qu'il existe trois types de cellules granuleuses : la granulation, dont la taille est près de 1 000 km, visible au niveau photosphère ; la mésogranulation, dont la taille varie entre 5 000 et 10 000 km ; et la super-granulation, avec une taille supérieure à 25 000 km, détectée en H $\alpha$  sur la chromosphère. En résumé, la super-granulation de la chromosphère est le prolongement de la granulation des grains de riz de la photosphère.

L'image ci-dessus à gauche représente bien les différentes zones de convection dans la chromosphère (en orange) ; les boucles y sont plus grandes. Dans la photosphère (en jaune), les boucles sont plus petites et plus nombreuses.



L'image ci-contre nous montre, à gauche, la chromosphère en H $\alpha$ , avec les supergranules bien visibles. À droite, les couleurs indiquent l'effet Doppler, et cette image illustre bien les mouvements ascendants et descendants des cellules. On y détecte en rouge la signature des cellules qui replongent vers l'intérieur de la chromosphère, et en bleu celles qui remontent vers la surface. L'imagerie Doppler indique la vitesse radiale ( $v_r$ ) des cellules de convection, c'est-à-dire la composante de leur vitesse qui suit la ligne de visée de l'observateur. On indique les vitesses négatives (rapprochement) en bleu, et les vitesses positives (éloignement) en rouge.



Notre étoile est entièrement couverte d'un autre phénomène, appelé spicule (image ci-dessous). Les spicules sont des jets de plasma (gaz ionisé) qui émergent à des vitesses pouvant atteindre les 100 km/s et sont éjectés sur des milliers de kilomètres à l'extérieur de l'atmosphère solaire. Les spicules ont un diamètre inférieur à 500 km, et leur durée de vie n'excède que rarement les dix minutes; en tout temps, il y a près de 100 000 spicules présents sur le Soleil. Des observations précises ont montré que ces jets plasmatiques pouvaient atteindre des températures près du million de kelvins ( $\sim 10^6$  K) et que les éjections faites par les spicules apportent de la matière dans la couronne solaire; ils contribuent ainsi aux mécanismes d'échauffement de la couronne.

Malgré ces observations, une question se pose : pourquoi la température grimpe-t-elle jusqu'à environ 2 millions de kelvins dans la couronne à mesure que l'on s'éloigne de la surface solaire ? Cela demeure une énigme de la physique solaire...

### Suggestions de lecture

- <http://www.astro.umontreal.ca/~paulchar/grps/supergran-f.html>
- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Granulation\\_solaire](http://fr.wikipedia.org/wiki/Granulation_solaire)
- [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/sdo/multimedia/gallery/spicules-20110106.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/sdo/multimedia/gallery/spicules-20110106.html) (en anglais)
- <http://solarscience.msfc.nasa.gov/feature1.shtml#Supergranules> (en anglais)

### Vitesse radiale

« La vitesse radiale d'un objet est la composante de sa vitesse qui est mesurée dans la direction de la ligne de visée. La mesure de la vitesse radiale se fait de plusieurs façons et ce concept est utilisé dans de nombreux domaines dont la mesure par radar Doppler, les sonars, les échographies et en astronomie. »

Source :

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Vitesse\\_radiale](http://fr.wikipedia.org/wiki/Vitesse_radiale)

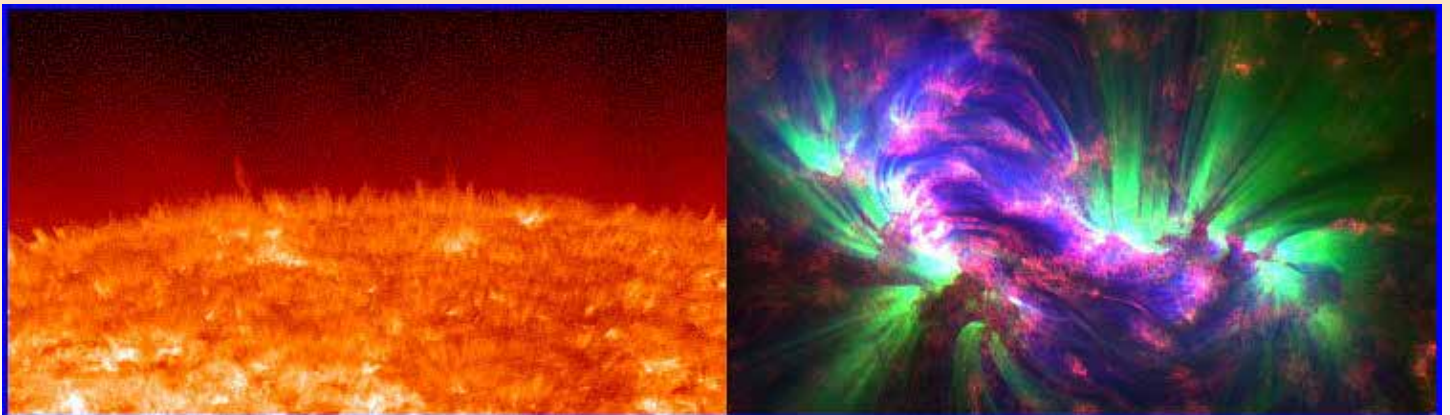
### Kelvin

« Le kelvin (symbole K, du nom de William Thomson (Lord Kelvin)) est l'unité SI de température thermodynamique. Par convention, les noms d'unité sont des noms communs et s'écrivent en minuscule ("kelvin" et non "Kelvin"). »

Source :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Kelvin>

*Ci-dessous : Spicules de type II vues en ultraviolet.  
Crédit : NASA/GSFC, SDO, AIA*



# Observation

## La Lune t'écœure ?

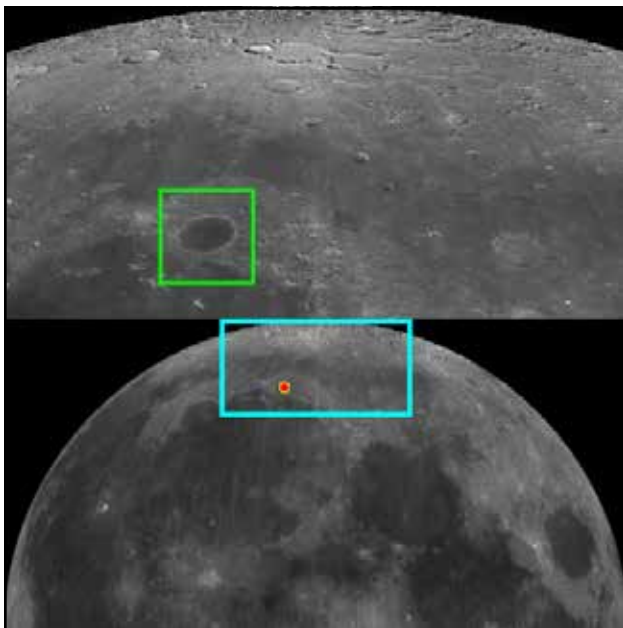
### Choque-toi pas... va jouer avec !

