

la porte des étoiles

le journal des astronomes amateurs du nord de la France





À la une

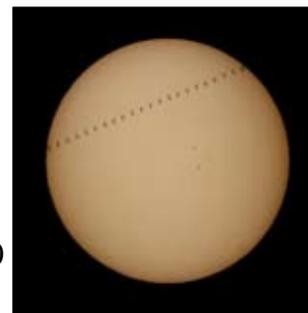
Transit de l'ISS devant le Soleil

Auteur : Patrick ROUSSEAU

Date : 25 avril 2021

Lieu : Courrières (62)

Matériel : Canon EOS 70d,
hélioscope et lunette Helios 150/1200



Édito

Enfin un été normal... ou presque. À la “libération” dans le courant du mois de juin, le couvre-feu qui nous avait tant gêné pendant des mois était enfin levé et nous allions pouvoir retrouver la campagne et le ciel étoilé... La météo, dans un premier temps du moins, en aura hélas décidé autrement. Dommage. Malgré cela, l'activité associative a pu reprendre un peu et, comme nous nous y attendions, les sollicitations d'écoles, de médiathèques, de centres de loisirs ont afflué ! Tant mieux ! Il y avait bien longtemps que nous n'assumions plus notre mission de vulgarisation et de partage de l'astronomie avec le grand public... La Nuit des Etoiles annulée pour des raisons sanitaires - on en n'est pas encore totalement sorti - n'a pourtant pas complètement douché notre enthousiasme estival... De belles balades, de belles rencontres, de belles observations sous d'autres cieux... Un air de “comme avant” qu'on aimerait voir perdurer. Croisons les doigts pour la suite... Et en attendant bonne lecture de cette nouvelle *porte des étoiles*.

Sommaire

- 5.....Dans l'abîme du temps et de l'espace
par Michel Pruvost
- 19.....L'effet Djanibekov
par Jean-Pierre Auger
- 22.....Le Soleil au bout du crayon
par Patrick Rousseau et Simon Lericque
- 32.....De passage par l'observatoire de Sévérac
par Simon Lericque
- 36..... La galerie

Adresse postale

GAAC - Simon Lericque
Hôtel de Ville - Place Jean Tailliez
62710 COURRIERES

Internet

Site : <http://www.astrogaac.fr>
Facebook : <https://www.facebook.com/GAAC62>
E-mail : contact-at-astrogaac.fr

Les auteurs de ce numéro

Jean-Pierre Auger - membre du GAAC
E-mail : contact-at-astrogaac.fr

Michel Pruvost - membre du GAAC
E-mail : jemifredoli-at-wanadoo.fr
Site : <https://cielaucrayon.pagesperso-orange.fr/>

Simon Lericque - membre du GAAC
E-mail : simon.lericque-at-wanadoo.fr
Site : <http://lericque.simon.free.fr/>

Patrick Rousseau - Membre du GAAC
E-mail : patrick.rousseau0291-at-orange.fr

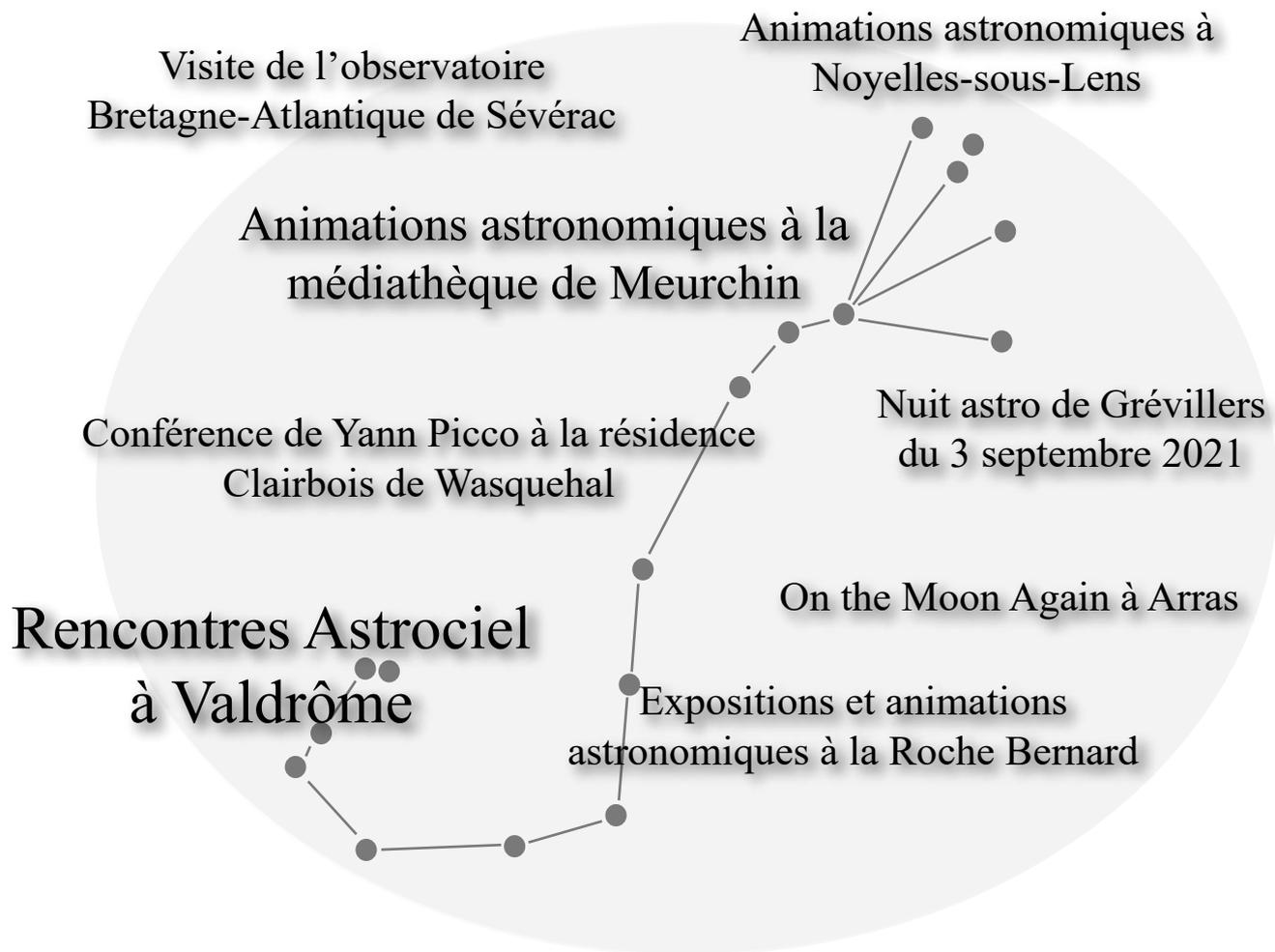
L'équipe de conception

Simon Lericque : rédac' chef tyrannique
Arnaud Agache : relecture et diffusion
Philippe Nonckelynck : relecture et bonnes idées
David Fayolle : relecture et bonnes idées
Fabienne Clauss : relecture et bonnes idées
Olivier Moreau : conseiller scientifique

Édition numérique sous Licence Creative Commons



C'était cet été



Ce sera cet automne

Vercors

Quelques membres du GAAC se déplaceront dans le Vercors début octobre pour une semaine d'astronomie. Espérons que la météo sera clémente et permettra de profiter d'un beau ciel.



RCE

Plusieurs fois décalées, les Rencontres du Ciel et de l'Espace de la Villette sont cette fois programmées du 19 au 21 novembre. On croise les doigts pour que celle-ci soit la bonne !



À la médiathèque d'Angres

Le GAAC s'expose à la médiathèque d'Angres début octobre. À l'occasion d'une manifestation ayant pour thème l'astronomie, un atelier "cartes du ciel" sera proposé le 9 octobre.



Les instantés



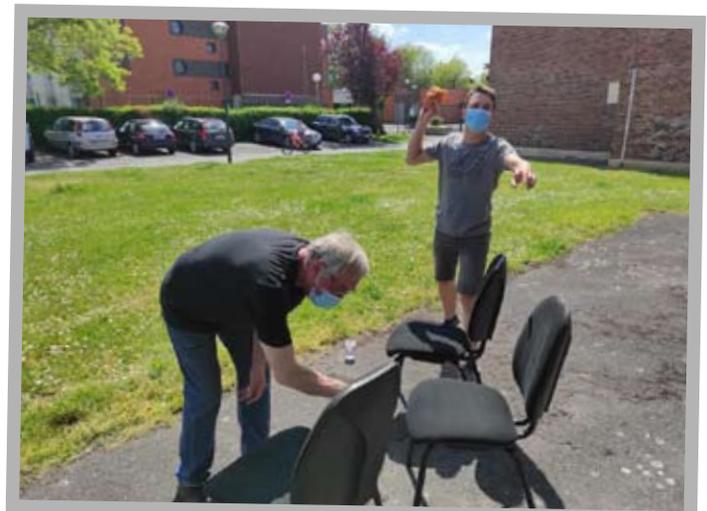
Valérie est sur les ondes
Vitry-en-Artois (62) - 15/06/2021



Mimétisme présidentiel
La Roche Bernard (56) - 25/06/2021



Qu'est-ce donc autour de Saturne ?
Courrières (62) - 03/07/2021



Certains bossent, d'autres s'amuse
Courrières (62) - 05/06/2021



Il n'y a pas que les éclipses dans la vie
Wancourt (62) - 10/06/2021



Une nouvelle carrière de gardien de musée
La Roche Bernard (56) - 25/06/2021

Dans l'abîme du temps et de l'espace

Par Michel Pruvost

J'ai toujours été passionné par le temps. Son passage inexorable, ainsi que les abîmes qu'il laisse une fois le présent passé, me fascinent. Il suffit de remonter dans notre vie pour prendre conscience du temps qui est passé. Un an, dix ans, cinquante ans, tout semble s'être vite enfui et cela laisse, quand on examine ces années, un sentiment d'inaccessible et de distances infranchissables. Visualiser et intégrer dans notre compréhension du monde le temps qui passe est un exercice difficile. Il n'y a pas si longtemps de cela que l'humanité a commencé à attribuer plus de 10000 ans à notre univers et beaucoup de phénomènes terrestres sont incompréhensibles voire niés simplement parce qu'on ne peut envisager les immensités de durée qu'ils nécessitent.

Qu'il soit proche ou très lointain, il faut aussi pouvoir se représenter ce passé comme un présent qui a, un jour, existé ; qui a eu une réalité pour des êtres vivants ou pour un paysage, et se dire que le temps qui nous sépare de ces autres réalités a passé sur elles, les effaçant, les gommant, en laissant souvent quelques traces infimes mais parfois rien. Si le passé a eu, un jour, une réalité, alors il doit être possible de la retrouver, d'en identifier le passage, même imperceptible.



Fouille d'une sépulture par des archéologues de l'Inrap
Crédit Hervé Paitier, Inrap

Repartir dans nos souvenirs est un premier moyen mais ne va pas au-delà de notre enfance. Parcourir les livres et les écrits des temps anciens en est un autre et permet, cette fois, de remonter dans la mémoire des hommes. Mais, là aussi, la barrière est vite atteinte et, au-delà de 5000 années, aucune trace n'a été laissée. Alors, il y a l'archéologie qui nous livre des témoignages de temps très anciens au travers de constructions, d'objets façonnés, de peintures, de squelettes et d'autres restes.

Et puis, il existe d'autres traces, beaucoup plus anciennes encore et enfouies profondément dans la croûte terrestre. Les géologues ont appris à déchiffrer ces très vieux messages et remontent ainsi dans des temps extrêmement reculés. Enfin, les astronomes, en levant les yeux au ciel et en observant toujours plus loin dans les profondeurs du cosmos, remontent le temps à mesure qu'ils s'éloignent de notre Terre. Car, la géologie et l'astronomie partagent cette dimension – le temps – et toutes deux permettent cette chose extraordinaire : remonter le temps et sonder le passé.



Ora Formation - Source Wikipédia

En géologie, le temps se mesure dans les couches de roches accumulées les unes sur les autres et visibles un peu partout sur la Terre. Un des outils les plus utilisés pour dater une roche est la mesure de la radioactivité résiduelle. Cela permet de donner précisément un âge à la roche et à la couche géologique où elle est présente. La stratification des couches peut alors être datée, les couches inférieures étant évidemment les plus vieilles.

Plus une roche est enfouie profondément sous terre et plus elle est ancienne, mais il arrive qu'elle puisse être remontée en surface par des phénomènes tels que les tremblements de terre ou la formation des montagnes par la tectonique des plaques et finalement par l'érosion due au passage de l'eau, de l'air ou de la vie. On a donc accès à des pages entières d'une très ancienne histoire. La datation des isotopes radioactifs, l'étude chimique des roches, la présence de fossiles plus ou moins complexes permettent de dater et de reconstituer l'environnement de ces époques reculées, leur faune et leur flore.

En astronomie, le temps se mesure dans les distances qui nous séparent des objets observés. La vitesse de la lumière étant finie, leur image accuse un retard proportionnel à leur distance. Il existe plusieurs méthodes de mesure de distances utilisées en fonction de l'éloignement de l'objet. La parallaxe et l'étude de la variation d'éclat des étoiles variables céphéides sont deux des méthodes utilisées.

L'astronomie, pour faire apparaître des objets de plus en plus lointains et donc de plus en plus anciens, utilisera des télescopes de plus en plus gros, permettant d'acquérir un maximum de lumière. À l'œil nu, par une belle nuit étoilée, c'est environ 3000 étoiles qui sont visibles au dessus de nos têtes. Leurs distances sont très variables. Elles se chiffrent en années-lumière qui est l'unité de distance parcourue par la lumière en un an à la vitesse de 299 792 km/s.

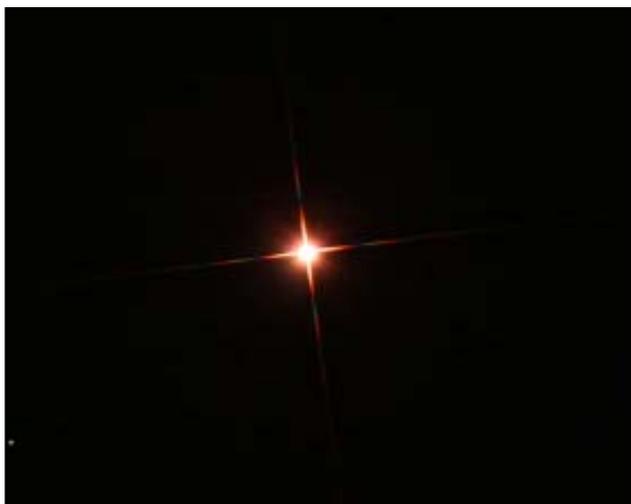
Les plus proches étoiles ont des distances de l'ordre d'une cinquantaine d'années-lumière. Parmi celles-ci, l'étoile Arcturus dans la constellation du Bouvier est à 36,7 années-lumière de la Terre. Nous la voyons donc telle qu'elle était il y a 36 ans et 8 mois. L'espace de temps n'est pas encore très important et il me ramène dans ma jeunesse à un moment où je devenais papa pour la deuxième fois. Là-bas, s'il existe des Arcturiens, l'information vient tout juste de leur arriver.



Portrait de Charles VI, roi de Bohême et de Hongrie, par Martin van Meytens



La galaxie NGC 4565 dans un 400. Dessin M.Pruvost



Arcturus - Crédit photo <http://astrophoto-monique.fr/>

Un peu plus loin et en s'aidant de jumelles, on peut observer une concentration d'étoiles visible à l'œil nu dans la constellation



L'amas Melotte 111. Dessin M.Pruvost

de la Chevelure de Bérénice, c'est l'amas stellaire Melotte 111. Sa lumière met 280 ans pour nous parvenir. Elle date d'une époque où Louis XV régnait en France et où débutait la guerre de succession d'Autriche après la mort de Charles VI, le 20 octobre 1740.

Toujours visible à l'œil nu, et spectaculaire dans un télescope, la

grande nébuleuse d'Orion déploie ses volutes de gaz et de poussières à environ 1400 années-lumière de la Terre. À cette époque sur Terre, une nouvelle religion apparaît, c'est l'Islam, qui va se répandre dans les années 620 à 700 sur tout le Moyen-Orient et l'Afrique du nord. En France, les rois mérovingiens cèdent progressivement le pouvoir aux Maires du Palais.

S'enfoncer loin dans l'espace, c'est retourner de plus en plus loin dans le passé et s'apercevoir que l'histoire ne dure pas longtemps. Très vite, il n'y a plus d'écrits, plus de monuments pour se guider et c'est l'archéologie qui donne les clefs pour remonter le temps dans les replis des roches terrestres.



Statue d'Oqba Ibn Nafi à Biskra, en Algérie. Photo Al hilali al sulaymi. Source Wikipedia



Dessin de la Grande Nébuleuse d'Orion

Spectaculaire dans un télescope et encore visible à l'œil nu, l'amas globulaire M13 dans la constellation d'Hercule illumine l'espace de ses 500 000 étoiles. Il est situé à environ 22000 années-lumière de la Terre. Les photons qui frappent aujourd'hui les miroirs de nos télescopes ont été émis alors que l'homme taillait le silex et commençait à peindre les premières gravures rupestres. Cette époque est le Solutrén, la fin de l'âge des glaces. En Europe, les glaciers encore présents au nord vont commencer à se retirer. Néandertal est disparu depuis 5000 ans et *Sapiens* est désormais la seule espèce d'homme à la surface de la Terre. Mammouths, mastodontes, aurochs et rhinocéros laineux parcourent les forêts et les plaines de l'hémisphère nord.



Dessin de l'amas globulaire d'Hercule



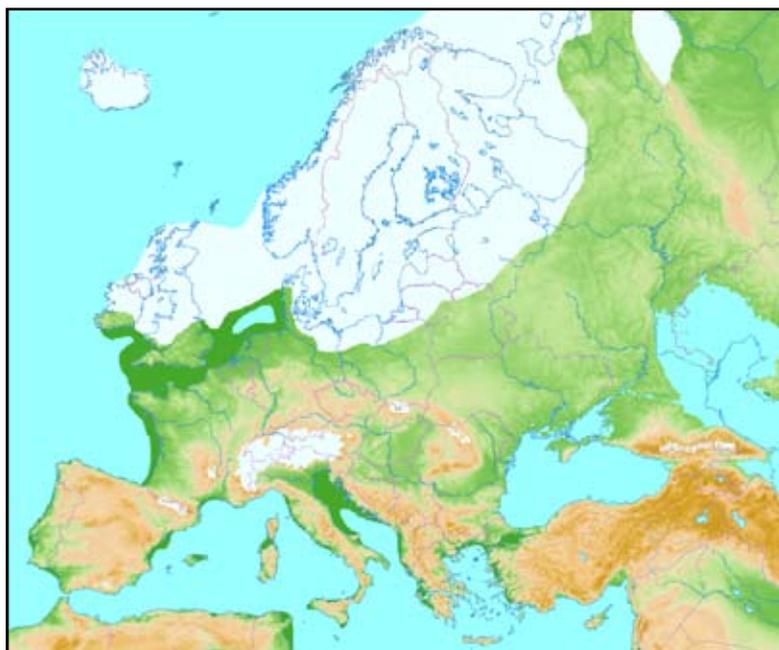
Pointe à cran solutréenne - Photo D. Descouens

Le Solutrén est plus une culture qu'une époque et se rapporte

aux objets et traces laissés par les hommes en Europe à ce moment là, vers la fin de l'époque Pléistocène. 5000 ans plus tard commencera l'Holocène, l'âge interglaciaire.

Toutes les étoiles, les amas d'étoiles et les nébuleuses visibles à l'œil nu ou dans des instruments modestes ont émis leur lumière dans cette époque, une époque que l'homme a connue. Mais les distances du cosmos sont énormes et, même si l'amas globulaire M13 nous paraît très loin, il n'est encore qu'à notre porte, dans notre banlieue galactique.

C'est en automne que nous pouvons observer l'objet le plus lointain visible à l'œil nu. On fixe la distance de la grande galaxie d'Andromède à 2,54 millions d'années-lumière. Son diamètre est estimé à 220 000



L'Europe au Solutrén. Scandinavie et îles britanniques sont couvertes de glaciers. Le niveau de la mer est 150 mètres sous le niveau actuel - Crédit Ulamm

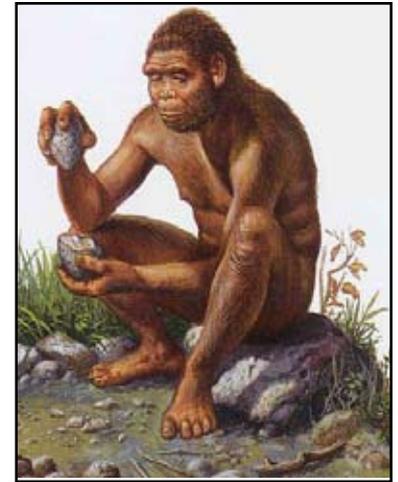


Dessin de la galaxie d'Andromède

grande galaxie nous ramène à un temps où l'homme était un grand singe disposant d'un peu plus de capacités que ses cousins, autres primates. Un habitant de la galaxie d'Andromède braquant aujourd'hui un radio télescope vers la Terre n'entendrait rien. Pourtant, nos ancêtres étaient là, au milieu des mastodontes, tigres à dents de sabre, mammouths et aurochs.

années-lumière. On ne connaît pas bien le nombre d'étoiles dans cette galaxie mais c'est certainement plus que 1000 milliards d'étoiles. Un chiffre astronomique qu'on peut se représenter en sachant qu'il faudrait 32 000 ans pour toutes les compter ! Si la lumière des étoiles les plus proches de cette galaxie a été émise au début du Pléistocène, celle des plus lointaines l'a été à la fin de l'époque précédente, le Pliocène.

Le Pléistocène couvre un ensemble de quatre périodes glaciaires : le Günz, le Mindel, le Riss et le Würm. L'âge de la lumière de M31 remonte à la première. C'est à cette époque qu'apparaît sur Terre le genre *Homo* avec *Homo Habilis* et *Homo Rudolfensis* en Afrique. Le climat y devient plus aride et a probablement favorisé l'apparition de ces espèces. Ainsi, regarder cette



Homo Habilis - Crédit

<https://www.histoire-du-monde.fr/>



Dessin de la galaxie du Triangle

Il ne faut pas aller très loin pour s'enfoncer plus profondément dans l'espace et le temps. Dans la constellation du Triangle, la galaxie M33 déploie ses bras spiralés et offre à l'observateur le spectacle de ses nébuleuses et amas d'étoiles. À 2,73 millions d'années-lumière, la galaxie du Triangle M33 est le troisième membre de l'amas local par ses dimensions. Visible de face, cette belle spirale nous permet d'y découvrir de nombreuses régions HII, lieux d'intenses formations d'étoiles.

Ces étoiles en gestation à l'époque sont aujourd'hui sorties des limbes. À la même époque, en Éthiopie, émergeait un nouveau genre animal sur la Terre, le genre *Homo* qui se sépare alors des australopithèques. Nous sommes vers la fin du Pliocène, un pont de terre s'est formé entre les deux Amériques quelques centaines de milliers d'années auparavant, ce qui a comme conséquence la disparition totale de la faune marsupiale d'Amérique du sud, le refroidissement de l'Atlantique nord et progressivement l'installation des glaciers en Arctique.

