

L'ALBIREOSCOPE

www.albireo78.com



**Copernic
et sa
révolution**

Michel

SOMMAIRE

I DOSSIER

Copernic et sa révolution

- | | | |
|--|-------------------|--------------------------------|
| 18 AL78 | PetaWatts | 30 WinJupos : la
dérotation |
| 20 C'est arrivé ce jour-là...
les anniversaires
de février | 35 Mots croisés | |
| 26 L'éclipse de Soleil
du 14 novembre | 36 Galerie photos | |

Nous devons
apprendre en
étudiant la
nature...

Seuls l'art
et la science
perdurent.

En mai 1543, l'astronome polonais **Nicolas Copernic** reçoit sur son lit de mort la première édition d'un ouvrage qui traite d'un sujet sur lequel il a travaillé toute sa vie. Les révolutions des sphères terrestres ; dans ce livre, Copernic postule que le Soleil est au centre de l'univers et que la



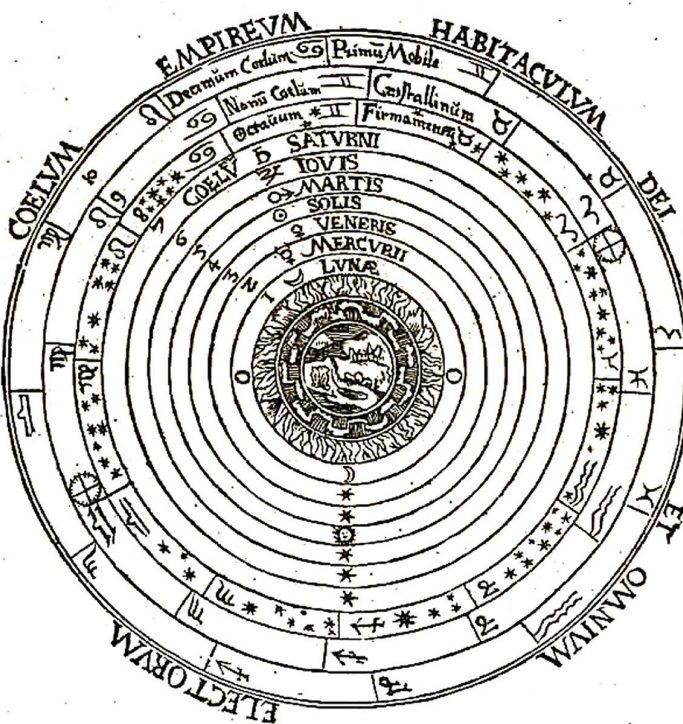
hommes pensaient qu'ils vivaient sur une plateforme stable, et que les étoiles et le ciel tournaient au-dessus d'eux. Et soudain, un scientifique déclare que c'est faux, qu'en réalité on vit sur un petit rocher qui tourne autour d'une immense étoile de feu et de flammes. Au cours des siècles qui suivent, l'hypothèse de Copernic révolutionne la façon de considérer l'univers. C'est le début de



Pour Copernic, le Soleil est au centre



Terre est une planète qui orbite autour de lui. Cette idée est très controversée à l'époque car elle contredit l'image du monde qui prévaut alors. Depuis 2000 ans, l'humanité croit à la vision du philosophe grec Aristote pour qui la Terre est le centre immuable de l'univers. Les

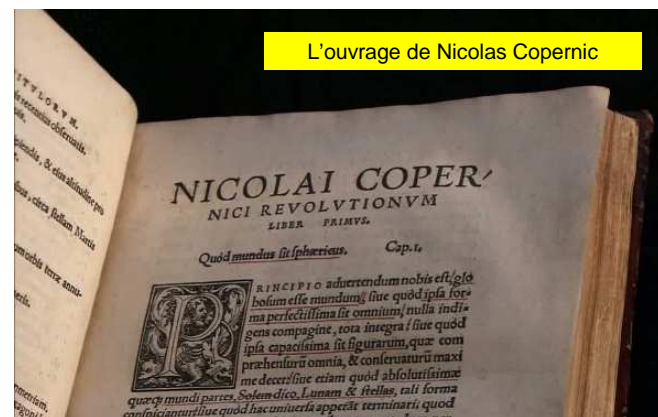


Terre, centre immuable de l'univers selon Aristote



Portrait de Tycho Brahé

la science moderne et d'une bataille farouche et interminable avec l'Eglise, une bataille qui dure encore. Au Danemark, un jeune de la haute noblesse est passionné par la lecture de l'ouvrage de Copernic ; il s'appelle **Tycho Brahé** et il décide aussitôt de consacrer sa vie à l'astronomie. En

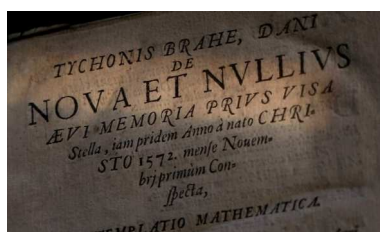


L'ouvrage de Nicolas Copernic

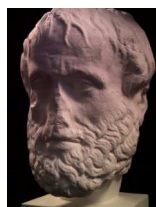
1572, Tycho Brahé observe un phénomène qui contredit formellement la cosmologie d'Aristote. C'était au mois de novembre, au Danemark, une région très septentrionale ; le



Cassiopee : Stella Nova



ciel était déjà sombre et en observant les étoiles, il a remarqué à la base de la voûte céleste une étoile très brillante. Il a demandé à des passants s'ils la voyaient aussi, tellement cela lui paraissait incroyable. Ensuite, il a demandé à un artisan de lui fabriquer un tout nouvel instrument pour observer cette étoile. Tycho Brahé émet l'hypothèse que le phénomène qu'il vient d'observer dans la constellation de Cassiopee est la naissance d'une étoile ; il parle du plus grand miracle depuis la création de la Terre. Comment était-ce possible puisque le ciel était supposé ne jamais changer ? Le philosophe grec Aristote avait dit des siècles auparavant qu'aucun changement ne se produisait dans le ciel. Dans la cosmologie d'Aristote, la Terre et le Ciel sont deux mondes totalement séparés. Le concept primordial de la cosmologie médiévale est de faire une séparation radicale entre ce qui se passe sur terre et ce qui se passe dans le ciel. La Terre était considérée comme le monde du changement, de la vie et de la mort, alors que le Ciel, qui comprenait les planètes et les étoiles était un monde parfait et fini. Le



Aristote



Ciel était l'éternité, et la Terre, le royaume de l'évolution. L'Église a adopté la vision d'Aristote puisqu'elle établit une distinction nette entre le Créa-

teur et sa création ; le Ciel est un monde parfait où réside la présence divine, le monde terrestre est dévolu à l'être humain soumis à la tentation. L'Europe du Nord est majoritairement protestante mais aussi



plus ouverte au Savoir, à la Science. Le roi du Danemark, Frédéric II, s'intéresse vivement à la découverte par Tycho Brahé de la Stella Nova, la nouvelle étoile. Convaincu que l'astronome peut apporter la gloire à son pays, le roi lui offre la petite île de Ven (Hven) située dans le détroit qui sépare le Danemark



Frédéric II



Ile de Ven entre Danemark et Suède

de la Suède. Tycho Brahé décide de répertorier toutes les étoiles et les planètes visibles à l'aide d'observations précises ; son but est de vérifier si Copernic avait raison. Ce jeune homme enthousiaste vient de la haute noblesse, et il est possédé une très forte volonté, a l'habitude d'assumer de fortes responsabilités et de commander. Il utilise donc ses aptitudes

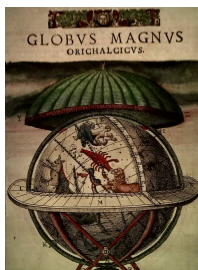


dans l'intérêt de la science. Sur l'île de Ven, Tycho Brahé fait construire Uraniborg, le palais de dieux, un observatoire qui sera la première faculté de recherche en Europe. Tycho Brahé invite des collègues expérimentés de toute l'Europe pour effectuer jour après jour la cartographie du ciel. Il reporte sur un

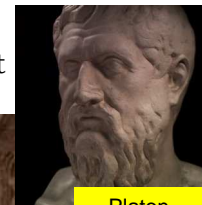


Uraniborg

globe géant la position exacte de plus de 1000 étoiles et consigne minutieusement sur écrit ses observations. Les tables de position des étoiles et des planètes étaient vieilles de plus de 2000 ans. Personne n'avait jamais songé à effectuer une nouvelle observation des étoiles. Tycho Brahé a été le premier en 2000 ans. Sur le pignon d'Uraniborg, Tycho Brahé exprime une nouvelle hypothèse selon laquelle la Terre et le ciel ne sont pas deux mondes séparés mais un tout. En regardant en haut, je regarde en bas et en regardant en bas, je regarde en haut. Tycho Bra-



hé s'inspire des idées du philosophe grec Platon qui concurrencent celles d'Aristote durant la Renaissance. Platon avait affirmé que l'univers était un tout, dans lequel le divin était



Platon



omniprésent, dans le ciel et sur Terre. La vision de Platon a convaincu Tycho Brahé qu'il y avait un esprit divin dans la nature et que les scientifiques pouvaient découvrir cet esprit naturel divin, et dans un sens, comprendre le divin à travers l'étude de la création. Et pour trouver l'esprit divin, Tycho Brahé installe dans les caves d'Uraniborg un atelier d'alchimie pour procéder à des expériences.

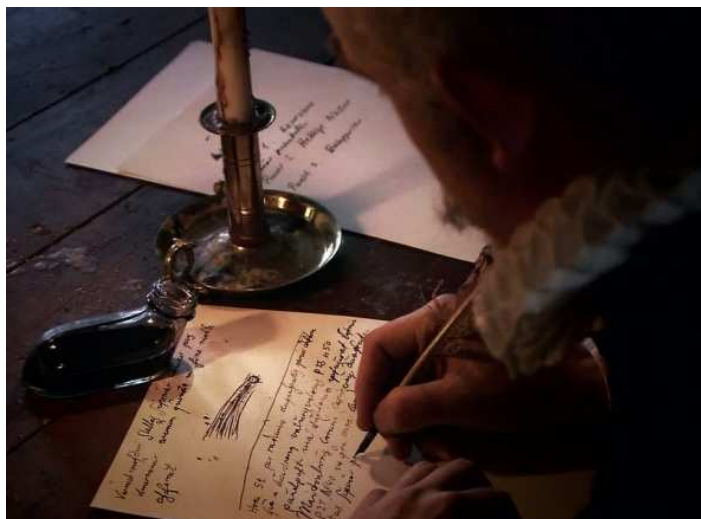


Les alchimistes sont convaincus que les planètes, les métaux de la Terre et les organes humains sont unis par des liens magiques. Tycho Brahé fabrique des remèdes contenant du mercure car ce métal est lié aux poumons et à la planète Mercure.



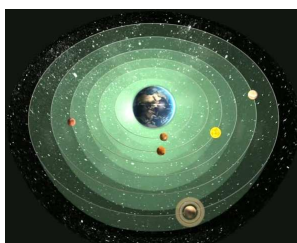
L'Eglise, quant à elle, abhorre l'alchimie. Pour elle, c'est pure hérésie que d'affirmer que Dieu puisse être dans la nature terrestre. Tycho Brahé a déclaré : « je n'écrirai rien sur la chimie, vous devez venir me voir pour en parler » ; c'est secret, car elle est beaucoup trop dangereuse. En se prêtant à l'exercice de l'alchimie, Tycho Brahé défie l'Eglise. En outre, ses observations astronomiques s'opposent de plus en plus à la vision aristo-

télienne du monde. Un soir de 1577, Tycho Brahé a la chance d'assister à un autre évé-

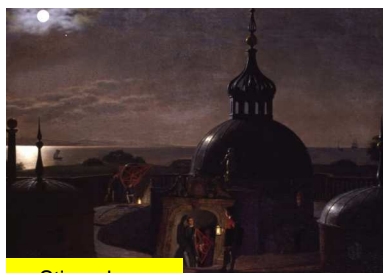


ment qui fera date. Ce n'était pas une simple comète, mais la plus grande jamais apparue dans le ciel, sa queue était immense et s'étirait sur un tiers du firmament et Tycho Brahé était tout excité de trouver un nouveau changement dans le ciel. La comète passe dans un ciel supposé immuable et au-delà de la lune, là où aucune comète n'est sensée devoir évoluer car c'est le domaine des sphères de cristal.

Selon Aristote, les planètes et les étoiles sont maintenues en place par des sphères cristallines dont la matière transparente et impénétrable emprisonne les astres.



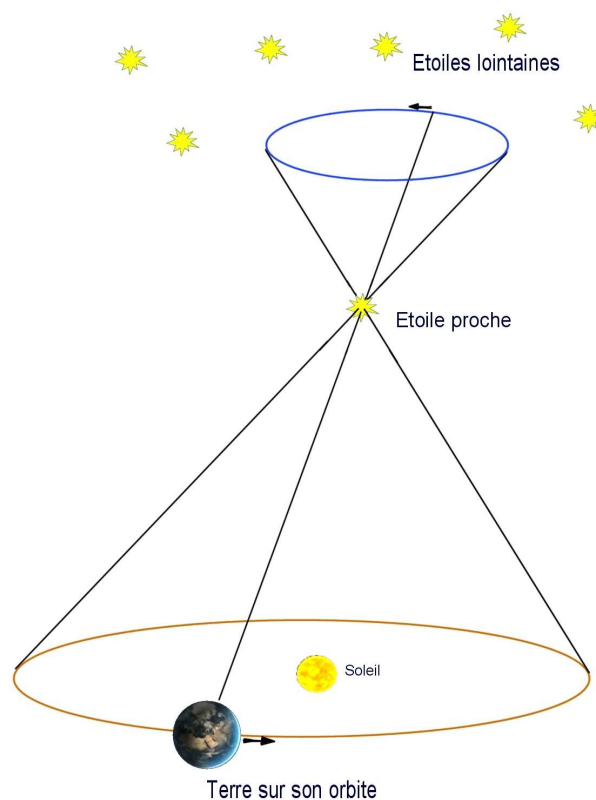
Tycho Brahé a rejeté en bloc l'idée d'un univers structuré comme un oignon ; selon lui, Aristote, Ptolémée et les anciens grecs avaient tort en prétendant que les astres étaient maintenus par des sphères solides, et il a même ajouté que l'espace n'est que de l'espace. La comète conforte Tycho Brahé : Copernic a vu juste. Et il veut



Stjerneborg

confirmer le phénomène en faisant des observations encore plus précises et fait construire un nouvel observatoire qu'il appelle Stjerneborg, « le palais des étoiles ». Pour démontrer

que la Terre orbite autour du Soleil, il utilise la méthode de la parallaxe qui consiste à calculer l'angle formé par deux droites tirées depuis le corps observé vers deux points d'observation. La position d'une étoile mesurée à six mois d'intervalle devrait permettre d'observer si une étoile a bougé, ne fut-ce que d'une fraction. Pendant des années, Tycho Brahé et ses assistants observent la position de Mars et des étoiles mais se rendent à l'évidence qu'ils échouent à démontrer que la Terre est un objet en mouvement. Tycho Brahé ignorait que l'échelle des distances planétaires était vingt fois supérieure à ce qu'on pensait à ce moment là ; si les distan-

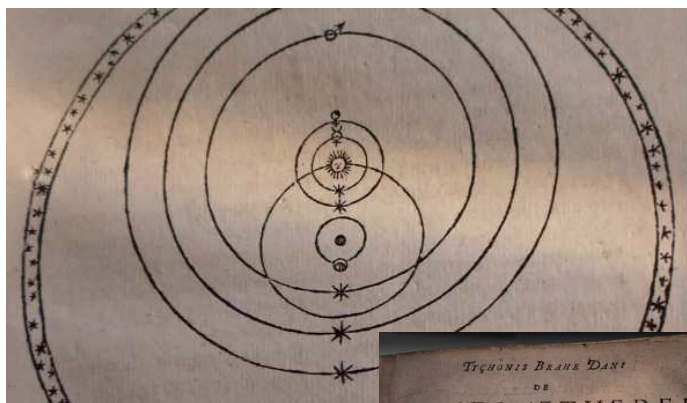


La parallaxe stellaire : preuve du mouvement de la Terre.