#### La vallée des Alpes et les « mouches à feu »

avec  
Pierre  
Tournay

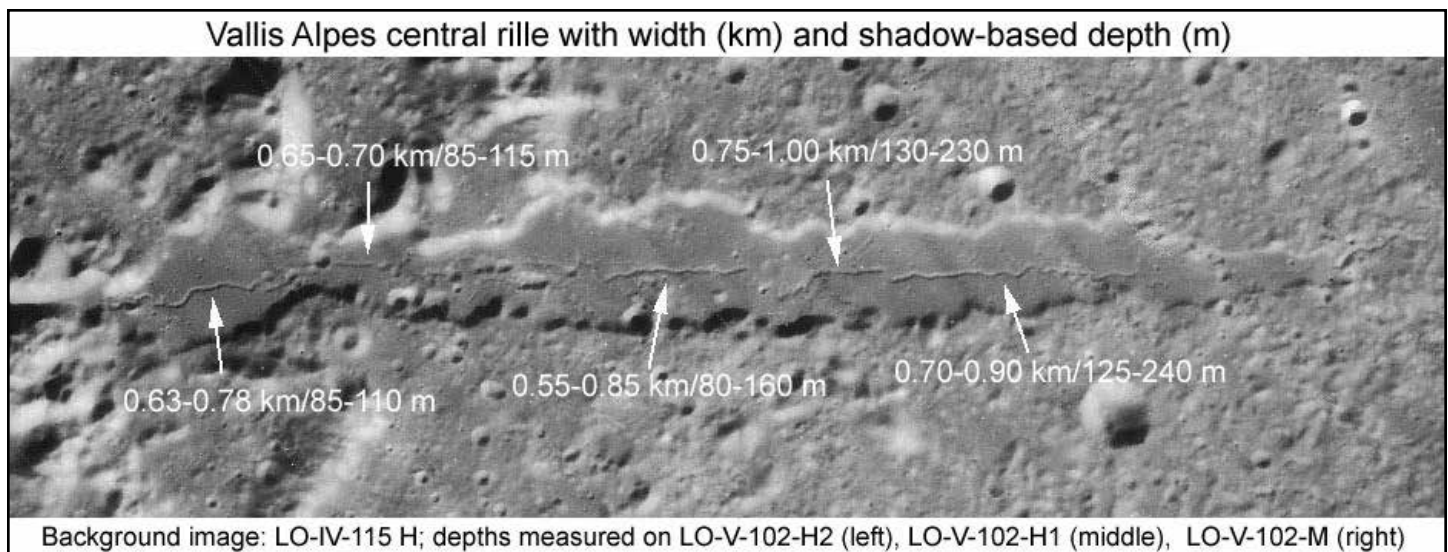


Au premier quartier, quand la Lune a sept jours (ou six jours après la pleine Lune), à l'est du gros cratère Platon (identifié par un carré jaune dans l'image ci-dessous,



mosaïque d'images obtenues par la sonde Clementine de la NASA), on peut apercevoir une superbe vallée, une énorme déchirure de 134 km<sup>[1]</sup> de long, dans une chaîne de montagnes qui se nomme les Alpes (*Atlas de la Lune*, Antonin Rükl, carte 4).

Visuellement, les Alpes sont la continuité des Apennines qui, elles, seront plus visibles quand la Lune aura huit jours. Les Alpes ont été formées entre 3,8 et 3,2 milliards d'années, et la vallée qui la traverse (*Vallis Alpes*<sup>[2]</sup>) est une faille de taille — avec un défi d'observation sadique, car il est normalement réservé aux astrophotographes. J'ai eu la chance de le voir avec mon télescope Obsession 500 mm (20") *f*/5 à un grossissement de « seulement » 800×, un soir de très faible scintillement atmosphérique (très bon *seeing*). Je parle de la fameuse fissure ou *rille* (rivière de lave sèche) au fond de cette vallée, dont la largeur varie entre 0,5 et 1 km.



[1] 166 km de long selon Wikipédia

[2] Valles Alpina a été découverte en 1727 par Francesco Bianchini [1662–1729]

Visibilité : Premier quartier et 6 jours après la pleine Lune

Dates : 3 mars, 19 mars, 2 avril,  
18 avril, 1<sup>er</sup> mai, et 18 mai



11 mars 15:51 HAE  
10 avril 05:35 HAE



27 mars 05:27 HAE  
25 avril 15:57 HAE



19 mars 13:27 HAE  
18 avril 08:31 HAE



4 mars 16:53 **HNE** Attention ! HNE pas HAE !  
3 avril 00:36 HAE

Il faut être patient à l'oculaire et c'est un moment magique quand soudainement, vous voyez la rille dans le fond de la vallée.

Je n'ai pas vu toute la rille au complet, mais elle se laissait voir à la limite du *seeing*, suffisamment pour qu'elle demeure gravée dans ma tête...

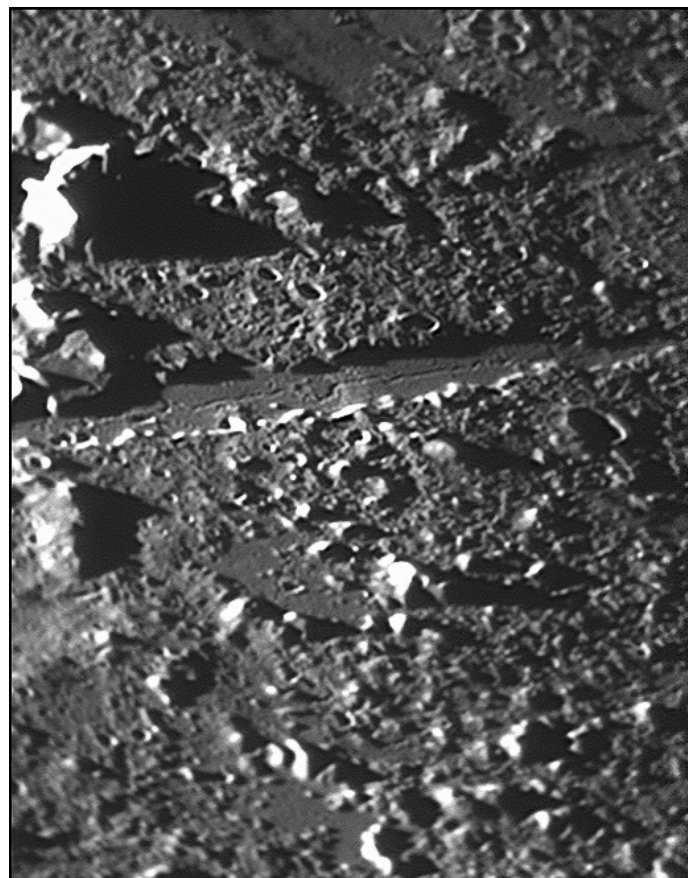
## Mais qu'en est-il des mouches à feu ?