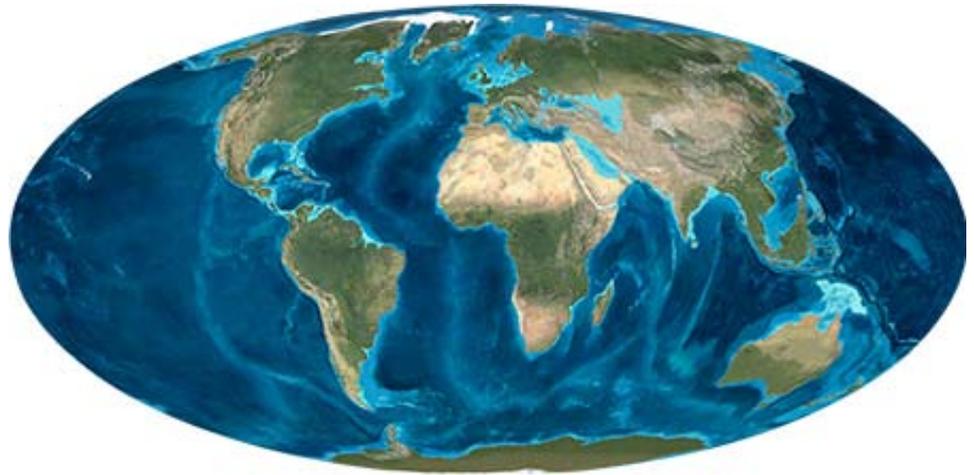
delà de ces proches galaxies, un grand pas doit être franchi pour en observer d'autres et c'est en dizaines de millions d'années-lumière que les distances se mesurent désormais. Dans la constellation de la Grande Ourse, deux galaxies en interaction figurent parmi les plus brillantes et les plus intéressantes à observer. Le duo de galaxies M81 et M82 peut être vu dans des instruments très modestes, y compris de simples paires de jumelles. M81 est une galaxie spirale située à environ 11,8 millions d'années-lumière. M82 est un peu plus loin à 12,7 millions d'années-lumière. C'est aussi une galaxie spirale mais déformée par l'attraction gravitationnelle de M81 et son centre est le siège d'une très intense formation d'étoiles.



À gauche, M81 dans un Dobson 400 et à droite, M82 dans le T62 Astroqueyras - Dessins M. Pruvost



Mâchoires de Mégalodon. Centre Nausicaa de Boulogne-sur-Mer



La Terre au Miocène - Crédit Ron Blakey, NAU Geology.

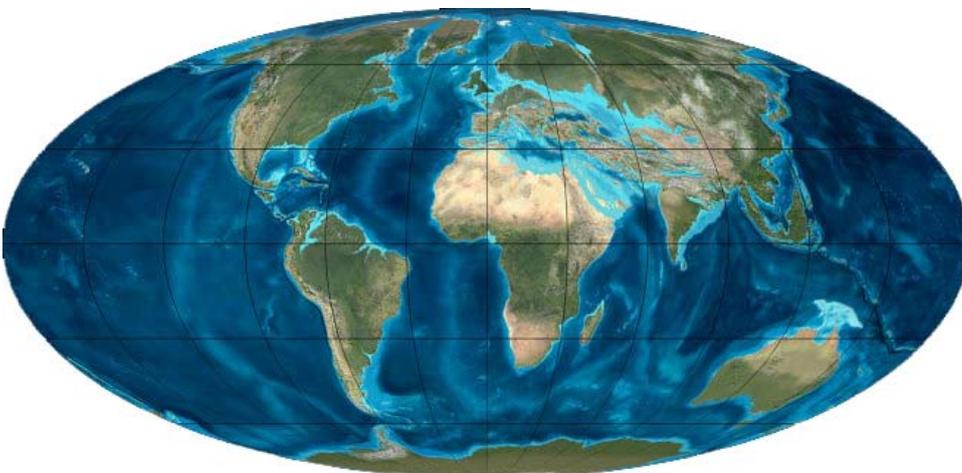
Il y a 12 millions d'années, règne dans les océans le plus grand requin jamais identifié : le Mégalodon, de 16 mètres de long. Sur le sol de l'Europe, chevaux, chameaux, loups, mastodontes se partagent le territoire. C'est le Miocène. À cette époque, les ancêtres des hommes, les *homininae*, sont aussi ceux des gorilles et chimpanzés et sont exclusivement africains.

Il y a 12 millions d'années, le climat se rafraîchit et les plaines septentrionales se couvrent d'un tapis dense de graminées. L'herbe envahit les plaines du nord au détriment des grandes forêts. Les grandes chaînes de montagnes actuelles (Alpes, Andes...) commencent à apparaître et tandis que l'Inde continue à soulever l'Asie, l'Arabie se détache de l'Afrique et l'océan Téthys se referme, laissant à la place la Méditerranée, la mer Noire et la mer Caspienne.

C'est une autre belle galaxie, bien connue des astronomes amateurs, qui marque la prochaine étape. Un petit télescope permet à tous de faire ce voyage qui nous projette cette fois à 27,4 millions d'années-lumière. La galaxie du Tourbillon, M51 est en fait la collision de deux galaxies, une grande spirale de 100 000 années-lumière de diamètre et une petite irrégulière. Même dans un petit instrument, on aperçoit les deux noyaux des galaxies et, à partir de 250 mm de diamètre, on commence à discerner les bras spiralés. C'est la seule galaxie dont on puisse voir aussi bien la structure. Toutes les autres spirales vues de face sont trop pâles pour laisser voir autre chose que des traces ténues et il faut des instruments quasi professionnels de 600 mm ou plus pour les détailler.



M51 dans un Dobson 400 - Dessin Michel Pruvost

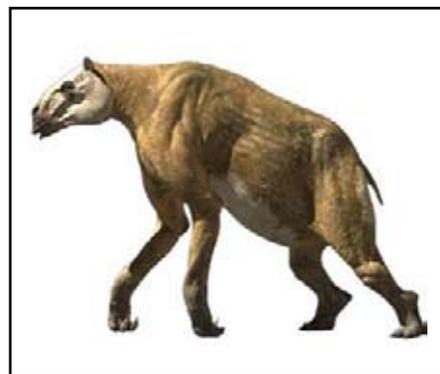
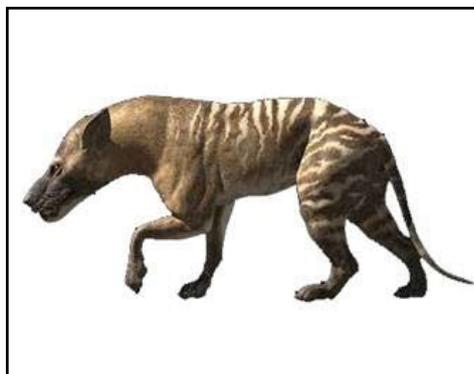


La Terre à l'Oligocène - Crédit Ron Blakey, NAU Geology

particulière dominée par les marsupiaux alors que les mammifères placentaires occupent le reste du monde. Les grandes chaînes de montagnes que nous connaissons n'existent pas encore, l'Afrique est séparée de l'Asie par la mer de Téthys et les deux Amériques ne communiquent pas.

Avec une distance de 27,4 millions d'années-lumière, les photons de M51 nous emmènent à une époque appelée Oligocène. C'est une époque au climat doux. Seul l'Antarctique possède une calotte glaciaire, le pôle nord de la Terre en est libre. De grandes forêts recouvrent la planète. Des continents isolés des autres comme l'Amérique du Sud et l'Australie voient le développement d'une faune

Les chevaux de cette époque sont petits et se nomment *Mesohippus*. Des carnivores comme *Hyaenodon* et des herbivores comme *Chalicotherium* parcourent les plaines d'Europe, d'Asie et d'Amérique du Nord. L'Oligocène est aussi l'époque où apparaissent les porcs, les chameaux et les ruminants qui forment une partie importante des Artiodactyles.



Hyaenodon et *Chalicotherium* - Crédit BBC, Walking with Beasts

Plongeant toujours plus profondément dans l'espace, c'est dans la constellation de la Vierge que nous trouvons l'escale suivante qui nous emmène cette fois à plus de 50 millions d'années-lumière de chez nous. Ce n'est pas une seule galaxie que nous rencontrons mais tout un groupe, un amas de galaxies.

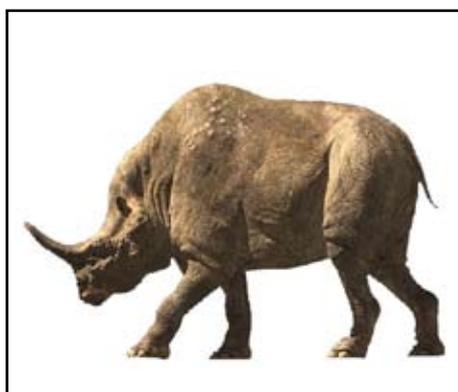


M87 dans un Dobson 400 - Dessin M. Pruvost

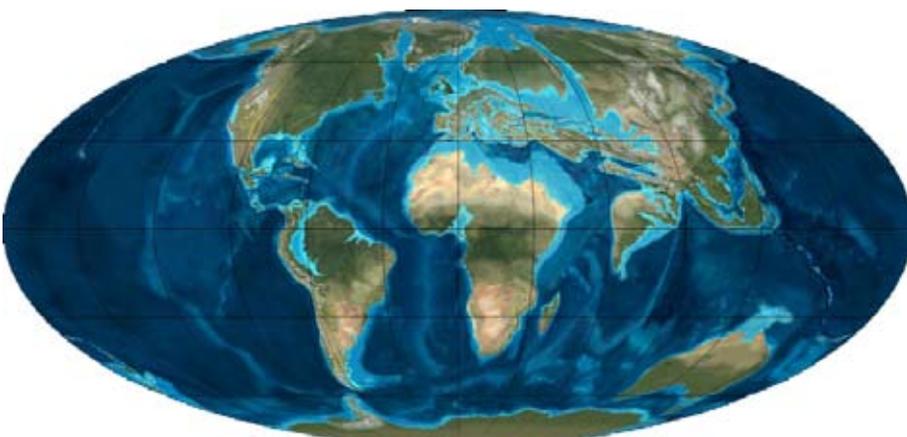
M87 à 50,2 millions d'années-lumière, M86 à 53,4 millions et M84 à 55,3 millions d'années-lumière sont les membres les plus impressionnants de l'amas de la Vierge. À cet ordre de distances, on peut observer une bonne quarantaine de galaxies dans un instrument modeste, mais l'amas est beaucoup plus dense que cela et en compte entre 1500 et 2000.

M87 est une galaxie elliptique géante. Son diamètre vaut environ 978 000 années-lumière et sa masse totale pourrait atteindre 200 fois celle de la Voie lactée. C'est donc un véritable monstre qui se trouve là-bas. M87 est aussi une radio-galaxie dans laquelle un trou noir supermassif a pu être photographié en 2019. Dans les instruments d'amateur, bien qu'elle soit brillante et facilement visible, elle ne montre aucun détail et reste, même à fort grossissement une boule nébuleuse.

La distance de ces astres commence à être considérable et ils sont les derniers objets à pouvoir être vus dans de petits instruments. Ils nous font remonter dans le passé ancien de la Terre à une époque appelé Eocène, qui a duré de -53 à -34 millions d'années. Ce que l'on sait de cette époque est que le climat y fut chaud et relativement uniforme sur la planète. C'est aussi à cette époque que la plaque continentale indienne rencontre celle de l'Asie, commençant ainsi à faire surgir l'Himalaya. L'Europe est un grand archipel, un peu comme peut



Embolotherium et *Gastornis* - Crédit BBC, Walking with Beasts



La Terre à l'Eocène - Crédit Ron Blakey, NAU Geology

l'être l'Indonésie aujourd'hui, la péninsule arabe est encore soudée à l'Afrique et les calottes glaciaires sont absentes. Dans les mers, les premiers cétacés apparaissent tandis que la terre est parcourue par des animaux comme *Gastornis*, un oiseau géant incapable de voler ou *Embolotherium* de la famille des Brontothérioidés. Les premiers ancêtres des chevaux apparaissent à cette époque également.

La prochaine étape marque un point d'arrêt et un nouveau départ dans l'histoire de la vie sur Terre. L'objet jalon est la galaxie spirale M100 dans la constellation de la Chevelure de Bérénice. Sans un instrument de gros diamètre, il est impossible d'apercevoir ses bras spiralés et elle n'apparaît que comme une nébulosité entourant un centre lumineux. À partir de cette étape, il faut être équipé pour aller plus loin. La distance de M100 est estimée à 66,5 millions d'années-lumière et son diamètre à 145000 années-lumière ce qui la rend du même ordre de grandeur que la Voie lactée. On peut imaginer que d'éventuels habitants de cette galaxie observent notre Voie lactée un peu à l'identique.



Dessin de M100

Ils nous voient en fait, telle que la Terre était à la fin du Crétacé. À quelques centaines de milliers d'années près, ils observent le cataclysme qui signe la fin des dinosaures et l'extinction

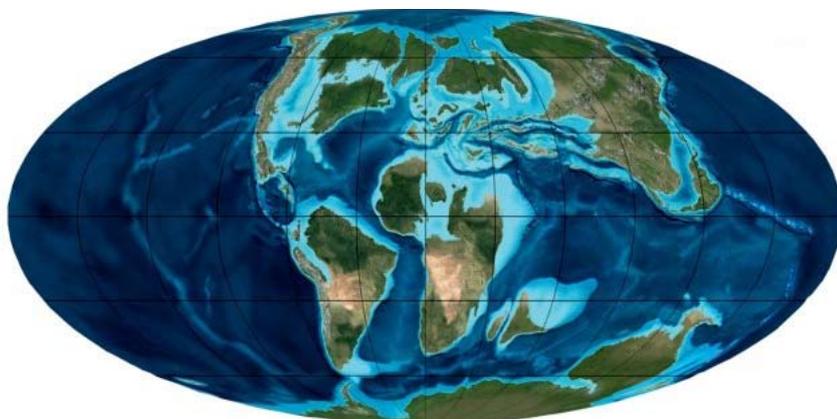


La disparition des dinosaures - Crédit Roger Harris
Science Photo Library

de quelques 75 % de la vie sur Terre. Éruptions volcaniques en série sur plusieurs milliers d'années, ou impact dévastateur, ou plus sûrement la combinaison des deux, auront rayé des espèces vivantes un groupe ayant dominé la Terre pendant plus de 200 millions d'années. Le Crétacé est la dernière époque du temps des dinosaures, le Mésozoïque. Il s'étend de -145 à -66 millions d'années. C'est l'époque du *Tyrannosaurus Rex*, du *Triceratops*, du *Ptéranodon*, de l'*Ankylosaure* et du *Vélociraptor*. Dans les mers dominent les Plésiosaures et Mosasaures.

Le monde d'alors est bien différent du nôtre. L'océan Atlantique est beaucoup plus réduit, tandis que la mer de Téthys assure la connexion des océans au niveau du tropique nord, procurant ainsi un climat doux est assez uniforme sur le globe. L'Inde, collée à Madagascar, est une grande île au large de l'Afrique. Une calotte polaire

a pu apparaître en Antarctique à certains moments mais l'ensemble du Crétacé a été globalement une période chaude.



La Terre au Crétacé - Crédit Ron Blakey, NAU Geology

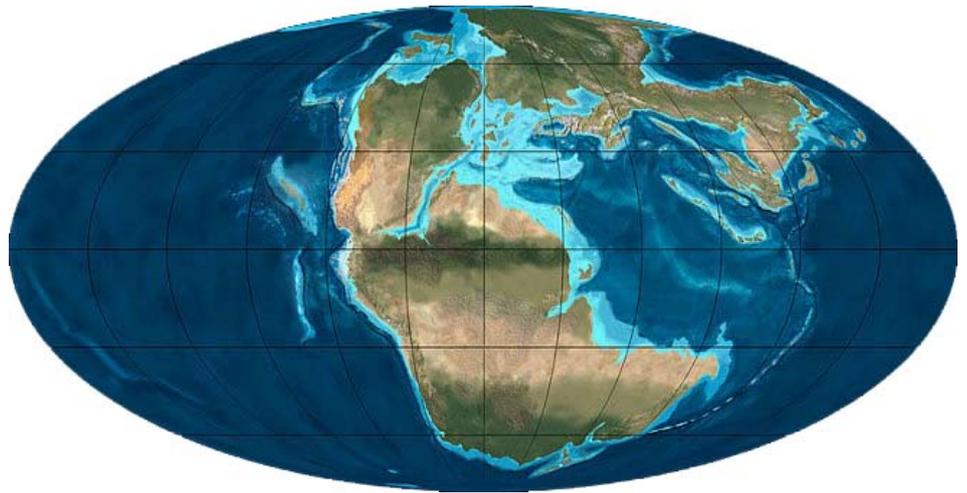
quantités considérables de poussières dans l'atmosphère, l'obscurcissant, ce qui a pour conséquence de réduire la photosynthèse, puis, les phénomènes s'enchaînant, toute la biosphère végétale comme animale. Enfin, le Crétacé nous laisse ces énormes couches de craie visibles dans les falaises de Normandie ou du nord de la France.

Il faut aller bien loin pour retrouver cette époque dans le ciel, mais un bon télescope de 250 mm le permet amplement. On peut ainsi viser les galaxies en interaction NGC 4567 et NGC 4568 dans la constellation de la Vierge pour retrouver le Crétacé supérieur vers -80 millions d'années ou la galaxie NGC 7479 dans Pégase à 105 millions d'années-lumière de nous.



À gauche, les "sœurs siamoises" NGC 4567 et 4568 dans un 200 et à droite NGC 7479 dans le 600 d'Astroqueyras - Dessins M. Pruvost

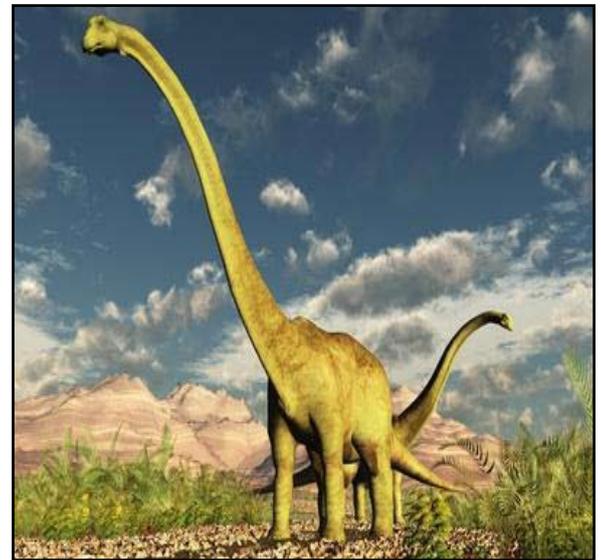
Plus loin encore dans le passé, la période qui précède le Crétacé se nomme le Jurassique. C'est une période qui s'étend de -201,3 millions d'années à -145 millions d'années. Deux supercontinents forment le monde émergé, la Laurasia au nord et le Gondwana au sud. Ils sont séparés par l'océan Téthys. La dorsale atlantique apparaît à la fin de l'époque, au Jurassique supérieur, et sépare ce qui deviendra l'Amérique du Nord de l'Afrique et de l'Amérique du Sud.



La Terre au Jurassique - Crédit Ron Blakey, NAU Geology

Sur Terre, c'est le règne des *Diplodocus*, des brontosaurus, du féroce allosaure et de l'étrange stégosaure tandis que les océans se peuplent d'ammonites et d'ichtyosaures.

Pour s'enfoncer dans ces temps lointains, il faut maintenant disposer de gros télescopes et les objets qui sont les étapes de ce voyage ne sont plus que quelques taches nébuleuses et sans forme. À environ 160 millions d'années-lumière, dans la constellation de Pégase, on découvre le groupe de galaxies Pegasus 1, centré sur deux galaxies elliptiques géantes, NGC 7619 et NGC 7626. Leur distance est mal connue mais leur lumière nous ramène dans cette époque du Jurassique supérieur qui voit arriver sur Terre les premiers vertébrés dotés de plumes, dont l'*Archéoptéryx* en est le plus connu. Plus loin, on peut découvrir à environ 170 ou 180 millions d'années-lumière dans la constellation du Bélier, un groupe de galaxies autour de la spirale barrée NGC 877, composé de huit galaxies, dont NGC 871 et NGC 876. Enfin, pour remonter au Jurassique inférieur, il faut porter le regard dans la constellation des Poissons vers NGC 128 qui, avec NGC 130 et NGC 126, forme un groupe de galaxies en interactions à 190 millions d'années-lumière.



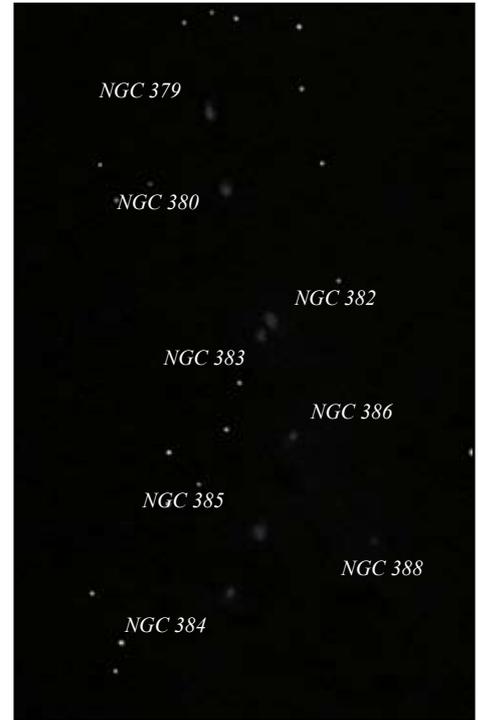
Diplodocus - Crédit www.pratique.fr



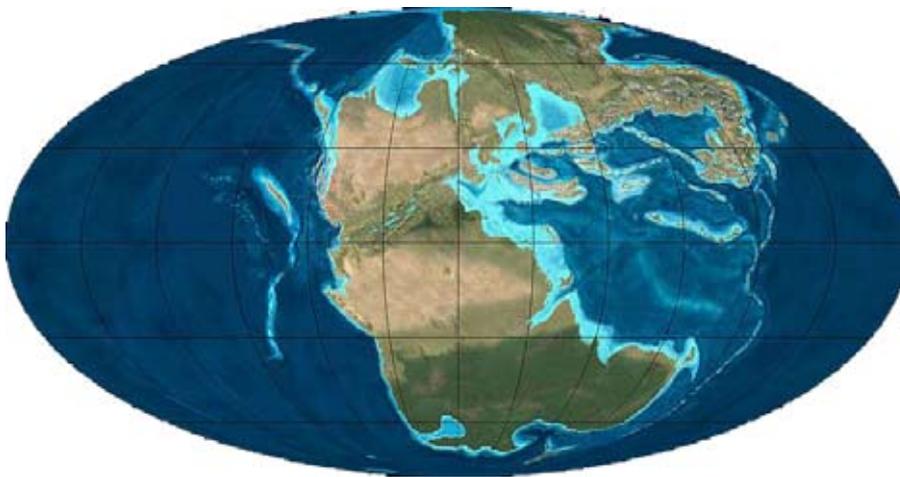
À gauche, NGC 7619 et NGC 7626 et à droite NGC 126, NGC 128 et 130. Dessins de Michel Pruvost au T62 Astroqueyras

Dans cette même constellation des Poissons, entre β Andromedae et τ Piscium, un groupe de galaxies nous entraîne à la limite entre le Jurassique et l'époque qui précède, le Trias. C'est Arp 331, une "constellation" aléatoire de galaxies. En effet, les dix galaxies qui forment ce groupe ne sont pas liées entre elles et se trouvent à des distances très différentes. Les plus proches, NGC 384 et NGC 380 sont situées autour de 190 à 200 millions d'années-lumière, tandis que les plus lointaines, NGC 379 et NGC 386 sont autour de 250 millions d'années-lumière. Les deux galaxies au centre du groupe, NGC 382 et NGC 383 sont, quant à elles, à 230 millions d'années-lumière.

Si les plus proches nous emmènent au début du Jurassique, les huit autres nous font parcourir le Trias, la première ère des dinosaures, qui débute voilà 252 millions d'années après la plus grande extinction connue d'êtres vivants, pour s'achever il y a 201 millions d'années avec une autre phase d'extinction.



