

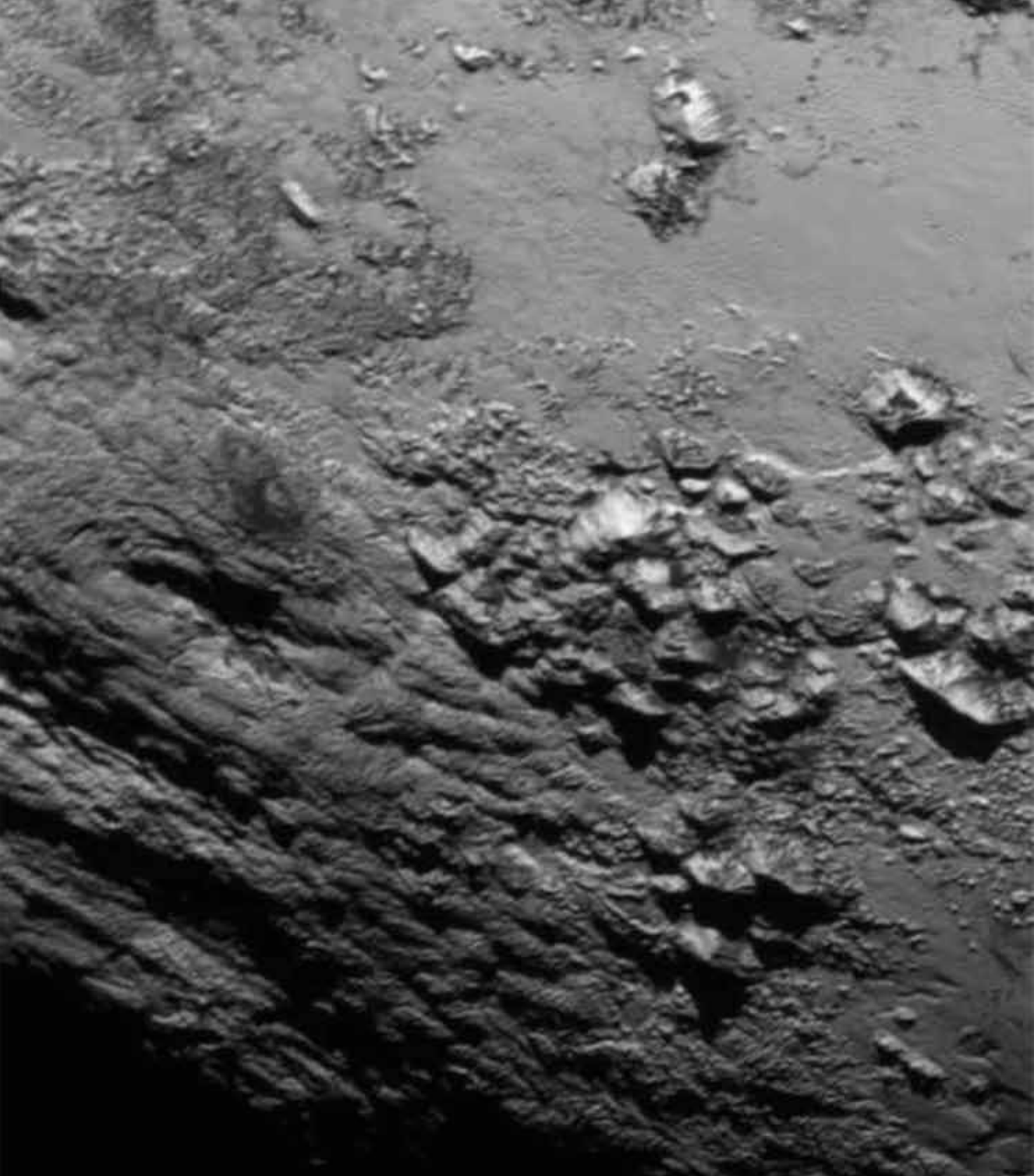
Astronomie *Québec*



Pluton !

Aout / Septembre 2015

Vol. 4 • N° 2



La surface glacée de Pluton

par la sonde New Horizons de la NASA. Voir aussi pages 46–49.

Éditorial

avec **Pierre Paquette**



Crédit photo : Al Nagler

Pluton

Quoi de plus excitant que l'exploration d'un nouveau monde ? Nous sommes choyés de ce côté, avec la sonde Dawn qui s'est placée pendant quelque temps en orbite autour de l'astéroïde Vesta et qui orbite présentement la planète naine Cérès (voir article page 18), ou encore la sonde Rosetta qui explore la comète 67P/Tchouriomov-Guérassimenko, avec en prime son atterrisseur miniature Philae, qui s'est posé sur ladite comète.

Ceux qui, comme moi, ont appris à l'école qu'il y avait neuf planètes espéraient depuis des années l'exploration par une sonde spatiale de la neuvième ; Pluton, qui est maintenant une « planète naine », au grand dam de ceux qui ont lancé la mission New Horizons (en bas à gauche), qui vient de traverser le système de ce corps céleste et de ses satellites.

New Horizons ne faisait que passer, tout comme l'a fait Voyager 2 en 1989 près de Neptune, après avoir survolé Uranus en 1986 — c'étaient les deux dernières planètes à avoir été visitées pour la première fois... et à ce jour, aucune autre sonde n'y est allée. Voyager 2 et sa jumelle Voyager 1 ont aussi visité Jupiter et Saturne, tout comme l'ont aussi fait Pioneer 10 et Pioneer 11.

Après Cérès et Pluton, il reste donc trois planètes naines à explorer in situ : Makemake, Eris (et son satellite Dysnomia), ainsi que Haumea (et ses satellites Hi'iaka et Namaka). Aucune mission n'est présentement prévue vers elles, mais New Horizons devrait visiter l'objet de la ceinture de Kuiper 2014 MU₆₉ vers 2019.



Crédit photo : NASA

Éditeur · Pierre Paquette

Muse · Erin Pecknold

Chroniqueurs · Gilles Boutin · Luc Descoteaux · Geneviève Dufresne · Robert Giguère · Stéphane Lemon · Pouria Nazemi · Normand Rivard · Gilbert St-Onge · Eddy Szczerbinski · Pierre Tournay

Collaborateurs · Michele Ferrara · Yani Kherbouche

Contact · pierre@astronomie.quebec

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

 /AstronomieQuebec

 @AstronomieQcMag

Un magazine nommé Astronomie-Québec fut publié de 1991 à 2001 par Les Éditions astronomiques. Le présent magazine a été fondé en juin 2012 par Pierre Paquette, avec l'aimable autorisation des anciens directeurs des Éditions astronomiques pour utiliser le nom.

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

Le contenu d'Astronomie-Québec ne peut pas être reproduit (© 2015), mais la publication peut être redistribuée librement ; prière de donner le lien du site Web (<http://astronomie.quebec>) afin de nous permettre de mieux servir nos lecteurs.

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

Voir double :



Epsilon Lyrae est une étoile binaire célèbre dans la constellation de la Lyre, située tout juste au nord-est de la très brillante étoile Vega (voir la carte). Communément appelée la « double-double », c'est une des étoiles binaires les mieux connues par son spectacle saisissant.

Une paire de jumelles permet de facilement séparer les deux composantes ; l'œil nu peut même le faire sous de bonnes conditions, vu l'angle de $208''$ entre les deux. L'étoile la plus au nord se nomme Epsilon¹, et l'autre Epsilon². Lorsque vues à fort grossissement, à travers un télescope, chacune des composantes devient à son tour une étoile double ! Le système contient donc une paire d'étoiles doubles — quatre étoiles —, toutes visibles en même temps au moyen de nos télescopes modestes. De plus, l'écart serré (assez mais pas trop !) entre ces étoiles, l'uniformité de leur brillance, et leur couleur similaire ont fait de l'ensemble un outil apprécié. Epsilon de la Lyre est ainsi devenue une référence pour les amateurs, utilisée pour comparer le pouvoir de résolution des télescopes et mesurer la qualité du ciel, le *seeing*.

D'ouest en est, les composantes sont étiquetées A à D comme suit : ϵ^1 A, ϵ^1 B, ϵ^2 C, ϵ^2 D. Les composantes d'Epsilon¹ sont séparées de $2,8''$, et celles d'Epsilon² de $2,2''$. Le

mouvement orbital a été observé dans les deux cas, mais avec une marge d'erreur significative face aux données limitées : la paire Epsilon¹ (Epsilon A et B) complète vraisemblablement son orbite excentrique sur une période de 1800 ans, avec un écart variant de 73 à 400 au ; la paire Epsilon² (Epsilon C et D) prend 724 ans, et varie son écart de 95 à 195 au. La paire ϵ^1/ϵ^2 , par contre, ne permet aucune perception de mouvement à cause de la longueur de son orbite : son écart avoisine les 10 000 au ($0,16$ a.-l.) ! Les données permettent cependant d'évaluer théoriquement sa période : elle aurait plus de 400 000 ans !

Visuellement semblables, les quatre étoiles révèlent leurs différences à l'examen : de A à D, nous mesurons des magnitudes visuelles de 5,1, 6,0, 5,1, et 5,4 ; des classes spectrales A3, A7, A5, et A5 ; des températures de 8000, 7700, 8200, et 8200 K ; une luminosité de 18, 8, 17, et 14 fois celle du Soleil ; et des masses de 1,9, 1,5, 1,9, et 1,8 soleils. Les rotations équatoriales sont plutôt rapides : 200, 150, 177, et 212 km/s à la surface. La poussière interstellaire n'enlèverait pas plus de 20 % à la luminosité de chacune. Le système entier n'a pas plus de 800 millions d'années.

Nous ne savons toujours pas comment de tels systèmes se forment, mais leur subsistance est forcément compromise par l'influence gravitationnelle du passage d'autres étoiles ainsi que par les effets de marées de la Galaxie. Les couples ϵ^1 et ϵ^2 partiront alors chacun de leur côté

avec **Luc Descoteaux**



La « double-double »

et deviendront des étoiles doubles indépendantes l'une de l'autre.

Bonnes observations !

Références

- CHAPMAN, David M.F., éd. *Observer's Handbook* 2015. Toronto, The Royal Astronomical Society of Canada, 2014, 352 p. (ici p. 294).
- HAAS, Sissy. *Double Stars for Small Telescopes*. Cambridge, Sky Publishing, 2007, 184 p. (ici p. 102).
- KALER, James B. *The Hundred Greatest Stars*. New York, Copernicus Books, 2002, 211 p. (ici p. 72).
- MULLANEY, James et Wil TIRION. *The Cambridge Double Star Atlas*. Cambridge, Cambridge University Press, 2009, 154 p. (ici p. 18).
- SINNOTT, Roger W. *Pocket Sky Atlas*. Cambridge, Sky Publishing, 2006, 100 p. (ici p. 63).
- VALLIÈRES, Jean. Coelix (logiciel).
- Skyhound, SkyTools 3 (logiciel).
- Southern Stars. SkySafari Pro 4 (logiciel).
- <http://stars.astro.illinois.edu/sow/sowlist.html>

Le saviez-vous ?

Selon Wikipedia, « un observateur sur une paire verrait l'autre paire briller autant qu'une demi-Lune (qui est d'environ $m_v = -5,0$), à moins d'un degré l'une de l'autre. »

Aussi, le système compte un total de non pas quatre, mais bien dix étoiles, dont une fut découverte par interférométrie des tavelures et est donc impossible à observer au télescope d'amateur. Les autres sont de magnitude 10,43 à 11,71 et séparées de 35" à 150" ; ce sont donc des compagnes lointaines du système, peu spectaculaires au télescope.

Nomenclature :

ϵ^1 Lyr · ADS 11635 · SAO 67310

Ascension droite (2000,0) :

18 h 44 min

Déclinaison (2000,0) :

+39° 37'

Distance :

161 années-lumière
Selon le satellite Hipparcos.

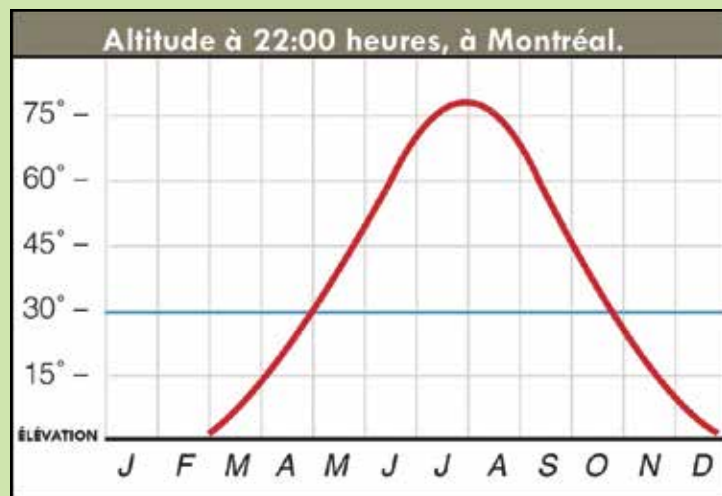
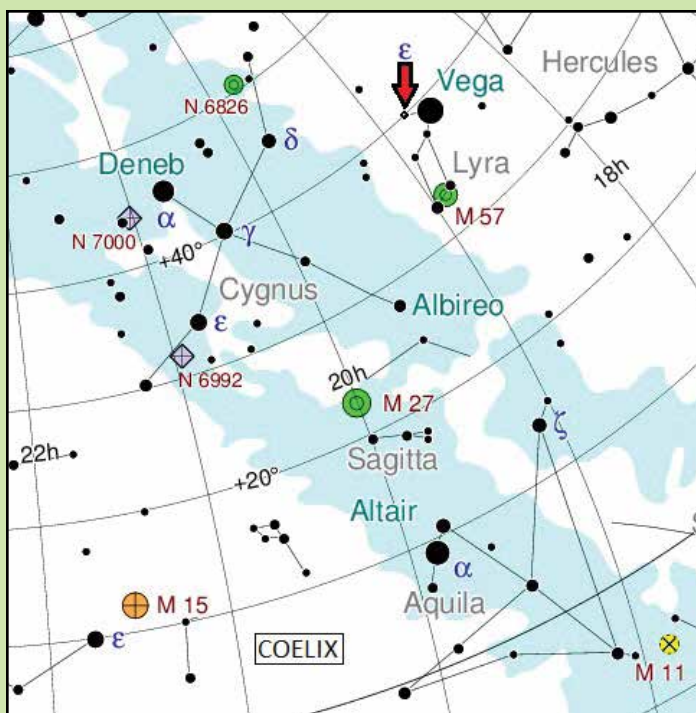
Magnitudes :

A : 5,1
B : 6,0
C : 5,1
D : 5,4

Séparation / Angle[†] :

AB-CD : 208" / 172°
A-B : 2,8" / 347°
C-D : 2,2" / 79°

[†] Mesuré en tournant vers l'est, depuis le nord de la primaire, jusqu'à la secondaire.



J'ai vu les aurores boréales

Mon cheminement de chasseur d'aurores boréales dure depuis maintenant douze ans. L'année 2015 fut la plus productive et la plus surprenante pour moi; j'ai pu voir trois nuits boréales tout simplement fantastiques et mémorables.

Les nuits du 23 février, à Iqaluit au Nunavut; du 28 mars, à Kuujuaq au Nunavik; et du 23 juin, à Saint-Jean-Port-Joli au Québec étaient des manifestations d'intensité et de puissance tellement incroyables,

que les couronnes polaires régnaient comme des déesses au zénith.

Parmi ces nuits de rêve, il y a eu celle de l'un de mes 19 voyages au Grand Nord — celui d'Iqaluit en 2015 —, qui fut des plus particulières, car elle m'a permis de voir les aurores boréales de la terre ! En effet, une légende du Nord parle des aurores boréales qui jaillissent des entrailles de la terre; je vous en parlerai un peu plus loin, car je les ai vues !

avec **Gilles Boutin**
banditdenuit.com



jaillir de la terre !

L'école francophone la plus nordique

En janvier 2015, je reçois une correspondance inattendue de l'école des Trois-Soleils, d'Iqaluit au Nunavut, pour vérifier mes disponibilités de spécialiste des aurores boréales ainsi que mon intérêt pour animer l'activité scolaire du printemps, dont le thème sera « La lumière ». L'école des Trois-Soleils est l'école francophone la plus nordique du monde; elle fait partie de la

Commission scolaire francophone du Nunavut. L'éducation en français est offerte aux jeunes étudiants de la maternelle jusqu'à la 12^e année (équivalent de la première année de cégep au Québec; le Nunavut est un territoire canadien situé au nord-ouest du Québec).

Une entente est prise rapidement pour des *Ateliers sur les aurores boréales* et une *Initiation à la photographie boréale*, qui auront lieu du 23 au 27 février 2015.

Le lundi 23 février au matin, je prends l'avion d'Air Canada de





Québec (où j'habite) en direction d'Ottawa; de là, le voyage continue avec un Boeing de la compagnie nordique First Air. Nous traversons le Nunavik (tiers nord du Québec) puis la démarcation du territoire du Nunavut qu'est le détroit d'Hudson, pour arriver à Iqaluit, qui est la capitale et la métropole du Grand Nord. Iqaluit est une grosse ville de 7500 habitants, majoritairement anglophones.

Une telle invitation représente un investissement de presque 5000 \$ pour la Commission



scolaire francophone du Nunavut, considérant le transport aérien, l'hébergement, les repas, et le cachet de conférencier; toutefois dans le Nord, c'est chose courante de faire venir des ressources du sud pour partager avec leurs gens.

La formation boréale

Les plus jeunes élèves recevront la formation *Aurores 101*, qui est composée d'explications imagées et simplifiées qui révèlent tout sur ce phénomène venu du Soleil, comme la présence des satellites dans l'espace, à l'affut des mouvements du soleil; les explosions solaires, qui vont créer et diriger le vent solaire dans plein de directions, dont vers la Terre; la formation de l'ovale auroral au-dessus des pôles magnétiques de la Terre; les diverses altitudes des aurores boréales; et, tout spécialement, les couleurs des aurores boréales. L'atelier se terminera alors que les étudiants s'appliqueront à personnaliser leurs propres aurores boréales en faisant du coloriage des modèles en noir et blanc fournis. Les couleurs vertes, rouges, et bleues seront en vedette; les étudiants les plus artistiques utiliseront des teintes de rouge et de jaune pastel pour les rendre encore plus vivantes. Je connais bien les jeunes étudiants blancs et les Inuit du Nord; il faut bien les surprendre, les occuper, et les distraire...

Les plus vieux auront droit à *Aurores 301*; ils recevront des informations encore plus complètes, comme la composition du vent solaire, sa vitesse, et sa densité; ou encore, les sites Web de météo spatiale, pour savoir avec exactitude la présence des aurores sur la Terre. Certains recevront en plus une initiation aux techniques de la photographie d'aurores boréales.



Cette semaine à l'école m'a permis de rencontrer tous les élèves; de plus, lors d'une soirée, j'ai eu l'occasion d'offrir une conférence à des parents et résidents francophones d'Iqaluit.

Des documents PowerPoint et des montages vidéo animent la formation boréale, ainsi que des résumés de chasses aux aurores boréales du Grand Nord ainsi que du Québec.

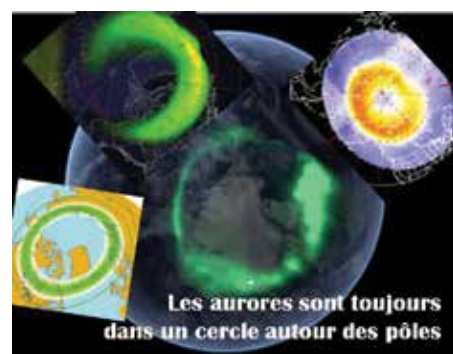
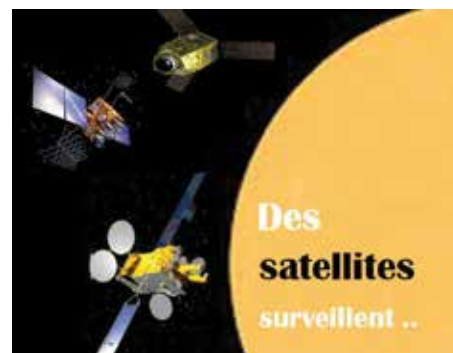
Je me dois de remercier le directeur de l'école, Guy Bélanger pour l'autorisation du projet; Christian Dufour, le conseiller socioculturel pour les contacts et ententes; ainsi que Cindy Beaulieu, la secrétaire de direction, qui avait en sa possession mon livre *Les aurores boréales Québec-Nunavik*, et ainsi a pu me recommander. Merci à eux trois pour leur chaud accueil nordique !

Une chasse magique

Le 23 février, je suis à peine arrivé à Iqaluit qu'en fin d'après-midi, je vais visiter l'école des Trois-Soleils, puis je me rends à mon hôtel pour prendre un peu de repos. Je sais qu'il y a une alerte en soirée à cause d'un arrivage

de particules solaires provenant de trous coronaux qui ont fait leur apparition il y a quelques jours. Tout mon matériel de photographie est avec moi à Iqaluit, et il ne me reste qu'à attendre jusque vers 20 h 30. Je visite mes sites Web favoris, et l'un d'eux me confirme que le Grand Nord est passablement nuageux, mais qu'il y a une éclaircie permanente au-dessus d'Iqaluit. Je consulte aussi un autre site, qui donne une grande précision sur l'ovale auroral et la présence géographique des aurores boréales : oui les aurores seront là ce soir pour moi !

Je quitte mon hôtel à pieds avec mon matériel (deux sacs) sur le dos pour quitter le centre-ville et monter au nord de la ville, dans un endroit qui se nomme Road to Nowhere (la « route vers nulle-part »). Presque quarante minutes plus tard, j'y suis, dans un lieu quand même isolé de toute habitation et luminosité indésirable. Je vois bien que les aurores ont commencé au-dessus de la ville : je vois des nuages verts qui s'installent et bougent, et un épais arc boréal est en train de prendre forme à





l'horizon nord. Mes appareils photos sont bien installés sur trépied, je vois un arc large avec du vert, du jaune et du rouge... et le tout commence à monter vers le zénith. L'arc s'élargit et s'épaissit, les teintes de rouge pastel sont à l'honneur, entremêlées de nombreux piliers blancs et grisâtres, ce qui démontre toute sa puissance.

