

L'ALBIREOSCOPE

les trous noirs

Michel Gantier

De tous les concepts forgés par l'esprit humain, des licornes et des gargouilles à la bombe à hydrogène, le plus fantastique est peut-être le **trou noir** : un trou dans l'espace avec un bord bien défini, dans lequel tout peut tomber, et d'où rien ne peut s'échapper, un trou dans lequel la gravitation est si forte que la lumière elle-même est prisonnière de sa poigne, un trou qui déforme l'espace et le temps.

SOMMAIRE

- | | |
|--------------------------------------|--|
| I DOSSIER | 18 |
| les trous noirs | <i>l'éclipse du 11 juillet</i>
Maguy en Polynésie |
| 11 AL 78 | 24 |
| les aventures de notre mascotte | <i>Stage à Bracou</i>
Notre semaine en Auvergne |
| 12 C'est arrivé ce jour-là... | 29 |
| les anniversaires d'octobre | <i>Mission à Meudon</i>
Jupiter au T1m |
| 16 la fête du Soleil | 33 |
| Meudon, le 21 juin | <i>Galerie photos</i> |

Voici un résumé d'une interview « podcastée » d'Andréa Goldwurn, Astrophysicien au CEA, qui est un spécialiste du trou noir central de la voie Lactée.



A. Goldwurn

Que se passe t-il au centre de la galaxie ?

Les satellites ont aujourd'hui identifié au centre de notre galaxie, la Voie Lactée, un trou noir de 4 millions de masses solaires. Ce trou noir est un drôle de phénomène, le moins que l'on puisse dire... Un objet exotique, une énigme dans l'énigme.

En quoi est-il particulier ?

En fait, le trou noir de notre galaxie n'est pas particulier, comparativement aux nombreux trous noirs présents dans le noyau des autres galaxies mais on trouve que son émission est très faible. Une émission très faible à toutes les longueurs d'onde, sa luminosité totale est tellement faible que cela remet un peu en question notre connaissance sur les phénomènes qu'on est habitué à décrire dans ce type de système ; c'est cela qui fait sa particularité et qu'il se détache des objets que l'on connaît.

Mais un trou noir... qu'est-ce que c'est ?

C'est un objet particulier, tel que le fait qu'il soit si massif empêche la lumière de sortir d'un certain rayon qu'on appelle **horizon du trou noir**. Cet objet a une telle concentration de masse dans un volume tellement petit, que le champ gravitationnel est si puissant qu'il empêche la lumière de sortir. En fait, il est capable de déformer **l'espace temps** alentour et la lumière reste piégée dans cet horizon.

Ce sont donc des objets extrêmement particuliers mais qui permettent d'étudier des questions de physique fondamentale.

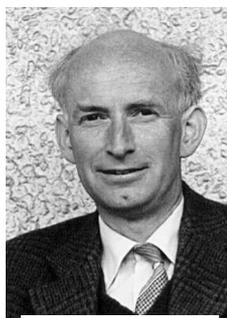
Comment se forment-ils ?

Il y a grosso modo deux types de trous noirs :

- les trous noirs de masse stellaire, un peu plus grande que la masse du soleil mais dans une fourchette de 10 à 50 masses solaires. Ces trous noirs se forment à partir d'étoiles très massives au terme de leur vie standard, après avoir brûlé leur « carburant » nucléaire qui fournissait l'énergie permettant d'équilibrer la pression gravitationnelle de l'étoile. Ce matériau épuisé, rien n'empêche plus alors la gravitation de faire s'effondrer ces objets en trou noir.
- Ceux qui ont des masses énormes, à savoir des millions de masses solaires, et plus même, un milliard de masse solaire, dont on voit les effets dans le noyau des galaxies. On pense qu'ils se forment par un phénomène d'accrétion ; ils commencent à se former par agglomération de matière, et ensuite le

phénomène d'accrétion, le phénomène d'attraction de matière et d'étoiles à l'intérieur de leur horizon les fait grandir. Leur masse augmente à démesure, leur rayon aussi et leur influence sur la galaxie également.

Donc, on imaginait bien qu'il existait un objet trou noir massif au centre de notre galaxie comme on en observait un peu partout ailleurs, au centre des autres galaxies.



Lynden-Bell

Sa découverte est très intéressante en fait car son existence avait été prédite bien avant celle-ci. C'était un article de Lynden-Bell et Rees en 1971 : on devrait voir un objet compact dans le domaine radio au centre de notre galaxie. Et en 1974, Balic et Brown avec un télescope radio ont découvert cet objet compact

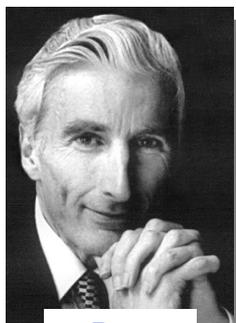
au centre de la galaxie qui est une région complexe, très violente. L'émission radio au centre de la galaxie avait été détectée dès les premières observations par ce nouvel outil qu'était la radioastronomie. Cependant, les sources étaient étendues et la question était de trouver un objet plutôt compact. Les trous noirs se trouvent au centre des galaxies, là où il y a le plus « à manger » ; la galaxie tourne autour de son centre, il y a des phénomènes de rotation, et des phéno-

Image infrarouge en optique adaptative du centre de la Voie Lactée.



mènes de mouvements de masses vers le centre ; ce centre ne contient pas qu'un trou noir mais aussi un énorme amas d'étoiles qui est l'amas d'étoile du bulbe galactique dont la densité augmente vers le centre, et donc le puit de potentiel jusque 1 parsec (environ 3 années lumière) du centre n'est pas dominé par le trou noir mais par cet amas d'étoiles. Par contre, dans la région centrale, à partir de 3 années lumière de rayon, l'influence du trou noir est dominante. On peut aujourd'hui prouver son existence.

4 millions de masses solaires pour ce trou noir : petit ou grand ?



Rees

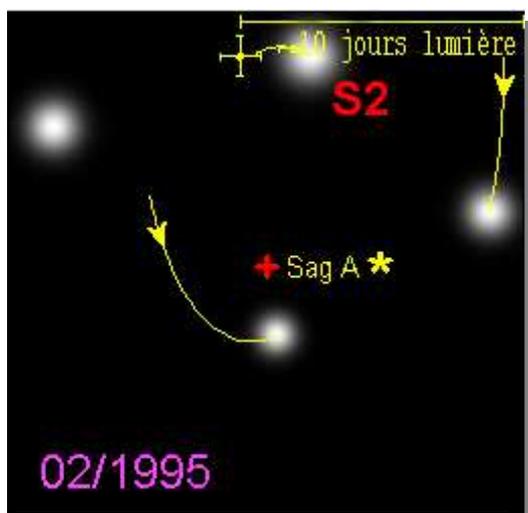
En fait, c'est une taille standard pour le type de galaxie dans laquelle nous sommes, qui est une galaxie spirale. Il existe d'autres galaxies, elliptiques ou autres, dans lesquelles existent des trous noirs beaucoup plus massifs : un milliard, 10 milliards de masses solaires ! Ces objets sont donc différents en terme de masse.

Mais comment mesurer cette masse pour un objet qu'on ne voit pas ? Une valeur qui est somme toute obtenue avec une bonne précision, ce qui est remarquable.

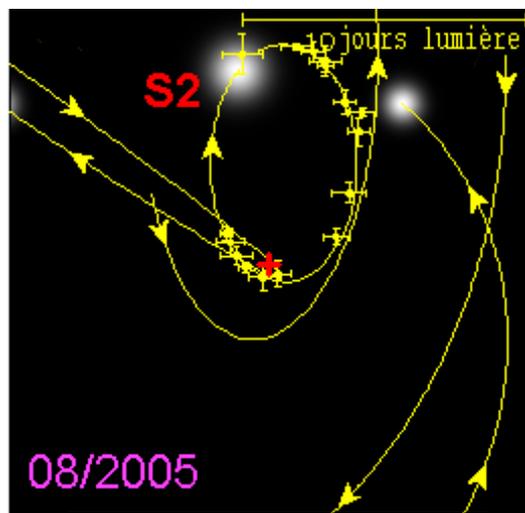
En fait, en 1974, la découverte de la source radio compacte a été annoncée comme la contre-partie du trou noir mais sans démontrer réellement son existence, c'était encore

une supposition. Il y a du gaz ionisé tout autour de cette région centrale jusque quelques dizaines de parsec, et on savait que le gaz et la matière autour de cette région tournaient à grande vitesse ; grâce aux lois de Kepler, on est en mesure de déterminer la masse qui est à l'origine de ce phénomène de rotation. Mais le gaz est aussi sujet à beaucoup d'autres forces, par exemple électromagnétiques puisqu'il est ionisé, des frictions etc... Dans les années 80, on avait déjà des estimations de quelques millions de masses solaires concentrées au centre mais ces estimations ne prouvaient pas l'existence du trou noir, surtout parce que la matière que l'on voyait tourner était relativement lointaine ; cette masse était bien à l'intérieur de la région étudiée mais n'était pas excessivement concentrée et ce qui a prouvé vraiment l'existence du trou noir est un programme d'étude du mouvement des étoiles. Nous avons évoqué un amas d'étoiles important qui se concentre vers le centre, composé d'ailleurs d'étoiles plutôt vieilles mais il y a aussi un amas d'étoiles plus jeune, proches du trou noir qu'on peut mesurer dans l'infrarouge (avec les grands instruments du VLT par exemple), et on peut donc déterminer leurs mouvements, et depuis une dizaine d'années, grâce aux méthodes d'optiques adaptatives, les orbites de ces étoiles ont pu être calculées.

L'étoile S2 décrit son orbite en 15 années. Cette étoile passe très, très près du trou noir, et donc il est possible de connaître avec précision la masse qui régie son orbite.



Position de S2 en 1995 et son orbite



Position de S2 en 2005

Cette masse se trouve être de l'ordre de 4 millions de masses solaires avec une incertitude de 0,5 million de masses solaires. Cette étoile tourne autour du trou noir à une vitesse énorme et passe à son périastre à la vitesse de 5000 km/s ; une telle vitesse n'est pas commune normalement, et on peut estimer que sa distance avec le barycentre de son mouvement est presque de la taille du système solaire. Donc cette masse de 4 millions de masses solaires doit être à l'intérieur de ce « petit » volume de l'ordre de notre système solaire. Pour une telle masse, il est difficile de concevoir une stabilité à long terme, cela doit s'effondrer par effondrement gravitationnel ; aucun phénomène physique connu ne peut arrêter ce effondrement et c'est pour cela que l'on pense que cette matière se trouve sous la forme d'un trou noir.

Mais les astrophysiciens sont intéressés avant tout par l'activité du trou noir. Cependant, pour un objet de ce type, le trou noir au centre de la Voie Lactée semblait étonnamment calme.

On avait détecté de l'émission radio d'un objet compact, et maintenant, on connaissait la position de ce trou noir grâce aux orbites des étoiles voisines. La position du centre dynamique des étoiles coïncidait avec une précision diabolique avec cette source compacte radio. En radio, il est possible d'obtenir des précisions de localisation énormes. Cette source qui s'appelle *Sagittarius A étoile (Sag A*)*, *Sagittarius* parce que c'est la constellation du Sagittaire, le centre galactique, A parce que lors de la découverte des sources radio dans cette région, on avait appelé la plus forte A, moins forte B, encore moins forte C...

et quand on a découvert qu'à l'intérieur de la source radio *Sagittarius A* il y avait un objet compact, il a été appelé *Sag A**.

La source compacte radio est effectivement la contrepartie du trou noir super massif de la galaxie mais reste assez faible en terme d'énergie, pas de

flux car c'est une source brillante en radio, mais les ondes radio amènent très peu d'énergie. Et quand on fait la somme des énergies produites par ces objets, c'est une quantité très faible par rapport à ce qu'ils pourraient produire. Ce trou noir est clairement pas très actif. On sait que les autres trous noirs que l'on observe dans les noyaux des autres galaxies ou les trous noirs stellaires, déjà décrits, dans les objets compacts galactiques, qu'il émettent leur énergie, non pas par les ondes radio mais sous forme de rayonnement X ou gamma. La puissance du champ gravitationnel du trou noir est telle que les particules capturées et absorbées à l'horizon du trou noir sont le siège de phénomènes violents qui génèrent de l'émission à très haute énergie : rayons X et gamma. Quand on a commencé, dans les années 80, à utiliser des télescopes X, comme l'observatoire *Einstein* lancé en 1978, on a pu voir que la région centrale était le siège d'émission X mais pas particulièrement dans la direction du trou noir repéré. Ces observations étaient réalisées dans le domaine des X mous, domaine où les télescopes à miroirs sont encore efficaces mais peut-être que l'énergie produite l'était encore à plus haute énergie. Il fallait construire des instruments

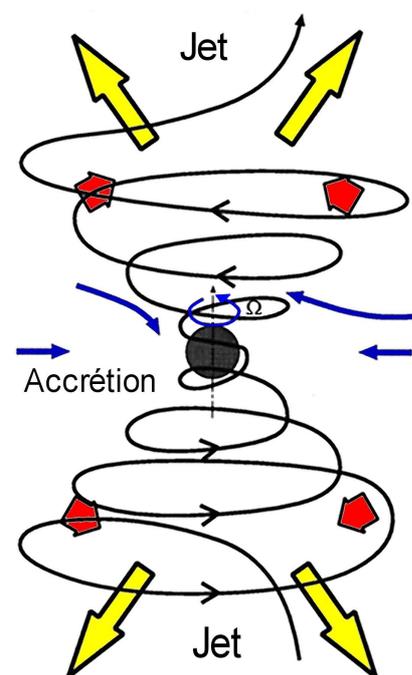
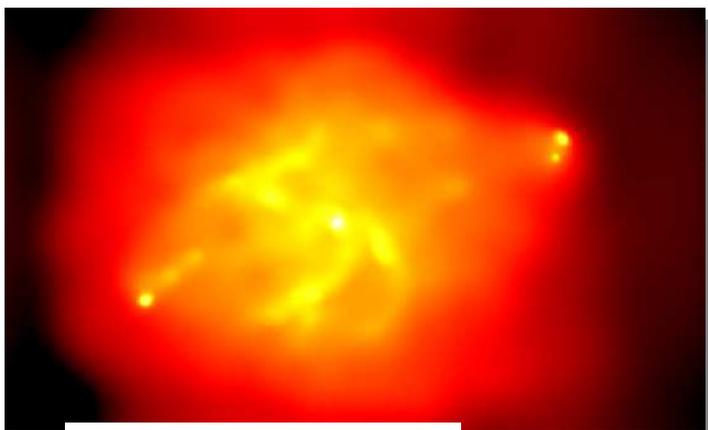


Schéma du jet d'un trou noir



Cygnus A0216 – domaine X

plus précis dans le domaine des gammas, ce qui a été fait avec l'instrument Sigma (plateforme russe). Même dans le domaine des gammas, le trou noir de la Voie Lactée est faible.

