

Astronomie *Québec*

Vol. 3 • No. 5 • Janvier/février 2015

*Étudier la
poussière
stellaire*



Nous sommes ouverts...

J'ai le plaisir de vous annoncer deux nouvelles directement liées à *Astronomie-Québec* pour 2015. La première est la nouvelle adresse de notre site Web : simplement <http://astronomie.quebec>. Les nouveaux noms de domaine .quebec sont maintenant disponibles depuis le 18 novembre dernier, et *Astronomie-Québec* est fier de faire partie de la toute première vague ! (L'ancienne adresse fonctionnera encore pour quelques mois, avec une redirection.)

Nous avons aussi établi une première collaboration internationale ; nous reprenons deux articles de *L'Astrophile* (« L'Astrophile », un terme équivalent à « astronome amateur »), une revue italienne aussi disponible en anglais sous le titre *Free Astronomy Magazine*. Dans les prochains mois, *FAM* publiera certains articles écrits par l'équipe d'*Astronomie-Québec*. Je vous invite à visiter leur site Web au <http://www.astropublishing.com/>.

Vous avez été nombreux à m'envoyer vos anecdotes d'observation suite à mon dernier éditorial ; j'en publie quelques-unes dans les prochaines pages, et je vous invite à m'en envoyer d'autres pour publication future. Je vous pose aussi une autre question, un peu reliée, à laquelle je vous invite à m'envoyer vos réponses à pierre@astronomie.quebec : Quel est le plus gros problème ou trouble auquel vous avez eu à faire face lors d'une session d'observation ?

Besoin d'inspiration ? Une de mes sessions aurait pu se terminer tragiquement... Mon ami et moi présentions le Soleil au public par projection avec un Newton de 200 mm (8") f/6 non motorisé. Cela permettait à tous de voir en même temps (fini les « Maman... C'est quand, notre tour ? ») et de ne pas défoncer notre budget pour un filtre pleine taille. La vague de public se termine, l'ami et moi discutons entre nous en attendant d'autres visiteurs, et soudain, nous trouvons que ça sent le brûlé... Vous l'avez deviné, la rotation terrestre avait fait son œuvre, le Soleil sortait du champ, et toute son énergie était concentrée sur le rebord de mon oculaire, qui a commencé à fondre ! Heureusement que nous l'avons su à temps ; j'ai pu sauver mon oculaire et le superbe télescope de bois de mon ami n'a pas été la proie des flammes qui se seraient bientôt allumées si nous n'avions rien fait...

Bonne année et bonne lecture !

...avec Pierre Paquette



Notre équipe

Éditeur	Pierre Paquette
Muse	Erin Pecknold
Chroniqueurs	Gilles Boutin Luc Descoteaux Geneviève Dufresne Robert Giguère Seh Kee Horng Stéphane Lemon Pouria Nazemi Normand Rivard Gilbert St-Onge Eddy Szczerbinski Pierre Tournay
Collaborateurs	Simon Coudé Daniel Leclerc Michele Ferrara

Contact

info@astronomie.quebec

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

Facebook : <http://facebook.com/AstronomieQuebec>

Twitter : [@AstronomieQcMag](https://twitter.com/AstronomieQcMag)

Un magazine nommé *Astronomie-Québec* fut publié de 1991 à 2001 par Les Éditions astronomiques. Le présent webzine 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 en son entier 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>

Couverture : Étudier la poussière interstellaire est l'objet de la thèse de doctorat de Simon Coudé (page 28). L'image montre la nébuleuse d'Orion telle que vue par le télescope spatial Spitzer. Crédit : NASA, JPL-Caltech, J. Stauffer (SSC/Caltech).



Dans ce numéro...

- 4 *Astronomie-Québec à l'écoute*
Vos lettres
- 12 *J'aimerais savoir, le ciel et l'espace...*
La Lune et les Hommes
...avec Gilbert St-Onge et Geneviève Dufresne
- 22 *La Lune t'écoeure?...*
Deux belles surprises
...avec Pierre Tournay
- 26 *Essai d'un logiciel...*
Tim
...avec Daniel Leclerc
- 28 *Je CRAQ pour toi...*
Étudier la poussière d'étoiles
...avec Simon Coudé
- 32 *Voir double...*
32 Eridani
...avec Luc Descoteaux
- 34 **HL Tauri**
Une image (presque) révolutionnaire
par Michele Ferrara
- 42 *Coup de soleil...*
Au cœur du Soleil
...avec Stéphane Lemon
- 46 **SpaceShipTwo**
Un coup sérieux au vol spatial privé
par Michele Ferrara
- 54 *De près ou de loin...*
Tchouri sous l'œil de Rosetta
...avec Robert Giguère
- 60 *Danses célestes...*
Super grand angle
...avec Gilles Boutin

- 64 *Astronomie 101...*
Neptune
...avec Eddy Szczerbinski



Gaetan Cormier
Meteorite Collector
Collectionneur de Météorites

VENTE - IDENTIFICATION - EXPERTISE
débutez votre collection dès aujourd'hui!

Membre de la
International Meteorite Collectors Association

<http://gcmeteorites.blogspot.com>



Fier commanditaire de
la Société Royale
d'Astronomie du Canada

Ontario Telescope and Accessories

tél. 905-487-6363

Fier revendeur de
iOptron
Bresser
Explore Scientific
Antares
ZWO Optical
Lumicon
Levenhik
et plus...

Votre source en ligne pour
Montures «GoTo» EQ et
azimutales
Télescopes
Chercheurs
Montures de caméra
Adaptateurs mécaniques
et accessoires

www.ontariotelescope.com

Ontario Telescope and Accessories, Where OTA means more!

Ciel nocturne hivernal

Depuis l'automne, lorsque nous regardons vers le ciel tôt le matin avant le lever du soleil — et de plus en plus tôt à mesure que la saison avance —, nous pouvons voir un « grand chasseur » dans le ciel; c'est la constellation d'Orion. C'est l'une des constellations les plus célèbres du ciel nocturne hivernal.

Nous pouvons aussi voir Sirius en ce moment. Sirius est l'étoile la plus brillante du ciel. Elle a une magnitude visuelle apparente de $-1,46$. L'étoile Sirius est aussi appelée « étoile du chien », nom qui reflète son importance dans sa constellation, Canis Major (le Grand Chien).

L'objet Messier 42 est le deuxième objet de ciel profond le plus brillant du ciel. Il est situé dans la constellation



d'Orion. Dans cette nébuleuse naissent des étoiles. Lorsque nous sommes dans un endroit sans pollution lumineuse et que nous prenons le temps d'habituer nos yeux à l'obscurité, nous pouvons voir cet objet à l'œil nu!

Un autre objet de Messier, le 45^e de la liste de cet astronome français, est l'amas des Pléiades (aussi appelé « les Sept Sœurs »), qui se trouve dans la constellation Taurus, le Taureau. C'est un amas stellaire ayant une nébulosité autour de lui. Pour moi, la chose la plus difficile à capturer est cette nébulosité qui l'entourne, parce que j'habite dans une zone à forte pollution lumineuse^[1] et que pour arriver à photographier cette nébulosité, je dois faire une longue exposition; deux choses qui ne vont pas trop bien ensemble...

Je tiens à remercier mon professeur d'astronomie, William Chin Wei Loon, qui m'aide et me donne beaucoup de conseils dans mon parcours d'astrophotographe. Je tiens aussi à remercier mon école secondaire, la Hua Hin High School,



△ M42, la grande nébuleuse d'Orion, capturée le 10 février 2014 à 00 h 54 locales (TU + 8 h) avec un télescope Meade 16" LX200 GPS et une caméra CCD de modèle STF-8300M de SBIG. Expositions en R:G:B=SIH:Hα:OIII de 20× 30 s, 20× 30 s, et 20× 30 s. Copyright : Observatoire Hin Hua.

[1] La population de Kuala Lumpur, la capitale malaysienne, est de plus de 7,24 millions d'habitants, contre 8,21 pour la population du Québec en entier.



 M45, l'amas des Pléiades, capturé le 23 octobre 2014 à 01 h 38 locales (TU + 8 h) avec un appareil photo Lumix DMC TZ-20 muni d'un objectif de 35 mm ouvert à $f/3,5$. Exposition de 30 secondes à ISO 400. Copyright : Photographie K.H. Seh.

qui me fournit de l'équipement et des lieux qui me permettent de faire de l'observation ! Merci enfin à tous ceux qui me soutiennent et m'encouragent dans mon parcours

d'astronome amateur.

Seh Kee Horng

14 ans

Kuala Lumpur, Malaisie



 La constellation d'Orion, capturée le 2 novembre 2014 à 03 h 33 locales (TU + 8 h) avec un appareil photo Lumix DMC TZ-20 muni d'un objectif de 35 mm ouvert à $f/3,5$. Exposition de 30 secondes à ISO 400. Copyright: Photographie K.H. Seh.

Fait vécu – 1

Je me souviens d'un soir d'été où j'ai demandé à mes parents la permission de me coucher tard afin d'admirer les constellations d'automne, qui illustrent le mythe de Persée : Cassiopée, Céphée, Pégase, Andromède... J'espérais également voir la Baleine, si elle était assez haute au-dessus de l'horizon; elle fait partie du mythe, puisqu'elle représente le monstre marin Cetus qui allait dévorer Andromède.

Donc vers 23 h, je m'habille chaudement et je sors pour habituer mes yeux à l'obscurité. Cassiopée est très visible et, en dessous, je reconnais facilement le grand carré de Pégase. Je prends le coin gauche du carré et je compte 1, 2, 3 pour les étoiles d'Andromède; puis c'est Persée... Mais ça ne marche pas, je suis perdu! Qu'est-ce qui se passe? Je recommence : Cassiopée est bien là, avec son W; alors le carré de Pégase devrait être à droite... Le voici, c'est vraiment un carré. Alors

Andromède est à gauche, sous Cassiopée, puis Persée avec ses deux étoiles... Non! Je ne l'ai pas. Je commence à être inquiet... «Mais qu'est-ce qui m'arrive? Je perds la mémoire? Pourtant, je les connais bien, ces étoiles... Re commençons!»

Après trois ou quatre essais, je réalise qu'il y a quelque chose d'anormal dans le ciel, puis la lumière se fait soudainement: «Algool!» Elle n'est pas là; à sa place, deux petites étoiles insignifiantes. En fait, l'une de ces deux étoiles est bien Algol, mais c'est une étoile double à éclipses et elle est présentement dans son minimum, ce qui a complètement transformé le ciel et m'a littéralement paralysé pendant au moins cinq minutes. Un seul astre vous manque, et tout est dépeuplé!

Je peux donc en témoigner : j'ai été «médusé» par cette étoile que les anciens appelaient «l'Œil de la Méduse», et qui vous change en pierre si vous la regardez.

Roger Gagnon
Montréal, Québec

NDLR : M. Gagnon fut pendant de nombreuses années conférencier au Planétarium de Montréal, avant sa fermeture en octobre 2011, alors qu'il a pris sa retraite. Il a profité de cette retraite pour construire son propre observatoire, dont il a parlé dans La Veillée de nuit de février 2012 (vol. 3, no. 2), page 16, dans l'article «Un observatoire avec une fenêtre?» M. Gagnon a aussi signé l'article «Le baiser de Vénus» dans *Astronomie-Québec* de juillet/août 2012, page 4.



M. Roger Gagnon pendant la construction de son observatoire. Crédit photo : Roger Gagnon.

Le ciel d'avant les Hommes

Loin des effets néfastes de la pollution lumineuse et du changement climatique, en groupe restreint, des ateliers astrophotographiques ont été spécialement conçus pour les passionnés d'imagerie, qu'ils soient



▲ Les Pléiades, M45, photographées dans la nuit du 5 au 6 septembre 2014 à 01 h 00 UT par Patrick Moreaux (de Lyon, France) dans le cadre d'un stage intensif d'astrophotographie de 8 jours et 7 nuits dans le Dahar Jebel N3210 (Tunisie). Sky Quality Meter (SQM) de 21,84. Télescope Newton 150 mm (6") $f/5$ de marque Kepler avec lunette-guide 80 mm $f/5$ de marque Kepler avec filtres UV et IR Cut sur monture HEQ-5 Sky-Watcher mise à niveau avec SynScan GoTo Pro, sans correcteur de coma, appareil photo Canon 1100D non défiltré. Total de 31 poses de 210 s à ISO 800, 5 darks, 5 plus, 5 et offsets bias. Température du capteur de +31 °C. Traitement avec DSS, PHD Guiding, et Backyard EOS. Crédit photo Telescope Expert Tunisie.

astronomes en herbe ou mordus de ciel profond.

Entre mer, montagne et ciel astrométrique, nos « ateliers astrophotos » renouent avec la tradition des expéditions scientifiques du XIX^e siècle en Tunisie. En partenariat avec Optique Unterlinden, nos ateliers vous donneront l'envie de sauter le pas et de tenter l'expérience de l'astrophotographie du ciel profond et de la haute résolution planétaire.

Sous une caméra CCD, un APN ou à l'oculaire ..., les objets célestes tant convoités deviendront réalité sous des cieux étoilés d'une grande pureté et clarté.

Plus proche de l'équateur, sous le 33^e parallèle, le pourcentage de l'hémisphère sud observable augmente, et l'ensemble des objets célestes de l'hémisphère nord sont plus élevés de 12,5° qu'à Montréal et de près de 14° plus qu'à Québec !

Avec plus de 300 nuits astrométriques annuelles, nos lieux d'observation rigoureusement triés sur le volet offrent, en cas de météo propice, des opportunités astrophotographiques d'exception.

Patrick Antoine
astrophototunisie@gmail.com
Telescope Expert Tunisie
Djerba Midoun
Tunisie

Fait vécu – 2

Un soir, je décide d'aller dans mon petit coin observer tout seul et prendre ça relax... J'apporte ma chaise pour pouvoir m'asseoir et observer le ciel quand je ne regarde pas au télescope... À un moment donné, j'entendais les coyotes hurler à 6-7 km de moi (ils sont au Bioparc; voir <http://www.bioparc.ca/>). Je raconte cela sur Facebook en disant à mes amis que c'était cool...

Un peu plus tard dans nuit, j'entends encore des coyotes... mais beaucoup plus près ! Et ceux-ci ne sont vraiment pas nourris par les employés et visiteurs du parc... mais peut-être à 300 ou 400 m de moi... Je me dis « Bah ! Tant qu'ils ne viennent pas me renifler les pieds, je suis correct ! »

Environ une heure plus tard, je me lève de la chaise et là, j'entends très près de moi — assez pour entendre leurs pas — des animaux, coyotes ou autres, qui partent à la course ! Un petit frisson me parcourt le dos...



Un coyote du nord-est (*Canis latrans thomasi*), l'espèce la plus commune dans le sud du Québec avec le coyote de l'est, *Canis latrans* « var. », photographié au Lincoln Park près de Belmont Harbor, Chicago, IL (États-Unis) le 30 novembre 2011. Malgré les frousses de M. Audet et le décès, en 2009, de la chanteuse Taylor Mitchell suite à une attaque de coyote, il est rare que cet animal s'attaque aux humains. Crédit photo : John Picken (via Flickr et Wikimedia Commons).

Voilà le genre d'expérience qui peut nous arriver quand on est seul et qu'on relaxe...

Gino Audet
Bonaventure, Québec
Stardôme
<http://planetariumstardome.com>

Partenariat astro- touristique

Le Club d'Astronomie Jupiter de Trois-Rivières a conclu un partenariat avec une entreprise de la Mauricie dans le domaine du tourisme. En effet, le « Rond Coin » de Saint-Élie-de-Caxton devient par ce partenariat un site privilégié pour l'astronomie, tant pour les membres du club Jupiter que pour les néophytes.

Le Rond Coin (<http://lerondcoin.com>) est un site d'hébergement hors du commun qui offre à ses clients diverses activités, à l'année longue. Le café/restaurant d'accueil est hébergé dans une yourte (construction en bois et en toile typique et d'origine mongole). Les logements à louer sur le site sont aussi très particuliers (camps de bucherons, yourtes, caravanes gitanes, etc.)

Avec la participation du club Jupiter, le Rond Coin pourra offrir bientôt quelques activités sur le thème de l'astronomie. Particulièrement, des conférences et des soirées d'observation pour les visiteurs seront prévues sur le site, qui offre un ciel tout à fait propice à l'astronomie. Le Rond Coin va également mettre à la disposition des membres du club Jupiter un site d'observation auquel eux seuls auront accès.



Δ De gauche à droite : Keven Gélinas (propriétaire du Rond Coin), Marjorie Dessureault (membre du C.A. club Jupiter), et Jean-Sébastien Dessureault (président du club Jupiter).

Ce sont deux jeunes femmes de la région qui ont d'abord eu l'idée de ce partenariat. Dans le cadre d'un cours de tourisme au Collège Lafèche de Trois-Rivières, Rafaëlle Prud'homme et Lori Dusault ont eu l'idée géniale d'ajouter l'astronomie à la gamme d'activités de l'entreprise de Saint-Élie-de-Caxton. Après avoir été contactés, Keven Gélinas (propriétaire du Rond Coin) et moi avons tout de suite été enchantés par l'idée de travailler sur ce projet. L'une d'elles (Rafaëlle) sera embauchée comme stagiaire afin de travailler sur la logistique de cette nouvelle activité touristique.

Le site d'observation • Le terrain offert par le Rond Coin aux membres du Club Jupiter offre plusieurs avantages. Situé hors de la pollution lumineuse de Trois-Rivières et Shawinigan, sans être démesurément éloigné, le terrain est situé à environ 40 km du centre-ville de Trois-Rivières. Un bloc sanitaire est accessible sur le site et

ouvert 24 heures sur 24, 365 jours par année. Le terrain est déneigé et accessible quatre saisons. Le terrain est légèrement en retrait du reste du site, et l'accès est réservé uniquement pour les membres du club Jupiter.

Le club Jupiter se compte aussi très chanceux qu'une roulotte lui ait été offerte par Jean-Yves Gagnon (un ami du vice-président du club Jupiter, Rick Aubrey). Cette roulotte va demeurer sur le site en permanence afin d'accommoder les membres. Elle a été inspectée et est parfaitement sécuritaire. Rick Aubrey et sa conjointe, Esther, l'ont aussi rénovée et adaptée aux besoins des astronomes amateurs. Par exemple, la douche a été convertie en rangement pour le télescope du club. De plus, l'éclairage intérieur est maintenant teinté rouge.

Le Club d'astronomie Jupiter aimerait profiter de cette tribune pour remercier chaleureusement Jean-Yves Gagnon, Rick Aubrey, ainsi

que sa conjointe Esther, pour avoir permis ensemble aux membres du club de profiter de cette roulotte.

Animations et conférences • À l'avenir, les membres du club Jupiter vont annuellement animer quelques soirées d'astronomie au Rond Coin. Ils y tiendront des conférences, des soirées d'observation, et des activités d'initiation à l'astronomie. Ils vont de plus agir comme conseillers lors de l'ajout de nouvelles activités sur le thème de l'astronomie qui seront disponibles quotidiennement aux visiteurs du Rond Coin.

De grands projets • Au cours de l'année, le Rond Coin construira une géodésique (bâtiment en demi-sphère) qui abritera un planétarium ouvert au public ; sa capacité d'accueil sera d'une trentaine de personnes. Le contenu de la présentation sera élaboré en collaboration avec le Club d'astronomie Jupiter. Ce projet mettra à contribution quelques étudiants du Cégep de Victoriaville. Raphaëlle Prud'homme, étudiante en tourisme au Collège Laflèche, fera son stage au Rond Coin dans le but de faire connaître cette nouvelle activité touristique.

Jean-Sébastien Dessureault
Président, Club d'astronomie Jupiter
Trois-Rivières (Québec)

Fait vécu – 3

Il y a de nombreuses années, alors que le film conventionnel (pellicule argentique) était en usage chez les astronomes amateurs, j'ai passé une longue soirée à m'initier à la pratique de l'astrophotographie.

Je dois préciser que nous sommes alors dans les années 1980. Je me

procure donc à la pharmacie des rouleaux de 24 poses de film couleur 400 ISO, avec le développement prépayé. Une dépense qui coutait « un bras » à l'époque... mais comme c'était mon initiation, je voulais mettre toutes les chances de mon côté !

Je choisis le jour et le lieu de mon expérience en fonction d'une météo la plus favorable. Lorsque l'on débute en astrophotographie, il faut prendre le temps de se documenter et apprécier l'expérience des plus initiés. Toutefois, au final, c'est notre expérience personnelle qui complètera notre cheminement.

« En ces temps-là », on ne pouvait pas « mitrailler » le ciel pendant dix minutes avec une caméra électronique pour examiner ensuite les résultats et ainsi corriger immédiatement les fautes et reprendre l'expérience. Avec le film, c'était un travail méticuleux alors qu'il fallait prendre des notes précises pour décrire la « recette » de chaque pose (temps, ouverture, sensibilité du film, température, type d'appareil utilisé, etc.) pour ensuite les comparer avec le résultat. Je m'exécute avec une rigueur de moine à la compilation des caractéristiques avec ma provision de 72 photos pour ma soirée.

Le lendemain, j'apporte fièrement mes rouleaux de film à la pharmacie pour le développement, et j'attends avec la fébrilité l'appel m'informant que mes photos sont arrivées. On m'appelle enfin pour m'informer de passer à la pharmacie recueillir le précieux résultat de mes expériences. Devant le comptoir photo, je remets mes coupons et je surveille le commis qui tripote dans la boîte des photos livrées par le service de traitement des photos.

J'anticipe une enveloppe débordante de ses 72 impressions couleur au

format 4 × 5, avec anxiété, trahissant un sentiment de fierté, lorsque je montrerai mes « trophées » à mes collègues astronomes amateurs.

À ma grande stupeur, il ne me remet qu'une enveloppe mince — très mince —, presque transparente, laquelle ne contient... qu'un bon d'achat pour trois rouleaux de film 400 ISO couleur. Je balbutie une demande d'explication, et le commis me répond tout bonnement « les films n'étaient pas bons; ils ne montraient que des points blancs et des taches floues... Vous êtes chanceux, la pharmacie vous offre gracieusement un coupon pour vous procurer gratuitement trois nouveaux films ! »

Je suis abasourdi et je n'en crois pas mes oreilles d'entendre cette explication. Je ne verrai jamais le résultat de ces expériences si

religieusement notées, en plus de vivre avec le doute d'avoir réalisé, peut-être, *la* photo du siècle... ou à tout le moins avoir appris de la comparaison des résultats avec mes notes religieusement compilées.

La leçon à tirer de cette expérience est que j'ai malgré tout eu du plaisir à réaliser ces 72 photos. Cela m'a permis aussi, lors de la séance d'astrophotographie suivante, d'améliorer ma procédure. Soyez assurés que j'ai aussi pris bien note de ne jamais remettre mes films à développer au comptoir d'une pharmacie ou d'une grande surface, mais plutôt de choisir un laboratoire photo en précisant bien de *développer toutes les photos sans exception, peu importe ce qui apparaît sur les dites photos!*

Jean-Marc Richard
Laval (Québec)



J'aimerais savoir, le ciel et l'espace

La Lune et les Hommes

Ses effets sur la vie sur Terre

...avec Gilbert St-Onge



...et Geneviève Dufresne



Quels sont les impacts de la Lune sur l'espace et la Terre? (Visibilité en astronomie, vie sur terre, etc.) C'est un sujet sur lequel plusieurs articles ont été écrits, mais il y a aussi beaucoup de spéculation sur ses effets sur les humains, par exemple l'augmentation de la criminalité durant la pleine lune! J'espère que le sujet va intéresser.
— Geneviève Dufresne

Au début, il y a près de 4,5 milliards d'années, la Terre était en formation dans un espace rempli de débris résiduels provenant du disque protoplanétaire qui est à l'origine de la formation de notre système solaire. Ces débris étaient de toutes les tailles; certains étaient même de la taille de petites planètes. Il se produisit à une époque une très grande quantité de collisions entre la future Terre et des débris; ce fut le premier grand bombardement qu'a subi la Terre. Puis, selon un des modèles les plus acceptés, un jour de cette même époque lointaine, alors que

la Terre était encore très jeune et très chaude, un objet que l'on nomme Théia^[1], plus petit que la Terre (peut-être de la taille de la planète Mars), est entré en collision avec notre planète^[2]. Théia s'est complètement disloqué sous l'impact, et la Terre aurait quant à elle basculé sur son axe sous le choc. Les débris terrestres de l'impact

Image de fond : Une belle éclipse de Lune, le matin du 28 août 2007, par Marjolaine Savoie, du Comité d'analyse des faits scientifiques (CDADFS) / Club d'astronomie de Dorval.