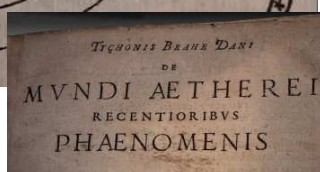
Avec le mouvement de rotation de la terre autour du soleil, une étoile proche semble se déplacer par rapport aux étoiles lointaines. Un phénomène qui existe bien mais qui est inférieur à la seconde d'arc. Il faudra attendre le 19ème siècle pour que les instruments aient la précision requise pour cette mesure.

ces avaient été aussi réduites que ce qu'on pensait à l'époque, il aurait réussi. En se fondant sur les mesures qu'il a effectuées, Tycho Brahé tire la conclusion décevante que la Terre n'est pas en mouvement et il décrit donc sa vision de l'univers dans un ouvrage qui est un compromis entre la théo-

rie ancienne et la théorie nouvelle. La Terre est bien le centre de l'univers autour duquel tourne la Lune et le Soleil mais les autres



planètes tournent autour du Soleil comme l'a postulé Copernic. Tycho Brahé insiste sur le fait que sa théorie du Cosmos est complètement en accord avec la Bible. Tycho Brahé se



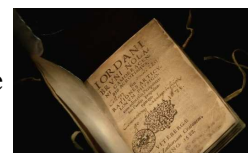
référait à la Bible qui dit que la Terre ne bouge pas ; il a pris cela au pied de la lettre et utilisé ces arguments bibliques pour défendre sa nouvelle théorie par rapport au système de Copernic. Au cours de la Renaissance, l'Eglise catholique se scinde en deux : d'un côté les protestants et de l'autre, les catholiques ro-



main. Les deux courants se livrent une bataille farouche pour attirer les fidèles et l'hostilité ne cesse de grandir entre eux mais, ensemble, ils s'inquiètent de voir que la parole de Dieu est de plus en plus remise en question par le monde scientifique qui émerge.

A Rome, le Vatican, surveille attentivement un autre perturbateur : l'imminent philosophe Giordano Bruno. Bruno est un fervent admirateur de Copernic et il sillonne l'Europe pour faire connaître la nouvelle vision de l'univers. Bruno déclare :

« Nous avons établi que c'est la Terre qui tourne autour du Soleil ; il faut oublier l'idée selon laquelle notre Terre est unique et le centre de tout ». Dans son livre : « l'infini, l'univers et les mondes » qu'il envoie avec une dédicace à Tycho Brahé, il postule que l'univers est infini et comprend une multitude de Terres et de



Soleils ; il émet même l'hypothèse que les étoiles ne sont sans doute pas rattachées à l'enveloppe extrême de l'univers mais



Giordano Bruno expose ses idées

qu'elles sont éparpillées et qu'elles évoluent librement dans un espace qui semble infini. Ces idées étaient complètement en opposition à celles admises par la philosophie et la religion à l'époque. En 1592, les juges de l'Inquisition accusent Giordano Bruno d'hérésie et le font emprisonner dans le Castel Don Angelo. Au Danemark, le roi Frédéric II, mécène de Tycho Brahé décède. Le jeune Christian IV accède au trône et met fin à cette époque d'ouverture d'esprit et de tolérance. Le nouveau roi et son conseil d'état sont luthériens et adhèrent



Christian IV

aux idées scientifiques de Martin Luther et Luther a dit de Copernic : « C'est un fou qui veut bouleverser l'astronomie ». Ces nouveaux ortho-



Luther

doxes luthériens étaient bien plus stricts sur la religion ; ils se distançaient de la philosophie naturelle et des sciences. En 1597, le conseil d'état du roi Christian IV annule le financement des activités de Tycho Brahé, et lance une procédure contre le pasteur de l'île de Ven. Ce dernier est accusé d'avoir permis à Tycho Brahé de vivre en union libre avec son ami. Une des manières de s'en prendre à Tycho Brahé était de s'attaquer à son pasteur parce qu'il était impensable que le pasteur de l'île sermonne Tycho Brahé, puisque ce dernier était le maître de l'île. Le pasteur est privé de son revenu et le conseil d'état ordonne à Tycho Brahé de mettre fin à ses travaux d'alchimie et d'astronomie. Tycho Brahé réalise qu'il est en disgrâce au Danemark et se voit

contraint de quitter le pays avec sa famille et ses assistants. Son observatoire avait reçu la visite de rois, des savants de toute l'Europe étaient venus le voir sur son île, il était le personnage le plus célèbre au Danemark. Dans un poème d'adieu Tycho Brahé écrit :

« Danemark, que me reproché-tu ? J'ai écrit ton nom dans les étoiles scintillantes... » et il termine le poème de la façon suivante :

« ...nous sommes les citoyens du monde, n'importe qui défendant notre travail sera une terre d'accueil pour nous ». A Rome, cela fait huit

ans que Giordano Bruno croupit en prison parce qu'il refuse de revenir sur sa décision d'un univers infini. Il se rend même coupable d'une suprême offense à l'égard de l'Eglise en déclarant avec insistance que « la nature est comme une ombre du divin ».

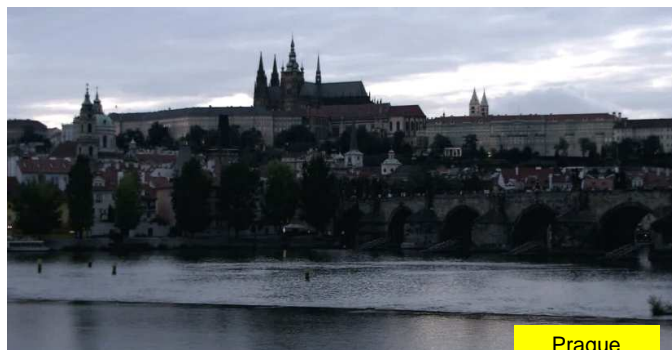
Il niait en quelque sorte la transcendance de Dieu. Tout en étant présent dans l'univers, Dieu est principalement le créateur de l'univers et à l'écart de l'univers. Giordano remettait en question le principe de la séparation de Dieu et de l'univers et c'est pour cela qu'il a été condamné. Les juges de l'inquisition instruisent un procès contre Bruno et il est présidé par le cardinal Bellarmin surnommé le

marteau des hérétiques. Le 17 février 1600, après une séance de torture atroce, Giordano Bruno est conduit au Campo di Fiori à Rome ; il est attaché sur le bûcher et brûlé vif. En



Bellarmin

1599, après des années d'exil, Tycho Brahé arrive à Prague au royaume de l'empereur



Prague

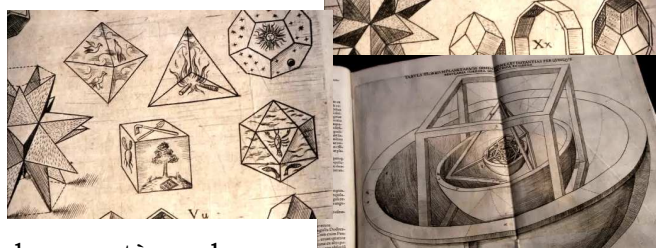
Rodolphe II et y trouve l'ouverture d'esprit et la tolérance nécessaire à la reprise de ses travaux. Là bas, Tycho Brahé fait la connaissance de Johannes Kepler, un jeune mathématicien très prometteur. Ce



Kepler

dernier a fuit l'Autriche où catholiques et protestants s'affrontent âprement. Comme Tycho Brahé, Johannes Kepler est fasciné par Platon et son hypothèse d'un lien entre le terrestre et le divin.

Il recherche un ordre divin mathématique dans la nature, à travers



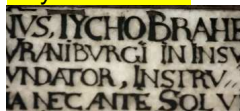
les mystères des nombres. Kepler relie les formes parfaites de Platon aux nombres de planètes et il émet aussi l'hypothèse que le système planétaire est composé de notes de musique, chaque



planète ayant une gamme propre. C'était une idée complètement farfelue mais qui impressionnait grandement Tycho Brahé. En conséquence, il a proposé à Kepler de devenir son assistant ; il deviendra même son assistant le



Tycho Brahé



plus intime mais leur collaboration ne durera pas longtemps. Tycho Brahé tombe gravement malade ; il essaye de se soigner en prenant un remède à base de mercure qu'il concocte lui-même. Tycho Brahé s'éteint le 24 octobre 1601. Ses découvertes scientifiques sont glorifiées dans l'épitaphe de sa tombe. Les observations astronomiques, les

travaux de Tycho Brahé ont permis d'augmenter de manière considérable les connaissances disponibles à l'époque mais il n'a pas achevé l'analyse de l'immense quantité de données accumulées pendant 20 ans. Johannes Kepler « hérite » de toutes les archives de



l'astronome danois. Kepler continue de chercher un



ordre divin mathématique et ses recherches le conduisent à faire

une découverte stupéfiante : les nombreuses mesures de l'orbite de Mars effectuées par Tycho Brahé révèlent qu'elles sont en contradiction avec la théorie d'Aristote des cercles parfaits. Plus étrange encore, il apparaît que la planète Mars tourne parfois sur elle-même. Kepler



Orbite rétrograde apparente de Mars

sait que les astronomes grecs ont émis un certain nombre d'hypothèses étranges afin de préserver leurs cercles parfaits en faisant faire aux planètes de petits mouvements circulaires sur eux-mêmes et repoussaient ainsi la Terre du centre parfait. Les théories des anciens grecs

vont ainsi inspirer à Kepler une découverte majeure. Il a utilisé ce qu'il a appelé la loi des aires. Pour que cette loi fonctionne, il avait besoin d'une orbite qui soit un peu écrasée et il a découvert que la seule figure géométrique qui permettait de l'obtenir était une ellipse.

Que peut venir faire une ellipse dans l'espace ? Ce n'est pas de gaieté de cœur qu'il accepte ce résultat : il doit sacrifier la beauté formelle des polyèdres et la perfection des trajectoires circulaires. Impossible de faire autrement, les mesures sont là et l'imposent mais Kepler dira regretter d'introduire « une charretée de fumier dans le système du monde ».

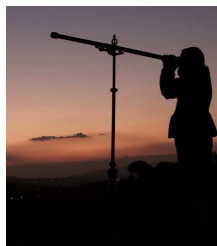
En 1609, Kepler décrit sa nouvelle vision du monde basée sur trois lois mathématiques. Selon la première loi de Kepler, les planètes orbitent autour du Soleil comme le postulait Copernic mais en forme d'ellipse. La seconde loi postule que les planètes accélèrent en s'approchant du Soleil et ralentissent en s'éloignant de lui. Et selon la troisième loi, les planètes extérieures orbitent plus lentement que les planètes intérieures. Dans son livre, que Kepler dédie à l'empereur Rodolphe, une illustration symbolise la révolution que subie l'astronomie : l'aigle impérial fait pleuvoir des pièces d'or sur le temple de l'astronomie. Le temple surmonte un



socle où sont représentées les observations faites sur l'île de Ven, ainsi qu'une illustration des durs travaux fournis par Kepler, et la légende : la guerre contre Mars. L'établissement de l'orbite en forme d'ellipse a été une dé-



couverte majeure de Kepler. A l'époque où Kepler fait cette percée capitale à Prague, c'est en Italie que l'astronome Galilée travaille à une nouvelle invention. Galilée n'a pas été le premier à regarder dans une lunette, mais il a été le premier à évaluer l'importance de ce qu'il voyait dans le ciel à travers celle-ci. Galilée correspond avec Kepler et, dans une de ses lettres, il écrit : « les professeurs de l'université refusent de regarder dans la lunette alors que j'ai insisté mille fois pour qu'ils le fassent, je voudrais que vous soyez là pour que l'on puisse en rire ensemble ». A travers sa lunette, Galilée observe des choses que Tycho Brahé n'a jamais pu voir. Il constate que la Voie Lactée n'est pas constituée de poussières scintillantes mais d'une infinité d'étoi-



sions de Galilée confirment la vision du monde de Copernic. Le pape a dit : « il s'agit d'un imminent scientifique, ses publications sur ses observations télescopiques sont connues dans le monde entier. Nous n'allons donc pas le condamner comme ça ! ». En 1616, Galilée est convoqué par le cardinal Bellarmin, qui a envoyé Giordano Bruno au bûcher.



Appartements du pape à Rome

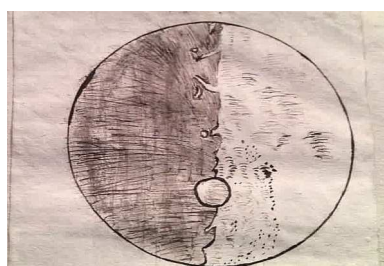
Dans cette conversation, Bellarmin a dit à Galilée : « le pape aimerait que vous ne souteniez pas publiquement les thèses de Copernic » ; le tribunal de l'Inquisition décide en parallèle d'interdire l'ouvrage de Copernic qui est ajouté à la liste des livres proscrits. L'Eglise conteste le « copernicanisme » sur deux points :

1. ce système était philosophiquement faux puisqu'il contredisait Aristote.
2. Il était hérétique parce qu'il contredisait les écritures saintes.

Et sur ces deux points, nous savons que l'Eglise s'est fourvoyée. Le « copernicanisme » ne contredisait pas les écritures et comme Aristote avait tort, si cela contredisait ces théories, c'est que Copernic pouvait avoir raison. Malgré la mise en garde du cardinal Bellarmin en 1632, Galilée a l'audace d'écrire « dialogue sur les deux grands systèmes du monde », qui oppose un adepte de Coper-



nic et un admirateur de la vision aristotélicienne du monde qu'il surnomme Simpli-



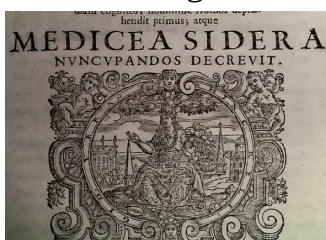
Hæc eadem macula ante secundam quadraturam nigrioribus quibusdam terminis circumallata conspicitur; qui tanquam altissima montium iuga ex parte Soli aucterla obscuriores apparent, quæ verò Solem re-

les. Il remarque aussi que la Lune n'est pas une sphère parfaite comme on le croyait jusque là mais que sa surface est inégale, il y a des montagnes et des vallées. En janvier 1610, Galilée fait une découverte stupéfiante : il découvre quatre lunes en orbite autour de Jupiter. Galilée comprend qu'il y a dans l'univers d'autres centres que la planète Terre. Il y avait un autre centre de mouvement dans l'univers qui contredisait la théorie qui



Jupiter et ses lunes

voulait que tout tourne autour de la Terre et cela remettait en question tout l'enseignement d'Aristote. Galilée publie ses découverte sur l'espace dans son ouvrage : « le messager des étoiles ». Le pape est profondément irrité en apprenant que les conclu-



cius. Galilée était un homme très intelligent, très satyrique, et très buté. Il fait dire à Simplicius (qu'on peut aisément traduire par simplet) les mots prononcés par le pape Urbain VIII.