Vous l'aurez compris bien sûr : quand on parle d'activité d'un trou noir, en fait, il s'agit de son influence, car par essence, un trou noir ne se voit pas. En astrophysique, l'émission du trou noir est un abus de langage ; on devrait dire : l'émission autour de la région du trou noir. Par définition le trou noir n'émet pas, et tout ce qui se trouve au delà de son horizon ne peut pas émettre, envoyer de la lumière ou des particules vers nous (nota : Stephen Hawking a proposé un modèle où les trous noirs finissent pas s'évaporer – voir en fin de l'article). Par contre ses effets sur l'environnement sont tellement importants et violents que la matière qui l'entoure produit des phénomènes particuliers, qui sont détectables par nos instruments.

Sigma, XMM, Integral sont des télescopes qui ont été utilisés pour étudier ces objets étranges que sont les trous noirs, notamment celui de la Voie Lactée et chose extraordinaire pour ce dernier, on s'est rendu compte qu'il avait été très actif il y a quelques siècles. On trouve la encore la trace sous forme d'un écho lumi-

neux autour de lui.

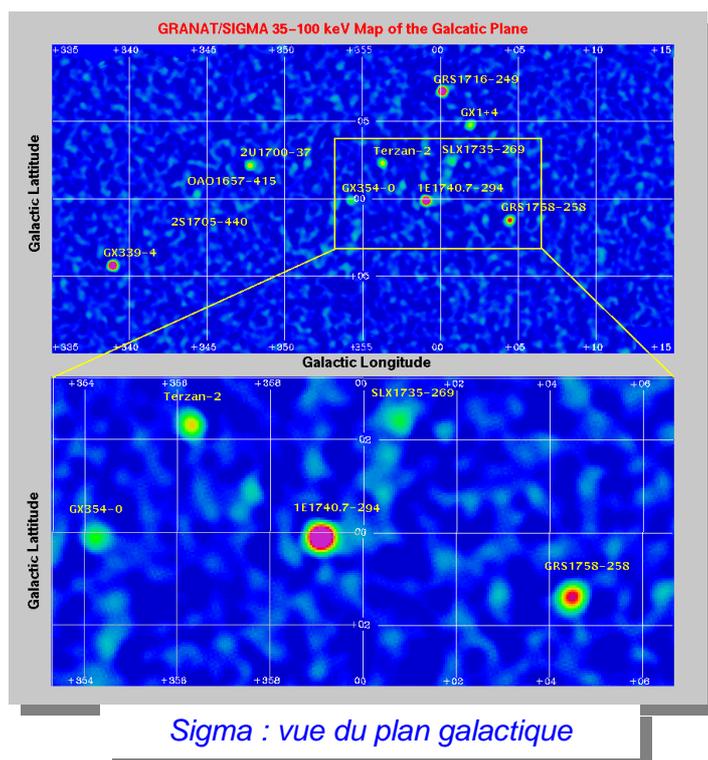
Un programme d'étude se déroule depuis plusieurs années sur la région du centre galactique, qui ne contient pas que le trou noir mais plusieurs sources, plusieurs objets qui sont tous très intéressants en fait : il y a des restes de supernovae, des nuages moléculaires très denses, des sources binaires compactes. Donc un programme d'observation sur toute la région a été mis en place pour comprendre plusieurs phénomènes pas forcément liés au trou noir.

En fait, depuis les observations avec Granat, on avait vu qu'il y avait de l'émission gamma qui semblait être corrélée avec des objets de la région qui sont des nuages moléculaires. Ces objets sont en fait des nébuleuses, des matières moléculaires froides, pas ionisées, des molécules donc qui n'auraient pas de raison d'émettre dans le domaine X ou gamma à moins d'être excités par quelque chose. Il y a plusieurs années déjà, en voyant ces émissions gamma, les russes avaient émis l'hypothèse que ces nuages réfléchissaient de la radiation qui vient d'ailleurs, comme des miroirs et forcément de la radiation de haute énergie et ces nuages la diffusent tout comme un objet opaque diffuse la lumière que l'on peut voir. Il a donc été émise l'hypothèse qu'il y avait un phénomène d'émission et cette radiation nous venait, réfléchi par les nuages moléculaires.

Cependant, la source possible de cette radiation n'était pas visible alentour. La source a donc été lumineuse il y a un certain nombre d'années et nous voyons, en retard, une espèce d'écho qui provient des nuages.

Quelle chose a éclairé ces nuages et on voit cet écho se propager dans les nuages.

Exactement, propagé dans les nuages et qui revient vers nous. Donc avec cette hypothèse formulée, a été aussi lancée l'hypothèse que si cela était vrai on aurait du voir un autre type d'émission, à plus basse énergie, pas dans les gamma mais dans le domaine des rayons X. L'idée est que si de la radiation X interagit avec des molécules, elle produit une raie de fluorescence et notamment une raie de fluorescence dans les atomes du fer, qui sont les atomes les plus



abondants après l'hydrogène et l'hélium ; ils peuvent être excités dans des états pour lesquels il pourraient transmettre une raie d'émission dans le domaine X.

Effectivement, à 6,4 keV, une raie précise, une énergie bien précise, produite par des atomes de fer neutres, pas ionisés est observée. Cela a été découvert par un télescope japonais dans les années 90, 1994 exactement. D'un coup a été émise l'hypothèse qu'effectivement, tant la réflexion de l'émission gamma que la production de la raie de fluorescence dans les nuages moléculaires étaient dus à cette émission de source très puissante et on a pu calculer l'intensité qu'aurait du avoir cette source. Cette intensité est tellement élevée qu'elle ne peut être produite par des sources connues standards, ni même des sources compactes (étoiles à neutrons). La seule source possible particulière de la région était le trou noir super massif qui était donc très lumineux il y a quelques centaines d'années.

Ce qui est formidable dans cette affaire, c'est que l'on revient à la source initiale : le trou noir. Lui seul est capable d'avoir une telle puissance pour éclairer ces nuages moléculaires et en même temps, il est fait un comptage de temps pour dire que ça s'est passé il y a 4 siècles ! On observe donc une émission fantôme dans l'espace et dans le temps.

Il faut dire que ces premières hypothèses formulées à la découverte de l'émission gamma

et de la raie de fluorescence des nuages moléculaires étaient des hypothèses formulées mais qui restaient ...hypothèses.

Il y avait d'autres modèles pour expliquer ce type de radiation. On pourrait imaginer qu'il s'agisse simplement de particules chargées produites par des phénomènes liés à la naissance des étoiles, ou d'autres phénomènes d'accélération de particules ; cela pourrait produire le même type de radiation : de l'émission gamma ainsi que la raie de fluorescence. Ce qui a été démontré récemment est que cette émission est variable dans le temps, grâce à des observations de la région

du centre galactique qui ont été faites de 2003 à 2009 avec *Integral*, qui est l'observatoire gamma de l'Agence Spatiale Européenne ; l'émission du nuage principal varie : elle diminue dans le temps. Le résultat de ces observations exclue totalement le modèle à particules et seul le modèle à réflexion explique le phénomène.

En plus, avec l'instrument *XMM Newton*, a peu près dans la même période de temps, a été observé d'autres nuages moléculaires un peu plus proches de Sag A * que le premier nuage qui s'appelle d'ailleurs Sag B ; les variations observées de ces nuages proches de Sag A dans la raie de fluorescence sont encore extrêmement rapides, tellement rapides qu'elles sont dites superluminiques. La raie à 6,4 keV de fluorescence du fer s'est propagée à une vitesse supérieure à la vitesse de la lumière. Cependant, cela résulte d'un effet optique car on voit la propagation d'émission le long d'une zone, une surface de ciel, qui correspond à la distance du centre galactique à 15 années lumière, et ces propagations ont été vues sur moins de 5 années. On pense que ce phénomène est apparent et qu'il peut être expliqué par le fait qu'un front d'ondes de radiation arrive sur le nuage avec un angle tel pour lequel la réflexion peut apparaître plus rapide que la propagation dans le nuage.

Cela est la confirmation de l'activité sporadique du trou noir central... mais pourquoi ?



M82 par l'observatoire XMM-Newton

Avec cette variabilité, le modèle à particule est mort ; il n'y a que la réflexion d'une émission d'une source X très forte ; sa luminosité a pu être estimée, ainsi que la direction d'où venait cette production. Les mesures réalisées sur les différents nuages moléculaires de cette région permettent de confirmer que l'origine de ces phénomènes ne peuvent être que le trou noir super massif, et avoir une estimation de la période de son activité.

C'est une estimation, pas une démonstration complète car il faudrait connaître la position exacte en profondeur des nuages moléculaires, et nous ne les voyons qu'en projection et il faut donc faire des hypothèses. Mais pour les informations déjà à disposition sur leur distribution, on peut comprendre tout ce qu'on voit : nuages qui décroissent, augmentent ou restent stables en luminosité et cela permet d'expliquer que le trou noir a produit une éruption géante il y a 400 ans (allume les nuages moléculaires que l'on voit augmenter), va continuer son activité pendant 300 ans, et puis, il y a de cela 100 ans, son activité va décroître rapidement (on voit les nuages les plus proches s'éteindre).

Les mesures ont donc défini l'activité du trou noir. Ce trou noir semble un peu particulier comparé à ceux que l'on observe dans le noyau des autres galaxies parce qu'il est très faible, pas très actif et qui oblige à chercher des modèles pour expliquer cette basse activité. Mais on peut dire qu'il y a eu une période dans un passé relativement récent (300 ans...) où il était très actif. Notre galaxie n'est pas très active elle aussi, et il est somme toute normal que le trou noir n'ait pas une luminosité comme celle des quasars et autres noyaux actifs observés par ailleurs. Par contre, il a augmenté d'un facteur 1 million son activité dans le domaine X, ce qui n'est pas rien.

Que s'est-il passé ? A-t-il « attrapé » une étoile qui passait par là... désintégrée, absorbée et pendant 4 siècles, on a vu les échos de ce « cannibalisme » ? Pas très facile à expliquer effectivement, c'est

un autre mystère, mais cela n'est pas impossible. Il y a des étoiles proches du trou noir et certaines de ces étoiles sont jeunes et ont des vents stellaires : elles expulsent leur matière qui doit arriver dans la zone d'influence du trou noir. La matière est alors capturée et alimente le trou noir. Cette matière n'est pas aujourd'hui suffisante pour rendre le trou noir très lumineux, même si on ne comprend pas pourquoi il est si peu lumineux. Mais on peut imaginer que dans le passé ces étoiles, qui sont en mouvement et dans l'environnement, aient eu des phénomènes d'éjection plus importants ou on peut imaginer que certaines étoiles, dans leur mouvement d'orbite se rapprochent d'autres étoiles, que leurs vents stellaires interagissent entre eux, qu'ils ralentissent par exemple et que le taux d'accrétion, donc la quantité de matière capturée par le trou noir augmente de façon importante.

Nous n'avons pas de réponse sûre à cette activité, qui reste un mystère mais cela donne du grain à moudre aux théoriciens, à ceux qui font des recherches sur les mouvements d'étoiles et leurs émissions de vent stellaire, pour trouver pourquoi et comment ce type d'accrétion est arrivé il y a plusieurs centaines d'années.



M87 Jet de trou noir

C'est donc un travail de longue durée, commencé avec Sigma Granat, à l'époque de l'Union Soviétique, qui s'étale sur des dizaines d'années avec les projets de télescopes spatiaux, la surveillance, la détection avec des instruments que l'on perfectionne sans cesse : XMM, Intégral, et des travaux coordonnés... Quelle suite ? Plus d'observations, plus de théorie ? Comment resserrer le filet autour du trou noir central ?