Le spectacle est extrême et toujours en progression; je songe à quitter, car demain matin sera ma première journée à l'école des Trois-Soleils, mais c'est impossible : cette soirée boréale est trop importante, il faut que je vois la suite ! J'ai droit à d'intenses couronnes polaires. Au zénith, les particules solaires sont en plein contact et collision dans l'atmosphère terrestre; ces formes sont éclatantes, d'une rapidité incroyable et les couronnes s'étirent de tous côtés et font des formes laissant place à notre imagination. Ma lentille grand-angle ne suffit pas, et je fais des temps de pose d'une demi-seconde, car la luminosité est intense.

Il est passé minuit quand je rentre tranquillement vers mon hôtel. Dans ce grand froid du nord, je suis très bien habillé et je porte mes gants de phoque qui gardent mes mains au chaud; j'ai la réputation de ne pas être un frileux !

Je suis des plus satisfaits, car j'ai déjà réussi mon voyage de chasseur d'aurores boréales du nord avec de superbes prises photos !

J'ai vu les aurores boréales de la terre !

Dans mes rencontres d'atelier boréal avec les jeunes et les plus vieux, il est plaisant de discuter et d'échanger sur les histoires et les légendes de la place; ça peut être dans l'écriture et la prononciation, comme les mots

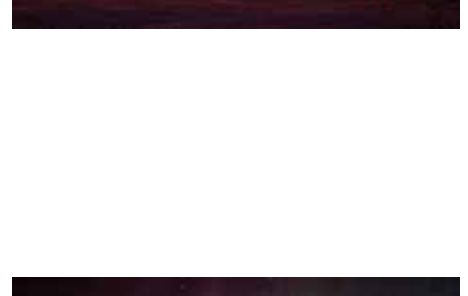
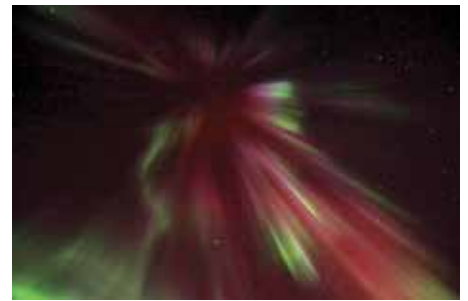
« aurores boréales » en inuktitut : au Nunavik, on dira *Arsaniq*, tandis que qu'au Nunavut ça sera plutôt *Arqsaniq*.

Les légendes inuites sont très imagées. De tous les temps, le phénomène inexplicable des aurores boréales a suscité des récits et légendes en tout genre. Les Inuits du centre de l'Arctique canadien en racontent plusieurs...

Certains racontent que les aurores boréales sont les souffles d'air des baleines, ou encore que les esprits qui sont déjà au paradis allument des torches pour guider les pas des nouveaux arrivants (ces torches sont les aurores). Les aurores sont tantôt associées à la mort, tantôt à la fécondité; tantôt au malheur et aux mauvais présages, tantôt à la chance...

Plusieurs personnes me racontent que très longtemps auparavant, les gens du Nunavut croyaient que les aurores boréales jaillissaient de la terre ! J'ai vérifié des registres d'histoires et de légendes des pays nordiques, et certaines ressemblaient à ceci : il fut un temps où tout était obscurité et qu'il n'y avait pas de lumière sur terre ; il était impossible de voir le sol, les animaux, ou les formes. À l'horizon, une clarté fit son apparition et sembla jaillir lentement du sol, des fissures se multiplièrent et s'agrandirent. Les dessus des collines et des montagnes s'illuminèrent. Des lueurs vertes et rouges se dressèrent et atteignirent maintenant avec domination le ciel, qui devint un dôme énorme courbé et coloré au-dessus de la surface terrestre.

Lors de ma chasse aux aurores boréales à Iqaluit, ce 23 février, certes que j'ai vu et photographié





dire que les aurores boréales étaient directement à l'horizon ; un horizon qui n'était pas des hautes collines ou des parois rocheuses de montagnes, mais au niveau du sol. Étaient-ce des illusions d'optique ou des angles de hauteur ? Je l'ignore, mais chose certaine, j'ai eu l'impression que oui, j'ai vu les aurores de la terre, celle du Nunavut qui jaillissent de la Terre !

C'est le départ

La semaine de février que j'ai passée à Iqaluit est une période de l'année réputée pour son grand froid extrême. À deux reprises, il est passé près que l'école ferme ses portes, car il a fait des températures de -47 et de -49 en considérant le facteur éolien. Heureusement pour moi, les règlements de l'établissement parlent de fermeture à partir de température de -50 ... Ouf ! D'une certaine façon, je me considère chanceux... mais c'est bien relatif !

un très grand spectacle et des couronnes polaires au zénith, mais en examinant de plus près plusieurs dizaines de mes photos, je me suis rendu compte de présences colorées à la base du sol, c'est-à-





Nous sommes le vendredi 27 février 2015; le matin, je suis à l'école et mes bagages m'ont suivi pour libérer ma chambre à l'hôtel, car c'est mon retour au sud cet après-midi. Il faut arriver tôt pour s'enregistrer à l'aéroport d'Iqaluit et laisser ses bagages. Avec un peu de temps à écouler, je vais à la tour de contrôle pour y voir un jeune technicien radar que j'ai connu cette semaine; il m'a demandé de lui donner un petit cours de photo boréale pour ses prochaines nuits de chasse boréale. Je regarde cet environnement d'écran radar, et je m'informe de la circulation aérienne du grand nord. De retour dans l'aérogare, il y a une dizaine de présentoirs sur l'artisanat et la vie des Inuit; c'est à voir et à admirer.

Sur le tarmac, je rejoins le Boeing de First Air qui arbore une aurore boréale sur son empennage; c'est lui qui me ramène à la maison : ça sera le trajet Iqaluit-Kuujuaq-Québec.

Le Nunavut, c'est le pays des Inuksuit, des ours polaires et des aurores boréales, comme en témoignent les plaques minéralogiques !



Voyage céleste

Les températures froides nous ont enfin quitté — en même temps que notre sport national — pour faire place à une tiédeur plus confortable. Pour plusieurs d'entre nous, c'est le moment de ressortir le télescope de son hibernation et de renouer avec les merveilles du ciel. Ça tombe bien : le ciel du début de l'été est incroyablement riche, et il est facile de s'y perdre. Si les crépuscules tardifs — et les moustiques — ne vous rebutent pas, joignez-vous à moi pour une autre balade nocturne !

Qu'y a-t-il donc à voir de si intéressant l'été ? Il faut comprendre qu'en cette période de l'année, la région du ciel qui croise le méridien correspond au centre de la Galaxie,

ce qui explique l'abondance d'étoiles, mais aussi d'amas ouverts ou globulaires, et bien entendu de nébuleuses. Ne comptez pas trop sur les galaxies en cette saison ; leur temps est déjà révolu. Non pas qu'il y ait moins de galaxies dans cette direction qu'ailleurs, mais la Voie lactée nous obstrue la vue pour les détecter...

Fidèle à mon habitude, au lieu de m'éparpiller à travers le ciel, je vous propose un trajet restreint qui vous fera voir un maximum d'objets intéressants en un minimum de mouvements. À cause de sa proximité avec l'astérisme que l'on appelle la théière dans la constellation du Sagittaire, j'ai baptisé ce trajet « le Nuage de vapeur ».

Notre voyage commence par **Messier 7** (NGC 6475), un amas ouvert qui fait techniquement partie de la constellation du

avec **Normand Rivard**



Le nuage de vapeur

Scorpion, mais situé tout juste à l'ouest de la théière. Aussi connu sous le nom d'«amas de Ptolémée», il est connu depuis l'Antiquité. Visible même à l'œil nu, vous aurez besoin d'un sud bien dégagé, car il ne monte jamais plus haut que 10° au-dessus de l'horizon à partir du Québec. Dans mon télescope, il me faut utiliser un oculaire à grand angle, car il fait plus de $1,3^\circ$ de diamètre angulaire ! Je note que son étoile centrale est dorée et qu'il semble séparé en deux parties, avec un assez grand vide au centre.

Son voisin, **Messier 6** (NGC 6405), également dans le Scorpion, est appelé l'«amas du Papillon», à cause de la forme qu'il semble prendre en reliant les points. Il est très joli, et son étoile la plus brillante, à l'est, est aussi d'une belle couleur dorée. C'est un objet à observer aux jumelles ou au télescope à grand champ.

Déplaçons-nous légèrement vers le nord. Ma prochaine cible n'est pas un objet catalogué à proprement parler, mais une zone informe extrêmement riche en étoiles. En pointant un télescope à cet endroit, un spectacle incroyable s'offre à nous, car nous contemplons le **centre de la Voie lactée**.

Tout près du bec de la théière, un beau ciel noir vous permettra peut-être d'apercevoir deux amas globulaires, **NGC 6528** et **NGC 6522**. Ce dernier est peut-être le plus ancien connu, car son âge estimé dépasse les 12 milliards d'années. Il peut être surprenant de voir des amas globulaires presque vis-à-vis le centre de la Voie lactée, considérant que ces objets se trouvent en périphérie de la Galaxie, mais il faut savoir que l'on voit ceux-ci au travers d'un trou dans la poussière de la Galaxie, appelé «fenêtre de Baade», où la vue est moins obstruée, et qui

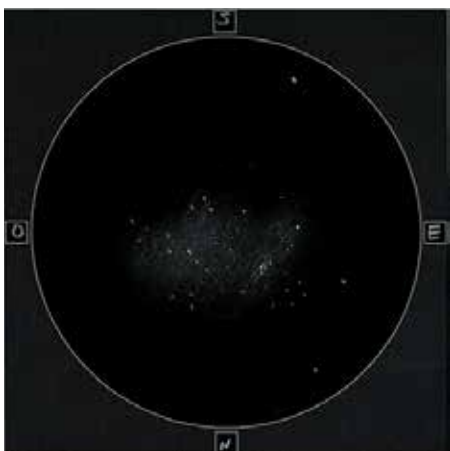
permet de voir plus loin.

Faisons maintenant un bond vers le nord, à environ 5° au nord-est du centre de la galaxie. J'ai pu y admirer un objet même à l'œil nu dans le beau ciel noir du lac Écho. **Messier 8** (NGC 6523), aussi appelé «nébuleuse du Lagon», est une magnifique région H II (nuage d'hydrogène ionisé émettant sa propre lumière) dotée d'un amas ouvert riche et concentré. Dans mon Dobson de 25 cm (10") avec un filtre UHC, la nébuleuse semble divisée en deux; le côté ouest est nettement plus brillant, malgré qu'il y ait moins d'étoiles, et le centre semble étrangement vide.

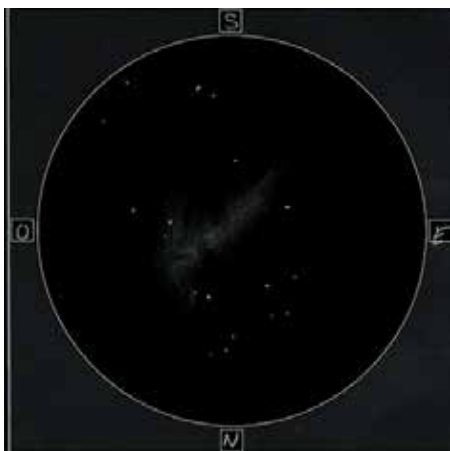
Dirigeons-nous maintenant vers l'est et légèrement au sud, à environ 5° de Messier 8. En fouillant près de l'étoile Kaus Borealis (λ Sgr), vous trouverez **Messier 28** (NGC 6626), un amas globulaire au noyau assez brillant, comme une galaxie avec



Ci-dessus : M8 dessiné par l'auteur.



Ci-dessus : M22 dessiné par l'auteur.



Ci-dessus : M17 dessiné par l'auteur.

un fond assez grumeleux. À 133 × dans mon Dobson, je peux résoudre quelques étoiles si la transparence le permet.

La vedette de la soirée se trouve à moins de 3° à l'est. **Messier 22** (NGC 6656) est un énorme amas globulaire au fond très grumeleux. Je peux résoudre de nombreuses étoiles, mais en utilisant la vision décalée, je peux en résoudre encore plus. Contrairement à la plupart des amas globulaires, sa forme générale est un peu triangulaire plutôt que ronde, avec un genre de pointe vers le nord. En fait, il n'est probablement pas si énorme (environ 300 000 étoiles), mais il se trouve relativement près de nous, à 10 000 années-lumière, ce qui explique son diamètre angulaire important de plus de 32' (autant que la pleine Lune, et 50 % plus grand que M13)! Robert Burnham, dans son *Celestial Handbook*, le compare à l'Arkenstone de Thrain des légendes de Tolkien.

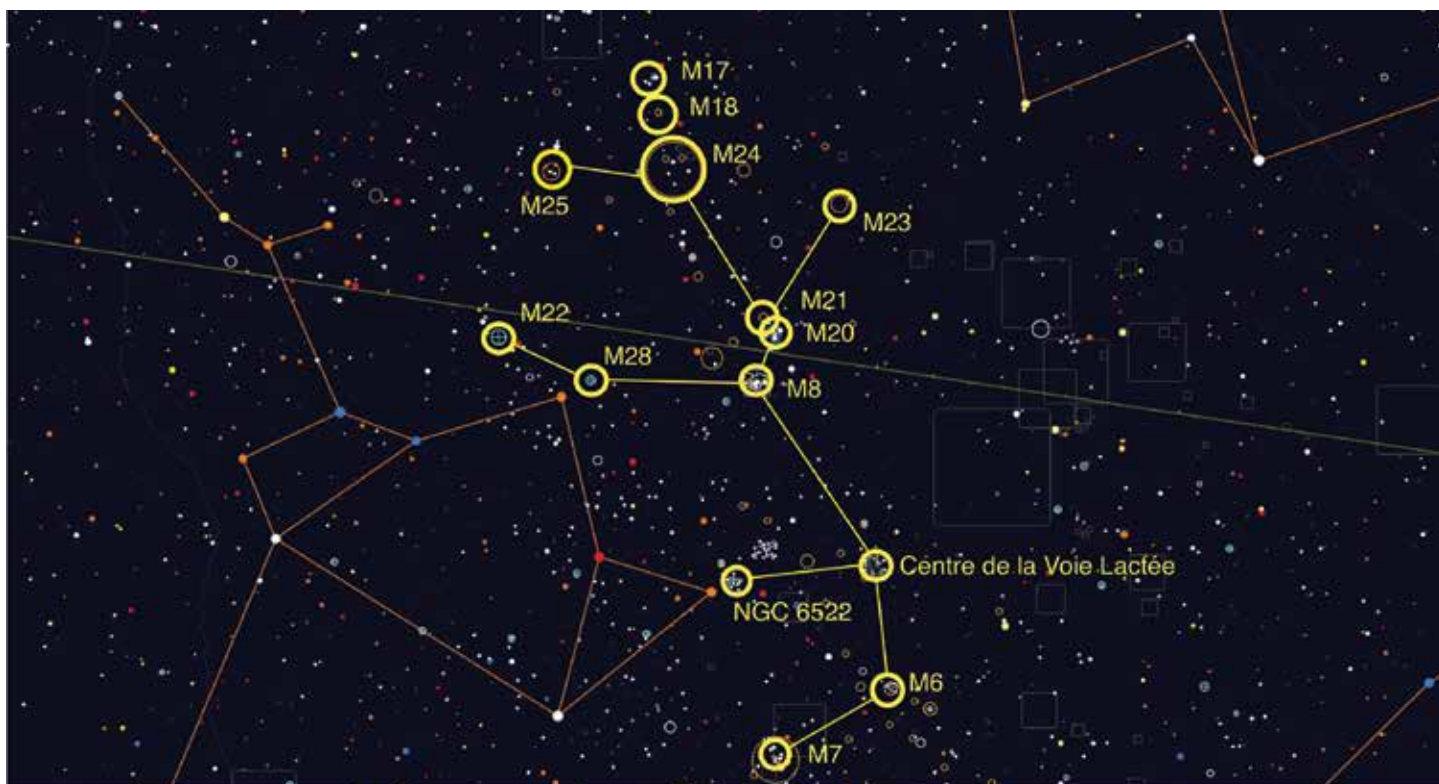
En revenant sur notre chemin vers Messier 8, remontons un peu vers le nord. On croise deux objets voisins qui méritent notre attention. **Messier 20** (NGC 6514), surnommé « Trifide », est une double nébuleuse. Une partie d'elle est à émission ou région H II, et l'autre est à réflexion. En clair, cela veut dire qu'une partie émet sa propre lumière, alors que l'autre reflète la lumière d'étoiles brillantes placées derrière, dans un amas ouvert. Dans mon ciel semi-urbain, seule la partie en émission est visible avec un filtre UHC; l'autre est trop faible. À noter que pour apercevoir la seconde portion, il ne faut utiliser aucun filtre. C'est une cible de choix pour les astrophotographes, à cause de ses jolies couleurs et de la présence au centre d'une nébuleuse sombre.

Sa voisine, **Messier 21** (NGC 6531) est un amas ouvert sans nébulosité apparente. Dans mon Dobson à 46 ×, j'ai noté qu'il a un fond légèrement grumeleux, laissant deviner la présence de beaucoup plus d'étoiles que ce que l'on peut voir directement.

À encore environ 4° plus au nord, on trouve dans cette région décidément très riche un autre amas ouvert, **Messier 23** (NGC 6494). Assez dense et moyennement concentré, on n'y voit aucune nébulosité apparente, même au filtre UHC. Contrairement au précédent, je ne discerne pas un fond granuleux, ce qui me permet de supposer qu'il ne contient pas un nombre très important d'étoiles non résolues.

C'est tout le contraire avec mon prochain objet, **Messier 24** (IC 4715), que l'on appelle habituellement un « nuage d'étoiles » (*star cloud* en anglais); ce n'est pas un objet à proprement parler, mais plutôt un trou dans un nuage de poussières, constituant une fenêtre nous permettant de voir plus loin vers le centre de la Voie lactée. Dans une vaste zone de 3° extrêmement riche en étoiles, un ciel semi-urbain me montre un fond très grumeleux. Dans un ciel bien noir, comme celui du lac Écho, le nombre d'étoiles résolues est réellement impressionnant, surtout à fort grossissement.

Me déplaçant un peu vers l'est, je remarque **Messier 25** (IC 4725), un très joli amas ouvert tout près du précédent. Le centre contient un groupe d'étoiles compact, révélées surtout à fort grossissement. Sinon, l'ensemble fait un peu éparpillé dans tous les sens. Il semble y avoir deux paires d'étoiles doubles du côté ouest.



Ci-dessus : La position dans le ciel des objets mentionnés dans le texte, autour de l'astérisme de la Thérière, partie de la constellation du Sagittaire.

Revenant vers M24, je repars au nord, en traversant l'amas ouvert **Messier 18** (NGC 6613), d'assez petite taille et dispersé, sans étoile brillante. Aucune nébulosité n'est apparente, même au filtre UHC.

restreinte, mais on a mis pas moins de 14 objets dans notre sac, témoignage de l'extraordinaire richesse de la région centrale de la Voie lactée.

Le dernier objet de la soirée, mais non le moindre, est **Messier 17** (NGC 6618), aussi appelé « nébuleuse Oméga » à cause de la forme de sa partie la plus brillante, rappelant la lettre grecque du même nom. Bien que basse à l'horizon, elle brille fortement, allongée comme une galaxie, nettement plus au filtre UHC ou SkyGlow par contraste avec le fond du ciel, ce qui confirme sa nature de nébuleuse par émission. Elle semble contenir des manques, surtout dans sa partie ouest, ce qui laisse supposer qu'elle possède des circonvolutions complexes. Une autre cible que l'astrophotographe saura apprécier davantage.