Quand le pape en prend connaissance, sa fureur contre Galilée ne fait que grandir. A partir de là, Urbain VIII en a eu « ras le bol » de Galilée, comme on dirait aujourd'hui. Le tribunal de l'Inquisition accuse Galilée de répandre l'hérésie et lance une procédure contre lui. L'interrogatoire est resté très modéré jusqu'au moment où les interrogateurs ont senti que Galilée commençait à perdre le contrôle. Ils ont aussitôt changé de ton en lui disant : « vous de-



Urbain VIII



vez avouer que vous avez étudié, enseigné, et diffusé le copernicanisme alors que vous aviez l'interdiction de le faire ». Galilée est assigné en résidence, chez lui, à Florence, et contraint d'abjurer tout ce qu'il a affirmé. Selon la légende, à la fin de l'interrogatoire, Galilée aurait dit « et pourtant elle tourne ». La



guerre de 30 ans qui oppose les catholiques et les protestants a éclaté en 1618, l'Europe a

été ravagée, elle a été mise à feu et à sang par des hordes de mercenaires ; la guerre a fait huit millions de victimes. La guerre de



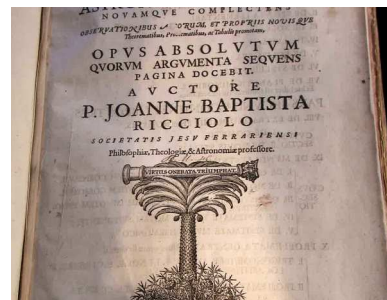
30 ans prend fin en 1648 et aucun des deux courants religieux n'a remporté la victoire et dans le traité

de paix qu'ils signent, ils promettent de se respecter mutuellement ; un esprit plus tolé-



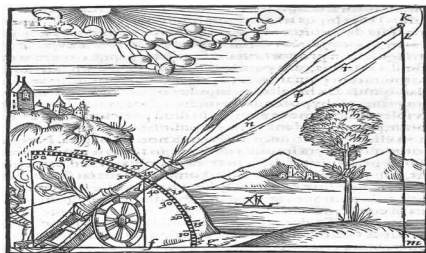
rant se répand à travers le continent. L'astronome catholique Giovanni Riccioli résume la situation : la vision aristotélécienne du monde est bannie.

Les protestants penchent pour le système copernicien alors les catholiques sont plus sensibles au compromis de Tycho Brahé. Galilée est toujours assigné à



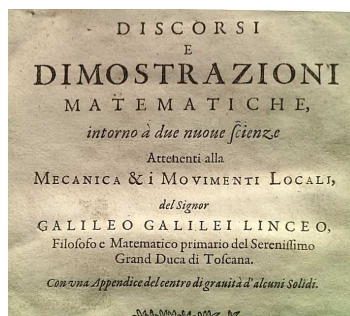
résidence dans sa villa florentine. Les juges de l'Inquisition lui ont interdit toute communication avec le monde extérieur et tous ceux qui viennent lui rendre visite sont strictement contrôlés mais il continue sans relâche ses recherches en astronomie. Maintenant que les sphères cristallines d'Aristote ont officiellement cessé d'exister, il veut absolument comprendre pourquoi les planètes bougent. Pensant trouver la réponse avec le mouvement des objets sur Terre, Galilée se met à étudier le comportement des boulets de canon. Il conclut que l'arc tracé par le

boulet de canon est fait de deux mouvements : un vers l'avant et un vers le bas. Galilée peut expliquer le mouvement



vers l'avant en appliquant la thèse révolutionnaire qu'il a découverte précédemment : selon son principe d'inertie, tout objet en mouvement qui n'est pas soumis à une force extérieure poursuit indéfiniment son mouvement de façon rectiligne. Si le boulet est contraint de retomber, c'est qu'il subit une influence, toutefois Galilée est incapable d'expliquer la cause du mouvement descendant.

Dans son livre, « discours sur deux nouvelles sciences » Galilée décrit sa thèse révolutionnaire du mouvement composé.



Mais Galilée s'éteint en 1642 sans avoir résolu l'énigme de la force qui fait retomber le



Newton

boulet sur terre. La même année, Isaac Newton vient au monde en Angleterre et deviendra professeur de mathématiques à Cambridge. Comme Galilée avant lui, Newton est décidé à trouver l'explication

du mouvement des planètes ; il ne cherche pas seulement la réponse dans la science mais aussi dans les idées occultes et religieuses qui le fascinent. Pour Newton, Dieu est en permanence dans les moindres aspects de l'univers et Dieu peut intervenir. Newton pensait que c'était Dieu qui envoyait ces comètes dont la queue était composée de matière végétative,

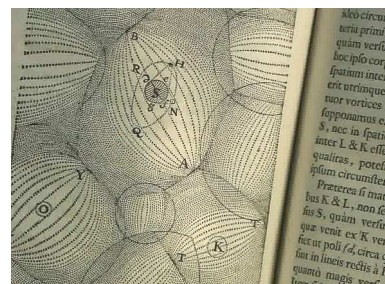


Descartes

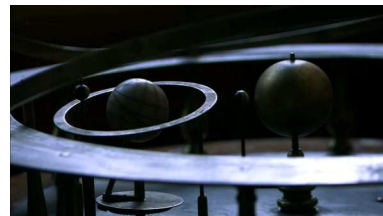
de matière vivante afin de renouveler les composantes des globes terrestres, de restaurer leur équilibre en quelque sorte. La quête de l'explication occulte va totalement à l'encontre de l'idée scientifique prévalente formulée par René

Descartes. La théorie des vortex du philoso-

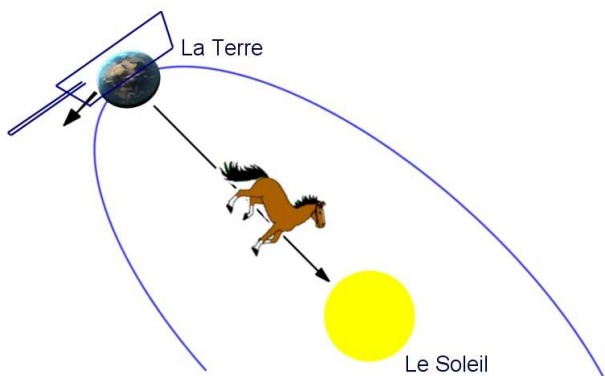
phe français offre une explication purement mécanique du mouvement des planètes. La plupart des ouvrages scientifiques que Newton a étudié à l'université comparaient les processus naturels à



des mécanismes. Ils décrivaient l'univers comme une machine faite de particules entrant en collision les unes avec les autres. Newton acceptait la plupart de ces descriptions mais elles lui posaient un problème sur le plan religieux car il n'y avait nulle preuve de l'intervention divine dans l'univers. Newton a donc essayé de concevoir une cosmologie où les objets pouvaient agir les uns sur les autres sans se percuter et c'est l'alchimie qui lui a permis de découvrir comment des corps peuvent agir à distance. Mais il y avait un second problème : quelle était la relation entre le comportement des corps sur Terre et le comportement des planètes. Pour Newton, la question est maintenant de savoir si une force occulte agit dans le ciel et sur la Terre et la réponse lui vient d'une façon inattendue. En 1655, pour fuir la peste qui fait rage, Newton retourne à Woolsthorpe, le hameau où il est né. La seule chose dont on soit sûr, c'est que Newton était assis près d'un pommier et on ignore ce que la pomme a fait, mais il était au pied de l'arbre. Newton a raconté l'histoire suivante : « j'étais assis dans mon jardin, j'ai vu une pomme tomber et une idée soudaine a jailli dans ma tête ; la force qui attire la pomme vers le sol est la même qui fait tourner la Terre autour du Soleil ». Sous le pommier, Newton découvre la gravité. Une idée géniale lui vient à l'esprit : il pense pouvoir expliquer le mouvement des planètes en combinant le principe d'inertie de Galilée avec la gravité qu'il vient de découvrir. Ce qu'il a pu affirmer, c'est que les planètes se déplacent en orbite fermée autour du Soleil du fait de



la combinaison d'une force centripète vers le Soleil appelée gravité et d'un mouvement inertiel et tangentiel à l'orbite. C'est la com-



Qu'est-ce qui fait tourner les systèmes du monde ?
Tous avaient buté sur le système d'attelage... Il ne faut pas accrocher l'attelage devant pour tirer ou derrière pour pousser mais sur le côté, perpendiculairement à la piste des planètes.

binaison des deux mouvements qui génère l'orbite. Newton a compris le secret du mouvement des planètes mais il ne divulgue sa découverte à personne. Newton rechignait à publier ses conclusions, c'était un homme très secret qui vivait reclus ; son mutisme est aussi lié à ses expériences alchimistes qu'il réalisait.

Mais la découverte de la cause du mouvement des planètes se répand sous la forme de rumeurs. Londres, hiver 1683-1684, les plus grands spécialistes en mathématiques et astronomie se

rencontrent dans un café pour discuter d'une des plus grandes énigmes de l'as-



tronomie : pourquoi les planètes bougent telles ? A Londres, l'astronome Edmond Halley rend visite au mathématicien à Cambridge et demande à Newton qu'elle est la force qui explique le mouvement des planètes et Newton lui a répondu : c'est une force inversement proportionnelle au carré de la distance entre les planètes et le



Halley

Soleil :

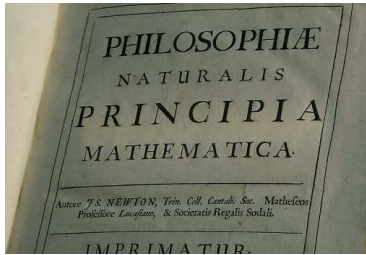
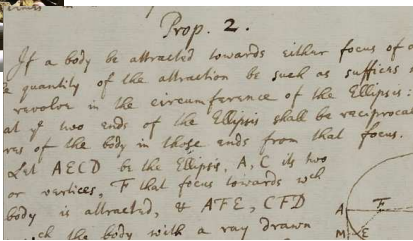
$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

Halley était stupéfait : c'était la réponse que tout le monde attendait. Halley a demandé à Newton de pouvoir lire la démonstration. Newton a répondu : « je ne la trouve pas mais je vous en enverrai une copie ». Sur l'insistance de Halley, Newton entame la tâche immense

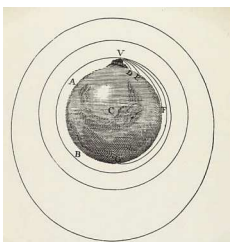


de formuler ses nouvelles théories et il décide de coucher sur papier les lois du mou-

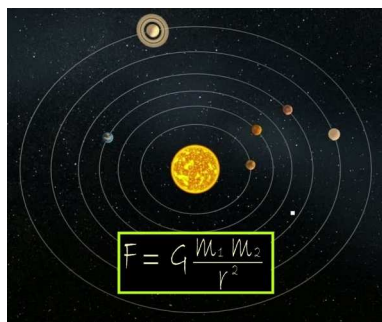
vement des planètes. Pendant deux ans et demi, Halley s'est obstiné à obtenir le maximum d'informations de Newton. Il arrivait que Halley arrache quasiment la feuille de papier que Newton venait de terminer et qu'il coure chez l'imprimeur pour effectuer la composition et le tirage sur presse. En 1687, Newton publie enfin son ouvrage : « principes mathématiques de philosophie naturelle » ; Newton y explique notamment la loi en carré inverse selon laquelle la force de gravité est inverse-



ment proportionnelle au carré de la distance entre deux objets. Grâce à ces théories révolutionnaires, Newton peut expliquer le système



de Copernic. Pour illustrer le mouvement des planètes, Newton utilise un boulet de canon. Si un boulet a été tiré à la bonne vitesse, il se mettrait en orbite et tournerait comme un satellite autour de

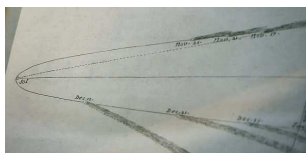


la Terre, de la même manière que les planètes orbitent autour du Soleil. La loi en carré inverse permet aussi à Newton d'expliquer le phénomène des marées. Les océans sont affectés

par la force gravitationnelle du Soleil, de la Lune et de la Terre. En Angleterre, après des années de conflit religieux, le pays est majoritairement protestant et les théologiens deviennent plus tolérants et adoptent peu à peu les nouvelles théories de Newton. Ils font l'éloge de Newton en disant de lui qu'il a été envoyé par Dieu pour éclairer l'Humanité mais Newton a toutefois dit : « aucun fait ma-



tériel n'est la cause de la gravité, seul Dieu en est la cause ». Toutefois, nombre de scientifiques sont consternés que Newton invoque une sorte de force occulte parce qu'il est incapable d'expliquer en quoi consiste la gravité. Il préfère s'en tenir à Descartes et à sa théorie du Vortex fondée sur le mécanisme. Il y a un phénomène qui prouve l'absence de tourbillons dans l'espace, ce sont les comètes, parce qu'elles fument dans toutes les directions. Et il est donc clair qu'il faut mieux calculer la position des planètes à l'aide de formules mathématiques que de raconter des histoires de tourbillons à dormir debout. Le phénomène des comètes montre que la théorie de Descartes est fautive. Le principe de Newton offre une nouvelle explication aux comètes. Avant, on les considérait comme des



phénomènes éphémères, telles les étoiles filantes : elles apparaissent, puis disparaissent pour l'éternité. Avant Newton, les comètes étaient considérées comme des signes astrologiques, or Newton soutenait qu'il n'y



avait aucune différence entre une comète et une planète. Halley et Newton se sont alors mis à étudier de vieilles tables

et de vieux almanachs astronomiques. Quand ils repéraient deux comètes qui arrivaient à la même distance par rapport au Soleil et

qui suivaient la même direction, ils savaient qu'il s'agissait d'une seule et même comète.



Et s'il s'agissait d'une même comète, ils connaissaient alors sa période de révolution. En d'autres termes, ils savaient combien de temps elle mettait pour tourner autour du Soleil. Halley applique la loi en carré inverse à une comète qu'il observe en 1682 et prédit qu'elle va réapparaître environ 76 ans plus tard. Malheureusement pour Halley, la date prédite est après celle de sa mort (1742) et il n'a donc jamais revu sa comète. La comète est bien réapparue au 17^{ème} siècle, en 1758, à la date calculée d'après les formules mathématiques de Newton. La comète est alors baptisée du nom d'Edmond Halley. Le chercheur a calculé que c'était la même comète que celle présentée sur la tapisserie

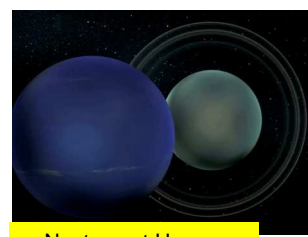


Tapisserie de Bayeux

de Bayeux. La comète de Halley est réapparue en 1986 et reviendra en juillet 2061.