C'est une bonne considération, car effectivement le programme de recherche s'est étalé sur 20 ans, avec le passage d'un projet à l'autre et nous avons vécu toute une série d'événements, d'évolutions de la science



Le satellite Granat

mais pas seulement, y compris politiques. Ce qui est prévu est de continuer ce type d'observation. L'émission du nuage moléculaire n'est pas constante ; ce qui a été démontré est que ces variations sont dues à une espèce d'éruption qui se propage, et cela va bientôt illuminer d'autres nuages moléculaires de la région. Cela devrait permettre de faire une espèce de tomographie de la région centrale de la galaxie, d'étudier, à côté du trou noir, la distribution de la matière moléculaire dans cette région. On espère continuer à voir dans les prochaines années, avec des observations déjà programmées, d'autres nuages moléculaires s'allumer, d'autres nuages moléculaires s'étendre. Nous pourrions essayer de mieux cerner ce type d'activité, interprétée aujourd'hui comme le résultat d'une seule grande éruption commencée il y a 400 ans, terminée il y a 100 ans mais bien sûr il pourrait s'agir de plusieurs petites variations très fortes, mais variées et donc il nous faut comprendre tout ça. Voilà le type de programme que nous avons, avec le rêve d'avoir des instruments plus précis encore, notamment pouvoir focaliser les rayons gamma de basse énergie. Deux types d'instrumentation ont été utilisés : *XMM Newton* focalise les rayons X qui permet d'étudier la raie de fluorescence, et *Integral* pour étudier les rayons gamma, qui ne sont pas focalisés, avec une technique des masques codés qui ne permet pas d'avoir des images aussi précises qu'avec les rayons X. L'image gamma des nuages n'est pas aussi bonne que celle obtenue avec la raie de fluorescence, cependant, voir les deux permet de mieux cerner les modèles et les processus d'émission et obtenir une meilleur

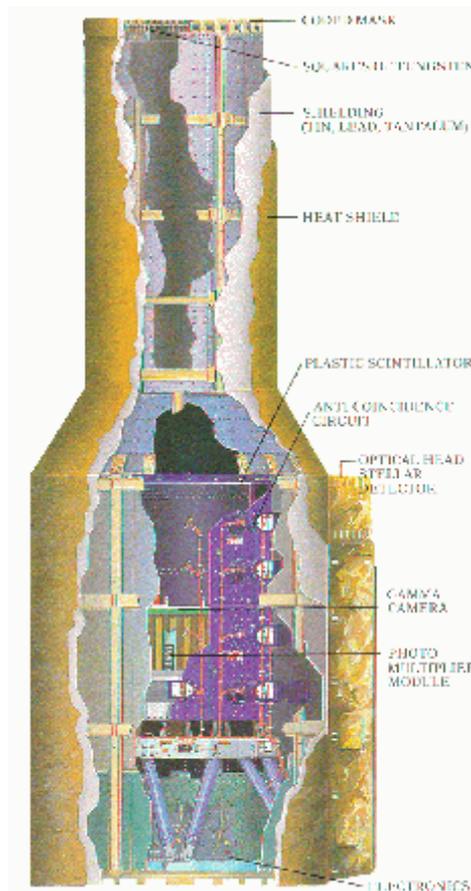
leur information géométrique de la propagation de la radiation. **Le rêve pour les prochaines années est d'avoir des télescopes qui focalisent les rayons X de haute énergie.**

GRANAT

Granat est un satellite russe spécialisé dans l'observation des rayons X (apogée 200.000km) ; il a été utilisé de 1989 à 1999. Il emportait un télescope français à rayon X à masque codé : **SIGMA** (30-1000keV). Il emportait également les instruments ART-P, WATCH et PHEBUS.

Les rayons gamma et les rayons X ne peuvent pas pénétrer l'atmosphère. Les observations directes ne peuvent donc se faire que de l'espace.

Pendant 4 années, GRANAT a observé beau-



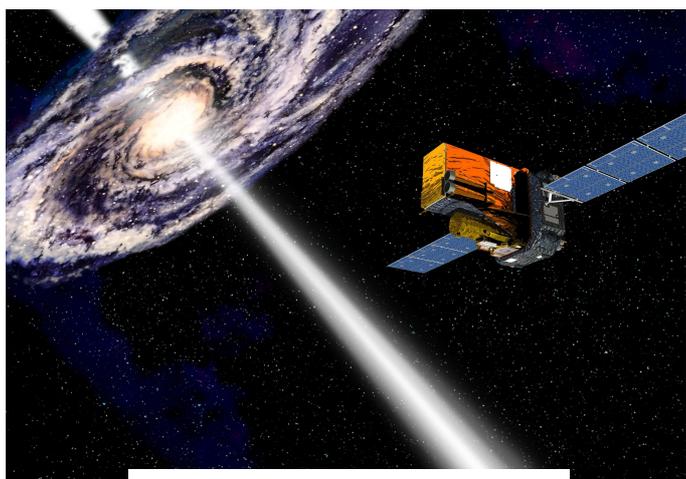
Assemblage de Sigma dans Granat

couple de sources X galactiques et extragalactiques à la recherche de candidats trous noirs, et des novae émettrices de rayon X.

SIGMA est un télescope capable d'obtenir des images et le spectre dans la bande d'énergie de 30-100 keV avec une résolution de 10' d'arc et un champ de 4,3x4,7 degrés.

SIGMA a photographié la région du centre de la galaxie (plus de 5 millions de secondes d'observation), et a permis l'étude de la variabilité des candidats trous noirs.

Integral INTERNATIONAL Gamma-Ray Astrophysics Laboratory est un satellite de ESA (European Space Agency) lancé en 2002 pour détecter les radiations de forte énergie



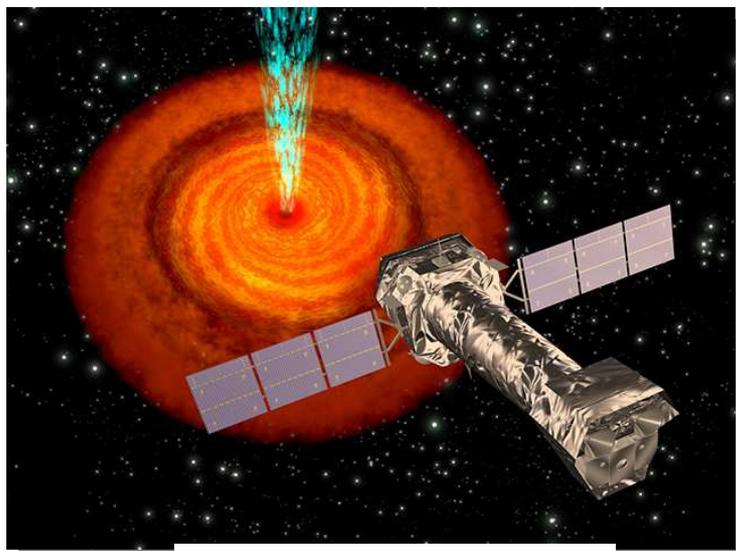
Integral (vue d'artiste)

qui vient de l'espace (apogée 153.000km). C'est aussi une mission de coopération avec l'Agence Spatiale Russe.

L'imageur IBIS embarqué observe de 15 keV (rayons X durs) à 10MeV (rayons gamma). A bord se trouve également un spectromètre SPI (20 keV – 8MeV).

XMM Newton

Le satellite XMM-Newton (**X**-ray **M**ulti **M**irror) constitue une des quatre missions du programme scientifique de l'Agence Spatiale Européenne (ESA). Au foyer de ses trois télescopes de 7500 mm de focale se trouvent les caméras **EPIC** capables de récolter l'informa-



XMM Newton (vue d'artiste)

tion tant spatiale que spectrale contenue dans les images en rayons X d'objets célestes.

XMM a été lancé de Kourou le 10 décembre 1999 et a déjà découvert et analysé des milliers de sources.

Les trous noirs s'évaporent...

Dans un livre de Stephen Hawking : **Trous noirs et bébés univers**, ce savant exceptionnel nous livre ce qu'il pense au sujet des trous noirs en référence au principe d'incertitude * :

Extraits :

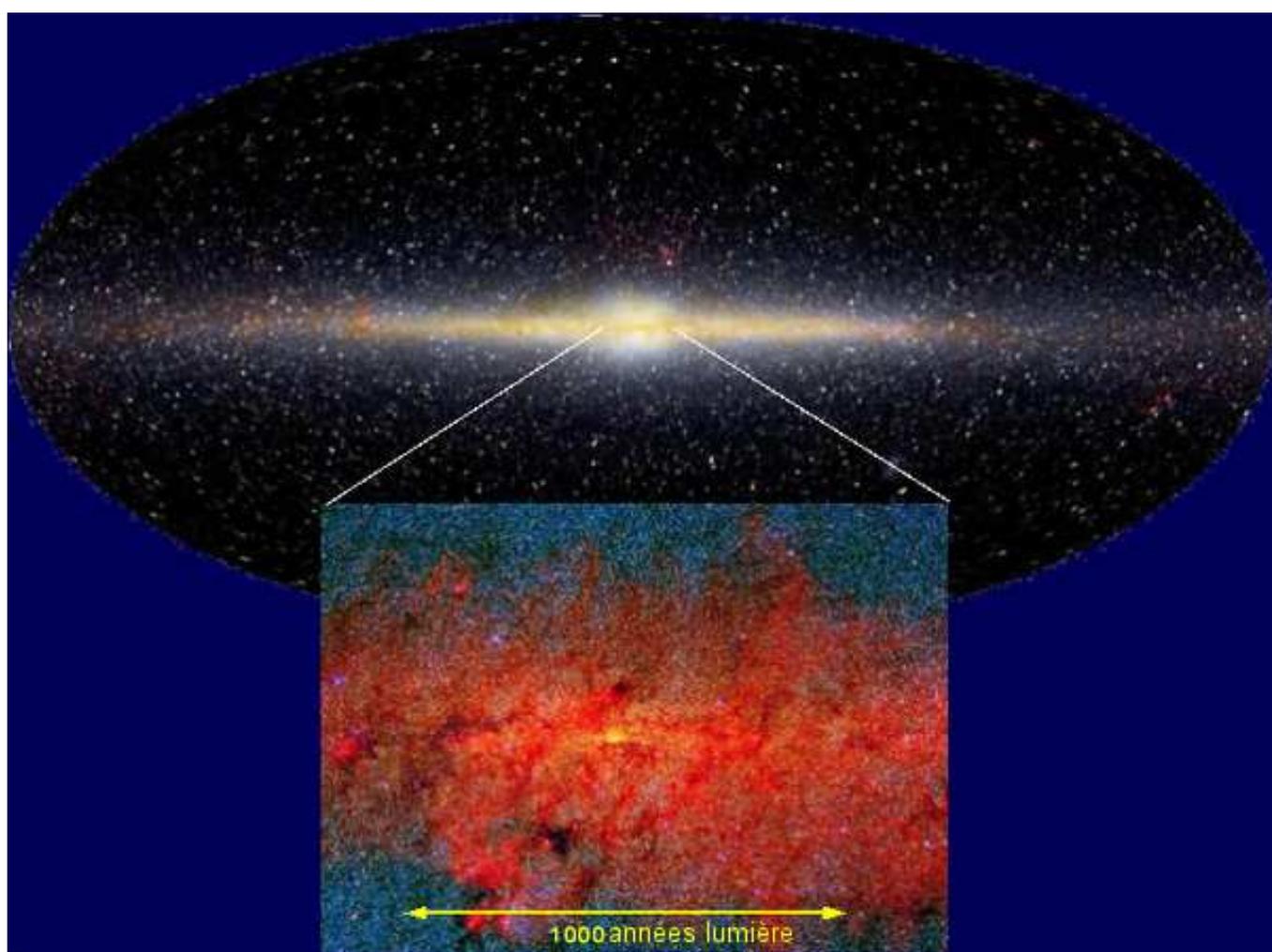
« en 1973, j'ai commencé à réfléchir à ce que changerait la prise en compte du principe d'incertitude dans le cas des trous noirs... j'ai découvert que cela signifiait que les trous noirs n'étaient pas complètement noirs...

Comment un rayonnement peut-il échapper au champ gravitationnel d'un trou noir ? ... le principe d'incertitude permet à des particules de voyager plus vite que la vitesse de la lumière, sur de très courtes distances. Ainsi, les particules et du rayonnement peuvent passer l'horizon d'évènement et fuir du trou noir. Ainsi, il est possible à des choses de sortir du trou noir. Cependant, ce qui sort d'un trou noir sera différent de ce qui y

est entré. Seule l'énergie sera la même. A mesure qu'un trou noir émet des particules et du rayonnement, il va perdre de la masse... finalement il arrivera à une masse nulle et disparaîtra complètement. »

La communauté scientifique a eu un peu de mal à accepter cela mais c'est aujourd'hui bien assimilé. Toutefois, qu'on se rassure, vu sa masse le trou noir de la Voie Lactée, ne va s'évaporer en une journée et semble-t-il, seuls les « petits » trous noirs primordiaux, ceux du big bang seraient aujourd'hui évaporés.