[1] Wikipédia. *Théia (impacteur)* · [http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9ia_\(impacteur\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9ia_(impacteur))

[2] BOURDET, Julien. «Une Terre ultrarapide explique l'origine de la Lune». *La Recherche* No. 471 (janvier 2013), p. 12 · Disponible sur <http://www.larecherche.fr/actualite/astres/terre-ultrarapide-explique-origine-lune-01-01-2013-96462>



et de Théia se sont retrouvés en orbite autour de la Terre, formant un disque de débris qui se seraient avec le temps rassemblés en un corps solide, qui serait devenu notre Lune. On peut donc conclure par ce scénario que c'est l'ancêtre de la Lune qui a pu causer, par un impact avec la Terre, l'inclinaison d'environ $23,4^\circ$ de l'axe de rotation de la Terre, grandement responsable des saisons terrestres qui sont si bénéfiques à la diversité climatique et à la vie sur Terre.

La Lune est, avec le Soleil, un des acteurs qui causent les effets de marées sur Terre; ceux-ci sont principalement détectables dans les mers. À une époque lointaine, les effets de la gravité lunaire devaient probablement agir plus intensément, peut-être même sur les terres environnantes des grands plans d'eau. Des frictions importantes de grandes masses d'eau sur les plaques et les berges océaniques ont pu contribuer à ralentir la rotation de la Terre sur elle-même. La Lune était alors beaucoup plus près de la Terre, dont la rotation était beaucoup plus rapide. Il devait en résulter des marées plus fréquentes et beaucoup plus intenses. Aujourd'hui, la Lune est à une distance moyenne de près de 385 000 km de la Terre; ses effets sont bien moins importants que dans le passé, alors que la Lune était beaucoup plus près de la Terre. Comme les premiers signes de vie sur la Terre semblent apparaître il y a près de

 **Belle vue d'ensemble du disque lunaire au premier quartier**, tel qu'observable avec de petits instruments d'amateurs modernes. À l'époque de Galilée, vers 1610, les optiques des lunettes étaient bien moins performantes; les images étaient donc bien moins définies. Crédit photo : Raymond Latulipe.

3,5 milliards d'années^[3], on peut présumer que la Lune a influencé, depuis cette époque, l'évolution de la vie sur la Terre par son apport en énergie gravitationnelle. La Lune a probablement contribué, par des effets de marées importants, à des mouvements de masses d'eau plus chaude, qui ont pu transmettre à la surface de la Terre un peu plus de chaleur, favorable à l'évolution de la vie.

Les effets des marées sur la surface de la Terre engendrent beaucoup d'énergie; celle-ci a probablement contribué, avec les volcans, à restreindre les grandes périodes glaciaires qu'a connues la Terre. Ces grandes glaciations de la surface terrestre pouvaient être difficiles pour le développement de la vie sur notre planète. Au premier plan, la dérive des continents et les grandes régions de subduction des plaques, qui sont reliées à des activités sismiques et volcaniques importantes, ont contribué à réchauffer la surface de la Terre en période de grande glaciation.

En plus, la Lune a sûrement, en illuminant les nuits, été bénéfique au développement de plusieurs espèces vivant sur terre. L'homme a sûrement su profiter de cette lumière lunaire pour chasser la nuit, ou même simplement pour se sécuriser dans ce monde passé qui était si peu accueillant pour nous. Encore aujourd'hui, combien de personnes se sentent sécurisées par la simple lumière de la Lune la nuit venue.

La Lune a tôt fait ses impressions dans l'imaginaire de l'humanité. Plusieurs cultures ont considéré

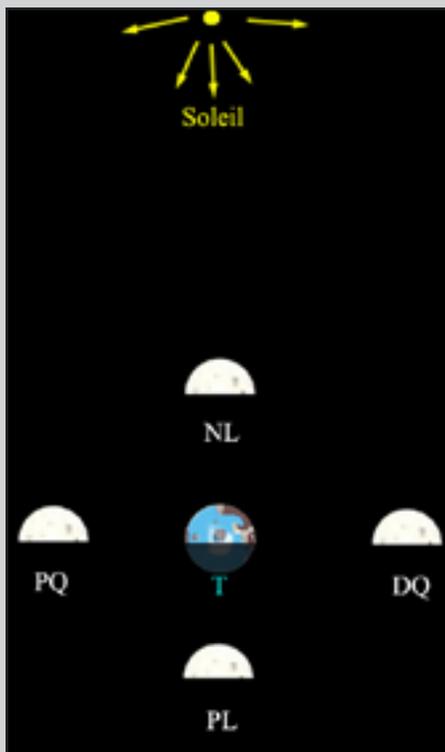
la Lune comme un objet céleste intouchable, et d'une perfection attribuable au monde des dieux. Il a fallu attendre les premières observations au télescope à l'époque de Galilée (17e siècle) pour conclure à la vraie nature imparfaite et à l'apparence criblée de cratères et de montagnes de la surface lunaire.

La Lune est aussi, de toutes les époques, dans la poésie et la culture; elle est source de plusieurs légendes, comme celle des loups-garous. Il y a aussi plusieurs mythes à son sujet, comme l'existence des supposés habitants de la Lune, les Sélénites (ou Séléniens)^[4]. D'un côté plus pratique, disons que certains agriculteurs (même si les bienfaits ne sont pas démontrés hors de tout doute) travaillent aux champs en suivant un calendrier lunaire; les phases lunaires ont peut-être ainsi influencé l'agriculture, si importante à l'évolution de l'humanité^[5]. D'autres croient que l'apparence particulière et changeante de la Lune d'une soirée à l'autre dans le ciel indique quelle sera la météo des prochains jours; on peut répondre que s'ils voient la Lune dans le ciel bien dégagé, la nuit risque d'être plus fraîche que si le ciel est couvert de nuages, puisque les nuages peuvent retenir un peu la chaleur qui a été accumulée le jour. Encore de nos jours, la Lune est servie à toutes les sauces: les croyances vont des affirmations que la pleine Lune influence le taux de natalité

[4] Wikipédia. *Sélénite (habitant)* · [http://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9l%C3%A9nite_\(habitant\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9l%C3%A9nite_(habitant))

[5] LAVIGNE, Rose. «Cultiver avec la lune, comment les phases lunaires influencent l'agriculture». *Tout Vert*, 11 septembre 2013 · <http://www.toutvert.fr/cultiver-avec-la-lune-comment-les-phases-lunaire-influencent-lagriculture/>

[3] Wikipédia. *Origine de la vie* · http://fr.wikipedia.org/wiki/Origine_de_la_vie



Phases de la Lune · Le système Terre-Lune, vu du nord.

NL : nouvelle lune; PQ : premier quartier; PL : pleine lune; DQ : dernier quartier.

Vue du nord, la Lune se déplace en sens antihoraire, et est d'abord vue à l'ouest (soleil couchant), puis plutôt vers le sud, et enfin vers l'est (soleil levant).

Illustration de l'auteur.

ou le taux de criminalité ; là encore, il ne semble y avoir aucune étude d'envergure permettant d'affirmer cela.

Mais physiquement, à quoi ressemble la Lune ? Elle a un diamètre d'environ 3480 km et orbite à une distance moyenne de 384 400 km de la Terre. La Lune tourne sur elle-même en un peu plus de 27 jours, ce qui correspond à peu près à sa période de révolution autour de la Terre ; on voit donc toujours la même face de la Lune qui pointe vers la Terre.

Notre satellite est âgé d'environ 4,5 milliards d'années. La température à sa surface montre de grands écarts, puisqu'il n'y a pas d'atmosphère proprement dite pour distribuer la chaleur. Elle est au Soleil d'environ +123 °C, et à l'ombre de -233 °C^[6]. Sur le site *Moon Fact Sheet* de la NASA, on indique « > 100 K to < 400 K^[7] ».

La Lune est le seul autre astre que la Terre où l'Homme a posé le pied. Le programme Apollo de la fin des années 1960 et du début des années 1970 a permis à une douzaine d'hommes de fouler la surface lunaire. Le premier équipage à s'y poser fut celui d'Apollo 11, le 20 juillet 1969 ; Neil Armstrong et Edwin « Buzz » Aldrin y ont fait la première sortie extravéhiculaire lunaire de l'histoire de l'humanité. Les derniers astronautes à marcher sur la surface

de la Lune étaient ceux d'Apollo 17, en décembre 1972^[8].

La lumière visible qui nous parvient de la Lune provient du Soleil ; la Lune réfléchit la lumière solaire tout simplement comme la Terre le fait. C'est d'ailleurs la principale cause des phases lunaires. La Lune se déplace autour de la Terre sur son orbite ; elle change donc de position par rapport à l'observateur sur Terre, mais aussi par rapport à la position du Soleil dans l'espace. Ceci fait que lorsque la Lune est du même côté de la Terre que le Soleil, on ne la voit pas ; elle est éclairée du côté opposé à la Terre — c'est la nouvelle Lune. Puis, elle apparaît dans le ciel du soir, présentant alors des phases qui grandissent d'environ 12° par jour, et elle s'éloigne du Soleil couchant en passant plutôt vers le sud d'autant à chaque jour^[9]. Elle passe par le premier quartier, et elle continue jusqu'à être du côté opposé au Soleil ; elle se lève alors que le Soleil se couche — c'est la pleine lune. Après ce moment-là, la Lune devient observable seulement après le coucher du soleil, sa phase décroît, éclairée maintenant par le Soleil levant du matin ; elle passe par les phases inverses, décroissantes d'environ 12° par jour, jusqu'à la prochaine nouvelle lune. Ce cycle lunaire est appelé *période synodique*, et dure environ 29,5 jours ; il s'agit du

[8] Wikipédia. *Liste des hommes ayant marché sur la Lune* · http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_hommes_ayant_march%C3%A9_sur_la_Lune

[9] La Lune n'est jamais observée au nord. Elle peut s'élever très haute dans le ciel, mais elle ne passe jamais par le nord, par contre elle peut s'observer très basse au sud.

[6] Wikipédia. *Lune* · <http://fr.wikipedia.org/wiki/Lune>

[7] NASA. *Moon Fact Sheet* · <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/moonfact.html>

Comme le montre cette représentation des phases lunaires, on peut constater qu'il peut y avoir parfois deux phases identiques (par exemple, pleine ou nouvelle lune...) dans un même mois terrestre.





◀ **Éclipse de Lune de 1992, par l'auteur.** Les éclipses de Lune ne se produisent pas à toutes les pleines lunes, tout comme les éclipses solaires ne se produisent pas à toutes les nouvelles lunes

La Lune effectue son orbite autour de la Terre sur un plan un peu incliné (d'environ 5°) par rapport au plan du déplacement de la Terre autour du Soleil (que l'on appelle l'*écliptique*, puisque c'est le long de cette ligne que les éclipses se produisent). C'est pour cette raison que, souvent, la Lune n'est pas parfaitement alignée sur le plan formé par le Soleil et la Terre pour produire des éclipses. Pour qu'il y ait une éclipse, il faut que la pleine ou la nouvelle lune soit exactement alignée sur son orbite aux endroits où son orbite croise le plan de l'orbite de la Terre (on appelle ces croisements les *nœuds* des orbites; le nœud ascendant du sud au nord, et le nœud descendant du nord au sud). Généralement, soit la Lune est au dessus, soit elle est en dessous de ce plan!

Il est intéressant de constater que nous vivons à une époque où le disque apparent de la Lune est de la même taille que le disque apparent du Soleil. Ceci permet des éclipses solaires totales, dans lesquelles le disque de la Lune couvre exactement celui du Soleil. Sachant que la Lune était si près de nous dans le passé et qu'elle s'éloigne toujours de nous, on comprend que sa taille apparente a bien diminué avec le temps!

temps entre l'observation de deux nouvelles lunes consécutives^[10].

Il est intéressant de signaler que cette observation de la période synodique de la Lune est causée par le déplacement de la Terre autour du Soleil pendant que la Lune effectue son orbite autour de la Terre^{[9], [11]}. En fait, la Lune prend environ 27,3 jours à effectuer une orbite autour de la Terre, ce qui est aussi le temps qu'elle met à effectuer un tour sur elle-même; ces deux composantes étant synchronisées, il en résulte donc que l'on observe toujours la même face de la Lune vue de la Terre.

Vous aurez compris que les éclipses de Lune et du Soleil sont causées par le déplacement de la Lune autour de la Terre. À certaines périodes, le système Soleil–Terre–Lune se trouve sur un plan bien aligné. Une éclipse

de Lune se produit toujours lors d'une pleine lune, alors que celle-ci est à l'opposé du Soleil, et qu'elle est bien alignée avec l'ombre que la Terre projette dans l'espace; la Lune passe alors en totalité (éclipse totale de Lune) ou en partie (éclipse partielle de Lune) dans l'ombre de la Terre et elle devient sombre — c'est l'éclipse. Même lors d'une éclipse totale, la Lune demeure toutefois observable; elle prend une couleur rouge plus ou moins foncée, puisqu'elle est à ce moment principalement éclairée par de la lumière solaire indirecte réfractée (courbée) par l'atmosphère de la Terre^[12].

Les observateurs les plus minutieux pourront noter que la lune change légèrement de taille apparente (diamètre apparent) tout au long du mois lunaire dans son déplacement autour de la Terre. C'est que son orbite elliptique l'approche de nous jusqu'à environ 363 000 km au périégée, et l'éloigne de nous jusqu'à environ 406 000 km à

[10] Fondation La main à la pâte. *Périodes sidérale et synodique de la Lune* · <http://www.fondation-lamap.org/fr/topic/13573>

[11] Observatoire Paris-Meudon. *Mouvement de la Lune et périodes de révolution* · http://media4.obspm.fr/public/AMC/pages_mouvement-terre-lune/mouvement-lune_impression.html

[12] Éclipse lunaire, http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89clipse_lunaire





Mer des Crises - Ces deux images présentent la petite mer des Crises, à deux époques distinctes. **L'image du haut** est en lumière proche infrarouge, de 830 nm et plus; elle date du 17 avril 1997. La petite mer des Crises est tout près du bord du disque lunaire, sur la droite. **L'image du bas** elle est en continuum tout près du H α (~ 650 nm à 655 nm); elle date du 11 juillet 1997. Sur celle-ci, la petite mer des Crises est beaucoup plus loin à l'intérieur du disque lunaire, et aussi plus au nord.

Crédit photo : Gilbert St-Onge et Lorraine Morin (2x).

La lumière cendrée de la Lune. Image de Daniel Octeau.

l'apogée^[6]. Peut-être remarquerez-vous aussi qu'elle présente d'une période à l'autre un phénomène appelé *libration*, qui s'observe par des changements de l'angle sous lequel se présente le disque lunaire. Il y a des variations en longitude et en latitude, comme le montrent les images ci-contre.

Observation des occultations par la Lune^[13]. Parfois le disque lunaire passe devant une étoile ou une planète. Ce phénomène peut être spectaculaire avec de petits instruments, et est parfois facile à observer, même en milieu urbain. Certains utilisent ces occasions pour tenter de déterminer si certaines étoiles occultées peuvent avoir des compagnons serrés au point qu'ils ne soient pas détectables directement. En gros, on peut estimer le temps que prend l'étoile à disparaître derrière le disque lunaire. Une étoile simple disparaît instantanément; si une étoile présente un peu de retard à disparaître ou un assombrissement progressif jusqu'à disparaître, alors il peut s'agir d'une étoile double ou multiple !

[13] Site des occultations d'étoiles par la Lune · <http://www.astrosurf.com/apex-occult/>

La lumière cendrée lunaire. Il s'agit de la portion de la Lune non éclairée directement par le Soleil lorsqu'elle présente des phases assez minces; on la remarque principalement près de la nouvelle lune. Il est alors possible de voir la lumière réfléchie par la Terre dans l'espace (un « clair de Terre ») éclairer cette portion de la Lune. On peut donc observer minutieusement cette région sombre du disque lunaire; il est très spectaculaire de la voir, même aussi sombre, se détacher sur un ciel noir (image ci-dessous).

Certains peuvent même tenter à l'aide d'un télescope d'y observer des chutes de météorites, qui deviennent pour un bref instant lumineuses lors de l'impact avec le sol sur cette section sombre de la Lune, et parfois on peut même y observer un passage de l'ISS (la station spatiale internationale).

Certaines situations atmosphériques de notre planète favorisent l'apparition de grands halos autour de la Lune; ce phénomène s'observe parfois un peu avant une perturbation et des précipitations. Il reste que ce sont des spectacles



d'intérêt météorologique qui annoncent peut-être des précipitations, mais les romantiques l'associent peut-être à quelques prouesses d'un héros d'une quelconque légende ou d'un roman ?

Il y a aussi l'illusion de la grosse lune près de l'horizon. Bien des gens croient que le disque apparent de la Lune est plus gros lorsqu'il est près de l'horizon, et donc plus petit lorsqu'il est plus élevé dans le ciel. Eh ! non ; il s'agit d'une illusion, le disque de la Lune ne change pas de diamètre apparent en quelques heures. Pour le vérifier, on peut utiliser un appareil photo sur trépied : il suffit de prendre quelques poses de la Lune au lever, et quelques poses dans les mêmes conditions quelques heures plus tard, alors qu'elle est bien haute dans le ciel. À l'aide d'un logiciel de base, on peut superposer le disque lunaire de quelques photos, ou simplement mesurer le nombre de pixels qu'a sur celles-ci le diamètre du disque lunaire *par les pôles* (puisque la phase de la Lune change par l'équateur d'environ $0,5^\circ$ par heure et fausserait donc les mesures). On peut ainsi vérifier que le disque de la Lune ne change pas de taille près de l'horizon. Les plus curieux peuvent chercher le Web pour « l'illusion de Ponzo »^[14].

La surface de la Lune. Pour terminer, regardons un peu ce qui s'observe à la surface de la Lune. On a vu que l'on peut observer la Lune à l'œil nu et en voir les phases ; certaines phases permettent de voir la lumière cendrée du côté non éclairé par le Soleil. On peut aussi voir certaines



occultations d'étoiles ou de planètes assez brillantes, et on a parfois la chance d'observer une belle éclipse de Lune ! Mais avec de simples jumelles, on peut commencer à voir certains cratères lunaires. La Lune est criblée de cratères et de grandes formations plus sombres, que l'on nomme *mers lunaires*. Il y a aussi de grandes chaînes de montagnes, de grandes crevasses, etc. Pour avoir une vue d'ensemble de la surface lunaire à haute résolution, que vous pourrez agrandir et vous y déplacer à votre gré, nous vous invitons à visiter la « LRO Act-React Quick Map » à <http://target.lroc.asu.edu/q3/>. La page http://wms.lroc.asu.edu/lroc_browse présente des images impressionnantes à très haute résolution de la surface lunaire prises par le satellite Lunar Reconnaissance Orbiter.

 Passage de la station spatiale internationale (ISS) devant la Lune, le 25 septembre 2009. Image de Richard Sauvé, prise à l'aide d'une caméra Nikon sur trépied, et d'un objectif de 200 mm de focale. La flèche indique la position de l'ISS.

[14] Voir entre autres : Ophtasurf. *Classification des illusions d'optique* · <http://ophtasurf.free.fr/illusions/classification.htm>



△ Cette image permet d'apprécier un grand nombre de cratères d'impact qui se chevauchent dans la région sud du disque lunaire. On y voit, en haut un peu à gauche du centre, le cratère Stöfler et, en bas au centre, le cratère Walter. Crédit photo : Gilbert St-Onge et Lorraine Morin.

Nous vous invitons à lire la chronique de notre collaborateur Pierre Tournay (page 22), qui nous présente toutes sortes de figures illusoires qui s'observent à la surface de la Lune. Pour vous amuser, lisez ces textes et vous trouverez plusieurs défis d'observation concernant la surface de la Lune.

Comme on le constate, la Lune nous a influencés de tous temps !

Commentaire de Geneviève Dufresne :

Depuis la lecture de votre texte, je ne regarde plus la Lune de la même façon. Quelle théorie intéressante ! Ce serait donc l'effet d'une collision entre la Terre et cette autre planète qui aurait créé les conditions parfaites pour la création de notre monde ! Cet impact a donc possiblement contribué à favoriser l'apparition des conditions à l'origine même de la vie et de la diversité de notre planète que nous connaissons aujourd'hui. On peut donc dire que si un autre impact de ce genre se produit sous les mêmes conditions ailleurs dans notre Galaxie ou dans

une autre galaxie, il peut alors avoir développé d'autres planètes potentiellement habitables. Ne nous égarons pas dans la science-fiction...

Les effets de la Lune sur les marées sont vraiment impressionnants. Les marins connaissent depuis longtemps les dangers en mer provoqués par les différentes phases de la Lune... mais elle n'est pas la seule responsable. C'est l'influence combinée de la Lune et du Soleil qui est à l'origine des marées. Lorsque les deux astres sont alignés, les effets s'ajoutent (nouvelle et pleine lune); les marées sont alors de grande amplitude. Lorsque les deux astres sont à 90° l'un de l'autre tels que vus de la Terre, les effets se soustraient; le marnage est alors faible. Les plus grandes marées ont lieu aux équinoxes (vers le 21 mars et vers le 21 septembre), lorsque l'équateur est dans le plan du Soleil^[15].

De plus, comme vous en discutez dans votre texte, la Lune est présente dans de multiples cultures et de nombreuses croyances. Tantôt un objet d'admiration romantique, elle est aussi dans le monde ésotérique représentée par la carte de la lune dans le tarot de Marseille, la carte du changement des saisons et des choses cachées, des mystères inconnus de l'Homme.

Certains agriculteurs et horticulteurs utilisent les cycles de la lune dans l'agriculture biodynamique; j'en ai été témoin lors d'un de mes voyages. À l'université de Fortaleza dans le Nordeste du Brésil, on effectuait des recherches sur les possibilités de ce type de culture. Cela n'incluait pas seulement le fait de suivre un calendrier lunaire, mais aussi de préserver tout l'aspect

[15] <http://www.linternaute.com/science/espace/pourquoi/06/marees/marees.shtml>

sauvage du jardin. Ainsi, les nids de fourmis n'étaient pas détruits, on ne mélangeait pas la terre, etc.