Lorsque le soleil levant ou couchant rase le sommet des Alpes, seuls les sommets de ces montagnes sont éclairés, et le sol entre les montagnes est sombre.

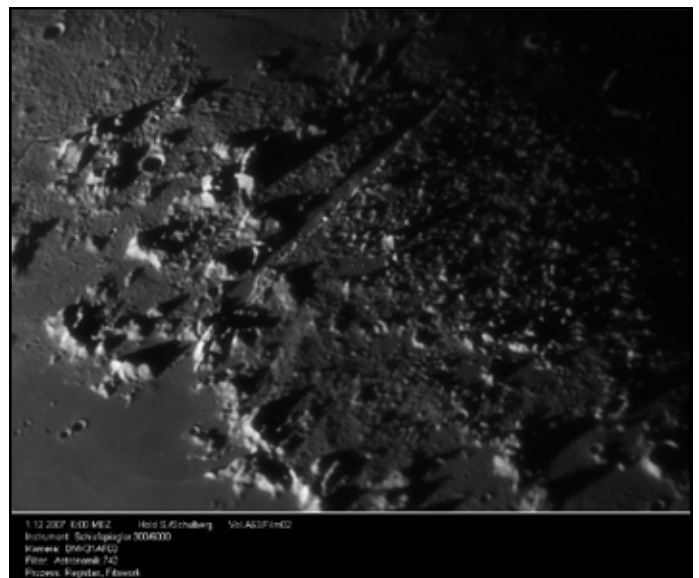
Mais voilà, il y a là une quantité folle de sommets, d'où l'impression de voir une multitude de mouches à feu !

Vous serez surpris de la beauté de ce spectacle quand vous le verrez dans votre télescope entre 200× et 400×. La photo ci-dessous à droite a été prise au dernier quartier de lune et on commence à voir l'effet mouches à feu vers la droite de la photo...

Ces fameuses mouches à feu sont un exemple flagrant du principe de s'amuser avec la lumière. Toutes les cibles farfelues que je vous propose depuis quelque temps maintenant, sont toutes les résultats de jeux d'ombrages — et ceux-ci peuvent être de courte durée ! — mais si vous laissez courir votre imagination, vous en découvrirez vous-mêmes d'autres... Si tel est le cas, nous aimerions bien en entendre parler : faites-nous part de vos observations et commentaires à [info@astronomie-quebec.com](mailto:info@astronomie-quebec.com)



Bonnes observations !

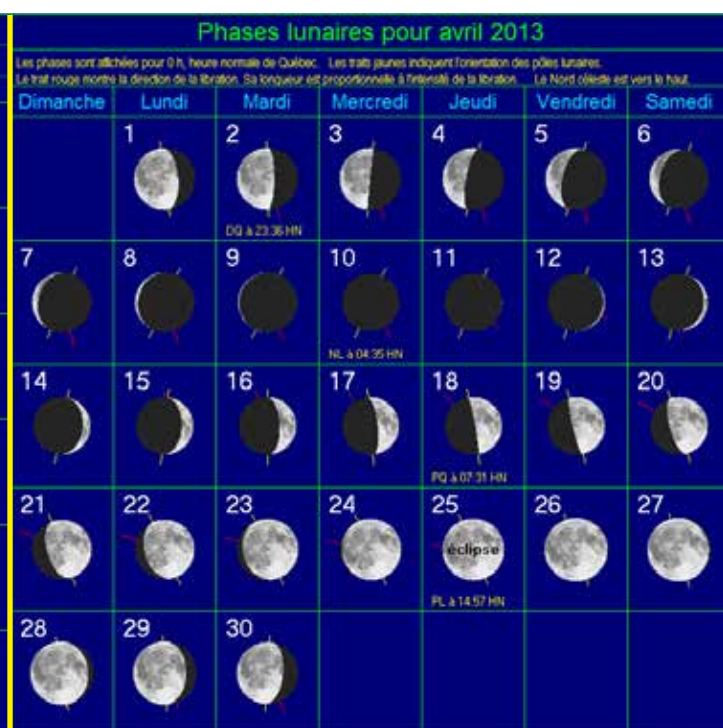
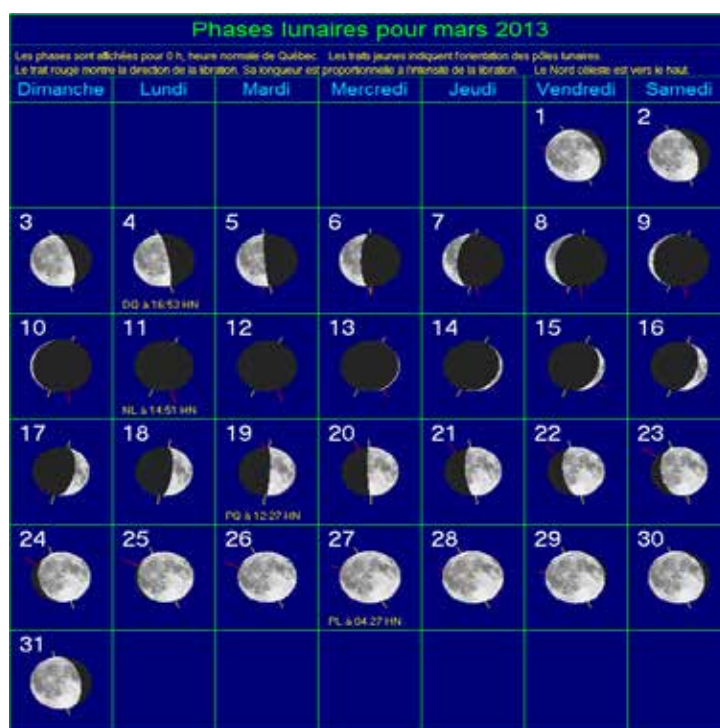