* **Principe d'incertitude** : en mécanique quantique, le principe d'incertitude dit que seule l'une des mesures peut être prédite : l'observateur peut prédire le résultat de la mesure de la position ou de la vitesse, mais pas des deux. Ou bien, il peut prédire le résultat de la mesure d'une combinaison de la position et de la vitesse. Ainsi, la capacité de l'observateur à effectuer des prédictions précises est diminuée

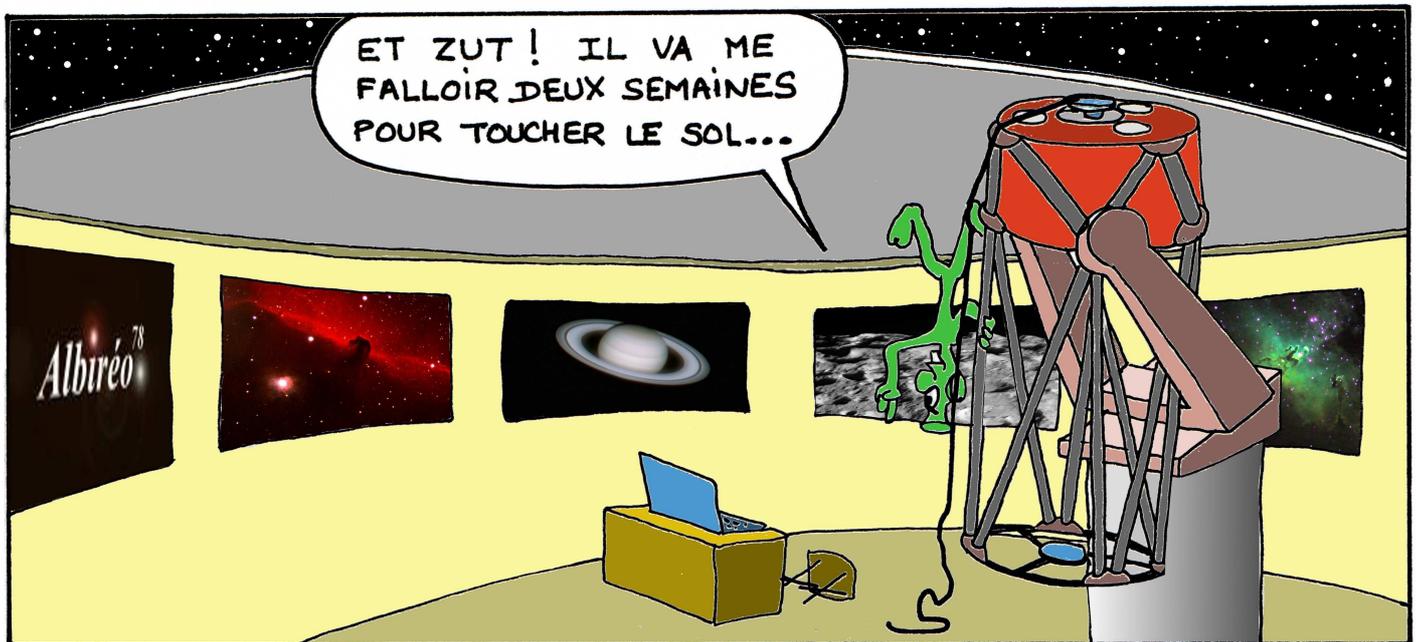
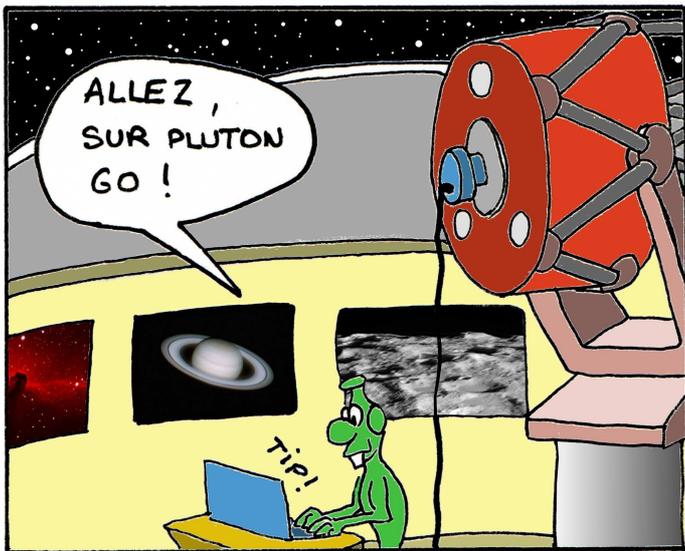
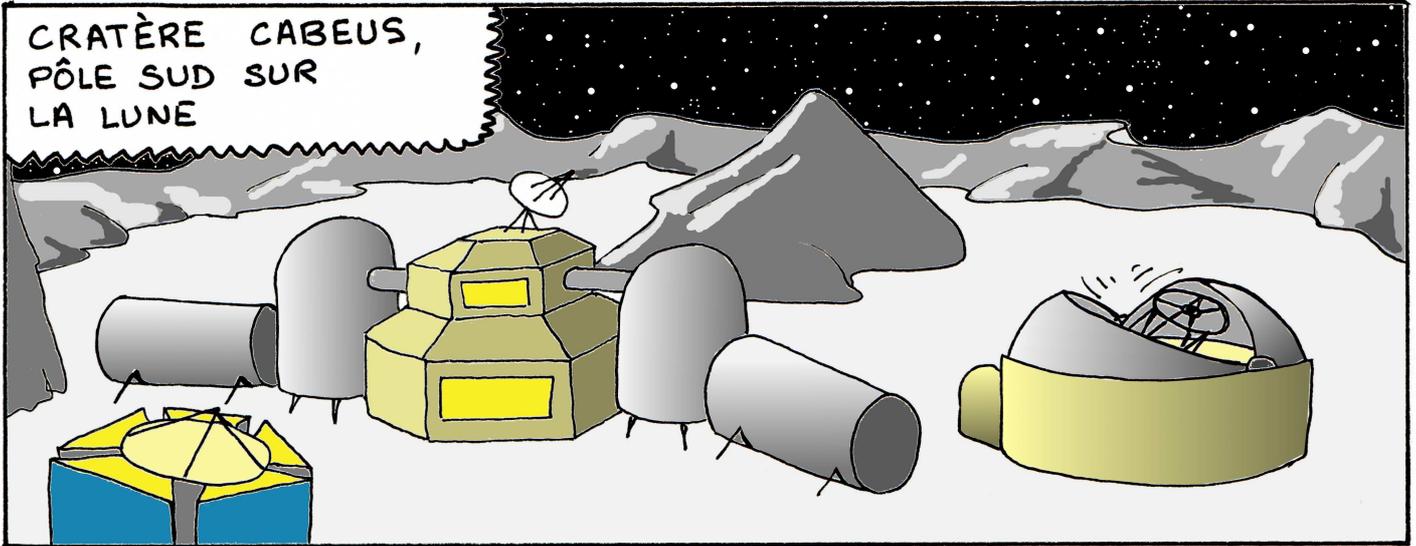


Centre de notre galaxie, la Voie Lactée, dans le Sagittaire



AI 78

AMATEUR!

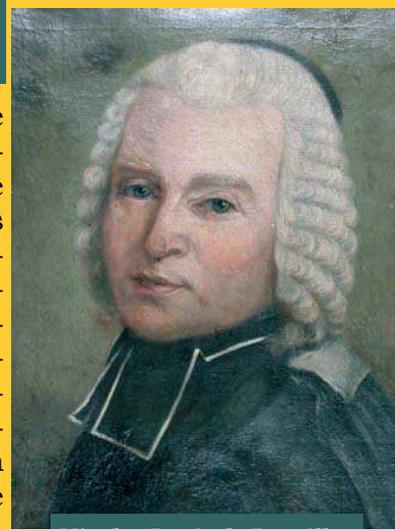


C'est arrivé ce jour-là...

Octobre 1750, il y a 260 ans

L'abbé Nicolas Louis de Lacaille est un des principaux astronomes français du XVIII^e siècle. Il est né le 15 mars 1713 dans les Ardennes. Après avoir fait des études de théologie il devient, en 1736, l'élève de l'astronome Jacques Cassini, le fils du célèbre Jean Dominique, alors directeur de l'observatoire de Paris. En 1739, il mesure l'arc de Méridien français. Son désir de découvrir le ciel austral le mène en expédition à partir d'octobre 1750 au Cap de Bonne Espérance. Il détermine la parallaxe de la Lune et du Soleil, en faisant des mesures simultanées avec un jeunes astronomes allemands de 19 ans, Joseph de Lalande à Berlin. Il mesure la longueur du méridien d'Afrique du Sud et il constitue un catalogue de 10 000 étoiles de l'hémisphère sud ainsi que 42 nébuleuses. Il introduit 14 nouvelles constellations dont les noms sont en rapport avec l'astronomie (l'octant, le sextant ou le télescope) ou la physique (le burin, l'équerre, le compas). Il supprime la très grande constellation **Navire Arago** pour en créer 3 autres **la Carène**, **la Poupe** et **les Voiles**. A la fin de son expédition, il

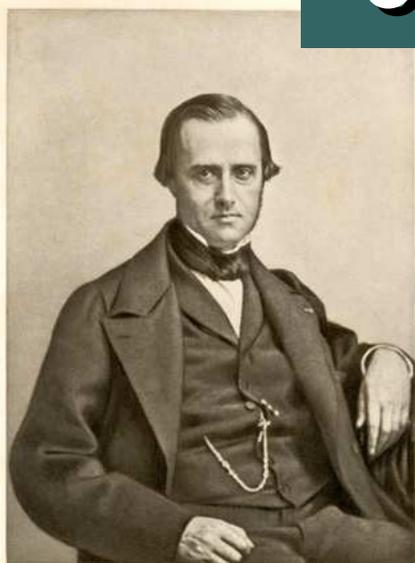
séjourne sur l'île de France, actuellement l'île Maurice, puis sur l'île Bourbon, anciennement Mascareigne mais actuellement la Réunion. A son retour à Paris en 1754 il se retire au collège Mazarin où il travaille



Nicolas Louis de Lacaille

pendant quelques années à « rendre les longitudes faciles au commun des navigateurs ». Ce projet totalement ignoré par l'Académie des Sciences sera adopté par les Anglais qui en tireront le célèbre **Nautical Almanach and Astronomical Ephemeris** à Londres en 1767. Il meurt en 1762 d'une attaque de goutte. En son honneur, trois étoiles, un astéroïde et un cratère sur la Lune portent son nom. Le télescope de 60 cm sur l'île de la Réunion s'appelle aussi le télescope LaCaille.

Octobre 1820, il y a 190 ans



EDOUARD ROCHE
Correspondant de l'Institut



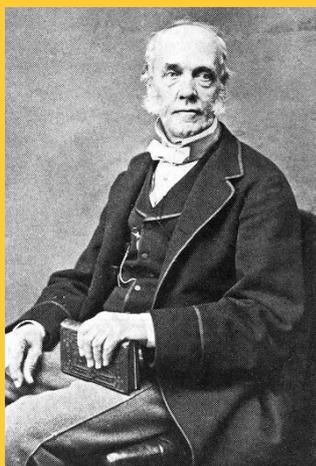
Edouard Roche (1820 - 1883)

Edouard Albert Roche est né le 17 octobre 1820 à Montpellier. Ce mathématicien et astronome français a passé toute sa carrière à l'université de Montpellier, depuis son doctorat jusqu'à sa mort en 1883. Son isolement à Montpellier explique la relative indifférence de ses contemporains envers ses travaux qui n'étaient pas considérés comme importants à l'époque. Sa première étude porte sur la cohésion d'un objet en orbite autour d'un autre sous l'effet des forces de marées. Il met en évidence une distance minimale, la limite de Roche, en deçà de laquelle le corps en orbite se disloque. C'est ce qui explique le volcanisme de Io ou la présence des anneaux de Saturne. Sa deuxième étude porte sur la forme du champ gravitationnel d'un système binaire. Il met en évidence l'aspect dissymétrique du champ gravitationnel, les lobes de Roches, qui jouent un

rôle important dans les échanges de matière entre étoiles doubles. En 1873, il est élu correspondant de l'Académie des Sciences mais ce n'est que 10 ans plus tard que son nom est proposé pour en devenir membre permanent. A l'issue du vote, il ne recueille qu'une seule voix, 56 sont contre. Mais il ne connaîtra jamais ce résultat

puisqu'il décède deux jours plus tard des suites d'une pneumonie, le 18 avril 1883. Seul François Tisserand lui avait été favorable et par la suite il fera beaucoup pour diffuser les travaux d'Edouard Roche, notamment dans le second tome de son **Traité de la Mécanique Céleste** publié en 1891.

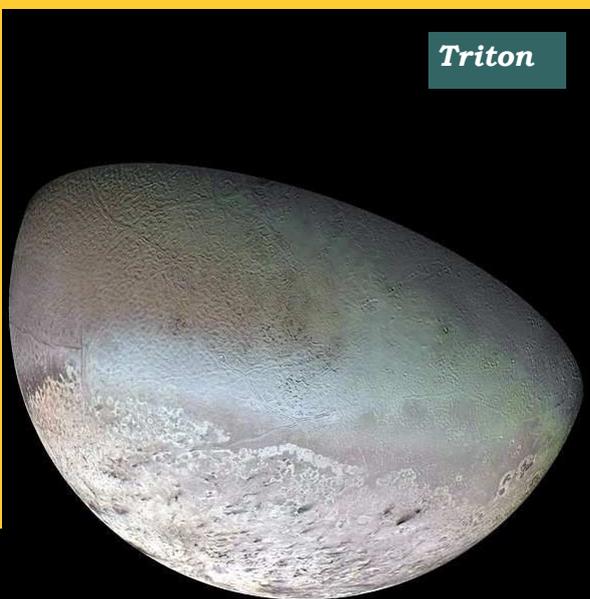
Octobre 1880, il y a 130 ans



William Lassell (1799 -)

William Lassell est né le 18 juin 1799. C'est un astronome britannique qui fait d'abord fortune comme brasseur de bière. Avec cette fortune il fait construire un observatoire près de Liverpool qu'il dote d'un télescope de 60 cm. Il est aussi un des premiers à utiliser un télescope à monture équatoriale. En 1846, il découvre Triton, le plus gros satellite de

Triton



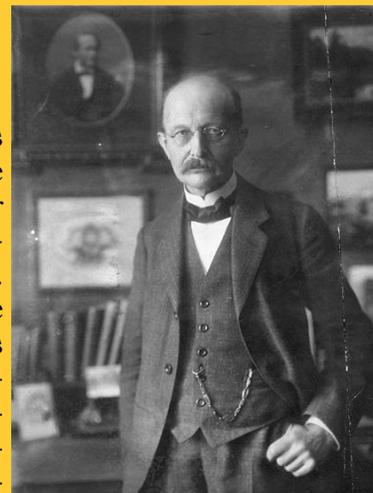
Hypérion

Neptune, puis Hypérion, satellite de Saturne en 1848 et Ariel et Umbriel, satellites d'Uranus en 1851. Las des piètres conditions atmosphériques britanniques peu propices à l'astronomie, il fait construire, en 1855, un observatoire sur l'île de Malte équipé d'un télescope de 1,20 m. Il reçoit de nombreux prix pour ses découvertes et deviendra président de la **Royal Astronomical Society** pendant 2 ans. Il meurt le 5 octobre 1880. Un astéroïde porte son nom : 2636-Lassell, ainsi qu'un cratère sur la Lune et un autre sur Mars. Son nom a aussi été donné à un des anneaux de Neptune.