Arp331 au RC 500 Astroqueyras
Dessin Michel Pruvost

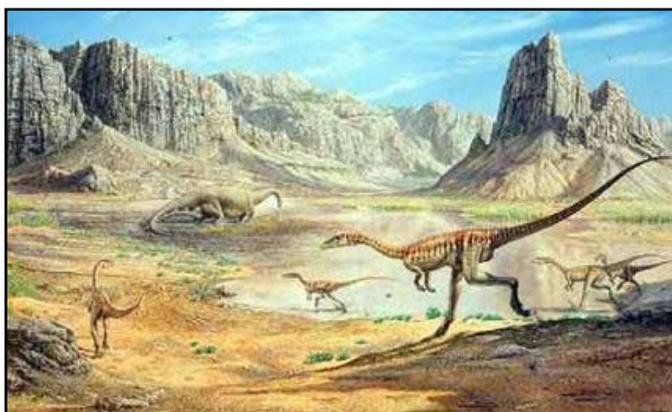


La Terre au Trias - Crédit Ron Blakey, NAU Geology

Au Trias, les continents sont réunis et n'en forment qu'un, la Pangée, dont la partie nord est la Laurasie et la partie sud le Gondwana. Les deux parties sont séparées, à l'est, par l'océan Paléotéthys. Dans cet océan, au milieu du Trias, un chapelet de grandes îles, les îles Cimmériennes migrent vers la Laurasie qu'elles atteignent vers la fin de la période.

Ces îles seront un jour la Turquie, l'Iran, l'Afghanistan et le Tibet. Le climat est très certainement continental et chaud avec de grands déserts.

Après la grande extinction du début de la période, les cinq premiers millions d'années voient une reconstruction de la faune. Alors que de grands amphibiens survivants vont persister durant toute la période, le Trias moyen (émission de la lumière de NGC 382 et 383) voit l'apparition des thécodontes ancêtres des dinosaures qui vont rapidement se diversifier. C'est au Trias supérieur (NGC 380) que les reptiles mammaliens donnent naissance aux premiers mammifères. À la même époque, tous les groupes dinosauriens sont présents (platéosaures terrestres, ptérosaures volants, ichthyosaures et plésiosaures marins).



Platéosaures du Trias - Dessin de Vladimir Konstantinov



Ticinosuchus ferox, un thécodonte, Musée de fossiles du Monte San Giorgio - Photo Daniele Albisetti



Le Quintette de Stéphan au T62 Astroqueyras - Dessin Michel Pruvost

Pour retrouver encore un peu de cette époque, on peut aussi observer dans Pégase le Quintette de Stephan qui nous ramène 230 millions d'années en arrière. La limite Permien - Trias est le théâtre de la plus grande extinction du vivant de toute l'histoire de la Terre. 95 % des espèces marines et 70 % des espèces terrestres disparaissent en l'espace de 300 000 ans environ, il y a 252 millions d'années.

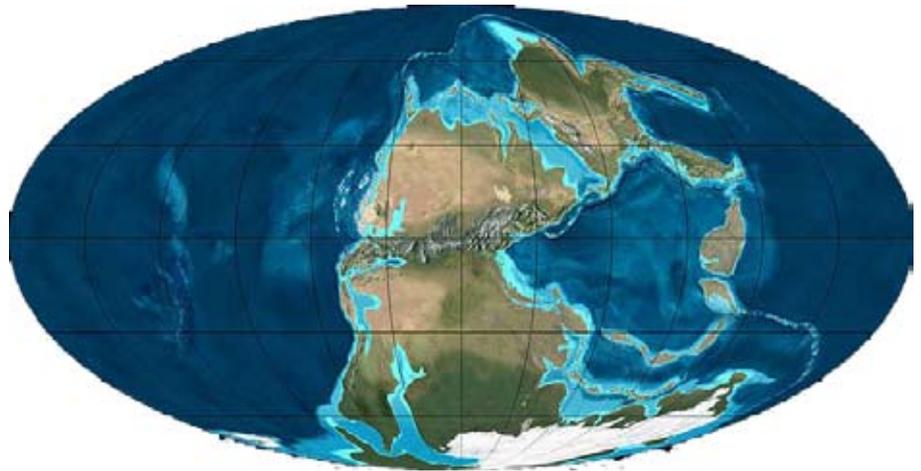
Sans grand instrument, il devient difficile de s'enfoncer aussi loin dans l'espace pour retrouver un ou plusieurs objets contemporains de cette époque. À peu près à cette distance se trouve l'amas de galaxies Abell 426, l'amas de



L'amas Abell 426 au T62 Astroqueyras - Dessin Michel Pruvost

Persée. La lumière de ces galaxies a été émise alors que sur Terre, de colossales éruptions en Sibérie introduisent dans l'atmosphère des quantités telles de gaz et de poussières qu'elle finit par asphyxier les océans après avoir fait disparaître la majorité de la faune terrestre.

Le Permien débute il y a 299 millions d'années. Cette ère géologique voit la formation de la Pangée, un continent unique. Une calotte polaire devait recouvrir ce qui est aujourd'hui l'Antarctique et l'Australie, ainsi qu'une partie de l'Inde. On pense que le climat de cette époque était chaud et aride. Une grande chaîne de montagnes s'est désormais totalement formée, la chaîne hercynienne dont il reste aujourd'hui les Appalaches en Amérique du nord, le Massif Central en France et l'Oural en Russie. C'est dans la constellation du Lion qu'on peut observer un objet dont la lumière date du début du Permien : l'amas de galaxies Abell 1367 à 290 millions d'années-lumière.



La Terre au Permien - Crédit Ron Blakey, NAU Geology

Parmi la faune caractéristique du Permien, il faut noter la présence de reptiles pélycosauriens dont le *Dimetrodon* est le plus connu et de très nombreux et très diversifiés amphibiens, les temnospondyles comme l'*Eryops*. Le Permien voit aussi l'apparition des premiers vrais arbres, les conifères.

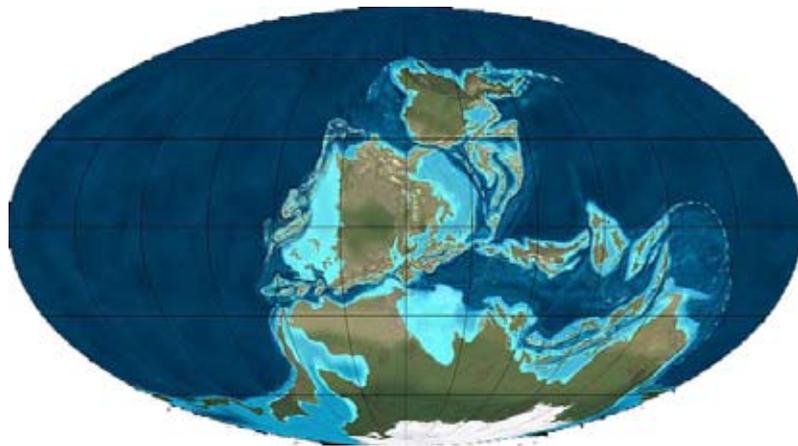


L'amas Abell 1367 dans un Dobson 400 Dessin Michel Pruvost



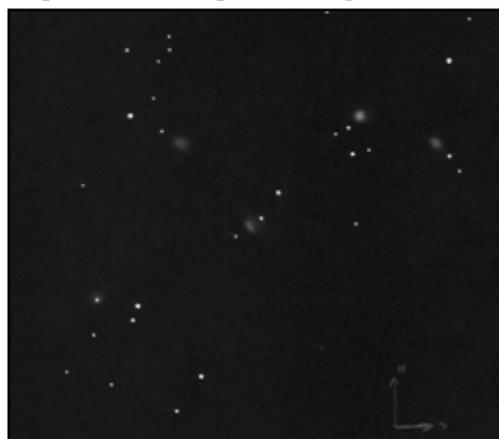
À gauche, *Eryops megacephalus* exposé à la galerie de l'évolution du MNHN de Paris, à droite *Dimetrodon* et *Eryops* par Dimitri Bogdanov

La période qui a précédé le Permien est le Carbonifère qui s'étend de -359 millions d'années à -299 millions d'années. À cette époque, la Pangée continue sa formation. Une partie du Gondwana au pôle sud est occupée par une calotte glaciaire. Au nord, la Laurussia est un continent envahi par de nombreuses mers et océans. Ce continent rentre en collision avec le Gondwana au niveau de ce qui sera la côte est de l'Amérique du nord, faisant ainsi grandir la chaîne de montagne hercynienne.



La Terre au Carbonifère - Crédit Ron Blakey, NAU Geology

Le climat est chaud, humide et stable sur la période. Les premiers grands arbres, les lépidodendrons apparaissent. Le monde se couvre de fougères arborescentes au milieu desquelles volent des libellules géantes et rampent des myriapodes de plus de deux mètres. Les premiers reptiles apparaissent tandis que les amphibiens règnent sur la faune. Pour retrouver cette période dans le ciel, il faut diriger son télescope dans la constellation de la Chevelure de Bérénice. Là se trouve un des plus grands amas de galaxies, l'amas Coma, Abell 1656. Sa distance moyenne est de 323 millions d'années-lumière.

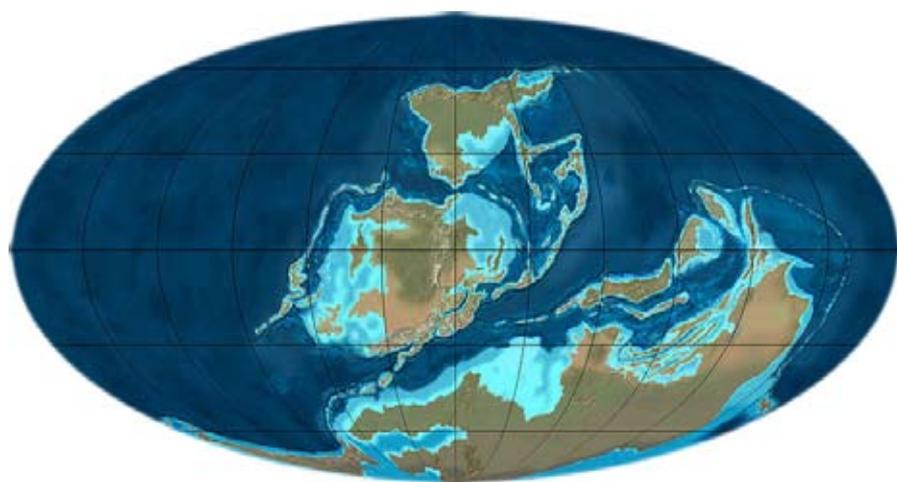


L'amas Abell 1656 dans un Dobson 400
Dessin Michel Pruvost



Scène du Carbonifère
Source : <http://museerodilhan.canalblog.com/>

Toujours plus loin dans l'espace, les distances sont de plus en plus difficiles à déterminer. Ainsi, l'amas de galaxies Abell 2634 et sa galaxie principale NGC 7720 qui présente deux noyaux brillants sont données à des distances de 300 millions d'années-lumière pour la plus faible valeur et de 477 millions d'années-lumière pour la plus forte avec des intermédiaires comme 350, 400, 415 millions d'années-lumière. Disons que ce groupe de plusieurs centaines de galaxies se localise entre 350 et 420 millions d'années-lumière, à une distance qui correspond à la période du Dévonien sur Terre.



La Terre au Dévonien - Crédit Alex Bernardini

Le Dévonien est appelé "*l'âge des poissons*" car ceux-ci se diversifient grandement pendant cette période avec l'apparition des premiers requins et des poissons à nageoires lobées. Les brachiopodes et les récifs coralliens dominent les océans. Au Dévonien, la température moyenne sur Terre est chaude, autour de 30°C, le climat est aride sur les continents et le niveau de la mer est élevé.

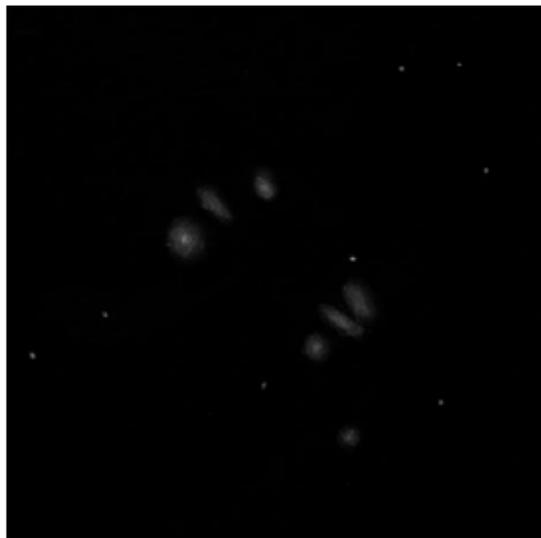


Brachiopodes du Dévonien
Crédit Jean-Michel Pacaud

C'est avec de grands télescopes ou du matériel photo performant qu'on aborde des distances supérieures à 400 millions d'années-lumière. À plus de 420 millions d'années-lumière, dans la constellation du Lion, on peut observer un groupe de sept galaxies, le Septette de Copeland. Il faut un télescope d'au moins 400 mm de diamètre pour espérer apercevoir quelque chose, bien que la photo permette de diminuer les diamètres d'instruments.

La lumière de ces galaxies date d'un âge où la vie sur Terre est principalement marine : c'est le Silurien qui s'étend de -443 à -420 millions d'années. Les terres émergées voient apparaître les premiers arthropodes terrestres et les premières plantes. Les océans sont dominés par les scorpions de mer, les crinoïdes et les brachiopodes. C'est aussi au Silurien que naissent les premiers poissons à mâchoires. Les trilobites sont encore bien présents.

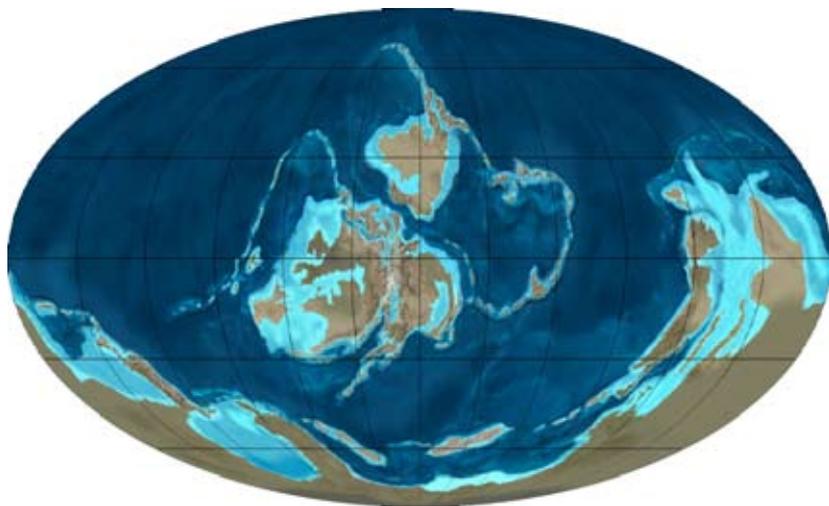
Au Silurien, l'Asie n'existe pas tandis que l'Afrique, intégrée dans le Gondwana, est au pôle sud. L'Australie est sous l'équateur, dans le prolongement du Gondwana. Deux continents se rassemblent pour former la Laurussia, qui deviendra un jour l'Amérique du Nord, l'Europe et la Sibérie.



Le Septet de Copeland au T62 Astroqueyras.
Dessin Frédéric Baelde - <https://www.astro59.org>



La mer silurienne - <https://actugeologique.fr/>



La Terre au Silurien - Crédit Ron Blakey, NAU Geology

Plus loin encore, les objets observables deviennent rares. Ainsi, les galaxies géantes elliptiques NGC 6085 et NGC 6086, se laissent encore apercevoir à 450 millions d'années-lumière de la Terre dans la constellation de la Couronne Boréale. Ces galaxies font partie de l'amas Abell 2162, lui-même partie du superamas d'Hercule.

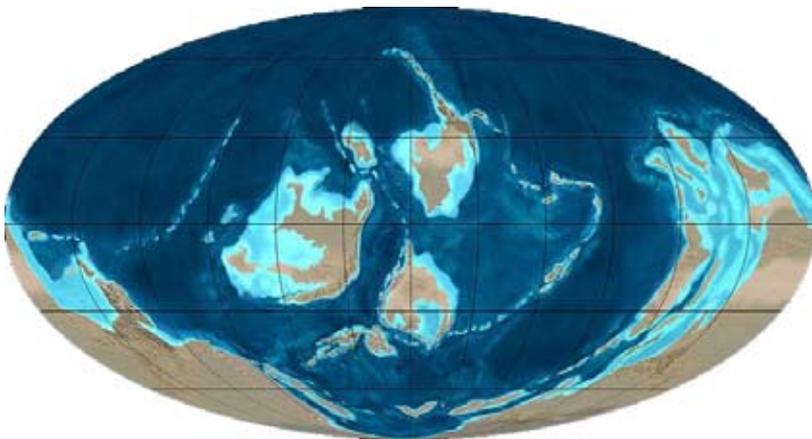


Abell 2162 dans le RC 500 Astroqueyras
Dessin Michel Pruvost

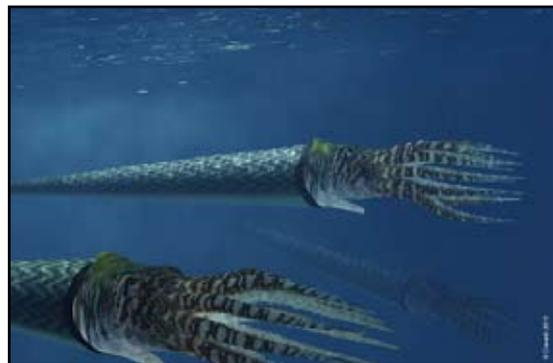
Ce sont donc des galaxies qui ne font plus partie de notre propre superamas de galaxies, les limites de ce dernier se situant vers 260 millions d'années-lumière. La lumière de ces galaxies voyage depuis la deuxième période de l'ère Paléozoïque, l'Ordovicien, qui débute voici 485 millions d'années et se termine il y a 443 millions d'années. Cette période est bornée par deux extinctions massives dont celle qui achève la période est la première grande extinction de masse.

Cette époque voit arriver sur les continents les premières plantes, mousses et fougères et les premiers champignons. On n'a pas trouvé trace de vie animale terrestre. L'Ordovicien voit une explosion de la biodiversité dans les océans. Céphalopodes et crinoïdes conquièrent tous les océans. Mollusques et brachiopodes se diversifient tandis que les premiers vertébrés sont présents dès le début de la période.

L'Ordovicien est une période chaude avec un niveau des océans à près de 200 mètres au-dessus de l'actuel, mais l'explosion de la vie réduit le taux de CO₂ de l'atmosphère et contribue à diminuer fortement la température moyenne, à faire apparaître une calotte glaciaire au pôle sud, participant ainsi à la grande extinction de la fin de la période.



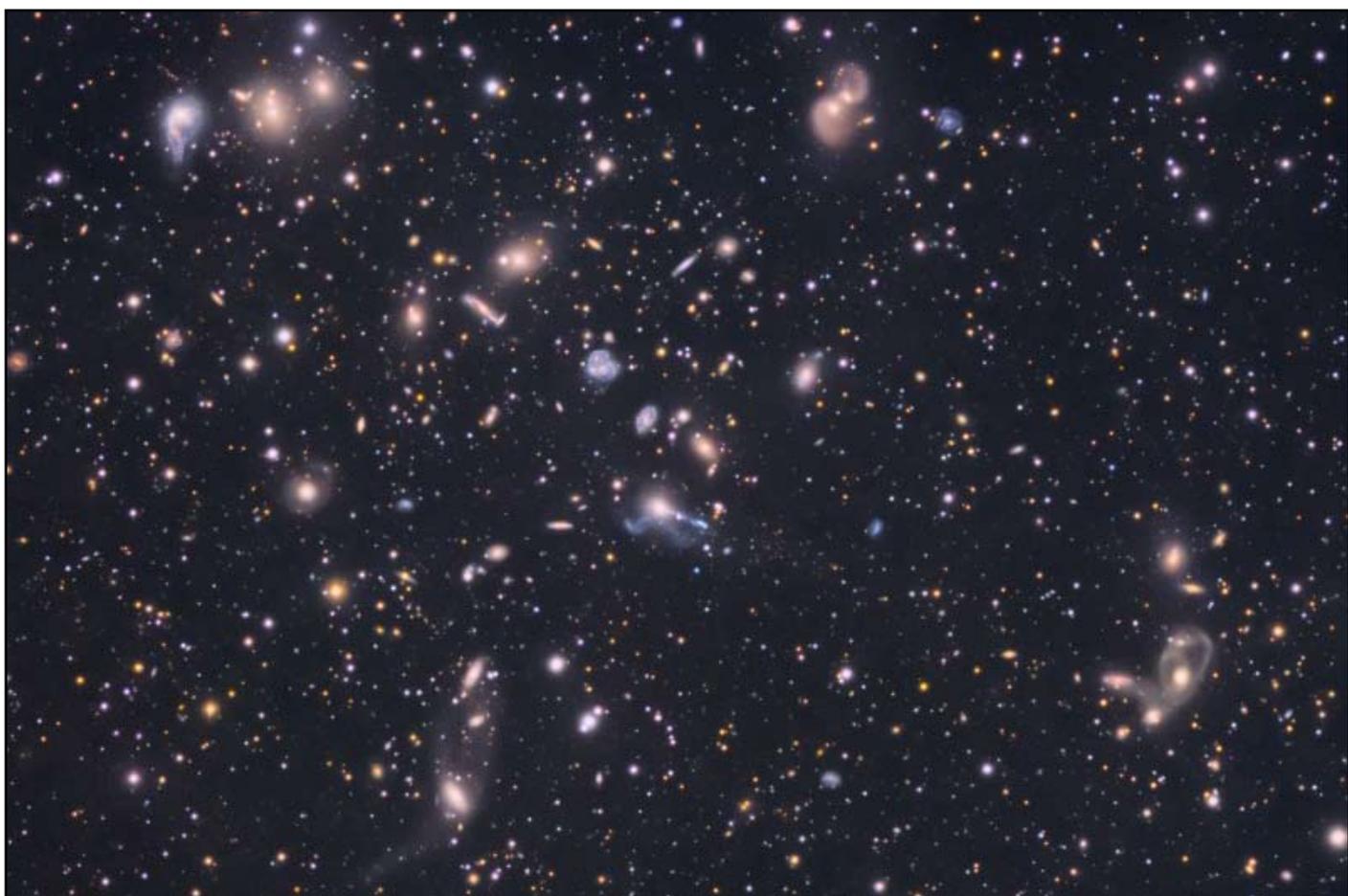
La Terre à l'Ordovicien - Crédit Ron Blakey, NAU Geology



Nautiles géants de 10 mètres de long.
Cameroceras - Crédit Saviatti

Il faut aller au-delà de 500 millions d'années-lumière pour trouver des objets

dont la lumière nous ramène à la première époque du Paléozoïque et au début de l'éon Phanérozoïque. Des objets à cette distance sont encore accessibles aux télescopes d'amateurs, bien que ce soient de gros télescopes. Dans la constellation d'Hercule, la galaxie NGC 6041 est un très pâle petit point nébuleux. Elle est la galaxie la plus brillante de l'amas Abell 2151, distant d'environ 500 millions d'années-lumière. De magnitude 13,4, elle peut être observée dans un 300 mm sous un bon ciel.