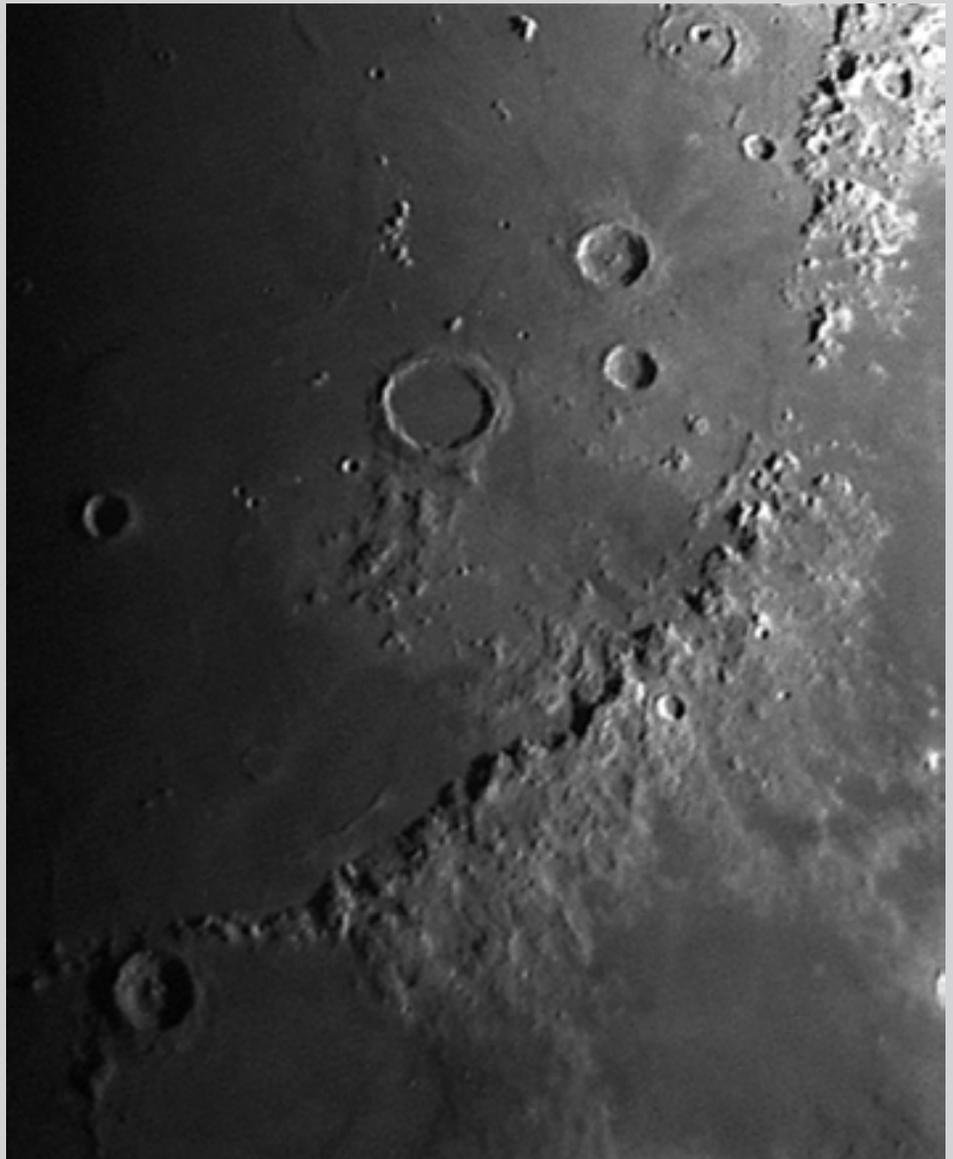
Comme on l'explique sur le site *La Clef des Terroirs* :

« L'agriculture bio-dynamique prend la nature dans son ensemble afin de produire des aliments sans entamer la capacité des générations à réaliser le même objectif voire même à améliorer cette capacité. Le sol devient le composant le plus important dans ce type d'agriculture, en effet c'est de lui que toute la vie sur terre est dépendante, à vrai dire même que du seul premier mètre de terre.

« Ce premier mètre de terre riche en humus a mis des milliers d'années pour avoir une activité micro-biologique aussi importante et une micro-faune aussi abondante. Ces micro-organismes travaillent sans relâche pour produire la matière organique dont les plantes ont besoin pour se développer, il est donc important d'en prendre soin. »

En relisant votre texte, je ne peux m'empêcher de faire le lien suivant : comme la Lune a participé à façonner, à coup de marées et de changements de saisons, le paysage de la Terre durant des milliards d'années, ce sol unique, cet assemblage unique, cet équilibre naturel, c'est exactement cela que les adeptes de la biodynamique veulent préserver. Je ne trouve pas si folle l'idée de la culture biodynamique ; ce serait pour certains une manière de respecter ce que les anciens connaissaient de la Terre...

Enfin, une chose est certaine selon moi, c'est que la Lune fait partie de nos vies à tous ainsi que de nos souvenirs, et qu'elle aura certainement un jour ou l'autre influencé notre destin.



▲ La chaîne de montagnes lunaires des Apennins. Ces montagnes lunaires sont au sud-ouest de mare Imbrium. Crédit photo : Gilbert St-Onge et Lorraine Morin.

Références additionnelles

CLAESKENS, Jean-François, Anna POSPIESZALSKA, Jean SURDEJ et Département d'Astrophysique, Géophysique et Océanographie, Université de Liège. *Les illusions de la Lune* · http://www2.ulg.ac.be/sciences/pedagogique/dossierpds2006/astro_eclipse.pdf

ESSLINGER, Olivier. « La Lune ». *Astronomie et Astrophysique* · <http://www.astronomes.com/le-systeme-solaire-interne/la-lune/>

Société Radio-Canada. « Le courrier des Années lumière : La Lune et les plantes. » *Les années lumière* 28 septembre 2014. Invité : Robert Lamontagne, astrophysicien à l'Université de Montréal · http://ici.radio-canada.ca/emissions/les_annees_lumiere/2014-2015/archives.asp?date=2014-09-28

ST-ONGE, Gilbert et Marjolaine SAVOIE (collaboration spéciale). « La Lune : observations simples et efficaces ». *La Veillée de Nuit* Vol. 3, No. 4 (avril 2012), page 12.

Wikipédia. *Agriculture biodynamique* · http://fr.wikipedia.org/wiki/Agriculture_biodynamique

Wikipédia. *Subduction* · <http://fr.wikipedia.org/wiki/Subduction> ★

Geneviève Dufresne est une hortultrice de métier. Elle a effectué des études universitaires en écologie, en biologie, et en administration des affaires. Sa participation à la chronique *J'aimerais savoir, le ciel et l'espace* vise à répondre aux questions d'un public tout-âge, tout-intérêt dans le domaine de l'astronomie.

La Lune t'écœure?

Choque-toi pas ! va jouer avec...

Deux belles surprises



...avec Pierre Tournay



Suite à une conférence sur les cibles farfelues de la Lune, j'ai reçu un courriel de M. Gilles Thivierge, un astronome amateur du Québec qui ne fait pas partie d'un club, mais qui aime l'astrophotographie. Il a découvert ce qu'il a baptisé « le cratère souriant », et les deux photos rapprochées qui accompagnent cet article le démontrent très bien.

Il est même surprenant que je ne l'aie jamais remarqué, car le fond du cratère montre très bien le « visage souriant » même quand l'éclairage n'est pas parfait !

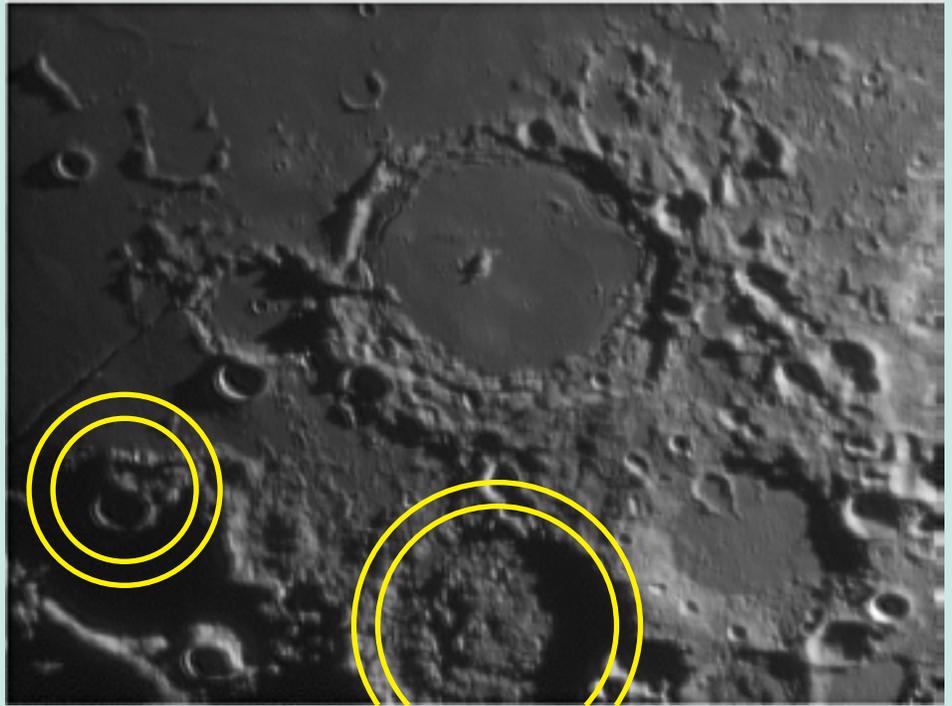
Une fois que vous reconnaitrez la région et que vous y retournerez, vous le remarquerez même avec des éclairages différents.

Il est visible quand la Lune a entre 7 et 11 jours, sur la carte 64 de l'Atlas de la Lune d'Antonin Rühl. Vous aurez un sourire juste à prononcer le nom du cratère : Wurzelbauer.

Il se trouve près du gros cratère Pitatus, juste au sud de la mer des Nuées (Mare Nubium). Wurzelbauer fait 88 km diamètre et 2 km de profondeur. Il est accompagné de toute une famille de petits cratères dénommés Wurzelbauer A, B, C... jusqu'à Z^[1] ! Ceux-ci varient entre 5 km et 38 km de diamètre.

Le cratère principal est nommé en l'honneur de Johann Philipp von Wurzelbauer (1651-1725), Un marchand de Nuremberg, Allemagne, devenu astronome professionnel qui avait ses propres télescope et observatoire, il a observé la comète de 1680, un transit de Mercure, et des éclipses solaires.

[1] Étrangement, il semble manquer quelques lettres à la série...



C'est une facette intéressante de découvrir l'origine des noms des cratères. Qui étaient ces gens et qu'ont-ils fait ? Wurzelbauer était jusqu'à maintenant un cratère pratiquement inconnu, mais grâce à M. Thivierge et à *Astronomie-Québec*, il vous fera sourire et vous aurez une petite pensée envers Herr von Wurzelbauer.

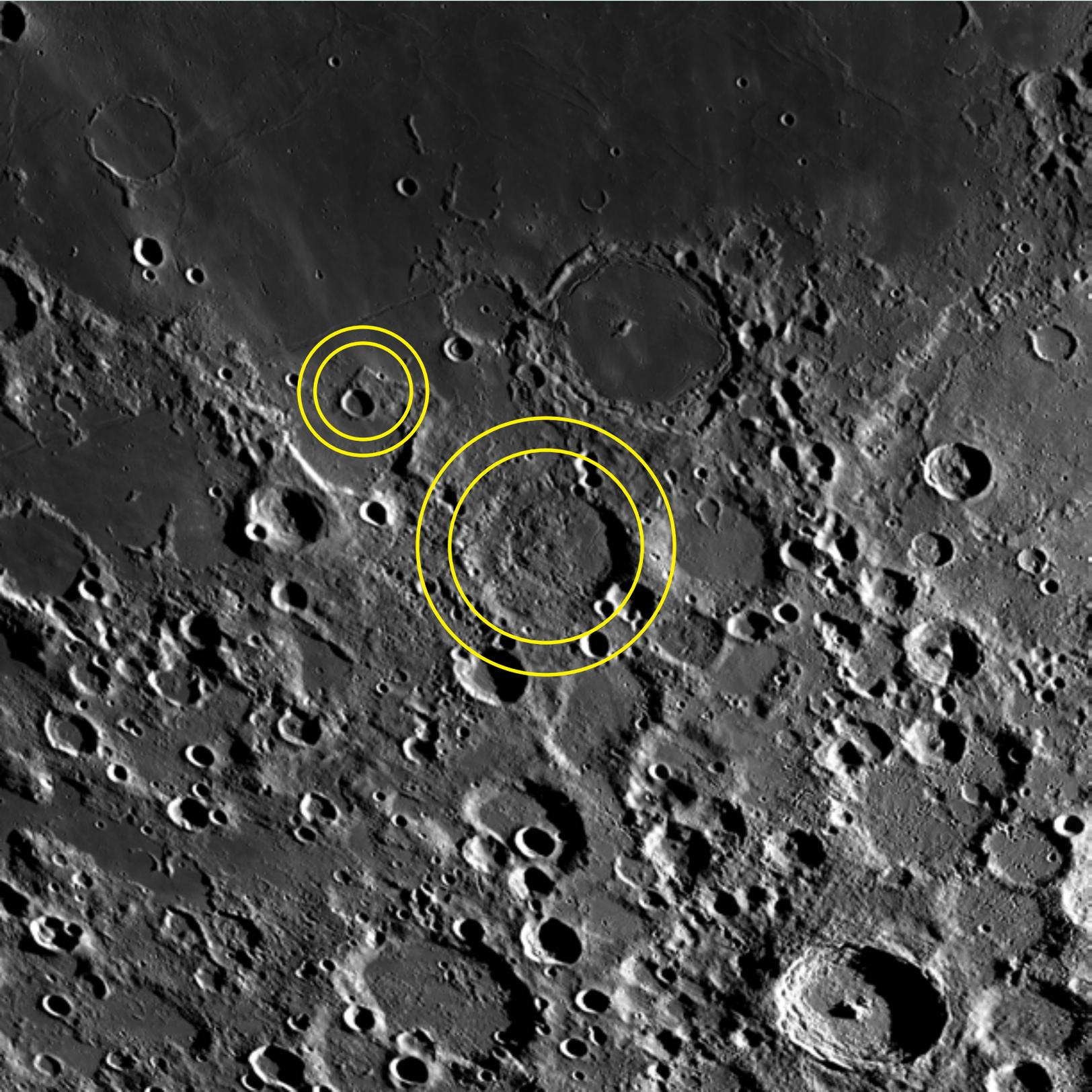


La deuxième surprise de M. Thivierge est un jeu d'ombres qui dessinent assez bien le chiffre 5.

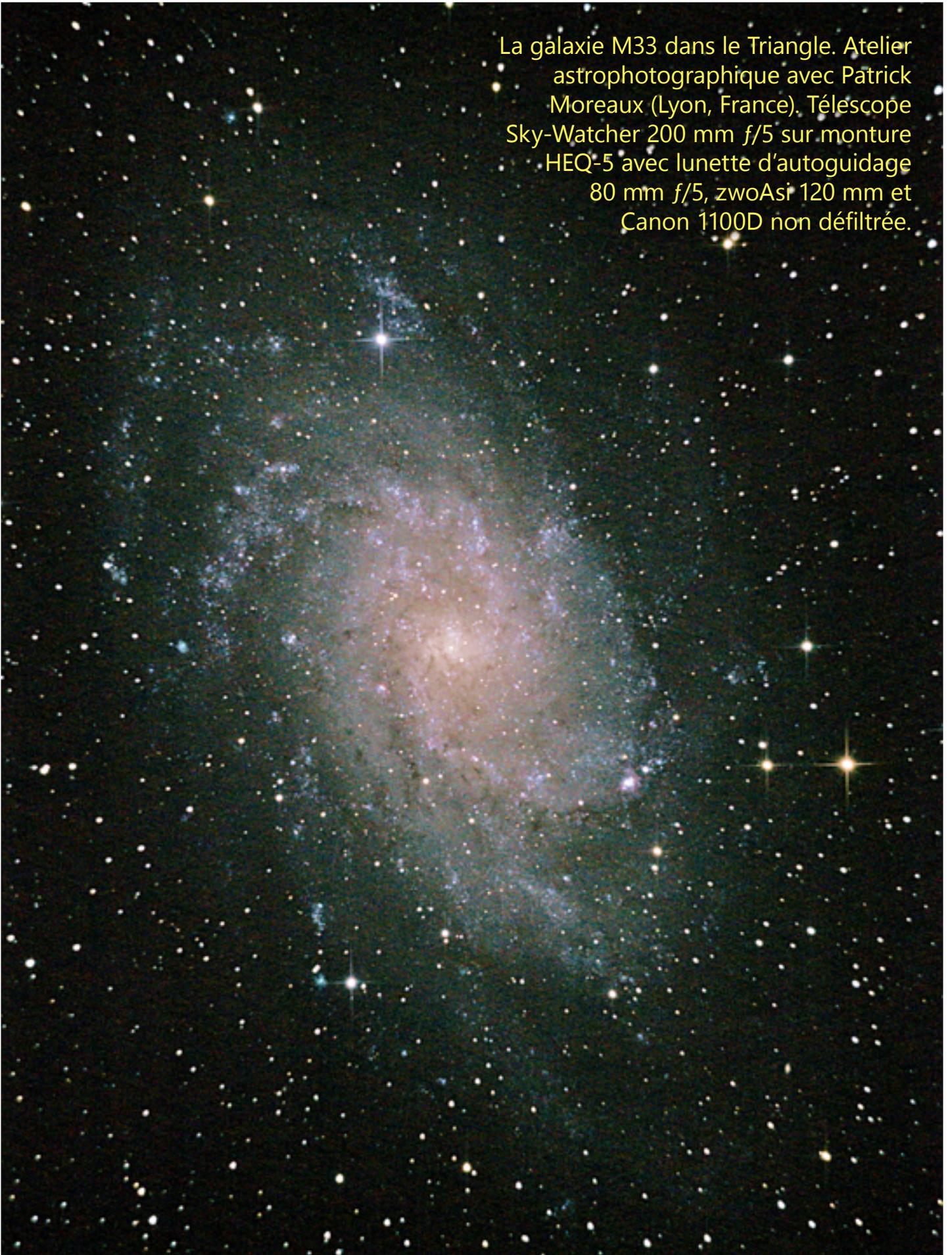
Nous demeurons dans la même région que Wurzelbauer, mais je suis convaincu que le chiffre 5 sera plus furtif et qu'il sera visible moins longtemps !

Un grand merci à M. Thivierge pour ces deux très belles cibles lunaire. La photo du bas de la page précédente a été prise par lui avec son télescope Maksutov Cassegrain de 127 mm $f/12$, le 3 octobre 2014.

La photo ci-dessous est adaptée du Lunar Reconnaissance Orbiter. ★



La galaxie M33 dans le Triangle. Atelier
astrophotographique avec Patrick
Moreaux (Lyon, France). Télescope
Sky-Watcher 200 mm $f/5$ sur monture
HEQ-5 avec lunette d'autoguidage
80 mm $f/5$, zwoAsi 120 mm et
Canon 1100D non défiltrée.



Tim

Un nouveau gratuiticiel pour les astrophotographes amateurs

Nous adorons tous optimiser et valoriser nos captures de photons ; c'est l'essence même de notre loisir dès que l'on fait un peu d'astrophotographie.

Pour ce faire, plusieurs astrophotographes utilisent des gratuiticiels, pour différentes raisons. Nous sommes très heureux quand nous connaissons le logiciel gratuit qui permet de faire « le petit quelque chose » qui rend notre photo meilleure. *Tim* est assurément un de ces logiciels.

Ce petit programme commence tranquillement à se faire connaître dans la communauté des astronomes et astrophotographes amateurs, et je suis convaincu que

plusieurs sauront apprécier ses fonctions. J'ai eu la chance de le tester depuis les toutes premières versions et j'en ai vu la progression. C'est pour cette raison que j'ai été invité à rédiger ce petit article.

Tim propose un nombre relativement réduit de fonctions, ce qui lui permet de demeurer relativement simple. Ses barres de contrôle sont ajustables en déplaçant la souris, en utilisant sa molette centrale, ou avec les touches du clavier. J'ai beaucoup apprécié cette versatilité.

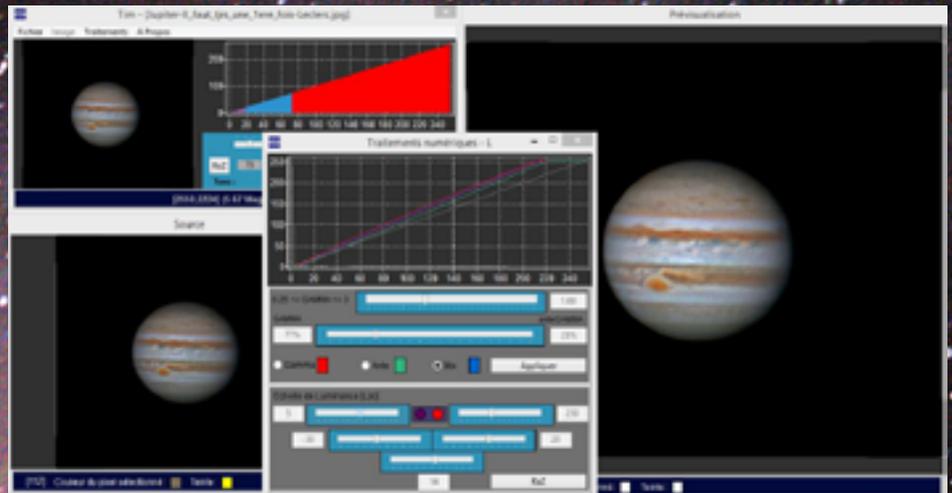
Des ajustements très fins sont possibles avec les fonctions classiques de contraste et de luminosité. Le module de

luminance comporte l'ajustement *gamma* et l'anti-*gamma* (opposé du *gamma*). Un curseur spécifique permet de trouver facilement l'équilibre adéquat entre *gamma* et anti-*gamma*. Le contrôle des tons sombres, moyens et clairs est aussi incorporé. Ces fonctions m'ont parfois aidé à ajuster des photos lunaires ou planétaires, de façon intuitive.

La capture d'écran de la page suivante montre les fenêtres de *Tim* lors de l'ajustement de la luminance.

Un contrôle détaillé des couleurs, des teintes et de la saturation est aussi offert. Je l'ai testé en corrigeant des captures dont les couleurs n'étaient pas optimales. D'autre part, plusieurs filtres sont disponibles. Le filtre « Passe haut doux », par exemple, m'a permis de rendre plus présentable une photo lunaire. Entre mes mains, ce filtre semblait beaucoup moins agressif que la fonction équivalente offerte par d'autres logiciels. J'ai vu un adepte de *Tim* faire une utilisation judicieuse du « Filtre flou gaussien » pour minimiser l'aspect granuleux d'images planétaires. Des collègues m'ont aussi montré qu'une utilisation optimale des divers modules de *Tim* peut faire un très bon travail sur des empilements de ciel profond provenant de *DeepSkyStacker*.

Tim propose aussi un module plus spécifique à l'astrophotographie planétaire avec les ondelettes (« wavelets »). Ce module permet d'améliorer la définition des images selon cinq niveaux d'échelle. Des facilitateurs y sont intégrés (amélioration du contraste, antibruit, et surimpression).



Dans certains cas, la fonction de surimpression permet une grande simplicité : par exemple, on peut simplement pousser les cinq curseurs vers des valeurs relativement élevées, puis ajuster ensuite globalement leur dosage avec le curseur de surimpression. La plupart du temps, on préférera cependant prendre le temps d'ajuster les curseurs individuellement. Personnellement, je trouve les curseurs de *Tim* plus « nerveux » que ceux de *RegiStax* ou d'*Iris*, mais c'est surtout une question d'habitude. Cet outil est puissant, mais demande un peu de patience de la part de l'utilisateur.

Un rapport détaillé (en format TXT) est généré automatiquement quand on sauvegarde une image modifiée avec *Tim*. Les rapports permettent de comparer les différents traitements d'une même photo, de reproduire ces traitements, et de partager des protocoles de traitement entre utilisateurs. Je trouve ces rapports très efficaces pour suivre à la trace les changements effectués. Il serait fastidieux de faire ce genre de suivi manuellement avec les programmes habituels de traitement d'image. C'est clairement un des points forts de *Tim*.

Au départ, son concepteur a créé *Tim* afin de réaliser plus aisément des traitements qu'il trouvait compliqués ou imparfaits quand il utilisait les logiciels gratuits qui étaient alors disponibles. Il a peu à peu amélioré son programme en se basant sur son expérience et ses besoins personnels ainsi que des suggestions de collègues qui ont testé *Tim*. De nombreuses particularités du logiciel sont d'ailleurs dérivées de demandes spécifiques des utilisateurs, et plusieurs caractéristiques de ce nouvel outil n'existent pas dans l'univers actuel du gratuitiel de traitement de photos. Un logiciel imaginé et conçu par et pour des astrophotographes amateurs : c'est une recette gagnante, propre à d'autres programmes que l'on sait efficaces et populaires. C'est de plus un logiciel versatile, car ses applications ne se limitent pas à l'astrophotographie.

Tim est disponible pour Windows et Linux, en 32 bits et en 64 bits. Les versions 64 bits peuvent traiter d'énormes photos. Ce logiciel est gratuit ; pourquoi s'en priver ? Pour informations et téléchargement, rendez-vous au <http://traitement-d-images-tim.webnode.fr/> ou au <http://tim.16mb.com/> ★

Je CRAQ pour toi...