Octobre 1900, il y a 110 ans

Max Planck est un physicien allemand qui, en plus de la musique, s'est intéressé à la physique théorique : depuis sa thèse de doctorat sur le « second principe de la thermodynamique » jusqu'au problème du corps noir. Il rejette les modèles atomistes de Maxwell et Boltzmann leur préférant ceux où la matière est continue. En 1890 pourtant, il se rallie à l'atomisme. Lord Kelvin avait identifié le problème du corps noir comme l'un des problèmes à résoudre : en calculant l'énergie totale émise par un corps chauffé à une certaine température on arrivait à la conclusion que l'objet émettait une quantité d'énergie infinie, c'est ce qu'on a appelé la « catastrophe ultraviolette ». En octobre 1900, Planck détermine la loi de répartition spectrale du rayonnement thermique du corps noir et propose la théorie des quanta pour expliquer le phénomène :

l'énergie n'est pas émise de manière continue mais par paquets, les fameux quanta. C'est la naissance de la physique des quanta dont il laissera à Albert Einstein le soin de donner toutes les explications. En 1918, Planck recevra le prix Nobel de physique pour la découverte des quanta d'énergie. La découverte de la quantification des échanges d'énergie est un des fondements de la physique quantique, cela a permis à Einstein d'inventer le concept de photon en 1905 qui lui a valu son prix Nobel en 1921.



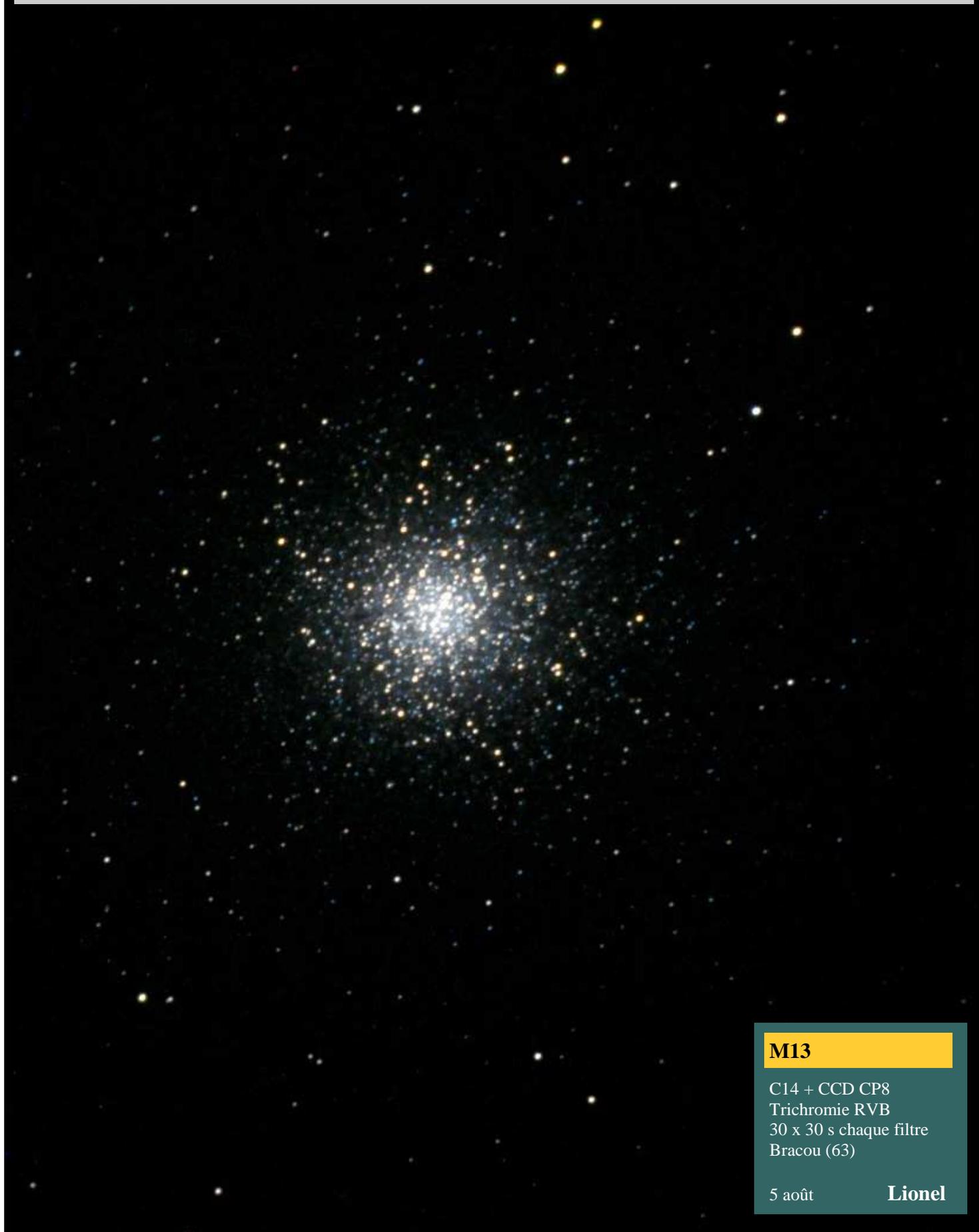
Max Planck ()

Octobre 1960, il y a 50 ans

Deuxième par la taille (530 km), quatrième dans l'ordre des découvertes, Vesta est l'un des quatre gros astéroïdes de la ceinture principale entre Mars et Jupiter. Découvert par Heinrich Olbers le 29 mars 1807, il entre à l'époque directement dans la catégorie des planètes qui en compte alors 12. Aucun autre astéroïde n'est découvert pendant 38 ans. Il faut attendre l'année 1845 pour découvrir un cinquième astéroïde : Astrée. Vesta contribue pour 9% de la masse totale de la ceinture des astéroïdes et on pense qu'il a perdu près de 1% de sa masse lors d'une collision il y a 1 milliard d'années. Son pôle sud présente un cratère de 460 km de diamètre (80% de sa taille), le fond du cratère se trouve 13 km sous la surface de l'astéroïde alors que les remparts culminent à 12 km au-dessus. Le pic central s'élève à 18 km au-dessus du plancher du cratère. Cet énorme choc est probablement à l'origine des astéroïdes de la famille de Vesta et des météorites HED dont l'une est tombée en Australie en octobre 1960.



Vesta par Hubble



M13

C14 + CCD CP8
Trichromie RVB
30 x 30 s chaque filtre
Bracou (63)

5 août

Lionel

Fête du Soleil



Photos de Michel

Cette année encore, l'observatoire de Meudon organisait une opération portes ouvertes à l'occasion du solstice d'été. Le public était convié à participer à des ateliers, à assister à des conférences, à visiter les installations ou encore à observer le Soleil. Le club y était présent avec 6 de ses membres. Nous avons amené la lunette équipée du filtre H alpha pour observer les protubérances. Mais, d'une part le temps glacial et nuageux n'offrait que très peu de moments ensoleillés mais d'autre part, alors même que nous sommes à priori dans un maximum d'activité du cycle solaire 24, le Soleil est anormalement calme et seules deux ridicules petites taches sont péniblement discernables à sa surface. En arrivant à l'observatoire avec Maguy et Marie-Claire, nous retrouvons David. Nous sommes rejoints par Sébastien et Michel. Avant même

d'installer la lunette, Sébastien et David partent en quête des pique-niques offerts par l'observatoire aux participants. Chassés par la pluie, nous nous réfugions sous un arbre pour terminer notre déjeuner. Nous



Maguy et Marie-Claire qui se réchauffent



Heureusement que j'aie du soutien moral...



Télescope de 1 mètre

savourons la douce chaleur du café de Michel, mais le glacial vent du nord pousse Maguy et Marie-Claire à aller se réchauffer dans la voiture. Avec l'arrivée de quelques éclaircies nous installons la lunette, mais après les réglages nous constatons qu'il n'y a pas grand-chose à voir et cela ne va pas être très spectaculaire pour le public ; finalement les nuages cacheront le manque d'activité solaire...

Nous en profitons pour visiter la tour solaire, les coupoles du télescope de 1 mètre et de la table équatoriale qui dispose d'un télescope de 60 cm. David se fait même



Quelques secondes entre 2 nuages, Sébastien au réglage



Télescope de 60 cm

engager pour assurer le service d'ordre à l'entrée de la coupole de la table équatoriale et réguler l'arrivée du public. Près de nous nos camarades de Magnitude78 ont installé leurs télescopes Dobson, et d'autres instruments équipés de filtres pleine ouverture sont également en position pour observer un Soleil qui peine à se montrer. Après la visite de la tour solaire, le temps n'allant pas en s'améliorant, nous décidons de tout ranger avant l'arrivée d'une averse probable. Bien que cette fête du Soleil n'ait pas donné satisfaction en terme d'observation nous avons néanmoins passé une excellente après-midi qui sera, à n'en pas douter, renouvelée l'an prochain.

11 juillet 2010

Eclipse totale de Soleil en Polynésie

Maguy

Cette année, avec un groupe de 14 personnes de l'AFA (l'Association Française d'Astronomie), je suis partie le 2 juillet pour la Polynésie ; objectif : rendez-vous avec l'éclipse totale de Soleil du 11 juillet 2010. Je retrouve quatre participants de Shangai (voir l'Albiréoscope n°47) qui sont d'heureuses retrouvailles bien sûr. Cette fois-ci, le voyage fut un peu plus long que l'an dernier : durée de vol 22h pour 6619 km, 12h de décalage horaire, de l'autre côté de la planète avec une escale à Los Angeles, arrivée de nuit à Papeete, petite nuit à l'hôtel et au petit matin, à nouveau une heure de vol pour l'archipel des Tuamotu, plus précisément l'atoll de Rangiroa. Enfin je découvre ces fameuses cartes postales, un vrai paradis terrestre car après plusieurs périples dans ces latitudes, je me suis souvent demandé « mais où sont ces attrayantes cartes postales avec eau turquoise, palmeraies, plages de sable blanc vides de touris-

tes ? ». Le lagon bleu, c'est une vraie merveille et il me semble vivre un rêve, tellement c'est idyllique. Cependant, avec un grand pincement au cœur, je m'aperçois vite que le ciel n'est pas limpide ; de gros nuages blancs sont toujours présents, surtout le matin, et dessinent une grande bande sur l'horizon et l'éclipse est prévue à 8h 20. Mais ce furent quatre jours inoubliables à Rangiroa pour admirer les aquariums, la fausse sous marine, faire une grandiose visite d'une ferme perlière très artisanale, puis farniente face au lagon qui se perd à l'horizon avec le bleu du ciel, bains et plongée libre... Puis nous nous envolons pour l'atoll de Fakarava (1h). Nous survolons des atolls impressionnants, des bouts de terre en plein Pacifique ! Le bout du monde, et quel calme ! Le lagon est à quelques enjambées de mon bungalow, comment ne pas se laisser tenter par la baignade ? Ensuite, pe-



tite pause dans un transat, les pieds dans l'eau, un délice... Puis deux catamarans sont venus avec leur équipage de Papeete pour nous récupérer, huit personnes sur l'un et six sur l'autre, et nous voilà partis vers l'atoll d'Anaa.