Longtemps après la mort de Newton,

la loi en carré inverse continue de démontrer sa capacité à donner des prévisions fiables. En 1781, les astronomes découvrent une nouvelle planète qu'ils baptisent Uranus et la trajectoire d'Uranus est irrégulière. La loi en carré inverse montre que la déviation est due à la poussée d'une autre pla-



Neptune et Uranus

nète. S'en suit la découverte de Neptune. La clé du succès de Newton dans son ouvrage majeur et qu'il n'aimait pas l'idée qu'il y a une force qui relie la Terre et le Soleil ou une autre qui relie la Terre et la Lune. Non, il démontre qu'il existe une même force entre toutes les particules de l'univers. Newton achève ainsi les travaux commencés par Tycho Brahé, Johannes Kepler et Galilée. Newton écrit d'ailleurs : « si j'ai pu voir loin, c'est parce que j'ai regardé par-dessus l'épaule de ces géants ». Dés lors, la théorie copernicienne qui place le Soleil au centre de notre système fait autorité mais personne n'a pu encore dé-



Statue de Newton à Cambridge

globe terrestre. Le jour où Foucault a prouvé la rotation de la Terre en lançant son pendule, les gens ne se sont pas mis à danser dans les rues pour fêter l'événement ; les preuves ne jouent pas un rôle prépondérant pour comprendre les phénomènes scientifiques, ce qui est recherché est une image cohérente et elle a été fournie par les principes mathématiques d'Isaac Newton. Au 19^{ème} siècle, certains en Europe ne sont pas suffisamment convaincus pour prendre la nouvelle cosmologie au sérieux. Le Vatican décide néanmoins de retirer discrètement l'ouvrage de Copernic de la liste des livres interdits. Mais il faut attendre 1982 pour que le pape Jean-Paul II décide de dépoussiérer la position du Vatican envers la science ; il nomme une commission pour effectuer une révision. George Coyne était



montrer en pratique que la Terre tourne bel et bien autour du Soleil. Les astronomes doivent attendre le 19^{ème} siècle avant de pouvoir apprécier les immenses distances qui nous séparent des étoiles les plus proches. Ils peuvent désormais calculer la parallaxe. Au printemps et en automne,



ils mesurent la parallaxe d'une étoile de la constellation du Cygne située à cinq années lumière de la Terre. Ils découvrent qu'elle a un peu bougé. Ils détiennent enfin la preuve de l'orbite annuelle de la Terre autour du Soleil. Ils établissent aussi la rotation quotidienne de la Terre sur elle-même ; et c'est en 1851 que Foucault en fait la démonstration à Paris avec son pendule : l'axe du pendule suit la rotation du



G. Coyne - observatoire de la résidence d'été du Pape



alors responsable de l'observatoire du Vatican de Castel Gandolfo, la résidence d'été du pape, et participe aux travaux de la commission. Jean-Paul II trouvait que le cas Galilée était devenu une sorte de mythe, il entendait par cela que beaucoup de



gens considéraient cette affaire comme l'illustration d'un conflit intrinsèque entre la science et la religion. En 1992, le pape présente les



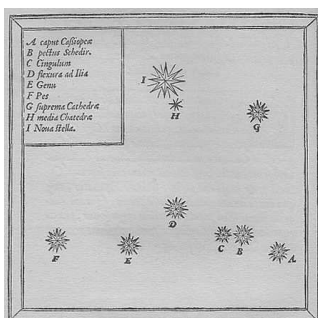
conclusions de la commission et au nom du Vatican présente ses excuses pour les procès intentés contre Galilée : « Galilée avait compris pourquoi seul le Soleil pouvait

avoir fonction de centre du monde ». La majorité du public a apprécié cette mise au point mais la plupart ou presque des philosophes et des spécialistes de l'histoire de la science trouvaient que certains points de ce rapport manquaient cruellement d'érudition. Dans un de ces points, ils reprochent au Vatican de s'être dit : « on va un peu remettre en cause l'attitude de l'Eglise, démontrer qu'elle a fait quelques erreurs, mais on va aussi démontrer qu'il y a eu des torts de la part de Galilée ». Ce rapport était davantage une tentative de sauver la réputation et la face de l'Eglise plutôt que de remettre en cause l'attitude des deux papes envers Galilée. Et donc, pour les savants, le mythe existe toujours. En



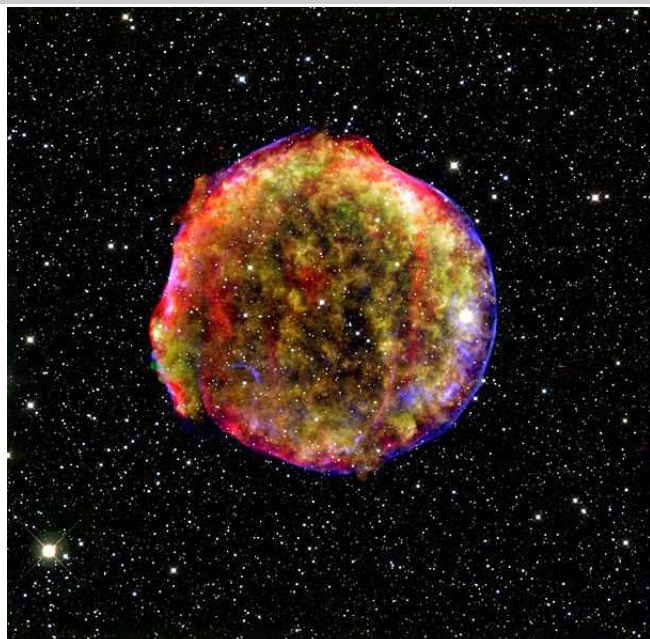
l'espace de deux siècles, une poignée de scientifiques a bouleversé de fond en comble notre perception de l'univers ; aujourd'hui, les astronomes

utilisent de puissants télescopes pour observer les restes de la Stella Nova découverte dans la constellation de Cassiopée par Tycho



Brahé, SN1572. L'astronome danois n'avait pas assisté à la naissance d'une étoile mais à une supernova, explosion très lumineuse qui marque la fin de vie d'une étoile massive. En utilisant un télescope primitif, Galilée a été le premier homme à comprendre que l'univers compte une multitude de centres. Aujourd'hui, au lieu de qua-

Dessin de Tycho Brahé



SN 1572

L'apparition de la supernova de 1572 est l'un des événements les plus importants de l'histoire de l'astronomie. La Stella Nova a contribué à briser les anciens modèles des cieux et inaugurer une formidable révolution en astronomie. Le rémanent de la supernova a été retrouvé dans les années 60 sous la forme d'une faible nébuleuse. La supernova était probablement de type 1a, une étoile naine blanche qui « mange » la matière (accrétion) provenant d'une étoile compagne jusqu'à atteindre la limite de Chandrasekhar et finir dans une explosion cataclysmique. Les supernova de type 1a servent aujourd'hui de « chandelle » de référence pour déterminer les distances dans l'univers car l'explosion, bien que moins spectaculaire que celle d'une supernova de type 2, dégage une quantité d'énergie standard.

tre, les astronomes peuvent observer plus de 60 lunes en orbite autour de Jupiter. Le philosophe Giordano Bruno a été brûlé vif pour sa conviction que l'univers était infini, aujourd'hui, nous savons que sa théorie était valide. Grâce aux télescopes spatiaux, les astronomes peuvent observer d'autres systèmes solaires situés à de nombreuses années lumière de la Terre et ont même repéré des planètes similaires à



celles de notre système solaire.



Le télescope spatial Hubble contribue à augmenter nos connaissances de l'univers

La révolution copernicienne nous apprend que les choses ne sont pas telles qu'elles paraissent, que le monde du sens commun et de la perception quotidienne n'est pas réel, il diffère de ce que la science décrit. Grâce à ses travaux sur l'île de Ven, Tycho Brahé a montré que

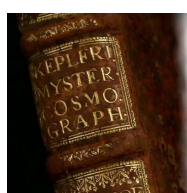
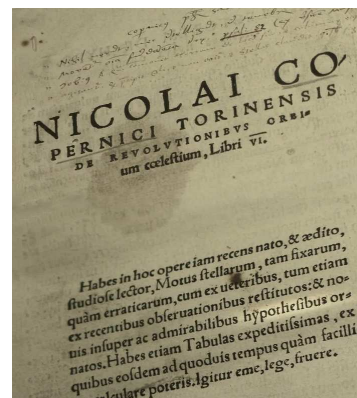


Île de Ven : statue de Tycho Brahé

toute théorie doit être basée sur des observations précises et rigoureuses. Ses observations et celles de Galilée constituent les fondations des méthodes scientifiques modernes. Les mathématiciens Johannes Kepler et Isaac Newton étaient tous deux inspirés par la religion et l'occultisme mais ont été les premiers à décrire le ciel et la Terre avec des lois mathématiques. Les lois demeurent les pierres angulaires de la science. Une des plus grandes leçons tirée de la révolution copernicienne est la relation entre d'un côté l'instrumentation et la pratique, et de l'autre la théorie mathématique et la façon

dont elles sont intimement liées.

C'est à Strofborg, en Pologne, que Copernic a rédigé son ouvrage révolutionnaire sur la vision moderne du monde. A son insu, le livre a été publié avec une préface rédigée par un théologien et ce dernier insiste sur le fait que l'ouvrage ne décrit pas la réalité et doit uniquement être lu comme une hypothèse.



Copernic a découvert son livre sur son lit de mort et certains prétendent que c'est cela qui l'aurait tué ; il aurait été anéanti en découvrant que son livre était présenté comme une hypothèse mathématique.



La révolution copernicienne a déclenché une ère historique de découvertes, elle a montré que nous ne devons pas croire aveuglément aux anciennes hypothèses d'un dogme religieux et que nous devons apprendre en étudiant la nature.

Tycho Brahé a dit :

« puissance et richesse sont éphémères, seuls l'art et la science perdurent »



**M42****Lionel**

Lunette 127 / 950, CCD CP8, LRVB,
10 x 2 min chaque (50 flat chaque),
combinaison HDR de 2 images,
5s et 120s.

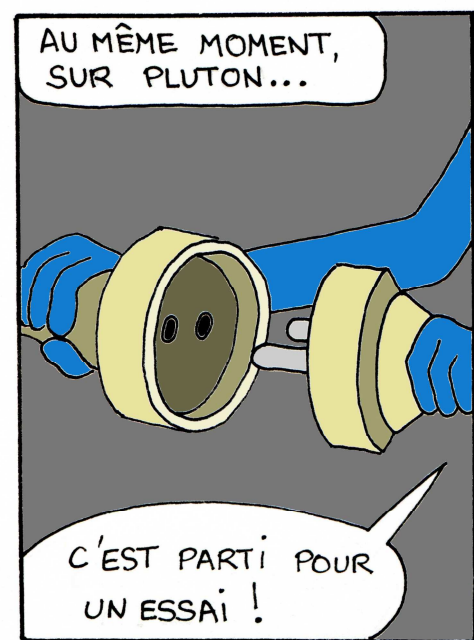
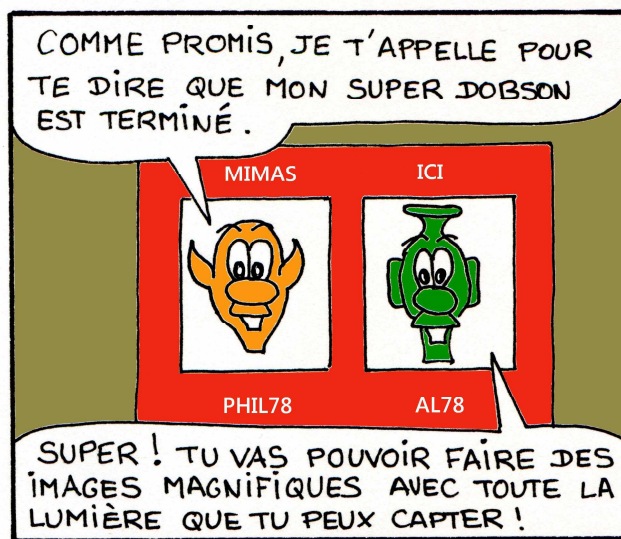
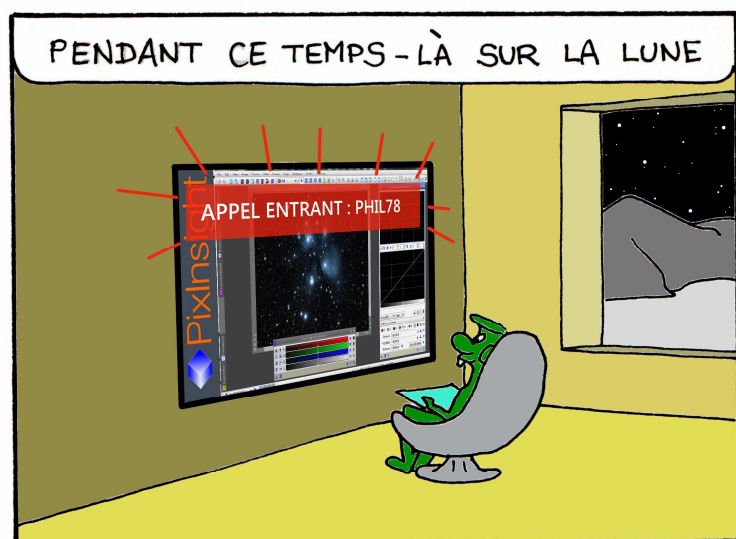
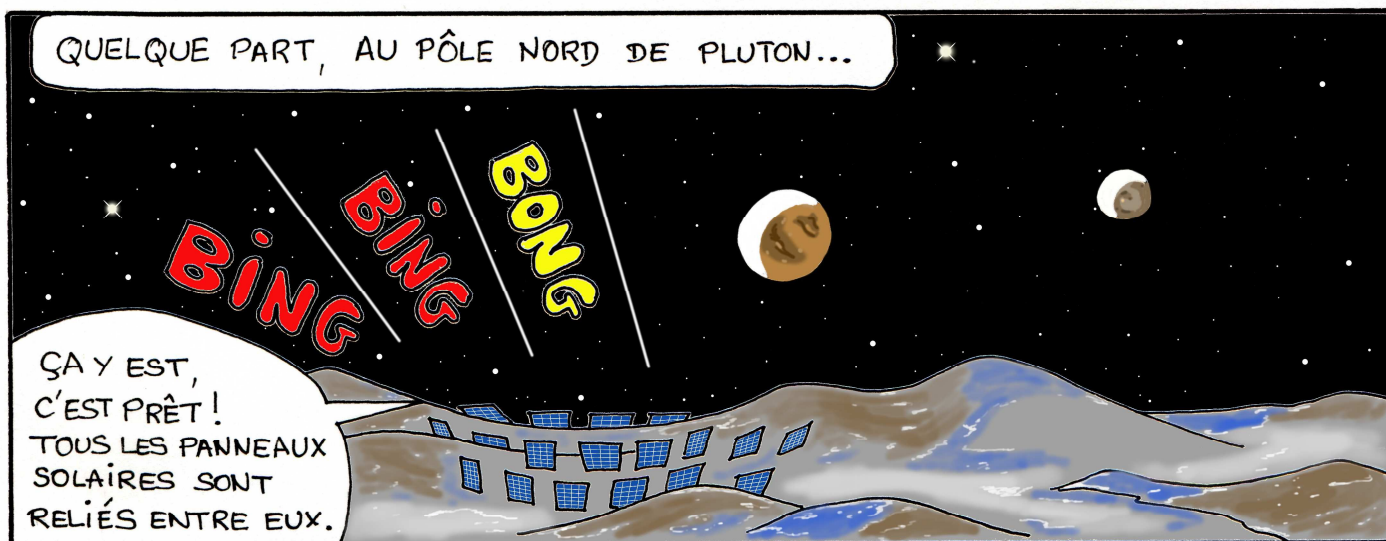
11 janvier 2013