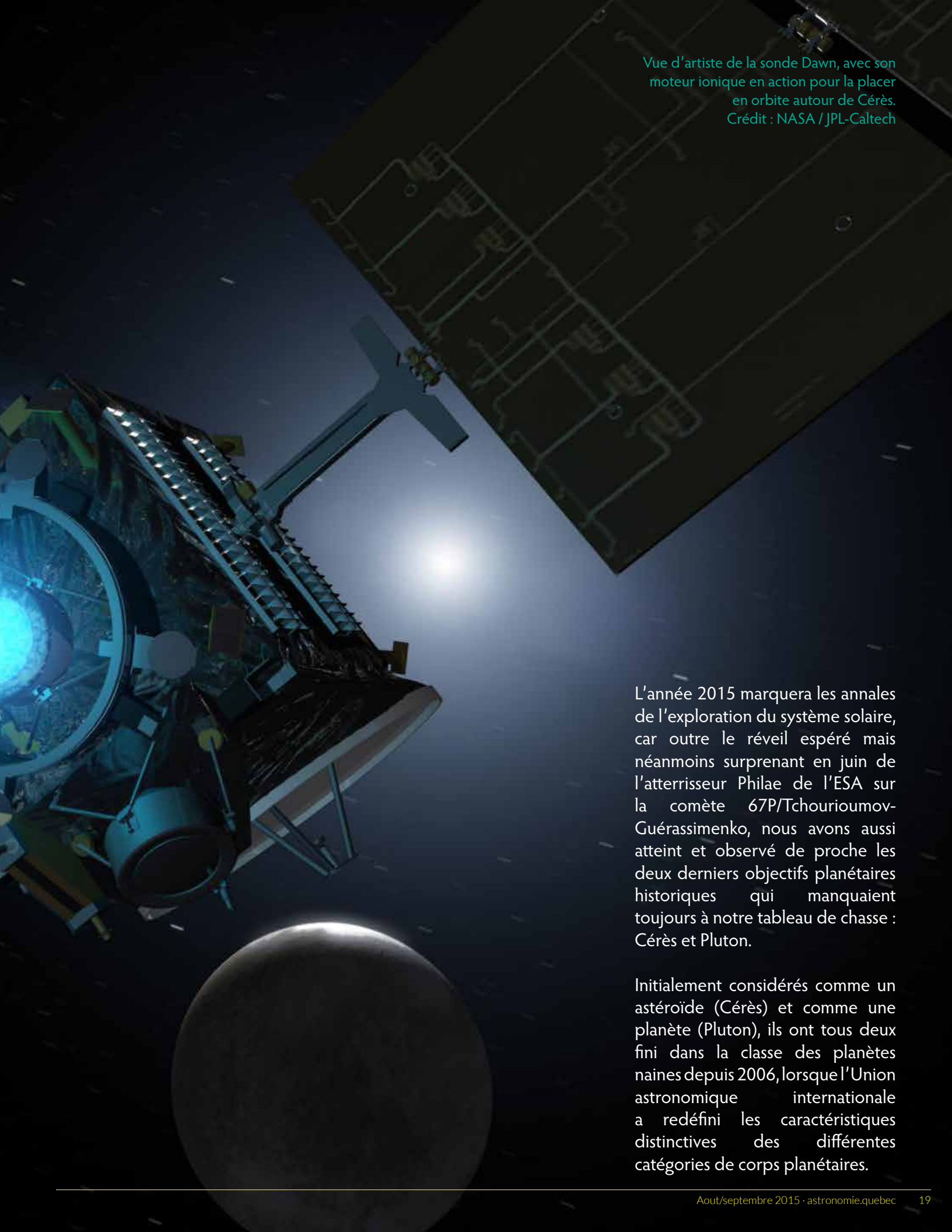
Ouf ! Ce fut une longue soirée ! La portion du ciel couverte fut assez

Nom	Const.	Type	Appréciation	Difficulté
M7	Sco	Amas ouvert		☹️
M6	Sco	Amas ouvert		☹️
Centre de la Galaxie	Sgr		😊	
NGC 6528	Sgr	Amas globulaire		
NGC 6522	Sgr	Amas globulaire		
M8	Sgr	Nébuleuse	😊	☹️
M28	Sgr	Amas globulaire		
M22	Sgr	Amas globulaire	😊	☹️
M20	Sgr	Nébuleuse	😊	
M21	Sgr	Amas ouvert		😊
M23	Sgr	Amas ouvert		😊
M24	Sgr	Nuage d'étoiles	😊	
M25	Sgr	Amas ouvert	😊	
M18	Sgr	Amas ouvert		
M17	Sgr	Nébuleuse	😊	

La sonde spatiale Dawn arrive à Cérès

La plus grande et la plus massive planète naine du système solaire interne a été étroitement photographiée pour la première fois par un engin spatial non habité qui s'est placé en orbite autour d'elle. La cartographie de sa surface et des études chimiques et spectrométriques permettront de caractériser les conditions et les processus qui étaient actifs pendant les premiers millions d'années de notre système planétaire.

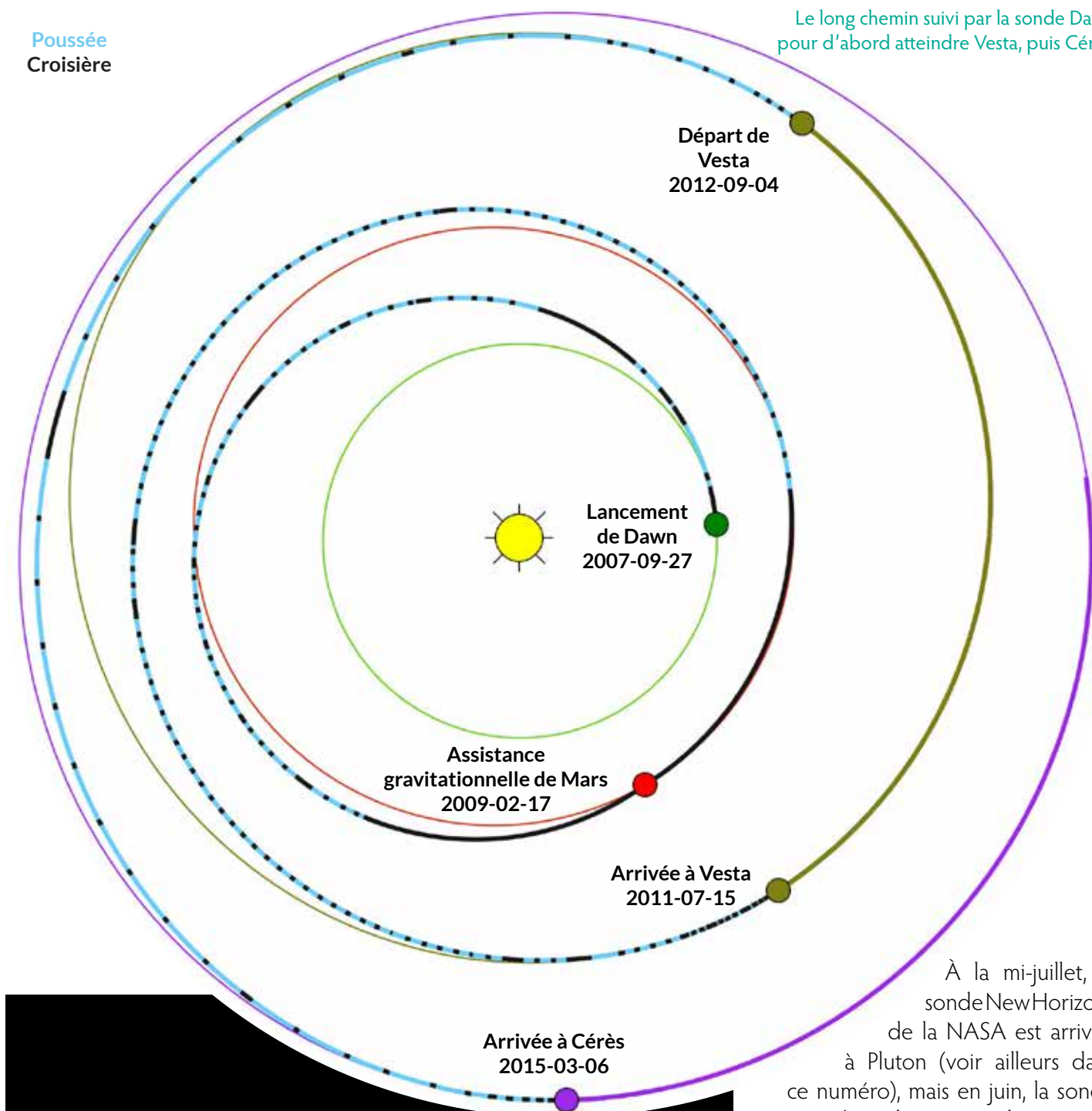
par Michele Ferrara · Astrofilo / Free Astronomy Magazine



Vue d'artiste de la sonde Dawn, avec son
moteur ionique en action pour la placer
en orbite autour de Cérès.
Crédit : NASA / JPL-Caltech

L'année 2015 marquera les annales de l'exploration du système solaire, car outre le réveil espéré mais néanmoins surprenant en juin de l'atterrisseur Philae de l'ESA sur la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko, nous avons aussi atteint et observé de proche les deux derniers objectifs planétaires historiques qui manquaient toujours à notre tableau de chasse : Cérès et Pluton.

Initialement considérés comme un astéroïde (Cérès) et comme une planète (Pluton), ils ont tous deux fini dans la classe des planètes naines depuis 2006, lorsque l'Union astronomique internationale a redéfini les caractéristiques distinctives des différentes catégories de corps planétaires.



Croissant de Cérès capturé le 1^{er} mars 2015 par les Caméras d'encadrement à bord de la sonde Dawn, juste avant d'entrer dans sa première orbite, d'une distance d'environ 48 000 km. Crédit : NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA.

À la mi-juillet, la sonde New Horizons de la NASA est arrivée à Pluton (voir ailleurs dans ce numéro), mais en juin, la sonde Dawn s'est placée en orbite autour de Cérès (aussi de la NASA, avec participation de l'Agence spatiale européenne), après un long voyage qui a commencé le 27 septembre 2007, lors de son lancement de Cap Canaveral en Floride.

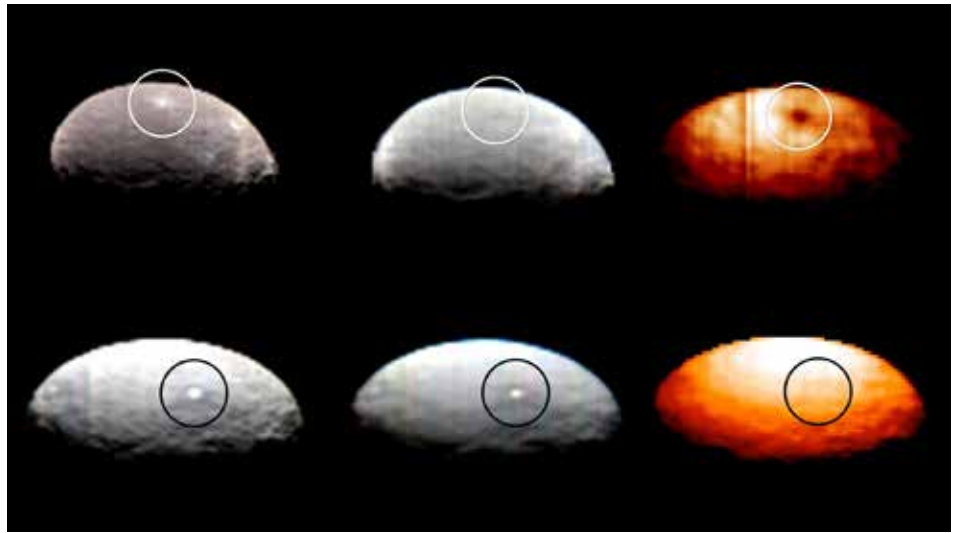
Le 15 juillet 2011, après une assistance gravitationnelle de la planète Mars, nécessaire pour accélérer le vaisseau spatial et raccourcir son temps de voyage, Dawn a atteint son premier

objectif, l'astéroïde Vesta, autour duquel elle a orbité pendant près de 14 mois, collectant des informations d'une importance fondamentale sur ce qui est maintenant considéré comme la dernière des protoplanètes rocheuses, à savoir des objets célestes anciens avec une structure interne différenciée qui, à l'aube du système solaire, ont progressivement formé les planètes en se regroupant en grandes quantités sous la force gravitationnelle.

Après Cérès, Vesta est le deuxième objet le plus massif dans la ceinture principale d'astéroïdes, ainsi que le troisième en volume (après Cérès et Pallas), et, pendant les oppositions les plus favorables, sous un ciel noir et sans nuages, il est également le seul qui peut être vu à l'œil nu.

Après avoir quitté Vesta le 4 septembre 2012, Dawn a parcouru le dernier tronçon de son long voyage, qui l'a amené à Cérès, destination attendue et finale de la mission. Cette planète naine de 950 km de diamètre (590 km pour Vesta) représente à elle seule environ un tiers de toute la masse de la ceinture principale d'astéroïdes. Très probablement, Cérès serait devenue une véritable planète si les perturbations gravitationnelles d'un Jupiter émergent n'étaient pas intervenues pour freiner et même arrêter sa croissance en faisant des ravages dans les orbites des blocs de matière qui auraient pu la rendre plus massive qu'elle ne l'est, transformant de cette manière un processus d'agrégation en un processus de dispersion.

Cérès n'a pu accréter du matériau que pendant environ 10 millions d'années, tandis que Mars a pu le faire pendant 30 millions d'années et la



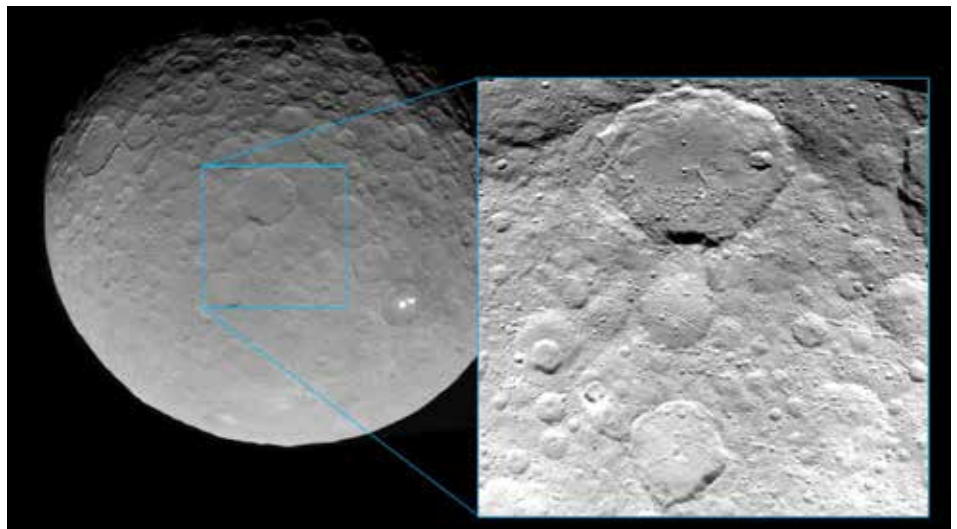
Ces deux ensembles d'images montrent deux régions lumineuses différentes de Cérès, enregistrées par Dawn le 19 février dernier. La zone qui s'est plus tard révélée être composée de groupes distincts de taches blanches est encadrée en noir.
Crédit : NASA / JPL Caltech / UCLA / ASI / INAF.

Terre pendant 50 millions d'années ; cela est déjà une indication de leurs différentes tailles finales.

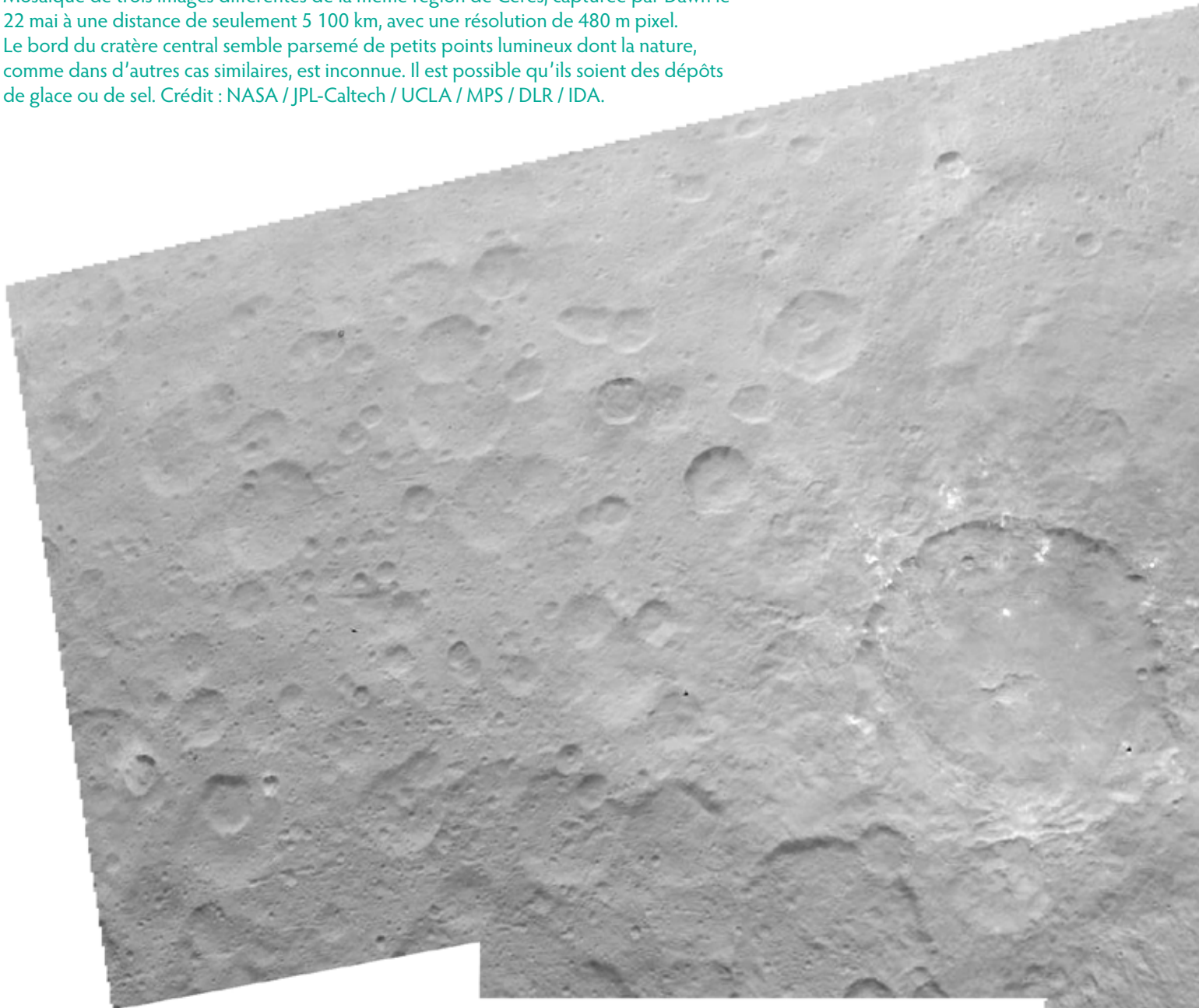
Cérès (tout comme Vesta) est donc une sorte de «fossile planétaire» ; un aperçu de l'aspect qu'avaient les corps rocheux du système solaire interne environ 10 millions d'années après le début de leur formation. Être capable de caractériser précisément ce type d'objets en termes géologiques et chimiques pourrait nous en apprendre beaucoup sur l'environnement dans lequel notre propre planète s'est formée.

Bien que les orbites de Vesta et de Cérès ne soient pas particulièrement éloignées l'une de l'autre, après

Un exemple de la définition d'image accrue à la suite du passage de la première à la deuxième altitude orbitale. Dans la première image sont déjà clairement visibles les mystérieux points lumineux. Crédit : NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA.



Mosaïque de trois images différentes de la même région de Cérès, capturée par Dawn le 22 mai à une distance de seulement 5 100 km, avec une résolution de 480 m pixel. Le bord du cratère central semble parsemé de petits points lumineux dont la nature, comme dans d'autres cas similaires, est inconnue. Il est possible qu'ils soient des dépôts de glace ou de sel. Crédit : NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA.



L'énigmatique structure photographiée en détails le 6 juin. La tache principale est située en plein centre du cratère, et mesure environ 13 km de diamètre. Crédit : NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA.



Après avoir quitté la première, il a fallu à Dawn deux ans et demi avant de pouvoir photographier la seconde avec une résolution suffisante pour montrer au moins quelques détails secondaires. Les premières images détaillées de la surface de la planète naine ont été prises le 12 février, lorsque la sonde était à une distance de 83 000 km de sa cible. Dans ces plans, ayant une résolution de 7,8 km/pixel, Cérès semble jonché de cratères, comme prévu, mais nous commençons à distinguer plus clairement que dans

les images précédentes une série de taches blanchâtres de nature inconnue, qui a immédiatement attiré l'attention des chercheurs.

Dans les images suivantes, prises le 25 février à partir d'une distance de 46 000 km, la plus claire de ces taches blanchâtres s'est avérée être un duo de points lumineux, dont l'un était plus grand et plus « scintillant » que l'autre ; tous deux sont situés dans un

immense cratère d'environ 90 km de diamètre. Comme l'a souligné Chris Russell, chercheur principal de la mission Dawn basé à l'Université de Californie à Los

aussi pu être formé par l'impact d'un petit astéroïde et, par conséquent, il était nécessaire d'attendre de nouvelles images, de résolution supérieure, avant de tenter de nouvelles interprétations.

Cette attente ne fut pas longue; le 6 mars, la sonde a commencé ses manœuvres de mise en orbite autour de Cérès, une opération complétée avec succès, ce

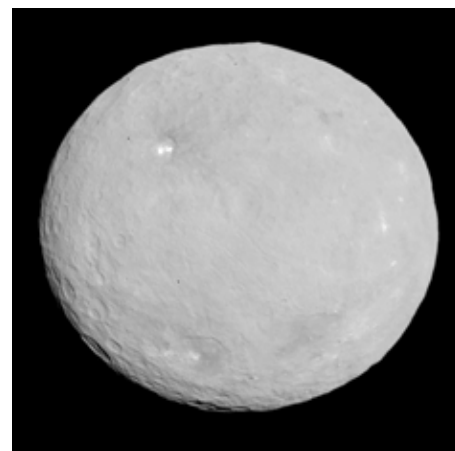


Image de Cérès prise les 5–6 mai à une distance de 13 600 kilomètres. Les deux taches brillantes au fond d'un cratère sont déjà très évidentes. Crédit : NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA.