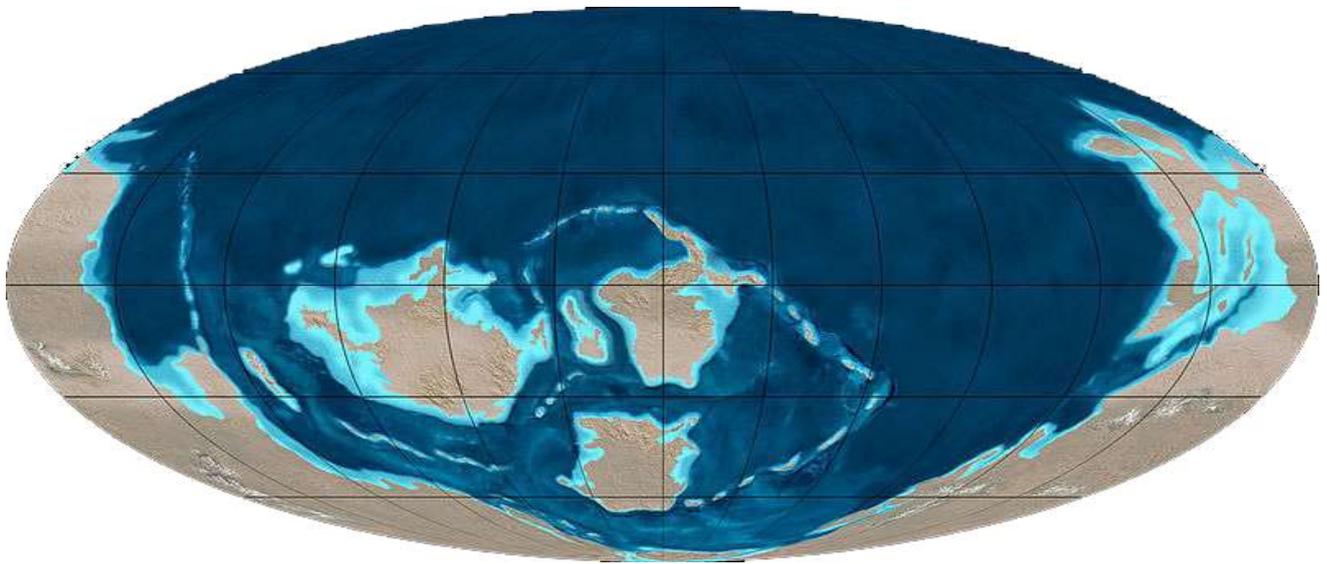
L'amas Abell 2151. NGC 6041 est tout à droite - Crédit Tony Hallas

Il y a 520 millions d'années, la Terre était au Cambrien. Le début de cette ère, il y a 541 millions d'années, est placé au moment où apparaît sur Terre une vie visible. Mollusques, coquillages, arthropodes, échinodermes et cordés émergent à cette époque ; l'animal emblématique est le trilobite.

Au Cambrien, la vie n'est que dans les océans. Les terres émergées sont de gigantesques déserts. Le grand continent Gondwana s'étend des latitudes tempérées nord jusqu'au pôle sud. À l'ouest, dans l'océan Lapetus, trois plaques continentales sont les ancêtres de l'Amérique du



Un trilobite. Musée de St Petersburg



La Terre au Cambrien - Crédit Ron Blakey, NAU Geology



Le quasar 3C273 dans un Dobson 400
Dessin Simon Lericque

nord, de l'Europe et la Sibérie. La plaque chinoise est encore collée au Gondwana. L'hémisphère nord est dominé par le gigantesque océan Panthalassa.

Au-delà de 541 millions d'années-lumière, les lueurs sont trop faibles pour être captées dans nos instruments d'amateurs sans l'aide de caméras numériques. L'univers s'éteint. Sur Terre, nous ne disposons que de très peu de fossiles et les données sur ces périodes lointaines sont très parcellaires. Le passé se voile. La période qui précède le Cambrien est appelée le Précambrien. Pendant très longtemps, on ne disposait pratiquement d'aucune information sur cette longue période et c'est pour cela qu'elle fut ainsi nommée et qu'elle s'étend depuis la formation de la Terre jusqu'à il y a 541 millions d'années. On peut toutefois encore apercevoir quelques faibles lueurs d'objets très lointains.

12,9, il est accessible dans un télescope de 200 mm de diamètre. L'époque où la lumière de cet objet a été émise correspond sur Terre à un évènement appelé "Grande oxydation". L'oxygène émis par des cyanobactéries présentes dans les océans oxyde la totalité des éléments comme le fer et une partie du méthane contenu dans l'atmosphère et se répand alors sous sa forme moléculaire O₂. La disparition partielle du méthane – puissant gaz à effet de serre – entraîne un important refroidissement et une première glaciation globale qui dure 300 millions d'années.

On peut encore aller plus loin. Avec une magnitude de 14,6, le quasar Q1634+706 dans la constellation du Dragon peut être vu dans télescope de 400 mm de diamètre. Il est tellement lointain que sa lumière a voyagé 8,6 milliards d'années pour nous parvenir. Voir cet objet nous fait remonter dans un passé où ni la Terre ni le Soleil n'existaient. La matière qui allait les constituer 4 milliards d'années plus tard n'était même pas encore fusionnée au cœur d'étoiles qui n'étaient pas encore créées non plus.



Le quasar Q1634+706 dans un Dobson 400
Dessin Simon Lericque

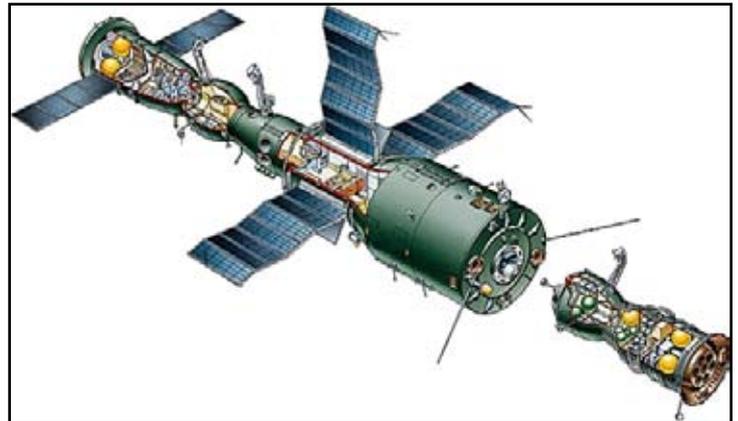
Inconcevabilité du temps et de l'espace.

L'effet Djanibekov



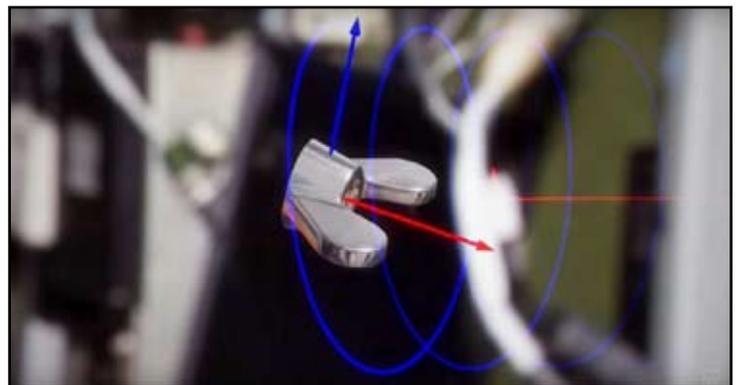
Par Jean-Pierre Auger

En juin 1985, lors de sa dernière mission et alors qu'il se trouvait dans la station spatiale russe Saliout 7, le cosmonaute Vladimir Djanibekov fait de façon fortuite une découverte en dévissant un écrou papillon. Comme nous le faisons sur Terre, il donne une pichenette pour que l'écrou se dévisse d'un coup d'une tige filetée. Une fois l'écrou sorti de la tige, il continue à tourner sur lui-même en apesanteur... Mais surprise, au bout d'une ou deux secondes, il se retourne sur lui-même, tout en tournant et en suivant l'axe de la tige, puis il se retourne à nouveau après une ou deux secondes, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'écrou frappe un obstacle.

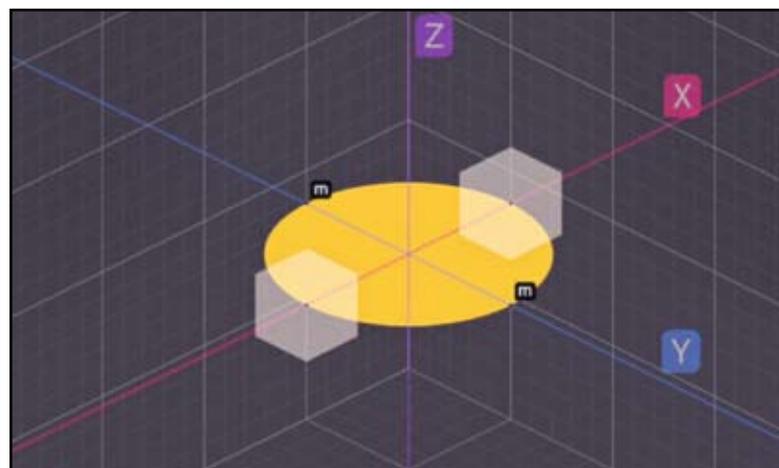


Vue éclatée de la station spatiale Saliout 7

Stupeur ! Comment expliquer ce mouvement cyclique de retournement de l'écrou ? Heureusement, nos scientifiques se rappellent de la théorie du fils de l'épicier de Beauvais, Louis Poinsot. Ses recherches pour géométriser la mécanique avaient mis en évidence la notion de moment et celle de couple de forces, montrant comment réduire à un torseur un système de forces agissant sur un solide. Dans sa *Théorie nouvelle de la rotation des Corps* (1834), il démontrait que le mouvement d'un solide autour d'un point fixe pouvait être illustré par le roulement d'un cône solidaire du solide sur un cône fixe ; un mouvement intégrable en mathématiques par les fonctions elliptiques de Jacobi. Gageure impossible pour expliquer ce mouvement de l'écrou papillon sans utiliser le calcul intégral et matriciel ? Et bien, non ! C'est ce que nous allons voir maintenant...



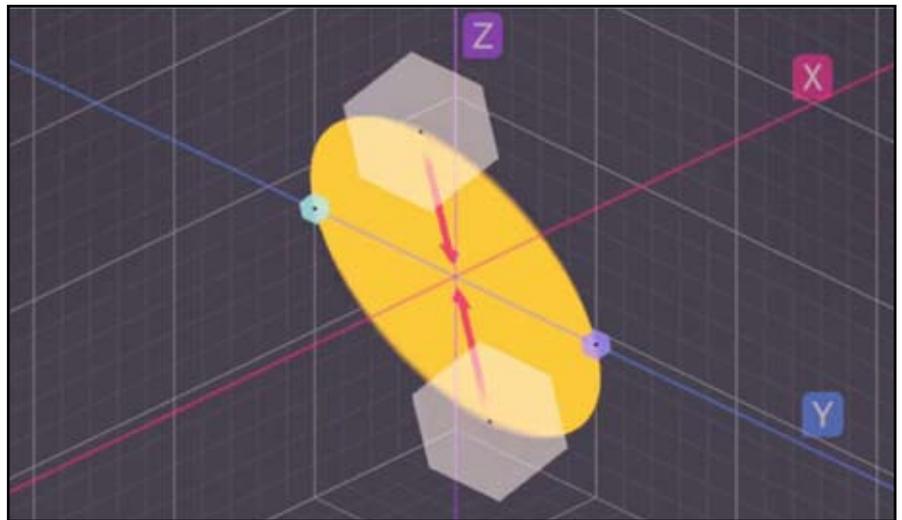
Crédit document : Derek Muller - Veritasium



Crédit document : Derek Muller - Veritasium

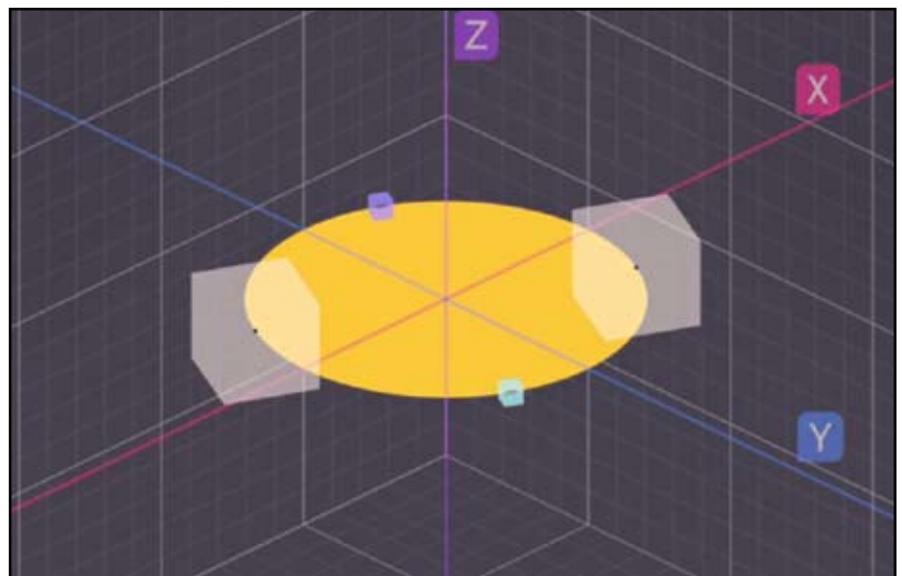
Imaginons que nous soyons dans une capsule spatiale en impesanteur, c'est-à-dire en chute libre, autour de la Terre. Considérons l'écrou comme un disque rigide, orienté dans le plan xy et centré à l'origine $(0,0,0)$ (voir ci-contre). Sur ce disque plaçons des masses ponctuelles M lourdes et égales (les hexagones blancs) aux points $(1,0,0)$ et $(-1,0,0)$ sur l'axe x et des masses ponctuelles m égales mais négligeables aux points $(0,1,0)$ et $(0,-1,0)$ sur l'axe y . Maintenant faisons tourner le disque autour de l'axe y . Les masses m restent fixes par rapport à l'axe y , tandis que les masses

lourdes M tournent dans le plan xz . Une force centrifuge s'exerce sur tous les corps, proportionnelle à la distance à l'axe y . Les masses m sont sur l'axe y et ne subissent donc aucune force centrifuge ; mais les masses M sont éloignées de l'axe y et subissent ainsi une force centrifuge, qui est ensuite équilibrée par les forces centripètes du disque rigide. Ce qui maintient un mouvement circulaire uniforme du disque (voir ci-contre).



Les flèches rouges montrent les forces centripètes qui compensent les forces centrifuges subies par les masses lourdes M en maintenant un mouvement uniforme au disque. Crédit document : Derek Muller - Veritasium

Revenant à la position de départ, faisons maintenant tourner le disque autour de l'axe x . Les masses lourdes M restent fixes par rapport à l'axe x , tandis que les masses m tournent dans le plan yz . Une force centrifuge s'exerce sur tous les corps, proportionnelle à la distance à l'axe x . Les masses lourdes M sont sur l'axe x et ne subissent donc aucune force centrifuge mais les masses m sont éloignées de l'axe x et subissent ainsi une force centrifuge, qui est ensuite équilibrée par les forces centripètes du disque rigide. Ce qui maintient un mouvement circulaire uniforme du disque.

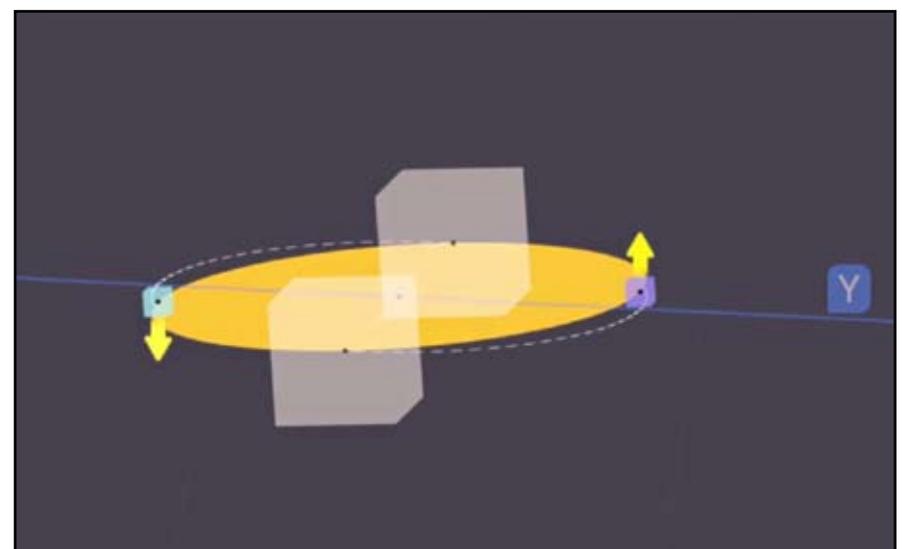


Crédit document : Derek Muller - Veritasium

Faisons maintenant tourner le disque autour de l'axe z (ci-contre). Une force centrifuge s'exerce sur les masses lourdes M et m . Elles sont équilibrées par les forces centripètes du disque rigide. Ce qui maintient un mouvement circulaire uniforme du disque sur l'axe z .

Maintenant faisons de sorte que les masses m et M soient très légèrement décalées, tout en les gardant orthogonales et tout en conservant le centre des masses à $(0,0,0)$. Cette petite perturbation va obliger l'axe de rotation de l'objet à se retourner. Faisons tourner le disque autour de l'axe y . Les masses m sont éloignées de l'axe y et subissent maintenant un peu de force centrifuge. Le disque rigide oblige les masses m à rester orthogonales aux masses M lourdes en exerçant des forces de tension entre les masses.

Ces forces de tension apportent une instabilité dans le disque et ont tendance à le repousser cycliquement de part et d'autre de l'axe y . Lentement au début, mais avec une accélération inexorable. L'amplification de la perturbation va se poursuivre jusqu'à ce que le disque soit perpendiculaire



Crédit document : Derek Muller - Veritasium

à l'axe y. À ce moment, la rotation autour de l'axe y est nulle et l'on se retrouve dans une position où la rotation est stable. Cependant l'inertie fait que le corps continue encore son basculement sur 90°. L'objet a alors effectué un "demi-tour" de 180°. Et on se retrouve dans la situation de départ. Pourtant le mouvement autour de l'axe y est toujours instable et au bout d'un certain temps le processus se répète. Le disque refait un nouveau basculement à 180 degrés.

Certains pensent que l'effet Djanibekov est capable de provoquer une inversion du sens de rotation de la Terre. Aussi improbable qu'effrayant, ce scénario a cependant fait l'objet d'une simulation par les scientifiques de



Crédit image : Franck Daninos - Sciences et Avenir

l'Institut Max-Planck. Elle a été présentée au cours de l'Assemblée Générale de l'Union Européenne des Géosciences en 2018.

L'inversion de la rotation de la Terre préserverait toutes les caractéristiques de la topographie terrestre, comme la taille, les formes et les positions des continents et des océans mais ce bouleversement pourrait avoir des conséquences sur les courants marins, sur les vents et sur le climat. Cette simulation a permis aux scientifiques d'observer les modifications climatiques sur plusieurs milliers d'années. Leur constat est celui d'une planète plus verte que celle que nous

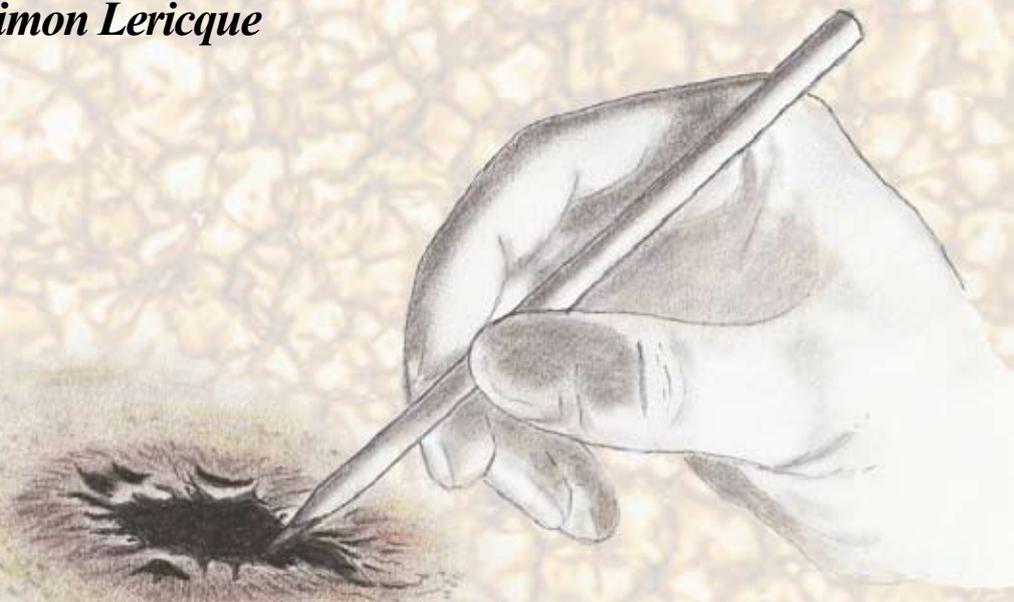
connaissons actuellement. La surface du globe recouverte par les déserts diminuerait d'une dizaine de millions de kilomètres carrés, passant d'environ 42 millions de kilomètres carrés à un peu plus de 30 millions. La moitié de cette surface désertique perdue serait recouverte d'herbe et l'autre moitié se verrait couverte par une végétation boisée. Le Sahara retrouverait sa couverture végétale d'antan. Par contre les régions aujourd'hui tempérées ou tropicales se transformeraient en déserts, dont notamment le sud-est des États-Unis, le sud du Brésil ou encore l'Argentine.

L'inversion de la rotation terrestre engendrerait aussi celle des mouvements des masses d'air. La trajectoire des vents ainsi modifiée provoquerait un bouleversement des températures, plus basses à l'ouest des continents et plus élevées à l'est. Le nord-ouest de l'Europe connaîtrait des hivers bien plus rigoureux. Les mers orientales se réchaufferaient, alors que les masses d'eau occidentales se refroidiraient. Dans l'Atlantique, les courants océaniques se ralentiraient et ceux du Pacifique accéléreraient et réchaufferaient l'est de la Russie. Dans l'océan Indien, ces changements conduiraient à une diminution de l'oxygénation des eaux et à leur enrichissement en phosphates et en nitrates. Ces conditions entraîneraient la prolifération des cyanobactéries au détriment du phytoplancton qui produit la moitié de l'oxygène que consomment l'ensemble des êtres vivants hétérotrophes et les volcans.

Fort heureusement pour nous, nous n'avons aucune preuve dans l'histoire de notre planète de ce changement de sens de rotation à cause de l'effet Djanibekov. Cet effet reste cependant l'une des hypothèses avancées par les astrophysiciens pour justifier le sens de rotation rétrograde de la planète Vénus.

Le Soleil au bout du crayon

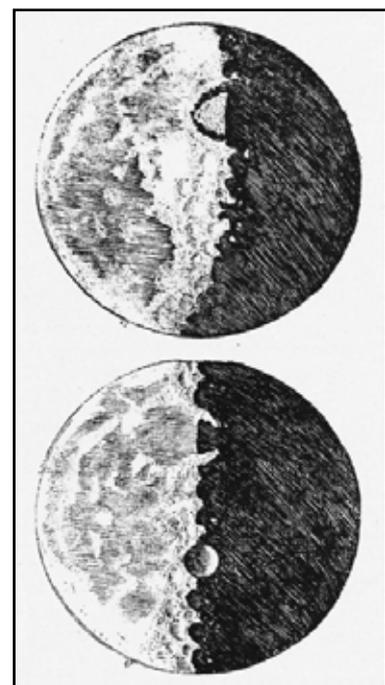
Par Patrick Rousseau et Simon Lericque



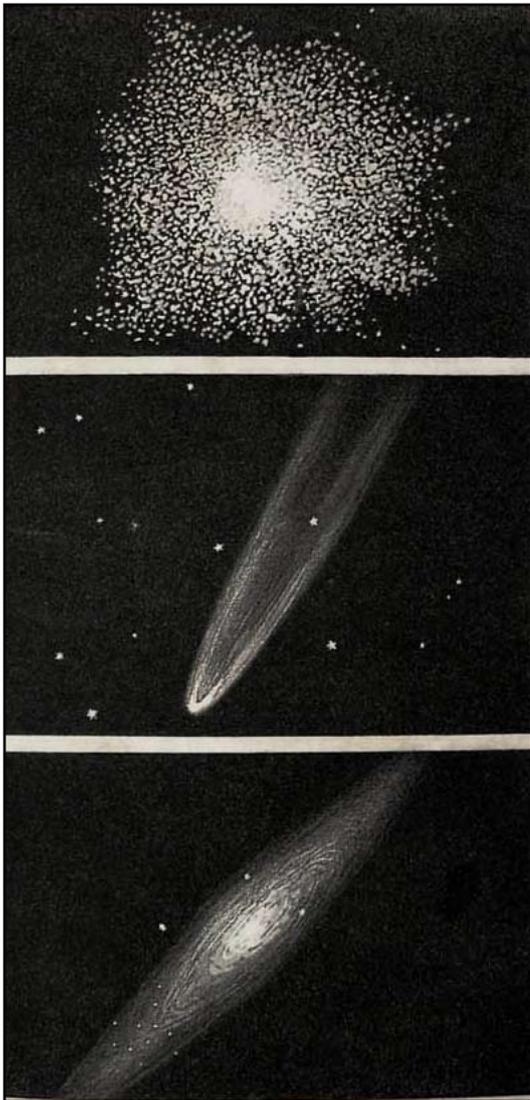
Avant l'arrivée de la photographie et bien avant les techniques numériques actuelles, les astronomes n'avaient que leurs yeux, du papier et des crayons pour retranscrire leurs observations et leurs découvertes. Comme pour la Lune, les planètes ou le ciel profond, l'étude du Soleil a souvent été relatée par le biais de dessins astronomiques ; certains n'étant que de simples schémas, d'autres se voulant les plus réalistes possibles, d'autres enfin laissant une grande part à l'esthétique. Des grands noms de l'astronomie, au premier rang desquels on trouve évidemment Galilée, ont laissé à l'histoire de beaux dessins de notre étoile... Voici contée la petite histoire du dessin solaire.