Étudier la poussière d'étoiles

pour comprendre les
pouponnières stellaires

...avec Simon Coudé





Depuis quelques années, le développement de nouvelles techniques d'observation nous a permis d'identifier un grand nombre de planètes autour d'étoiles du voisinage solaire. De ces techniques, la plus efficace de nos jours afin de trouver ces exoplanètes est la photométrie de transit^[1]. Il s'agit de la méthode utilisée par le télescope spatial Kepler, qui a permis de découvrir depuis son lancement 996 planètes confirmées et 4183 candidates^[2].

Un des résultats surprenants de cette panacée d'exoplanètes est la

diversité inattendue des systèmes stellaires observés. Jupiter chauds, super-Terre, planètes orbitant des systèmes binaires... C'est un changement de paradigme pour les modèles classiques de formation des étoiles et de leurs planètes, qui sont maintenant revisités par les astrophysiciens afin d'expliquer ces configurations exotiques.

Les processus physiques menant à la naissance des étoiles dépendent de la nature de la matière interstellaire à l'intérieur des pouponnières stellaires. Le terme « matière interstellaire » est communément associé aux gaz, aux poussières et aux rayons cosmiques que l'on retrouve dans l'espace qui sépare les étoiles. Bien que ce milieu soit généralement dominé par le

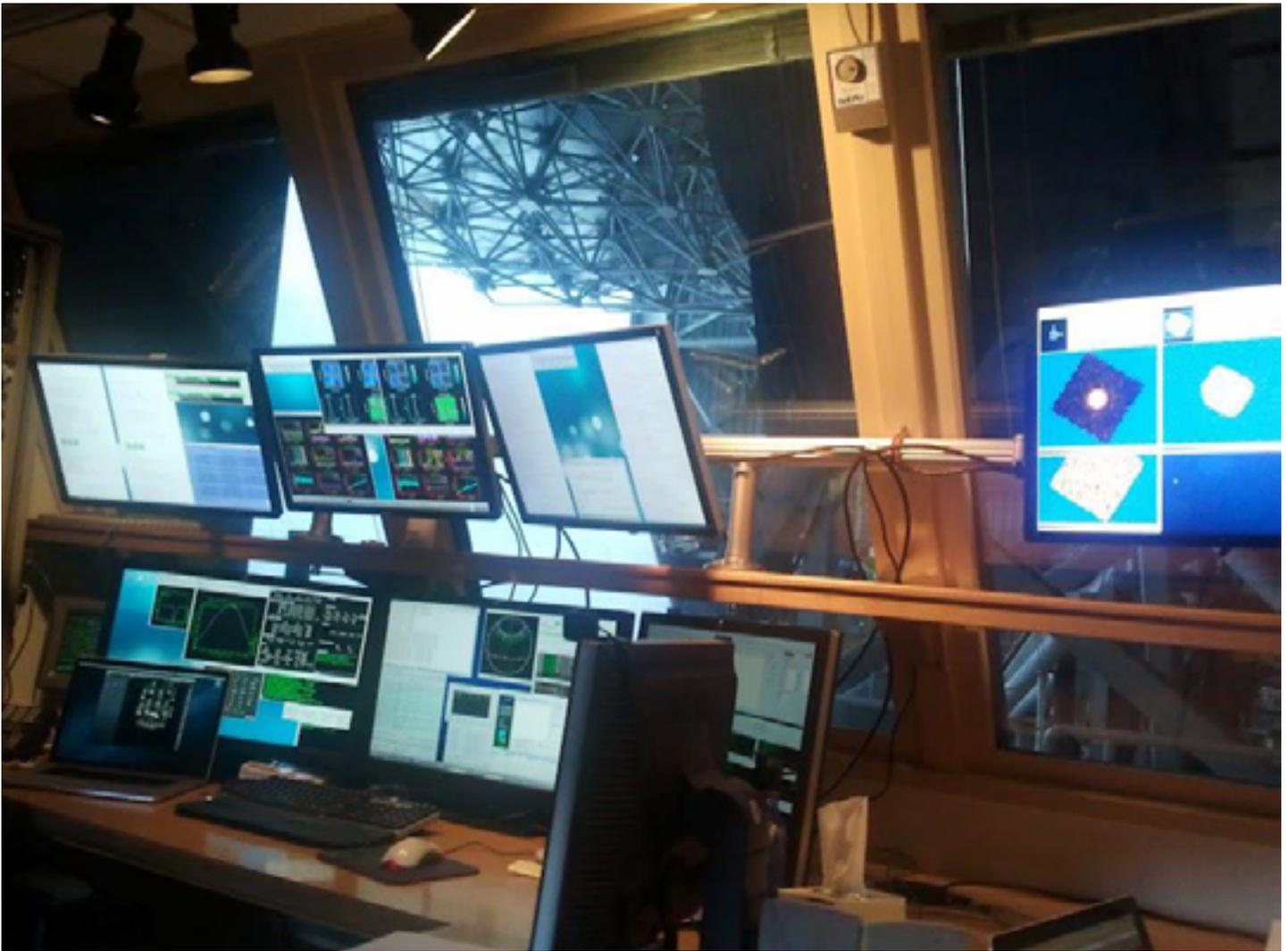
 **Ci-dessus** : Les télescopes Subaru (à gauche) et Keck (à droite) au Mauna Kea à Hawaii. Le sommet de ce volcan est tellement aride qu'il ressemble beaucoup plus à la surface de Mars qu'à une île tropicale du Pacifique. Crédit : Simon Coudé.



Cette chronique est présentée en collaboration avec le Centre de Recherche en Astrophysique du Québec (CRAQ; <http://craq-astro.ca>). À chaque édition d'*Astronomie-Québec*, un membre du CRAQ présentera son projet de thèse de doctorat. Remerciements à M. Luc Turbide.

[1] Wikipédia. http://fr.wikipedia.org/wiki/Méthodes_de_détection_des_exoplanètes

[2] NASA-Kepler. 9 décembre 2014, <http://kepler.nasa.gov/>



Δ Ci-dessus : Le centre de contrôle du télescope James Clerk Maxwell au sommet du Mauna Kea, à Hawaïi. Il s'agit d'un observatoire fonctionnant à la limite entre l'infrarouge lointain et les ondes radio, ce qui permet d'étudier la matière interstellaire froide typique des cœurs préstellaires. Crédit : Simon Coudé.

gaz atomique d'hydrogène neutre, d'autres composants plus rares peuvent avoir un impact significatif sur les processus physiques qui s'y déroulent. C'est le cas de la poussière interstellaire, ces amalgames de molécules complexes et de minéraux de différentes tailles (μm à mm) qui représentent seulement 1 % de la masse totale des nuages moléculaires géants^[3]. La nébuleuse d'Orion (Messier 42) est l'un des exemples les plus connus de nuage moléculaire servant de pouponnière d'étoiles (image frontispice et page suivante, à droite).

Puisqu'ils servent de matériaux de

construction pour les futurs systèmes stellaires, mon sujet de recherche consiste à caractériser les propriétés physiques des grains de poussière à l'intérieur des régions de formation stellaire. Plus spécifiquement, j'étudie la poussière interstellaire à l'intérieur du nuage moléculaire géant d'Orion à l'aide d'observations dans l'infrarouge lointain et le radio. À ces longueurs d'ondes, seule la matière interstellaire froide est visible, ce qui nous permet d'étudier les nuages primordiaux, les cœurs préstellaires, dans lesquels naissent les étoiles. L'objectif est de pouvoir caractériser précisément leur composition, leur taille et leur température afin de déduire, entre autres, leur masse totale. Il est ainsi possible à partir de ces informations de

Simon Coudé est étudiant au doctorat en astrophysique avec le professeur Pierre Bastien au Centre de Recherche en Astrophysique du Québec (CRAQ) / Université de Montréal.

[3] Lequeux, J., Falgarone, É., & Ryter, C. 2002. Le milieu interstellaire. EDP Sciences/CNRS Éditions.

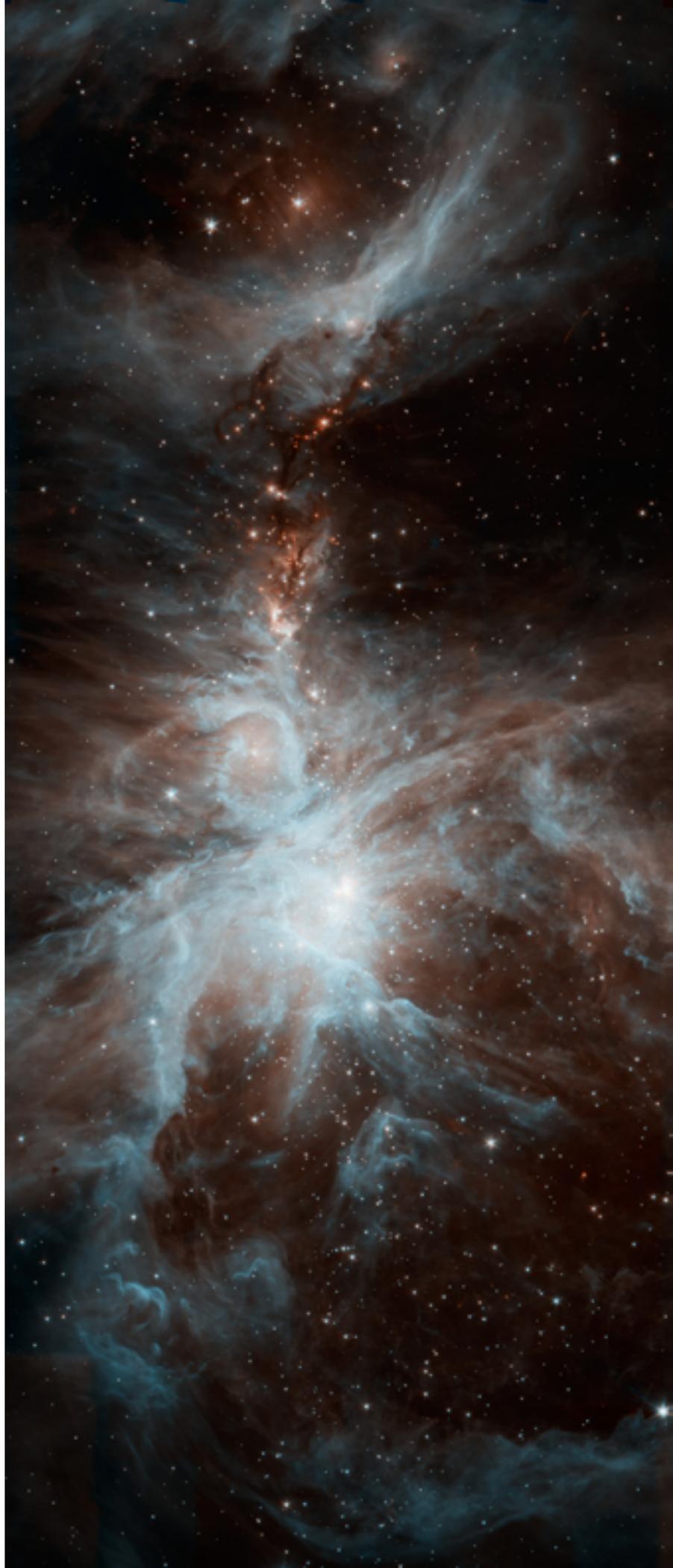
calculer l'efficacité de formation des étoiles par effondrement gravitationnel. C'est cette efficacité qui, ultimement, contrôle les conditions initiales nécessaires à la naissance des systèmes stellaires. Toutefois, de nombreux autres mécanismes physiques (champs magnétiques et turbulences à grandes échelles, par exemple) interviennent dans la formation des cœurs préstellaires à l'intérieur des régions de formation d'étoiles. Ces paramètres additionnels doivent aussi être pris en compte, ce qui complexifie significativement la détermination des propriétés physiques de ces grains de poussière interstellaires. C'est pourquoi ce projet fait partie d'un effort international de recherche sur la formation des étoiles par des scientifiques basés au Canada, aux États-Unis, en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas.

Dans le cadre de mes études, j'utilise des observations du télescope James Clerk Maxwell, situé au sommet du Mauna Kea, un volcan endormi de 4200 m d'altitude sur l'île d'Hawaï (*Big Island*) dans l'état d'Hawaï aux États-Unis. Cet observatoire a la particularité unique, grâce au site extrêmement aride sur lequel il est construit (page 26, en ahut), de pouvoir observer la lumière aux longueurs d'ondes submillimétriques (450 et 850 μm) qui se trouvent entre l'infrarouge lointain et les micro-ondes.

Bien que la plus grande partie des opérations du télescope soient automatisées, elles doivent tout de même être contrôlées sur place par un opérateur spécialiste et un astronome professionnel (page précédente, en haut).

Il s'agit d'une opportunité extraordinaire d'observer une partie de l'univers invisible à l'un des rares endroits sur Terre où il est possible de le faire. Mais surtout, c'est une occasion de pouvoir contribuer à notre compréhension de la formation des étoiles, des planètes et même d'une chose aussi fondamentale que les origines de la vie. ★

▶ Ci-contre : La nébuleuse d'Orion telle que vue par le télescope spatial Spitzer. Contrairement aux observations dans le visible, la lumière infrarouge permet de voir clairement la poussière interstellaire et les jeunes étoiles qui s'y cachent. Crédit : NASA, JPL-Caltech, J. Stauffer (SSC/Caltech).



Voir double...



32 Eridani

32 Eridani

...avec Luc Descoteaux



Parmi les plus belles étoiles doubles du ciel, 32 Eridani^[1] se cache loin des repères, à l'ouest d'Orion et au sud du Taureau, dans le fleuve céleste Eridan. Non seulement loin des repères, mais aussi anonyme dans le champ du chercheur : ses composantes sont tellement rapprochées que l'on dirait une étoile simple, ordinaire, vu le faible grossissement (10×) dudit chercheur. Il est donc facile, au premier coup d'œil, de ne pas la remarquer.

Pour la trouver, la technique la plus simple serait de repérer Rigel, l'étoile la plus brillante des environs, dans Orion. On déplace ensuite de 15° vers l'ouest le champ visuel du chercheur (trois largeurs de champ), puis on centre la paire d'étoiles brillantes dans le champ du chercheur. Ces deux étoiles (o¹ et o² Eridani) serviront de pointeurs vers 32 Eridani. On prolonge enfin la distance entre o¹ et o² de cinq fois vers le nord-ouest pour cerner 32 Eridani, qui est plus brillante que ses voisines.

Sur une monture azimutale, une autre technique consiste à pointer le télescope (à 50× environ) franc sud, à 42° d'élévation (depuis la latitude de Montréal), soit le point de passage, ou « transit », de 32 Eridani devant le méridien supérieur (voir tableau). Le méridien supérieur est cette ligne imaginaire fixe qui relie le pôle céleste à l'horizon sud, en passant par le zénith. Au 31 janvier, mon cherche-étoiles indique que ce transit aura lieu à 19 h 11 min HNE... au milieu de notre fuseau horaire (i.e. à 75° de longitude ouest)! Le méridien de Montréal, à 73,5° ouest, précède de six

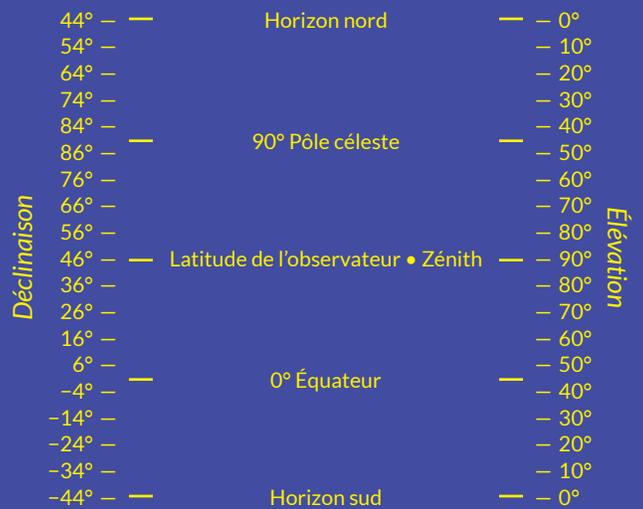
minutes le méridien de Montebello à 75°, puisque la Terre tourne d'un degré toutes les quatre minutes. Le transit à Montréal aura donc lieu vers 19 h 05 min. Le lendemain, il aura lieu quatre minutes plus tôt, et 120 minutes plus tôt dans un mois... On peut ainsi calculer, à raison de quatre minutes par jour, le moment du transit à une date donnée (ne pas oublier la correction à l'heure d'été, s'il y a lieu).

L'élévation du point de transit (au méridien sud) d'une cible dépend de sa position sur la sphère céleste ainsi que de la position de l'observateur (la latitude de celui-ci). Pour 32 Eridani, depuis Montréal, ce sera 42°; depuis Moscou, 31°; depuis Paris, 39° (voir l'exemple du convertisseur graphique).

Un bon cherche-étoiles, pourvu d'une réglette de déclinaison et dessiné pour une latitude proche de celle de l'observateur, fournira toutes les informations mentionnées ci-haut et plus encore, et ce pour un prix minime. Un programme ou une appli de type « planétarium » rendra aussi beaucoup d'informations.

La beauté du contraste des couleurs de l'étoile double 32 Eridani fait l'unanimité, et la description de ses couleurs révèle également un consensus plutôt rare. Un plaisir à découvrir, donc.

Exemple d'un méridien utilisé pour convertir la déclinaison en élévation



Ressources

CHAPMAN, David M.F., éd. *Observer's Handbook 2015*. Toronto, The Royal Astronomical Society of Canada, 2014, 352 p. (ici p. 296).

HAAS, Sissy. *Double Stars for Small Telescopes*. Cambridge, Sky Publishing, 2007, 184 p. (ici p. 74).

SINNOTT, Roger W. *Pocket Sky Atlas*. Cambridge, Sky Publishing, 2006, 100 p. (ici p. 17).

Southern Stars. Sky Safari Pro (logiciel).

Nomenclature :
32 Eridani · STF 470 · SAO 130806

Ascension droite :
03 h 54 min

Déclinaison :
-02° 57'

Heure du transit :
19 h 06 min
(Au 31 janvier)

Altitude au transit :
42° (Montréal)

Magnitudes :
A : 4,7
B : 6,0

Séparation / Angle* :
7,0" / 347°
* Mesuré du nord vers l'est, jusqu'à la secondaire

Couleurs :
A : Jaune / B : Bleue

[1] ...et cet article débute à la page 32. Coïncidence? À vous de juger!

Bonnes observations !



HL Tauri, une image (presque) révolutionnaire

The background of the slide is a high-resolution astronomical image of the HL Tauri star system. It shows a bright, young star on the right side, with a large, glowing protoplanetary disk (proplyd disk) extending to the left. The disk is characterized by three prominent, dark gaps or rings, which are believed to be the locations where planets are in the process of forming. The overall color palette is dominated by warm tones of orange, red, and yellow, with a dark blue/black background representing the surrounding space.

Au cours d'une phase de test de l'ALMA, les astronomes ont capturé l'image la plus détaillée jamais obtenue d'un système planétaire en formation. Ce que l'image révèle confirme essentiellement ce que prédisaient les simulations informatiques, mais met également en évidence une genèse planétaire inattendue et prématurée.

par Michele Ferrara
(Collaboration spéciale)

Il y a près de deux ans, le réseau de 66 antennes qui forment le Atacama Large Millimeter / submillimeter Array (ALMA) est devenu pleinement opérationnel, mais la vaste gamme de configurations possibles avec laquelle il peut

être utilisé jusqu'à présent a seulement fourni un avant-gout de l'énorme potentiel de cet instrument. Comme le suggère son nom, ALMA observe le ciel à des longueurs d'onde millimétriques et submillimétriques ; un domaine peu

Image de fond : Jusqu'à récemment, nous pouvions voir les détails de disques protoplanétaires seulement dans des images artistiques de ce genre. Maintenant, nous pouvons les voir sur des images réelles. Crédit : ESO / L. Calçada.

étudié dans lequel se produisent cependant des phénomènes d'une importance fondamentale à notre compréhension de l'Univers qui nous entoure. Un tel phénomène est la formation de systèmes planétaires autour de très jeunes étoiles, un processus qui se produit dans les régions de l'espace riches en gaz et en poussière de différentes origines.

Observer ce qui se passe dans ces environnements a pendant longtemps été impossible, puisque la présence de cette poussière (et la basse température la caractérisant) cachent tous les détails aux télescopes en lumière visible, alors que les télescopes infrarouges ne permettent pour la plupart que de percevoir des scénarios indistincts. Aujourd'hui, cependant, ALMA offre des possibilités de recherche précédemment impensées, et ce, pour deux bonnes raisons. La

première est que les longueurs d'onde accessibles sont plus compatibles avec des environnements plus froids que ceux accessibles aux télescopes traditionnels, et que les disques protoplanétaires sont en effet des environnements froids (quelques dizaines de kelvins).

L'autre bonne raison est la haute résolution angulaire des images obtenues avec ALMA en utilisant les principes d'interférométrie : plus les éléments individuels d'un réseau de télescopes ou radiotélescopes sont éloignés les uns des autres, plus la puissance de résolution résultante sera grande (et plus il sera difficile de superposer de manière constructive les différents signaux acquis). Les 66 antennes d'ALMA peuvent être espacées d'un maximum de 16 km, ce qui équivaut, en ce qui a trait à la résolution, à utiliser une seule antenne d'un tel diamètre. À titre de

▽ Ci-dessous : Cette illustration donne une idée de la façon dont l'accrétion des corps solides se produit dans les disques protoplanétaires : de simples agglomérats de minuscules grains semblables au sable, aux objets de taille planétaire. Crédit : Alan Brandon / Nature.

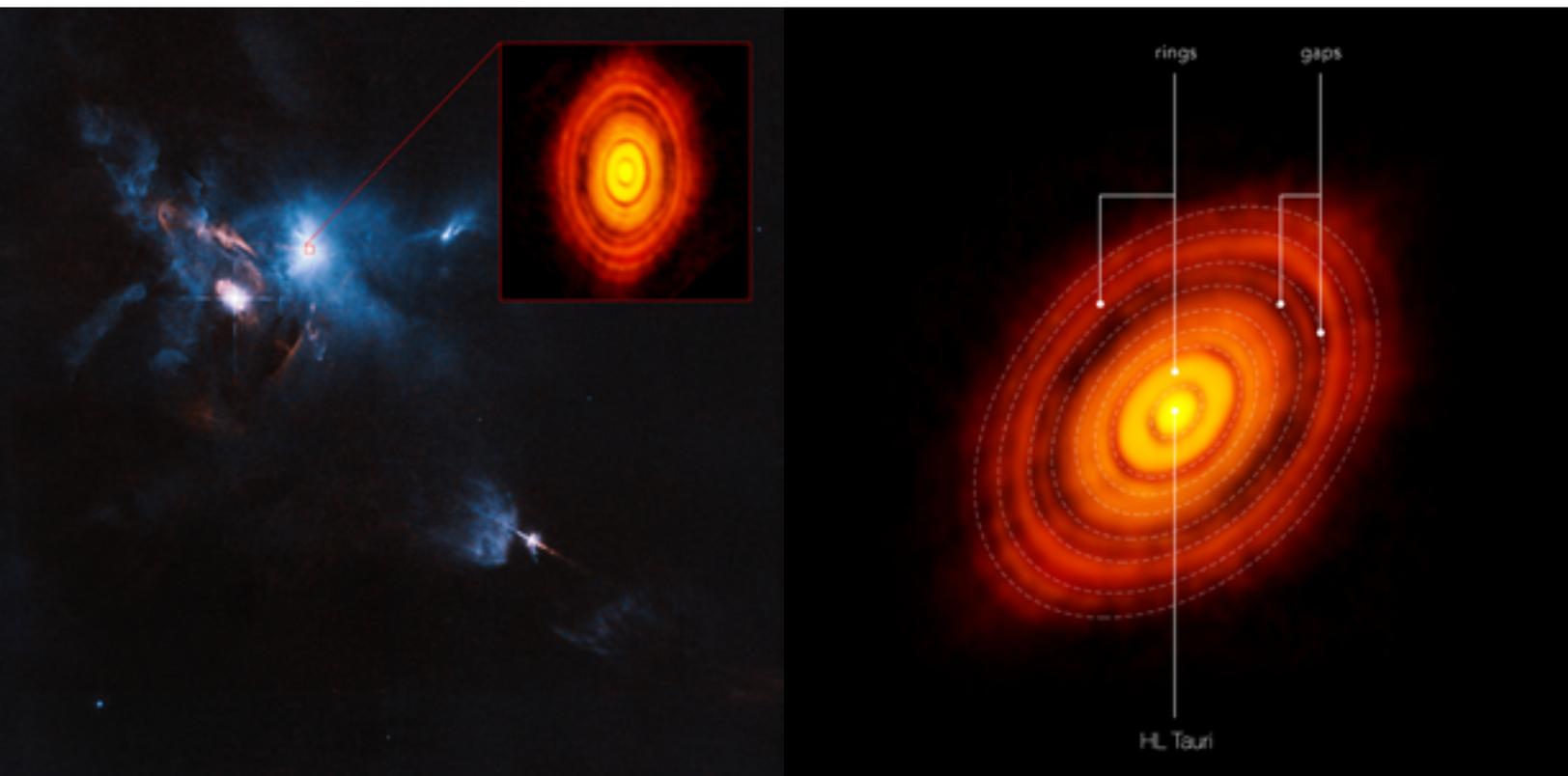




comparaison, il faut garder à l'esprit que d'autres installations similaires opérant aux longueurs d'onde millimétriques ont des antennes qui peuvent être espacées de quelques kilomètres tout au plus.