Angels

(UCLA), cet arrangement

pourrait suggérer une origine cryovolcanique de la matière formant les taches, qui dans ce cas seraient faites de glace d'origine souterraine. Mais ce cratère aurait

qui

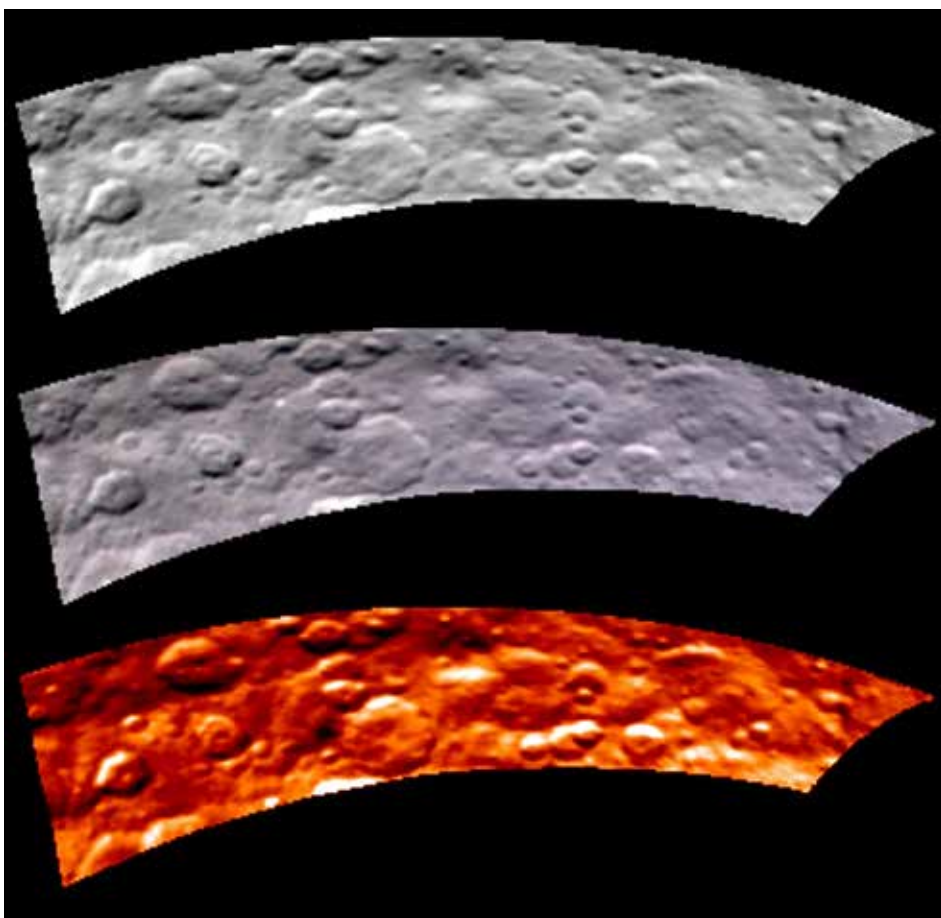
fait de Dawn le

premier vaisseau spatial à se placer en orbite autour de deux corps planétaires extraterrestres différents.



Ci-dessus : L'une des premières images de la deuxième phase de cartographie, prise le 6 juin à 4400 km de Cérès. Au premier plan, un grand cratère de l'hémisphère sud, avec de nombreuses structures qui peuvent être associées à des impacts de météorites (résolution 410 m/pixel). Crédit : NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA.

Ci-dessous : Une partie de l'hémisphère nord de Cérès, prise dans le visible, dans le proche infrarouge, et dans l'infrarouge thermique. Crédit : NASA / JPL-Caltech / UCLA / ASI / INAF.



La trajectoire d'approche de la planète naine a fait en sorte que la sonde fut, scientifiquement, de peu d'utilité pendant plus d'un mois, tant parce que la trajectoire de Dawn l'a amené à une altitude de 75 400 km (le 18 mars) que parce que la sonde se trouvait du côté obscur de Cérès. En poursuivant son chemin vers l'hémisphère éclairé, la sonde s'est

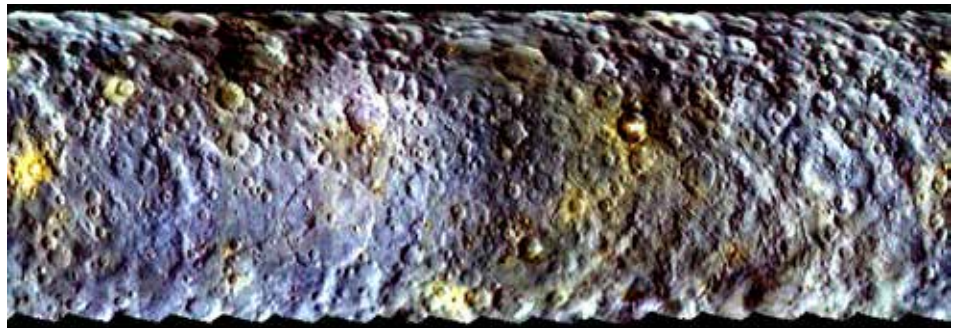
progressivement déplacée sur une trajectoire proche de Cérès, et le 23 avril, elle a atteint une altitude de 13 500 km, dans la première orbite scientifiques prévue. Cette phase, nécessaire pour une cartographie initiale de la surface, a pris fin le 9 mai, quand Dawn a relancé son moteur à ions innovant et a commencé une descente d'un mois à une orbite plus basse, d'où elle effectuera une cartographie plus détaillée de la planète naine.

Alors que le vaisseau spatial était en train de changer son orbite, Chris Russell et ses collègues ont examiné des images plus récentes et plus détaillées du mystérieux couple de points lumineux, qui semblait désormais être constitués de nombreuses petites taches, réunies en deux groupes. La bonne résolution de l'image (1,3 km/pixel) a permis à l'équipe de Dawn de mieux discerner la forme et la taille du cratère abritant les taches, et de mettre en doute la possible origine cryovolcanique. Le 3 juin, Dawn a atteint sa nouvelle orbite — 4400 km d'altitude, période orbitale de 3 jours —, d'où elle recommence la cartographie de la surface, mais avec une résolution jamais obtenue avant, dans le but de révéler l'histoire géologique de la planète naine et de dire si elle est toujours active. S'il y a encore une certaine activité géologique résiduelle, elle pourrait être liée au manteau de roche et de glace, qui envelopperait le noyau central de roche et de métal.

Lorsqu'elle était à mi-chemin vers sa nouvelle orbite, le 23 avril, Dawn a pris une série d'images de navigation, dans laquelle une résolution de 480 m/pixel a été atteinte. Ces excellentes images et d'autres prises par la suite ont permis de confirmer

que les deux groupes de points lumineux sont les structures les plus réfléchissantes de Cérès et qu'elles sont constituées de nombreuses petites taches individuelles de formes et tailles variées, avec une concentration centrale. En commentant ces structures, Russell a dit : « Les points brillants dans cette configuration rendent Cérès unique par rapport à tout ce que nous avons vu auparavant dans le système solaire. L'équipe scientifique travaille à comprendre leur source. Un reflet de glace est le principal suspect dans mon esprit, mais l'équipe continue de considérer d'autres possibilités, comme du sel. Avec des images rapprochées à partir de la nouvelle orbite et prises sous des angles différents, nous serons bientôt en mesure de mieux déterminer la nature de ce phénomène énigmatique. »

En attendant de connaître la composition et l'origine de ces dépôts brillants, il est déjà possible de tenter une comparaison approximative entre les surfaces de Cérès et de Vesta, parce que s'il est vrai qu'elles ont beaucoup en commun, comme



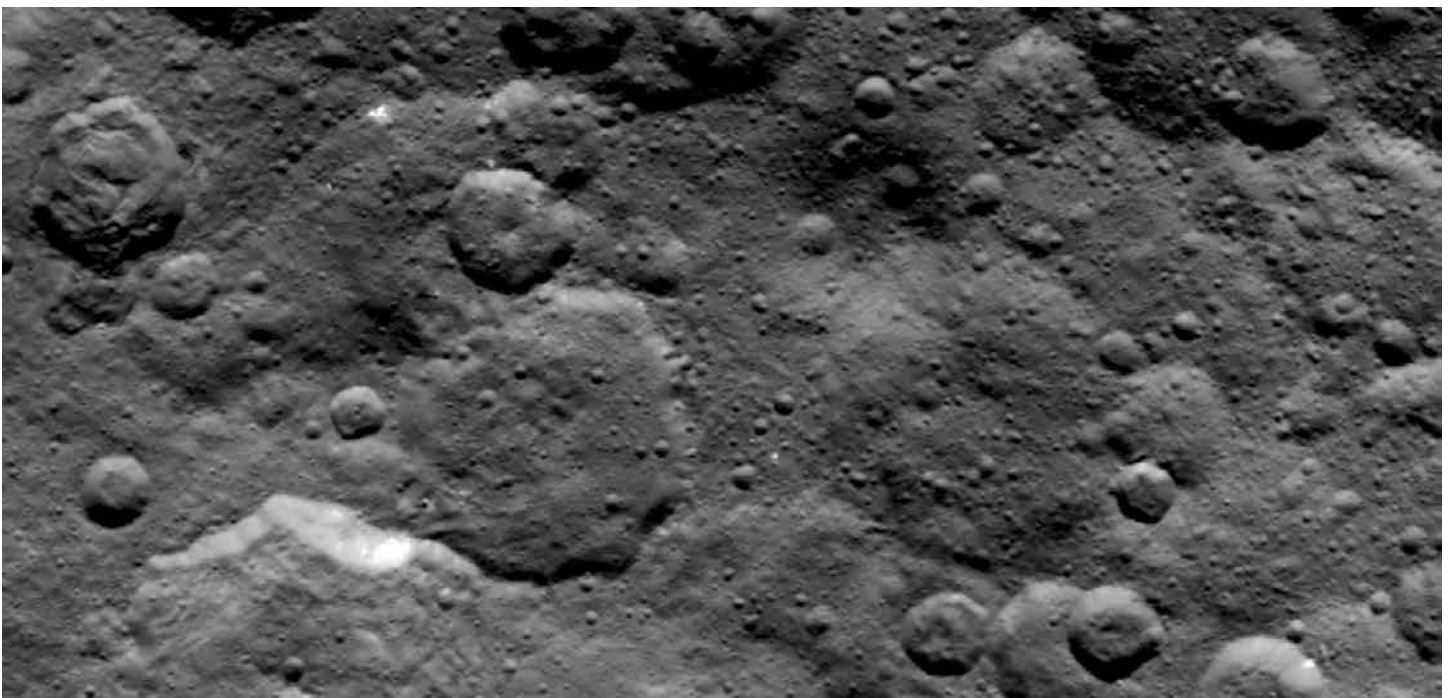
Carte de Cérès en projection plane, créée à partir d'images prises en mars par la sonde Dawn, avant d'entrer en orbite. La coloration a été rehaussée pour mettre en évidence les différences entre les structures voisines et fournir des indices sur les propriétés physicochimiques des matériaux de surface. Crédit : NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA.

l'abondance de cratères, il est également vrai que Cérès semble avoir eu une plus grande activité de surface, comme en témoignent les diverses régions touchées par des glissements de terrain, des coulées de matières jadis fluides, et des structures d'effondrements. Après avoir complété sept orbites autour de Cérès à une altitude de 4 400 km, à la collecte d'autres informations géologiques et spectrométriques, y compris dans l'infrarouge, Dawn va relancer son moteur ionique le 28 juin et va commencer à descendre vers une orbite plus rapprochée, qui la placera au début d'août à une altitude de seulement 1450 km. Restez à l'affût, car *Astronomie-Québec* reviendra certainement sur le sujet !

Suggestion vidéo :

<http://phys.org/news/2015-06-Ceres-video.html>

Image d'une région couverte de cratères de l'hémisphère nord de Cérès, prise le 6 juin au début de la deuxième phase de cartographie de la planète naine.
Crédit : NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA.



SDP.81, un anneau

Grâce au radiotélescope Atacama Large Millimeter / submillimeter Array (ALMA) de l'ESO, certaines équipes d'astronomes ont profité pleinement du phénomène naturel de lentille gravitationnelle pour étudier la structure interne d'une galaxie distance de 11,7 milliards d'années-lumière. Jamais auparavant il n'avait été possible de parvenir à une telle haute résolution à une époque si lointaine.

par **Michele Ferrara** · Astrofilo / Free Astronomy Magazine

d'Einstein sans précédent

Comme prédit par la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein, un corps céleste de grande masse courbe l'espace-temps d'une quantité proportionnelle à sa masse. Une des conséquences de cette prédiction hautement vérifiée est qu'une masse interposée entre une source lumineuse et un observateur dévie les photons émis par la source de la ligne droite de propagation, les faisant être perçus comme venant d'une position différente de celle d'origine. Selon la quantité et la distribution de la masse interposée, l'image d'origine de la source peut être intensifiée, inversée, multipliée, et déformée de diverses manières. De la Terre, nous percevons ces modifications sous diverses formes, dont l'une est appelée « anneau d'Einstein », où l'image de la source, typiquement une galaxie lointaine, apparaît globalement plus lumineuse, de forme allongée, et redistribuée le long d'un cercle centré sur la masse causant l'altération, appelée « lentille gravitationnelle ». Plus souvent qu'autrement, les anneaux d'Einstein sont incomplets, étant formés d'un ou de plusieurs arcs de différentes longueurs, et nous ne pouvons que rarement voir



d'anneaux complets, et même dans ces cas, leur luminosité et leur densité ne sont habituellement pas uniformes. Une de ces structures a récemment beaucoup attiré l'attention des scientifiques ; dans les derniers mois, au moins sept d'entre eux ont publié pas moins de huit articles scientifiques sur cet objet.

Nous parlons ici de l'anneau produit par la distorsion de la galaxie HATLAS J090311.6 +003906, plus simplement appelé SDP.81, situé à 11,7 milliards d'années-lumière de la Terre dans la constellation de l'Hydre. À cette époque, l'Univers était affecté de puissantes vagues de formation d'étoiles, qui ont profondément changé les jeunes galaxies qui existaient alors. Les astronomes étudient avec une attention particulière ces objets distants, pour comprendre comment nous sommes arrivés à notre Univers contemporain.

De gauche à droite : Une image de la galaxie qui produit la lentille sur SDP.81, prise par le télescope spatial Hubble (l'anneau est pratiquement invisible) ; une image de l'anneau prise par ALMA (la galaxie interposée est essentiellement invisible) ; une image de SDP.81 reconstruite avec un modèle mathématique.
Crédit : ALMA (NRAO / ESO / NAOJ) / Y. Tamura (Université de Tokyo) / Mark Swinbank (Université de Durham).

Page précédente : La lumière d'une galaxie distribuée le long d'un anneau presque plein — voilà une description sommaire de SDP.81. Crédit : ALMA (NRAO / ESO / NAOJ) / Y. Tamura (Université de Tokyo).

SDP.81 était l'une des cibles observées en octobre 2014, avec le radiotélescope Atacama Large Millimeter / submillimeter

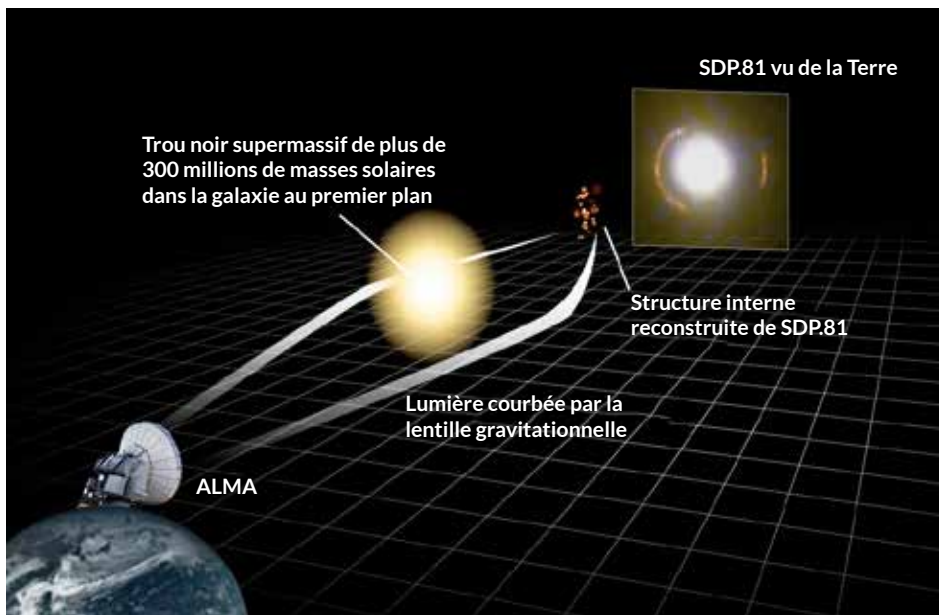
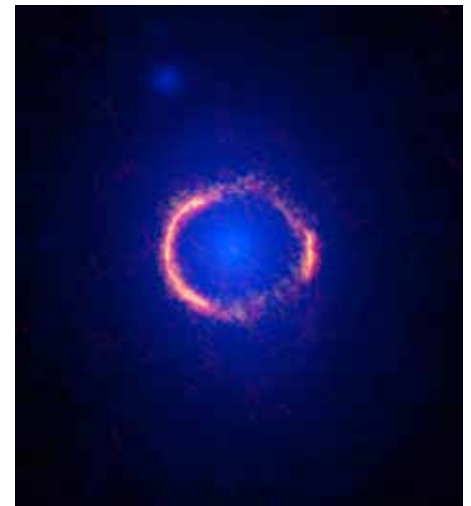
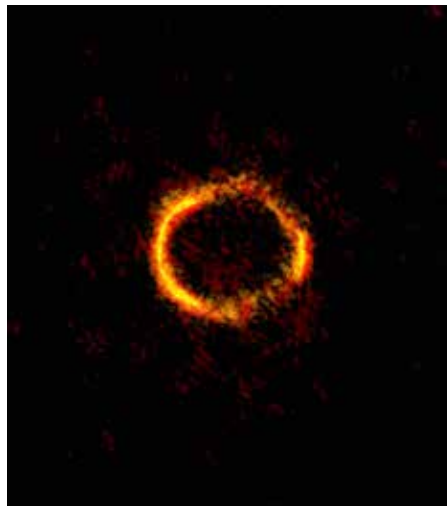
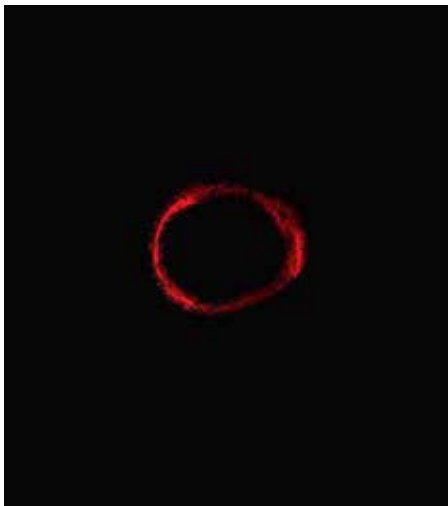


Schéma expliquant comment le phénomène de lentille gravitationnelle se produit dans le cas de SDP.81. Crédit : ALMA (ESO / NAOJ / NRAO) / C. Collao / Agence météorologique du Japon.

L'anneau gravitationnel SDP.81 en trois versions différentes. **À gauche** : L'image prise par ALMA montrant la lumière émise par la poussière de la galaxie.

Au centre : Comme la première, mais avec addition de la lumière émise par le monoxyde de carbone. **À droite** : Comme la deuxième, mais avec l'ajout de la lumière émise par la galaxie interposée comme vu avec Hubble. Crédit : ALMA (NRAO / ESO / NAOJ) B. Saxton NRAO / AUI / NSF; NASA / ESA Hubble, T. Hunter (NRAO).



seulement à la superficie totale des antennes.)

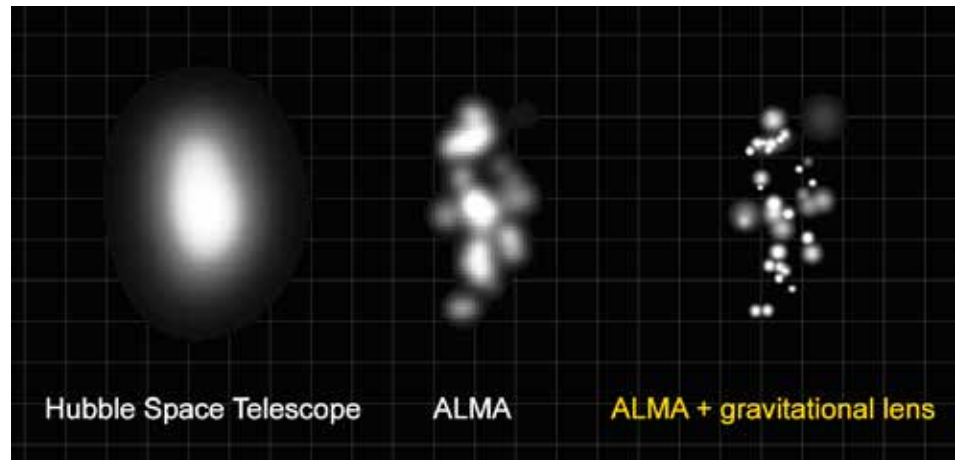
Les images de SDP.81 obtenues à 1 mm de longueur d'onde ont immédiatement semblé extraordinaires pour la richesse des détails, et il en va de même pour les spectres enregistrés pendant les observations, ce qui a permis de mettre en évidence les mouvements internes de chacune des régions de la galaxie déformée, comprendre comment l'ensemble du système tourne, et aussi estimer sa masse. Une telle richesse d'information est le résultat de la très haute résolution que peut atteindre ALMA : 23 millisecondes d'arc dans la bande observée, soit six fois mieux que le télescope spatial Hubble peut faire dans l'infrarouge. En fait, l'anneau d'Einstein SDP.81 est si brillant qu'il est possible de distinguer des ramifications, de la granulation, et d'autres structures subtiles jamais remarquées pour une telle galaxie lointaine.

Ces structures, qui (bien que déformées) reflètent les structures internes de SDP.81, n'auraient néanmoins pas été accessibles à ALMA sans l'aide de l'effet de lentille gravitationnelle de la galaxie interposée, à « seulement » 3,4

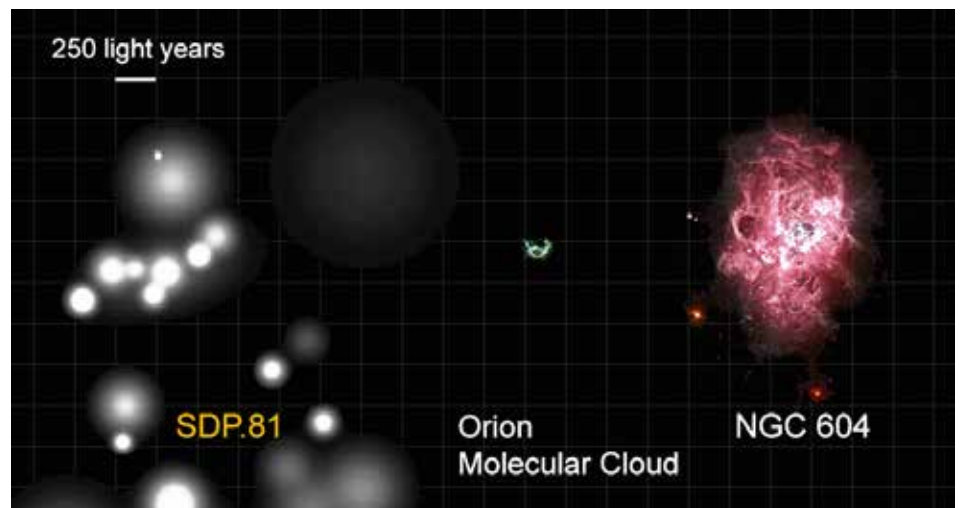
milliards d'années-lumière de nous, qui augmente la taille et la luminosité de la galaxie lointaine.