## Phénomènes de mars 2013

| Jour | Heure | Description du phénomène                                                                               | Œil nu | Jumelles | Télescope |
|------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-----------|
| 01   | 01:09 | Montréal                                                                                               | ✓      | ✓        | ✓         |
|      | 01:12 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
|      |       | Rapprochement entre la Lune et Spica (α Vir)<br>(distance topocentrique centre à centre : 0,8°)        |        |          |           |
| 02   | 06:03 | Opposition de l'astéroïde (63) Ausonia avec le Soleil (distance au Soleil : 2,475 ua ; magnitude 10,4) | —      | ?        | ✓         |
| 03   | 03:23 | Maximum de l'étoile variable δ Cep                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 04   | 07:58 | Conjonction inférieure de Mercure avec le Soleil (distance géocentrique centre à centre : 3,7°)        | —      | —        | —         |
| 04   | 16:53 | Dernier quartier de la Lune                                                                            | ✓      | ✓        | ✓         |
| 05   | 01:07 | Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)                                                             | ✓      | ✓        | ✓         |
| 05   | 02:40 | Montréal                                                                                               | ?      | ✓        | ✓         |
|      | 02:45 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
|      |       | Début de l'occultation de 40 ξ Oph (magnitude 4,39)                                                    |        |          |           |
| 05   | 03:37 | Montréal                                                                                               | ?      | ✓        | ✓         |
|      | 03:39 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
|      |       | Fin de l'occultation de 40 ξ Oph (magnitude 4,39)                                                      |        |          |           |
| 05   | 18:20 | Lune au périgée (distance géocentrique : 369 957 km)                                                   | —      | —        | —         |
| 06   | 04:24 | Montréal                                                                                               | —      | ✓        | ✓         |
|      | 04:27 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
|      |       | Début de l'occultation de 21 Sgr (magnitude 4,87)                                                      |        |          |           |
| 06   | 05:35 | Montréal                                                                                               | —      | ✓        | ✓         |
|      | 05:39 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
|      |       | Fin de l'occultation de 21 Sgr (magnitude 4,87)                                                        |        |          |           |
| 07   | 21:56 | Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)                                                             | ✓      | ✓        | ✓         |
| 09   | 22:59 | Comète C/2011 L4 (PANSTARRS) au périhélie (distance au Soleil : 0,302 ua ; magnitude 0,5)              | —      | —        | —         |
| 10   | 18:46 | Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)                                                             | ✓      | ✓        | ✓         |
| 11   | 14:51 | Nouvelle lune                                                                                          | —      | —        | —         |
| 12   | 12:17 | Opposition de l'astéroïde 29 Amphitrite avec le Soleil (distance au Soleil : 2,618 ua ; magnitude 9,1) | —      | ?        | ✓         |
| 13   | 20:58 | Maximum de l'étoile variable δ Cep                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 14   | 03:18 | Maximum de l'étoile variable η Aql                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 16   | 20:02 | Opposition de l'astéroïde 15 Eunomia avec le Soleil (distance au Soleil : 3,021 ua ; magnitude 9,6)    | —      | ?        | ✓         |
| 17   | 21:23 | Rapprochement entre la Lune et Jupiter (distance topocentrique centre à centre : 2,0°)                 | ✓      | ✓        | ✓         |
| 17   | 23:45 | Québec                                                                                                 | ✓      | ✓        | ✓         |
|      | 23:48 | Montréal                                                                                               |        |          |           |
|      |       | Rapprochement entre la Lune et Aldébaran<br>(distance topocentrique centre à centre : 2,9°)            |        |          |           |
| 18   | 22:13 | Lune à l'apogée (distance géocentrique : 404 261 km)                                                   | —      | —        | —         |
| 19   | 05:46 | Maximum de l'étoile variable δ Cep                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 19   | 11:46 | Rapprochement entre Jupiter et Aldébaran (distance topocentrique centre à centre : 5,0°)               | ✓      | ✓        | ✓         |
| 19   | 12:27 | Premier quartier de la Lune                                                                            | ✓      | ✓        | ✓         |
| 19   | 18:14 | Opposition de l'astéroïde (14) Irene avec le Soleil (distance au Soleil : 2,160 ua ; magnitude 8,9)    | —      | ?        | ✓         |
| 19   | 21:56 | Début de l'occultation de 71 Ori (magnitude 5,20)                                                      | —      | ✓        | ✓         |
| 19   | 23:04 | Québec                                                                                                 | —      | ?        | ✓         |
|      | 23:05 | Montréal                                                                                               |        |          |           |
|      |       | Fin de l'occultation de 71 Ori (magnitude 5,20)                                                        |        |          |           |
| 20   | 06:02 | Équinoxe de printemps                                                                                  | —      | —        | —         |
| 20   | 19:44 | Maximum de l'étoile variable ζ Gem                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 23   | 18:55 | Montréal                                                                                               | —      | ?        | ✓         |
|      | 18:58 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
|      |       | Fin de l'occultation de 2 ω Leo (magnitude 5,40)                                                       |        |          |           |
| 24   | 05:14 | Comète C/2012 F6 (Lemmon) au périhélie (distance au Soleil : 0,731 ua ; magnitude 9,5)                 | —      | —        | —         |
| 27   | 04:27 | Pleine lune                                                                                            | ✓      | ✓        | ✓         |
| 27   | 23:42 | Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)                                                             | ✓      | ✓        | ✓         |
| 28   | 02:20 | Montréal                                                                                               | —      | ?        | ✓         |
|      | 02:21 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
|      |       | Début de l'occultation de 49 Vir (magnitude 5,15)                                                      |        |          |           |
| 28   | 03:32 | Montréal                                                                                               | —      | ?        | ✓         |
|      | 03:33 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
|      |       | Fin de l'occultation de 49 Vir (magnitude 5,15)                                                        |        |          |           |
| 28   | 12:04 | Conjonction supérieure de Vénus avec le Soleil (distance géocentrique centre à centre : 1,3°)          | —      | —        | —         |
| 28   | 19:38 | Conjonction entre Uranus et le Soleil (distance géocentrique centre à centre : 0,7°)                   | —      | —        | —         |
| 29   | 23:21 | Maximum de l'étoile variable δ Cep                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 30   | 20:31 | Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)                                                             | ✓      | ✓        | ✓         |
| 30   | 22:55 | Lune au périgée (distance géocentrique : 367 504 km)                                                   | —      | —        | —         |
| 30   | 23:22 | Maximum de l'étoile variable ζ Gem                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 31   | 01:54 | Opposition de l'astéroïde 40 Harmonia avec le Soleil (distance au Soleil : 2,374 ua ; magnitude 9,9)   | —      | ?        | ✓         |
| 31   | 12:00 | Plus grande élongation ouest de Mercure (27,8°)                                                        | ✓      | ✓        | ✓         |