Brève histoire du dessin astro

De tous temps les astronomes ont utilisé le dessin pour retranscrire leurs observations et ce même avant l'arrivée des premières lunettes. Mais c'est bien avec l'utilisation de la lunette astronomique que le dessin astronomique trouve ses lettres de noblesses. Les dessins de Galilée de la Lune sont célèbres, ceux de Saturne par Cassini également... Souvent, les esquisses étaient réalisées au fusain sur papier, derrière l'oculaire, avec une mise au propre à la lumière. Mais en fait, les techniques sont nombreuses et très variées. William Herschel se contentait de schémas : l'œil vissé à l'oculaire, il décrivait ce qu'il voyait à son assistant qui retranscrivait sur papier. Charles Messier voulait produire quelque chose de réaliste, tandis que Leopold Trouvelot laissait paraître sa fibre artistique caractéristique. Toujours est-il que la reproduction des dessins et leur publication n'était pas chose aisée. Il fallait avoir de solides bases graphiques et connaître de bons graveurs pour reproduire le plus fidèlement possible les originaux.



La Lune dessinée par Galilée



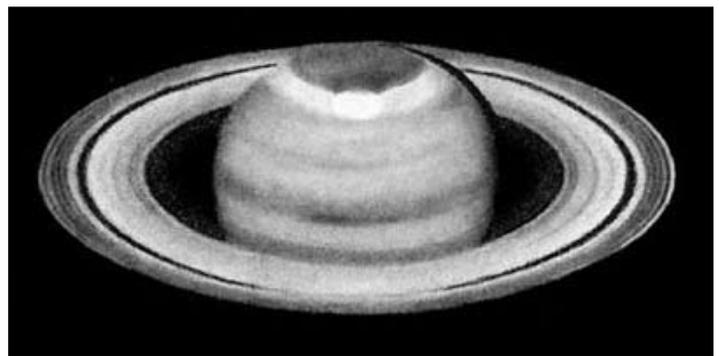
Un amas globulaire, une comète et une galaxie dessinés par John Herschel

Au début, seules les planètes et la Lune sont dessinées (la tradition de dessiner les formations géologiques de notre satellite perdure d'ailleurs jusqu'au début du XX^{ème} siècle avec la publication de superbes atlas). Rapidement, l'amélioration des instruments, et notamment l'apparition des télescopes avec des diamètres plus importants, offre la possibilité de découvrir un grand nombre d'objets du ciel profond. Les objets nébuleux sont à leur tour dessinés, étudiés, classés...

À partir de 1840, la photographie se développe et s'adapte petit à petit à l'astronomie. En 1880, la grande nébuleuse d'Orion est photographiée pour la première fois. À compter de ce moment, il y a de moins en moins de dessins astronomiques "professionnels". En ciel profond, il n'y en a plus du tout après 1900. Néanmoins, en observation planétaire, le dessin garde la cote encore un petit moment : l'œil et le cerveau se débrouillent mieux qu'une plaque photographique. Ceux qui observent les planètes savent bien qu'il faut parfois jouer avec la turbulence atmosphérique pour détailler correctement les surfaces planétaires, ce que l'on ne sait pas faire avec une pose photographique de plusieurs secondes... Jusque 1950, spécifiquement dans le domaine des surfaces planétaires, il y a encore des publications scientifiques illustrées par des dessins. Le célèbre astronome français Audouin Dolfus, par exemple, réalise de remarquables dessins depuis l'observatoire de Meudon ou celui du Pic du Midi. Ce n'est qu'à la fin du XX^{ème} siècle que les logiciels de traitement informatiques et les caméras rapides permettront d'obtenir des résultats planétaires plus intéressants que les observations et les dessins.

Bien que certains astronomes – amateurs ou professionnels – aient toujours pratiqué le dessin astronomique, la technique n'est redevenue à la mode que dans les années 1980. Aux États-Unis,

les télescopes de grands diamètres deviennent accessibles : ce sont notamment les télescopes Dobson. Ils permettent de "voir" une quantité astronomique de choses dans le domaine du ciel profond. Comme les caméras sensibles et les appareils photographiques ne sont pas encore répandus à cette époque, les observateurs se réapproprient le dessin. De toute façon, les Dobson, par définition sans système de suivi, sont incompatibles avec cette astrophotographie onéreuse. L'organisation de *staparties*, d'abord aux États-Unis toujours puis partout dans le monde, permet les échanges et la pratique du dessin astronomique se diffuse vite. Depuis l'an 2000, et avec Internet, il est facile de comparer, d'échanger, de trouver des techniques ou des idées d'observations. Quelle que soit la langue, le dessin astronomique tient aujourd'hui une place de choix sur les forums astro.



Saturne dessinée par Audouin Dolfus

Et le dessin solaire ?

L'astre du jour a bien sûr été étudié par de nombreuses civilisations de par le monde et en diverses époques. En 2100 avant J.-C., en Chine, on trouve des mentions d'observations du Soleil. Sans doute que les Égyptiens, les Mésopotamiens ou les civilisations précolombiennes en Amérique ont aussi observé notre étoile et ses éclipses, tant le Soleil était un astre important dans ces cultures.

En dehors du phénomène des éclipses, ce qui intrigue, ce sont les taches solaires. Celles-ci sont mentionnées pour la première fois en l'an -800, toujours en Chine. Plus exactement, on parle d' "obscurcissement" ou de "noircissement" du Soleil. Les taches sont ensuite signalées de façon plus ou moins régulière, au fil des siècles et toujours en différents endroits du globe. On suppose que les observateurs profitaient de tempêtes de poussières ou de sable pour observer la surface du Soleil sans être éblouis. Il est aussi possible qu'ils aient profité d'une atmosphère dense et humide au lever du jour pour observer le Soleil sans danger : cette atmosphère chargée jouant l'effet d'un filtre et ne laissant passer qu'une petite quantité de la lumière globale du Soleil. Certains évoquent aussi la possibilité que les observateurs de ces époques reculées aient pu utiliser des filtres en jade ou en mica mais cela n'est pas certain du tout.



Les taches solaires peuvent être vues à l'oeil et sans filtre dans certaines conditions particulières

Des taches sombres peuvent même être vues à l'œil nu si elles sont suffisamment importantes. C'est donc plutôt vers l'hypothèse de conditions locales adéquates que l'on penche... D'ailleurs, les témoignages écrits concordent. Les observations de taches solaires sont souvent faites le matin juste après le lever du Soleil, ou le soir juste avant son coucher. Ainsi, le 6 avril 860 dans les annales de Saint Bertin (un texte médiéval trouvé dans l'ancienne abbaye du même nom à Saint-Omer), on mentionne des taches gigantesques : *"le Soleil levé, l'on vit au milieu de son disque une tache noire, et celle-là étant descendue vers les parties inférieures, une autre aussitôt se jeta sur les parties supérieures, et parcourut tout le disque jusqu'en bas"*.

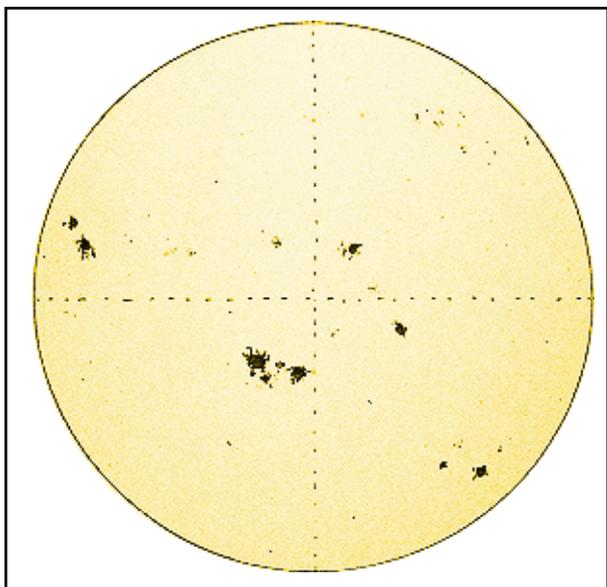
Le premier dessin d'une tache solaire n'arrive que deux siècles plus tard, en 1129. Le moine bénédictin Jean de Worcester, depuis l'Angleterre, relate dans ses chroniques l'apparition de taches solaires gigantesques. Le texte traduit, cela donne : *"Du matin jusqu'au soir, apparurent deux cercles sombres sur le disque du Soleil, celui dans la partie du haut étant plus grande, celui dans la partie du bas plus petite"*. Il illustre même son propos par un dessin détaillant l'ombre et la pénombre caractéristiques des groupes de taches spectaculaires. Il faut attendre l'arrivée de la lunette astronomique pour retrouver d'autres dessins de taches solaires.



Peut-être le premier dessin de taches solaires réalisé par Jean de Worcester

Galilée et ses contemporains

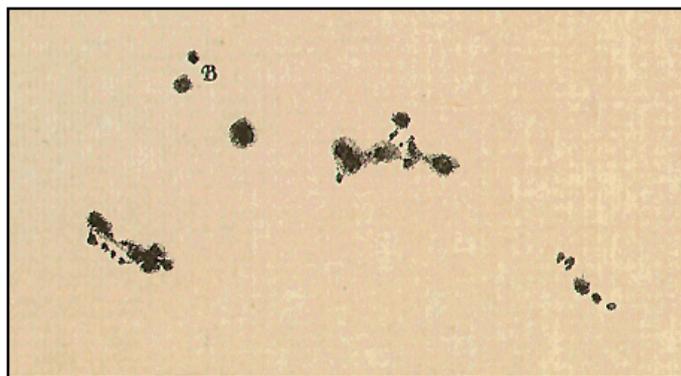
Contrairement à ce que l'on entend souvent, Galilée n'est pas l'inventeur de la lunette. L'invention des lunettes d'approche est à mettre au crédit d'artisans hollandais au tout début du XVIIème ; le nom de Hans Lippershey, un opticien de Middelbourg en Zélande, est souvent mis en avant. Rapidement, ces *instruments pour voir au loin* se propagent à travers l'Europe. Le célèbre Galilée, depuis Padoue, a vent de l'invention et développe ses propres lunettes. Il en améliore le principe en utilisant des lentilles de 10 à 30 millimètres de diamètre, pouvant atteindre des grossissements de 30 fois. En 1609, Galilée détourne cet instrument révolutionnaire de son but initial et est le premier à le diriger vers le ciel avec un but scientifique... L'histoire est bien connue : il découvre les satellites de Jupiter, les phases de Vénus, les cratères de la Lune. Partout en Europe, on observe désormais les astres avec une lunette astronomique : Harriot en Angleterre, Pereisc en France, Fabricius, Marius et Scheiner en Allemagne, Cysat en Suisse, Hevelcke en Pologne...



Dessin du Soleil par Thomas Harriott

Mais parmi tous ces astronomes, ils ne sont que quatre à l'époque à s'intéresser au Soleil : Galilée, Fabricius, Scheiner et Harriot. C'est d'ailleurs outre-Manche que Thomas Harriott, en décembre 1610, observe pour la première fois le Soleil avec une lunette astronomique. Hélas, il n'en réalise pas de dessin à ce moment là. Johannes Fabricius retranscrit aussi très tôt, avant même Galilée, des observations de taches solaires avec une lunette astronomique. C'est lui qui comprend en premier la rotation du Soleil grâce au suivi journalier de ces zones sombres. Il est aussi le premier à en faire une publication scientifique : *De Maculis in sole observatis et apparente earum cum Sole conversione narratio* en juin 1611. Les plus assidus dans l'étude du Soleil restent néanmoins Galilée et Christoph Scheiner.

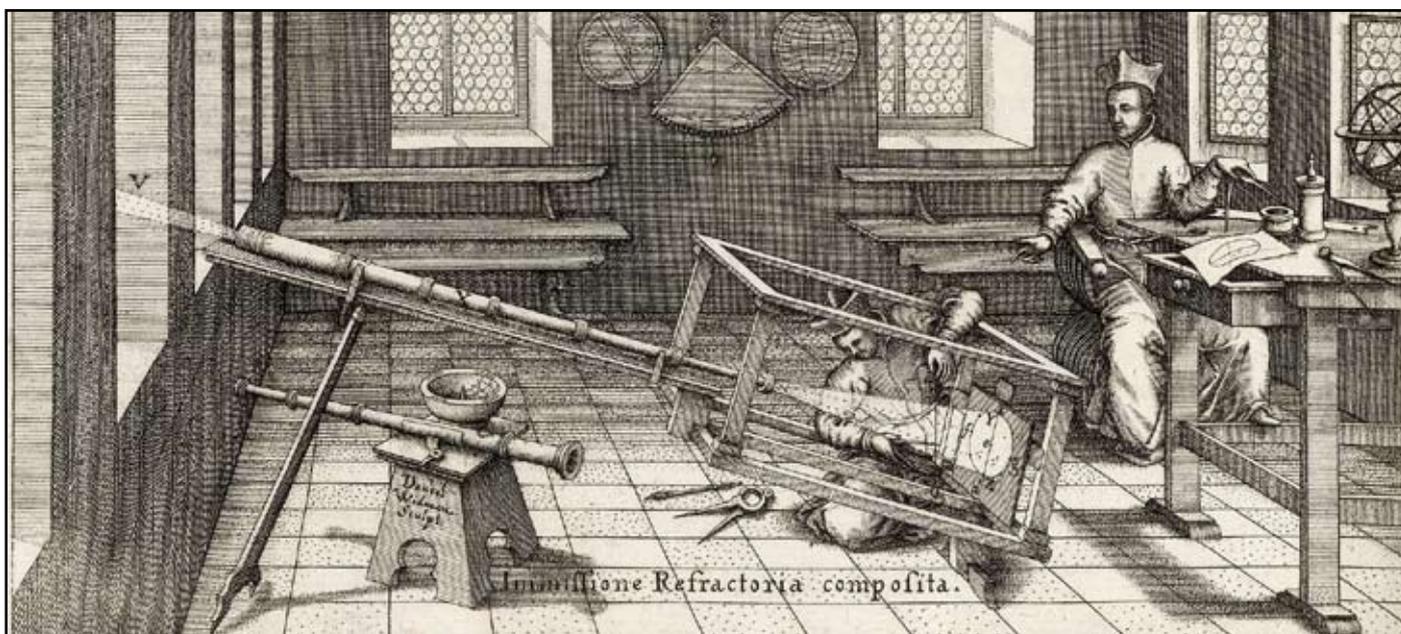
À propos des taches, Scheiner pense d'abord qu'il s'agit d'ombres projetées par des objets situés sur des orbites intra-mercuriennes. Galilée entre en scène et, quant à lui, comprend que ces zones sombres sont belles et bien liées au Soleil. En multipliant les observations – avec quelques dessins à l'appui –, il développe ses théories qu'il publie dans ses *Lettres sur les taches solaires* en 1613. Pour Galilée, c'est le début des problèmes qui le mèneront devant l'Inquisition, car sa vision d'un Soleil maculé de taches, observables de façon transitoire, va à l'encontre du dogme de l'Église catholique d'un Soleil parfait et immuable...



Dessin de taches solaires par Galilée

L'avancée des connaissances scientifiques

Au XVII^{ème} siècle, on observait les taches solaires de façon indirecte, par projection sur un écran. Ces instruments étaient appelés *machines héliotropiques* par Hevelius, un autre astronome qui s'est penché sur l'étude de notre étoile. Fabricius s'était bien risqué à observer directement le Soleil à travers sa lunette le matin ou le soir alors que le Soleil était bas sur l'horizon, mais il a rapidement compris la dangerosité de la chose et est passé à la projection. Les autres observateurs en ont fait autant.

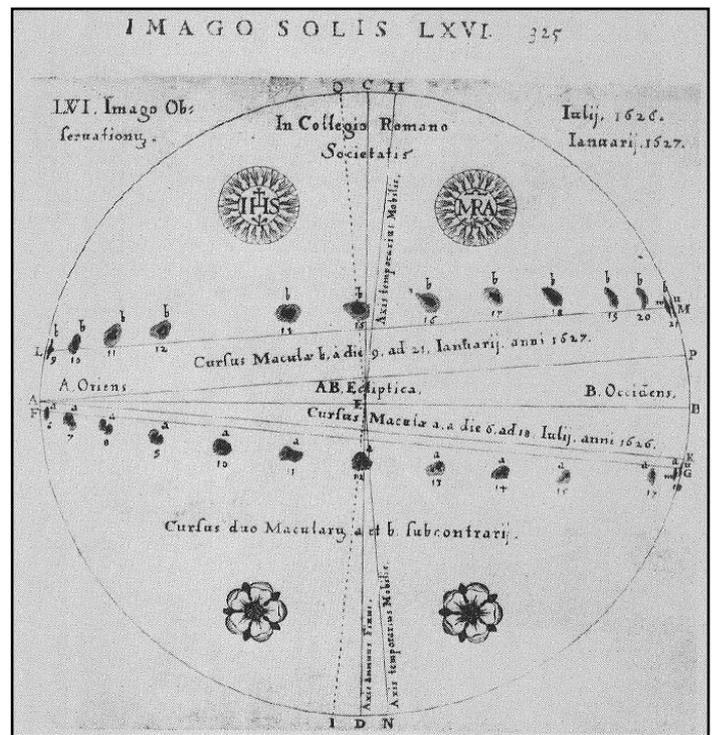


Gravure d'époque présentant le principe de projection pour l'observation du Soleil en toute sécurité

L'avancée des connaissances scientifiques relatives au Soleil est bien sûr liée à l'amélioration des techniques d'observations. Ainsi, Scheiner est le premier à coupler une lunette astronomique avec une monture équatoriale ; les instruments précédents étaient seulement altazimutaux et sûrement sans système de compensation du mouvement de rotation de la Terre... Grâce au suivi des taches solaires, il est capable de mettre en évidence la légère inclinaison de l'axe de rotation du Soleil. En 1630, il publie ses observations et sa trouvaille dans *Rosa Ursina sive Sol*.

En 1666, le célèbre Isaac Newton décompose la lumière du Soleil avec un prisme et met en évidence le rayonnement continu du spectre solaire. En 1672, profitant d'une opposition de Mars, Jean-Dominique Cassini depuis Paris et Jean Richer envoyé à Cayenne, parviennent à estimer la distance Terre-Soleil – avec une erreur de seulement 10 % par rapport aux mesures modernes – grâce à la technique de la parallaxe. En parallèle, beaucoup d'observations de taches sont réalisées (et toujours quelques dessins à la clé) mais il faut attendre le XIXème siècle pour mieux comprendre la physique solaire.

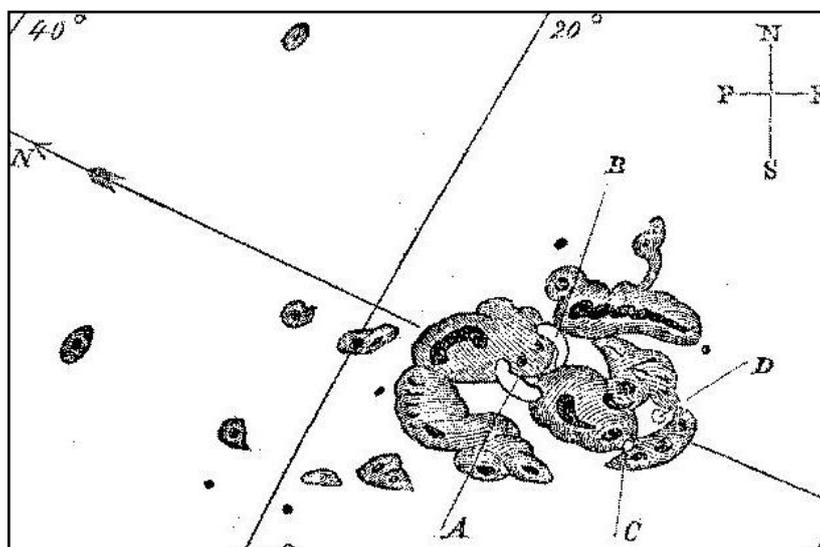
En 1800, William Herschel découvre le rayonnement infrarouge du Soleil. Les rayons calorifiques, tels qu'il les nomme à l'époque, sont mis en évidence à l'aide d'un prisme et d'une série de thermomètres (expérience qui porte désormais son nom et qu'il est amusant de reproduire). L'année suivante, il observe la granulation à la surface du Soleil. Et puis les découvertes s'enchaînent : en 1814, Joseph von Fraunhofer détecte les raies d'absorption dans le spectre solaire ; en 1838, Claude Pouillet estime la température du Soleil et son rayonnement reçu sur Terre ; en 1843,



Dessin solaire de Schwabe figurant l'axe de rotation

Heinrich Schwabe met en évidence le fameux cycle d'activité de 11 ans ; en 1848, Rudolf Wolf énonce sa méthode d'estimation et de suivi de l'activité solaire (le nombre de Wolf) et en 1859, Robert Bunsen et Gustav Kirchhoff font le lien entre les raies sombres dans le spectre solaire et les éléments chimiques...

Et puis vient le premier daguerréotype du Soleil... Prémisses de la photographie, la surface de notre étoile est immortalisée avec cette technique en 1845 par Léon Foucault et Hippolyte Fizeau. La photographie sonne le glas des observations visuelles et



Dessin d'une zone active à la surface du Soleil par Carrington

ne laisse plus de place à la subjectivité et à l'interprétation puisqu'elle montre une réalité. Mais, du moins dans les premiers temps, la photographie n'en est qu'à ses balbutiements et l'observation visuelle permet encore de faire des découvertes. Ainsi, en 1859, Richard Carrington observe et dessine une éruption solaire en lumière blanche. C'est également à cette époque qu'il révèle la rotation différentielle du Soleil : 26 jours à l'équateur et 31 jours aux pôles.

Les premières dessins de protubérances solaires sont réalisés peu après cette époque. De retour d'un périple en Inde pour observer l'éclipse du 18 août 1868, l'astronome Jules Janssen met au point une méthode pour isoler les raies H α et H β du spectre solaire. Jusqu'ici, seuls les rares moments des éclipses totales pouvaient être mis à profit pour observer (et dessiner) les protubérances solaires.

C'est aussi durant la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle que l'on trouve les travaux d'Angelo Secchi. L'astronome italien, passé par les États-Unis avant de prendre la direction de l'observatoire du Vatican, utilise aussi bien la photographie que l'observation visuelle pour mener ses travaux solaires. Il publie *Le Soleil. Exposé des principales découvertes modernes* en 1870 et découvre les spicules en 1877. On s'accorde aujourd'hui pour dire qu'il est l'un des pionniers de la spectroscopie solaire... mais aussi l'un des pionniers du croquis des protubérances. Soit d'après photo, soit grâce aux techniques de Janssen, il réalise quelques spectaculaires dessins astronomiques.