Bien qu'une étude superficielle des images de SDP.81 nous permette déjà de constater une répartition inégale de la masse et de la luminosité à l'intérieur de la galaxie, et donc identifier des régions possibles de formation intense d'étoiles, il est toujours souhaitable de retracer la forme originale de la galaxie, afin de déterminer avec certitude des structures simples. Les premiers à faire cela étaient deux professeurs adjoints à l'Université de Tokyo, Yoichi Tamura et Masamune Oguri, qui, en collaboration avec des chercheurs de l'Observatoire astronomique national du Japon (NAOJ), ont développé ce qui est aujourd'hui le meilleur modèle mathématique de lentille gravitationnelle. Grâce à ce modèle, les astronomes ont corrigé les effets de lentille et reconstruit la vraie forme de SDP.81 (ou au moins de ses régions les plus actives), ce qui montre qu'il s'agit d'un système monstrueux qui forme des étoiles à un taux allant de quelques centaines à quelques milliers de fois plus que le taux présent de la Voie lactée.

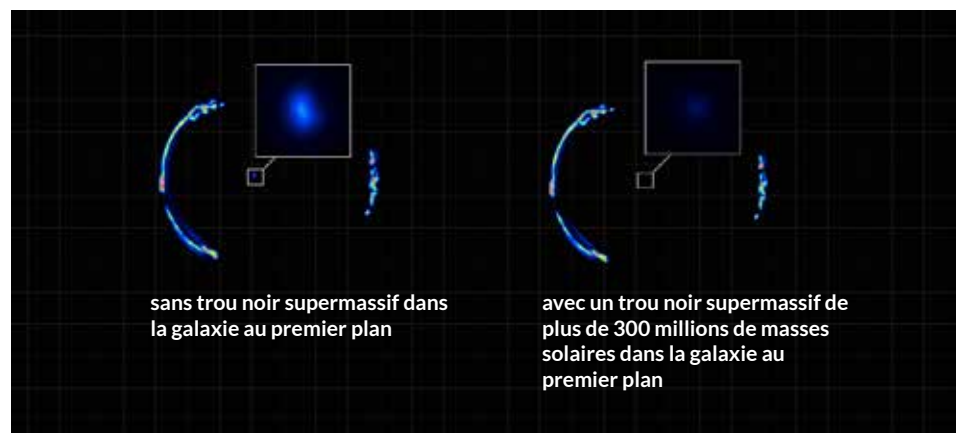
Le modèle utilisé par les chercheurs japonais a converti de façon assez précise les régions les plus brillantes de l'anneau en une série de nuages de poussière et de gaz moléculaire, ayant de 200 à 500 années-lumière de diamètre, répartis dans une structure elliptique d'environ 5000 années-lumière de long. Jamais auparavant les astronomes n'avaient pu dévoiler ce type de structures relativement petites à une si grande distance de la Terre. La poussière et le gaz moléculaire sont les ingrédients de base pour la



Trois solutions instrumentales différentes de la reproduction de la galaxie selon le modèle utilisé sur l'anneau gravitationnel SDP.81. L'aide fournie par l'effet de lentille gravitationnelle est bien évidente.



Représentation à l'échelle de la taille des nuages de poussière et de gaz moléculaire identifiés dans SDP.81 (arbitrairement sphériques), de « notre » nuage moléculaire d'Orion, et de la région de formation d'étoiles NGC 604, appartenant à la galaxie voisine M33. Crédit : Y. Tamura (Université de Tokyo) / NASA et l'équipe Hubble Heritage (AURA / STScI).



Une image secondaire de la galaxie déformée en forme d'anneau devrait apparaître presque inchangée au centre de cet anneau. Selon sa luminosité, il est possible de déduire la masse de tout trou noir supermassif niché au centre de la galaxie interposée et qui est à l'origine de la lentille gravitationnelle.

Certaines des 66 antennes de 12 m et de 7 m de diamètre qui composent ALMA, le plus puissant instrument disponible pour les astronomes d'aujourd'hui.
Crédit : ALMA (ESO / NAOJ / NRAO), O. Dessibourg.

formation des étoiles. Cependant, ALMA ne peut pas voir directement la lumière des étoiles de SDP.81, puisqu'elles ne brillent pas dans les mêmes longueurs d'onde qu'étudie l'instrument. Néanmoins, ces nuages ressemblent en tous points à de gigantesques pépinières de nouvelles étoiles, de taille similaire ou même plus grande que les plus grands nuages protostellaires de notre Galaxie et de celles environnantes, et, surtout, ils ont une température suffisamment faible pour faciliter l'agrégation de masses énormes en des zones relativement étroites, ce qui en fait un scénario idéal pour l'allumage des fours thermonucléaires. En outre, les données spectroscopiques démontrent que le gaz diffus de SDP.81 est largement instable et tombe vers l'intérieur en grandes quantités, jetant les bases de la formation future de nuages protostellaires.



Outre la reconstruction de la forme des régions les plus actives de SDP.81, le modèle de Tamura et Oguri suggère aussi l'existence d'un trou noir supermassif au centre de la galaxie interposée, dont la masse peut être estimée par la possible présence et la luminosité d'une faible « copie » de la galaxie lointaine au centre de l'anneau d'Einstein. Dans des conditions optimales, cette image devrait être évidente dans les images à haute résolution prises par ALMA, mais il ne semble y avoir aucun signe d'elle, et on postule que cela se produit quand la galaxie interposée présente en son centre un trou noir supermassif de taille très importante. Dans le cas présent, le modèle indique que le trou noir aurait une masse comprise entre 200 et 300 millions de masses solaires, ce qui équivaut à un véritable monstre, quand nous considérons que celui niché au centre de notre Galaxie est environ 60 fois moins massif.

Les résultats obtenus avec ALMA sur SDP.81 sont révélateurs de l'énorme potentiel de cet instrument, en particulier lorsqu'il est utilisé en synergie avec ce « télescope naturel » dû à l'effet de lentille gravitationnelle. Dans un proche avenir, ces instruments seront cruciaux pour la caractérisation des galaxies dans l'Univers jeune.

Suggestions de vidéos

<http://www.eso.org/public/videos/eso1522b/>

<http://www.eso.org/public/videos/eso1522a/>

http://www.ioa.su-tokyo.ac.jp/~ytamura/SDP81/Movies/sdp81_siex3_v1_grid.mov



J'aimerais savoir... ...le ciel et l'espace

Ce mois-ci, deux questions de Yani Kherbouche, 11 ans :

Les scientifiques ont-ils des preuves tangibles qui démontrent que l'Univers est infini ?

Y a-t-il d'autres formes de vie dans l'Univers ?



Passionné de sports extrêmes, de jeux vidéo et des mystères de l'espace, Yani aime aussi les jeux mathématiques... et il y est excellent ! Son souhait est de visiter un jour l'espace.

avec **Gilbert St-Onge**



et **Geneviève Dufresne**



Collaboration spéciale de
Robert Lamontagne
Directeur exécutif
de l'Observatoire du
Mont-Mégantic



D'abord, la première question : Les scientifiques ont-ils des preuves tangibles qui démontrent que l'Univers est infini ? Il s'agit d'une question à laquelle aucune certitude absolue ne peut se rattacher ; bien malin celui qui croit détenir la réponse absolue à cette question !

Historiquement, les humains ont longtemps cru que la Terre était fixe et immobile au centre de l'Univers. Tous les objets de la voûte céleste, considérés comme des corps parfaits, tournaient autour de la Terre ; seuls les mouvements de quelques astres semblaient différents. Ce sont ces astres que l'on a appelé « planètes » ou « étoiles errantes » ; ce groupe comprenait les cinq planètes visibles à l'œil nu, ainsi que le Soleil et la

Lune. Les autres étoiles, dites « fixes », tournaient autour de la Terre un peu plus loin que les planètes. Cette description du cosmos, que l'on appelle « système géocentrique », a été popularisée par plusieurs philosophes et scientifiques de l'Antiquité, dont Aristote et Ptolémée^[1]. L'Univers était alors de taille finie et très petite.

Au fil du temps, des observations du ciel plus détaillées ont mis en évidence des failles importantes du système géocentrique et, même en y insérant de nombreux et compliqués cercles pour tenter de reproduire les mouvements célestes, le géocentrisme était

1 <http://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9ocentrisme>

incapable d'expliquer les nouvelles observations. C'est à l'aube de la Renaissance, au milieu du 16^e siècle, que Nicolas Copernic propose une nouvelle vision du cosmos, dans son système héliocentrique^[2]. Celui-ci place plutôt le Soleil au centre de l'Univers; les planètes et les étoiles se déplacent autour de lui sur de grands cercles. Quelques années plus tard, en 1610, des observations télescopiques faites par le grand observateur italien Galilée ont permis de conforter ce nouveau modèle^[3]. Toutefois, encore à cette époque, l'Univers demeure fini et de petite taille.

Les progrès techniques se poursuivent, de telle sorte qu'à partir du milieu du 19^e siècle, les astronomes peuvent désormais mesurer les distances aux étoiles; la taille de l'Univers fait alors un bond prodigieux. Au début du 20^e siècle, il y a à peine 100 ans, les astronomes pensent que l'Univers est grand, possiblement infini, mais qu'il se résume à une seule galaxie, la Voie lactée, dont le Soleil occupe la place centrale.

La révolution scientifique et technologique du 20^e siècle vient tout chambouler. Notre système solaire n'est plus qu'un tout petit système planétaire parmi d'autres, qui se déplacent dans une grande galaxie de plus d'une centaine de milliers d'années-lumière d'envergure sur son grand axe. On estime que l'Univers contient des milliards de galaxies, souvent regroupées en amas de galaxies; autant de mondes gigantesques qui peuvent contenir

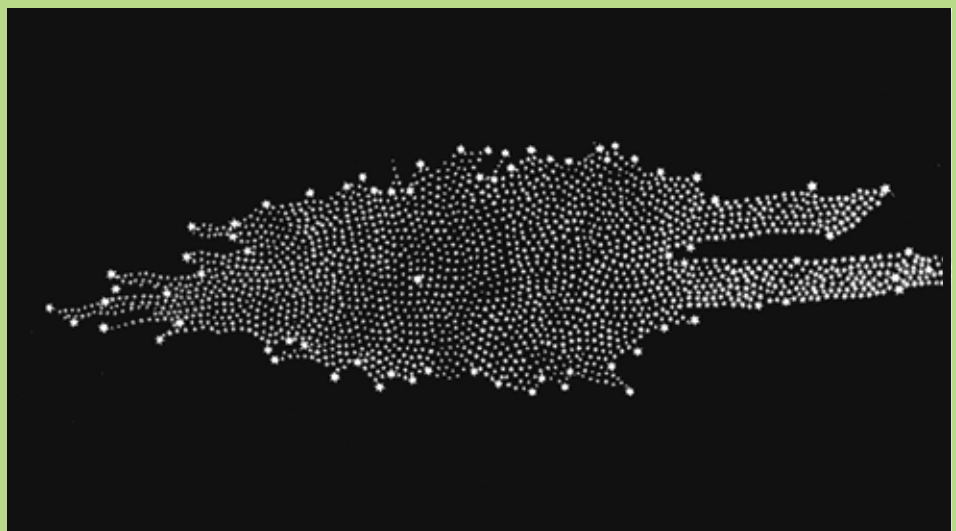


Le modèle héliocentrique proposé par Copernic et validé par Galilée et Kepler. Cette gravure date de 1661 et est de Andreas Cellarius, un mathématicien et cartographe des Pays-Bas. Crédit : Robert Harry van Gent, University of Utrecht.

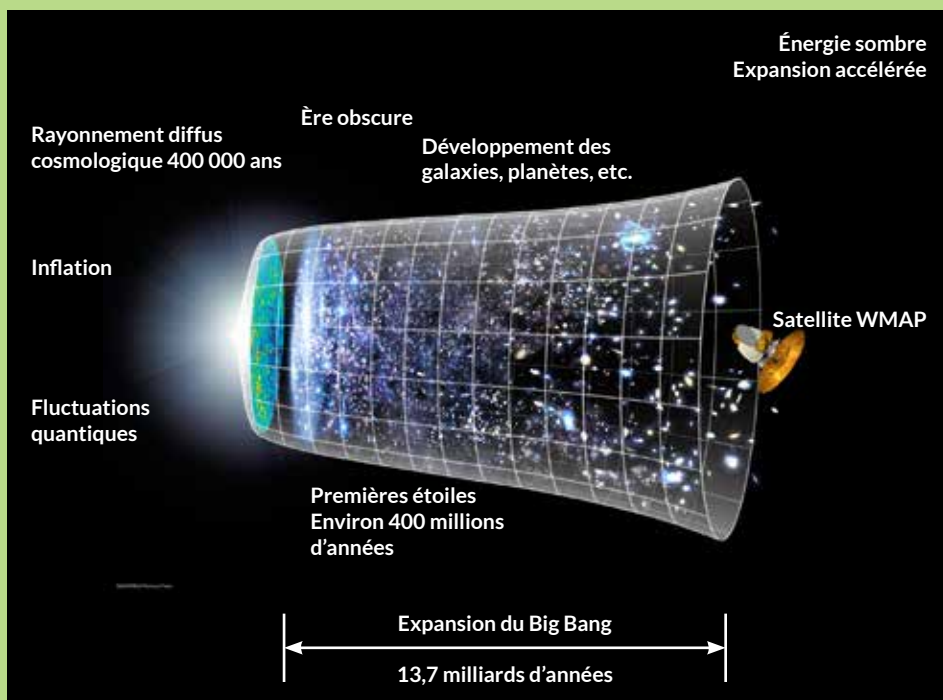
chacun des milliards de systèmes planétaires. La taille de l'Univers a donc fait un bond extrême! Plus encore : depuis les travaux d'Edwin Hubble, au début du 20^e siècle, on s'est rendu compte que les galaxies effectuent un mouvement général d'éloignement par rapport à nous! L'Univers est donc en expansion^[4] : il s'agrandit continuellement... et il pourrait bien être infini!

4 http://fr.wikipedia.org/wiki/Expansion_de_l'Univers

Représentation de l'Univers selon William Herschel, vers la fin du 18^e siècle. Tout l'Univers y est réduit à notre seule Galaxie, la Voie lactée.



2 <https://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9liocentrisme> ou http://www.geowiki.fr/index.php?title=Th%C3%A9orie_h%C3%A9liocentrique
3 [https://fr.wikipedia.org/wiki/Galil%C3%A9e_\(savant\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Galil%C3%A9e_(savant)) ou <http://www.geowiki.fr/index.php?title=Galil%C3%A9e>



Représentation de l'évolution de l'Univers depuis environ 13,8 milliards d'années.

Au début (à gauche), on y représente le Big Bang, suivi d'une inflation très rapide. L'Univers est très chaud pendant cette période. Après plus de 400 millions d'années, la température baisse suffisamment pour permettre la formation des premières étoiles. Graduellement, les galaxies, les planètes, et toutes les autres composantes de l'Univers, se forment aussi.

Crédit : NASA / Équipe scientifique de WMAP.

La meilleure description moderne du cosmos, celle acceptée par la vaste majorité des scientifiques, est ce que l'on appelle la *théorie du Big Bang* : dans ce modèle, toute la matière et toute l'énergie de l'Univers étaient concentrées dans un volume infiniment petit à l'origine, il y a environ 13,8 milliards d'années. Soudainement, ce volume a commencé à prendre de l'expansion. La matière et l'énergie étaient d'abord indissociables l'une de l'autre, mais au fur et à mesure que l'Univers a grandi, la température, initialement très élevée, s'est abaissée, permettant à la matière de s'assembler pour former les galaxies, les étoiles, et leurs planètes.

Encore aujourd'hui, l'expansion se poursuit. La température moyenne de l'Univers est d'environ trois degrés au-dessus du zéro absolu, et la taille de l'Univers est estimée à plusieurs dizaines de milliards d'années-lumière. Des observations très récentes ont même révélé que l'expansion se poursuit à un rythme qui augmente : l'expansion de l'univers accélère !

On peut donc dire que la taille de l'Univers pourrait être infinie. Cependant, puisque la lumière voyage à une vitesse énorme mais finie (environ 300 000 km/s), seule une partie de l'Univers est accessible à nos sens. Même avec les meilleurs télescopes qui seront jamais construits, nous serons toujours incapables de voir au-delà de cette limite correspondant à l'âge de l'Univers, soit quelques dizaines de milliards d'années-lumière. Malgré le fait que la taille de l'Univers puisse être infinie, celle de l'Univers *observable* sera toujours finie.

Passons maintenant à la seconde question :

Y a-t-il d'autres formes de vie dans l'Univers ? Pour y répondre, il faut en premier lieu s'entendre sur ce que l'on considère comme une « forme de vie ». La vie comprend non seulement les humains, les animaux, et les plantes, mais aussi les microorganismes tels les bactéries.

Pour l'instant, seule la Terre semble abriter la vie. Cependant, il est à notre humble avis certain qu'il y a de la vie ailleurs dans l'Univers. On n'a qu'à penser que tout près de nous, sur la planète Mars, certaines expériences ont permis de détecter les traces laissées par des lacs et des rivières anciens. Or, l'eau est une des conditions très favorables à l'apparition de la vie. Un peu plus loin, on pense que certains satellites des planètes géantes Jupiter et Saturne, soit Europa^[5], Encelade^[6], et Titan^[7], pourraient présenter des conditions favorables à l'apparition de certaines formes de vie microscopique.

5 http://www.lexpress.fr/actualite/sciences/la-nasa-va-aller-voir-s-il-y-a-de-la-vie-sur-europe-une-lune-de-jupiter_1647701.html

6 <http://www.astronomes.com/le-systeme-solaire-externe/encelade/>

7 <http://www.science-et-vie.com/2010/05/y-a-t-il-de-la-vie-sur-titan/>

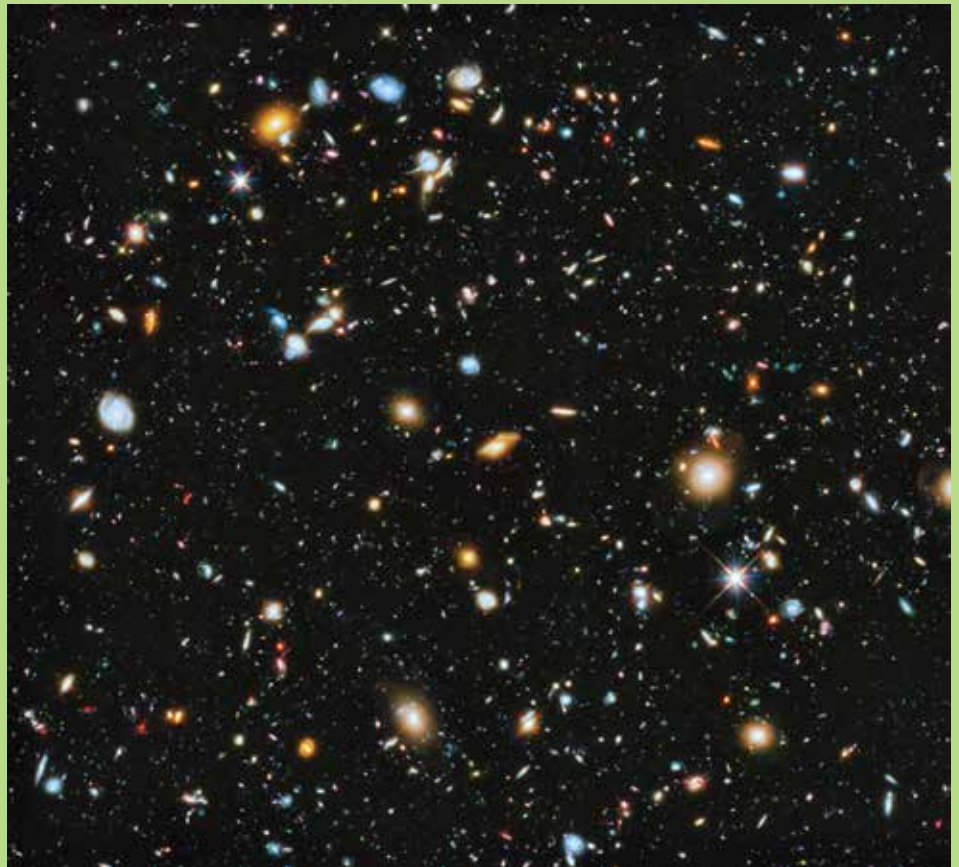
Plus loin, à des centaines d'années-lumière et plus, dans les grandes nébuleuses où se forment les étoiles, on trouve des composés chimiques semblables à ceux qui ont permis à la vie d'apparaître sur notre planète. Comme il y a des centaines de milliards d'étoiles dans notre seule Galaxie, et peut-être 100 milliards de planètes^[8], il semble bien raisonnable de penser que la vie soit apparue ailleurs, sur une autre planète que sur la Terre.

La découverte de planètes extrasolaires (des planètes qui sont en orbite autour d'autres étoiles que le Soleil) est assez récente, mais déjà on compte près de 2000 exoplanètes confirmées^[9]. Les nouveaux instruments (télescopes et satellites) qui seront mis en service au cours de la prochaine décennie devraient permettre de découvrir les premières planètes habitables... et possiblement, des planètes habitées. Il s'agira de la plus grande découverte du 21^e siècle, peut-être même de l'Histoire !