# Phénomènes d'avril 2013

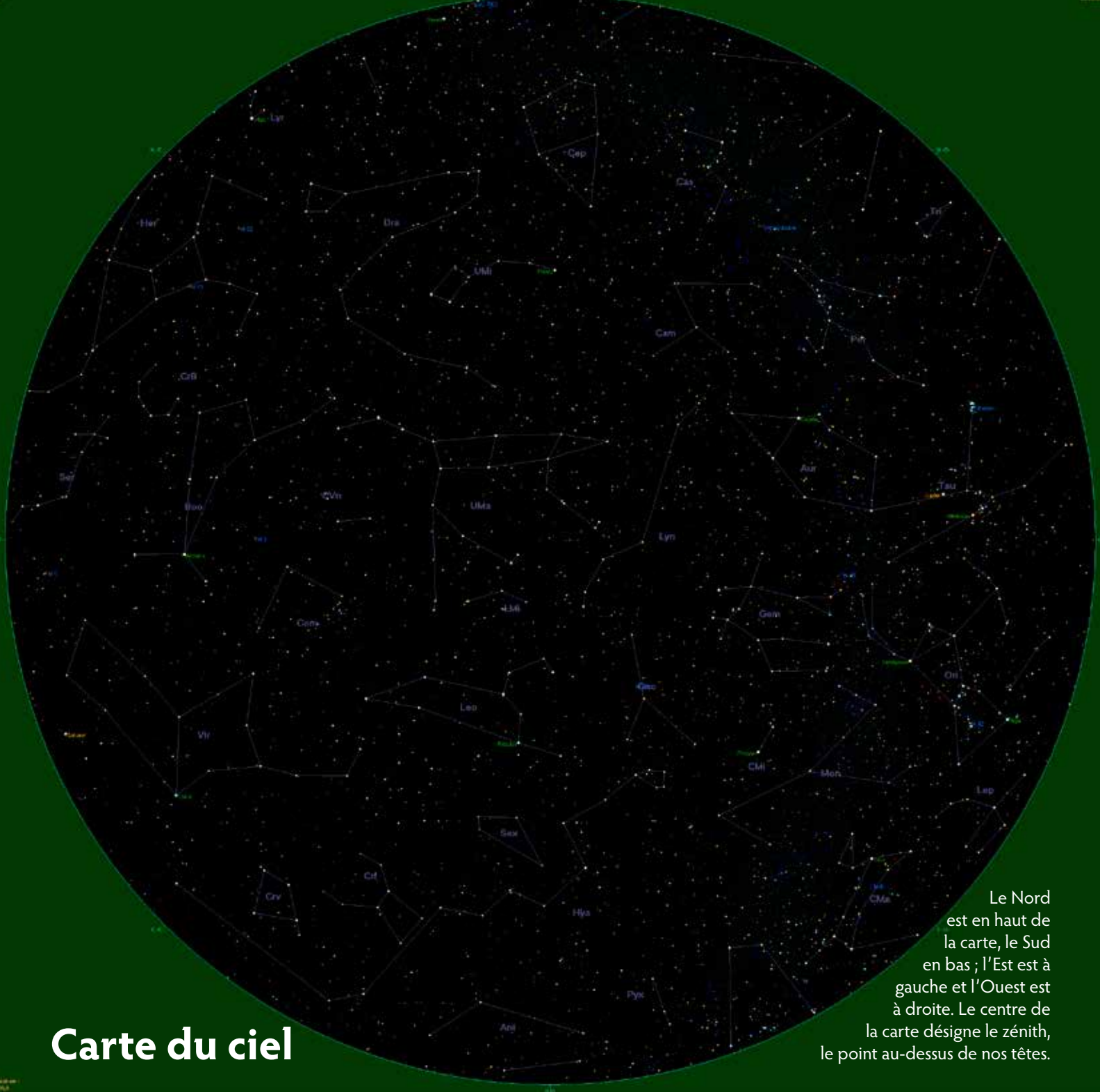
| Jour | Heure | Description du phénomène                                                                               | Œil nu | Jumelles | Télescope |
|------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-----------|
| 01   | 03:36 | Opposition de l'astéroïde (39) Laetitia avec le Soleil (distance au Soleil : 3,082 ua; magnitude 10,4) | —      | ?        | ✓         |
| 01   | 21:00 | Mercure à son aphélie (distance au Soleil : 0,466 71 UA)                                               | —      | —        | —         |
| 02   | 23:36 | Dernier quartier de la Lune                                                                            | ✓      | ✓        | ✓         |
| 10   | 04:35 | Nouvelle lune                                                                                          | —      | —        | —         |
| 10   | 13:15 | Opposition de l'astéroïde (27) Euterpe avec le Soleil (distance au Soleil : 2,418 ua; magnitude 9,8)   | —      | ?        | ✓         |
| 14   | 04:37 | Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)                                                             | ✓      | ✓        | ✓         |
| 15   | 01:44 | Maximum de l'étoile variable δ Cep                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 15   | 17:21 | Lune à l'apogée (distance géocentrique : 404 862 km)                                                   | —      | —        | —         |
| 17   | 19:21 | Conjonction entre Mars et le Soleil (distance géocentrique centre à centre : 0,4°)                     | —      | —        | —         |
| 18   | 07:31 | Premier quartier de la Lune                                                                            | ✓      | ✓        | ✓         |
| 19   | 00:25 | Maximum de l'étoile variable η Aql                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 19   | 22:16 | Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)                                                             | ✓      | ✓        | ✓         |
| 20   | 05:01 | Rapprochement entre Mercure et Uranus (distance topocentrique centre à centre : 1,8°)                  | —      | ✓        | ✓         |
| 22   | 03:50 | Pluie d'étoiles filantes : Lyrides (18 météores/heure au zénith; durée de 9 jours)                     | ✓      | —        | —         |
| 22   | 19:02 | Maximum de l'étoile variable χ Cyg                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 22   | 19:05 | Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)                                                             | ✓      | ✓        | ✓         |
| 25   | 14:57 | Pleine lune (éclipse partielle de Lune non-visible du Québec)                                          | ✓      | ✓        | ✓         |
| 25   | 19:19 | Maximum de l'étoile variable δ Cep                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 26   | 04:39 | Maximum de l'étoile variable η Aql                                                                     | ✓      | ✓        | ✓         |
| 27   | 01:14 | Montréal                                                                                               | —      | ?        | ✓         |
| 27   | 01:19 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
| 27   | 02:18 | Montréal                                                                                               | —      | ?        | ✓         |
| 27   | 02:20 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
| 27   | 02:56 | Montréal                                                                                               | —      | ?        | ✓         |
| 27   | 02:58 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
| 27   | 04:00 | Montréal                                                                                               | —      | ?        | ✓         |
| 27   | 04:02 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
| 27   | 14:48 | Lune au périgée (distance géocentrique : 362 268 km)                                                   | —      | —        | —         |
| 27   | 21:48 | Montréal                                                                                               | ✓      | ✓        | ✓         |
| 27   | 21:49 | Québec                                                                                                 |        |          |           |
| 28   | 03:26 | Opposition de Saturne avec le Soleil                                                                   | ✓      | ✓        | ✓         |
| 30   | 01:46 | Montréal                                                                                               | —      | —        | ?         |
| 30   | 01:50 | Québec                                                                                                 |        |          |           |