Première nuit : j'ai bien dormi jusqu'au petit matin mais suis réveillée brusquement, hop, un sursaut, et me voilà au bas du lit, sur les sacs et là, où je me rends compte que la mer est déchaînée. Je monte sur le pont rejoindre les autres mais quel spectacle ! Tous malades, les seaux à la main... Ce fut ainsi toute la nuit ! Après le petit déjeuner, nous partons visiter l'atoll et nous baigner. Vu l'état de la mer, nous descendons le plus au sud de l'atoll en le longeant. Nous ne prenons pas le large comme il était prévu à notre départ de Fakarava. Le 11 juillet, nous nous réveillons donc vers 5h du matin en plein Pacifique. La



nuit tarde à s'en aller, les voiliers manœuvrent pour accoster. Les nuages bien sûr sont là, comme tous les matins, mais ils ne parviennent pas à entamer la frénésie des préparatifs, ni la bonne humeur générale car le moment tant attendu approche. Après un petit déjeuner rapide, nous accostons tant bien que mal avec les zodiacs. Tout le matériel est déchargé et, à pieds secs, nous cherchons un endroit pour observer





l'éclipse. Enfin, nous nous décidons, mais nous avons l'embarras du choix, personne en vue autre que nous : latitude = $17^{\circ} 20'$ Sud, longitude = $145^{\circ} 31' 12,23''$ Ouest. Télescopes, jumelles, appareils photos à zoom proéminents, lunettes coronado et solarscope sont installés, et pour moi, seulement mes lunettes et mon tout petit appareil photo numérique. Une angoisse grandissante me gagne car les nuages bougent, et ils sont toujours là. Premier contact à 7h 19 : le disque lunaire entre contact avec le Soleil dans un ciel tout de même assez limpide, ouf ! Mais, alors que la Lune continue sa progression, l'horizon se pare à nouveau de ses nuages menaçants qui ne tardent pas à donner un grain, comme ils disent, en Polynésie. Je sors mon parapluie, les appareils sont couverts et

l'angoisse monte, monte... alors que l'heure approche. La lumière ne cesse de décroître, l'océan prend une teinte bleu foncé, le silence est impressionnant. Tout à coup, un cri fuse, la majestueuse Jupiter se montre et nous voilà tous à l'affût du diamant et du deuxième contact. Victoire, dans une trouée, le diamant apparaît, spectacle éblouissant qui a pu être photographié sans filtre avec mon modeste appareil. Nous pouvons ensuite admirer les protubérances qui ornent le Soleil devenu noir : nouvelle photo. Malheureusement, le spectacle joue à cache-cache avec les nuages et le troisième contact, nous ne l'avons pas vu. Toutefois, la deuxième partialité se montre, j'ai pu la photographier grâce aux nuages et admirer ce spectacle si impressionnant jusqu'au quatrième contact. Les bulles de champagne feront oublier ce cache-cache angoissant. Cette expédition à l'autre bout du monde pour admirer ma 13^{ème} éclipse restera une expédition pleine de couleurs et de péripéties... Une journaliste était là, et le lendemain,

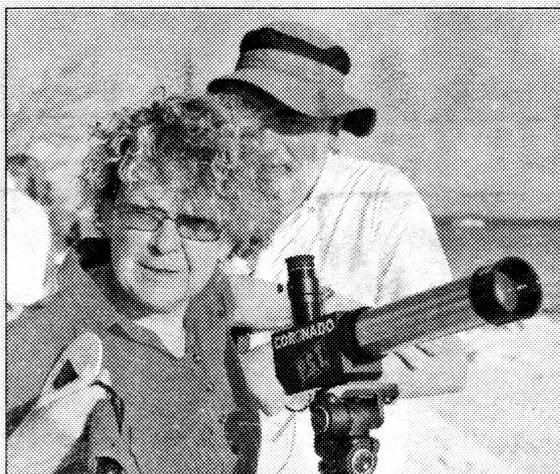




deux pages du journal relatent le phénomène. Nous continuons notre journée par la visite d'un village entre le lagon et l'océan. Départ en catamaran en début d'après midi. Seulement un quart des effectifs a déclaré forfait en raison de la fameuse nuit agitée et tout le monde est retourné à Papeete en avion. Bien entendu, je me trouve parmi les six embarqués du catamaran pour 2 jours et 2 nuits de navigation en plein océan. Nous avons juste aperçu de très loin l'île volcanique Mehetia. Vers 4h du matin, on se lève pour admirer les nuages de Magellan : spectacle à l'œil nu grandiose sur 360°. Arrivée le 13 juillet à Papeete, c'est un changement de décor : du monde partout, des voiliers, des montagnes et de la végétation dense. Exploration en 4x4 de

La 13^e éclipse de Maguy Gerbal

Extrait du journal



Maguy est française. Arrivée sur l'atoll par bateau, la veille, elle n'aurait manqué ce moment-là car pour rien au monde.

"Ma première éclipse, c'était à Marseille, en février 1961 ; j'avais 10 ans. C'était une éclipse totale. Puis je suis allée en Chine, en Mongolie, en Espagne, en Guyane et en Turquie, pour observer ce phénomène. C'est ma 13^e éclipse. J'ai, à mon actif, 9 éclipses totales et 4 annulaires.

J'ai travaillé 42 ans à l'Observatoire de Marseille, avec une femme astronome. C'est elle qui m'a communiqué sa passion. Je suis venue jusqu'à Anaa parce qu'ici l'éclipse est totale. Je ne pouvais pas

rester à Tahiti après avoir fait un aussi long chemin. La plupart des personnes qui sont avec moi sont des astronomes amateurs. J'ai pris quelques cours, à la faculté. Je suis venue juste avec un appareil photo compact car je ne veux pas passer l'éclipse à régler tous ces appareils compliqués. Je vais juste me servir de mes yeux. Quoi de plus beau que l'instant présent ?

C'est toujours un moment très spécial. J'ai pleuré tellement c'est émouvant pour moi. Je ne trouve pas les mots pour décrire ce que je ressens. L'éclipse la plus émouvante que j'ai vécue, c'est celle que j'ai vue en Zambie. Elle était très haute dans le ciel, et j'ai pu apercevoir Vénus et Neptune en même temps. Et il y a aussi celle de Guyane. Il y avait de la brume. Soudainement, le ciel s'est dégagé, et on a pu découvrir la lune et le soleil bien après le premier contact, quand une bonne partie du soleil est déjà recouvert. C'était extraordinaire !

Et puis, on rencontre des passionnés. On partage nos expériences. Une éclipse ne ressemble pas à une autre. La couronne n'est jamais la même. J'ai dépensé environ 700 000 Fcfp pour ce voyage, mais ça vaut vraiment le coup ! Malheureusement, je ne peux pas les voir toutes. Alors, depuis 10 ans, j'en fais une par an, budget oblige."

l'île et de son volcan éteint : une très belle randonnée. Promenade dans Papeete, dernier soir en Polynésie, j'admire le coucher du Soleil sur l'océan et, à ma plus grande joie, j'ai enfin pu voir le rayon vert !

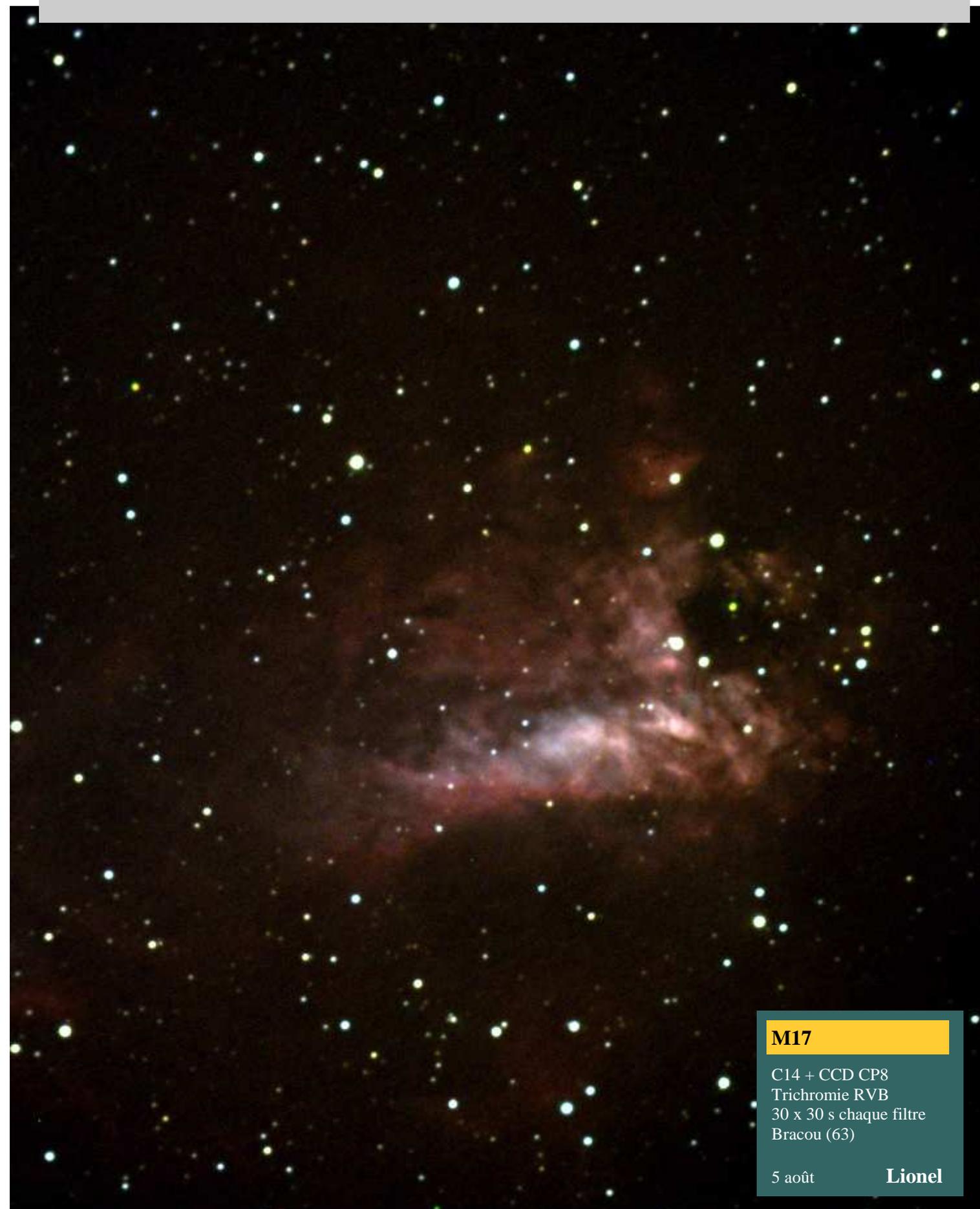
Le 15, c'est le retour vers la France. Maintenant, pensons au rendez-vous en Australie le 13 novembre 2012 à 6h 39 dans la province du Queensland pour le premier contact, mais ensuite l'ombre de la Lune balayera l'océan Pacifique vers l'Amérique du Sud, et pas une île ne figure sur son trajet...



Le lagon



L'éclipse par Alain Maury et Jean-Luc Dauvergne
7 images de pauses différentes : technique HDR



M17

C14 + CCD CP8
Trichromie RVB
30 x 30 s chaque filtre
Bracou (63)

5 août

Lionel

Stage d'été à Bracou

Du 1^{er} au 8 août 2010

Cette année, nous inaugurons une nouvelle destination pour le stage du club : direction Bracou dans le Puy de Dôme. Situé à 400 km de la région parisienne, il ne faut qu'une demi-journée pour s'y rendre. Nous sommes 15 à avoir choisi de passer la semaine du 1^{er} au 8 août pour observer le ciel et immortaliser

les célèbres cibles de l'été mais également faire des réglages, la mise en station ou parfaire l'utilisation du matériel et également découvrir la région. Tout au long de l'après-midi du dimanche nous nous retrouvons à Bracou et nous nous installons dans les gîtes : le petit pour Willy et sa famille, le grand avec ses 2 chambres doubles et le dortoir de 5 places, pour une bonne partie des autres. Gilles et Pierre choisissent de camper dans les sous-bois non loin de là. C'est aussi l'occasion de revoir Willy, adopté par les Bretons depuis 5 ans et de faire la connaissance de Simone qui vient de Marseille. Les orages que nous avons rencontrés à l'approche de Clermont-Ferrand n'incitent pas à installer nos instruments, nous déchargeons les voitures et nous entassons le matériel dans la grange de Gérard, le président du club ASTRAP (il n'a pas fallu moins de 18 paquets à Pierre pour ranger tout son





Magnifique salle dans les locaux d'ASTRAP

vendredi. Le temps pluvieux ne nous motive pas non plus pour installer les instruments, nous comparons donc nos versions de logiciels et notre façon de les utiliser. Certaines ont profité d'une accalmie dans l'après-midi pour faire une promenade. Mardi le temps s'éclaircit ; des petits groupes se forment pour visiter la région, Clermont-Ferrand pour certains, montée au sommet du Puy de Dôme pour d'autres. A chacun son rythme et il nous faut entre 30 et 40 minutes pour atteindre le sommet.

matériel !). Nos hôtes nous invitent dans leurs locaux pour un pot d'accueil (on rêve d'être installé comme eux !). C'est Eric qui arrive en dernier vers 22h et comme les nuages se dissipent un peu, nous faisons une excursion dans la campagne pour admirer le ciel. Les éclairs illuminent toujours l'horizon du côté de Clermont-Ferrand mais la Voie Lactée est clairement visible avec quelques étoiles filantes éparées (les prémices des Perséides), le lever de Jupiter et de la Lune ; le SQM (pour mesurer la qualité du noir du ciel) m'indique déjà une valeur de 21,01 ce qui est nettement meilleur que chez moi. Au petit déjeuner du lendemain, les discussions vont bon train, il faut dire que nous prenons les repas à 14. Damien, le fils de Willy, n'arrivera que

Le vent qui souffle là-haut est glacial. Retour au parking pour déguster des spécialités locales : le Bougnat Cola et la bière du Bougnat, tout à base de gentiane. Le chemin du retour est laissé à l'appréciation de mon GPS qui est visiblement tout aussi loufoque que celui de Sébastien qui voulait, à l'aller, nous faire passer par des routes qui n'existent plus depuis des lustres ! Heureusement, j'avais à mes côtés un super copilote en la personne de Gilles qui, au virage près, m'indiquait la route à suivre, bien souvent dans la direction opposée à celle préconisée par le GPS ! Tout ça pour éviter de passer au centre de Clermont-Ferrand. De retour à Bracou, nous installons nos instruments. Nous tentons de concilier la planéité