En septembre dernier, ALMA a commencé un cycle d'essai avec l'acquisition d'images sur une ligne de base de 15 km, donc proche du maximum possible, et les résultats ne se sont pas fait attendre.

 **Ci-dessus :** La grande région nébuleuse de la constellation du Taureau, dans laquelle il y a moins de 1 000 000 années l'étoile HL Tauri (indiquée par la flèche) est née avec son disque protoplanétaire. Crédit : ESO / Digitized Sky Survey 2.



Δ Ci-dessus : À gauche, la nébulosité turbulente enveloppant le système HL Tauri, présentée agrandie dans l'encart avec les anneaux concentriques spectaculaires du disque planétaire bien visibles. À droite, les anneaux de plus haute densité différenciés des régions orbitales balayés clairement par l'accrétion des planètes. Les plus petits détails perceptibles mesurent environ 5 ua de diamètre. Crédits : ALMA (ESO / NAOJ / NRAO), ESA / Hubble (gauche) et NASA et ALMA (ESO / NAOJ / NRAO) (droite).

▽ Ci-dessous : « Plongeon » dans la Voie lactée, jusqu'au disque protoplanétaire de HL Tauri. Crédits : ALMA (ESO / NAOJ / NRAO) / NASA / ESA / N. Risinger (skysurvey.org). Musique : movetwo

L'observatoire a en fait produit ce que les astronomes considèrent la meilleure image jamais obtenue dans le domaine millimétrique (1,3 mm ou 230 GHz). La cible sur laquelle les chercheurs ont pointé le réseau d'antennes est une jeune étoile de type solaire, formée il y a moins de 1 000 000 d'années dans le Nuage moléculaire du Taureau, à environ 450 années-lumière de la Terre. C'est une étoile de magnitude 15 en lumière visible (environ 9 en lumière

infrarouge), autour de laquelle a été découvert il y a près de 40 ans un excès de rayonnement infrarouge, qui pourrait être attribué à un disque protoplanétaire. Dix ans plus tard, cette hypothèse a été confirmée par des observations dans le domaine millimétrique, indiquant une structure de disque gazeux s'étendant sur environ 2 000 unités astronomiques (UA), avec une masse égale à $\frac{1}{10}$ celle du Soleil. En utilisant le monoxyde de carbone (CO) comme « traceur », les chercheurs ont pu confirmer que le disque tournait autour de l'étoile.

Toutes les conditions préalables étaient par conséquent réunies pour qu'ALMA dévoile quelque chose de nouveau et d'intéressant autour de HL Tauri. Les observations les plus récentes ont été réalisées avec un intervalle d'expositions entre le 24 et le 31 octobre 2014, pour une durée totale d'intégration de 4,5 heures (un peu comme si les astronomes avaient pris une longue exposition, mais un peu à la fois).



VIDÉO



L'image résultante fut immédiatement définie comme révolutionnaire par les mêmes gestionnaires et scientifiques d'ALMA, puisque ce qu'elle montre remet en question au moins une partie du modèle mathématique principal qui décrit la formation des systèmes planétaires, ce que l'on appelle le « modèle d'accrétion du noyau ». En résumé, celui-ci prévoit que les restes d'une formation d'étoiles finissent disposés en une structure de disque autour de l'étoile elle-même et que, dans ce disque, la force gravitationnelle est telle qu'elle concentre la poussière et le gaz en agrégats de taille croissante, jusqu'à ce que se forment des comètes, des astéroïdes, et finalement des planètes. Les simulations informatiques indiquent que pour atteindre cette dernière étape, il faut plusieurs millions d'années (plus une masse appropriée), et qu'il ne devrait pas être possible de trouver des traces de la présence de planètes dans le disque d'une étoile aussi jeune que HL Tauri.

Toutefois, l'image produite par ALMA est en contraste marqué avec ce à quoi on s'attendait. En fait, comme on peut facilement le voir, le disque protoplanétaire est divisé en une série de cercles concentriques (apparaissant sous forme d'ovales en raison du point de vue optique), caractérisés par des niveaux de densité et de luminosité, pas directement corrélés avec la distance



de l'étoile (non visible sur l'image d'ALMA).

△ Ci-dessus : Le disque de HL Tauri vu d'un autre point de vue que depuis la Terre. Crédit : ESO / M. Kornmesser.

Les deux régions orbitales considérées plus intéressantes par

▽ Ci-dessous : Une brève présentation d'ALMA (en anglais), avec un résumé de ce qui est décrit dans cet article. Crédit : ESO.



les chercheurs sont les plus foncées, situées entre 20 et 30 ua, et environ 70 ua de HL Tauri.

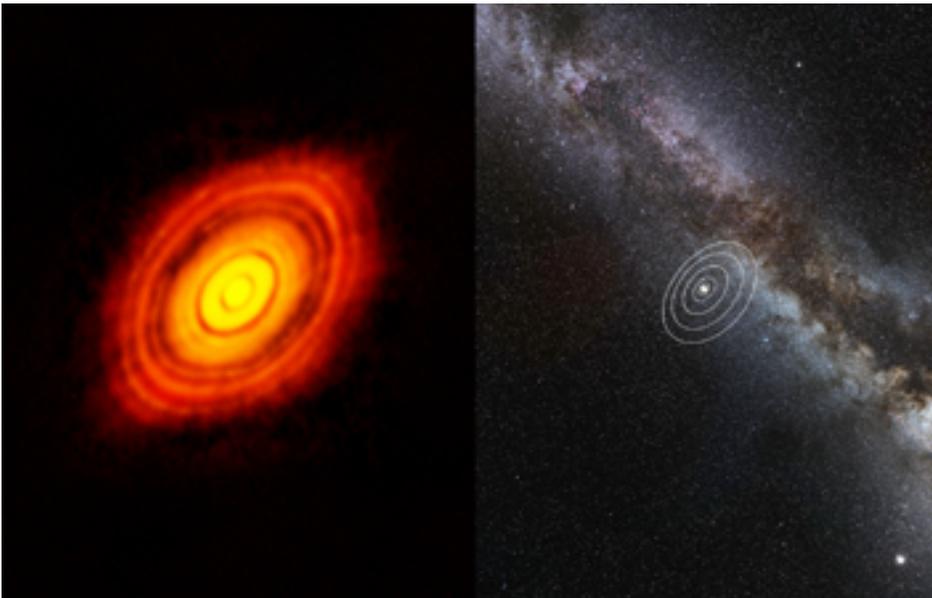
▽ Ci-dessous : Un aperçu spectaculaire d'une partie des 66 antennes qui composent l'observatoire ALMA. L'établissement, situé sur le plateau de Chajnantor (Chili) à 5000 m d'altitude, fait partie de l'ESO. Crédit : ESO / S. Guisard (www.eso.org/~sguisard).



VIDÉO



VIDÉO



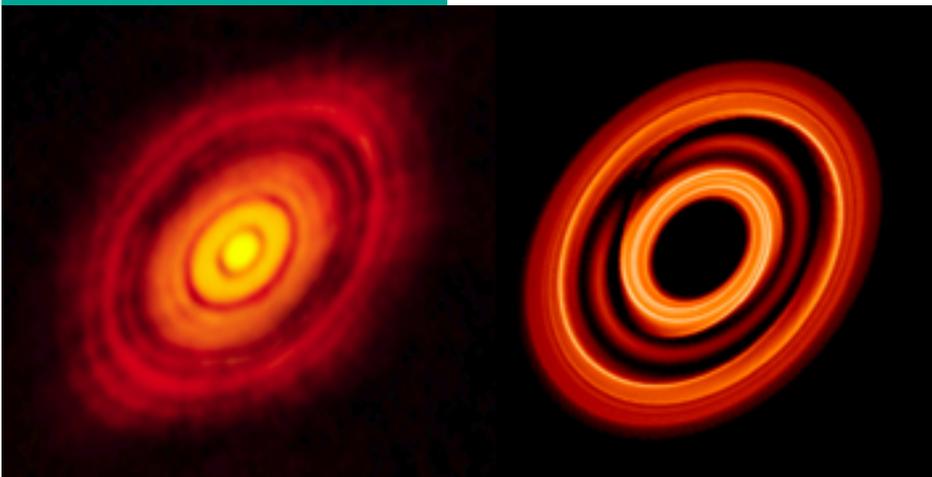
Δ Ci-dessus : Comparaison entre la taille du disque de HL Tauri et celle de notre système solaire (jusqu'à l'orbite de Neptune). Même si la jeune étoile du Taureau a une masse d'environ la moitié de celle du Soleil, le disque qui l'entoure est très grand; notre propre disque protoplanétaire était probablement encore plus grand. Crédit : ALMA (ESO / NAOJ / NRAO).

Les simulations les plus fiables montrent que ces anneaux moins denses et moins lumineux sont générés en même temps que la formation des planètes, qui accumulent leur masse en balayant le gaz et la poussière qui remplissaient initialement ces lacunes maintenant vides. Ce qui suggère la présence de planètes est non seulement les régions les plus faibles du disque, mais aussi les plus brillantes, celles dont les ondulations de densité sont compatibles avec une action de confinement gravitationnel générée par des masses planétaires. En d'autres termes, le matériel balayé par les planètes est poussé vers les bords interne et externe de l'orbite, où il se condense tout

en semblant imperturbable (il sera en fait balayé à un stade ultérieur d'évolution du système planétaire). La correspondance entre ce qui est prédit par les simulations numériques et ce qui se trouve sur l'image d'ALMA montre qu'autour de HL Tauri, il y a au moins quelques planètes dans un stade avancé de formation — un processus qui doit nécessairement être en cours depuis au moins quelques centaines de milliers d'années. Comme il est tout à fait inattendu que de tels processus puissent commencer si tôt dans la vie de l'étoile, il est fondamental de comprendre pourquoi c'est arrivé et si cette précocité est l'exception ou la règle. Les réponses à ces questions permettront aussi de comprendre plus précisément le moment et les circonstances de la formation de notre système planétaire, qui ne sont pas encore très claires.

La seule tentative d'interprétation réaliste de HL Tauri à ce jour lie le processus rapide de formation des planètes à la présence de jets de gaz produits par un champ magnétique et libérés le long des axes de rotation du disque. Ces jets, en se heurtant à des centaines de kilomètres par seconde à la poussière et au gaz interstellaires (de plus faible densité) dispersés autour du système HL Tauri, forment l'objet de Herbig-Haro associé à cette étoile (HH 150). En attendant des interprétations plus précises, nous pouvons admirer l'image incroyable de ce disque et réfléchir aux similitudes qu'il pourrait avoir avec ce qui s'est produit voilà 4,6 milliards d'années et qui a donné naissance à un système planétaire qui nous est bien familier... ★

▽ Ci-dessous : Comparaison entre l'image originale et une simulation hydrodynamique. La similitude entre les deux est impressionnante. Crédit : Département de physique, Université de Milan, Italie.



Ce texte a originellement paru en italien dans *Astrofilo* et en anglais dans *Free Astronomy Magazine* (janvier/février 2015). Nous remercions son auteur, Michele Ferrara, pour cette collaboration spéciale.

canadian telescopes .com

Le magasin de télescopes du Canada



 telescopescanadiens.com
Sans Frais: 1.888.527.7207

LIVRAISON GRATUITE
partout au Canada, sur tous les produits, en tout temps!



Manqué une édition ?

Téléchargez-la
gratuitement au
<http://astronomie.quebec>

Coup de soleil...

*Au cœur de notre système solaire,
on retrouve une étoile, le Soleil.
Mais voyons voir ce que l'on retrouve...*

...au cœur du Soleil

Image de fond : Vue d'artiste du système solaire. Crédit : National Geographic Art by Dana Berry; source : Harold Levison et Dan Durda, SWRI.



...avec Stéphane Lemon



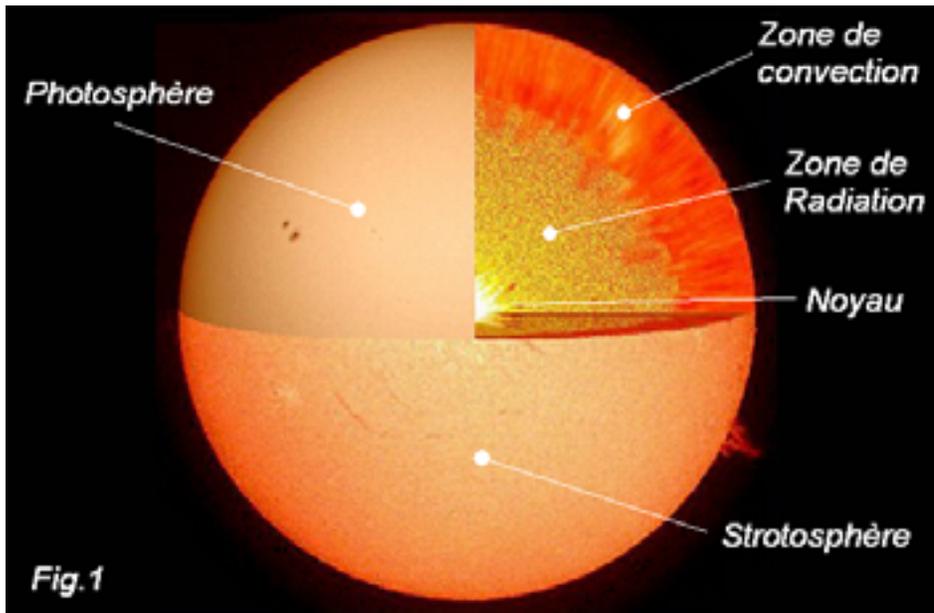


Fig.1

D'abord, un petit rappel : notre Soleil est une étoile naine jaune appartenant au type spectral G, avec une température de surface proche de 6 000 K. On peut détecter à sa surface des éléments chimiques tels que l'hydrogène et l'hélium, et bien sûr des éléments plus lourds. La masse du Soleil est de $1,9891 \times 10^{30}$ kg, et son diamètre équatorial est d'environ 1 390 000 km. À partir de la couronne solaire, on retrouve en ordre successif la stratosphère et la photosphère; sous cette dernière se trouvent la zone de convection, la zone de radiation et, pour finir, le cœur de notre étoile son noyau (voir Fig. 1 ci-contre).

La zone de convection s'étend de 0,8 rayon solaire jusqu'à la photosphère. La zone de radiation, quant à elle, se situe approximativement entre 0,25 et 0,7 rayon solaire. Puis, le cœur (noyau) s'étend du centre à environ 0,25 rayon solaire, avec une masse volumique supérieure à $150\,000 \text{ kg/m}^3$ et une température approchant les 15 millions de kelvins.

La structure interne du Soleil n'est pas observable directement; pour y arriver, on utilise l'héliosismologie,

qui nous permet de mesurer et de visualiser indirectement la structure interne du Soleil. L'héliosismologie est utilisée par les astrophysiciens qui étudient les mouvements sismiques du Soleil, de la même façon que les sismologues « terrestres » le font pour étudier les ondes produites par les tremblements de terre et déterminer la structure interne de la Terre. L'héliosismologie est une discipline très jeune, mais les instruments d'observation permettent d'effectuer des mesures similaires sur des étoiles situées à plusieurs dizaines d'années-lumière; on parle alors d'astérosismologie.

Les simulations informatiques (comme celle de la Fig. 2, ci-dessous) sont également utilisées comme outils théoriques pour sonder les couches les plus profondes. L'image de synthèse reproduite ici montre les motifs d'oscillation acoustique en mode *p* tant à l'intérieur qu'à la surface du Soleil.

C'est dans le cœur du Soleil que se produisent les réactions thermonucléaires exothermiques^[1] qui transforment son hydrogène en hélium, soit 564 millions de tonnes d'hydrogène converties en 559 millions de tonnes d'hélium, et ce, chaque seconde, libérant une énergie correspondant à l'annihilation de 4,26 millions de tonnes de matière par seconde, produisant 383 yottajoules (383×10^{24} joules) par seconde, soit l'équivalent de l'explosion de $91,5 \times 10^{15}$ tonnes de TNT^[2].

Pour comprendre ces réactions, parlons de la chaîne PP (de « proton-

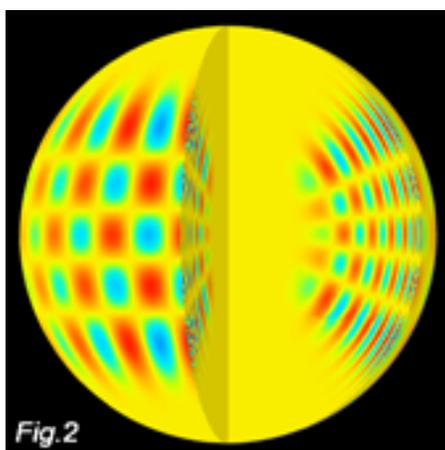


Fig.2

[1] De l'ancien grec ἔξω (éksō), « extérieur » et θερμη (thérmē), « chaleur »; par opposition à *endothermique*, de l'ancien grec ἐνδον (éndon), « intérieur ».

[2] Wikipédia. *Soleil*. Section « Le cœur ou noyau » · <http://fr.wikipedia.org/wiki/Soleil>

proton»). La chaîne PP est une des réactions de fusion nucléaire que les étoiles de masse relativement faible, comme le Soleil, utilisent pour convertir leur hydrogène en hélium.

La Fig. 3 (ci-dessous) nous montre les différentes étapes de la chaîne proton-proton^[3]. Deux noyaux d'hydrogène ^1H (des protons) fusionnent pour former un noyau de deutérium ^2H , ce qui est accompagné de l'émission d'un positron ainsi que d'un neutrino. Ensuite, un autre proton fusionne avec le noyau de deutérium, formant ainsi un noyau d'hélium ^3He et émettant un photon gamma. Finalement, deux noyaux d'hélium ^3He peuvent fusionner et produire un noyau d'hélium ^4He ainsi que deux noyaux d'hydrogène ^1H .

Comme la chaîne PP est dominante à des températures comprises entre 10 et 14 millions de kelvins, elle correspond à ce stade-ci à la température interne de notre étoile.

Après la libération des photons (rayons X et gamma) par la réaction de fusion, on estime que le temps de transition de ceux-ci pour passer par la zone de radiation et la zone de convection afin d'atteindre la photosphère (surface du Soleil) se situe entre 10 000 et 170 000 ans^[2]. À ce stade, les photons s'échappent de la surface sous forme de lumière dans l'espace.

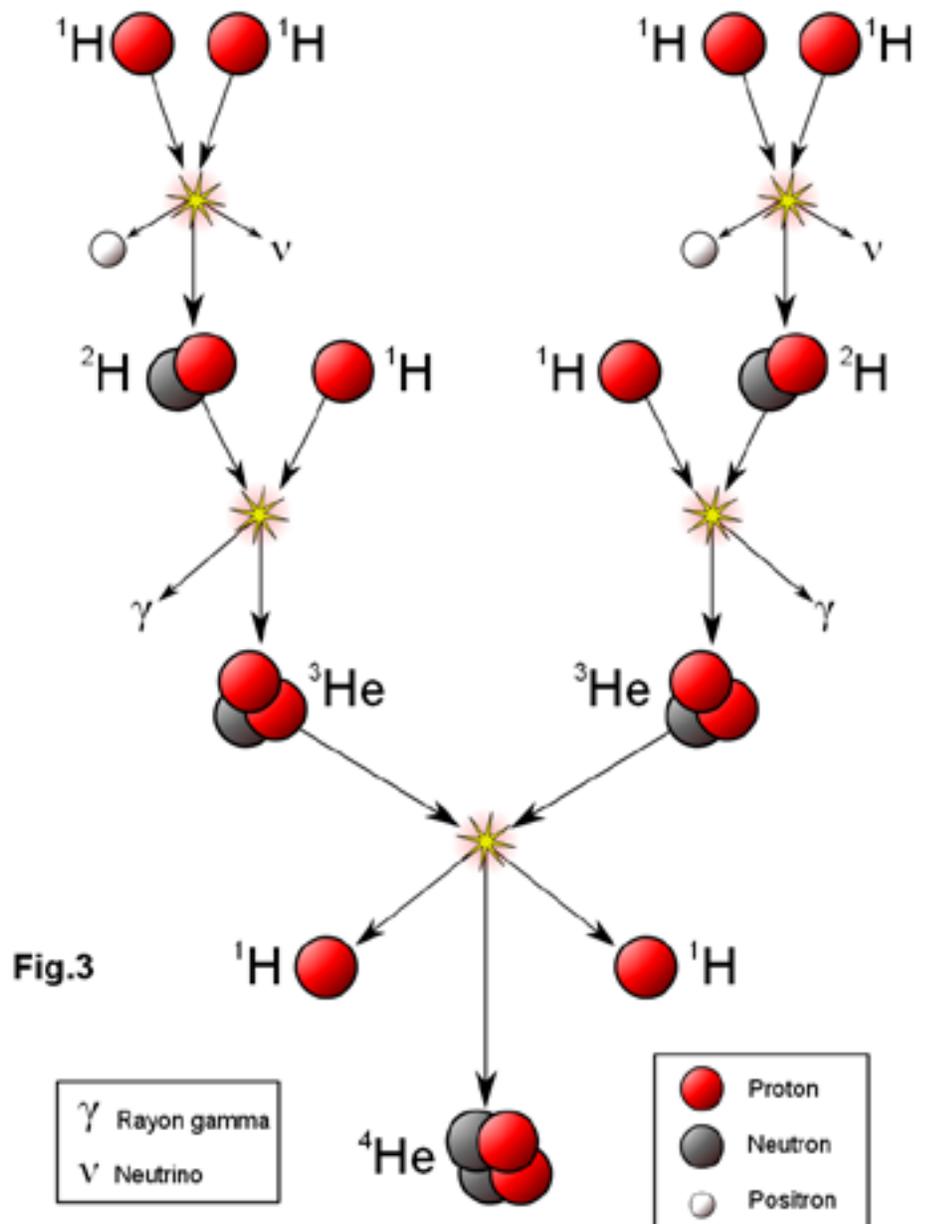
Toujours par les réactions de fusion, des neutrinos sont eux aussi libérés, mais puisqu'ils interagissent peu avec la matière, ils sont par la fait même libérés immédiatement. Donc, le cœur du Soleil est la seule partie qui produit de la chaleur par fusion; le

reste de notre étoile puise sa chaleur uniquement de l'énergie émise par le cœur du Soleil. La totalité de cette énergie s'échappe dans l'espace, après avoir traversé les diverses zones, sous forme de rayonnement solaire et de particules chargées, et ce, pour le plus grand bonheur de la vie sur Terre !