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

# Éphémérides topocentriques de la Lune

| Date  | 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-naison | $\alpha_{2000.0}$                     | $\delta_{2000.0}$ | Lever   | Passage | Coucher | $\alpha_{2000.0}$                   | $\delta_{2000.0}$ | Lever   | Passage | Coucher |
|       | km                | j : h : min | m <sub>v</sub>     | "                 | %             | h : min : s                           | ° : ' : "         | h : min | h : min | h : min | h : min : s                         | ° : ' : "         | h : min | h : min | h : min |
| mm jj |                   |             |                    |                   |               |                                       |                   |         |         |         |                                     |                   |         |         |         |
| 03 01 | 372852            | 18:21:40    | -12,19             | 1923              | 86,8          | 13:21:56,5                            | -11:39:39         | 22:28   | 02:44   | 08:03   | 13:21:49,2                          | -11:40:33         | 22:22   | 02:35   | 07:51   |
| 03 02 | 371862            | 19:21:40    | -11,99             | 1928              | 78,3          | 14:17:11,6                            | -15:28:52         | 23:38   | 03:37   | 08:39   | 14:17:04,6                          | -15:29:53         | 23:33   | 03:28   | 08:27   |
| 03 03 | 371446            | 20:21:40    | -11,77             | 1930              | 68,4          | 15:14:31,6                            | -18:27:52         |         | 04:32   | 09:22   | 15:14:25,4                          | -18:29:01         |         | 04:23   | 09:09   |
| 03 04 | 371511            | 21:21:40    | -11,51             | 1930              | 57,4          | 16:13:38,6                            | -20:22:52         | 00:46   | 05:30   | 10:12   | 16:13:33,6                          | -20:24:08         | 00:41   | 05:21   | 09:58   |
| 03 05 | 371979            | 22:21:40    | -11,21             | 1927              | 46,1          | 17:13:48,3                            | -21:04:15         | 01:48   | 06:28   | 11:09   | 17:13:44,8                          | -21:05:38         | 01:43   | 06:19   | 10:56   |
| 03 06 | 372815            | 23:21:40    | -10,87             | 1923              | 35,0          | 18:13:58,9                            | -20:28:33         | 02:43   | 07:27   | 12:14   | 18:13:57,2                          | -20:29:57         | 02:38   | 07:18   | 12:01   |
| 03 07 | 374030            | 24:21:40    | -10,48             | 1917              | 24,6          | 19:13:07,4                            | -18:39:05         | 03:30   | 08:24   | 13:24   | 19:13:07,6                          | -18:40:28         | 03:25   | 08:15   | 13:11   |
| 03 08 | 375669            | 25:21:40    | -10,03             | 1908              | 15,6          | 20:10:27,4                            | -15:45:26         | 04:11   | 09:19   | 14:35   | 20:10:29,2                          | -15:46:43         | 04:04   | 09:10   | 14:23   |
| 03 09 | 377785            | 26:21:40    | -9,53              | 1898              | 8,4           | 21:05:37,5                            | -12:01:28         | 04:46   | 10:12   | 15:47   | 21:05:40,8                          | -12:02:37         | 04:39   | 10:03   | 15:36   |
| 03 10 | 380409            | 27:21:40    | -8,96              | 1885              | 3,3           | 21:58:41,2                            | -07:43:16         | 05:17   | 11:03   | 16:58   | 21:58:45,7                          | -07:44:16         | 05:09   | 10:53   | 16:48   |
| 03 11 | 383515            | 28:21:40    | -8,37              | 1869              | 0,6           | 22:49:59,0                            | -03:07:17         | 05:45   | 11:51   | 18:07   | 22:50:04,5                          | -03:08:10         | 05:37   | 11:42   | 17:58   |
| 03 12 | 387009            | 00:09:09    | -8,20              | 1853              | 0,2           | 23:40:00,6                            | +01:30:55         | 06:13   | 12:39   | 19:15   | 23:40:06,8                          | +01:30:07         | 06:04   | 12:30   | 19:07   |
| 03 13 | 390718            | 01:09:09    | -8,72              | 1835              | 2,1           | 00:29:17,5                            | +05:57:22         | 06:41   | 13:26   | 20:21   | 00:29:24,1                          | +05:56:37         | 06:31   | 13:17   | 20:14   |
| 03 14 | 394406            | 02:09:09    | -9,21              | 1818              | 6,0           | 01:18:18,2                            | +10:00:06         | 07:11   | 14:13   | 21:25   | 01:18:25,1                          | +09:59:20         | 06:59   | 14:04   | 21:19   |
| 03 15 | 397795            | 03:09:09    | -9,65              | 1802              | 11,6          | 02:07:25,1                            | +13:29:09         | 07:42   | 15:01   | 22:27   | 02:07:32,0                          | +13:28:19         | 07:30   | 14:51   | 22:21   |
| 03 16 | 400599            | 04:09:09    | -10,04             | 1790              | 18,6          | 02:56:52,1                            | +16:16:36         | 08:18   | 15:48   | 23:25   | 02:56:58,7                          | +16:15:42         | 08:05   | 15:39   | 23:19   |
| 03 17 | 402556            | 05:09:09    | -10,38             | 1781              | 26,6          | 03:46:43,8                            | +18:16:32         | 08:57   | 16:36   |         | 03:46:49,9                          | +18:15:31         | 08:44   | 16:27   |         |
| 03 18 | 403453            | 06:09:09    | -10,69             | 1777              | 35,4          | 04:36:56,2                            | +19:24:50         | 09:41   | 17:24   | 00:19   | 04:37:01,5                          | +19:23:44         | 09:28   | 17:15   | 00:14   |
| 03 19 | 403151            | 07:09:09    | -10,97             | 1778              | 44,7          | 05:27:18,9                            | +19:39:18         | 10:30   | 18:12   | 01:08   | 05:27:23,1                          | +19:38:07         | 10:17   | 18:03   | 01:03   |
| 03 20 | 401602            | 08:09:09    | -11,23             | 1785              | 54,1          | 06:17:39,0                            | +18:59:27         | 11:24   | 19:00   | 01:51   | 06:17:42,1                          | +18:58:12         | 11:11   | 18:51   | 01:46   |
| 03 21 | 398858            | 09:09:09    | -11,47             | 1797              | 63,6          | 07:07:45,7                            | +17:26:30         | 12:22   | 19:47   | 02:30   | 07:07:47,4                          | +17:25:15         | 12:09   | 19:38   | 02:25   |
| 03 22 | 395071            | 10:09:09    | -11,70             | 1815              | 72,6          | 07:57:34,0                            | +15:03:21         | 13:22   | 20:34   | 03:05   | 07:57:34,3                          | +15:02:08         | 13:11   | 20:25   | 02:59   |
| 03 23 | 390492            | 11:09:09    | -11,92             | 1836              | 81,0          | 08:47:07,6                            | +11:54:30         | 14:26   | 21:21   | 03:36   | 08:47:06,5                          | +11:53:21         | 14:15   | 21:12   | 03:30   |
| 03 24 | 385451            | 12:09:09    | -12,13             | 1860              | 88,3          | 09:36:39,5                            | +08:06:14         | 15:31   | 22:08   | 04:05   | 09:36:37,1                          | +08:05:12         | 15:21   | 21:58   | 03:58   |
| 03 25 | 380335            | 13:09:09    | -12,33             | 1885              | 94,1          | 10:26:32,0                            | +03:46:59         | 16:39   | 22:55   | 04:33   | 10:26:28,3                          | +03:46:03         | 16:30   | 22:46   | 04:25   |
| 03 26 | 375548            | 14:09:09    | -12,52             | 1909              | 98,1          | 11:17:13,9                            | -00:52:21         | 17:49   | 23:44   | 05:01   | 11:17:09,0                          | -00:53:10         | 17:40   | 23:35   | 04:52   |
| 03 27 | 371463            | 15:09:09    | -12,70             | 1930              | 99,8          | 12:09:18,0                            | -05:38:02         | 19:00   |         | 05:31   | 12:09:12,0                          | -05:38:47         | 18:53   |         | 05:20   |
| 03 28 | 368380            | 16:09:09    | -12,63             | 1946              | 99,0          | 13:03:15,1                            | -10:13:38         | 20:13   | 00:36   | 06:02   | 13:03:08,2                          | -10:14:22         | 20:06   | 00:27   | 05:51   |
| 03 29 | 366478            | 17:09:09    | -12,47             | 1956              | 95,6          | 13:59:26,9                            | -14:20:40         | 21:26   | 01:29   | 06:38   | 13:59:19,4                          | -14:21:26         | 21:20   | 01:20   | 06:26   |