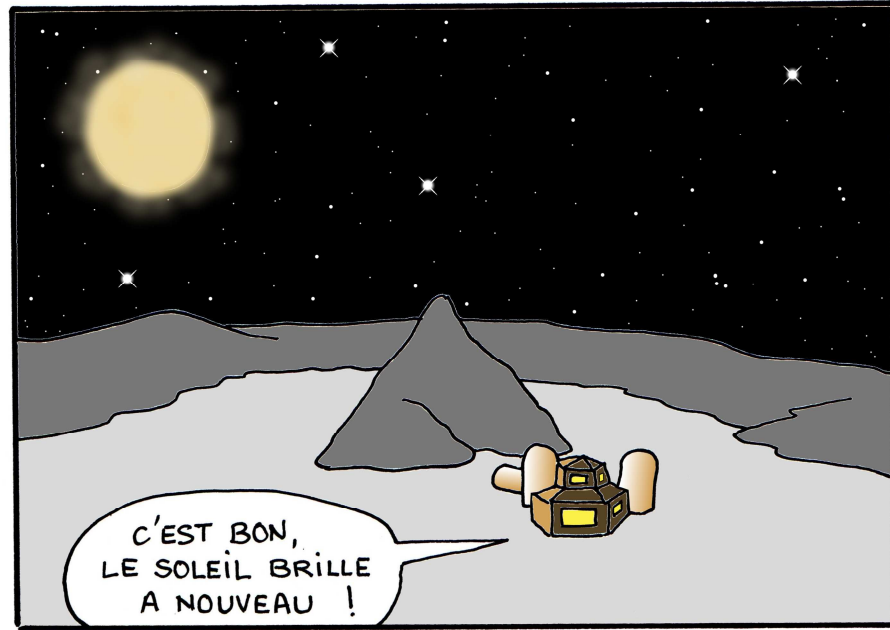
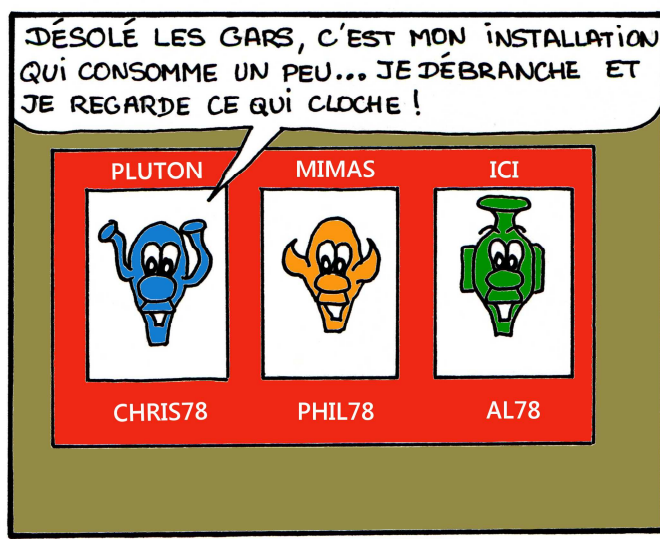
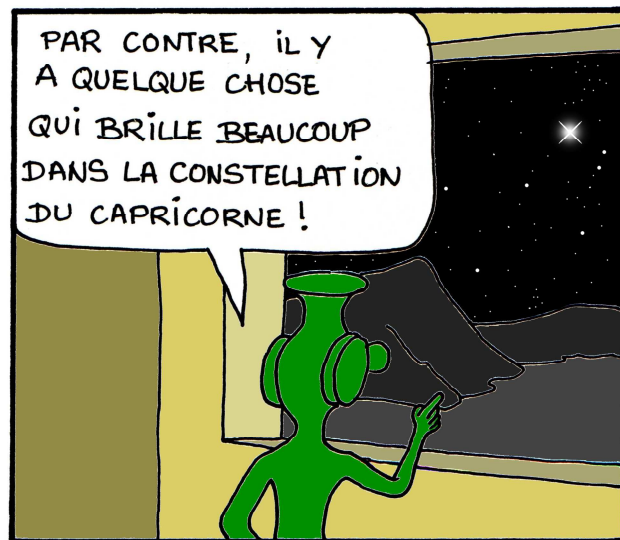
Bonville (28)



AI 78

PetaWatts





C'est arrivé ce jour-là...

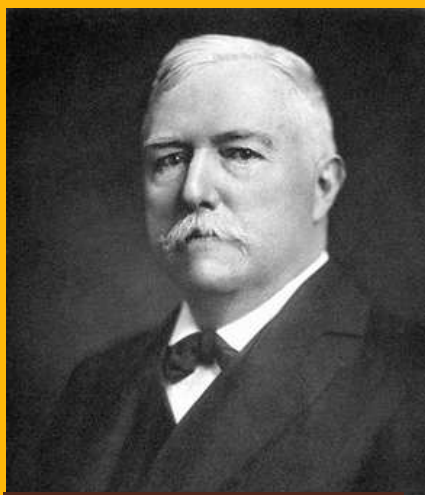
Février 1943, il y a 70 ans

Elle est née en France le 24 février 1943. Elle obtient une licence en physique à l'Université de Buenos Aires puis un doctorat d'astronomie à Harvard en 1971. Après avoir commencé sa carrière au California Institute of Technology, elle revient en France où elle devient membre du Service d'Astrophysique du CEA qu'elle finit par diriger. De 1999 à 2007, elle est directrice générale de l'Observatoire Européen Austral ; elle est, entre autre, responsable de la fin de la construction du VLT et du lancement du programme de l'ELT (le futur télescope de 42m). En astrophysique, elle est spécialisée dans les rayonnements de hautes énergies et étudie la propagation des rayons cosmiques galactiques dans le milieu interstellaire. Elle s'intéresse aussi à l'astronomie infrarouge et devient responsable du développement de la caméra Isocam du satellite ISO. De 2006 à août 2009, elle est présidente de l'Union Astronomique Internationale. Depuis, elle a occupé le poste de Haut commissaire à l'Energie Atomique...



Catherine Cesari - Haut-commissaire à l'énergie atomique - Photo : L.Godard/CEA, 2009

Février 1923, il y a 90 ans



Edward Barnard (1857 - 1923)

Edward Emerson Barnard est un astronome américain. Il est né à Nashville le 16 décembre 1857. En 1876, il fait l'acquisition d'un télescope de 12 cm avec lequel il découvre sa première comète en 1881. Il en découvrira une deuxième la même année puis une troisième en 1882. Il est connu pour être un observateur de talent. Comme amateur, il a découvert 8 comètes, et a reçu autant de récompenses pour ces découvertes. La communauté des astronomes amateurs de Nashville réunit alors les fonds pour l'envoyer à l'université d'où il sort diplômé à 30 ans et rejoint alors l'observatoire de Lick. En 1892, il observe des émissions gazeuses dans une nova qu'il associe à l'explosion d'une

étoile. Il découvre le satellite Amalthée autour de Jupiter (le premier satellite depuis les observations de Galilée et le dernier à avoir été découvert visuellement avant l'avènement de la photographie). En 1895, il devient professeur d'astronomie à l'université de Chicago où il a accès au télescope de 1m de l'observatoire de Yerkes. Il obser-

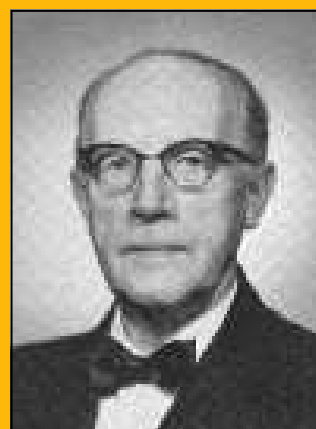
ve la Voie Lactée et catalogue tous les nuages de gaz. En 1927, ce catalogue contient 349 nébuleuses obscures (la nébuleuse de la tête de cheval porte le n° 33 dans le catalogue de Barnard). Il est aussi connu pour l'étoile nommée en son honneur en 1916 pour son exceptionnel mouvement propre. Il décède dans le Wisconsin le 6 février 1923.



Nébuleuse Barnard 33 dite de « la tête de cheval »

Février 1893, il y a 120 ans

Karl Gunnar Malmquist est un astronome suédois né le 21 février 1893. Il obtient son doctorat à l'université de Lund, puis il travaille à l'observatoire de Lund jusqu'en 1929. Il devient enseignant et observateur à l'observatoire de Stockholm puis professeur d'astronomie à l'université d'Uppsala. Il est le membre le plus connu de ce qu'on appelle « l'école de Lund » en astronomie statistique (mesure de distance d'étoiles ou de galaxies à partir d'un groupe d'objets sur lequel on fait une moyenne). Ses travaux dans ce domaine, le conduisent à la découverte du *biais de Malmquist*. Lorsqu'on étudie un échantillon d'étoiles par exemple, plus elles sont éloignées et moins



Karl Malmquist (1893 - 1982)

on voit les étoiles les plus faibles alors même qu'elles existent. Ceci conduit à surestimer l'éclat moyen de l'échantillon et donc à surestimer la distance à laquelle il se trouve ainsi que la magnitude absolue des étoiles. Dans les calculs statistiques, les astronomes tiennent compte de ce biais dans leurs échantillons. Malmquist s'intéresse également aux instruments, notamment les télescopes de Schmidt, dont il dote l'observatoire d'Uppsala, qui détient alors à l'époque le plus grand télescope de Schmidt du mon-

de avec un miroir primaire de 135 cm diaphragmé par une lame de fermeture de 1m. Pour l'université, il mène la construction d'un autre télescope de Schmidt, en Australie, au mont Stromlo près de Canberra en 1956. En 1982, ce télescope est déplacé vers l'observatoire de Siding Spring où il est toujours utilisé pour découvrir et retrouver des astéroïdes, en particulier les géocroiseurs. C'est avec ce télescope que la comète McNaught (C/2006 P1) fut découverte par Robert H. McNaught.



Comète McNaught

Février 1883, il y a 130 ans

Jusqu'à Galilée et l'utilisation de la lunette, le ciel étoilé n'était décrit qu'à partir d'observations visuelles. Galilée fait faire un bond à l'astronomie avec la découverte des phases de Vénus et Mercure, des cratères sur la Lune ou encore des satellites de Jupiter. En 1671, Newton conçoit le réflecteur, télescope qui porte son nom, à la place des lentilles des lunettes. Le diamètre des instruments peut alors augmenter beaucoup plus qu'avec des lunettes. Il faut atten-

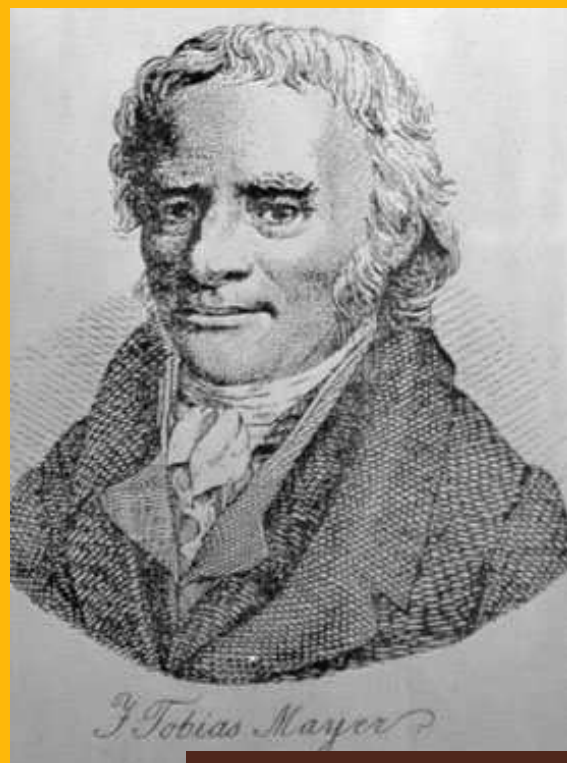
dre le 16 juillet 1850 pour que soit réalisée la première photo astronomique : on la doit à Bond et Whipple. C'est un daguerréotype de l'étoile Véga réalisée avec la lunette de 38 cm de l'université de Harvard. Trente ans plus tard, Henry Draper, médecin new-yorkais et astronome amateur réalise la première photo de la nébuleuse d'Orion : une pose de 51 min avec une lunette de 28 cm. Mais c'est le 28 février 1883 qu'une photographie montre plus de détails qu'à l'oculaire. La pose de 60 min a été réalisée par An-

drew Ainslie Common avec un télescope de 91 cm, photo pour laquelle il a reçu la médaille d'or de la Royal Astronomical Society en 1884. On trouve une note de sa part sur la photo : « Bien que quelques détails sont perdus dans l'agrandissement, il en reste suffisamment pour montrer que nous approchons du temps où une photographie nous donnera un enregistrement des formes et des différentes luminosités d'une manière bien plus précise que ne pourrait le faire le plus précis des dessins » [traduction personnelle]. La photo astronomique entre alors de plein pied



Février 1723, il y a 290 ans

Johann Tobias Mayer est né le 17 février 1723 en Allemagne. Mathématicien autodidacte il publie dès l'âge de 23 ans des travaux en géométrie lorsqu'il entre à l'établissement de cartographie Homann à Nuremberg. Les progrès qu'il introduit en cartographie lui donne une réputation scientifique qui le mène à la chair d'économie et de mathématiques à l'Université de Göttingen. En 1754, il devient superintendant de l'observatoire de Göttingen où il travaillera jusqu'à sa disparition le 20 février 1762. Ses premières études astronomiques portent sur la libration de la Lune. Ses cartes de la pleine Lune surpassent en qualité tout ce qui se faisait de mieux à l'époque et resteront inégalées pendant 50 ans. Il dresse des tables d'éphémérides lunaires et solaires. Elles sont communiquées au gouvernement britannique et James Bradley, en les comparant aux observations faites à Greenwich, parvient à déterminer la position de la Lune à 75" près. Conséquence pour l'époque : la détermination de la longitude en mer descend à un demi-degré. Mayer laissera une grande quantité de publications, bien sûr sur les positions de la Lune et du soleil, mais aussi sur une méthode très précise du calcul des éclipses, des essais sur les couleurs



Tobias Mayer (1723 - 1762)

primaires, un catalogue de 998 étoiles zodiacales et un mémoire (le premier) sur les mouvements propres de 80 étoiles. Vers la fin de sa vie, Mayer s'intéresse au champ magnétique terrestre pour lequel il établit une des toutes premières théories mathématiques.

Février 1703, il y a 210 ans



Louis Feuillée (1660 - 1732)

Louis Feuillée est né en 1660 à Mane dans les Alpes de Hautes Provence près de Forcalquier. Il est à la fois, botaniste, géographe et astronome.

Il attire l'attention

de l'Académie des Sciences au point d'être envoyé avec Jacques Cassini dans les îles du Levant pour déterminer précisément leurs positions géographiques. Le 5 février 1703, il quitte le port de Marseille à destination de la Martinique pour y faire à nouveau des relevés. En plus de la cartographie précise des côtes de Martinique, il découvre de nouvelles espèces de la flore locale. Il explore également la côte véné-

zuélienne et retourne en France en 1706. Ses travaux sont unanimement reconnus et il est nommé « mathématicien royal » par Louis XIV. En 1707, il embarque pour un voyage à destination de la côte occidentale de l'Amérique du Sud. Il franchit le Cap Horn et arrive au Chili le 20 janvier 1709. Il fait des observations astronomiques, botaniques et zoologiques. Il remonte jusqu'au Pérou puis revient en France en 1711. Louis XIV lui accorde une pension et fait construire un observatoire pour lui au couvent des Minimes sur la plaine Saint-Michel à Marseille. Grâce à un hydromètre de son invention, Louis Feuillée démontre que la Mer Méditerranée est plus salée que l'océan Atlantique. Dans son voyage en Amérique du Sud, il découvre trois nébuleuses sombres dans la Voie Lactée australe et constate que les saisons sont inversées entre l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud. Un siècle avant Alexander von Humboldt, Louis Feuillée découvre un courant au large des côtes chiliennes et péruviennes aujourd'hui appelé « courant de Humboldt ».