Références additionnelles

LEMON, Stéphane. « L'origine du Soleil ». *Astronomie-Québec* Vol. 2, No. 6 (mars/avril 2014), p. 29 · <http://astronomie.quebec>

Wikipédia. *Chaîne proton-proton* · http://fr.wikipedia.org/wiki/Cha%C3%A9ne_proton-proton ★



[3] À noter par rapport à la légende de la Fig. 3 : un positron est un antiélectron, c'est-à-dire une particule en tous points semblable à l'électron, mais de charge positive.

SpaceShipTwo

Un coup sérieux au vol spatial privé

par Michele Ferrara
(Collaboration spéciale)

Image de fond : L'avion spatial de Virgin Galactic photographié alors qu'il filait vers la haute atmosphère, lors d'un vol d'essai.





Le progrès de la société britannique Virgin Galactic vers la conquête du marché du tourisme spatial s'est soudainement arrêté suite à une première catastrophe aérienne, survenue quelques jours après un autre accident, impliquant une fusée d'Orbital Sciences à destination de l'ISS. L'industrie du voyage spatial privé est-elle en crise ?



à l'industrie astronautique privée qui essaie soigneusement, depuis plus d'une décennie, de se tailler une place dans le créneau libéré par la retraite des navettes de la NASA.

Le premier accident a eu lieu le 28 octobre à la base de lancement de Wallops Island en Virginie, alors qu'une fusée Antares d'Orbital Science Corporation a explosé quatorze secondes après l'allumage de ses moteurs, détruisant une cargaison de fournitures destinées à la Station spatiale internationale.

Le second accident, survenu quatre jours plus tard au-dessus du Mojave Air and Space Port (Californie), fut encore pire que le premier, car il impliquait l'avion expérimental *SpaceShipTwo* avec deux pilotes à son bord, dont l'un est mort, tandis que l'autre a été blessé. L'échec de cette mission — essentiellement un vol d'essai — a non seulement affecté l'avion spatial (détruit) et des vies humaines, mais aussi gravement compromis les perspectives d'avenir du « tourisme spatial » — un secteur visé par certaines entreprises aérospatiales privées gérés par des multimilliardaires. L'un d'entre eux est Sir Richard Branson, l'entrepreneur et fondateur de Virgin Group, un conglomérat d'environ 400 entreprises qui touche des domaines comme l'aviation civile, la radiodiffusion, la course automobile, les cartes de crédit, les centres d'entraînement physique, le tourisme, l'édition, les films, les vêtements, les cosmétiques, les mégamagasins d'électronique, etc. Après avoir beaucoup investi, pendant des décennies, dans des entreprises de transport aérien, maritime et terrestre, Branson a décidé que sa nouvelle frontière serait l'espace et pour l'atteindre, il a fondé en

▲ Ci-dessus, de gauche à droite : Burt Rutan, fondateur de Scaled Composites; les pilotes Mike Alsbury (tué dans l'accident de la fin octobre) et Mark Forger; et Richard Branson, fondateur de *Virgin Galactic*. Crédit photo : *Virgin Galactic*.

Voyager dans l'espace est, de toutes les activités des humains, celle qui pousse ceux-ci et la technologie qu'ils utilisent à leurs limites. Les risques encourus sont plus élevés lorsque le projet entrepris est plus innovant, et il est pratiquement inévitable de se heurter à des événements inattendus qui peuvent coûter cher. Nous en avons eu la preuve à la fin octobre lorsque, en quelques jours, deux accidents majeurs se sont produits, qui ont porté un coup dur

▽ Ci-dessous : L'appareil *SpaceKnightTwo* — un fuselage double, une envergure de 43 m, et quatre moteurs d'avion à réaction — avec l'avion spatial *SpaceShipTwo* arrimé en son centre. Crédit photo : *Virgin Galactic*.





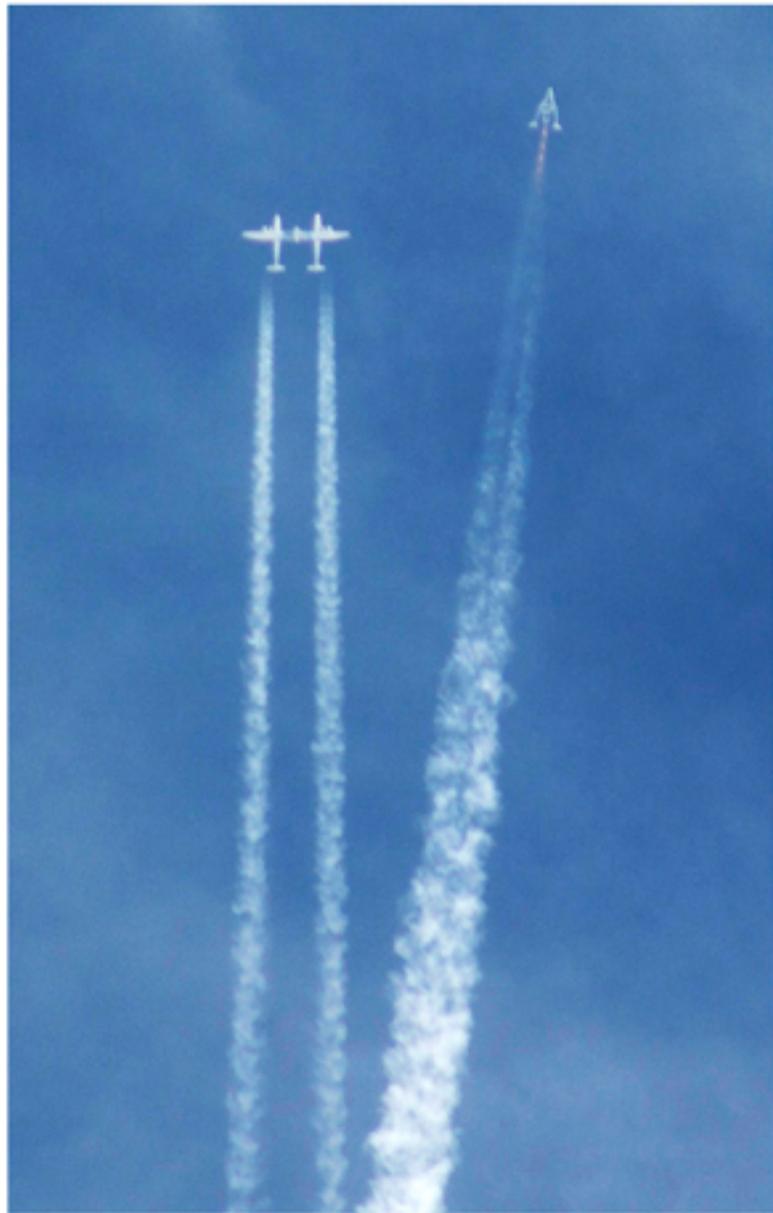
2004 Virgin Galactic, une entreprise aérospatiale dont l'objectif est de fournir des vols suborbitaux privés au moyen de petits avions spatiaux propulsés par des moteurs de fusée, pouvant accueillir six passagers en plus des deux pilotes. Pour atteindre cet objectif ambitieux, Branson a établi une coopération étroite et durable avec Scaled Composites, une entreprise aérospatiale située à Mojave, en Californie (maintenant gérée par Northrop Grumman Corporation), qui a pour contrat de concevoir, construire et tester les engins spatiaux de Virgin Galactic.

La coentreprise s'est avérée un tel succès que déjà leur premier prototype avion spatial, appelé SpaceShipOne, a remporté en 2004 le prix Ansari X et la prime de dix millions de dollars décernés par la Fondation X Prize à la première organisation non gouvernementale

qui lancerait dans l'espace un véhicule habité à deux reprises en l'espace de deux semaines. (Il convient ici de rappeler que l'espace commence généralement à une altitude de 100 km, où, en fait, l'atmosphère terrestre s'étend encore, bien que très ténue.)

En 2009, Virgin Galactic a officiellement dévoilé une version améliorée de l'avion spatial, *SpaceShipTwo* (SS2), dont le développement avait subi un sérieux revers quelques années auparavant suite à un tragique accident au sol qui s'est produit lors d'un test de débit entre des réservoirs de protoxyde d'azote, un gaz utilisé comme carburant par Scaled Composites dans le système de propulsion. Sans même d'allumage de moteur-fusée, le carburant a explosé, tuant trois techniciens et en blessant grièvement trois autres.

⚠ Ci-dessus : *SpaceShipTwo* plane vers la Terre lors d'un vol d'essai. Cet avion spatial, de 12,8 m d'envergure et 18,3 m de long, a été détruit pendant son 35^e test. Crédit photo : Virgin Galactic.

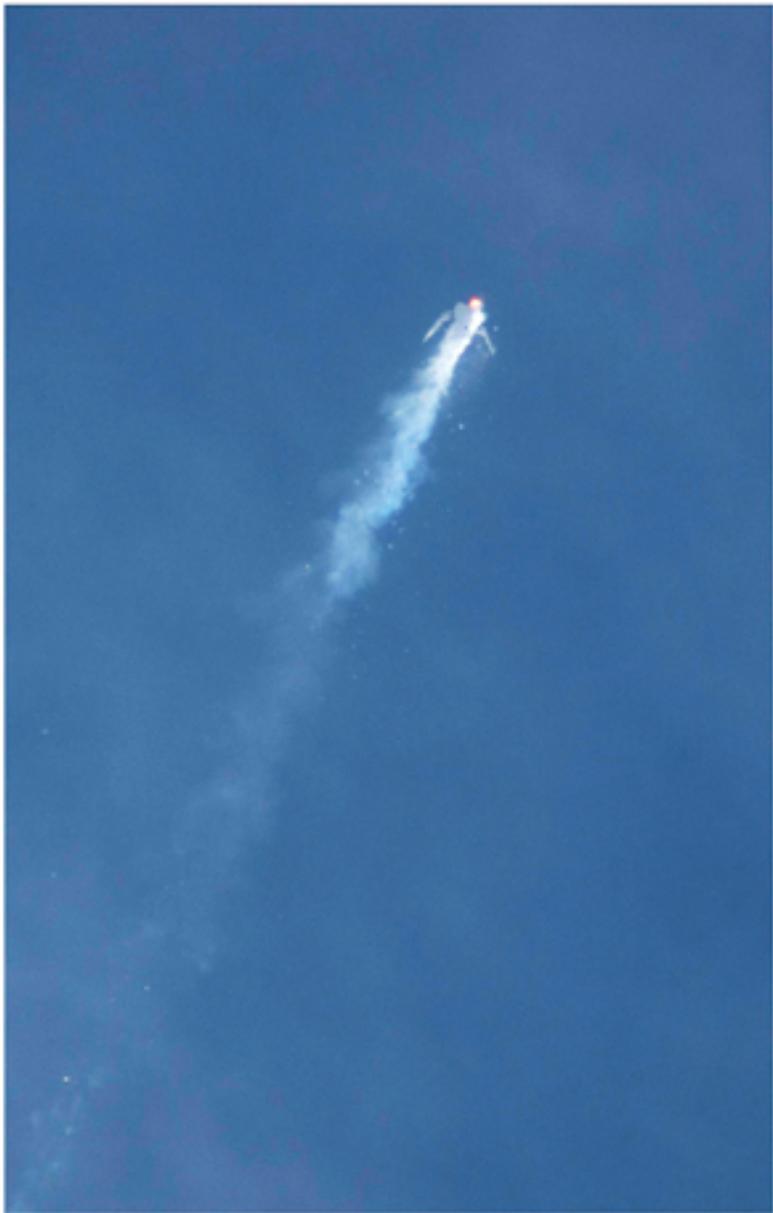


△ **Ci-dessus (page double) :** La séquence dramatique de la désintégration de *SpaceShipTwo*. Dans les deux premières images, tout se passe comme prévu, mais tout à coup, comme le montrent les images suivantes, l'avion spatial perd ses ailes, tourne sur lui-même, et se transforme en un nuage de débris. À ce stade, l'un des deux pilotes, Peter Siebold (**page suivante, image du haut**), réussit incroyablement à s'éjecter de l'appareil et descendre sécuritairement en parachute. En revanche, l'autre pilote, Michael Alsbury (**page suivante, image du bas**), reste piégé dans le cockpit et s'écrase au sol. Crédit photos : Reuters / AP / Kenneth Brown, Virgin Galactic (6x).

Depuis lors, Virgin Galactic s'est fait avertir à plusieurs reprises par des ingénieurs et des experts de l'industrie aérospatiale sur les dangers des combustibles utilisés pour *SpaceShipTwo*, mais il semble que ces avertissements ont été ignorés ou pas suffisamment pris en compte. En fait, la société a continué dans la même voie, grâce à toutes les homologations et autorisations obtenues de diverses agences américaines et sur la base de l'expérience de son personnel de plus de 400 ingénieurs et techniciens. Sans égard — ou peut-être sans connaître — les dangers potentiels, le nombre de possibles touristes spatiaux qui, au fil des ans,

ont réservé un vol sur *SpaceShipTwo* a continué de croître pour atteindre un peu moins de 700 personnes, avec environ 80 millions de dollars déjà encaissés.

Parmi les aspirant « astronautes », il y a plusieurs noms célèbres, tels que des vedettes du cinéma et de la musique comme Leonardo DiCaprio, Demi Moore, Ashton Kutcher, Justin Bieber et Russell Brand, ou des scientifiques renommés comme Stephen Hawking et Alan Stern, tous prêts à payer la coquette somme de 250 000 \$ pour un vol d'environ trois heures, avec six minutes d'apesanteur et un retour au point de départ. Certains sont



même allés aussi loin que de défrayer 876 000 \$ pour un billet vendu aux enchères par DiCaprio, donnant droit à un vol « spatial » à côté de la vedette du film Titanic. Des gens plus « ordinaires » auront aussi la chance d'aller en orbite autour de la Terre... et gratuitement, de surcroît ! En fait, tout ce qu'ils ont à faire est de gagner l'émission de télé-réalité Space Race créée par le réseau de radiotélévision NBC en collaboration avec Virgin Galactic.

En bref, un grand enthousiasme a été soulevé par l'initiative — enthousiasme qui a cependant été considérablement freiné le

31 octobre dernier. Ce jour-là, à 09 h 20 (heure de la Californie), *SpaceShipTwo* a pris son envol arrimé à son vaisseau-mère, *WhiteKnightTwo* (WK2), un énorme avion à réaction quadrimoteur à double fuselage, dont la tâche est de porter l'avion spatial à haute altitude, avant de le relâcher pour qu'il continue le voyage par ses propres moyens. À 10 h 10, alors que *WhiteKnightTwo* a atteint l'altitude de 13 700 m, *SpaceShipTwo* s'est séparé de son support. Le plan de vol incluait la mise à feu de son puissant moteur-fusée, une opération exécutée avec succès à trois reprises, alors que dans toutes les autres missions (35 au total), *SpaceShipTwo*





△ Ci-dessus : Les premiers sauveteurs arrivés dans le désert de Mojave, où l'épave de l'avion spatial est tombé. Crédit photo : Alex Horvath / Barcroft USA.

était resté attaché à *WhiteKnightTwo* ou avait simplement plané vers la Terre. La seule différence par rapport aux précédents allumages du moteur en vol était l'utilisation d'un nouveau propulseur à base de polyamide thermoplastique (quelque chose de similaire au nylon), alors que Scaled Composites et Virgin Galactic utilisaient auparavant du polybutadiène hydroxytéléchélique (PBHT), un matériau caoutchouteux semblable à celui utilisé dans la fabrication des pneus et régulièrement utilisé par les agences spatiales comme liant pour le combustible des fusées. Quelques

▽ Ci-dessous : Cette vidéo montre différentes scènes de l'enquête par les enquêteurs du National Transportation Safety Board, avec leur directeur par intérim Christopher Hart (reconnaisable par ses verres fumés). Crédit vidéo : NTSB (via YouTube).

secondes après la séparation de *WhiteKnightTwo* et l'allumage de ses propres fusées, *SpaceShipTwo* s'est disloqué en vol et a plongé vers le sol. Les premières hypothèses sur les causes de la catastrophe ont immédiatement porté sur le nouveau type de carburant, mais dès que les techniciens de la National Transportation Safety Board (l'organisme fédéral indépendant chargé d'enquêter sur la catastrophe) ont commencé à rassembler les restes de l'avion spatial, dispersés sur une superficie de 8 km² dans le désert de Mojave (près de 200 km au nord de Los Angeles), il est devenu évident que le propulseur n'était pas en cause, puisque le moteur et le nouveau réservoir de carburant ne montraient aucun signe d'avarie. Dans les vingt-quatre heures, l'attention des chercheurs s'est tournée vers une autre cause possible, révélée par l'une des six caméras installées à bord de l'aéronef; celle dans l'habitacle. Les images montrent que le levier de verrouillage-déverrouillage du mécanisme de mise en drapeau a été activé trop tôt, à une vitesse de Mach 1,0 et non à la vitesse recommandée de Mach 1,4. La mise en drapeau de l'avion spatial consiste en la rotation partielle vers le haut d'une section de la queue pour opposer une plus grande surface et donc augmenter la trainée atmosphérique dans l'air raréfié, et sert à ralentir l'avion pendant sa descente en vol plané. Des données acquises jusqu'à maintenant (les résultats de l'enquête officielle seront connus dans environ un an), le pilote Michael Alsbury (39 ans), décédé dans l'accident, a exécuté la première phase du processus en deux étapes, mais la deuxième phase nécessaire pour le compléter, pour des raisons inconnues, semble avoir démarré sans être commandée. Outre cela, il est plutôt étrange



VIDÉO



B-Roll of the SpaceShipTwo Crash Scene in Mojave, Calif.

qu'un aéronef dont les composantes structurelles à 100 % en composite de carbone, capable de résister aux forces aérodynamiques de Mach 1,4, pourrait se disloquer à Mach 1,0, mais de toute évidence la densité atmosphérique (moindre à l'altitude à laquelle Mach 1,4 est atteint) est un facteur critique. Considérant que *SpaceShipTwo* a d'abord perdu ses deux ailes et qu'ensuite son fuselage a commencé à se désintégrer, il semble miraculeux que l'autre pilote, Peter Siebold (43 ans), ait réussi à survivre à l'accident. Selon ce qu'il a dit quelques semaines après l'accident, lorsque l'avion spatial a commencé à se briser, il s'est retrouvé éjecté de l'épave encore sanglé dans son siège, et a réussi à se libérer peu de temps avant que son parachute ne soit déployé automatiquement.

Entretemps, la vitesse doit avoir considérablement diminué, sinon le pilote n'aurait pas survécu.

D'ici à ce que les causes exactes de la catastrophe ont été déterminés, le programme de Virgin Galactic restera cloué au sol, même si Branson espère reprendre les essais dans les six mois, et même si dans l'intervalle, il ira de l'avant avec la construction d'un troisième avion spatial, dont 65 % est déjà complété.

Cependant, il est fort probable que le premier vol commercial ne soit pas possible pour au moins encore deux ans; le vol inaugural était prévu pour le premier semestre de 2015, avec à son bord Branson et au moins un de ses enfants. Même si le magnat britannique est prêt à rembourser tous ceux qui ont acheté l'un des coûteux billets, sa principale préoccupation est l'avenir du programme de Virgin Galactic, qui comprend des vols suborbitaux



△ Ci-dessus : Sir Richard Branson tient une conférence de presse au Mojave Air and Space Port le jour après l'accident tragique. Crédit photo : Virgin Galactic.

intercontinentaux capables d'amener de riches passagers de New York à Londres en moins d'une heure et de Londres à Sydney en quelques heures. Aujourd'hui, il est impossible d'établir quand cet ambitieux projet sera atteint, mais puisque l'industrie spatiale commerciale vaut environ 200 milliards de dollars, gageons que, tôt ou tard, il se réalisera ! ★

Ce texte a originellement paru en italien dans *Astrofilo* et en anglais dans *Free Astronomy Magazine* (janvier/février 2015). Nous remercions son auteur, Michele Ferrara, pour cette collaboration spéciale.

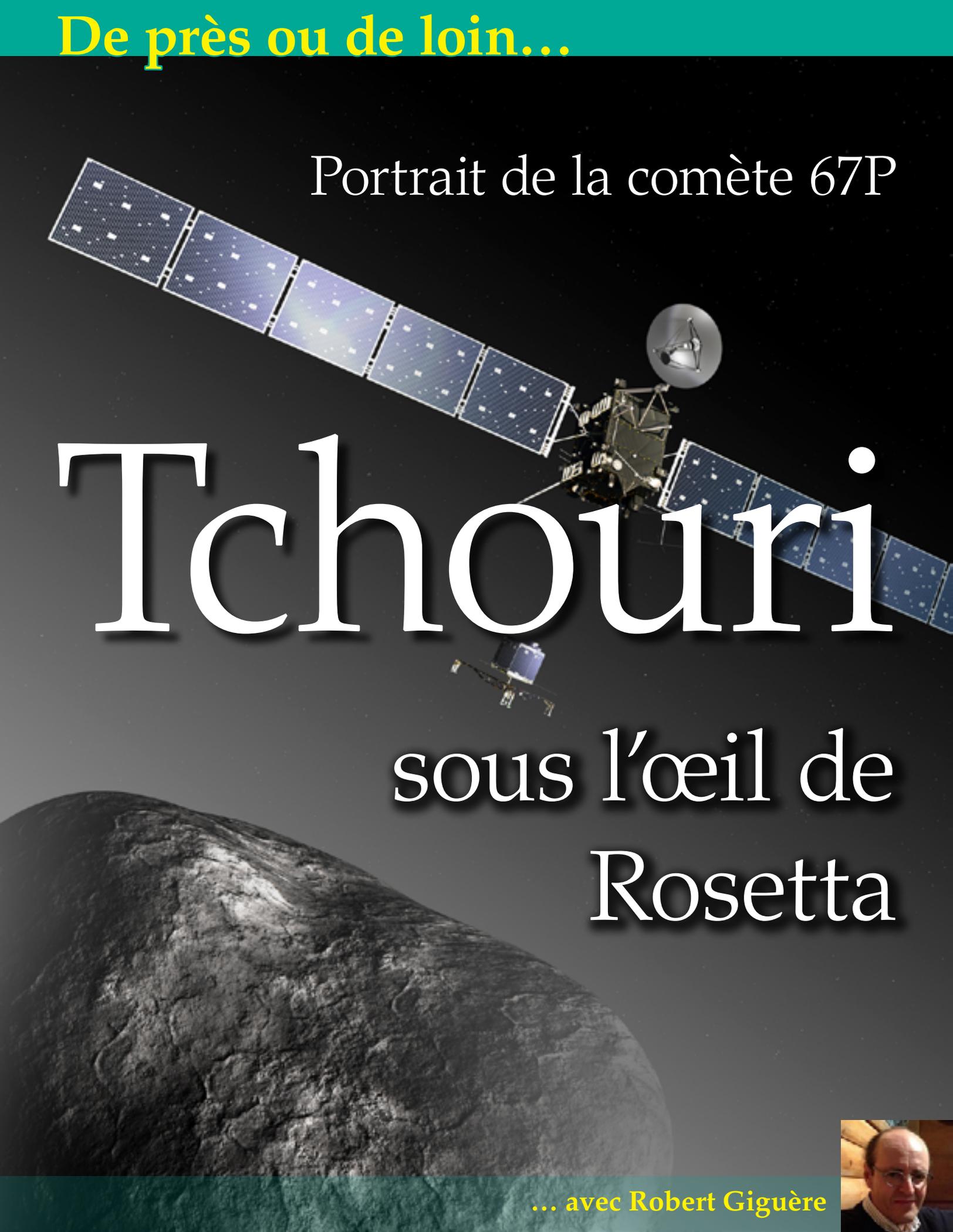
▽ Ci-dessous : Un des plus gros morceaux de l'épave de *SpaceShipTwo*. Crédit photo : Virgin Galactic.



De près ou de loin...

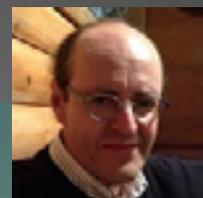
Portrait de la comète 67P

Tchouri



sous l'œil de
Rosetta

... avec Robert Giguère



La géographie chaotique de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko (surnommée « Tchouri ») ne cesse de représenter un véritable casse-tête pour les astronomes. Jamais une comète n'aura été vue avec autant de détails ! Chaque photo nous plonge dans un dépaysement total, défiant notre raison de trouver des repères.