La technique s'affine encore à la toute fin du XIX^{ème} siècle. En 1892, George Ellery Hale et Henri Deslandres développent le spectrohéliographe, un instrument qui consiste à balayer la surface du Soleil au moyen d'un spectroscope et à se concentrer sur certaines raies particulières, dont la raie H α dans laquelle sont visibles les protubérances. Quelques années plus tard, Charles Fabry et Alfred Perot mettent au point leur fameux interféromètre dont le principe est toujours utilisé aujourd'hui dans la plupart des instruments solaires d'amateurs. Les premiers filtres H α voient le jour à ce moment là.

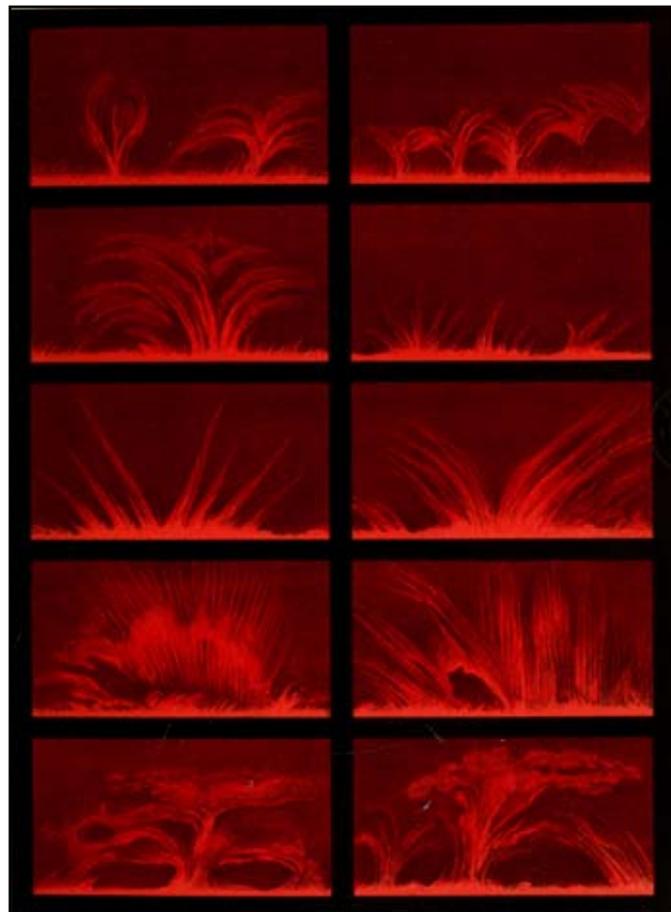
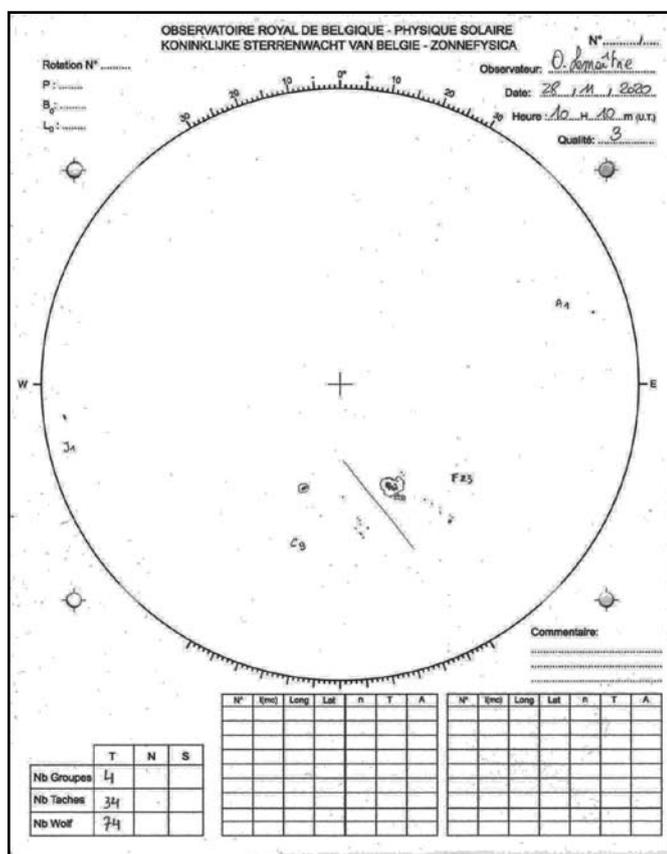


Planche de dessins de protubérances solaires publiée dans *Le Soleil* d'Angelo Secchi

À la fin du XIX^{ème} siècle et durant tout le XX^{ème}, la spectroscopie se développe donc, donnant naissance à une nouvelle discipline : l'astrophysique. La radioastronomie fait ensuite son apparition quelques décennies

plus tard et l'ère spatiale également... Ces techniques donneront de nouvelles informations sur notre étoile mais cela fait déjà bien longtemps que les astronomes professionnels ne dessinent plus le Soleil – ils ne le regardent même plus directement –, laissant ce loisir aux amateurs.

Une exception est cependant à noter : celle de nos voisins, à l'observatoire royal de Belgique. Cet observatoire, basé à Uccle en banlieue bruxelloise a, entre autres domaines d'expertise, la physique solaire et la météorologie spatiale. À ce titre, les astronomes des lieux gèrent une base de données internationale sur le suivi des taches solaires. Mais, mieux encore, ils participent activement à l'enrichir. L'une des coupoles de l'observatoire abrite une table équatoriale solaire, où plusieurs instruments sont installés. Certains permettent de photographier ou filmer le Soleil dans différentes longueurs d'ondes. Chose plus rare de nos jours dans les observatoires professionnels, l'un des instruments – une vénérable lunette Merz-Grubb du début du XX^{ème} siècle de 160 millimètres de diamètre et de 2450 millimètres de focale – est encore utilisé pour réaliser un dessin solaire chaque jour, quand les conditions météorologiques le permettent.



Un exemple de relevé d'observation solaire réalisé à l'observatoire royal de Belgique

Le Soleil chez les artistes

Le Soleil a toujours fasciné les artistes... Sa lumière, ses nuances ou ses couleurs qui révèlent la nature d'un paysage sont évidemment des sources inépuisables d'inspiration. Néanmoins, quelques peintres sont allés plus loin qu'une simple évocation ou interprétation de l'astre du jour ; ils ont retranscrit le Soleil avec un souci de réalisme... et donc finalement avec une approche scientifique. C'est le cas par exemple de l'américain Howard Russel Butler dont les tableaux les plus célèbres, longtemps exposés au planétarium Hayden de New York, relatent fidèlement diverses éclipses totales. En France, on trouve aussi Étienne Leopold Trouvelot. C'est un personnage singulier avec de nombreux centres d'intérêt : peinture, entomologie, lithographie... En tant



Dessin "composite" du Soleil par Trouvelot

qu'astronome – que ce soit aux États-Unis où il a émigré pour des raisons

politiques ou à son retour en France – il s'est beaucoup penché sur l'étude du Soleil. Bien qu'ayant publié une cinquantaine d'articles scientifiques, Trouvelot est surtout reconnu aujourd'hui pour ses talents d'illustrateur. Il a réalisé au cours de sa carrière plusieurs milliers de dessins et peintures à caractère astronomique. Ces productions sont d'abord des objets scientifiques mais aussi des œuvres très esthétiques.



Eclipse totale de Soleil peinte par Butler

Le renouveau

La réapparition du dessin solaire dans les pratiques va effectivement de pair, on l'a vu, avec le renouveau du dessin astronomique d'une manière plus générale. Dans les années 1980 et 1990, avec la démocratisation du matériel optique, de nombreux astronomes amateurs peuvent s'équiper pour des sommes raisonnables. D'abord par projection, ou par le biais de filtres "lumière blanche" peu coûteux (les feuilles *astrosolar* par exemple), les amateurs redécouvrent l'observation solaire. Les hélioscopes de Herschel font aussi un retour en grâce dans les années 2000. Avec des petites lunettes ou des télescopes modestes, les groupes de taches solaires, la granulation ou les zones faculaires sont accessibles.

Il faut attendre l'arrivée du PST développé par Coronado pour accéder, en amateur, à la longueur d'onde $H\alpha$. C'était au début des années 2000. D'autres firmes, comme Daystar ou Lunt, développent également du matériel solaire abordable. Plus besoin désormais d'attendre une éclipse de Soleil pour observer les fameuses protubérances. La plus spectaculaire forme d'activité solaire est ainsi accessible et de nombreux astrodessinateurs la couchent désormais sur papier.

Sources

- La bible... Astrodessin, sous la direction de Serge Vieillard
- Astronomie solaire, sous la direction de Christian Viladrich
- Art et Astronomie de Yaël Nazé
- Astronomical Sketching de Richard Handy, David B. Moody, Jeremy Perez, Erika Rix et Sol Robbins
- Solar Sketching de Erika Rix, Kim Hay, Sally Russell et Richard Handy
- Conférence en ligne "*Dessine-moi un Soleil*" par Michel Pruvost et Simon Lericque : https://www.youtube.com/watch?v=jdxkFgHWv_A

Annexe - Quelques dessins solaires à travers l'histoire

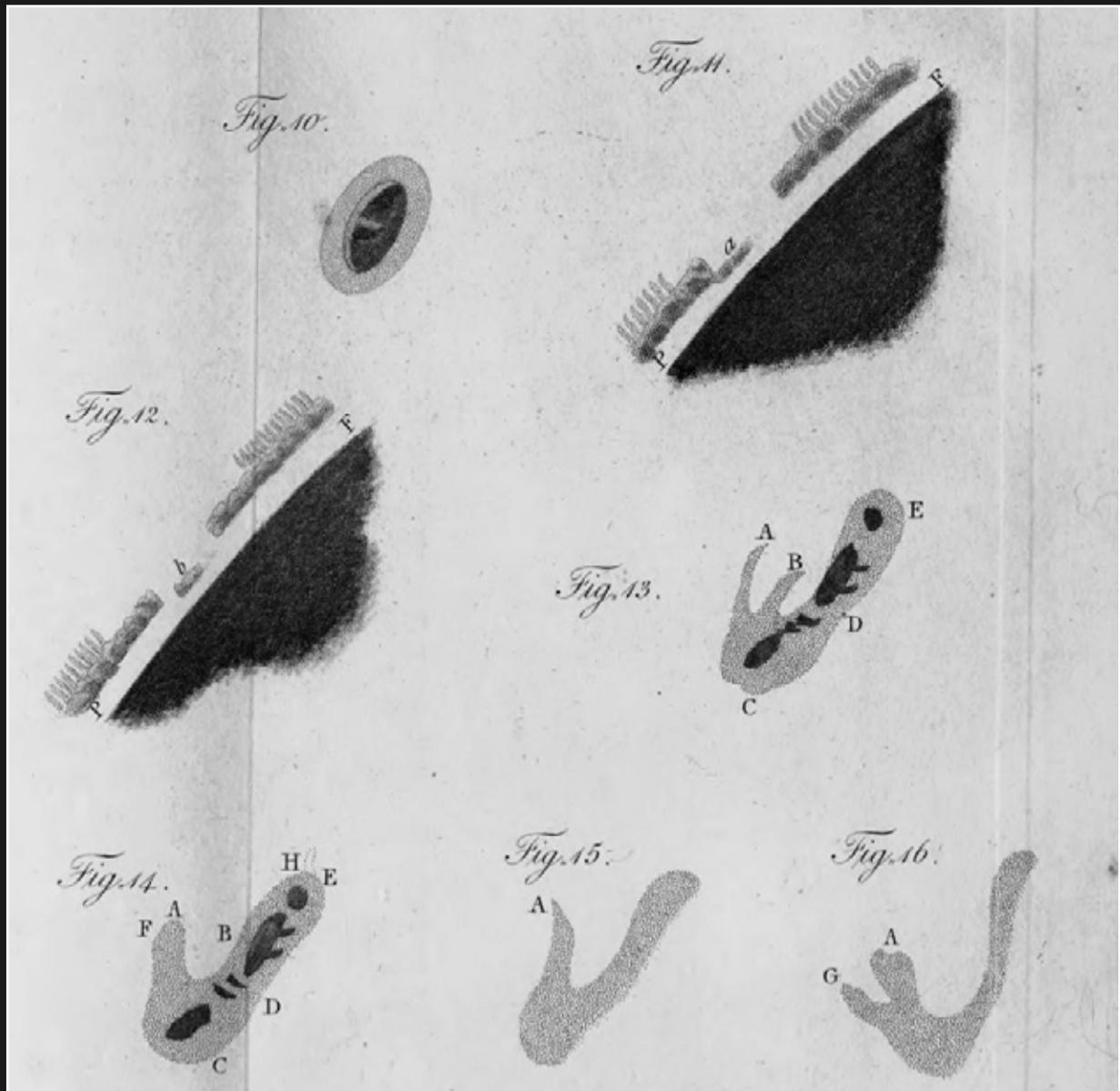
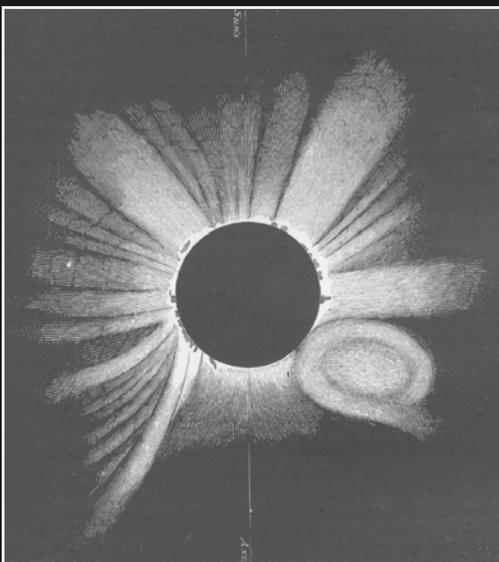


Planche de diverses formes d'activité solaire par Herschel



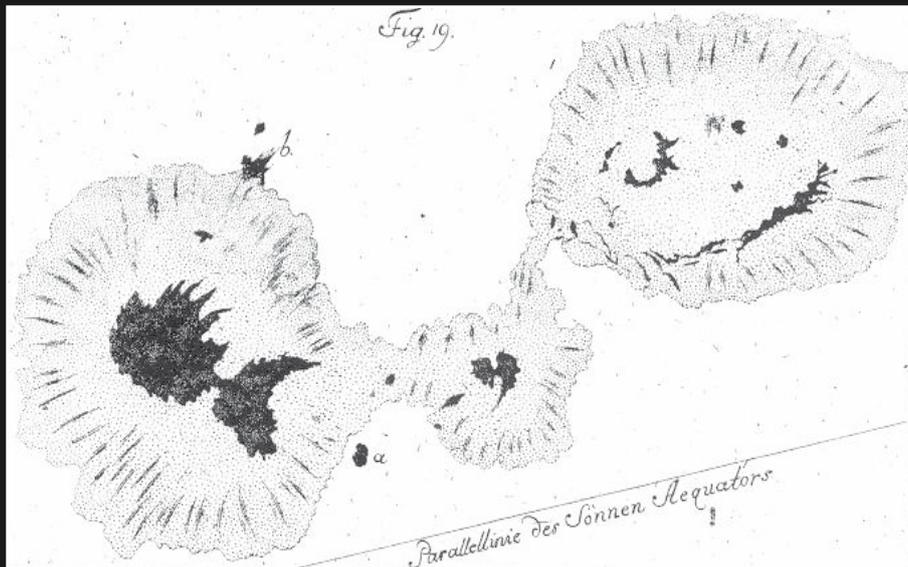
Éclipse totale par Tempel en 1860



Éclipse totale de Soleil par Trouvelot en 1878



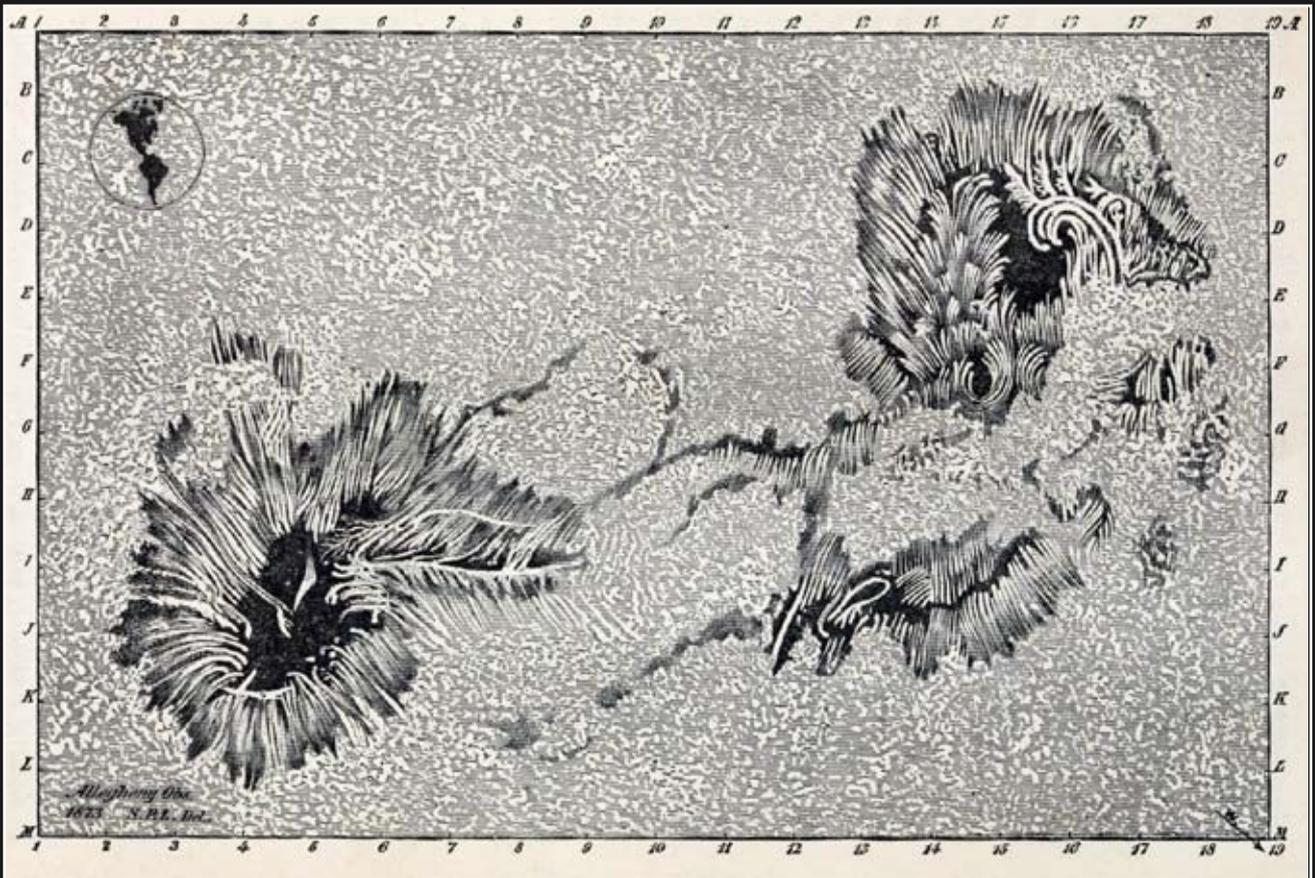
Groupe de taches solaires dessiné à l'observatoire Zô-Sé en 1905



Groupe de taches solaires dessiné par Schroter



Protubérances solaires dessinées par Trouvelot



Groupe de taches solaires dessiné à l'observatoire d'Allegheny en 1873



Groupe de taches solaires par Trouvelot en 1875

De passage par l'observatoire de Sévérac

Par Simon Lericque

Voici le mois de juin... Et voici enfin la libération. Pour combien de temps ? Ça nous ne le savons pas, alors profitons-en. Quel plaisir de pouvoir à nouveau voyager sous d'autres cieux, de parler d'astronomie et de rencontrer d'autres passionnés comme nous. Fin juin donc, Olivier, notre relecteur en chef, Breton d'adoption convie le GAAC dans son nouveau fief... But premier de cette escapade : le grand départ du Tour de France cycliste en Bretagne. Mais comme ce prétexte se semble pas suffisant, Olivier organise aussi une opération de sensibilisation à la pollution lumineuse dans sa commune de La Roche Bernard, avec l'appui des équipes de la municipalité. Nous sommes quelques uns à faire la route du Pas-de-Calais – Michel, Huguette, et moi – pour installer diverses expositions et faire observer le public... Nous observerons surtout la pluie tomber. Le climat breton, c'est à la fois typique et inéluctable.



Pour ce rendez-vous public, Olivier a eu le flair de convier les clubs d'astronomie voisins. L'idée est que ce soit avec eux que soient organisées les manifestations futures dans le but d'engager la commune dans une campagne de lutte contre la pollution lumineuse. Deux associations répondent à l'appel – la Brière étoilée et Voyager 3 Astronomie – et dépêchent certains de leurs membres à la Roche Bernard pour “notre” rendez-vous astro. Eux se connaissent bien sûr mais nous non, et c'est un plaisir de deviser avec de nouvelles têtes. Sébastien Poirier, le président de Voyager 3, nous propose alors de venir visiter l'observatoire de Sévérac, situé non loin de là. Nous n'hésiterons pas une seconde... L'escapade est calée pour le lendemain.

Tout un symbole, cette visite de l'observatoire est le seul moment de ce séjour breton où nous apercevons le Soleil. Le rendez-vous est fixé sur le parking de l'observatoire, officiellement baptisé *Observatoire Bretagne Atlantique*. La commune de Sévérac est située dans le département de la Loire-Atlantique qui, comme vous le savez sans doute, n'est pas composante de la région Bretagne... du moins administrativement. Nantes et la Loire-Atlantique sont-elles en Bretagne ? Historiquement sans doute... Mais nous ne nous livrons pas ici à un avis tranché de peur de déclencher l'ire de nos nouveaux amis... Toujours est-il que le nom de l'observatoire semble parfaitement adapté.



Bavardages à l'intérieur de l'observatoire

En avançant vers la porte d'entrée, Sébastien Poirier nous raconte l'histoire de l'association Voyager 3. Celle-ci est née en 1994 et compte aujourd'hui environ 70 adhérents. Notre hôte est quant à lui aux commandes depuis... 18 ans ! En discutant, nous nous rendons rapidement compte que le GAAC et Voyager 3 ont beaucoup de points communs et des problématiques similaires... Comment faire participer plus activement les jeunes et “recruter” de nouveaux adhérents ? Comment faire vivre l'association en période de crise sanitaire ? Quelles animations proposer au grand public ? La philosophie me semble identique à la nôtre : mettre en place des choses sérieuses sans se prendre au sérieux. À peine avons-nous mis un pied dans l'observatoire que l'on se sent déjà à l'aise...

Au rez-de-chaussée du bâtiment, on trouve la salle de réunion avec un système de vidéo-conférence nouvellement mis en place. Sur le mur, nous retenons l'excellente idée d'un “astrobinoscope”. Il y en aura sans



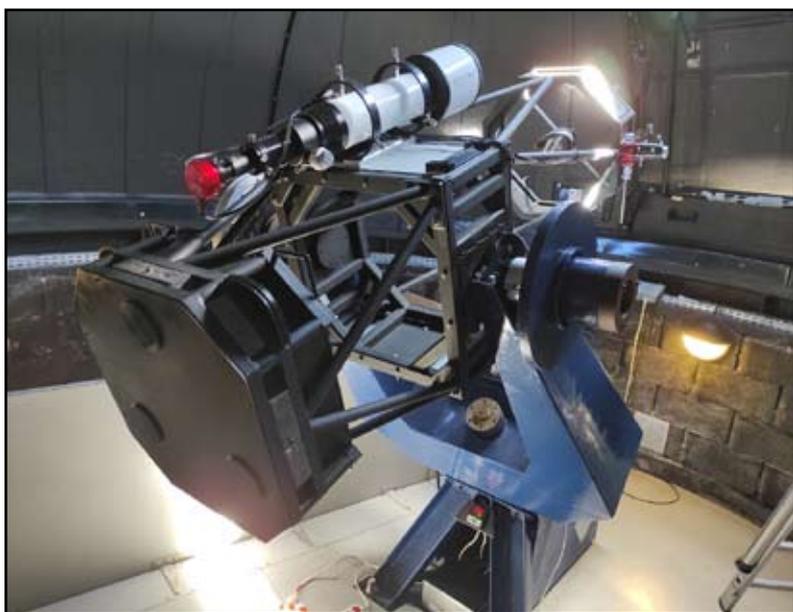
Un astrobinoscope bientôt au local du GAAC ?

doute un similaire au local du GAAC très prochainement... Tout à côté, sous le dôme cette fois, c'est un peu l'atelier. L'espace sert surtout à stocker le matériel pédagogique et astronomique. On trouve ici plusieurs télescopes et lunettes astronomiques “classiques” qui sont sorties à l'occasion d'observations publiques. Les Nuits des Étoiles à Sévérac se déroulent dans un pré adjacent à l'observatoire et accueillent plusieurs centaines de personnes. Tous ne peuvent pas rentrer sous la coupole...