Février 1583, il y a 430 ans

Jean-Baptiste Morin est né à Villefranche sur Saône (Rhône) le 23 février 1583. Docteur en médecine et professeur de mathématiques, il se fait connaître en astronomie par son entêtement envers les idées de l'époque : il croit fermement que la Terre est immobile contrairement à ce que disait Copernic au siècle précédent. En 1629, il obtient, grâce à l'appui de Marie de Médicis, la chaire de mathématique au collège Royal (futur collège de France). Mais son domaine de prédilection : ce sont les longitudes. Ne croyant pas aux horloges, qui n'en étaient qu'à leur début, pour la détermination des longitudes sur Terre, il est persuadé que seule une détermination précise de la position de la Lune dans le ciel peut résoudre le problème. En 1634, il annonce même

qu'il a découvert « le secret des longitudes ». Pour établir des tables de positions précises de la Lune, Morin propose la construction d'un observatoire et d'un instrument suffisamment grand pour être précis et suffisamment lourd pour que même en mer il reste toujours à la verticale. Il construit un quart de cercle lesté et muni d'une alidade. Avec cet instrument, il relève la position de la Lune parmi les étoiles environnantes tout au long de sa révolution autour de la Terre. Il est même le premier à observer des étoiles en plein jour. Morin présente son projet au cardinal de Richelieu mais il ne veut pas s'engager sans garantie de succès. Son successeur, le cardinal de Mazarin est plus conciliant et lui accorde une pension de 2000 livres. En fait, la théorie de Morin est, comme le dit Galilée : « Vraie dans l'abs-trait, impraticable dans le concret. »

Jean-François

Canon 350D, 15s,
F/3,5 à 400 iso



L'éclipse

du

14 novembre

Maguy

En novembre dernier, j'ai organisé avec mon amie Marie-France Duval, un voyage en Australie pour la deuxième éclipse solaire de 2012. Nous voilà parties toutes les deux pour un mois, nous avons retenu les nuits dans les auberges de jeunesse (à recommander, c'est vraiment très bien) les transports aériens, bus et train, certaines excursions et le reste sur place. Le 12 novembre, nous partions via Cairns, et de là, Port Douglas. Le nord de l'Australie a été l'endroit de la planète d'où l'on voyait le mieux le spectacle solaire qui s'est déroulé le 14 novembre à l'aube. Des dizaines de milliers de personnes ont fait le voyage jusque là-bas afin d'admirer le phénomène qui n'était pas arrivé dans la région depuis 1300 ans. Vers 5h du matin, nous étions sur la plage de Port Douglas. Peu à peu, les spectateurs ont envahi la plage et tous, nous atten-

dions le lever du Soleil. Comme déjà à Shangai et à Anaa, voilà les nuages sur l'horizon. Le Soleil se lève parmi eux et bien sûr je me retrouve stressée car deux minutes d'éclipse, c'est vite passé et un





mini-nuage peut tout gâcher et nous priver du spectacle. Enfin, le premier contact est vu et la première partie a été observée, mais parfois les nuages... oh là là. Vers 6h 30 le passage de la Lune devant le Soleil l'a réduit à un disque noir auréolé d'or. Malgré quelques nuages, le spectacle fut grandiose. Une immense clameur a salué l'astre solaire qui disparaissait derrière la Lune. Tout était noir, c'était époustouflant, plus de bruit, la température a brièvement chuté désorientant les oiseaux, les insectes et les animaux par la nuit soudaine, et je dois reconnaître que grâce à ces nuages j'ai pu, avec mon petit appareil photos prendre des photos qui ne sont finalement pas trop mal. Lors de l'éclipse de Mongolie, où le ciel était sans nuages, je n'avais pu ramener de photos car la couronne était beaucoup trop intense. Nous avons pu observer les éjectas de ma-



tière, impressionnant comme aux deuxième et troisième contacts, l'effet de diamant. Des touristes ont observé le phénomène depuis les ponts de bateaux de croisière sur la mer et d'autres à bord de montgolfières suspendues dans les airs.

Selon le gouvernement du Queensland, entre 50 000 et 60 000 personnes se sont rendues dans la région pour assister au spectacle. Nous avons attendu en observant la deuxiè-



me partialité [sortie de la Lune après la totalité] jusqu'à ce que la Lune ne soit plus devant le Soleil. Et voilà, ce fut fini, nous laissant des les yeux des images fabuleuses. Nous avons poursuivi notre voyage par le centre rouge où nous avons passé deux nuits dans le désert. Le ciel était superbe avec la Croix du Sud, les deux nuages de Magellan, la constellation du Centaure et bien d'autres objets à admirer. La Voie Lactée était magnifique, rien à voir avec le ciel de Marseille ou celui de Poigny. Par l'intermédiaire de David Malin, nous avons pu aller à Parkes voir le radiotélescope, accompagné d'un responsable. La visite fut magique car nous avons pu monter dans le bâtiment. Ce radiotélescope a transmis le 21 juillet 1969, les images du premier homme sur la Lune dans le monde entier. Depuis, bien entendu, il a été amélioré. L'observatoire de Parkes est abrite un radiotélescope professionnel de 64 m de diamètre, situé à 20 km

au nord de la ville de Parkes. Il a été ouvert en 1961. Il est toujours connu pour avoir suivi de nombreuses sondes spatiales. Il est utilisé pour mesurer les propriétés radio de phénomènes célestes (quasars, galaxies, nuages moléculaires, supernovae et pulsars). La forme parabolique de l'instrument focalise les ondes sur un récepteur situé à 27m au-dessus de sa surface. Aujourd'hui il est 10 000 fois plus sensible que lors de sa mise en service en 1961. Parkes a contribué au suivi du vaisseau spatial Galileo en 1996 - 1997 ainsi qu'au projet Phoenix en 1995 et à SETI [Search for Extra Terrestrial Intelligence]. Il a permis de déterminer pour la première fois la position précise du quasar 3C 273, de trouver le quasar PKS 2000 - 330 à une distance record de 11,7 milliards al en 1982 et de détecter le pulsar le moins lumineux à seulement 150 al. Il a contribué à montrer l'existence de champs magnétiques galactiques. A cause de la grande sensibilité du radiotélescope, il y a de plus en plus de bruits parasites, il est donc prévu de construire un nouveau radio télescope dans la partie désertique de la région de Perth. Puis, nous voilà à Sydney, et bien sûr nous sommes al-

lés à l'observatoire qui est un musée et qui reçoit les élèves et le public. L'observatoire est au sommet d'une colline, dans un quartier du centre ville : the Rocks. Il domine la Harbor Bridge, vue grandiose. Il est visible de toute la baie de Sydney. La boule dorée qu'on peut voir sur le toit s'appelle une boule horaire. A l'origine, l'observatoire a été construit par des colons entre 1857 et 1859. Sa première mission était d'étalonner les chronomètres des marins, à cette époque il était



difficile d'avoir des appareils qui donnaient l'heure de façon précise et les chronomètres, indispensables pour pouvoir naviguer, pouvaient se dérégler jusqu'à plusieurs minutes par jour. A 13h pile, la boule glissait du haut du mat doré vers le bas, et tout le monde pouvait remettre ses pendules à l'heure. Le bâtiment héberge maintenant un musée et seuls les touristes viennent observer les étoiles. On peut voir du matériel ancien, en très bon état, comme une lunette de Galilée, un globe, un vieux télescope tout en cuivre, de 138 ans. Il y a aussi une exposition sur les trois transits de Vénus avec beaucoup de documents d'époque car l'observatoire a contribué à l'observation de ces trois événements : le 9 décembre 1874, le 6 décembre 1882, le 8 juin 2004 et le 6 juin 2012. Le prochain passage est prévu dans 105 ans, le 11 décembre 2117. Nous avons continué à nous promener dans Sydney, ville immense, très intéressante, et nous avons aussi passé une journée avec David Malin. Et, il a bien fallu reprendre l'avion pour Paris, prochaine éclipse, 3 novembre 2013, deuxième éclipse hybride de ce siècle pour laquelle je pense me rendre en Afrique centrale, Saotomé, Gabon... □ **Maguy**



WinJupos

et



la dé-rotation

Quand on fait de l'imagerie planétaire, l'objectif est d'obtenir des images des planètes avec le plus de détails possibles. Un des principes dans l'astrophotographie, c'est la réduction du bruit dans les images inhérent aux imperfections des capteurs (technologie de fabrication, électronique de gestion, température, pression et humidité). Pour réduire ce bruit, il faut faire la moyenne de plusieurs images. Le rapport entre le signal et le bruit croît comme

la racine carrée du nombre d'images moyennées. Le bruit est 2 fois moins important si on utilise 4 fois plus d'images, 10 fois moins avec 100 fois plus, etc. Naturellement, il nous vient donc l'idée de faire des films contenant beaucoup d'images plutôt que des poses uniques, d'où l'arrivée des caméras planétaires. Avec ce constat, on pourrait s'imaginer qu'il suffit donc de faire des films très longs pour que le bruit devienne insi-

Planètes	Distance	Détails de 1''	Rotation	temps
Mars	100 millions km	480 km	24h 37 min	33 min
Jupiter	600 millions km	3000 km	9h 55 min	4 min
Saturne	1,5 milliard km	7000 km	10h 47 min	12 min

Ce tableau relevant d'une situation de proportionnalité, vous pouvez facilement adapter les résultats à vos besoins, si Mars est en opposition favorable (50 millions de km), les détails seront 2 fois plus petits, il faudra aller 2 fois plus vite. Si vous visez des détails de 0,6'' d'arc, il faudra réduire tous ces temps de 40%.

Dans tous les cas, un des théorèmes principaux de la théorie du signal (le théorème de Shannon) dit que pour atteindre une résolution donnée, il faut au minimum suréchantillonner d'un facteur 2 : Pour atteindre 1'' d'arc de résolution, il faut viser 0,5'' par pixel et donc diviser tous les temps par 2 !

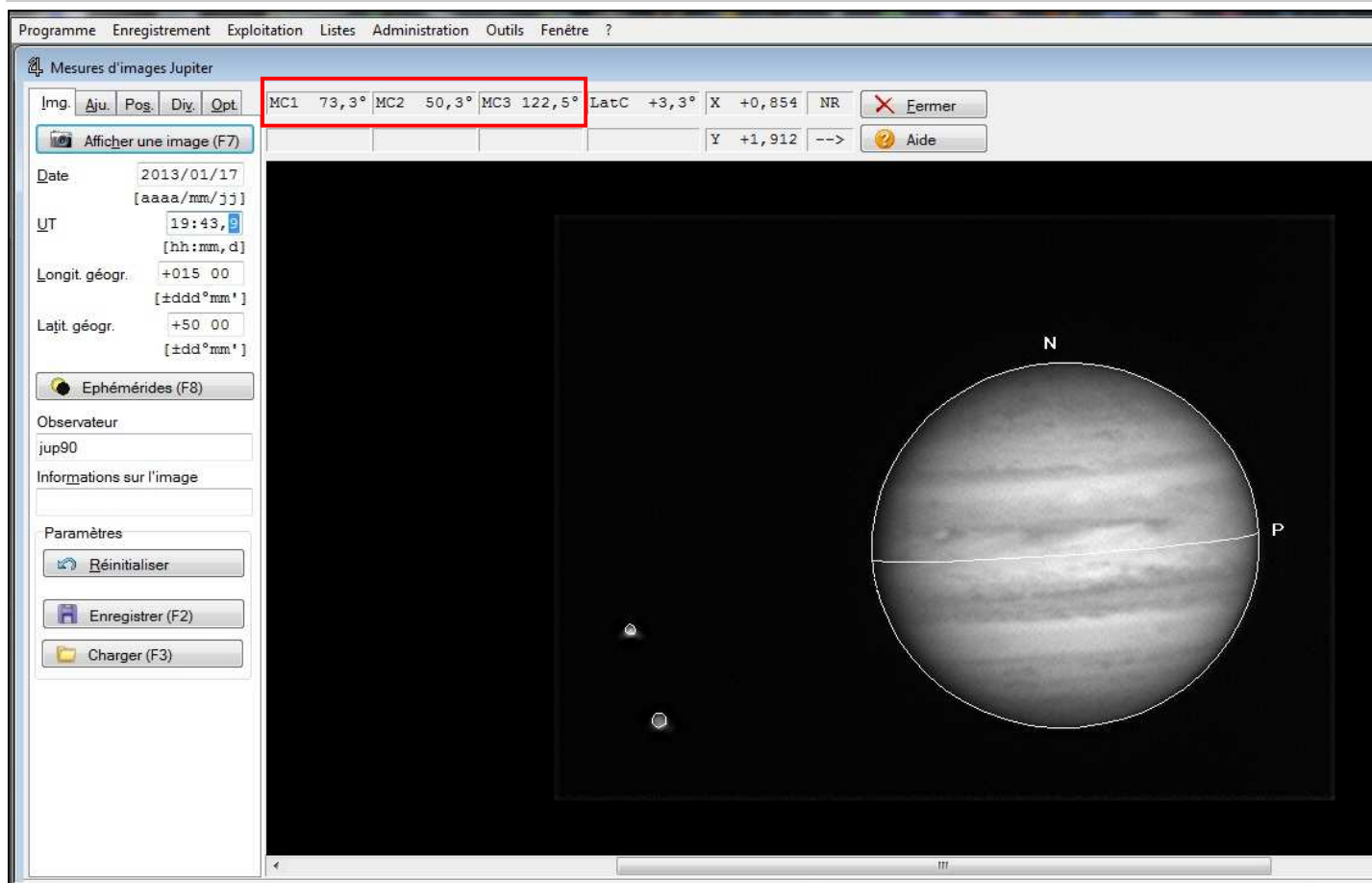


Avec Prism, le recalage se fait pixels à pixels sans tenir compte de la rotation de la planète, les détails sont floutés. Pendant ce temps, Io (en haut) et Ganymède (en bas) se sont déplacés, impossible de recalibrer les couleurs, on constate également qu'ils ne se déplacent pas à la même vitesse autour de Jupiter.

gnifiant. Avec une caméra comme la PLA Mx, où on peut faire des poses de 30 ms sur Jupiter, l'acquisition se fait donc à la vitesse de 30 images/seconde, on obtient déjà 1800 images en 1 min, et pourquoi pas 18.000 images en 10 min... C'est là qu'on se heurte à un autre problème lié à la rotation des planètes sur elles-mêmes. Si on veut atteindre une bonne résolution, il ne faut pas que les détails se soient déplacés au cours du film sinon, lors de la moyenne, on va créer un flou qui réduira drastiquement la résolution finale de l'image. Dans le cas de Jupiter, par exemple, la rotation de la planète sur elle-même est égale à 9 h et 55 min. Si on ne veut pas que les détails se soient déplacés entre la première et la dernière image, il ne faut pas que le film dépasse deux minutes. Pour ceux qui disposent d'une caméra noir & blanc et qui souhaitent faire

des acquisitions avec des filtres pour réaliser une image couleur en quadrichromie, la règle des deux minutes maximum sur Jupiter s'applique toujours mais, cette fois-ci, entre la première image du premier film et la dernière image du dernier film : on ne peut donc pas faire un film de plus de 30 s (et encore avec une roue à filtres motorisée). On en revient donc au premier problème : la limitation de la durée des films réduit le nombre d'images et augmente le bruit. Deux solutions pour pallier ce problème :

1- avoir une caméra hyper rapide (et tant qu'à faire peu bruitée) ; ce sera peut-être le cas avec la future génération qui pourra monter à 120 images/seconde en pleine résolution, et encore plus en fenêtrant l'image autour de la planète (inconvenient : il faut aussi avoir l'ordinateur capable de gérer un tel débit et stocker des films gourmands en



WinJupos est aussi un logiciel d'éphémérides, il s'est estimé la position des satellites, cela permet de valider la position du gabarit et d'être sûr de la détermination des méridiens (MC1 = 73,3° : MC2 = 50,3° : MC3 = 122,5°, les nuages ne tournent pas tous à la même vitesse en fonction de la latitude)

mémoire ; il faudra donc une prise USB3, beaucoup de mémoire RAM et un disque dur rapide, et ceci fera l'objet d'un article lorsque la caméra sera disponible).