| 03 30 | 365804            | 18:09:09    | -12,29             | 1960              | 89,6          | 14:57:55,8                            | -17:40:20         | 22:36   | 02:26   | 07:20   | 14:57:48,1                          | -17:41:12         | 22:31   | 02:16   | 07:07   |
| 03 31 | 366274            | 19:09:09    | -12,08             | 1957              | 81,5          | 15:58:16,5                            | -19:56:04         | 23:41   | 03:24   | 08:08   | 15:58:09,1                          | -19:57:05         | 23:36   | 03:15   | 07:55   |
| 04 01 | 367707            | 20:09:09    | -11,85             | 1950              | 71,7          | 16:59:34,5                            | -20:56:33         |         | 04:23   | 09:05   | 16:59:28,0                          | -20:57:43         |         | 04:14   | 08:51   |
| 04 02 | 369876            | 21:09:09    | -11,58             | 1938              | 60,8          | 18:00:37,5                            | -20:37:53         | 00:39   | 05:22   | 10:08   | 18:00:32,3                          | -20:39:09         | 00:34   | 05:13   | 09:55   |
| 04 03 | 372550            | 22:09:09    | -11,28             | 1924              | 49,4          | 19:00:16,0                            | -19:04:02         | 01:28   | 06:20   | 11:16   | 19:00:12,4                          | -19:05:21         | 01:23   | 06:11   | 11:03   |
| 04 04 | 375537            | 23:09:09    | -10,94             | 1909              | 38,2          | 19:57:42,7                            | -16:25:19         | 02:10   | 07:15   | 12:26   | 19:57:40,8                          | -16:26:36         | 02:04   | 07:06   | 12:14   |
| 04 05 | 378698            | 24:09:09    | -10,56             | 1893              | 27,8          | 20:52:40,5                            | -12:55:42         | 02:46   | 08:07   | 13:36   | 20:52:40,2                          | -12:56:55         | 02:40   | 07:58   | 13:25   |
| 04 06 | 381953            | 25:09:09    | -10,13             | 1877              | 18,6          | 21:45:18,9                            | -08:50:31         | 03:18   | 08:57   | 14:45   | 21:45:20,1                          | -08:51:37         | 03:10   | 08:48   | 14:35   |
| 04 07 | 385263            | 26:09:09    | -9,66              | 1861              | 11,0          | 22:36:05,0                            | -04:24:51         | 03:47   | 09:45   | 15:54   | 22:36:07,5                          | -04:25:48         | 03:38   | 09:36   | 15:44   |
| 04 08 | 388603            | 27:09:09    | -9,14              | 1845              | 5,3           | 23:25:33,7                            | +00:07:09         | 04:14   | 10:33   | 17:01   | 23:25:37,4                          | +00:06:20         | 04:05   | 10:23   | 16:52   |
| 04 09 | 391942            | 28:09:09    | -8,57              | 1829              | 1,6           | 00:14:20,7                            | +04:32:27         | 04:42   | 11:19   | 18:06   | 00:14:25,5                          | +04:31:45         | 04:32   | 11:10   | 17:59   |
| 04 10 | 395215            | 29:09:09    | -7,98              | 1814              | 0,1           | 01:02:57,4                            | +08:39:14         | 05:11   | 12:06   | 19:11   | 01:03:03,0                          | +08:38:35         | 04:59   | 11:57   | 19:04   |
| 04 11 | 398316            | 00:19:25    | -8,28              | 1800              | 0,6           | 01:51:47,5                            | +12:16:58         | 05:41   | 12:53   | 20:13   | 01:51:53,8                          | +12:16:20         | 05:30   | 12:44   | 20:07   |
| 04 12 | 401092            | 01:19:25    | -8,80              | 1787              | 3,1           | 02:41:04,7                            | +15:16:41         | 06:15   | 13:41   | 21:13   | 02:41:11,5                          | +15:16:01         | 06:03   | 13:32   | 21:07   |
| 04 13 | 403357            | 02:19:25    | -9,27              | 1777              | 7,4           | 03:30:51,6                            | +17:31:11         | 06:53   | 14:29   | 22:09   | 03:30:58,6                          | +17:30:27         | 06:40   | 14:20   | 22:04   |
| 04 14 | 404906            | 03:19:25    | -9,69              | 1771              | 13,2          | 04:21:00,4                            | +18:55:23         | 07:36   | 15:17   | 22:59   | 04:21:07,3                          | +18:54:33         | 07:23   | 15:08   | 22:55   |
| 04 15 | 405543            | 04:19:25    | -10,07             | 1768              | 20,3          | 05:11:16,0                            | +19:26:28         | 08:23   | 16:05   | 23:46   | 05:11:22,5                          | +19:25:32         | 08:10   | 15:56   | 23:41   |
| 04 16 | 405103            | 05:19:25    | -10,41             | 1770              | 28,4          | 06:01:20,7                            | +19:03:51         | 09:15   | 16:53   |         | 06:01:26,5                          | +19:02:49         | 09:02   | 16:44   |         |
| 04 17 | 403475            | 06:19:25    | -10,73             | 1777              | 37,2          | 06:51:00,1                            | +17:48:57         | 10:10   | 17:40   | 00:26   | 06:51:05,0                          | +17:47:51         | 09:58   | 17:31   | 00:21   |
| 04 18 | 400626            | 07:19:25    | -11,02             | 1790              | 46,7          | 07:40:07,8                            | +15:44:47         | 11:09   | 18:26   | 01:02   | 07:40:11,6                          | +15:43:38         | 10:57   | 18:17   | 00:56   |
| 04 19 | 396617            | 08:19:25    | -11,29             | 1808              | 56,4          | 08:28:47,8                            | +12:55:35         | 12:10   | 19:12   | 01:34   | 08:28:50,4                          | +12:54:27         | 11:59   | 19:03   | 01:28   |
| 04 20 | 391614            | 09:19:25    | -11,55             | 1831              | 66,0          | 09:17:15,6                            | +09:26:40         | 13:13   | 19:58   | 02:04   | 09:17:17,0                          | +09:25:36         | 13:03   | 19:49   | 01:57   |
| 04 21 | 385891            | 10:19:25    | -11,80             | 1858              | 75,3          | 10:05:57,1                            | +05:24:38         | 14:19   | 20:44   | 02:32   | 10:05:57,1                          | +05:23:39         | 14:09   | 20:35   | 02:24   |
| 04 22 | 379822            | 11:19:25    | -12,03             | 1888              | 83,8          | 10:55:26,6                            | +00:57:46         | 15:27   | 21:32   | 02:59   | 10:55:25,2                          | +00:56:55         | 15:18   | 21:23   | 02:51   |
| 04 23 | 373856            | 12:19:25    | -12,25             | 1918              | 91,0          | 11:46:23,9                            | -03:43:05         | 16:37   | 22:22   | 03:28   | 11:46:21,1                          | -03:43:49         | 16:29   | 22:13   | 03:18   |
| 04 24 | 368480            | 13:19:25    | -12,47             | 1946              | 96,4          | 12:39:29,9                            | -08:23:48         | 17:50   | 23:15   | 03:58   | 12:39:25,6                          | -08:24:26         | 17:43   | 23:06   | 03:48   |
| 04 25 | 364155            | 14:19:25    | -12,67             | 1969              | 99,4          | 13:35:18,8                            | -12:46:42         | 19:05   |         | 04:33   | 13:35:13,1                          | -12:47:16         | 18:58   |         | 04:21   |
| 04 26 | 361250            | 15:19:25    | -12,74             | 1985              | 99,8          | 14:34:06,2                            | -16:31:19         | 20:18   | 00:12   | 05:12   | 14:33:59,3                          | -16:31:55         | 20:13   | 00:03   | 05:00   |
| 04 27 | 359985            | 16:19:25    | -12,56             | 1992              | 97,2          | 15:35:35,4                            | -19:17:01         | 21:28   | 01:11   | 05:59   | 15:35:27,7                          | -19:17:42         | 21:23   | 01:02   | 05:46   |
| 04 28 | 360395            | 17:19:25    | -12,37             | 1989              | 91,9          | 16:38:49,3                            | -20:47:04         | 22:31   | 02:12   | 06:55   | 16:38:41,4                          | -20:47:55         | 22:26   | 02:03   | 06:41   |
| 04 29 | 362331            | 18:19:25    | -12,15             | 1979              | 84,1          | 17:42:18,2                            | -20:53:02         | 23:25   | 03:14   | 07:58   | 17:42:10,6                          | -20:54:02         | 23:20   | 03:04   | 07:44   |
| 04 30 | 365508            | 19:19:25    | -11,91             | 1962              | 74,6          | 18:44:26,1                            | -19:36:50         |         | 04:13   | 09:06   | 18:44:19,4                          | -19:37:58         |         | 04:04   | 08:53   |