Justement, Sébastien nous conte l'histoire de ce bel observatoire. Après deux projets avortés, c'est finalement en 2001/2002 que l'observatoire tel qu'on le visite



Le Newton de 430, face avant...



... et face arrière

aujourd'hui est défini. Les membres du club Voyager 3 profitent de la construction d'un nouveau bâtiment communal destiné à accueillir une cantine scolaire pour y greffer le projet de coupole astronomique. Une coupole-cantine... c'est assez inédit ! Cette nouvelle infrastructure prend d'ailleurs le nom de salle Galaxie. Durant l'été, il n'est pas rare que Voyager 3 investisse les salles de la cantine pour mener des actions astronomiques... Le club astro s'installe officiellement dans ces nouveaux locaux en 2008.

La belle coupole de la firme Sirius fait 5 mètres de diamètre. En provenance d'Australie, c'est la deuxième de ce type à avoir été installée dans le monde (la première l'a été quelque part au Turkménistan). Le premier instrument sous la coupole de l'observatoire Bretagne Atlantique était un télescope de 314 millimètres de diamètre. Baptisé télescope "Lionel Léon", en hommage à son réalisateur. Ce télescope Newton ouvert à F6,2 a été acquis par l'association en 1999. Il était à l'origine installé sur une monture à berceau et ce n'est qu'en 2008, avec la fondation de l'observatoire donc, qu'il est placé en poste fixe sous la coupole.

Mais aujourd'hui, c'est un télescope un peu plus imposant qui est installé là-haut. Sébastien nous invite à le découvrir et, comme à chaque fois, que ce soit dans un observatoire amateur ou professionnel, le

moment de la montée des marches est émouvant... C'est là que l'on découvre véritablement l'instrument. Au centre de la plateforme trône un télescope Serrurier de 430 millimètres de diamètre. C'est aussi un Newton mais bien plus ouvert que son prédécesseur, à 4,3, idéal pour la pratique de l'astrophotographie. La monture et le tube reposent sur une colonne de 20 tonnes environ. Ça ne vibre pas ! La réalisation de ce beau télescope a été terminée en 2014 pour les 20 ans de l'association ; mais il aura fallu plusieurs années auparavant pour définir le projet.

Car les membres de Voyager 3 ont mis la main à la pâte. Hormis les optiques, commandées chez Mirrosphere et réalisées par l'artisan Franck Grière, tout a été fabriqué à la main en interne : la structure, la monture, le système de suivi... Sébastien en profite pour nous expliquer son ingénieux système d'encodeurs absolus. Le pointage et le suivi sont pilotés par ordinateur grâce à un logiciel de cartographie et surtout, à un système développé spécifiquement pour le télescope de Sévérac. En plus des coordonnées classiques, les axes d'ascension droite et de déclinaison sont dotés d'un "codage". Deux petites webcams – une sur chaque roue – filment le code et le logiciel, quant à lui, est capable d'interpréter et de déduire la coordonnée céleste correspondante. Ainsi, que le pointage



Le système de codage sur la gauche, ici sur l'axe de déclinaison



La coupole et le Soleil, point de départ du *Voyage au fil des planètes*

du télescope soit automatique ou manuel, les coordonnées ne sont pas perdues et le logiciel “sait” instantanément et parfaitement où est dirigé l’instrument. Outre les démonstrations publiques et l’imagerie “pour le plaisir”, la volonté est surtout d’utiliser ce bel équipement pour des collaborations pro-amateurs. Ainsi Voyager 3 compte bien participer à des projets de suivi de transits exoplanétaires.

Nous redescendons de la coupole et, sur le parking, les bavardages s’achèvent... Toujours sous un beau Soleil. Sébastien nous parle du *Voyage au fil des planètes*, un projet mis en place en 2009, Année Mondiale de l’Astronomie. Il s’agit d’un Système solaire à l’échelle, prenant comme référence la coupole de l’observatoire.

Ses 5 mètres de diamètre ont été judicieusement choisis pour définir la taille du Soleil, un panneau est d’ailleurs installé à l’entrée de l’observatoire pour expliquer le principe... Les planètes sont positionnées à l’échelle dans la campagne environnante. Et il y a de quoi faire une belle balade puisque Neptune est positionnée à 16 kilomètres de l’endroit où nous nous trouvons...

L’après-midi est déjà bien avancé. Aussi, nous remercions chaleureusement Sébastien pour sa disponibilité son accueil et quittons, ravis de cette visite, l’observatoire de Sévérac. Tous nous espérons un jour revenir ici sous les étoiles et sous la coupole de l’observatoire pour pouvoir jeter un œil à travers ce télescope...

Le site Internet de l’association Voyager 3 Astronomie : <https://voyager3.com>

Les photos de notre visite sur la galerie Google : <https://astrogaac.fr/index.php?id=33>



La galerie



Pour faire écho à l'article sur l'histoire du dessin solaire, voici regroupés ici quelques unes des nos dernières réalisations... Par chance l'activité de notre étoile a connu un rebond au printemps et à l'été, de quoi dessiner taches et protubérances.



Quelques vieux dessins astro n'avaient pas encore été publiés dans ces pages. Datant de ces deux dernières années, ces "inclassables" ont souvent été réalisés en période de confinement, ou de couvre-feu, dans des conditions pas toujours évidentes...



L'été est un ciel qui accueille de nombreuses nébuleuses colorées... Des nébuleuses diffuses, des rémanents de supernova, ou même des nébuleuses planétaires, il y en a pour tous les goûts et les astrophotographes ne manquent pas de les immortaliser.



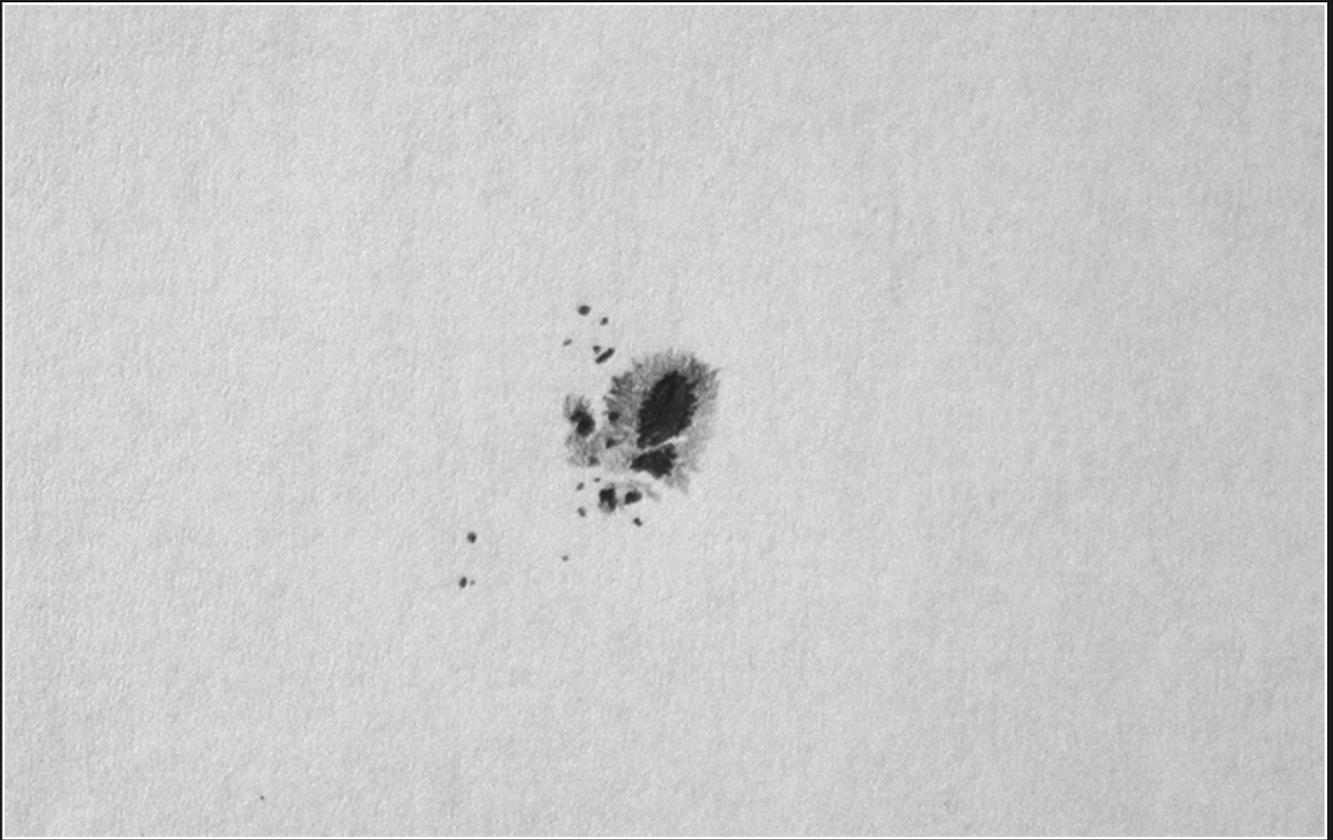
Le ciel des rencontres de Valdrôme est, quant à lui, exceptionnel... La Voie lactée et ses nébuleuses obscures se révèlent comme nulle part ailleurs en France (ou presque). La photographie à grand champ permet de révéler ce beau spectacle.



Sommaire

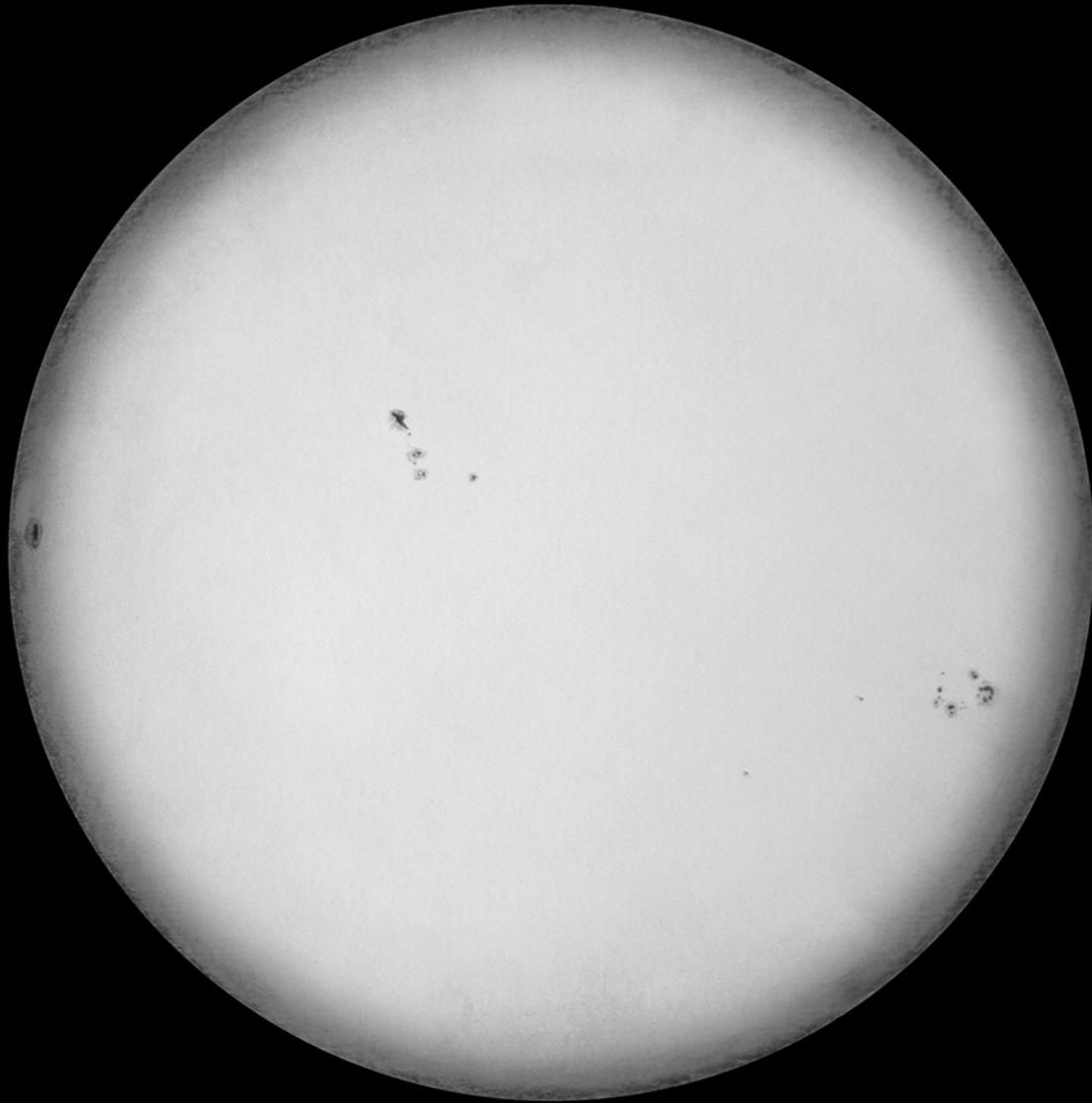
37..... Dessins solaires
 42..... Belles nébuleuses
 50..... Vieux dessins
 53..... Grands champs de Valdrôme

Dessins solaires

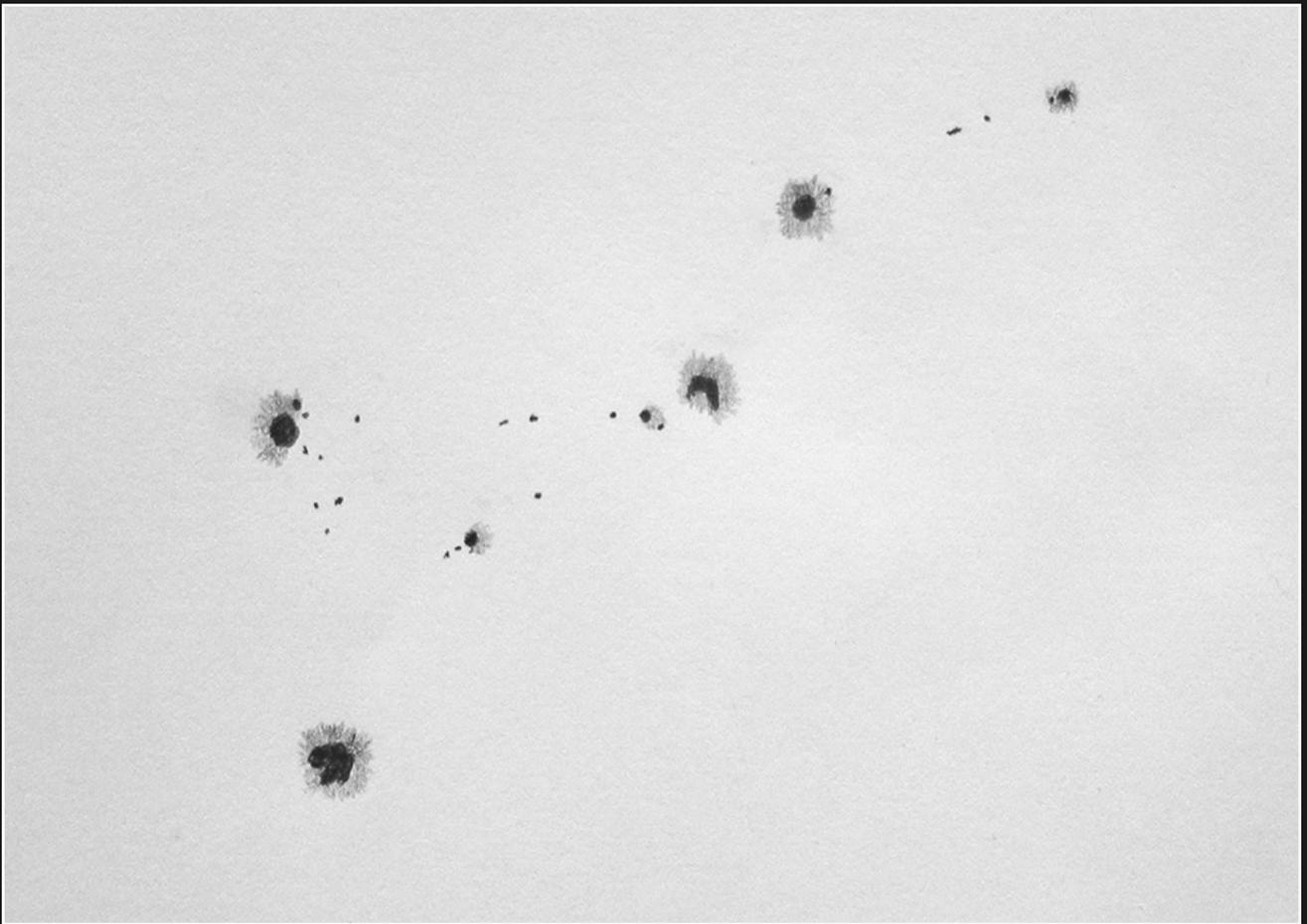


Dessins de groupes de taches solaires, les 12 et 27 mai 2021

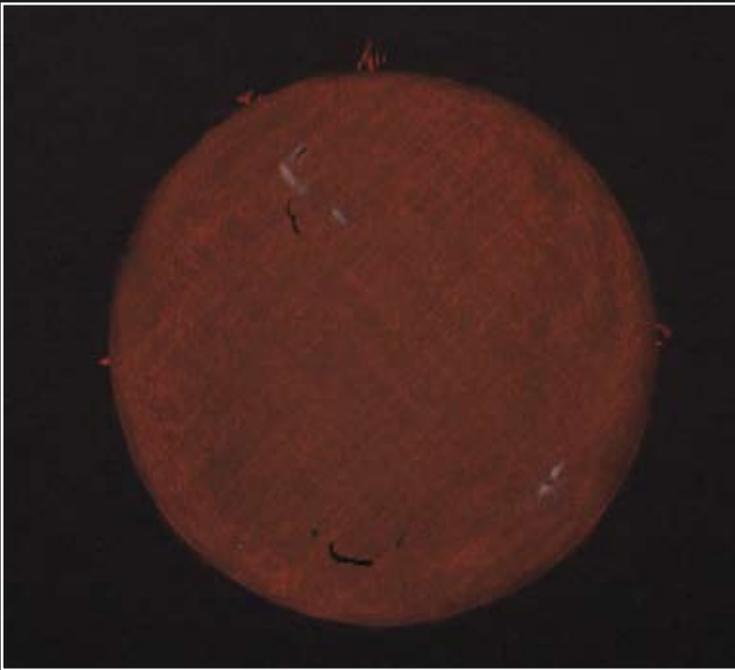
Oculaire Ethos 8, helioscope de Herschel et lunette Orion 80ED - Wancourt (62) - Simon LERICQUE



Dessin du Soleil en entier
Oculaire Ethos 8, helioscope de Herschel et lunette Orion 80ED
Wancourt (62), le 20/04/2021 - Simon LERICQUE



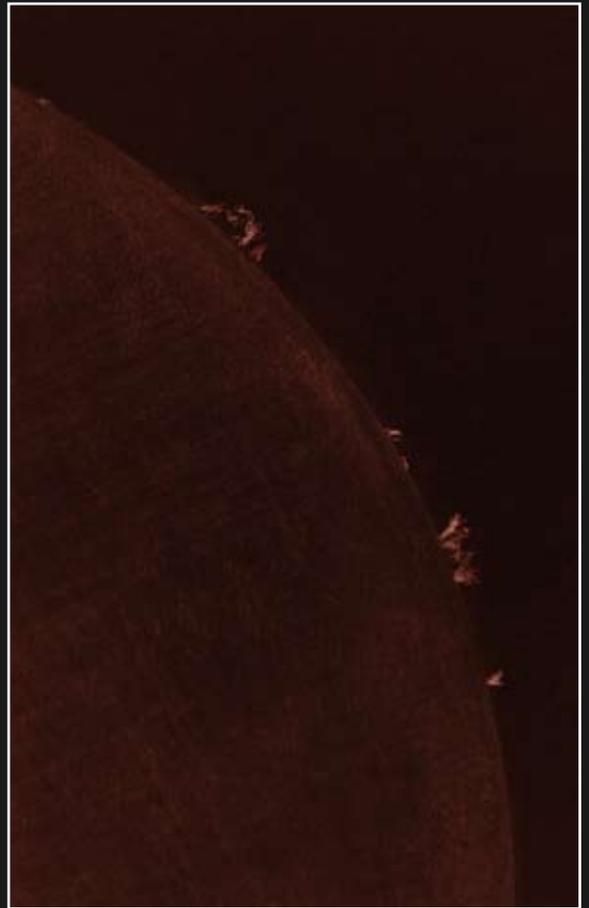
Dessins de groupes de taches solaires, les 26 et 27 avril 2021
Oculaire Ethos 8, helioscope de Herschel et lunette Orion 80ED - Wancourt (62) - Simon LERICQUE



Ci-dessus, le Soleil en H α - Oculaire Ethos 8 et PST
Coronado - Wancourt (62), le 17/04/2021

Ci-contre, protubérances solaires - Oculaire Ethos 8 et
lunette Lunt 60 B1200 H α - Valdrôme (26), le 06/08/2021