Le commentaire de Yani

L'immensité de l'Univers a intrigué l'humanité depuis l'Antiquité. Le cosmos était décrit comme géocentrique à l'époque d'Aristote et de Ptolémée. Au 16^e siècle, Nicolas Copernic proposa une nouvelle vision d'un système héliocentrique, puis la révolution technologique ne cesse de nous révéler des nouveautés qui laissent place au rêve !

Un Univers infini et en expansion ! En plus il s'agrandit à chaque seconde ; vous réalisez ? Notre Univers s'agrandit à un rythme relatif à notre respiration !



Le « Hubble Ultra Deep Field 2014 »
(*Champ ultra profond de Hubble*).

Cette image, prise par le télescope spatial Hubble dans la constellation Fornax (hémisphère sud), nous dévoile un champ de galaxies qui se situe à de très grandes distances ; peut-être plus de 10 milliards d'années lumière.

Il s'agirait de galaxies telles qu'elles étaient alors que l'Univers était très jeune. Ce sont aussi des galaxies parmi les plus éloignées jamais détectées.

La vitesse de la lumière ne nous permet pas de percevoir visuellement ce mystère infini, ce qui fait de notre Univers, qui peut être infini, est un univers observable fini dans l'infini ? Ouf !

Pour l'instant, nous sommes les seuls humains de l'Univers, mais pas les seuls êtres vivants. Des expériences ont démontré des traces laissées par des lacs et rivières sur Mars ; wow ! De l'eau coulait sur Mars... Je ne peux m'empêcher de rêver à une faune et une flore typiques à Mars !

Ma conscience environnementale d'un enfant de 11 ans fait le lien avec la biodiversité terrestre. Je ne souhaite pas qu'elle devienne une simple trace, ni que l'humanité disparaisse. Soyons donc conscients de l'immensité de notre Univers, et assurons-nous de préserver les conditions idéales pour la survie de toutes les formes de vie possible !

8 <http://fr.wikipedia.org/wiki/Exoplan%C3%A8te>

9 <http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>

Références additionnelles pour « J'aimerais savoir le ciel et l'espace »

http://frask.com/wiki/Temps_de_Planck

http://fr.wikiversity.org/wiki/Mur_de_Planck/Introduction

BOGDANOV, Igor et Grichka BOGDANOV. *Au Commencement du temps*, Paris : Flammarion, 2009, ISBN 978-2-0812-0832-2, 317 pages.

<http://www.espace-sciences.org/planetarium/seances/hubble-et-le-mystere-des-galaxies>

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

<http://www.astrosurf.com/luxorion/univers-11dimensions.htm>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_des_cordes

<http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/espace-planck-t-il-vu-traces-multivers-eternel-48904/>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Mati%C3%A8re_noire

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

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

<http://www.futura-sciences.com/magazines/matiere/infos/dico/d/physique-acceleration-expansion-univers-7988/>

<http://www.larecherche.fr/savoirs/palmares/9-expansion-univers-est-bien-acceleree-01-01-2013-96373>

http://www.apc.univ-paris7.fr/APC_CS/experiences/boss

http://www.spacetelescope.org/science/deep_fields/



**Ontario Telescope
and Accessories**

ontariotelescope.com

Livraison gratuite au Québec avec le code AQ2015



iOptron
SkyTracker



iOptron
Tri-Pier

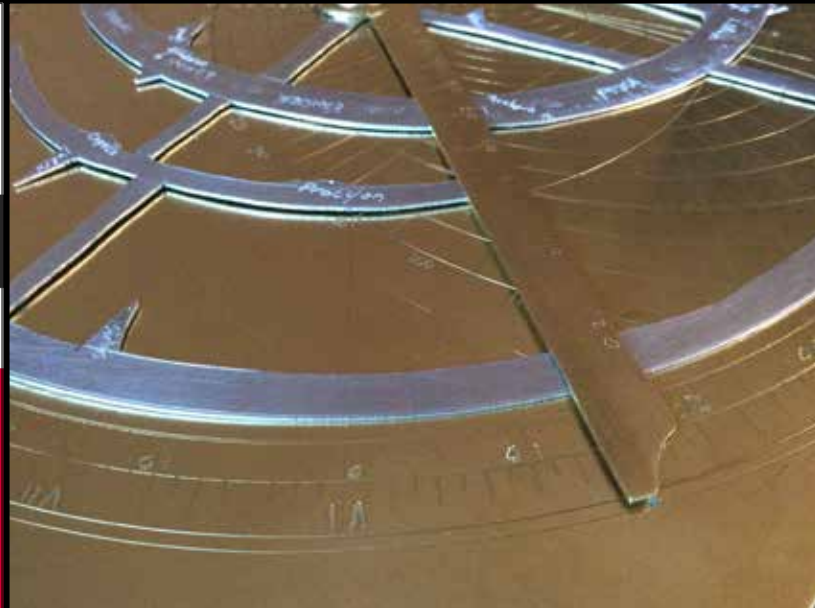
iOptron
ZEQ25GT



DÉTAILLANT IOPTRON ACCRÉDITÉ

**iOptron • Antares • Lumicon • Rigel Systems
LVI • Explore Scientific • Bresser • Levenhuk
ZWO Optical • Opticstar • Bob's Knobs • IDAS**

Ontario Telescope and Accessories
Where OTA means more. 905-487-6363



**Astrolabes • Quadrants •
Cadrans solaires • Répliques
d'instruments prégaliléens**

Contactez Pierre Paquette
pierre@astronomie.quebec

RY Tauri

la nébuleuse aux filaments

avec **Gilbert
St-Onge**



Collaboration spéciale de
Pierre Bastien
Département de
physique, Université
de Montréal et Centre
de recherche en
astrophysique du Québec



L'étoile RY Tauri est observée depuis fort longtemps; elle fait partie des étoiles de type T Tauri classique (CTTS), telles que répertoriées par Joy en 1945. À l'époque, un peu moins d'une douzaine d'étoiles de ce type faisaient partie de la liste. Il s'agit d'étoiles de type spectral F5–G5 qui présentent dans leur spectre des raies d'émission. Nous savons aujourd'hui que ces étoiles sont très jeunes; moins de 2–3 millions d'années. Le type spectral de l'étoile RY Tauri est G2 selon Cabrit et autres (1990), ou encore G1–G2 IV, selon Petrov et autres (1999).

L'étoile RY Tauri est associée à une nébuleuse de forme plutôt conique, qui est le résultat de la formation et de l'évolution de l'étoile dans le nuage moléculaire parent. Cette étoile jeune est associée au grand nuage moléculaire de la constellation du Taureau; elle est située à 134 pc (436 a.-l.) selon Bertout et autres (1999). L'étoile est de magnitude variable, entre ~9,3 et un peu plus de 11,5 dans la bande photométrique V. Zajtseva (2010) a compilé et analysé toutes les données disponibles dans la littérature et a conclu que ses variations sont dominées par le type III selon la classification de variabilité de Herbst et autres (1990). Les variations de ce type s'expliquent par des baisses de luminosité dues à des passages de matière circumstellaire — comme des poussières — entre l'étoile et l'observateur, et ne sont pas dues seulement à des variations physiques à sa surface.

Cette conclusion est consolidée par le fait que dans le spectre de l'étoile qui est obtenu quand l'étoile est en basse ou en forte luminosité, aucun changement significatif n'est noté dans les raies spectrales photosphériques, qui sont pourtant sensibles aux

changements de température et aux effets de la gravité. Par contre, au même moment, la polarisation de la lumière de l'étoile RY Tauri dans les bandes V, R, et I est en nette augmentation, alors que l'étoile diminue sa luminosité, et passe de (0,5–1,0 %) à plus de 3 %. Il semble donc que les variations lumineuses de l'étoile RY Tauri, observées à ces occasions, soient dues au passage de nuages de poussière circumstellaires devant l'étoile, et non pas à des taches froides (dus à des champs magnétiques) ou chaudes (dus à l'accrétion de matière) à la surface de l'étoile.

Dans cet article, nous voulons nous concentrer sur certains aspects de la nébuleuse associée à l'étoile; commençons donc par un historique de celle-ci.

C'est en 1907 que Barnard remarqua les nébulosités près de l'étoile RY Tauri; il les décrit comme deux queues de comètes qui s'étendent de l'étoile vers le nord, vers les angles de position 330° et 60° sur le ciel.

Un article de George H. Herbig relate des instants très intéressants de la mise en évidence de la relation entre RY Tauri et la nébuleuse au nord-ouest de l'étoile. Il y traite des variations lentes et irrégulières de RY Tauri lorsqu'elle est près d'un minimum, et qui durent parfois des centaines de jours avant de montrer des changements significatifs de l'étoile. Au contraire, plus l'étoile est lumineuse, plus des oscillations mineures et fréquentes sont observées^[1].

Le 30 décembre 1959 et le 18 mars 1960, deux images de RY Tauri ont

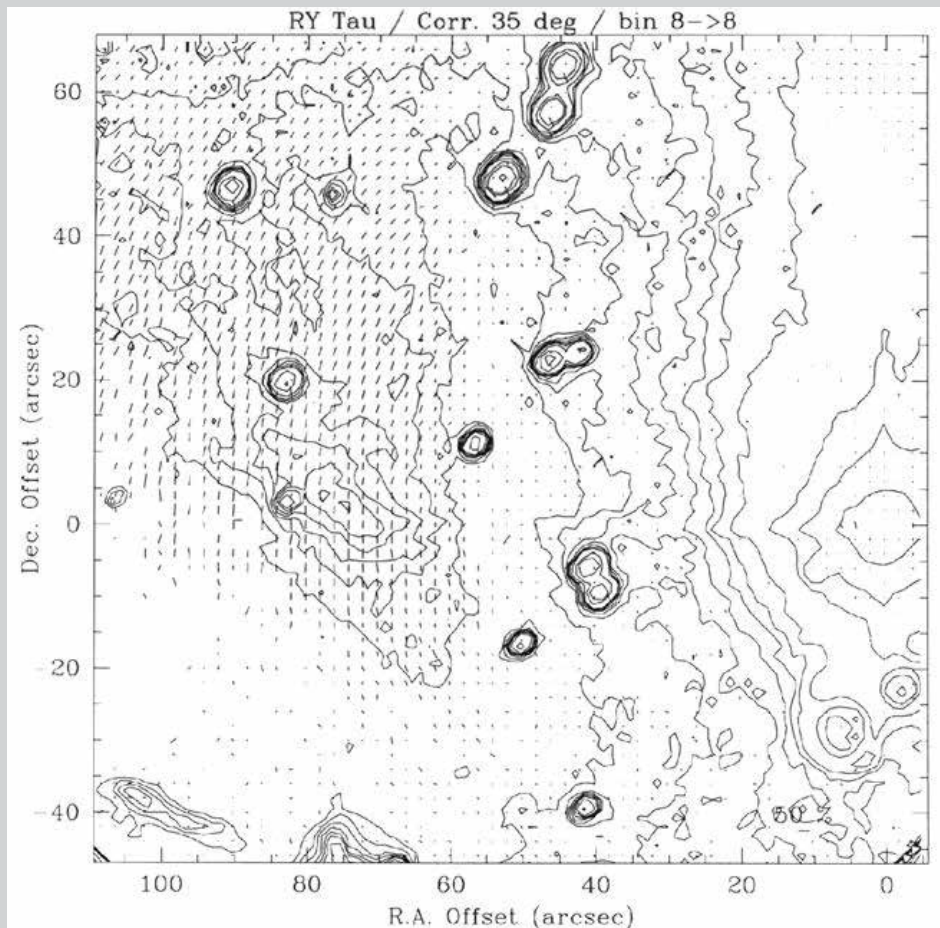
Page précédente : La nébuleuse associée à l'étoile jeune RY de la constellation du Taureau. L'image est des auteurs (2005 / 2015); elle a été réalisée à l'aide du télescope Gemini Nord, situé sur le Mauna Kea à Hawaï. Toutes les images de cette région dans cet article sont orientées avec le nord en haut et l'est à droite.

1 HERBIG, George H. « Observations of RY Tauri », *Astrophysical Journal* Vol. 133, N° 1 (1961), p. 337–340.

été prises, la première au télescope de 3 m (120") et la seconde avec le télescope Crossley de 910 mm (36"), tous deux à l'Observatoire Lick. Sur ces images, Herbig se rendit compte que la nébuleuse qui s'étend vers le nord à partir de RY Tauri était devenue très faible; l'étoile était à ce moment près de son minimum de luminosité.

La comparaison des images de 1947, 1957, 1959, et 1960 a permis à Herbig de mettre en évidence que la nébuleuse au nord-ouest de l'étoile était devenue aussi peu lumineuse que la nébuleuse au nord-est, qui était toujours de très faible luminosité. Il devenait donc évident que la nébuleuse au nord-ouest est éclairée par l'étoile, ce qui est un cas classique des étoiles T Tauri^[1]. Par contre, il n'était pas clair à l'époque si l'autre nébuleuse (au nord-est) est aussi éclairée par l'étoile...

Carte 1 : Polarisation de RY Tauri [avec filtre (I)]. Confirmé par des observations à l'OMM, le patron général des vecteurs de polarisation observés sur la carte nous permet de déduire que la lumière de l'étoile RY Tauri éclaire la nébuleuse au nord-est de celle-ci (la nébuleuse est à gauche; l'étoile à l'extrême droite, aux coordonnées (0, 0)). On peut conclure que cette nébuleuse est à la même distance de nous que RY Tauri, et fait donc partie de la nébuleuse associée à cette même étoile. Crédit : V. Ross / P. Bastien (OMM) / 1999-11-08.



Pour nous, il y avait donc cet aspect obscur à explorer : la nébuleuse qui s'étend vers le nord-est fait-elle partie intégrale du complexe associé à l'étoile ou pas ? Sur les images, on constate que le grand axe de celle-ci est presque à angle droit par rapport au grand axe de celle qui s'étend vers le nord-ouest. On se serait attendu à une symétrie bipolaire pour ce type de nébuleuse, soit deux lobes face à face, mais dont les ouvertures sont opposées l'une à l'autre.

À la fin de 1999, l'équipe de Pierre Bastien (Université de Montréal) observe, avec un imageur polarimétrique installé à l'observatoire du Mont-Mégantic (Québec), cette nébuleuse allongée qui s'étend vers le nord-est de l'étoile. Leur étude a mis en évidence que celle-ci est aussi éclairée par la lumière de RY Tauri. Une carte de cette région (en bas à gauche) présente des vecteurs de polarisation bien centrosymétriques sur la position de l'étoile. Ces observations ont été une belle surprise pour nous, puisqu'au début, nos espoirs dans le projet RY Tauri consistaient principalement à obtenir des observations pour tenter de détecter des variations de luminosité dans l'autre section de la nébuleuse située au nord-ouest de l'étoile, et peut-être arriver à conclure à une quelconque périodicité en corrélation avec les variations de luminosité de l'étoile.

Nos observations 1993-2013

Donc en 1993 et 1994, nous avons pointé le télescope de 310 mm de notre petit observatoire sur cette étoile et obtenu plusieurs séries d'images. Sur celles-ci, on peut détecter quelques variations de luminosité de l'étoile, et peut-être

un peu de variation de la nébuleuse. Cependant, nos attentes n'étaient pas trop grandes, puisque beaucoup d'autres observateurs (dont des professionnels, avec de gros instruments) avaient déjà observé cet objet en ce sens bien avant nous, sans grand succès.

La nébuleuse associée à RY Tauri était donc pleine de mystère, particulièrement à l'époque (début des années 1990). On estimait sa distance à ~ 140 pc (~ 450 a.-l.); elle s'étendrait donc sur le ciel sur près de $\frac{2}{3}$ d'année-lumière. L'étoile RY Tauri est une variable irrégulière, dont la magnitude va de $\sim 9,3$ à $\sim 11,7$ ^[2], mais la nébuleuse peut être de magnitude beaucoup plus faible. L'étoile est située à (J2000.0) $\alpha = 04$ h 21 min 57,942 sec et $\delta = 28^\circ 26' 34,98''$ ^[3], elle présente une polarisation importante, qui peut excéder 5 %, avec un angle de position^[4] d'environ 20° ^{[5][6]}.

Pour nous c'était très difficile, avec de si petits instruments, d'atteindre la résolution spatiale nécessaire pour résoudre la surface de la nébuleuse suffisamment pour arriver à détecter

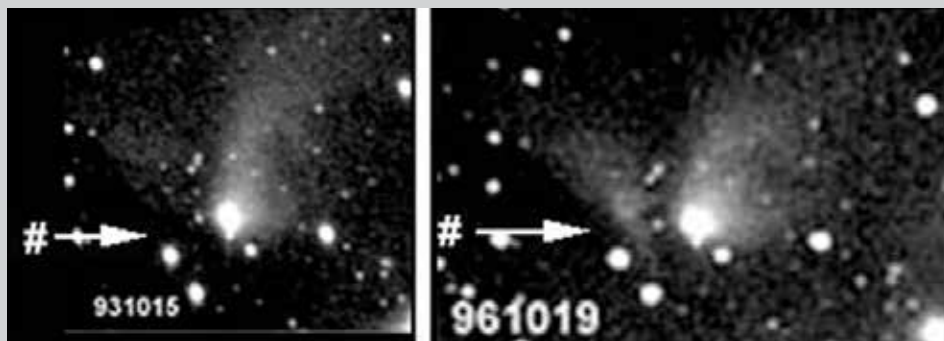
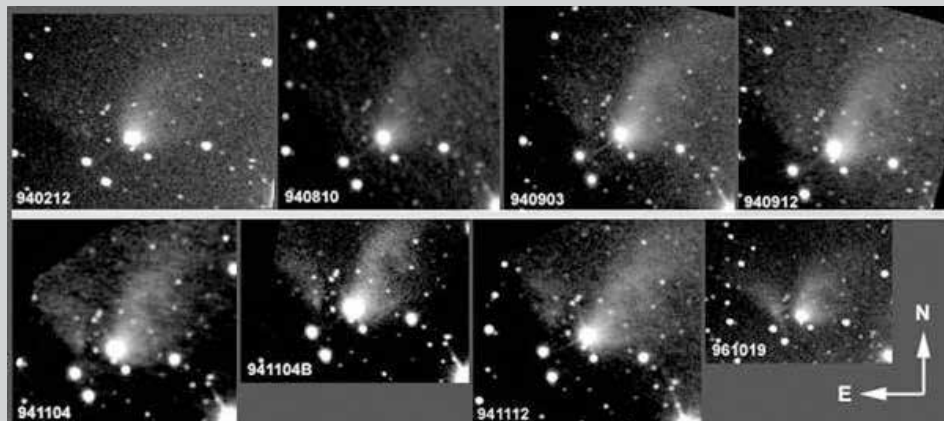


Image 1 : Illustration de la variabilité de la nébuleuse au nord-est de RY Tau, presque absente en 1993, mais bien visible en 1996. Crédit : G. St-Onge et L. Morin (1993 / 1996).

un peu plus la morphologie de celle-ci; de plus, les mauvaises conditions atmosphériques du Québec nous limitent davantage en ce sens. Par contre, nous sommes quand même arrivés à observer quelques changements de la morphologie apparente de cette nébuleuse. Entre la fin de 1993 et la fin de 1996, la nébuleuse secondaire qui s'étend vers le nord-est a montré quelques changements d'intensité, tel qu'illustré sur l'**image 1** (ci-dessus à droite). On peut y constater que la région à l'est de l'étoile, indiquée par la flèche, est devenue plus intense en 1996, alors qu'en 1993 elle était presque absente. Notre curiosité a été d'autant plus grande que c'est dans cette région qu'en novembre 1994, deux ans auparavant, nous avons détecté une source en émission assez ponctuelle et très intense, qui est disparue comme elle est venue. Celle-ci est présente sur nos deux images du 4 novembre (**image 2**, en bas à droite). L'**image 3** (page suivante,

Image 2 : Les images 941104 et 941104B montrent la source en émission juste à l'est de l'étoile. Ces premières images permettent de constater le changement apparent de la nébuleuse secondaire au nord-est entre 1993 et 1996. Malheureusement, nous n'avons pas pu prendre d'images en 1995.

- 2 PETROV, Pavel P., et autres. « Brightening of the T Tauri star RY Tauri in 1996. Photometry, polarimetry and high-resolution spectroscopy ». *Astronomy and Astrophysics* Vol. 341, N° 1 (1999), p. 553–559.
- 3 ST-ONGE, Gilbert et Pierre BASTIEN. « A Jet Associated with the Classical T Tauri Star RY Tauri ». *The Astrophysical Journal* Vol. 674, N° 2 (2008), p. 1032–1036.
- 4 L'angle de position d'un jet, d'un compagnon par rapport à la primaire d'une étoile double visuelle, ou encore du vecteur de polarisation (plan préférentiel de vibration de la lumière) est mesuré à partir de la direction du pôle nord céleste en augmentant vers l'est, dans le sens antihoraire.
- 5 BASTIEN, Pierre. « A linear polarization survey of T Tauri stars ». *Astronomy and Astrophysics Supplement Series* Vol. 48, N° 1 (1982), p. 153–164.
- 6 BASTIEN, Pierre. « Erratum — A Linear Polarization Survey of T Tauri Stars ». *Astronomy and Astrophysics Supplement* Vol. 48, N° 3 (1982), p. 513–518.



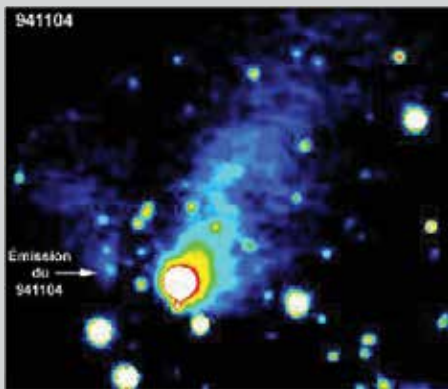


Image 3 : Agrandi de la source d'émission détectée sur les images du 4 novembre 1994. On voit bien que cette source est très lumineuse et bien définie à un endroit où aucune étoile intense n'a été observée auparavant. Cette région nous a plutôt montré occasionnellement des nébulosités très pâles, minces, et allongées sur l'axe nord-est / sud-ouest.

en haut à gauche) se concentre plus particulièrement sur la région en émission du début novembre 1994.