Promenade dans la campagne environnante



Excursion au sommet du Puy de Dôme



Installation des instruments sur le terrain

du sol, la visibilité de l'étoile polaire et la proximité des autres. Pierre déballe ses 18 paquets un à un, et c'est son ordinateur de bureau qu'il installe dans le champ ! Après dîner, nous peaufinons nos mises en station avec les viseurs polaires, ceux équipés du goto découvrent même les possibilités insoupçonnées de leurs montures pour atteindre une mise en station quasiment parfaite. En attendant que le ciel soit bien noir, un tour des objets les plus célèbres des constellations de l'été, les nébuleuses du Sagittaire et les objets du triangle d'été. Certains s'exercent avec Guidemaster pour la mise en station de leur télescope, d'autres vérifient les capacités d'autoguidage de leur matériel pendant que d'autres encore ont déjà commencé les photos. Christiane découvre le ciel avec ses jumelles : les nébuleuses, les étoiles doubles et la Lune qui commence à se lever sont un vrai régal. Nous surveillons Jupiter qui s'élève de plus en plus, et avec une turbulence particulièrement faible, nous finissons cette première nuit d'observation en mitraillant Jupiter et la Lune. C'est le moment d'essayer une toute nouvelle webcam prêtée par M42 : la PL10 qui offre des images très contrastées, colorées et très peu bruitées. Mais nous nous faisons chasser par les nuages vers 3h du matin sans avoir pu faire de film. Cette nuit le SQM a atteint 21,07 (la fourchette des bonnes valeurs va de

20,75 chez moi à 22,08 au Maroc). Le lendemain, à l'heure du petit déjeuner, nous traitons nos images. Le temps est couvert et frais ; Gérard vient même allumer le feu dans la cheminée, un vrai bonheur, que nous prendrons bien soin d'alimenter pendant les deux jours suivants. Aujourd'hui ASTRAP assure des animations à Vulcania et quelques uns choisissent cette journée maussade pour y faire un tour. Le temps ne se dégage pas de la journée, ce n'est pas ce soir que nous allons observer quoique ce soit. Le beau temps est de retour à partir de jeudi. Philippe et

Willy installent même de quoi observer le Soleil : Willy nous annonce qu'il y a des taches, Philippe découvre de magnifiques protubérances avec sa PST (petite lunette de 40mm équipée d'un filtre H alpha pour voir les protubérances). Gérard nous propose d'utiliser la lunette coronado de 40mm d'ASTRAP ; le spectacle est impressionnant : nous constaterons dès le lendemain que nous ne sommes pas les seuls à avoir immortalisé cette soudaine activité du Soleil, car de magnifiques photos circulent sur le forum. Nous ressortons la nouvelle PL10, les images sont superbes ! Pour le déjeuner, Eric nous concocte une de ses spécialités : un goulasch, un vrai régal, nous en aurons même assez pour le dîner qu'Eric ne parta-



Jupiter, Io et la tache rouge avec un C6, Philippe !



La nébuleuse Trifid, M20, Willy

gera pas avec nous car il part dans l'après midi. Dès le début de la soirée, je me lance sur les cibles les plus faciles avec les filtres RVB pour faire de la trichromie. Malheureusement pour nous, un léger voile de nuages envahit le ciel vers minuit, la nuit est terminée... Le vendredi nous permet de suivre à nouveau les taches et les protubérances du Soleil. La gigantesque arche que nous avons repérée la veille est toujours visible, les taches ont légèrement bougé et ont évolué. Nous observons même avec le télescope d'ASTRAP par projection. Le temps restera au beau fixe toute la journée et nous permet d'entamer une nuit qui s'annonce magnifique : non seulement la Lune sera moins gênante que mardi puisqu'elle se lève beaucoup plus tard mais Jupiter doit nous offrir un superbe spectacle avec le passage d'Europe et son ombre devant le disque, suivi de la tache rouge. Gilles et Sébastien commencent leur soirée en mettant en évidence les erreurs périodiques de leurs montures car les étoiles se déplacent en faisant des vagues sur les poses longues. Il est facile de consta-

ter sur les images qu'après une bonne mise en station, il ne reste plus que cette erreur périodique dans le déplacement des étoiles, chose que l'on peut corriger avec la monture en enregistrant la correction des erreurs périodiques (le fameux PEC en anglais) donc encore un peu d'entraînement en perspective d'autant plus qu'on peut le faire parfaitement en le couplant avec l'autoguidage. Ce soir le SQM indique 21,17, le ciel est de plus en plus noir. Jupiter est maintenant assez haute dans le ciel, la turbulence est faible et l'ombre d'Europe est déjà bien visible sur le disque de la planète. On arrive même à suivre le satellite devant la planète.

Nous en profitons pour faire des films de la planète à intervalles réguliers pour créer par la suite des animations des passages successifs d'Europe, de son ombre et de la tache rouge. Philippe et Sébastien commencent avec le satellite et son ombre, et nous décidons, pour le passage de la tache rouge, de mettre la PL10 sur mon télescope. Les images sont superbes, c'est Maguy qui enregistre les films jusque vers 4h du matin. On se couche au lever du Soleil. La journée du samedi se déroule comme celle du vendredi, nous retrouvons les taches et les protubérances sur le Soleil, visiblement le cycle 24



Petit déjeuner près du feu de cheminée, le 4 août !



Gérard à l'oculaire de la coronado de 40mm

nous empêcher de parler du ciel et des groupes se forment autour de nos instruments. Gérard annonce à l'assemblée les objets visibles dans les différents instruments avec un micro HF, vraiment pratique. Ce soir le ciel est encore plus noir, mon SQM indique 21,30 ce qui confirme que cette région est vraiment idéale pour faire de l'astro. A partir de minuit, le public a déserté le terrain d'observation mais un léger voile de cirrus nous empêche de poursuivre la nuit. Le lendemain, c'est le départ pour tout le

est enfin commencé. Au déjeuner, c'est Gilles qui nous fait des carbonara, un délice. Nous traitons tous les films de Jupiter de la veille, malheureusement Sébastien a perdu les films enregistrés par Maguy sur mon télescope, à la suite d'un problème sur le disque dur... donc pas d'image de la tache rouge avec la PL10 sur le C14, dommage !

Par contre, la PL10 sur la lunette coronado de 40mm donne des résultats vraiment impressionnants, on redécouvre le Soleil. Aujourd'hui, ASTRAP organise une observation



Observation du Soleil sous une couverture



Observation du Soleil dans un carton

monde, excepté Gilles qui compte enregistrer le passage de Io dans l'ombre de Jupiter dans la nuit de dimanche à lundi pour son expérience sur la mesure de la vitesse de la lumière. Le stage a enchanté tous les participants : vivement l'année prochaine !



Observation du Soleil par projection

à l'occasion des « nuits des étoiles », mais avant, puisque nous partons le lendemain, nous invitons les membres d'ASTRAP disponibles à un pot de départ. Lorsque nous rejoignons le terrain d'observation, il y a déjà beaucoup de monde. Comme nous le faisons régulièrement à Meudon, nous ne pouvons

Le T1m de Meudon

Mission : Jupiter

Cette année, nous avons l'intention de faire des sorties pour observer avec des télescopes de grand diamètre. J'ai donc contacté l'observatoire de Buthiers qui dispose d'un télescope de 60cm pour organiser une soirée d'observation. Il m'est venue l'idée d'en faire autant avec Meudon, qui dispose également d'un instrument de 60cm, puisque nous connaissons un des astronomes de l'observatoire, Nicolas Biver, qui fait régulièrement appel à nous pour participer aux grands rassemblements de l'année : « les nuits des planètes », « la fête du Soleil » ou « les nuits galiléennes » qui se sont maintenant transformées en « jour de la nuit ». C'est Nicolas qui m'a de suite répondu par l'affirmative mais à condition d'utiliser le télescope avant que les étudiants en astronomie ne commencent à s'en servir pour leurs travaux pratiques. C'est donc à Meudon que nous avons fait notre première sortie. Dans l'intervalle, Nicolas m'annonce que le T60 (télescope de 60cm) n'est actuellement plus disponible car le miroir vient d'être démonté pour être réalumi-

né ; il me propose en échange une soirée sur le télescope de 1m ! Nous nous sommes mis d'accord sur deux dates : mercredi 1^{er} ou jeudi 2 septembre. Les mails ont fusé sur notre liste du club, et mon forfait téléphone à grillé pendant ces deux jours car à cause de la météo nous avons longuement hésité pour nous rendre à Meudon. C'est finalement jeudi que nous nous sommes donnés rendez-vous à l'entrée de l'observatoire. L'heure du rendez-vous était fixée à 22h, et lorsque Nicolas arrive à l'entrée, notre petit groupe (David, Sébastien, Philippe, Gilles, Michel, Jean-Claude et moi) le suit en convoi jusqu'à la coupole du T1m. Le ciel est couvert par une bonne couche de cirrus qui ne laissent que péniblement voir les étoiles les plus brillantes ; la soirée s'annonce mal mais Nicolas nous propose au moins de découvrir le télescope et son maniement. Au pied du télescope nous cantonnons un ordinateur au suivi de l'image satellite météo et nous constatons que les nuages ne sont que passagers et qu'une



La coupole de la grande lunette et Jupiter (en haut à droite)

qui est plus qu'exagéré... La turbulence est sensible mais pas trop forte, et avec les heures qui passent les détails sont de plus en plus discernables sur le disque extrêmement brillant de la planète. La tache rouge est bien visible, surtout que la bande équatoriale sud dans laquelle elle se trouve, n'a toujours pas retrouvé sa couleur orange. Nos essais avec les webcam confirment nos craintes, avec la PL1 (format 1280 x 1024), Jupiter entre tout juste dans l'écran, et avec la

nette amélioration est attendue par la suite. Nous en profitons pour découvrir le « monstre » : 1m de diamètre et 22m de focale ! Là, une question nous traverse de suite l'esprit : avec une telle focale, serons-nous obligés de faire une mosaïque pour avoir Jupiter en entier ? Le ciel se dégage peu à peu, les cirrus sont de moins en moins épais et Jupiter commence à devenir bien visible au dessus de l'horizon près de la coupole de la

grande lunette. Nous dirigeons le télescope vers la planète. Nous utilisons un oculaire de 65mm (je ne savais même pas que ça existait !) qui, avec ce télescope, offre un grossissement de 340. J'ai amené avec moi des oculaires, mais le 17mm que je comptais utiliser grossirait 1300 fois, ce

PL10 dont le format est légèrement plus petit, nous ne pouvons en voir qu'une partie. Par contre avec une telle focale, même au foyer, les détails sont démesurément grossis (complètement suréchantillonnés pour les érudits), il est difficile de faire la mise au point. La technique est la suivante : une personne au porte-oculaire pour le réglage, les autres à 3 ou 4 mètres de l'écran de l'or-



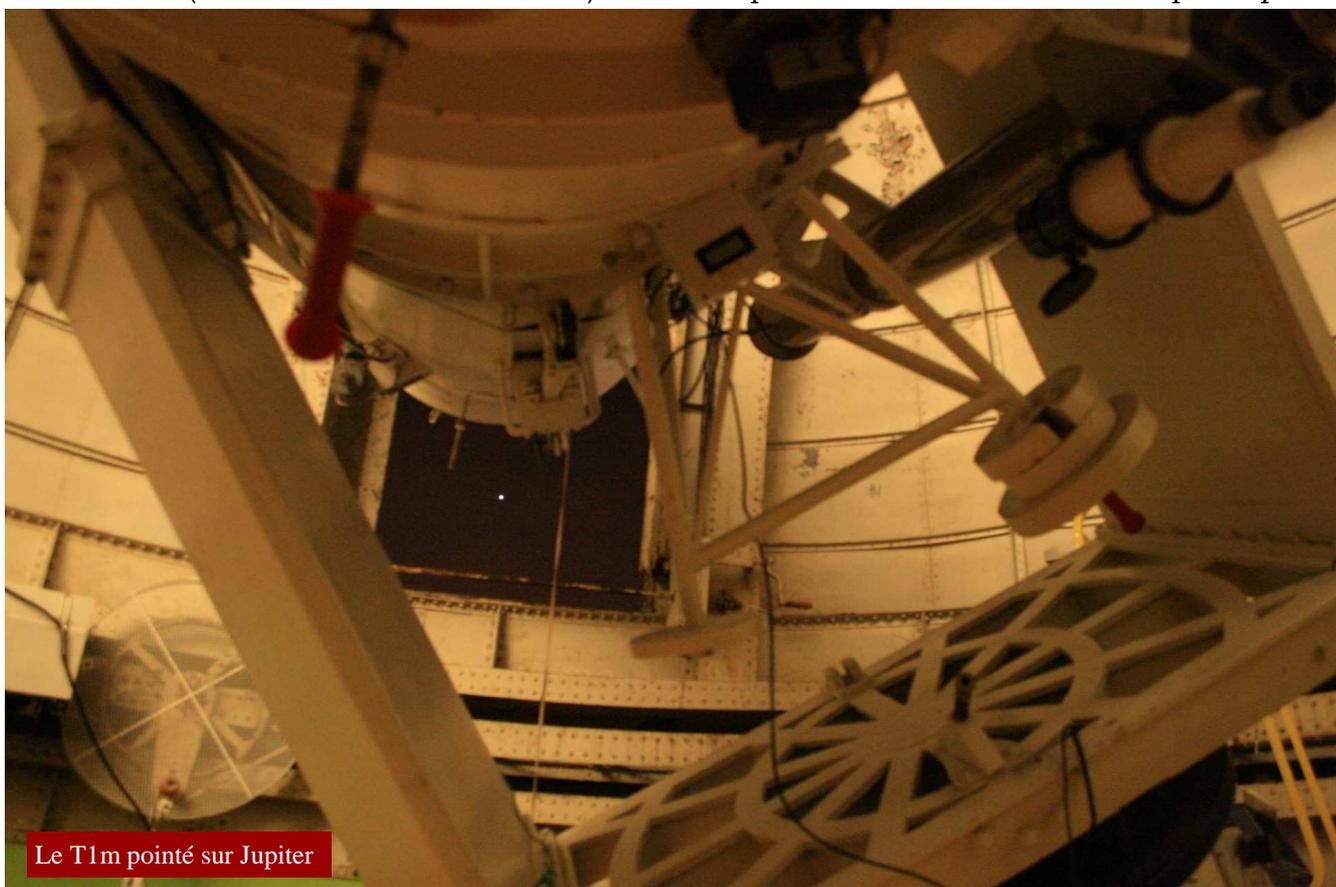
David aux commandes du télescope pour pointer sur Jupiter