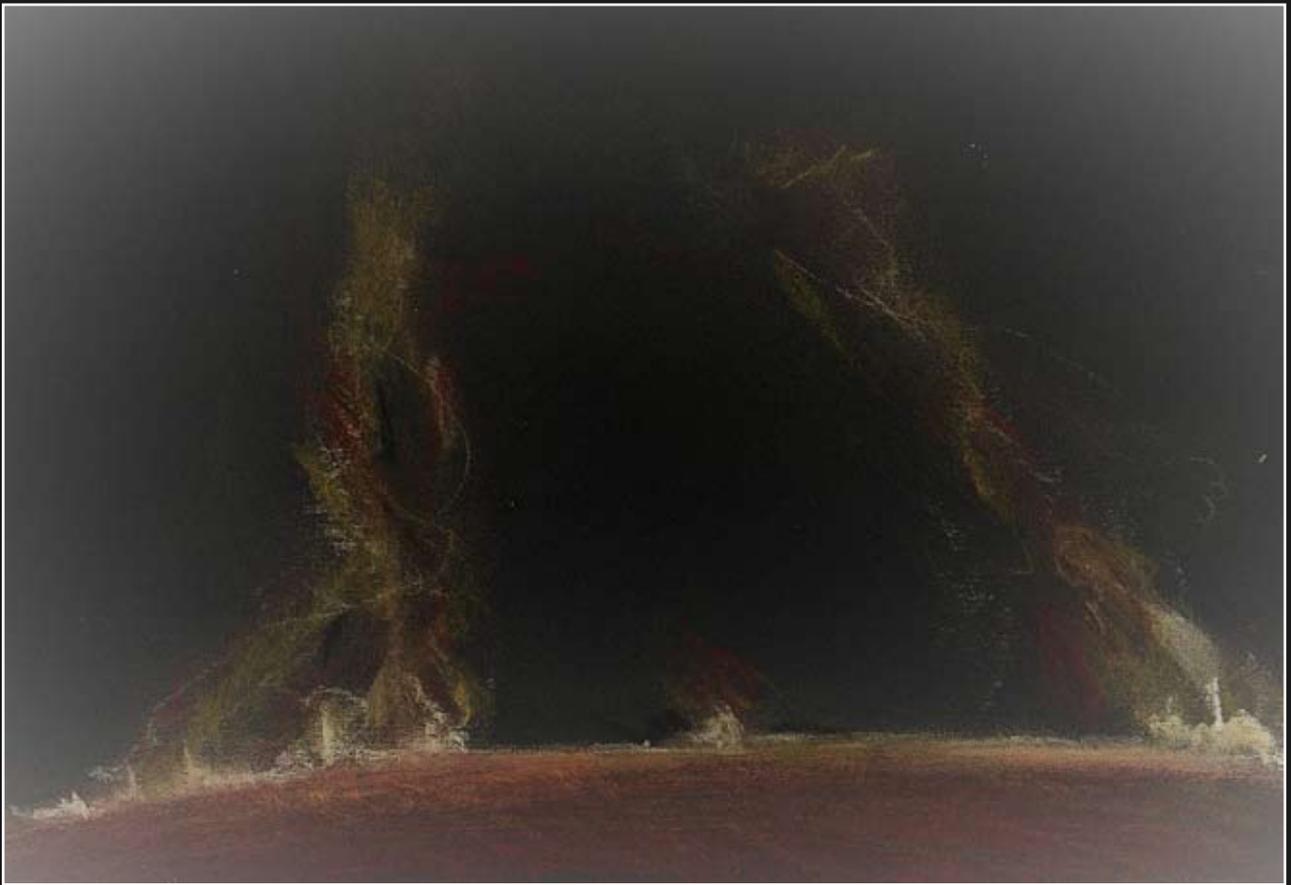
Dessins Simon LERICQUE



Dessin du Soleil façon
coronographe

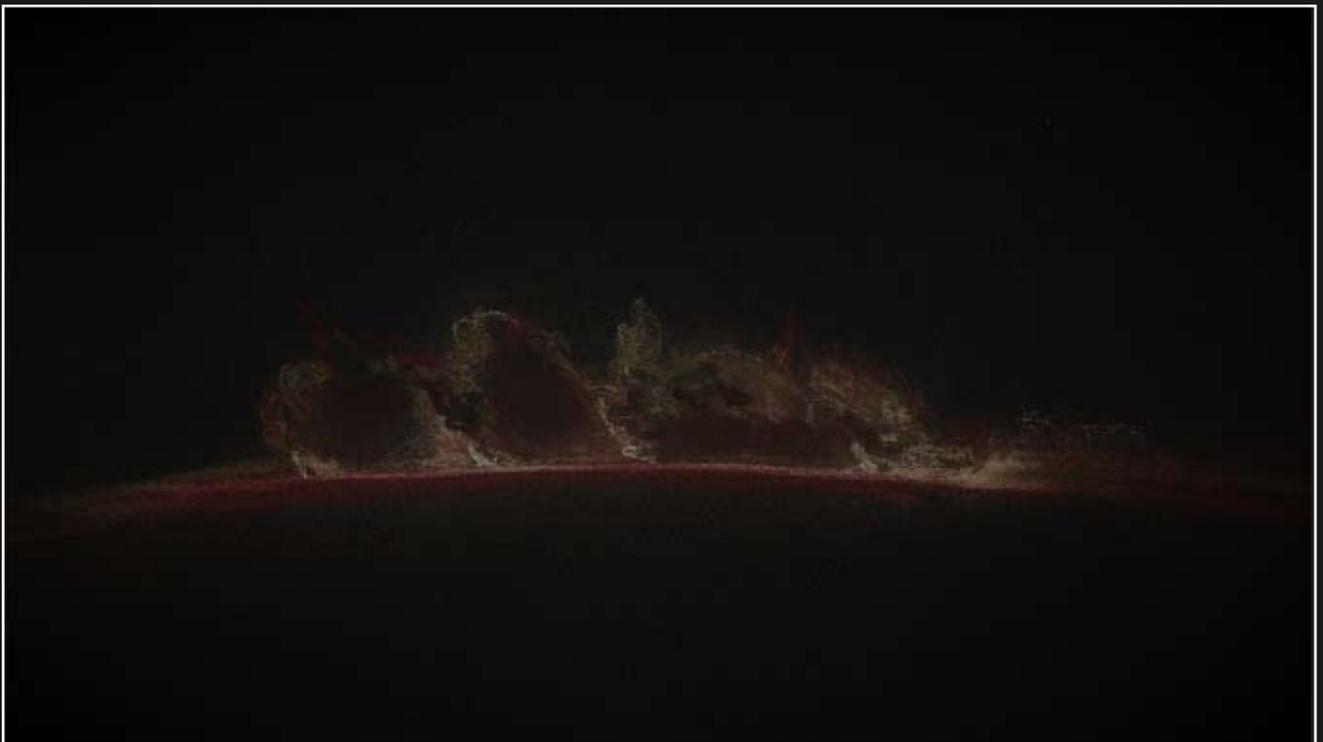
Oculaire Ethos 8 et lunette Lunt
60 B1200 H α - Valdrôme (26),
le 08/08/2021

Simon LERICQUE



Protubérances solaires

Oculaire Ethos 8 et lunette Lunt 60 B1200 H α - Arras (62), le 17/07/2021 - Philippe NONCKELYNCK



Protubérances solaires - Lunette Televue 102 et filtre Coronado double stack
Valdrôme (26), le 05/08/2021 - Philippe NONCKELYNCK

Belles nébuleuses



La nébuleuse de la Lyre M57

eVscope Unistellar
15/05/2021 - Oignies (62)

Vincent CATTELAÏN



La nébuleuse Dumbbell M27

eVscope Unistellar
30/05/2021 - Oignies (62)

Vincent CATTELAÏN



La nébuleuse du Hibou M97

eVscope Unistellar
30/05/2021 - Oignies (62)

Vincent CATTELAÏN



La grande dentelle du Cygne - NGC 6992
Canon EOS 450D et lunette Orion 80ED - La Collancelle (58), 08/09/2020 - Patrick ROUSSEAU



La petite dentelle du Cygne - NGC 6960
Caméra Atik 383L+ et télescope RC 10 - Valdrôme (26), 24/08/2020 - Gervais VANHELLE



La petite dentelle du Cygne - NGC 6960
Canon EOS 450D et lunette Orion 80ED - La Collancelle (58), 08/09/2020 - Patrick ROUSSEAU



Grand champ autour de la nébuleuse Trifide - M20
Canon 70D et téléobjectif Canon 100-400 - Saint-Geniez-d'Olt (12), 03/08/2019
Cédric GIRAUD et Anthony SABLON



En haut, la nébuleuse Omega M17 ; en la nébuleuse Trifide M20
Caméra Atik 383L+ et télescope RC 10 - Valdrôme (26), 22 et 23/08/2020 - Gervais VANHELLE



La nébuleuse de l'Aigle - M16

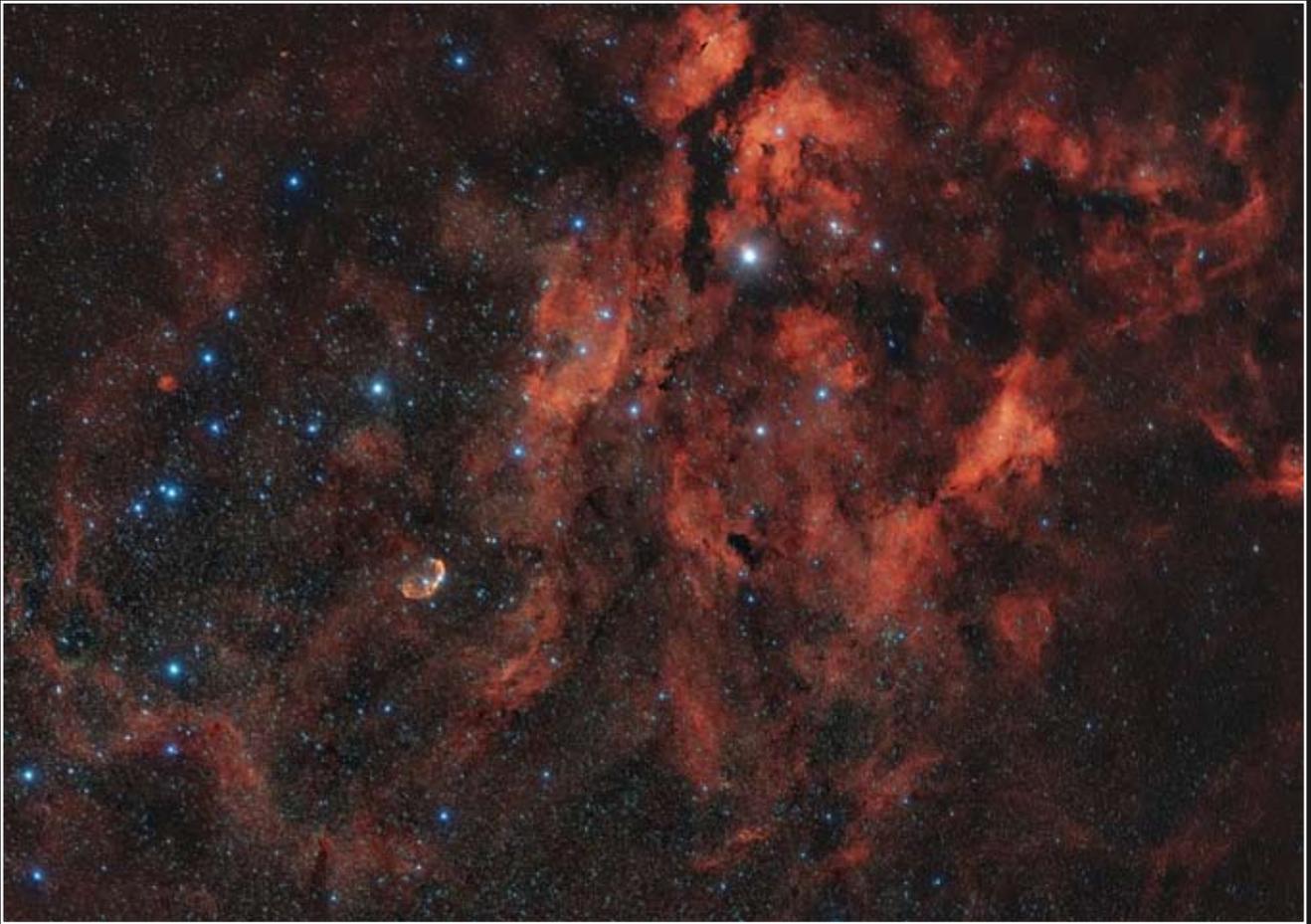
Caméra Asi 294 MC pro et lunette Esprit 120 ED - Valdrôme (26), 24/08/2020 - Gervais VANHELLE



La nébuleuse de l'Aigle M16

Caméra Atik 383L+ et télescope RC 10
Valdrôme (26), 21/08/2020

Gervais VANHELLE



En haut, nébuleuses autour de Deneb ; en bas, nébulosités autour de Sadr
Caméra ASI 294 MC Pro et téléobjectif Sigma 70-200
Hénin-Beaumont (62), 17 et 18/07/2021 - Stephen KOWALCZYK-WATTEZ



La nébuleuse de l'Ame - IC1848
APN Sony A7S et lunette TSA 120 - Wambrechies (59), 06/11/2020 - Mikaël DE KETELAERE

Vieux dessins



L'astérisme du 7 chanceux

Jumelles 25x100

15/05/2020 - Gréville (62)

Simon LERICQUE



L'astérisme du Bicornes de Napoléon

Oculaire Ethos 13 et Dobson 400/1800

15/05/2020 - Gréville (62)

Simon LERICQUE



L'astérisme du mini-cintre

Jumelles 25x100

06/11/2020 - Wancourt (62)

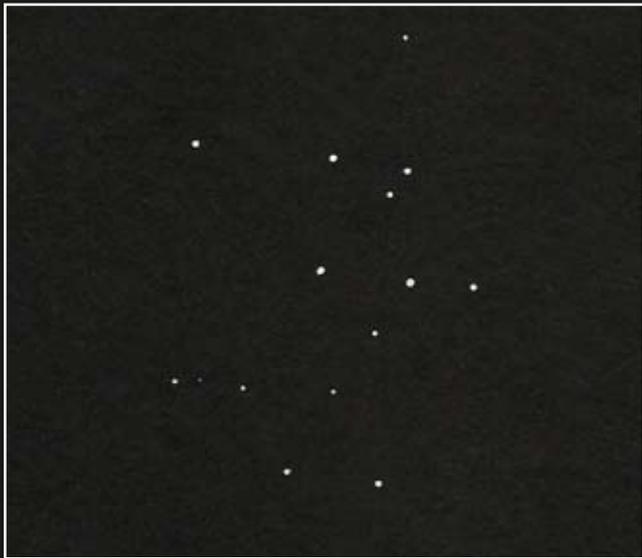
Simon LERICQUE



La comète C/2017 Panstarrs
Oculaire Ethos 13 et Dobson 400/1800 - 15/05/2020 - Gréville (62) - Simon LERICQUE



L'amas globulaire M53
Oculaire Lanthanum 17 et Dobson 400/1800 - 26/04/2020 - Vitry-en-Artois (62) - Michel PRUVOST



L'amas ouvert Uppgren 1
Lanthanum 17 et Dobson 400/1800 - 23/04/2020
Vitry-en-Artois (62) - M. PRUVOST



L'amas ouvert NGC 2395
Lanthanum 17 et Dobson 400/1800 - 22/04/2020
Vitry-en-Artois (62) - M. PRUVOST



La galaxie NGC 2787
Lanthanum 17 et Dobson 400/1800 - 31/05/2021
Vitry-en-Artois (62) - M. PRUVOST



La galaxie NGC 2985
Lanthanum 17 et Dobson 400/1800 - 31/05/2021
Vitry-en-Artois (62) - M. PRUVOST



La galaxie NGC 3810
Lanthanum 17 et Dobson 400/1800 - 22/04/2020
Vitry-en-Artois (62) - M. PRUVOST



L'étoile double ϕ 2 Cancrî
Lanthanum 7 et Dobson 400/1800 - 22/04/2020
Vitry-en-Artois (62) - M. PRUVOST

Grands champs de Valdrôme



Les environs de l'amas du Cintre - Cr399

Canon EOS 7D et téléobjectif Canon 70-300 - Valdrôme (26), le 09/08/2021 - Simon LERICQUE



Les environs du double amas de Persée
Canon EOS 7D et téléobjectif Canon 70-300 - Valdrôme (26), le 03/08/2021 - Simon LERICQUE



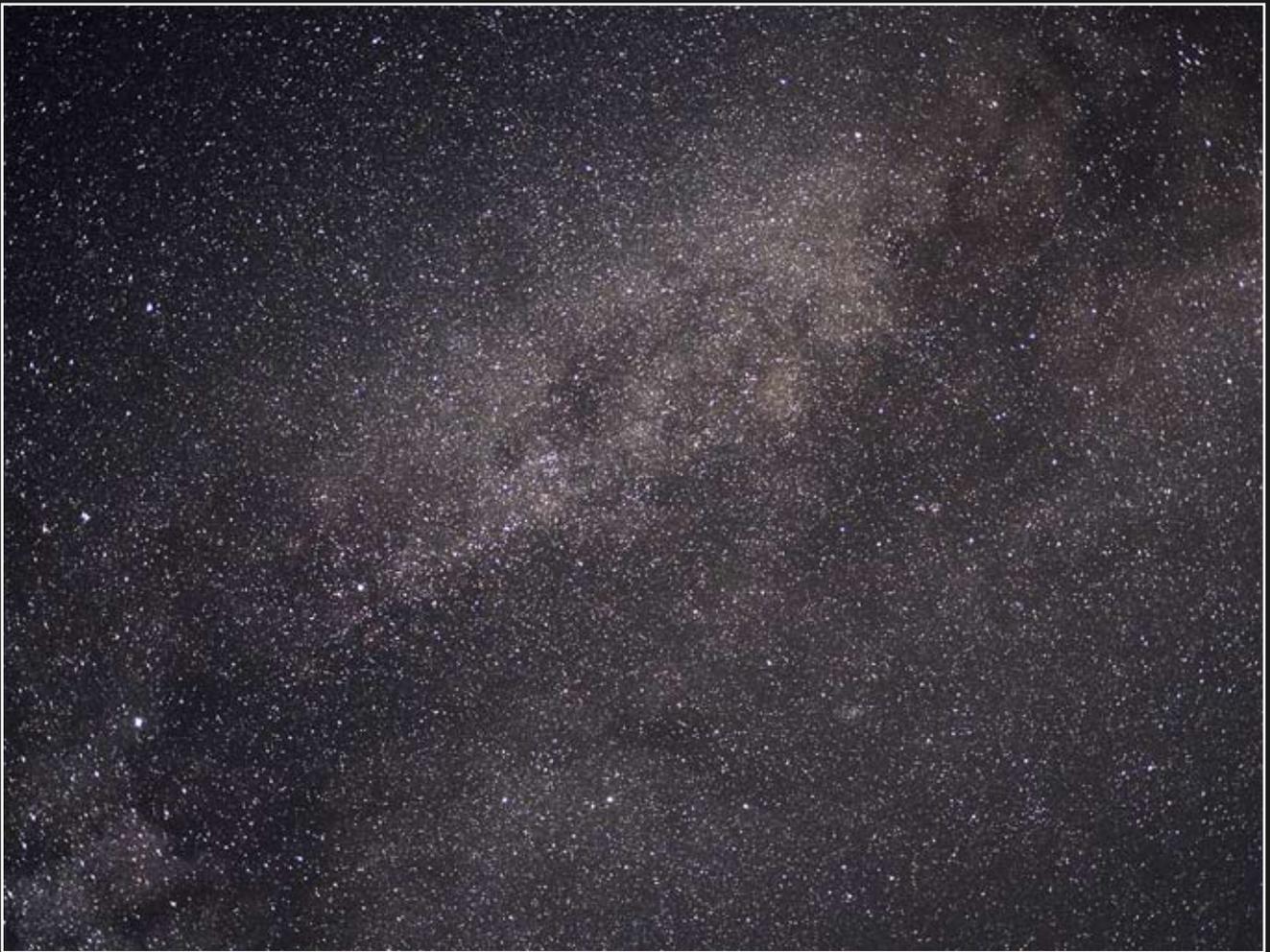
Les nébuleuses Barnard 142 et 143
Canon EOS 7D et objectif Canon 70-300
Valdrôme (26), le 07/08/2021
Simon LERICQUE



Les environs des nébuleuses de la Lagune M8 et Trifide M20
Canon EOS 7D et téléobjectif Canon 70-300 - Valdrôme (26), le 08/08/2021 - Simon LERICQUE



Les environs du nuage du Sagittaire M24 et des nébuleuses M16 et M17
Canon EOS 7D et téléobjectif Canon 70-300 - Valdrôme (26), le 06/08/2021 - Simon LERICQUE



La Voie lactée traversant la constellation du Cygne
Canon EOS 7D et objectif Canon 35 mm - Valdrôme (26), le 02/08/2021 - Simon LERICQUE



Le coeur du Cocher
Canon EOS 7D et téléobjectif Canon
70-300 - Valdrôme (26), le 09/08/2021
Simon LERICQUE



Le grand rift de l'Aigle

Canon EOS 7D et téléobjectif Canon 70-300 - Valdrôme (26), le 02/08/2021 - Simon LERICQUE

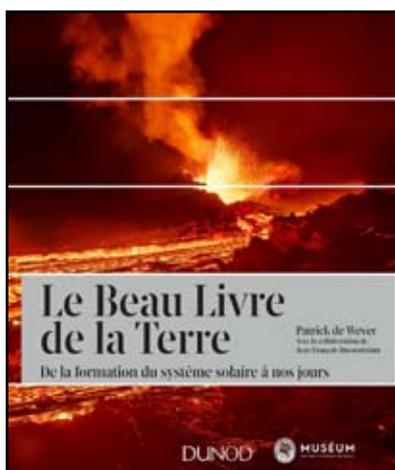
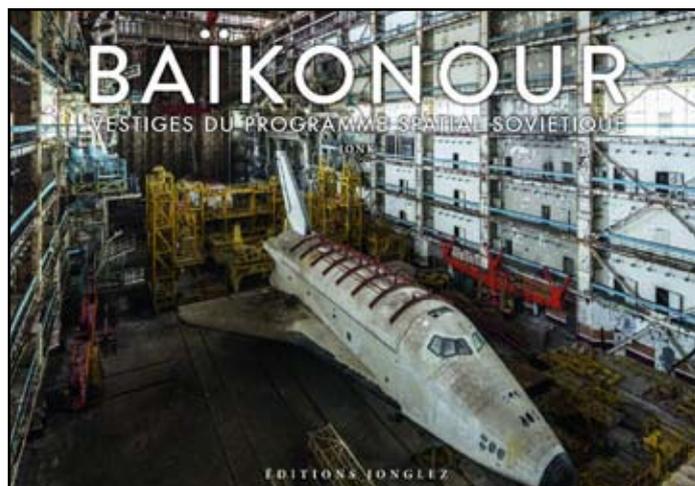
Encore plus...

Baïkonour - Vestiges du programme spatial soviétique

par Jonk

Jonk, photographe talentueux spécialiste de l'Urbex, a apporté ses boîtiers au sein du célèbre cosmodrome de Baïkonour... Après 20 kilomètres de marche dans le désert kazakh, il s'est introduit en douce dans les hangars, à la fois grandioses et décrépits, de l'agence spatiale soviétique. Se cachant des patrouilles de garde, et après trois jours et trois nuits passés sur place, il a pu réaliser – entre autres – des clichés rares des navettes soviétiques Buran.

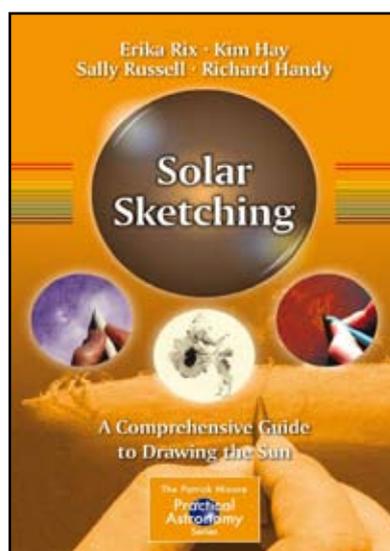
Ces dernières n'ont jamais volé et, depuis la fin de la Guerre Froide, elles sont désormais abandonnées là au milieu de la steppe, normalement à l'abri des regards indiscrets... Un livre de (belles) photos assez étonnant !



Le Beau Livre de la Terre

par Patrick de Wever

Un beau livre effectivement... Avec un fil conducteur historique, de l'origine même de la planète Terre jusqu'à nos jours, l'auteur, géologue originaire du Nord, s'attarde à chaque page sur une époque ou un événement géologique significatif. Les illustrations, fort bien choisies, aident à se plonger dans la longue et complexe histoire de la Terre et à comprendre son aspect actuel. Un livre passionnant, riche mais accessible aux non-spécialistes, comme les astronomes...



Solar Sketching

par Erika Rix, Kim Hay, Sally Russell et Richard Handy

Le livre qu'il faut si l'on souhaite se lancer dans l'observation solaire... ou simplement pour apprécier de beaux dessins. De nombreuses techniques, des plus communes ou plus inédites sont présentées à la façon de "pas-à-pas". Chacun pourra y trouver celle qu'il préfère. Même ceux qui ne maîtrisent pas la langue de Shakespeare trouveront leur compte dans ce guide, richement illustré.



Un café dans l'espace

par Michel Tognini

Le spationaute français Michel Tognini raconte ici le long et difficile parcours pour pouvoir voyager dans l'espace... À travers de nombreuses anecdotes, et avec une certaine dose d'humour, l'auteur partage les coulisses de ses deux missions spatiales, d'abord au sein de la station russe MIR, puis à bord de la navette américaine Columbia. Celui qui a intégré Thomas Pesquet au sein de l'ESA, nous parle aussi du profil recherché dans le recrutement des futurs astronautes. Avis aux amateurs...