2- pouvoir s'affranchir de cette fatidique barrière des deux minutes pour avoir beaucoup d'images mais être capable de réaligner néanmoins les détails malgré la rotation de la planète. C'est ce que fait WinJupos avec l'une de ses fonctionnalités : la Dérotation. L'idée est de déterminer la longitude du méridien central de chaque image pour les aligner correctement, recalées grâce aux longitudes.

Mesure images : enregistrement / mesures d'images

On charge une image (F7) et on renseigne la date et l'heure précise de prise de vue (ceci se fait automatiquement si l'entête de l'image commence par la date et l'heure au format, aaaammjj-hhmmss-nom), l'heure doit

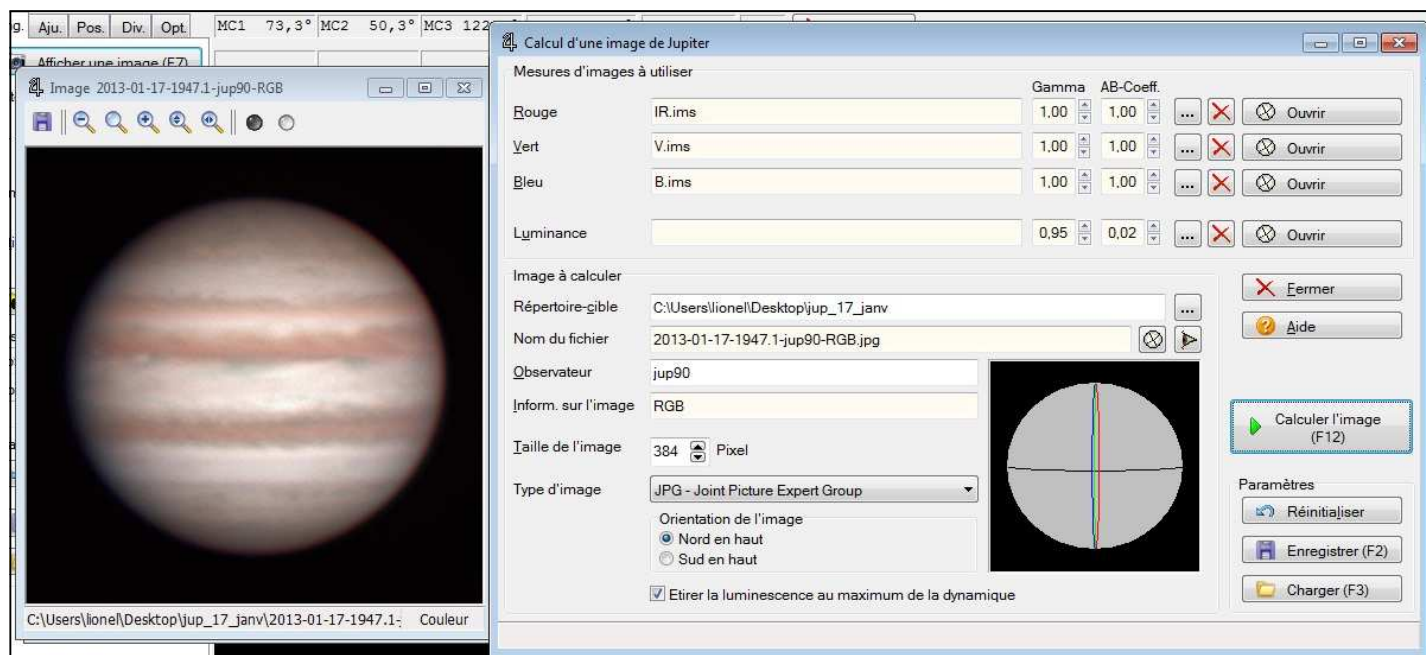
être en Temps Universel et non en heure locale. Dans l'onglet ajustement, il faut placer le gabarit correctement sur la planète (F11, de manière automatique), puis on sauve le fichier de mesures (F2). On réitère les opérations pour tous les films acquis avec chacun des filtres.

Image couleur finale : Outils / Calcul d'une image

On remplit les champs avec les noms des fichiers de mesures dans chaque filtre, et WinJupos recalcule automatiquement toutes les couleurs. C'est magique !

Ceci n'est que la fin de la première étape dans le traitement des images. Il reste ensuite à traiter l'image pour en faire ressortir tous les détails, là, je vous renvoie à votre logiciel préféré !

Cette technique de « dérotation » s'applique également dans le cas de Mars qui tourne



sur elle-même en à peine plus de 24 h, mais aussi Saturne qui, contrairement à ce qu'on pourrait penser, révèle des détails dans son atmosphère à la portée de nos caméras (il y a également les « spokes » sur les anneaux). Pour des phénomènes rapides mais qui ne relèvent pas d'une rotation (les protubérances ou la granulation solaire), il nous faudra attendre les futures caméras, car dans ces cas de figure, même WinJupos n'est d'aucun secours.

□ **Lionel**



Traitement avec PixInsight : calibration des couleurs et mise en évidence des détails dans les nuages.

Enchaînement type des traitements

Registax (ou Autostakker) : Sélection et moyenne des meilleures images dans un film (à faire pour chaque couleur).

WinJupos : Recalage des images moyennes de chaque filtre pour en faire une image couleur.

PixInsight : Calibration des couleurs, réduction du bruit, déconvolution pour affiner les détails, saturation des couleurs pour les renforcer (on est très loin des images brutes, inutile de les proposer à Meudon !!)

Si il y a des satellites dans l'image (chacun des satellites a sa vitesse propre)

PixInsight : Recalage sur un satellite et combinaison des images pour avoir le satellite en couleurs. (on recommence pour chaque satellite, dans l'exemple du 17 janvier, j'avais donc 3 images à combiner, une pour la planète, une pour Io et une autre pour Ganymède)

Gimp : Masques pour mettre les satellites couleurs à leurs places respectives par rapport à la planète (les recalages sont tous différents entre la planète et chacun des satellites, ça fait un temps non négligeable à passer pour le total du traitement !!)

Solution du n°63 de décembre

Découvreur de planète	A	Préfixe	Affaiblit	E	D'une tribu quechua	M	Vers blancs	J	De Jupiter	R	Emettais du gaz	B	Attachement Possessif Halogène	S
Capitale australe Ravitailleur	S	A	N	T	I	A	G	O	Plante Difficile	O	R	O	B	E
	A	T	V	I	N	N	O	V	A	T	E	U	R	S
Modifia la fréquence	R	Troubles médicaux	Lignes de tir	T	O	C	S	Se rendrait	Manges	I	R	A	I	T
	M	O	D	U	L	A	Désavouons	Mettait des machines	D	E	D	I	S	O
Noyau de Terre	N	I	F	E	Peu capable	M	I	N	U	S	Rejette	N	I	E
Repose	D	O	R	S	Presque vicomte	B	E	N	N	E	Fait de l'électricité	O	S	A
Pronom personnel	M	E	A de la finesse	R	A	C	E	E	Plante grasse	O	R	P	I	N
Attraperas	P	E	Réservoir à méthane	C	H	E	R	A	S	Etoiles	S	T	A	R
	V	E	Film d'Impression	T	Y	P	O	N	Pas aimé de l'astronome	N	U	A	G	E
Désinfecter	V	E	Donne du goût	R	D	U	N	I	S'en vas	S	E	R	E	S
	P	I	Plus mauvais	R	E	S	O	N	Indique l'heure	N	E	S	E	N
Minéraux feuilletés	M	I	C	A	S	Vitesse de balayage d'une aire	A	R	E	O	L	A	I	R
	C	E	UTC + 1	T	énonces	D	I	S	Nécessaire au télescope	M	I	R	O	I
Endroits peu fréquentés	D	E	S	E	R	T	S	Frappée	A	S	S	E	N	E

M	E	S	S	E	N	G	E	R
1	2	3	4	5	6	7	8	9

MESSENGER : Mercury Surface, Space Environment, Geochemistry and Ranging est une mission d'étude de la planète Mercure de l'agence spatiale américaine NASA.

Les mesures effectuées courant novembre 2012 par le spectromètre à neutrons de MESSENGER de la région polaire nord de Mercure sont compatibles avec la présence de glace d'eau dans ces régions en permanence dans l'ombre.

Jeux



	Faire des vortex Mauvais côté du sport	Congèle Demande grâce	unité gaz rare	5	Monnaie d'argent Alcools de canne	Brûle au loin Arrivée de vaisseaux	Sport Dans le noyau
	2						
	Presse Produit d'abeille				Raidir Oméga		
Agissant Aime écrire	Se fait entendre Ragout			Partie de bac Au sommaire			Concurrent d'IE Fatiguée
			Prison mettiez en confiance	1			Conjonction Instrument à corde
A sec Font leur révolution			Entreprise Déplacée				Constellation Germe de champignon
						Transpiration S'écoulera	
Sodium Note		Brûler Frappée				Dans la bobine Grandeur physique élémentaire	
		Trompées Embêtez			Contingent Sans frais		île d'astronome
Arbuste pour oiseaux Calebasse	Partie d'os			Echappera Bleu vert			Satellite de Jupiter
			Bravade Dans le pasta				
Eclaire la nuit Amener vers soi			Possédant				Chevalier Devise japonaise
			Ville de Sébastien note				4
poème chanté Bêtes de somme			Eau de lavage				
				Sultanat			

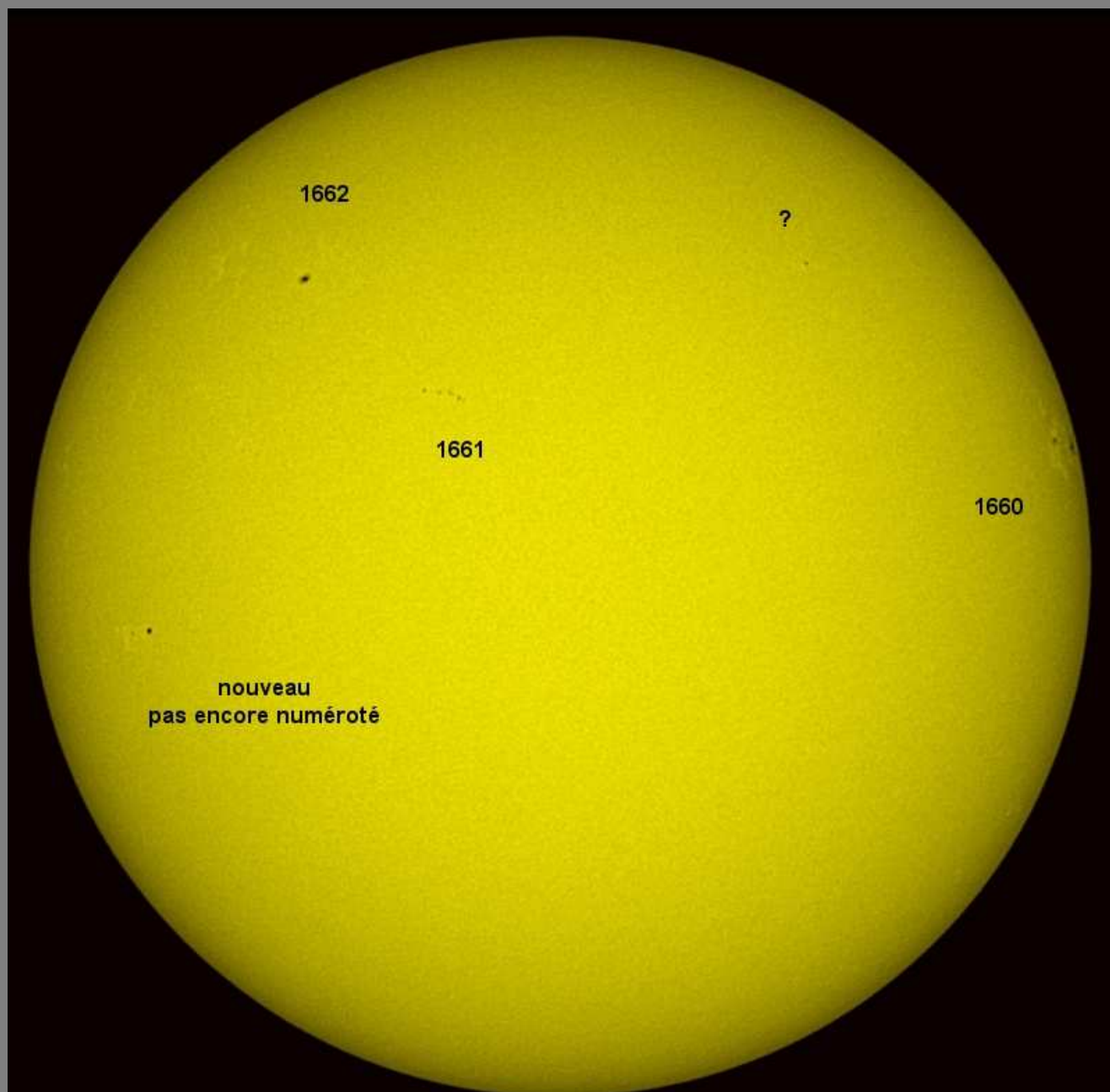
1	2	3	4	5

Découvrez l'acronyme d'une nouvelle génération de satellites destinés à étendre et améliorer le réseau de communication de la NASA.