Donc en 1996 on peut observer la nébuleuse secondaire (vers le nord-est) devenir plus intense; elle le reste pour une grande période, puisqu'on la détecte encore intense sur des images des années 2000.

Une des meilleures images de cette époque est certainement celle prise par Denis Bergeron (**image 4**, en bas à gauche); elle nous a permis de voir l'ensemble des deux nébuleuses sur le ciel. On y voit bien que la région juste à l'est, tout près de l'étoile, est encore intense.

Nous savions que cet objet était tout à fait passionnant; nous avons pu voir évoluer la morphologie apparente de la nébuleuse et l'étoile varier d'intensité. En prime, une source en émission, juste à l'est de l'étoile, a été observée fin 1994; nous ne savions pas du tout comment l'interpréter. Il fallait donc accéder à un bien meilleur instrument pour effectuer des observations à très haute résolution et peut-être alors pouvoir résoudre la surface de cette nébuleuse et comprendre un peu mieux ce qui s'y passe...

Des images à très haute résolution

En 2004, les responsables de l'observatoire Gemini Nord et du Télescope Canada-France-Hawaï (TCFH), qui se situent sur le Mauna Kea à Hawaï, décident d'organiser un concours pour les clubs d'astronomie canadiens; ceux-ci pouvaient présenter une demande de temps aux télescopes pour réaliser un projet d'observation. Deux projets ont été sélectionnés au Canada pour une heure de temps au CFHT et une

heure de temps au grand télescope Gemini Nord; ce dernier projet était d'observer RY Tauri, présenté par l'un de nous (Gilbert St-Onge) et Lorraine Morin au nom du Comité d'analyse des faits scientifiques (CDADFS) et du Club d'astronomie de Dorval.

Après la réception des images, en mai 2005, Gilbert s'est associé à Pierre Bastien, astrophysicien à l'Université de Montréal, pour obtenir du temps de télescope additionnel à quelques reprises à l'observatoire Gemini Nord afin d'étudier la variabilité de cet objet fascinant.

Les images de 2005 ont révélé la présence d'un jet de matière à l'angle de position 295° (ouest), s'étendant sur $31''$ à partir de RY Tauri, ainsi que d'un contre-jet en direction opposée jusqu'à $3,5'$ de l'étoile et se terminant par un choc en forme d'arc; il s'agissait d'un nouveau jet, observé pour la première fois! Il a été catalogué comme le 938^e objet de Herbig-Haro (HH 938)^[3]. Une comparaison avec une image prise par le Télescope spatial Hubble en 1998 a montré un nœud, qui est le plus brillant des nœuds visibles en 2005; cette identification nous a permis d'estimer la vitesse du jet dans le plan du ciel à 165 km/s. Des nœuds visibles dans le jet ont été détectés très près de l'étoile. Avec la vitesse estimée, cela indique un âge dynamique de ces nœuds internes de moins de 10 ans. Il s'agit donc d'un jet très jeune et encore très actif^{[3][7]}.

La morphologie de la nébuleuse à haute résolution

Discutons maintenant de quelques aspects de la morphologie de la



Image 4 : Cliché pris par Denis Bergeron.

7 ST-ONGE, Gilbert. « Aveuglé par le visible ! » *Astronomie-Québec* Vol. 1, N° 4 (2012), p. 24-27.

nébuleuse RY Tauri qu'il a été possible de détecter grâce aux performances exceptionnelles du grand télescope Gemini Nord de 8 m d'ouverture, en nous concentrant sur un aspect particulier à celle-ci, soit les grands arcs filiformes qui occupent une grande région de cette nébuleuse. L'**image 5** (en haut à droite de la page suivante) détaille la morphologie de la nébuleuse : Au nord, les deux nébuleuses plutôt ténues s'étalent en se diffusant, et deviennent de plus en plus pâles jusqu'à disparaître. Elles présentent des structures imprécises. Plus au sud, on peut détecter de grandes structures lumineuses mieux définies, en arcs minces filiformes. Elles sont toutes un peu courbées et s'étalent plutôt dans le sens est-ouest. On les observe principalement dans la grande nébuleuse au nord-ouest, où elles y sont concentrées juste à l'ouest de l'étoile. En y regardant de plus près, on peut aussi en voir sur le ciel au sud de la grande nébuleuse ! De plus, ces dernières se présentent aussi dans la nébuleuse secondaire, comme si elles s'y prolongeaient, à l'est de l'étoile !

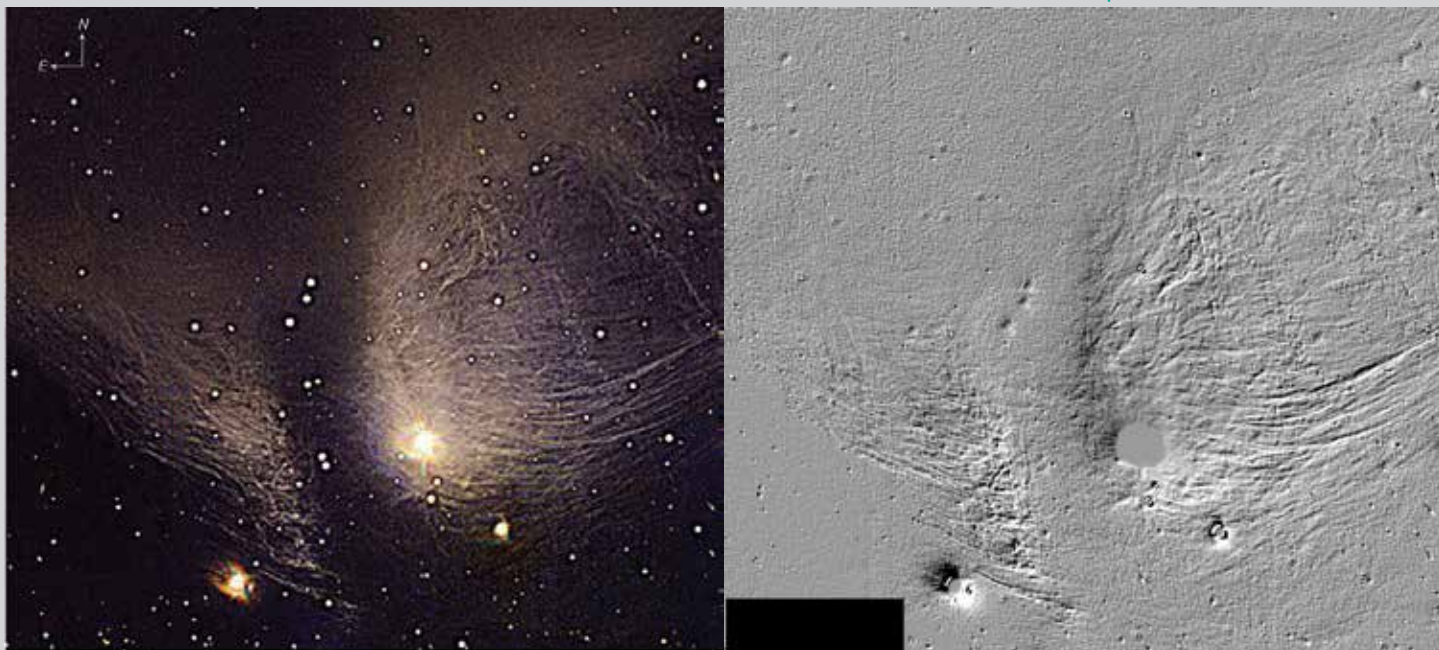


Image 5 : Morphologie de la nébuleuse.

Les filaments lumineux dans la nébuleuse

Les **images 6a** et **6b** (ci-dessous) permettent de constater que, dans la nébuleuse principale, deux grands patrons forment des structures filiformes lumineuses. Ces deux

Images 6a (à gauche) et 6b (à droite) :
Ces images ont été spécialement traitées pour faire ressortir les filaments.



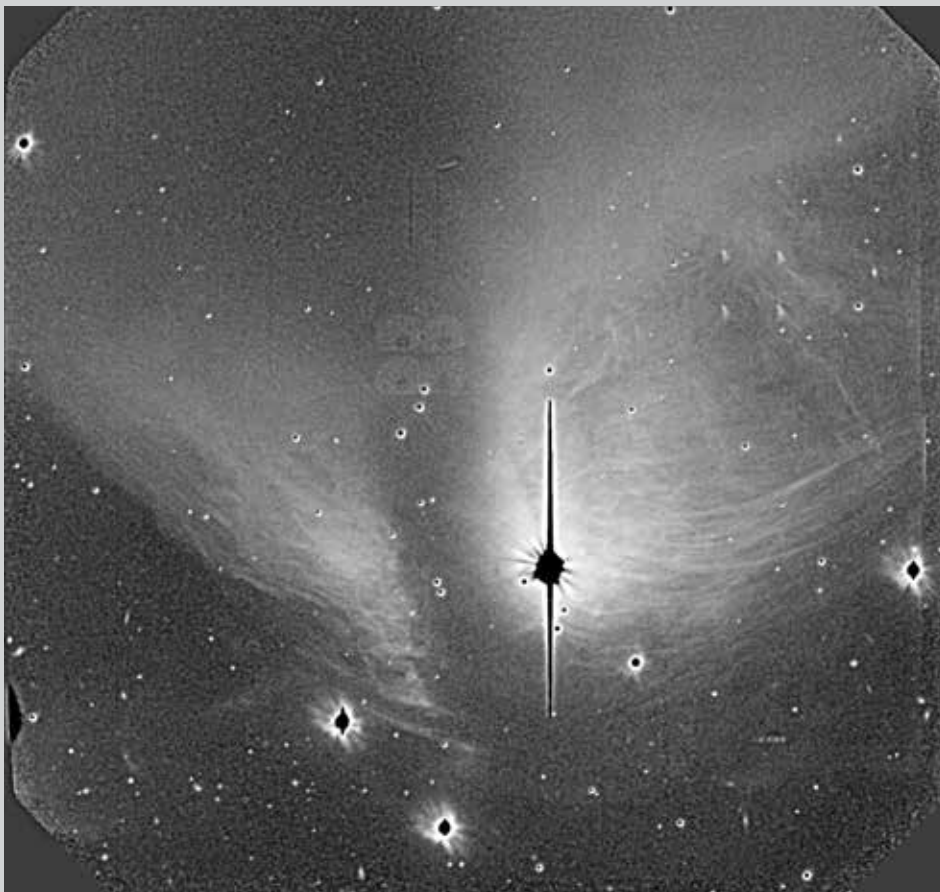


Image 6c : Les filaments lumineux dans la nébuleuse, en lumière H α . Cette image est le résultat de la soustraction du continuum de l'image H α ; elle présente donc l'émission H α dans la région autour de RY Tauri. On y voit bien le grand contre-jet au sud-est de l'image. De même, des arcs filiformes sont aussi détectés (de même que quelques artefacts).

images ont été traitées pour faire ressortir les filaments les plus pâles, même à de petites échelles. Les filaments les plus au nord (centre-ouest de la nébuleuse principale) sont plutôt pâles, droits, et orientés grosso modo est-ouest. Plus au sud, ils sont bien arqués vers le sud et plus intenses. Puis, au sud de la nébuleuse, ils restent bien arqués, mais pâlisent jusqu'à disparaître sur le ciel.

La nébuleuse secondaire semble suivre au même niveau le même patron courbe; toutefois, les arcs lumineux y sont moins bien alignés, moins organisés.

De façon surprenante, ces arcs s'observent aussi en lumière de l'hydrogène alpha (H α ; voir l'**image 6c**, ci-dessus). De telles structures ont déjà été détectées dans le continu (voir plus bas, les Pléiades), mais pas en émission. Il faut que l'hydrogène dans les

filaments soit ionisé par l'étoile pour expliquer cette détection. RY Tau ne devrait normalement pas être assez chaude pour faire cela, puisque sa température de surface est inférieure à 10 000 K. Les étoiles plus chaudes — et donc aussi plus massives — que RY Tauri peuvent ioniser leur environnement.

Nous avons envisagé la possibilité qu'une source assez massive proche, située au nord de la nébuleuse, aurait pu ioniser la matière et, par des vents stellaires, pousser sur des matériaux de la nébuleuse et ainsi créer ces arcs lumineux. Toutefois, aucune étoile suffisamment massive, donc encore plus brillante que RY Tau, n'est visible dans les nuages moléculaires du Taureau...

RY Tau est toutefois une étoile très jeune, qui éjecte de la matière. On estime que ces étoiles peuvent avoir des vents stellaires jusqu'à 100 fois plus puissants que celui du Soleil présentement. D'ailleurs, Skinner et son équipe^[8] ont détecté des rayons X de basse énergie en provenance d'une extension de l'étoile dans la direction du jet, et aussi une autre composante très énergétique avec une température de 10^8 K. On soupçonne que jusqu'à 25 % des jets des étoiles jeunes émettent des rayons X, mais le phénomène a été peu étudié jusqu'à maintenant. Les rayons X, du moins leur composante la moins énergétique, produisent des chocs qui génèrent l'émission dans les jets; est-ce que le rayonnement plus énergétique pourrait être responsable de l'émission en H α dans les filaments?

⁸ SKINNER, Stephen L., Marc AUDARD, et Manuel GÜDEL. « Chandra evidence for extended structure in RY Tau. » *The Astrophysical Journal* Vol. 737, N° 1 (2011), article N° 19, 11 pages.

Nous avons aussi cherché d'autres nébuleuses associées à des étoiles jeunes qui présenteraient de telles formes en arcs dans la même région, soit dans le grand nuage du Taureau. Il y a bien une petite ressemblance avec deux étoiles des Pléiades, soit Mérope et Maïa, qui sont entourées de quelques nébulosités plutôt filiformes, mais celles-ci ne sont pas détectées en hydrogène alpha; il s'agit plutôt de nébuleuses par réflexion, non émissives — voir les **images 7a** et **7b** des étoiles Alcyone et Mérope, prises par Yves Tremblay^[9] (ci-contre, en haut et en bas).

Sur l'**image 7a**, en lumière visible (RGB), on peut facilement voir les nébuleuses en filaments devant l'étoile Mérope (en bas un peu à gauche). Ces nébuleuses ressemblent un peu aux filaments trouvés dans la nébuleuse de RY Tauri, mais ils sont bien moins organisés.

Sur l'**image 7b**, prise à l'aide d'un filtre H α , on constate que, même en utilisant un plus grand télescope et de longues poses, les nébuleuses en filaments de Mérope ne sont plus détectées. Ceci est en accord avec le fait que les nébuleuses des Pléiades sont des nébuleuses par réflexion et non pas à émission comme celles de l'étoile RY Tauri^[10].

Résumé

Nos observations de cette étoile jeune qu'est RY Tauri et de son environnement ont permis de mettre en lumière plusieurs caractéristiques d'intérêt.



Image 7a (ci-dessus) : Les Pléiades en lumière visible (RGB), plus particulièrement la région des étoiles Alcyone (en haut) et Mérope (en bas).
Crédit : Yves Tremblay.

La plus importante est sans doute la découverte du jet bipolaire HH 938^[3], comme nous l'avons vu plus haut; bien des astronomes ont tenté avant nous de le détecter. Nous continuons à documenter la morphologie et l'évolution de ces jets depuis près de dix ans.

Nos observations ont mis en évidence des changements d'intensité et de la morphologie apparente de

Image 7b (ci-dessous) : La même région des Pléiades que celle sur l'image 7a, mais cette fois dans le domaine de l'émission de l'hydrogène alpha (H α). Le télescope utilisé pour ces deux images est un Ritchey-Chrétien de 200 mm (8") d'ouverture à $f/8$. Cette image résulte d'une pile de sept images de 120 s en bin 3 avec un filtre H α .
Crédit : Yves Tremblay.



⁹ <http://myastrophoto.com/>

¹⁰ ST-ONGE, Gilbert. « Filtres interférentiels pour imager les objets célestes. Troisième partie. » *Astronomie-Québec* Vol. 1, N° 3 (2012), p.18–21.

Image 8 : Comme on le voit sur cette image, une grande bande de matériaux sombres sépare les deux nébuleuses. Ceux-ci obscurcissent complètement certaines régions en lumière visible juste à l'est-sud-est de l'étoile. Plus loin au sud-est, on peut voir quelques traces (en rouge) du grand contre-jet qui provient de l'étoile. Cette région du ciel, située au sud-est de l'étoile, est celle qui montre la meilleure transparence; on peut y voir plusieurs galaxies dans un ciel bien profond.



la nébuleuse, qui s'associent aux variations d'intensité de l'étoile RY Tauri, la source lumineuse qui éclaire les nébuleuses.

Puis, la mise en évidence des arcs lumineux émissifs en H α , qui sont assez particuliers à cette nébuleuse. Comment les expliquer? Comment les décrire? Comment les mesurer? Quelle en est la cause? etc. Donc beaucoup plus de questions que de réponses...

Enfin, nous avons mis en évidence la grande région sombre entre les deux nébuleuses (voir l'**image 8**).

Arrêtons-nous là; vous aurez compris qu'il y a encore bien des choses qui demeurent obscures.

Lectures additionnelles

ST-ONGE, Gilbert et Lorraine MORIN. *Découverte d'un Jet supersonique près de l'objet stellaire jeune RY Tauri 1993-1999* · http://www.astrosurf.com/stog/Travaux-Recherches-%C9tudes/xrytau_1/ryt_francais_page1.htm

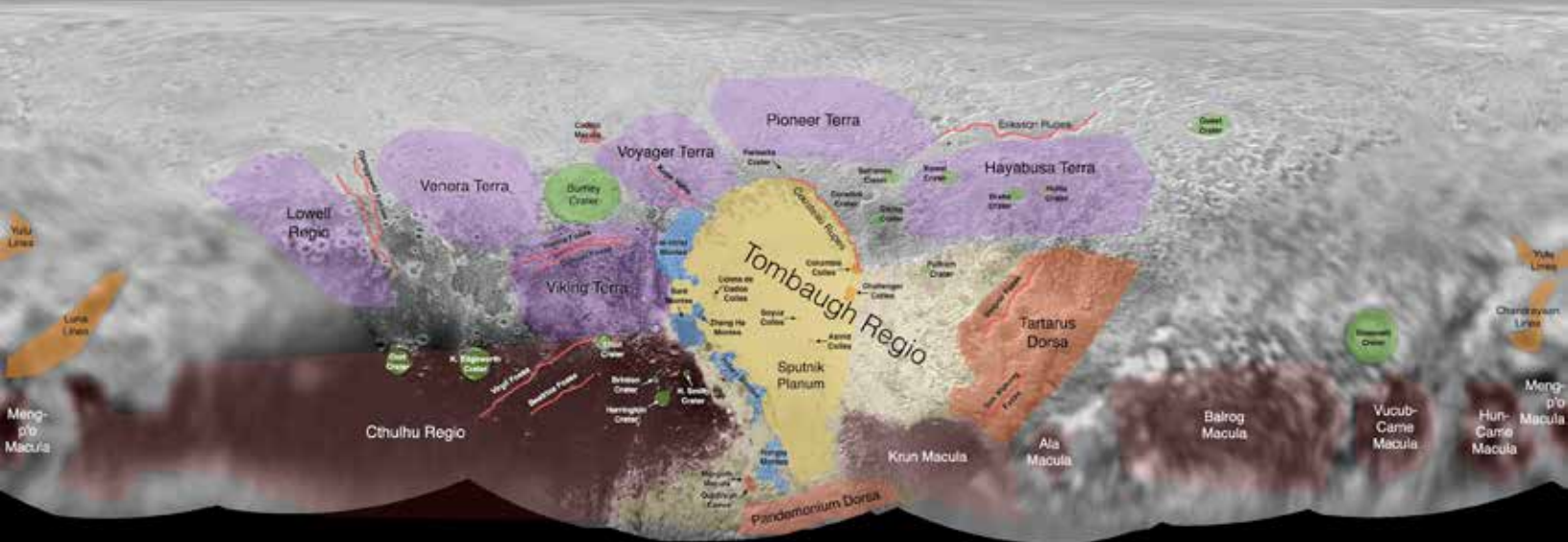
McCLEARY, Jacqueline, et autres. « Understanding the Nature of RY Tau's Dark Lane » *Bulletin of the American Astronomical Society* Vol. 39 (2007), p. 849.

CABRIT, Sylvie, et autres. « Forbidden-line emission and infrared excesses in T Tauri stars - Evidence for accretion-driven mass loss? » *Astrophysical Journal*, Part 1, Vol. 354, N° 2 (1990), p. 687-700.

