#### 1 La Planète **transneptunienne** et les comètes périodiques par Camille FLAMMARION p. 81-91 mars 1884

Fig. 37 – Le système planétaire développé jusqu’à la planète **transneptunienne**. Échelle : 1mm = 1 rayon de l’orbite terretre.   
Fig. 38 – Orbites des neuf comètes capturées par Jupiter. Échelle : 5mm = 1 rayon de l’orbite terretre.   
Fig. 39 – Saturne et la comète de Tuttle. Échelle : 5mm = 1 rayon de l’orbite terretre.   
Fig. 40 – Uranus, la comète de1866 et l’essaim d’étoiles filantes du 13 novembre . Échelle : 4mm = 1 rayon de l’orbite terretre.   
Fig. 41 – La comète de Halley, la comète de Pons et l’orbite de Neptune. Échelle : 3mm = 1 rayon de l’orbite terretre.   
Fig. 42 – La comète de1862,III, les étoiles filantes du 10 août et la planète transneptunienne. Échelle : 2mm,5 = 1 rayon de l’orbite terretre.   
… Mercure est-il le monde le plus proche du Soleil et Neptue est-il le plus éloigné ? .. ls observations de planètes intramercurielles ne sont que des illusions, tandis que, quoique nul n’ait jamais vu de planète extérieure à Neptune, la probabilité d’existence d’un tel astre est fondée sur une base assez solide pour devoir être prise en haute considération ….Les observations faites sur Neptune depuis sa découverte n’ont pas encore révélé de perturbations faisant soupçonner l’existence d’une planète plus éloignée. Mais cette existence nous est annoncée par un autre fait sur lequel nous avons déjà appelé l’attention il y a quelques années (la *Nature* du 3 janvier 1880) …projectile quelconque ..ne s’arrêtera plus … les comètes ……Lorsqu’elles arrivent en vue d’un Soleil… se précipitent vers l’astre ..vitesse initiale … elles continuent leur cours parabolique ou hyperbolique … elles errent ainsi sans se fixer, à moins d’une circonstance exceptionnelle … présence d’une planète non loin de la trajectoire qu’elles décrivent … la parabole est devenue une ellipse … origine des comètes périodiques … Toutes les comètes périodiques sont le retour a été observé ont leur aphélie situé vers l’orbite d’une grosse planète, et montrent ainsi que leur introduction le système solaire est due à l’influence de la planète voisine de leur aphélie ..tableau .. Jupiter en a conquis 9, Saturne 1, Uranus 2, Neptune 8. Entre le voisinage de Jupiter et celui de Saturne on n’en rencontre pas, ni entre Saturne et Uranu, ni entre Uranus et Neptune. L’origine est flagrante… SCHIAPARELLI … cette comète de 1862 et le courant des étoiles filantes du 10 août nous montrent comme du doigt la planète invisible à laquelle ils doivent leur introduction dans notre famille a…Nous pouvons dire aujourd’hui avec certitude : *il y a une planète au delà de Neptune* … De Neptune à notre soleil voisin α du Centaure il y a 7400 fois la distance de Neptune au Soleil. Cet immense espace n’est sans doute pas vide de mondes … On ne sait pas, réellement, où ces orbites allongées peuvent se fermer, ni même si elles se ferment du tout, tandis qu’il est absolument certain que l’orbite des étoiles filantes d’août est fermée vers la distance 48 … nous avons dès maintenant la certitude qu’*elle existe* et que, dans ces profondeurs ultimes du système du monde, gravite à pas lents une île céleste extraneptunienne, plongée dans un perpetuel crépuscule, en des conditions d’existence absolument différentes de celles qui régissent la vie des mondes voisins du Soleil.

#### 2 Le centre du monde et les lois du mouvement des corps célestes par CH.-V.ZENGER. pp. 431-434. octobre 1899 à consulter sur Gallica

..les mouvements orbitaux des planètes et des comètes périodiques sont liés à la rotation du Soleil par la simple loi des multiples … la même loi doit exister pour les systèmes stellaires multiples, primaires et secondaires...Prière aux astronomes de chercher la trace de la **planète X** sur les plaques photographiques.

#### 3 Planètes **transneptuniennes** par A. BENOIT, p. 494-497. novembre 1899 à consulter sur Gallica

Fig. 231 – Appareil destiné à la recherche des planètes **transneptuniennes**.

AB Axe horaire incliné à 36° 47' (latitude d'Alger). Cet axe est en relation avec un mouvement d'horlogerie.

CD Axe incliné à 23° 27' sur l'axe horaire.

P Appareil photographique pouvant tourner autour de l'axe CD à l'aide de pignons et de roues dentées, ce qui permet d'avoir les bords de la plaque parallèles à l'écliptique.

L Lunette-chercheur.

M Miroir plan pouvant prendre toutes les positions désirables, et permettant de prendre une étoile guide en dehors de la région photographiée.

Figure sans numéro – [Traces comparées: étoile brillante, étoile faible, planète]

H Massif de maçonnerie supportant l'instrument. Des escaliers sont ménagés pour divers usages.