Jupiter avec la PL1, la planète occupe tout l'écran !

dinateur pour apprécier la qualité de l'image. Nous faisons quelques films ; la nouvelle webcam PL10 est réellement plus contrastée que la PL1 mais ni l'une ni l'autre ne produisent un film de qualité (Registax a toutes les peines du monde à réaliser les traitements). Par la suite, pour avoir une image plus petite et plus contrastée, nous utilisons par la suite une des lunettes qui servent de chercheur pour le T1m (celle de 16cm de diamètre). Et

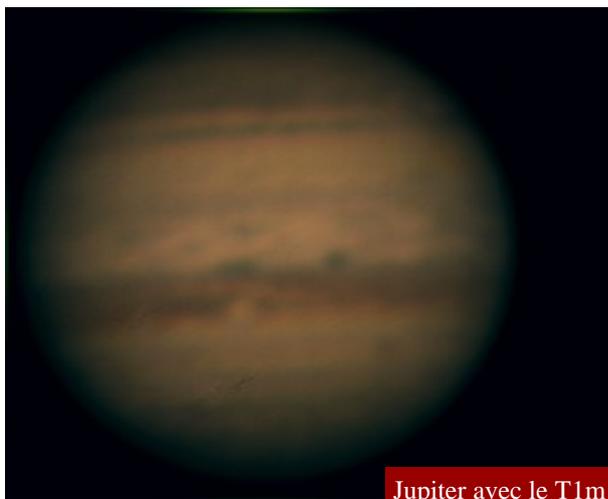
pour finir notre soirée, nous dirigeons le télescope vers Uranus qui se trouve en ce moment près de Jupiter (les deux planètes sont d'ailleurs visibles en même temps dans le champ d'un chercheur 8x50). Le disque de la planète est évident et nous devinons même les trois satellites les plus brillants : Ariel, Titania et Obéron dont les magnitudes s'échelonnent entre 14,4 et 14,7 ! Avec son appareil numérique, Nicolas nous montre ses dernières photos, avec un appareil numérique, de Jupiter (visiblement la soirée du 20 août a offert un ciel sans turbulences : les images sont magnifiques) et aussi ses résultats photographiques de la station spatiale internationale ISS. On voit distinctement les différents éléments de la station et les panneaux solaires. Avec Sébastien nous avons commencé ce genre de défi, mais notre première séance n'a pas été concluante : nos temps de poses



Le T1m pointé sur Jupiter



Jean-Claude observe Uranus



Jupiter avec le T1m

étaient trop longs, les images sont saturées. Il faut, comme Nicolas, régler l'appareil sur $1/1000^e$ de seconde. A notre sortie de la coupole, Sébastien récupère son appareil photo qui, pendant que nous observions à l'intérieur, prenait des photos de la rotation des étoiles autour du pôle céleste avec en fond la coupole du T1m, un film sympa en perspective...

Notre soirée s'achève vers 2h20 : tout le monde rentre chez soi, et la journée de vendredi va être dure pour certains d'entre nous, mais nous sommes prêts à revenir pour une nouvelle nuit d'observation avec le T60 et sa nouvelle aluminure.



Ganymède, Europe et Jupiter avec la lunette de 16 cm



On peut même observer à plusieurs en même temps, le T1m et la lunette de 16 cm

Galerie

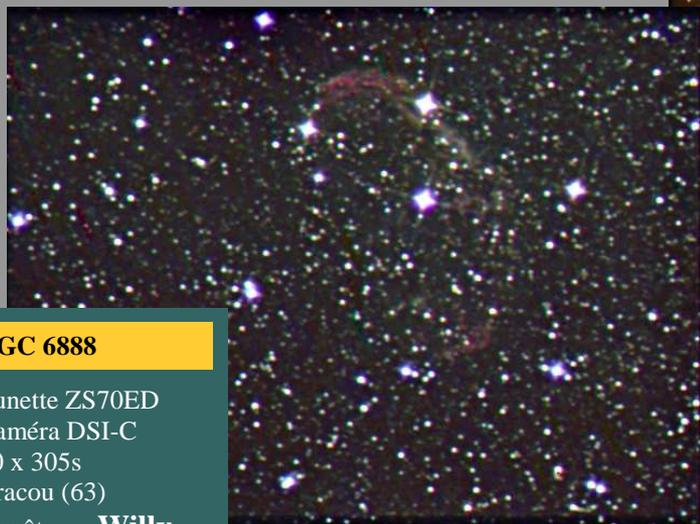


M8, la Lagune

Lunette ZS70ED
Caméra DSI-C
70 x 15s
Bracou (63)
4 août **Willy**

M16

Lunette ZS70ED
Caméra DSI-C
50 x 30s
Bracou (63)
7 août **Willy**



NGC 6888

Lunette ZS70ED
Caméra DSI-C
70 x 305s
Bracou (63)
7 août **Willy**



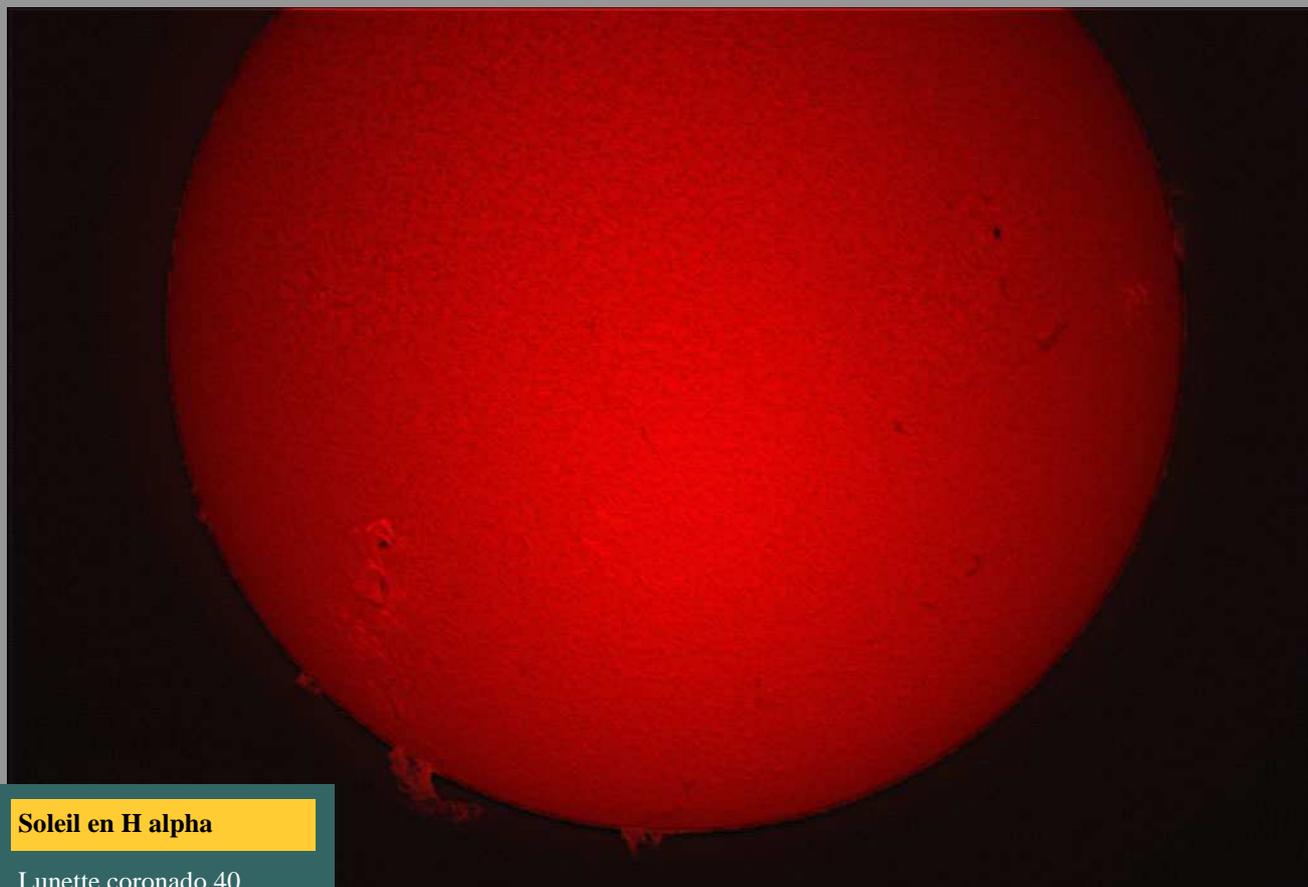
M16

C14 + CCD CP8
Trichromie SHO
10 x 45 s chaque filtre
Bonville (28)

18 juillet

Lionel

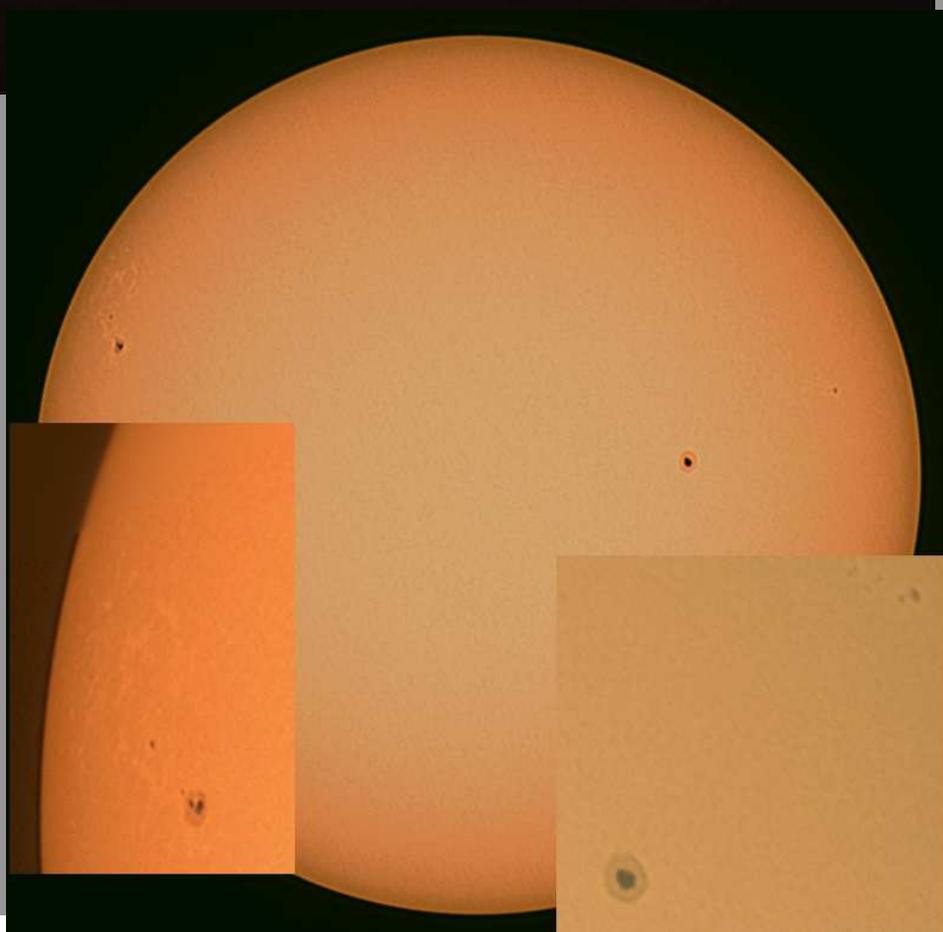




Soleil en H alpha

Lunette coronado 40
Caméra PL 10
Bracou (63)

6 août
Sébastien et Lionel



Soleil en visible

Lunette ZS70ED
Caméra Orion 4SIII

Bracou (63)

5 août **Willy**

Jupiter

C14 + PL1C
Bracou (63)

4 août **Lionel**



Jupiter

C6 + PL1C
Bracou (63)

6 août **Philippe**



Jupiter

C8 + barlow 2,4
caméra Orion 4SIII
Plouzané (29)

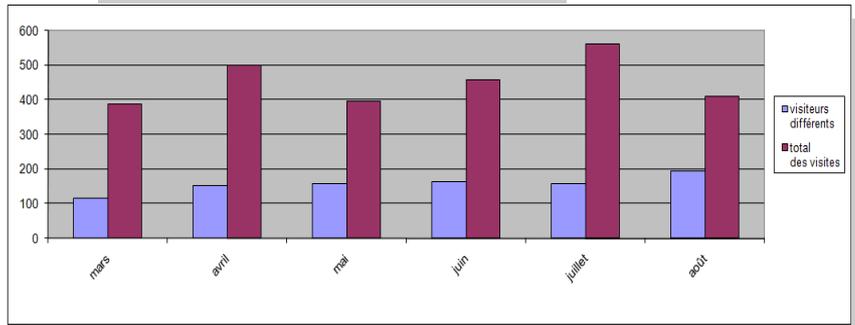
5 septembre **Willy**



**Albireo78
saison 2010-2011**



Fréquentation du site



Sortie du n°53 : décembre 2010