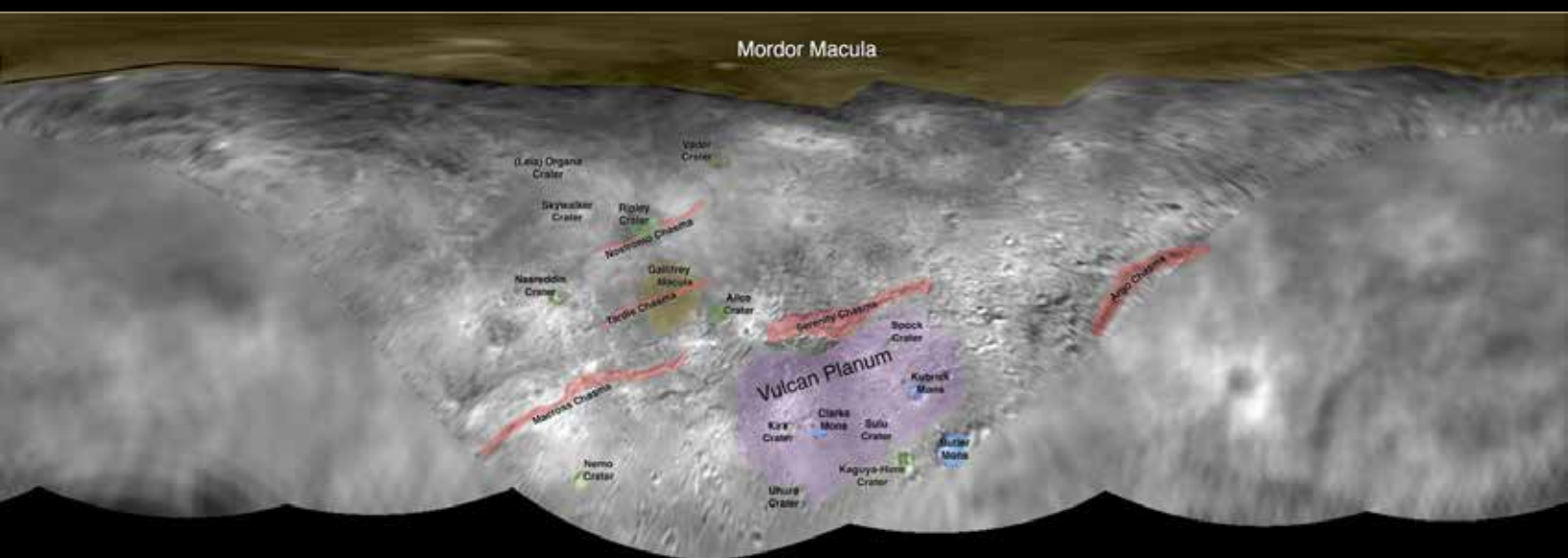
ZAJTSEVA, Galina V. « Analysis of a 30-year series of photoelectric observations of RY Tauri. I. Search for possible periodicities. » *Astrophysics* Vol. 53, N° 2 (2010), p. 212-226.

ISMAILOV, Nariman Zeynalabdi, et autres. « Variability of the Spectrum and Brightness of RY Tau. » *Astronomy Letters* Vol. 37, N° 11 (2011), p. 783-790.

La plupart des articles sont disponibles sur <http://adsabs.harvard.edu/>



Informal Names for Features on Pluto



Informal Names for Features on Charon

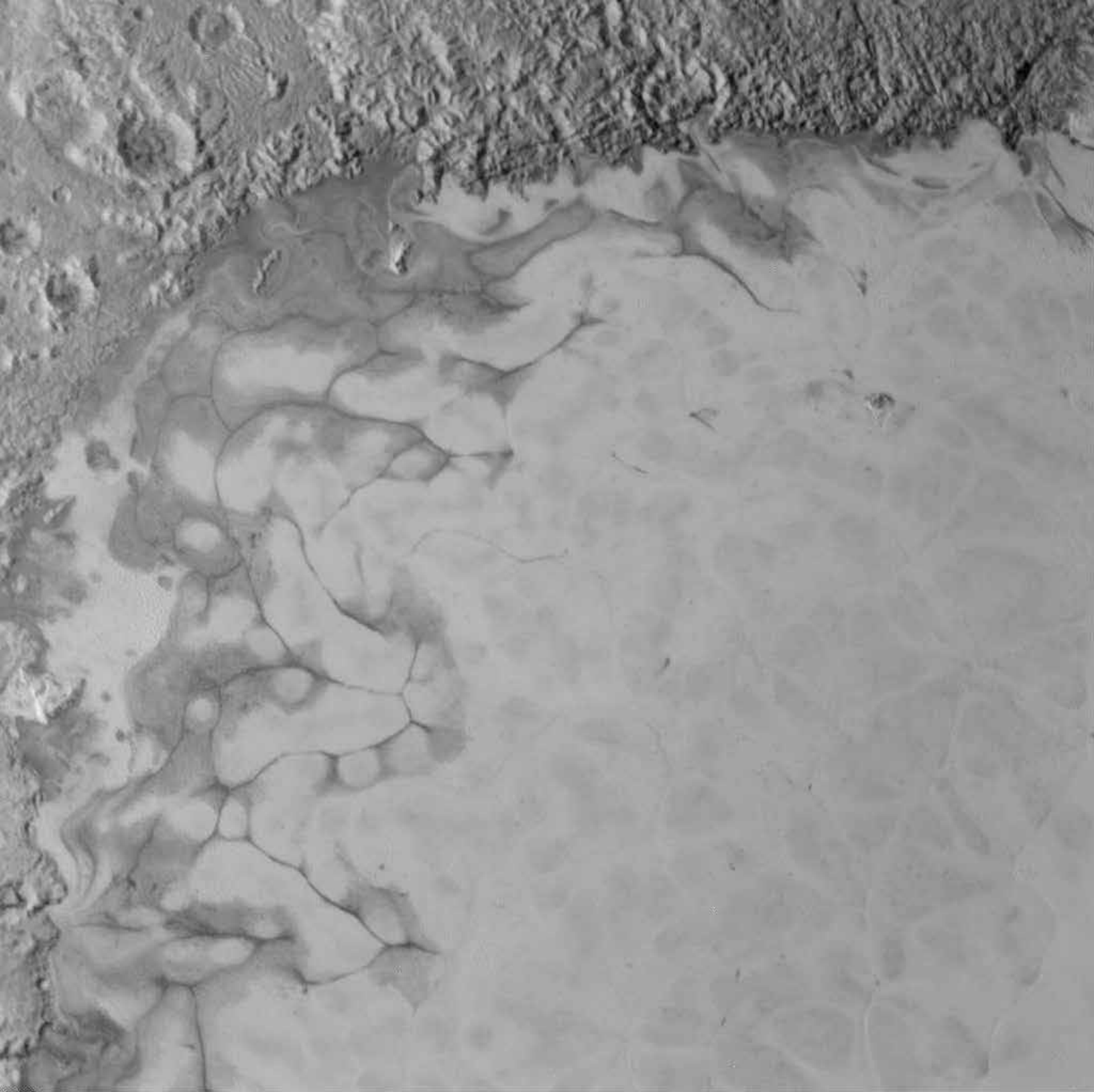
Cartes de Pluton et de Charon

Crédit : NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute.

L'image du dessus montre les noms provisoires utilisés par l'équipe de New Horizons pour les caractéristiques de surface de Pluton, tandis que celle du dessous montre ceux utilisés pour la plus grande lune de Pluton, Charon. Ces surnoms n'ont pas encore été approuvés par l'Union astronomique internationale (UAI).

Source de l'image du haut : <http://www.ourpluto.org/maps>

Source de l'image du bas : <http://i.space.com/images/i/000/049/271/original/informal-names-charon.jpg>

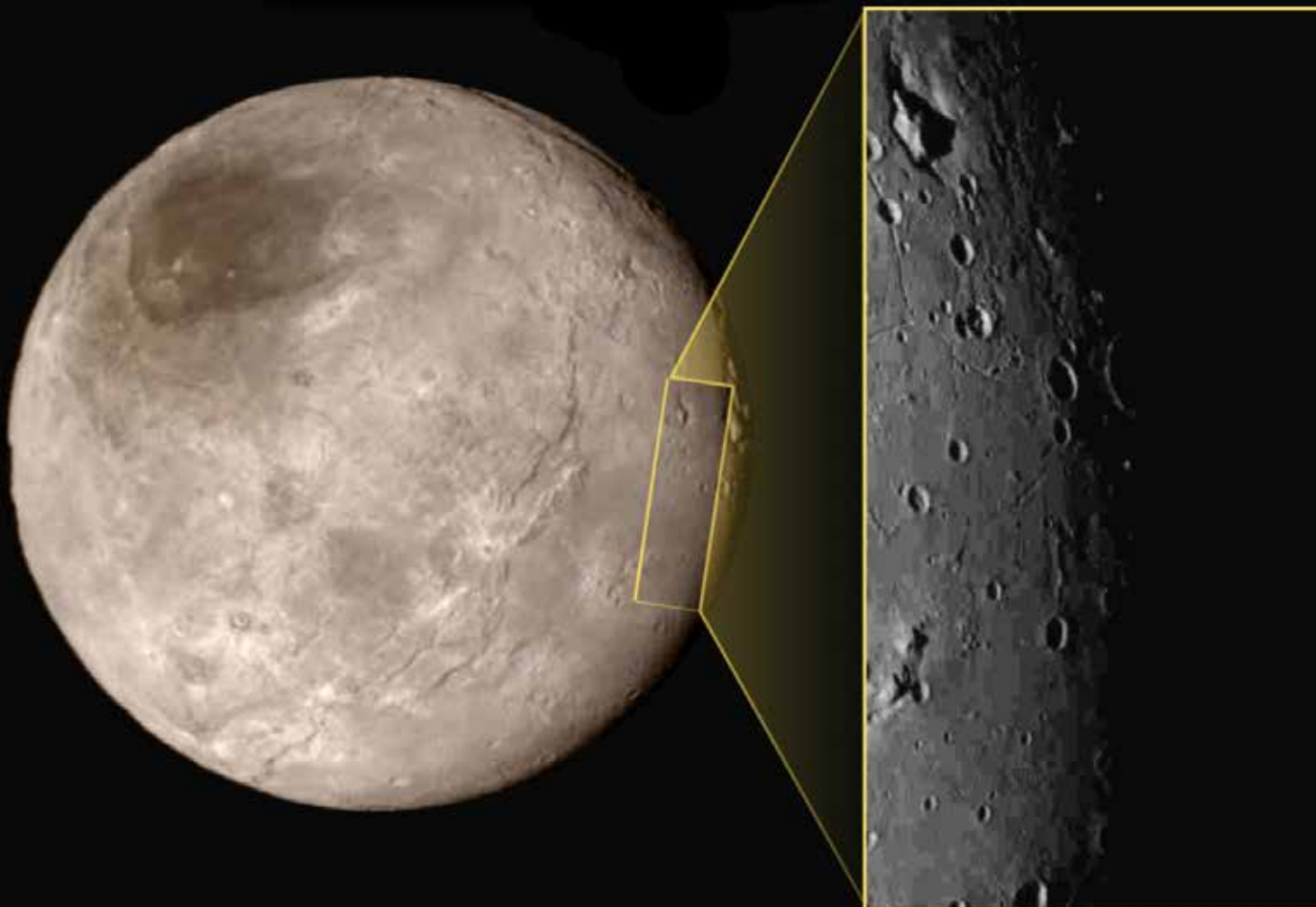


La surface de Pluton, vue de 100 000 km

Crédit : NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute.

Cette image montre ce qui pourrait être des coulées de glace sur Pluton. Les scientifiques de l'équipe de la mission New Horizons de la NASA croient que cela constituerait une preuve d'activité géologique récente (quelques dizaines de millions d'années au maximum).

Source : http://pluto.jhuapl.edu/soc/Pluto-Encounter/data/pluto/level2/lor/jpeg/029917/lor_0299174713_0x632_sci_5.jpg

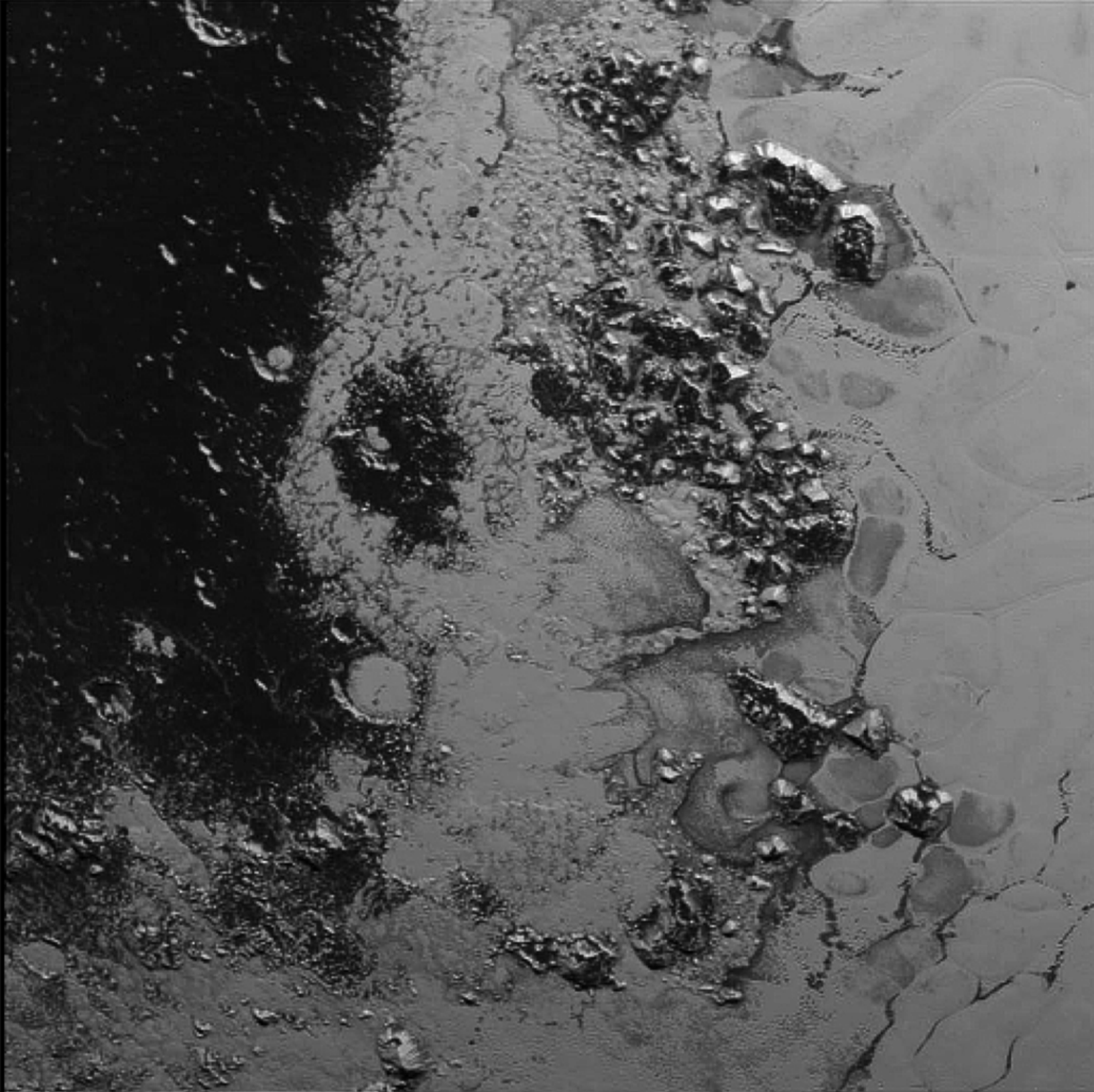


Charon, vu de 79 000 km

Crédit : NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute.

Cette image d'une région de Charon, le plus grand satellite de Pluton, montre une caractéristique captivante : une dépression avec un pic au milieu, visible ici dans le coin supérieur gauche. L'image montre une zone d'environ 390 km de haut en bas, avec quelques cratères visibles.

Source : <http://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/charon-closeup2.jpg>



La surface de Pluton, vue de 77 000 km

Crédit : NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute.

Une chaîne de montagnes nouvellement découverte près du bord sud-ouest de Tombaugh Regio (« région Tombaugh » ; nom informel donné par l'équipe de New Horizon, en instance d'approbation par l'Union astronomique internationale) en forme de cœur sur Pluton, située entre des plaines glacées brillantes et un terrain fortement cratérisé sombre. Les plus petits détails mesurent environ 1 km sur l'image en pleine résolution (voir ci-dessous). Ces pics gelés mesureraient environ 1–1,5 km de haut.

Source : <http://pluto.jhuapl.edu/Multimedia/Science-Photos/pics/nh-pluto-mountain-range.png>

La Lune t'écoëure ?

Montes Recti... ou le squelette compteur de chiffres de Karl-Antoine !

Vous devez vous demander où je m'en vais avec un titre comme celui-là...

Au nord de la mer d'Imbrium et à l'ouest du gros cratère Platon se trouve Montes Recti, une chaîne de montagnes isolée qui fait penser à une île. Elle se démarque du fait qu'elle est rectiligne, d'où son nom latin qui signifie « Monts Droits ». Sa formation date d'il y a 3,8 à 3,2 milliards d'années. On peut mieux l'observer deux jours après le premier quartier ou une journée après le dernier quartier, et elle paraît à la carte #11 de l'Atlas de la Lune d'Antonin Rükl.

Une montagne de 94 km de long, 20 km de large et 1800 m de hauteur, jusque là, c'est banal et n'a rien de spécial... Toutefois, si vous l'observez avec un grossissement au-delà de 300×, votre imagination vous fera voir une sorte de squelette « humanoïde » vu de côté. Sa tête est à droite sur les photos (prises par la sonde Lunar Orbiter), et il a un œil fortement exagéré. Le cratère qui forme l'œil se nomme Montes Recti B ; peu de gens savaient cela... avant de lire cet article ! On pourrait même imaginer que le squelette a un foulard sur la tête, avec une partie qui traîne derrière ; l'effet est stupéfiant !

Bon, va pour le « squelette », mais que compte-t-il ? La photo du haut de la page suivante montre que l'on peut apercevoir les chiffres 1, 2, 3 et même 4 entre la taille et le pied du squelette. L'effet est plus facile à voir quand l'ombrage du terminateur est bien positionné, et à grossissement plus faible, ce qui est le cas sur la deuxième photo, en bas de la page suivante ; nous y avons tracé les chiffres pour plus de clarté. Ces « chiffres » proviennent d'un pur hasard de jeux d'ombrages uniquement ; eh ! non, ce ne sont pas des extraterrestres qui nous ont laissé un message... quoique c'est plutôt amusant de l'imaginer tout en observant !

Mais qui est Karl-Antoine ? C'est un jeune garçon d'une dizaine d'années qui m'a montré que l'on pouvait voir des chiffres sur ces photos. Je lui ai promis que j'y référerais comme étant « les chiffres de Karl-Antoine », et il en était très fier !

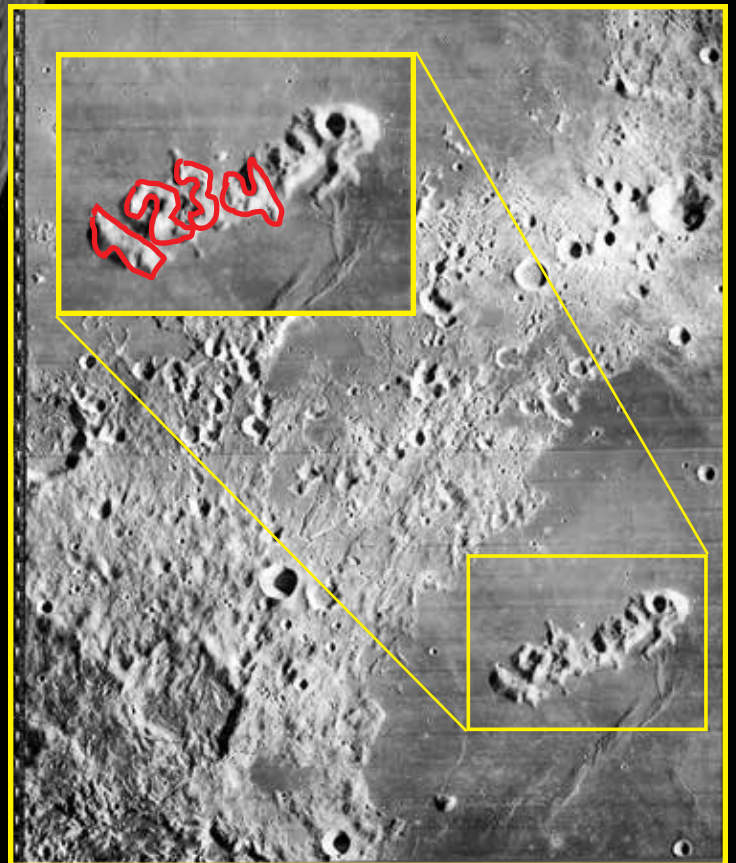


Choque-toi pas ; va jouer avec !



Profitez-en aussi pour observer les rides (*dorsum* en latin) au sud de Montes Recti ; une crête ou une structure généralement allongée et surélevée. Elles ont été créées par le refroidissement et la contraction de la lave ; l'effet fait penser à une vague dans les mers lunaires. Elles sont très belles quand la lumière du soleil les éclaire à angle rasant.

Bonnes observations !



avec **Pierre Tournay**





Le fantôme d'une étoile en fin de vie

Crédit : ESO.

Cette magnifique bulle, aussi étincelante que le fantôme d'une étoile qui hanterait l'obscurité de l'Univers, peut sembler surnaturelle et mystérieuse. En réalité, elle constitue un objet bien connu des astronomes : une nébuleuse planétaire, ou les restes d'une étoile en fin de vie. L'image de ce petit objet noté ESO 378-1 — la meilleure obtenue à ce jour — a été capturée par le Très Grand Télescope de l'ESO au nord du Chili.

Par ailleurs baptisé Nébuleuse australe du Hibou, ce globe chatoyant est une nébuleuse planétaire dont le diamètre avoisine les quatre années lumière. Ce surnom fait référence à sa cousine visuelle de l'hémisphère nord, la Nébuleuse du Hibou. ESO 378-1^[1], aussi appelée PN K 1-22 et PN G283.6+25.3, se situe dans la constellation de l'Hydre (le Serpent d'Eau Femelle).

À l'image des autres nébuleuses planétaires, ESO 378-1 est un phénomène de durée de vie relativement courte — de l'ordre de quelques dizaines de milliers d'années — comparée à la durée de vie des étoiles, typiquement plusieurs milliards d'années^[2].

[...]

Notes

1. La figuration du terme ESO au sein de l'appellation de cet objet fait référence à un catalogue d'objets constitué dans les années 1970 et 1980 à partir de l'analyse rigoureuse de nouveaux clichés acquis par le télescope Schmidt de 1 mètre de l'ESO à La Silla.
2. Comparer la durée de vie d'une nébuleuse planétaire à celle d'une étoile revient à comparer la durée de vie d'une bulle de savon à celle de l'enfant qui l'a créée.

Texte complet au <http://www.eso.org/public/france/news/eso1532/>