Solution dans le n°65 d'avril

Galerie



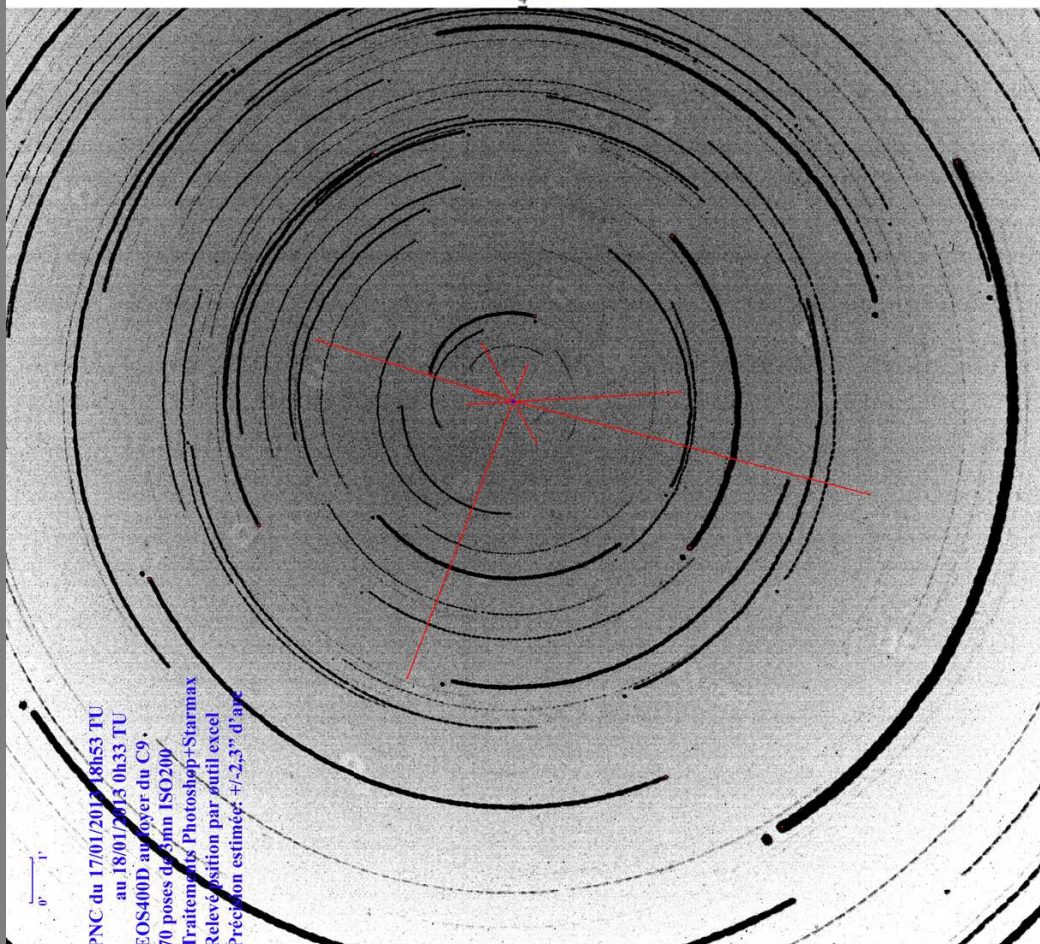
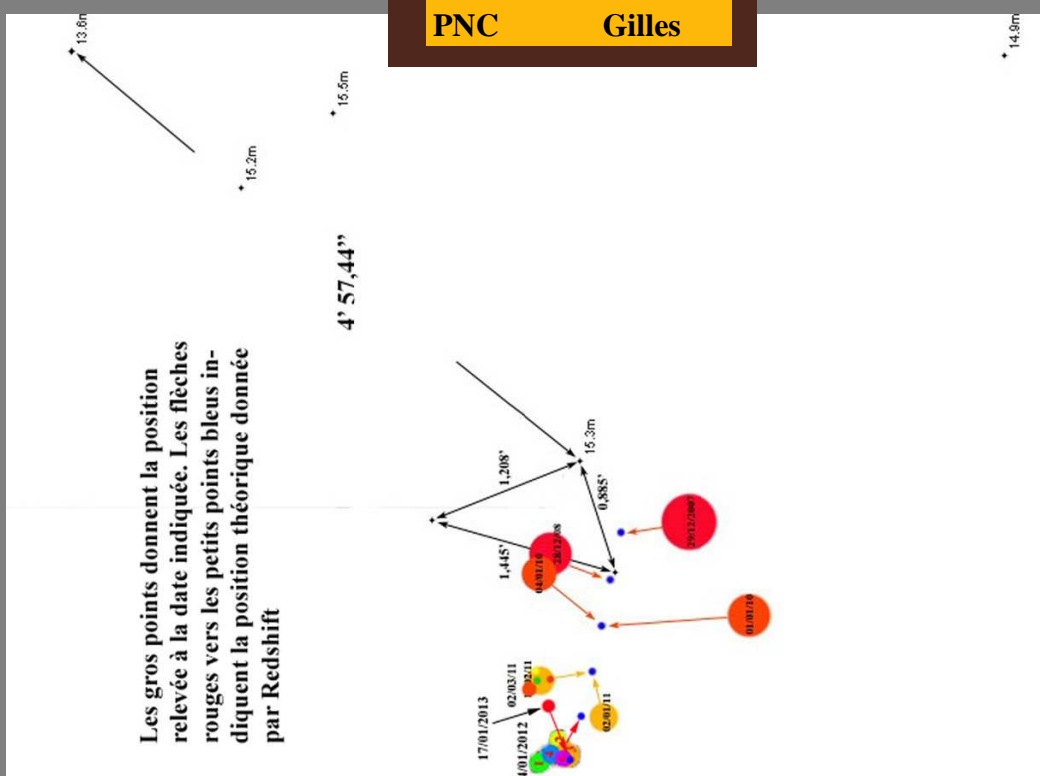
Soleil le 26 janvier 2013 à 13h35 TU
Lunette ZS70ED avec filtre AstroSolar D5
Caméra ORION 4SIII au foyer avec filtres IR-UV-cut + N°56
Monture EQ1 de table
Saisie de 30 sec à 30 im/sec
Traitement RS6, 120 meilleures trames
Turbulence modérée, ciel un peu voilé, un peu de vent
On va vers un maximum ? vraiment ?

Soleil

Willy

PNC Gilles

Les gros points donnent la position relevée à la date indiquée. Les fleches rouges vers les petits points bleus indiquent la position théorique donnée par Redshift

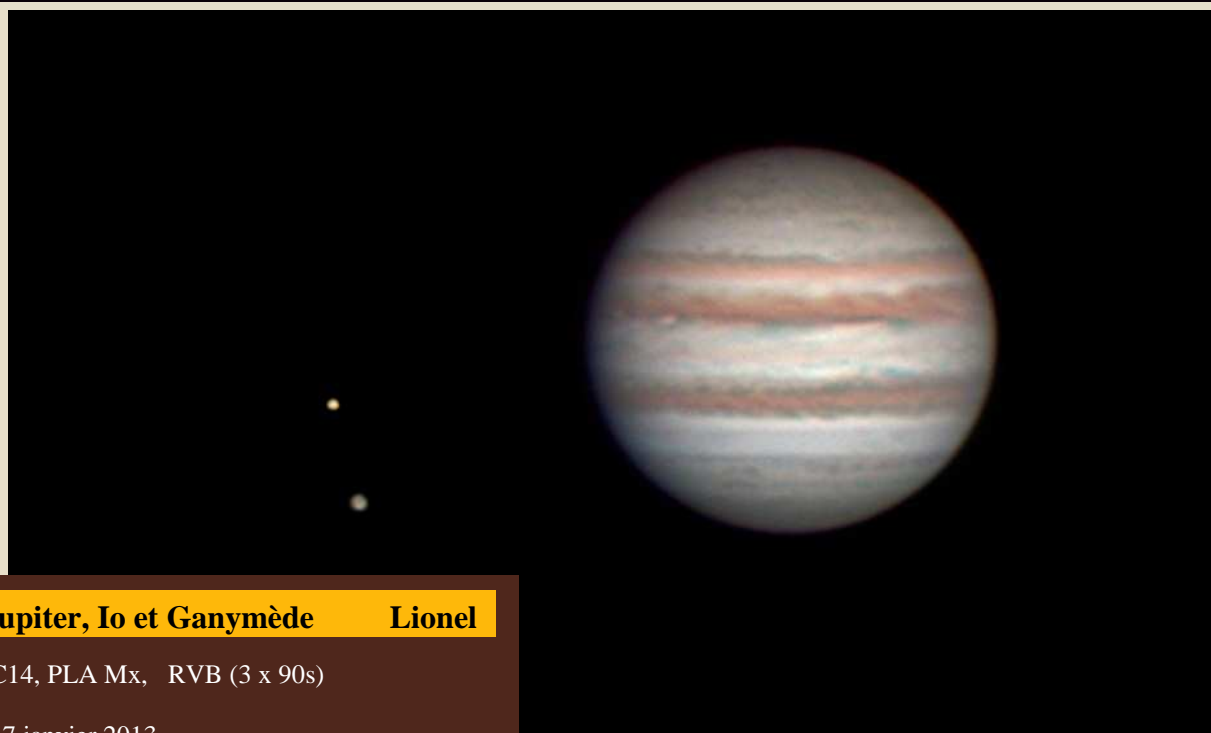


0" 1"

PNC du 17/01/2013 18h53 TU
 au 18/01/2013 0h33 TU
 EOS400D au foyer du C9.
 70 poses de 5mm ISO200/
 Traitement par Photoshop+Starmax
 Relevé position par outil excel
 Précision estimée +/-2,3" d'axe

Jupiter**Christian**

C11 (280mm) PLA Mx + barlow x3
IR-LRVB, 40s chaque filtre
16 janvier
Les Essarts (78)

**Jupiter, Io et Ganymède****Lionel**

C14, PLA Mx, RVB (3 x 90s)

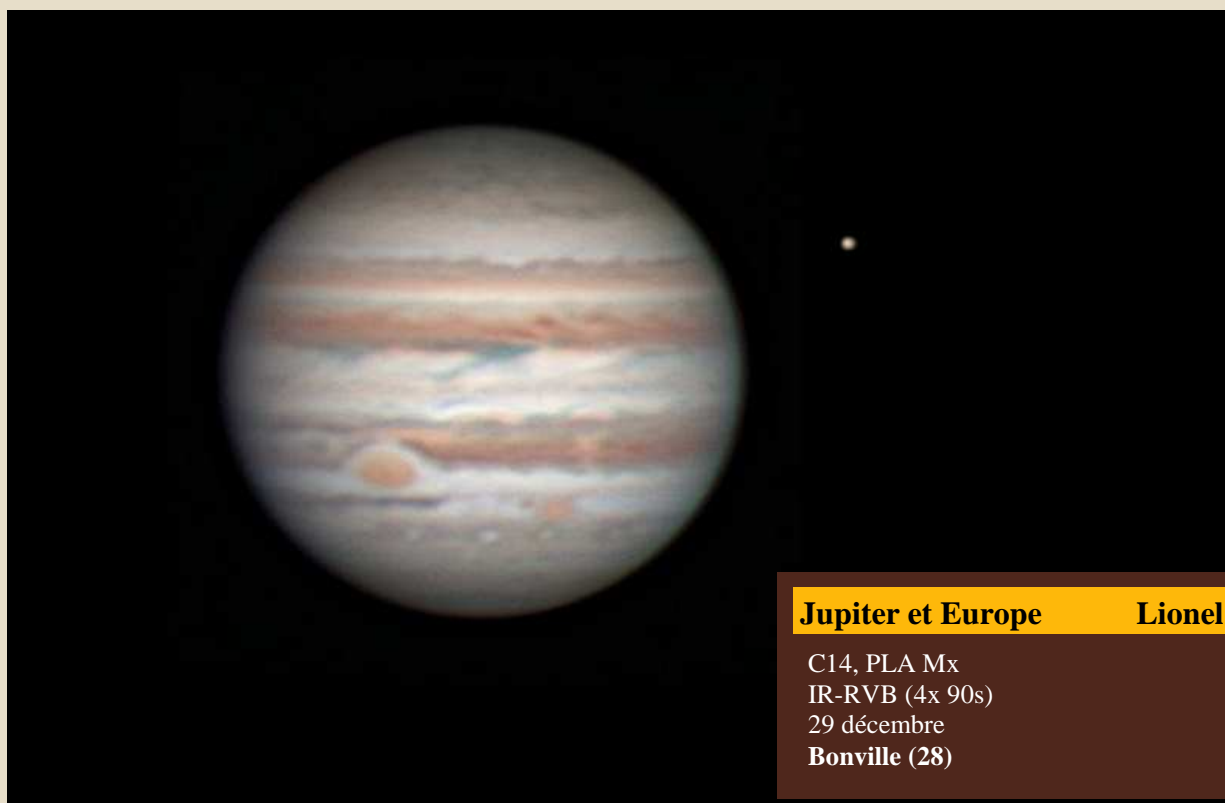
17 janvier 2013
Bonville (28)



Jupiter

Philippe

Mak 180, DMK 21
Film couleur
16 janvier 2013
Bonville (28)

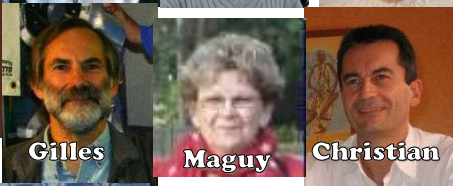


Jupiter et Europe

Lionel

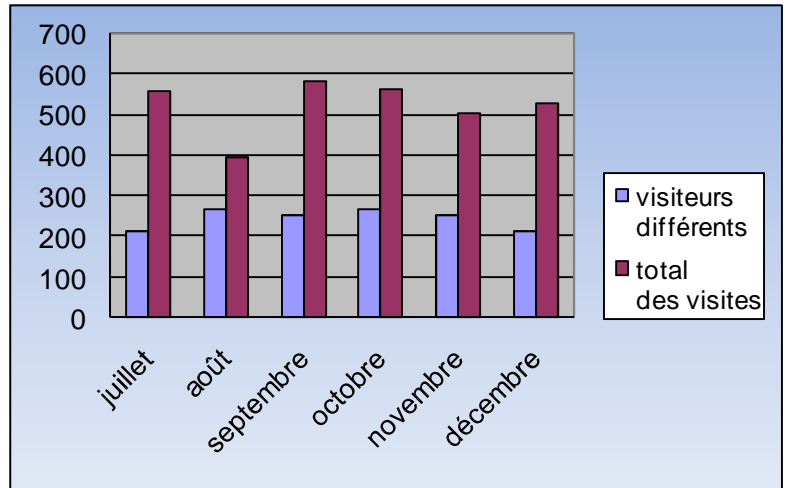
C14, PLA Mx
IR-RVB (4x 90s)
29 décembre
Bonville (28)

Albireo78
saison 2012-2013

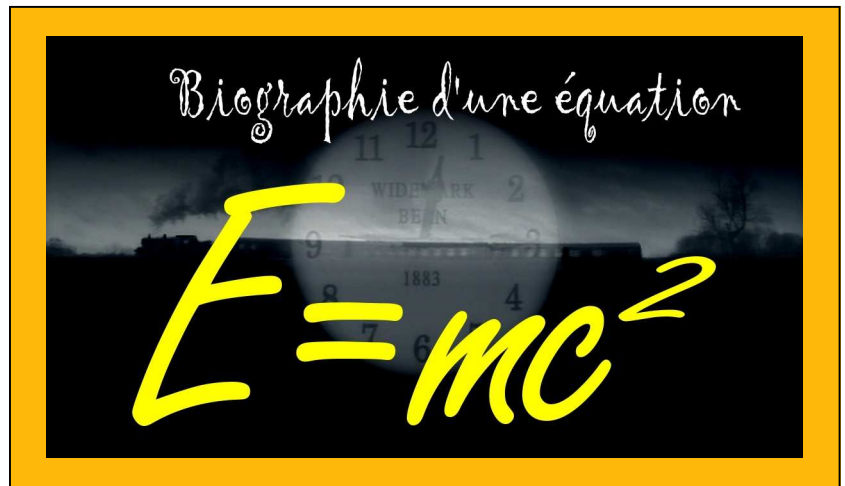


www.albireo78.com

Fréquentation du site



Sortie du n°65 : avril 2013



Siège social

18 rue du 11 novembre
78690 Les Essarts le Roi
Mail : albireo78@dbmail.com

Président

Lionel Bourhis
34 rue du four à chaux
28700 Bleury

Ont participé au n°64

Michel Gantier
Maguy Gerbal
Lionel Bourhis

Imprimé à Chartres

Chartres Repro
5 rue du Maréchal Leclerc

Albireo⁷⁸