## Carte du ciel

Le Nord est en haut de la carte, le Sud en bas ; l'Est est à gauche et l'Ouest est à droite. Le centre de la carte désigne le zénith, le point au-dessus de nos têtes.

La carte ci-dessus montre l'aspect du ciel le 1<sup>er</sup> avril 2013 à 22:00 HAE. Elle est dressée pour Montréal, mais il n'y a que peu de différence pour tout endroit situé entre environ 40° et 50° de latitude.

Jupiter est dans le Taureau, à droite — son coucher aura lieu bientôt. Bien que la planète géante nous quitte, celle qui la remplace n'est pas des moindres : Saturne se lève en effet à la gauche de la carte, et sera de plus en plus visible comme l'année avance.

L'hexagone d'hiver (Capella, Pollux, Procyon, Sirius, Rigel, et Aldébaran) cède lui aussi la place ; les constellations de printemps comme le Cancer et le Lion culminent, et on voit déjà poindre à l'horizon nord-nord-est Véga du Triangle d'été (qui est à strictement parler circumpolaire). La Grande Ourse est aussi très bien placée, au-dessus de nos têtes. Si le fond de sa « casserole » perçait, le contenu se viderait sur le dos du Lion. La poignée de la « casserole » pointe vers Arcturus du Bouvier et, plus loin, Spica de la Vierge.