La comète est constituée de deux lobes, reliés par un « cou ». Elle serait une comète du type binaire à contact, c'est-à-dire que les deux lobes auraient été jadis deux blocs qui tournaient autour d'un centre de gravité commun, les ramenant ensemble jusqu'à ce qu'ils entrent en contact.

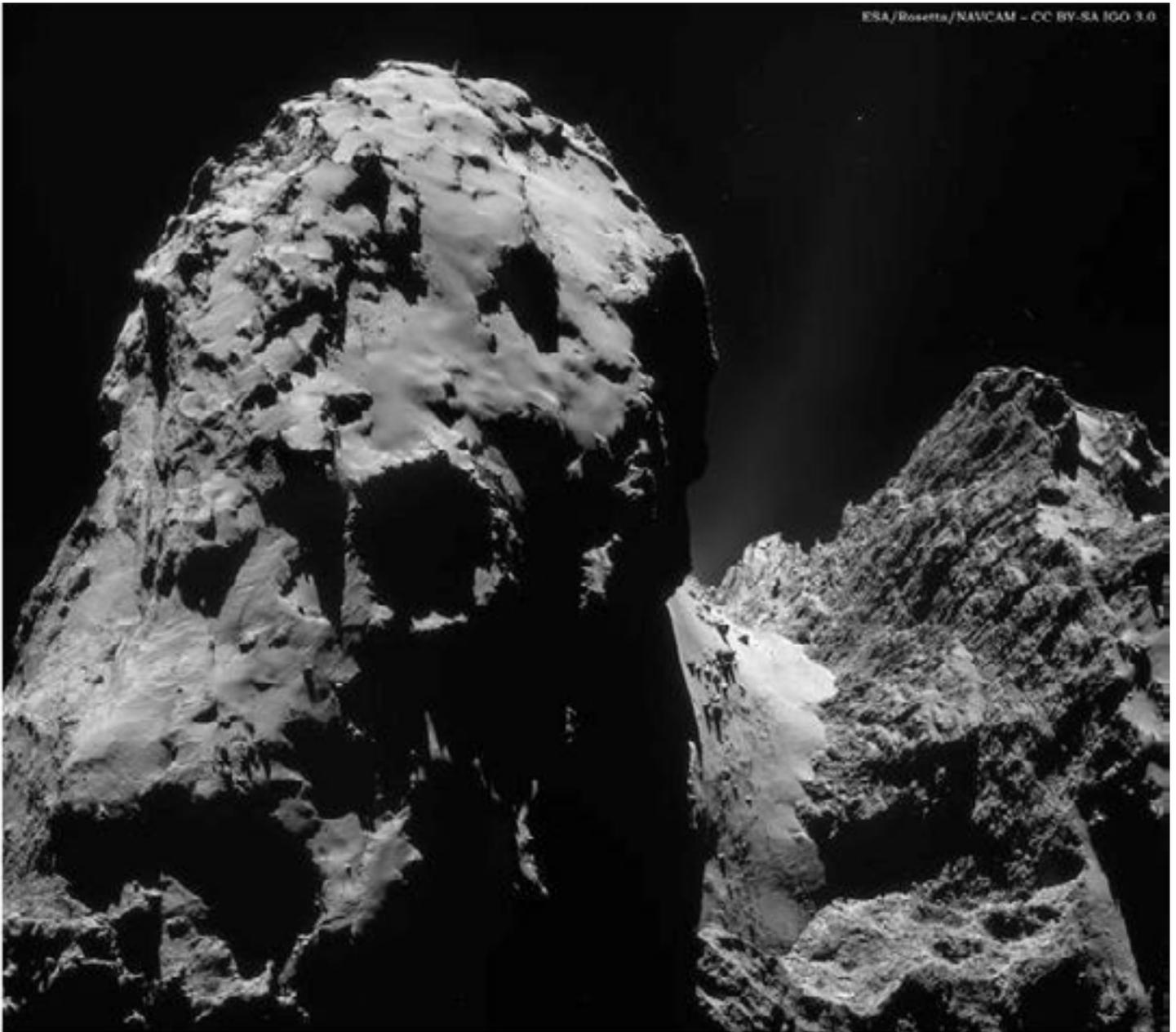
Avec une densité située entre 0,4 et 0,5 g/cm³ (la densité de l'eau est égale à 1 g/cm³), on soupçonne avec raison que l'intérieur est creusé de cavités, toutes propices à contenir des gaz qui alimentent des geysers.

À son aphélie, la comète se trouve à 5,73 ua du Soleil, soit un peu au-delà de l'orbite de Jupiter, et à son périhélie, elle est à 1,28 ua du Soleil, prenant 6,5 ans pour compléter une orbite. Sauf qu'avant 1840, le périhélie était beaucoup plus éloigné du Soleil : il se trouvait à 4 ua, au-delà de Mars et de la ceinture d'astéroïdes.

C'est la force gravitationnelle de Jupiter qui décide de tout ; en 1840, Jupiter fit passer le périhélie

de la comète de 4 à 3 ua. En 1959, elle le fit tomber jusqu'à 1,28 ua, soit la valeur actuelle. C'est à se demander si Jupiter ne pourrait pas éventuellement lancer la comète sur une orbite qui croiserait celle de la Terre... La masse de la comète fait 10 milliards de tonnes, assez pour causer sur Terre une catastrophe digne des meilleurs romans de science fiction...

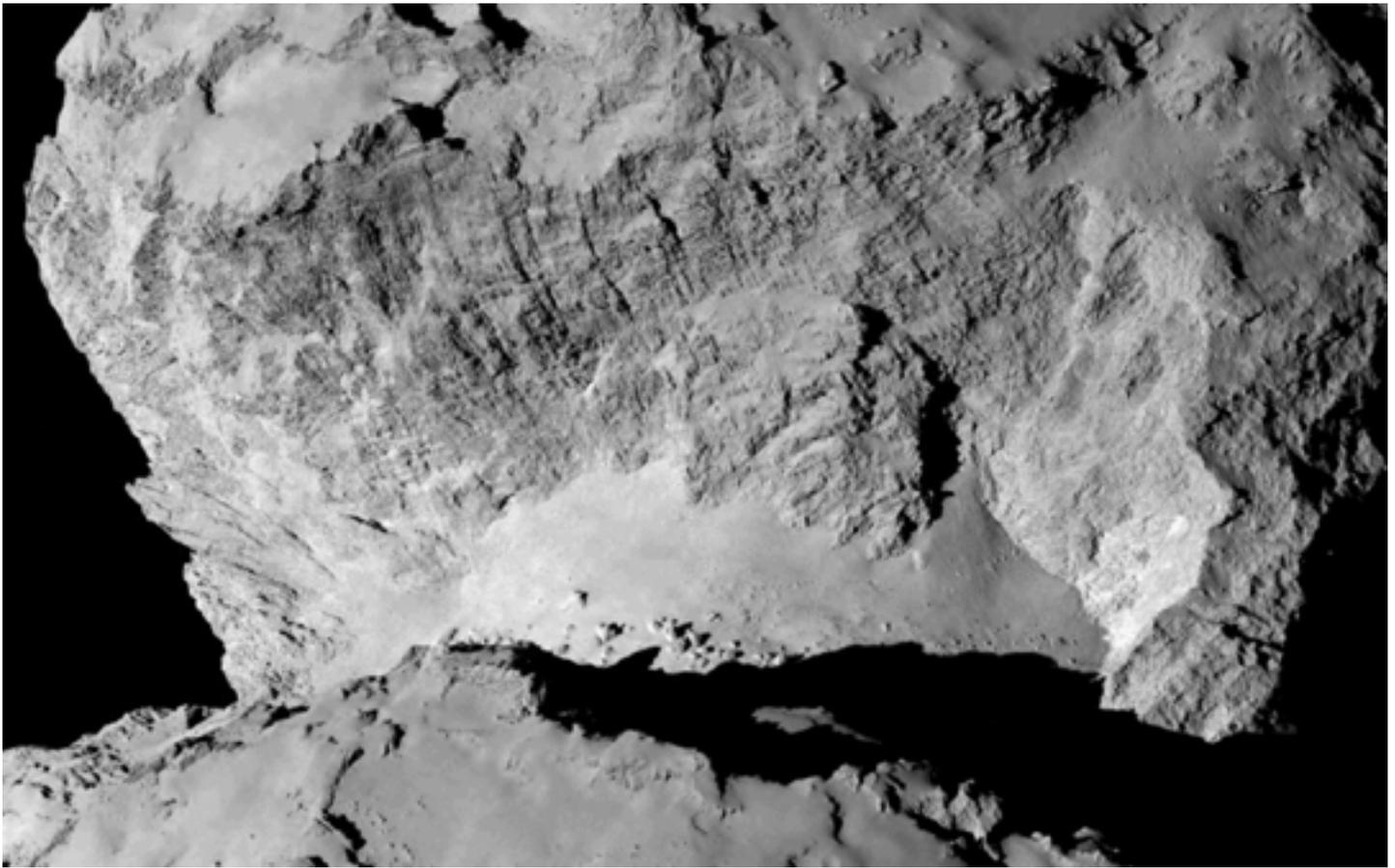
Depuis son lancement le 2 mars 2004, la trajectoire de Rosetta, dans sa première phase, a consisté à rejoindre la comète sur son orbite, alors que celle-ci se trouvait au-delà de Jupiter. Il n'arrive pas souvent qu'on lance des sondes aussi loin dans l'espace. Rosetta était munie de panneaux solaires qui, à ces distances, ne recevaient plus que le strict minimum de lumière pour maintenir son fonctionnement. On avait dû éteindre le système de communication de la sonde, mais pas sans avoir d'abord programmé un réveil ! Le 20 janvier 2014, la sonde se réveilla à l'heure dite, sortant d'une période de 957 jours d'hibernation. Au mois de novembre dernier, elle s'approchait de la comète si lentement que sa vitesse relative équivalait à celle d'un marcheur. Puis, rendue à une distance de 10 km seulement du noyau de la comète, la sonde se laissa gentiment capturer par la faible gravité de la comète, adoptant une orbite circulaire. C'est de cette distance que nous pouvons maintenant observer la comète.



Bien que la comète soit considérée comme une pile de débris, il est probable que chacun des lobes soit en fait un monolithe; c'est ce que suggère le cratère situé au centre du lobe gauche sur la **photo ci-dessus**. Si ce lobe avait réellement été une pile de débris, il se serait brisé sous l'impact; puisqu'il a résisté, c'est donc qu'il doit être constitué d'un seul bloc. Sur le lobe de droite, noter la falaise, libre de toutes poussières, qui plonge dans les sables du cou de la comète.

Sur la seconde image (**haut de la**

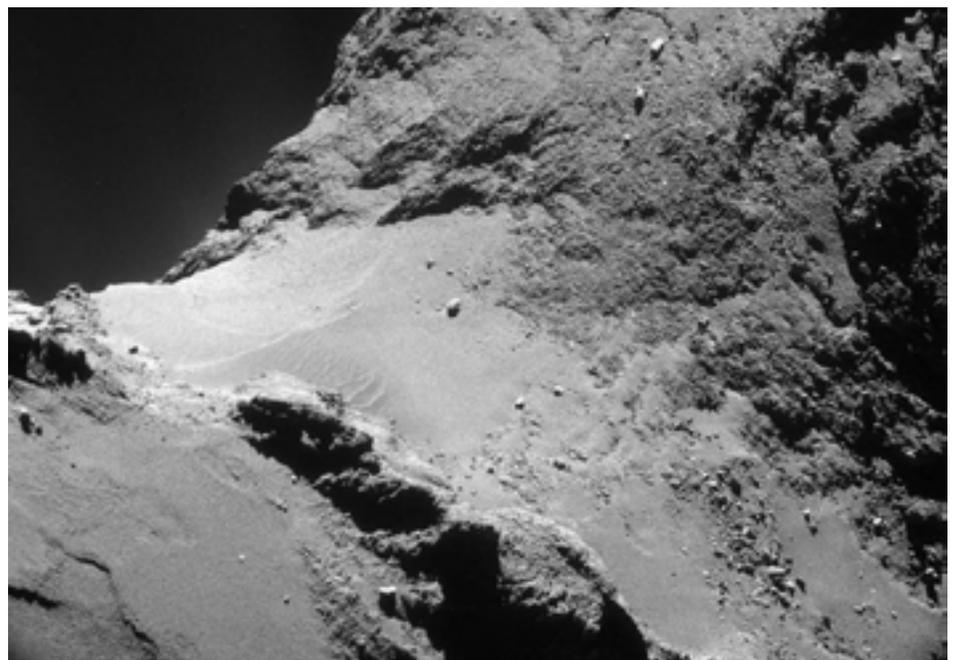
page suivante), un pan entier s'est détaché et a glissé jusque vers le cou, créant une falaise qui tombe à pic. Il se pourrait que ce glissement se soit produit lors du contact qui a soudé les deux lobes ensemble. À noter que la falaise est exempte de cratères; pour les planétologues, une absence de cratères indique un terrain jeune. Il se pourrait donc que la formation de 67P par l'assemblage de deux monolithes soit un événement relativement récent. Un amas de matériaux recouvre la surface de poussière qui fait le cou de la comète, témoignant d'éboulis. Certains blocs

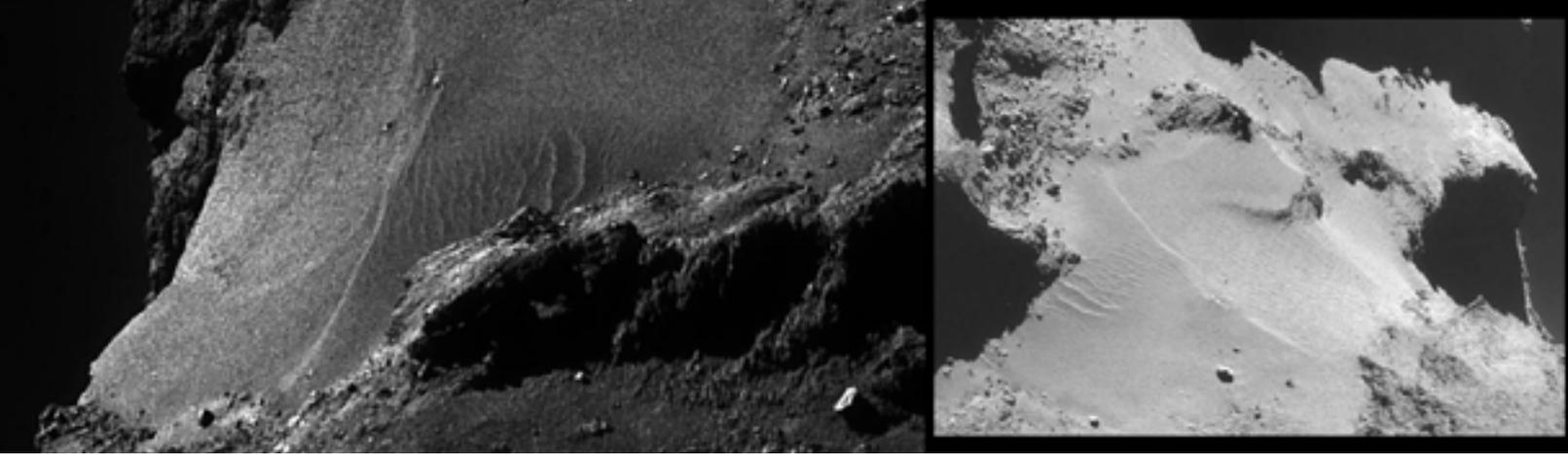


ont la taille d'un édifice; ces blocs pourraient s'être détachés depuis la falaise, ou encore, ils pourraient être tombés depuis l'autre lobe. Aucune trace cependant — ni cratère ni sillon — ne marque la poussière; celle-ci aurait recouvert les lieux après que les roches se soient éboulées.

Le cou représente le centre de gravité commun des deux lobes (**image ci-contre**). Conséquemment, les poussières éjectées par les jets de la comète ont tendance à converger vers cet endroit, créant progressivement une épaisse couche de poussières. Les grains, dont la majorité ont la taille du diamètre d'un cheveu, sont constitués d'un mélange de silicates et de composés organiques. Sur la photo, à partir du bas, une chaîne montagneuse traverse la jonction entre le cou et un lobe; il pourrait s'agir d'un plissement de terrain qui résulterait

de la pression exercée par la réunion des deux lobes. En fait, cette réunion aurait été un événement graduel, laissant la force de gravité réunir les deux blocs dans un étai immuable. Sous la pression, tous les morceaux

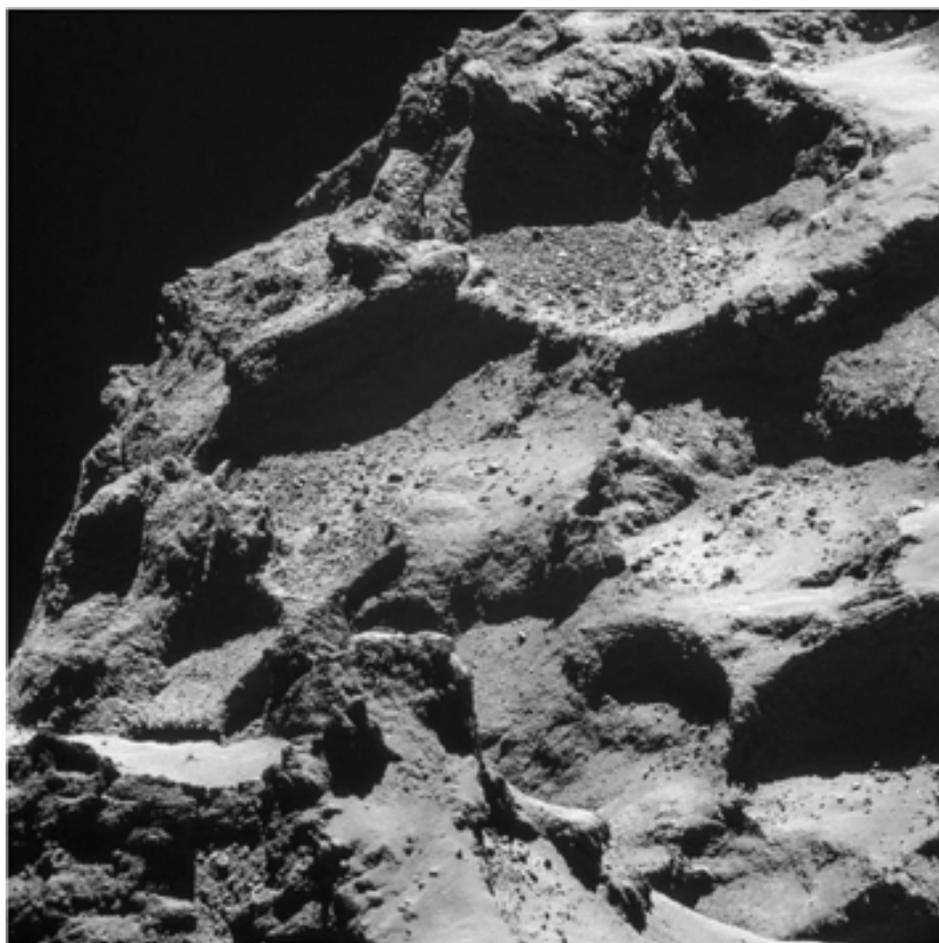




plus petits, qui pourraient constituer le cou de la comète, fusionnent, donnant un ensemble assez solide. Près de la pointe de la chaîne de montagnes, à droite, des dunes tracent le sable, nous indiquant que le terrain est stable.

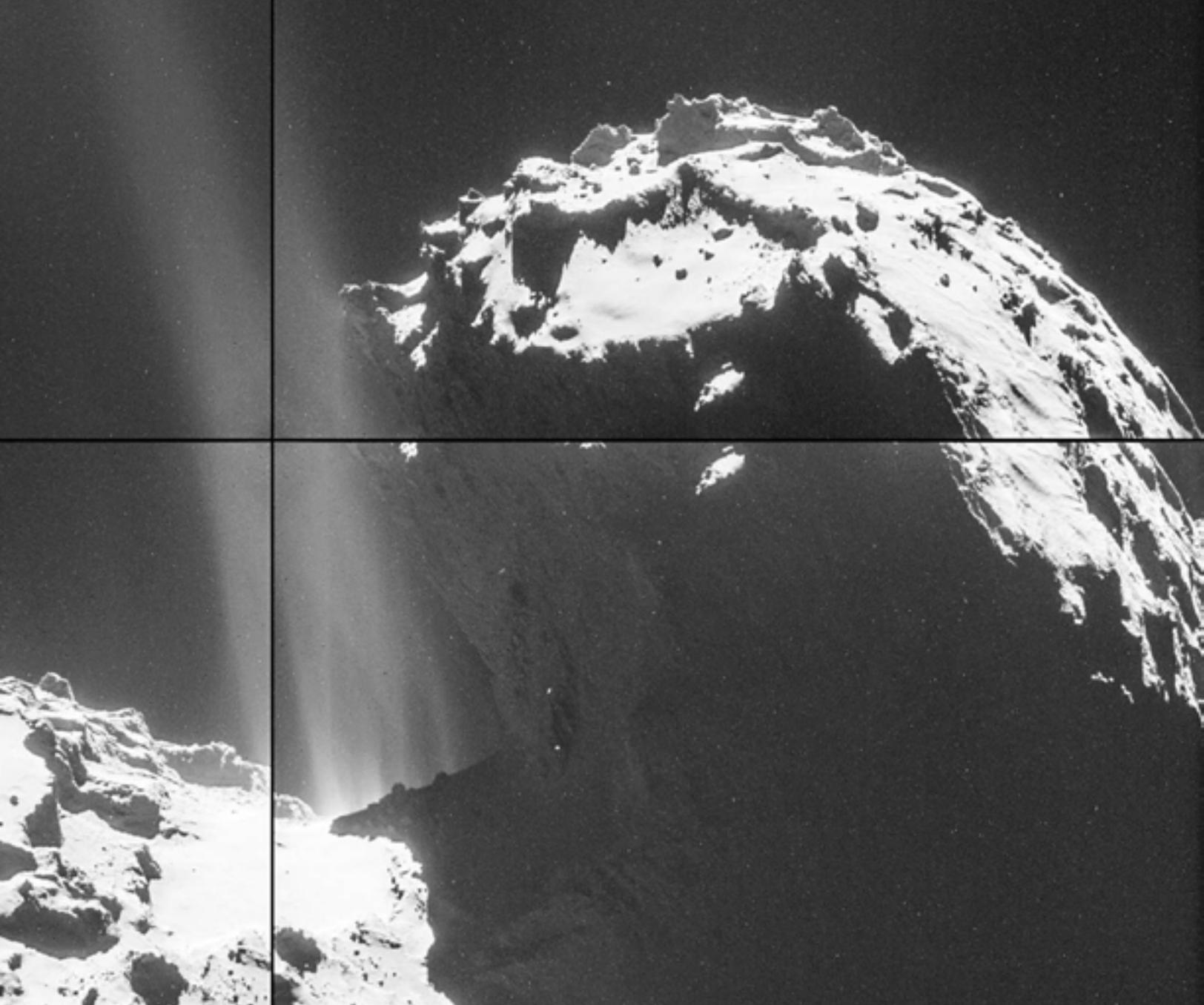
L'image **ci-dessus** montre les dunes de 67P vues sous deux angles. Pour tout géologue accompli, la présence de dunes signifie l'existence d'une atmosphère. Une comète avec des

dunes : qui s'attendait à celle-là ? Une atmosphère enveloppe la comète, car chaque fois qu'elle s'approche du Soleil, elle chauffe et produit des gaz. Comme la comète tourne sur elle-même en 12,4 heures, le vent souffle légèrement, toujours du même côté. Sur Terre, la ligne de crête des dunes est toujours perpendiculaire au sens général du vent, car le sable est poussé vers le haut de la dune. Sur la photo de droite, au-delà des dunes et de la crête principale, à droite, on distingue d'autres dunes, plus petites. Il semble que les déserts de sable du cou de la comète soient tous marqués par des champs de dunes.



Un escalier de cratères (**image de gauche**) recouvre une partie du plus gros lobe, mais de ces cratères, il ne reste plus qu'une demi-couronne. À noter les éboulis qui jonchent le sol ; ils seraient le seul vestige de l'existence de l'autre moitié de ces murs...

À l'approche du Soleil, lorsque la chaleur augmente, les glaces de la comète se subliment, passant directement de l'état solide à l'état gazeux. Les jets, en plus des particules solides, contiennent des gaz comme la vapeur d'eau, le monoxyde de carbone et le dioxyde de carbone. Les observations de Rosetta ont d'ores et déjà montré que le rapport entre ces trois gaz varie de façon importante en fonction de la position de la sonde



par rapport au noyau de la comète. Un site Web à propos de la comète (<http://www.cnes.fr>) rapporte que le monoxyde de carbone est parfois aussi abondant que la vapeur d'eau, mais que ce rapport peut tomber à 10 % de monoxyde de carbone pour 90 % d'eau; c'est donc que les glaces qui composent la comète ne sont pas distribuées uniformément dans le noyau. On estime qu'en juin 2014, seulement pour la vapeur d'eau, la comète expulsait 300 ml à la seconde. On s'attend à 16 fois plus lorsque la comète se trouvera à son périhélie en aout 2015.

Rosetta devrait alors continuer à orbiter la comète, observant l'évolution de son activité, mais on craint pour les lentilles des caméras, qui pourraient se recouvrir de poussière, diminuant la qualité des images, ainsi que pour les panneaux solaires, que l'accumulation de poussière rend moins sensibles à la lumière. Un effet qui pourrait toutefois être compensé par la proximité du Soleil.

Dès juillet, alors que la comète sera à son périhélie et que les jets seront à leur maximum, on peut s'attendre à un magnifique spectacle. ★

Danses célestes...

La photographie boréale en super grand angle



...avec Gilles Boutin · banditdenuit.com



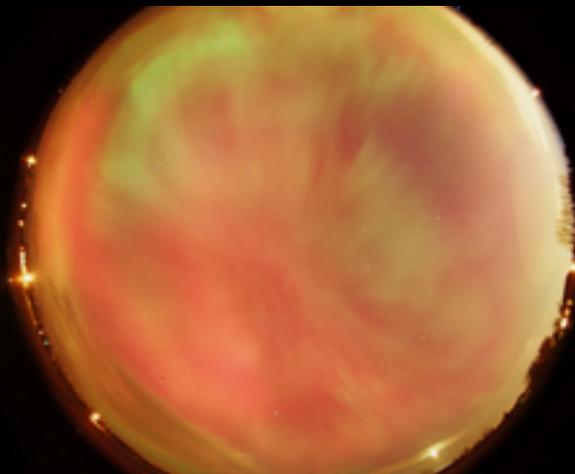
Dans mes toutes premières années de photographie d'aurores boréales

(je parle ici du début des années 2000), je me suis rendu compte que les outils de travail efficaces et nécessaires étaient des lentilles de grand angle, et que le facteur lumineux avait aussi son importance. Dans ces années-là, les lentilles de grandes marques, comme Canon et Nikon, étaient presque hors de prix.

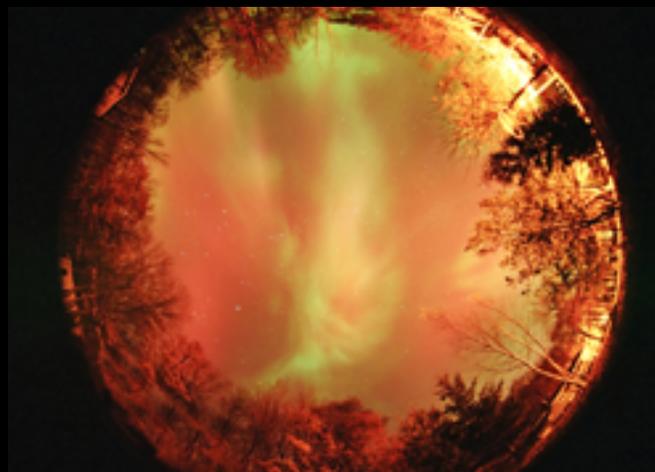
Il y avait un endroit très particulier où l'on pouvait se procurer des lentilles performantes et lumineuses à des montants acceptables. Il y avait le populaire objectif Zenitar 16 mm $f/2,8$ ainsi que le Peleng 8 mm $f/3,5$ et aussi l'objectif MIR 20 mm $f/2,5$. Ce sont des lentilles russes du site rugift.com, dont les prix variaient autour de 200 \$ à 400 \$, et je me souviens bien que la livraison arrivait par courrier exactement un mois après la commande. Il fallait oser faire des transactions par Internet, en Russie de surcroît, mais c'était un site sécurisé.

J'ai acquis toute ces lentilles dans mes débuts comme photographe d'aurores boréales, et elles m'ont rendu de très bons services pour la photographie particulière du grand-angle.

L'objectif russe Peleng 8 mm $f/3,5$ est une lentille super-grand-angle qui offre un champ de vision circulaire de 180 degrés et une image circulaire sur les caméras plein-capteur. C'est idéal pour les photos d'architecture, de paysage, et de groupe. L'objectif dispose d'une image de haute qualité et offre une bonne transmission des petits détails. La lentille de bonnes dimensions est lourde, et la monture



1



2



3



4



1



2



3



4



Objectif disponible sur <http://www.rugift.com>

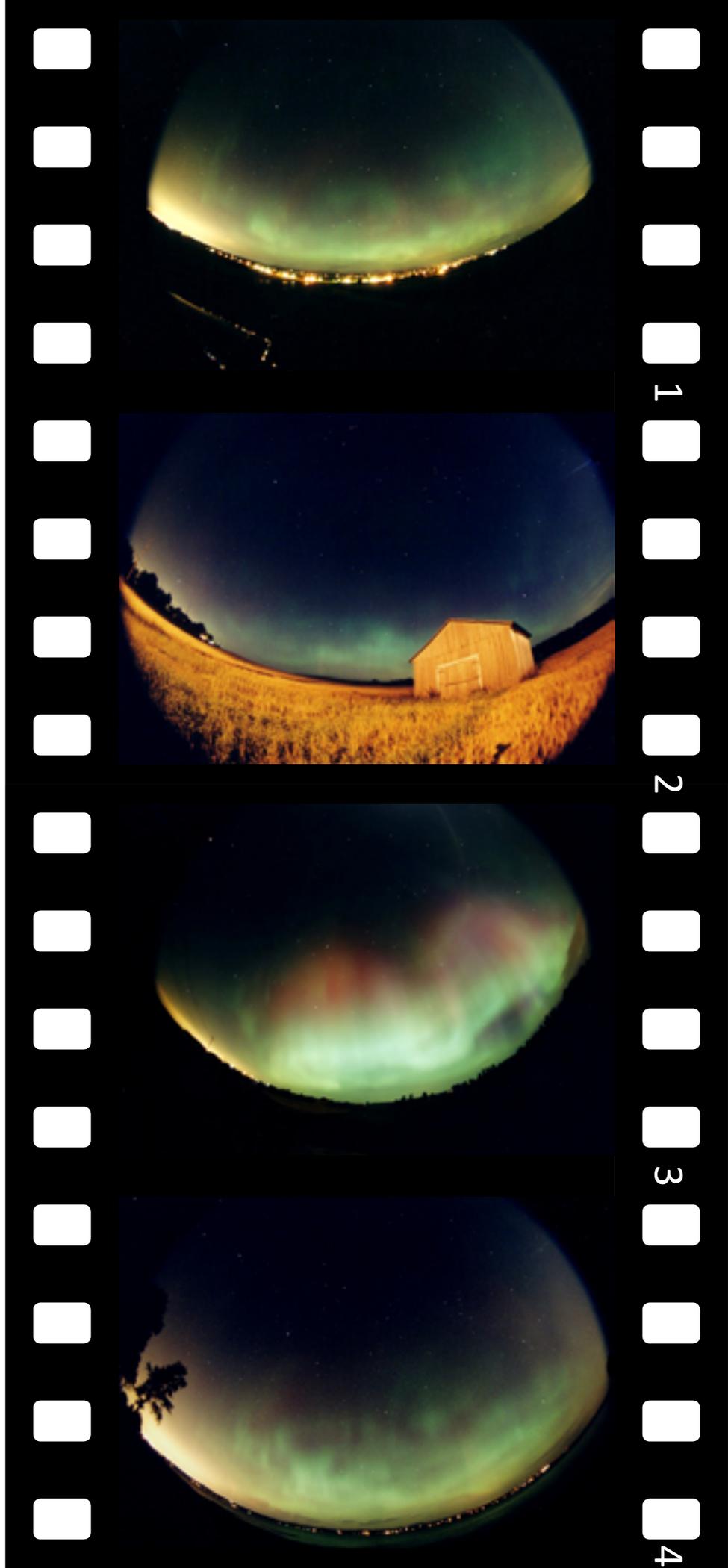
à baïonnette sur le corps de la caméra permet de prendre des photos qui conviennent tant aux professionnels qu'aux amateurs. L'ouverture relative est de 1:3,5 à 1:16, et la distance minimale de mise au point est de 0,3 m. Dans ces années 2003–2004, j'utilisais des appareils photographiques argentiques de marques Minolta et Mamiya. Ces lentilles étaient fixées à des adaptateurs et bagues reliées au boîtier de la caméra.

Les photographies donnent des résultats grandioses de 180 degrés du ciel lorsque l'appareil est fixé directement vers le zénith, avec le contour du sol tout en rond, et lorsque pointé vers l'horizon selon l'angle choisi, il y a d'autres perspectives de largeur extrême. La lentille a un grand défaut par contre, car elle est bombée



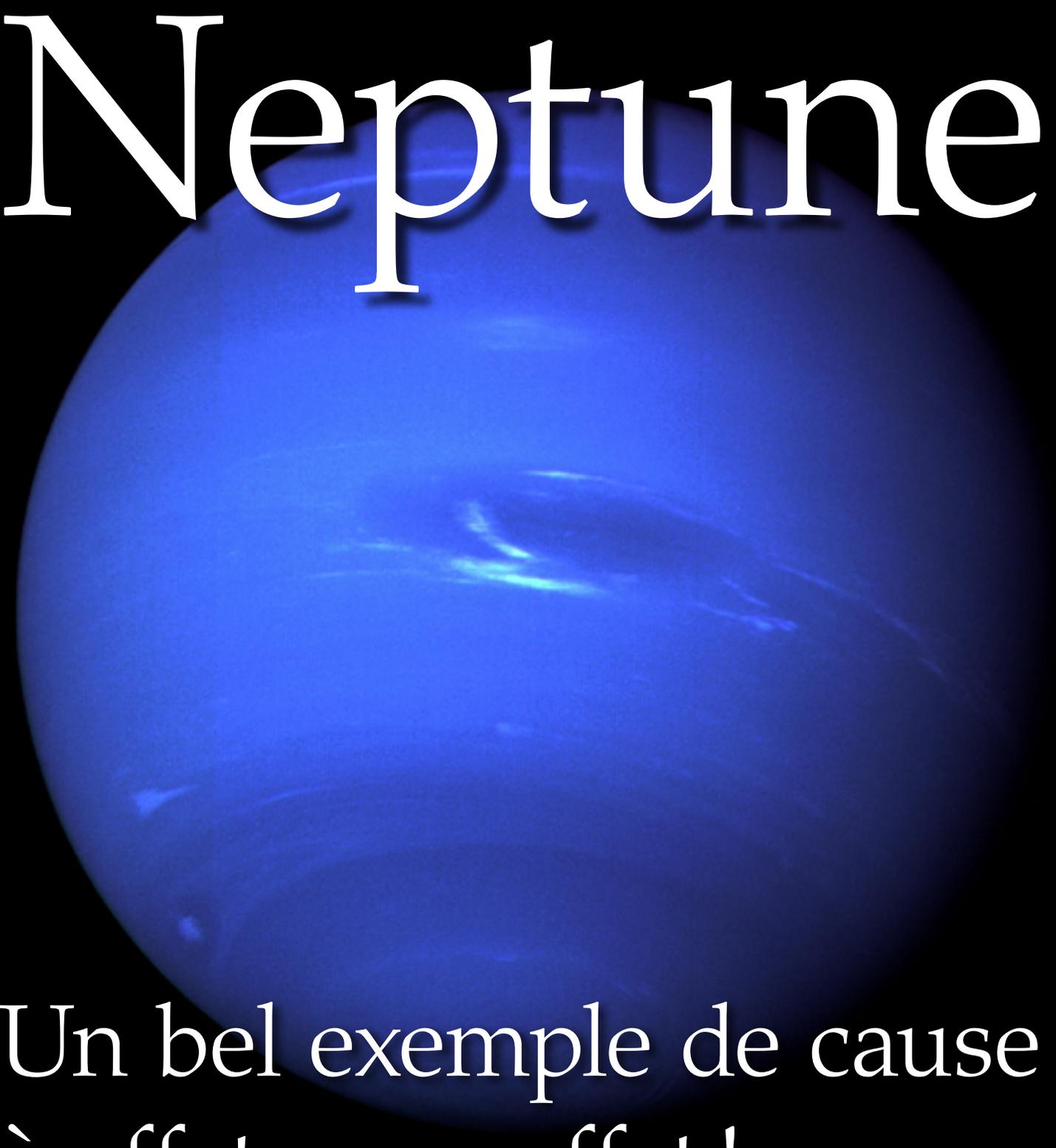
et sans protection de pare-soleil, ce qui cause des inconvénients de tache de lumière diffuse parasite (*flare*) ou de reflet sur les coins de l'image, provenant soit de sources lumineuses artificielles ou même de la forte lune. Sur les photos diurnes, le soleil peut aussi causer ce grand problème.

Lors de mes sorties de chasse aux aurores, mes appareils argentiques étaient montés sur un trépied, les câbles souples pendaient, mes objectifs 8 mm, 16 mm et 28 mm étaient tous prêts. Voici quelques photographies-souvenirs prises en 2003 et 2004 dans ma région de Lévis et de Bellechasse avec cet objectif 8 mm que j'utilise beaucoup moins maintenant, mais qui reste disponible comme arme spéciale de chasse et en souvenir de cette époque révolue. ★



Astronomie 101...

Neptune



Un bel exemple de cause
à effet... en effet!

...avec Eddy Szczerbinski



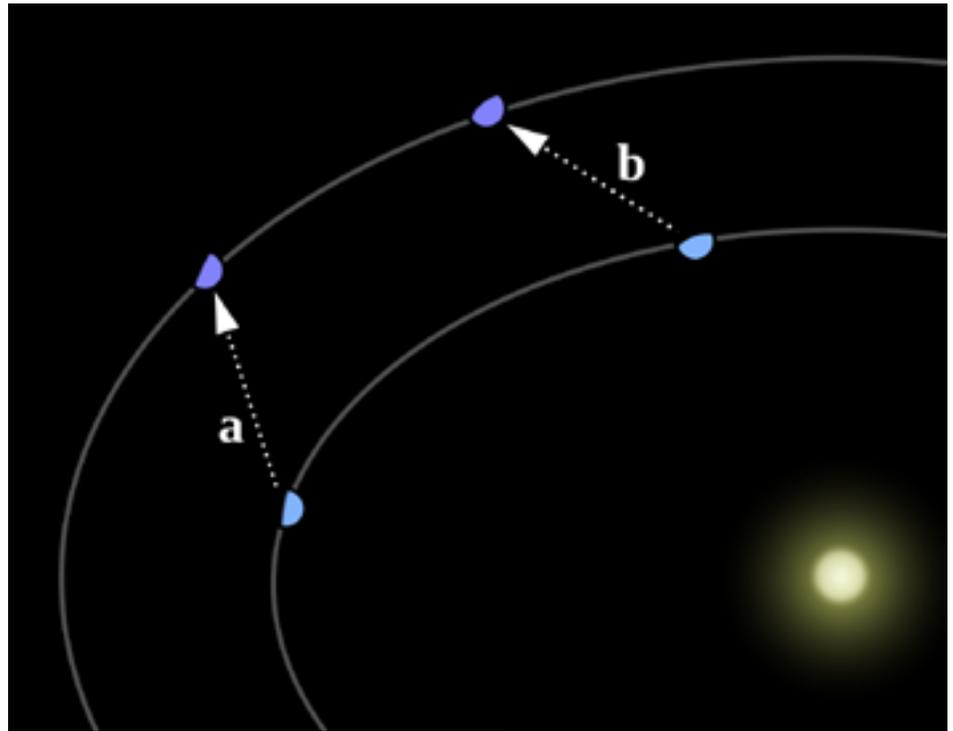
Neptune est la seule planète du système solaire à avoir été découverte non pas par une observation directe, mais par son effet sur sa voisine, Uranus. Jusque là, toutes les planètes avaient été observées soit à l'œil nu ou à l'aide de télescopes. Uranus présentait des irrégularités dans son mouvement orbital, et ces irrégularités ne pouvaient être expliquées que par une planète «troublante».

Alexis Bouvard (ci-dessous) est un astronome français qui vécut de 1767 à 1843 et qui fut directeur du célèbre Observatoire de Paris. À cette époque, l'Observatoire de Paris était un centre scientifique



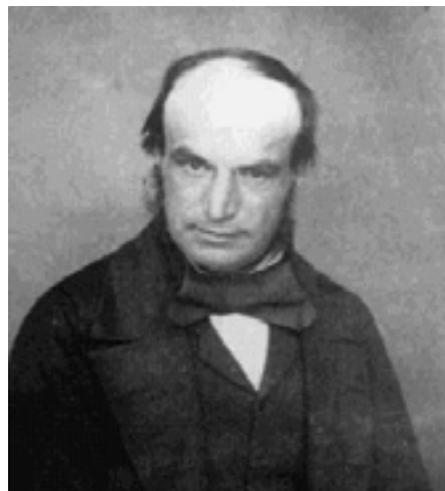
Alexis Bouvard est représenté sur cette lithographie de Julien Léopold Boilly. Source : Wikimedia Commons.

de haut niveau, et c'est là que bien des découvertes astronomiques importantes ont été faites. Bouvard était reconnu pour son excellence en calcul astronomique, mais il ne pouvait pas expliquer pourquoi ses calculs ne fonctionnaient pas correctement pour les mouvements d'Uranus. C'est donc lui le premier qui proposa la théorie selon laquelle une «planète troublante» la voisinerait et provoquerait ainsi ces irrégularités. C'était aussi simple que cela... ou bien toutes les théories de la gravitation universelles



Δ Ci-dessus : Perturbations gravitationnelles à l'orbite d'Uranus causées par la présence de Neptune, jusqu'alors inconnue. Crédit : Robert J. Hall, via Wikimedia Commons.

connues à l'époque devaient être remises en question ! La présence d'une huitième planète demeura une théorie jusqu'après la mort de Bouvard. Chacun de son côté, John Couch Adams (ci-dessous) et Urbain Le Verrier (page suivante) donnèrent raison à Bouvard en calculant relativement précisément l'orbite de Neptune, en 1843 et en 1845, respectivement. À l'aide de ces calculs, Johann Gottfried Galle



Δ Ci-dessus : John Couch Adams photographié vers 1870. Source : <http://www.york.ac.uk/depts/math/histstat/people/adams.gif> via Wikimedia Commons.



Δ Ci-dessus : Urbain Le Verrier. Source : Wikimedia Commons.

(ci-dessous), un astronome allemand de l'observatoire de Berlin, fit la première observation directe de Neptune en 1846 à l'aide d'un télescope.

La merveilleuse nouvelle se répandit comme une trainée de poudre, et plusieurs autres astronomes confirmèrent rapidement l'existence de cette huitième planète.

Sa couleur d'un bleu éclatant n'est pas encore entièrement expliquée ;



Δ Ci-dessus : Johann Gottfried Galle vers 1890, par Olga Radomsky. Source : Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam, via Wikimedia Commons.

cependant, elle justifie que l'on ait nommé cet astre en l'honneur du dieu romain des océans. Cette beauté céleste ne peut malheureusement pas être vue à l'œil nu ; tout comme sa jumelle Uranus, cette planète ne peut être observée qu'à l'aide d'un télescope^[1]. Uranus aussi présente un beau disque bleu lorsque l'on l'aperçoit, mais elle peut apparaître légèrement plus grosse vu qu'elle peut être plus proche de la Terre et qu'elle est aussi légèrement plus grosse que Neptune. Un prochain article traitera d'Uranus.

Neptune est bien sûr la dernière planète du système solaire, et elle est environ 30 fois plus éloignée du Soleil que la Terre l'est. C'est pourquoi on dit qu'elle orbite à 30 u.a. (ou « unités astronomiques »). Vu cette énorme distance, son année dure un peu moins de 165 ans — bien pratique pour ceux qui n'aiment pas faire leur rapport d'impôt, mais bien triste pour les enfants qui attendent Noël à chaque année !

Neptune est environ 17 fois plus massive que la Terre, et son diamètre est quatre fois plus grand (page suivante, image du haut). Elle a aussi des anneaux, quoiqu'ils soient bien moins spectaculaires que ceux de Saturne. Triton est le principal de ses quatorze satellites naturels (page suivante, image du bas) ; il serait l'un des endroits les plus froids du système solaire, avec ses -240 °C , alors que Neptune a une température moyenne d'environ -200 °C .

Voyager 2 est la seule sonde qui a approché Neptune. Cela arriva en 1989 et nous donna bien plus que de magnifiques photos ; la sonde donna

[1] À strictement parler, Uranus peut être aperçue à l'œil nu comme une étoile faible, sous un ciel bien noir en l'absence de lune.

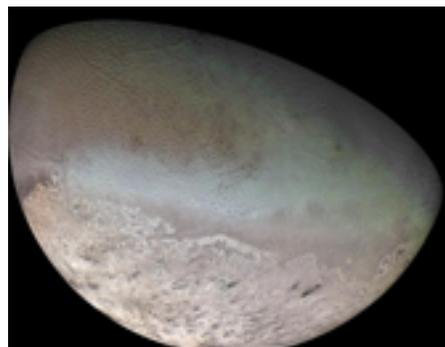


▲ Ci-dessus : La Terre (à gauche) et Neptune (à droite), à l'échelle.

aussi des informations importantes sur l'activité atmosphérique de la planète, sur ses anneaux, ainsi que sur son système de satellites. Plus tard, Neptune fut étudiée par le télescope Hubble; on s'intéresse notamment à sa composition, qui n'explique toujours pas sa couleur si bleue. Tout comme Voyager 1, Voyager 2 poursuit maintenant son voyage vers l'extérieur du système solaire; ces sondes nous réservent encore de belles surprises.

Les journées commencent à allonger et le temps hivernal est en pleine force, mais j'espère que cela ne vous découragera pas de lever la tête vers le ciel pour admirer toutes ces beautés célestes. Si le Père Noël vous a laissé un beau télescope ou

des jumelles sous le sapin, n'hésitez pas à communiquer avec un club d'astronomie (voir le site de la Fédération des astronomes amateurs du Québec au <http://faaq.org>) pour apprendre comment en tirer le maximum. Enfin, n'oubliez pas que l'outil le plus important de l'astronome amateur en hiver demeure le bon vieux chocolat chaud ! ★



◀ Ci-contre : Triton est le plus gros des nombreux satellites de Neptune. Il est ici photographié par Voyager 2 en 1989. Crédit photo : NASA/JPL/USGS.

NortheK

Instruments - Composites - Optics

NortheK Dall Kirkham **350 mm f/20** **23% obstruction** **Supremax 33 optique de** **précision Schott**

Structure de carbone - cellule à 18 points flottants
Focuser motorisé 2.5" Feather Touch
Système de ventilation et d'aspiration de la couche limite
Poids 34 kg.

Également disponible dans les versions:
Newton f/4.1 avec correcteur 3"
Ritchey Chrétien avec correcteur/adaptateur f/9
Cassegrain Classique f/15

Pour toute information sur ce télescope et sur notre entière gamme d'instruments pour astronomie, visitez notre site web: www.northeK.it ou contactez: info@northeK.it

 **+39 (0)1599521**