… d'après la loi de Bode, d'une part, et d'après l'examen des orbites cométaires, d'autre part, il pourrait exister des planètes vers les distances 48, 75, 110, 120 et 160...... si Uranus est de 6e grandeur et Neptune de 8 e, une planète située à 160 et ayant à peu près le même diamètre, serait de 15e grandeur … les plaques auront 30 c/m sur 40 c/m  de façon à présenter un champ d'un peu plus de 80° sur 11°; il suffira de faire 36 photographies pour avoir l'écliptique sur une largeur de 8°. Chaque photographie recouvre celle qui la précède et celle qui la suit d'un demi-degré de façon à ce qu'aucune planète ne puisse échapper à l'œil photographique.... La lumière de la Lune étant un obstacle sérieux … comment reconnaîtrons-nous que ce petit point qui nous apparaît sur la plaque photographique est une planète et non une étoile? ..le lendemain, nous recommençons la photographie de la même région du ciel..en répètant six fois la pose ..on aura une ligne pointillée faisant avec la trace des étoiles un angle ...il sera donc très facile de reconnaître les traces laissées par les planètes, et ces traces ne pourront être confondues avec des défauts de la plaque. On poura même, en mesurant l'obliquité des traces, connaître approximativement la distance de la planète qui les aura produites...

#### 4 **PERCIVAL LOWELL** par CAMILLE FLAMMARION p. 422-423. décembre 1916

…. Tout récemment, il s’est fait un devoir de signer la protestation des intellectuels américains, en réponse à l’inique et mensonger factum des intellectuels allemands…on doit au Dr SLIPHER de belles découvertes, notamment l’avance vers nous de la nébuleuse d’Andromède au taux de 300 kilomètres par seconde, et l’éloignement de la nébuleuse 4 594 du Nouveau Catalogue Général, à raison de 1 100 kilomètres par seconde ! et sa rotation au taux de 100 kilomètres par seconde à la distance de 20’’ du noyau … Nous lui avions décerné le Prix Janssen, en 1904 … Il venait en France tous les deux ans, aux époques non martiennes…. Sa mort prématurée ne laissera pas son œuvre inachevée ; son observatoire est organisé, et ses habiles et savants collaborateurs la continueront pour le plus grand bien de la science et des progrès de l’esprit humain.

#### Contribution à la recherche d’une planète **transneptunienne** par A. BORRELY p. 423-425. décembre 1916

#### 5 Perturbations de Neptune et planète **transneptunienne** par WILLIAM H. PICKERING  p. 393-394. septembre 1919

Traduit de l’anglais par G. RENAUDOT.

#### 6 Neptune et la planète **transneptunienne** par Emile BELOT p. 19. janvier 1927

... Il est donc probable que, comme Neptune avant 1846, la planète **transneptunienne**, en raison de son immobilité relative, a déjà été observée et prise pour une étoile de 12e grandeur

##### 7 Le corps céleste **transneptunien** découvert à l’observatoire LOWELL par F. BALDET 14 avril 1930 PS 23 avril p. 212-215. mai 1930

Planche VI Photographies du corps céleste découvert à l’observatoire Lowell  
Observatoire de Heidelberg (Dr Max WOLF) Le 19 mars 1930 le 21 mars 1930 [les deux vues étant présentées côte à côte, avec un écartement d’une douzaine de cm, l’examen en vision croisée montre immédiatement un point et sa flèche d’identification se détachant en avant du fond stellaire. En affichant avec une écart de l’ordre de l’écart interoculaire, l’examen attentif en vision parallèle finit par montrer un point en arrière du fond stellaire. La planéité du fond stellaire, très bonne en vision croisée, apparaît moins bonne en vision parallèle.]   
Le 20 mars 1930 Observatoire de Juvisy (M. F. QUÉNISSET) [l’examen du registre vert montre effectivement 17 plaques prises du 8 mars au 19 avril 1930 ; sous l’appellation « pour astre transneptunien de l’observatoire Lowell »]

Observatoire de Paris (Service de la Carte du Ciel) Le 29 mars 1930 Le 4 avril 1930

..journaux du 12 mars dernier …Observatoire Lowell, à Flagstaff, dans l’Arizona … 13 mars .. découverte d’Uranus …14 mars .. naissance de Percival LOWELL …*Nature* (12 avril 1930, p. 577)…Clyde W. TOMBAUGH … télescope Lawrence Lowell … 21 janvier …l’astre fut suivvi régulièrement depuis le 19 février … A.-C.-D. CROMMELIN … HANSEN …Le VERRIER …FLAMMARION …tandis que les écarts en longitude d’Uranus, sous l’influence de Neptune, avaient fini par atteindre 155’’, il ne subsiste plus dans le mouvement d’Uranus que des différences Observation-Calcul ne dépassant pas 4’’,5, suivant les tables de Le Verrier et 2’’ selon les tables de GAILLOT, c’est-à-dire des quantités à peine supérieures aux erreurs d’observation. … W.-H. PICKERING … J. BAILLAUD … SHAPLEY …

#### 8 La trajectoire de **l’objet LOWELL** par H. MINEUR p. 215-227. mai 1930

Fig. 102 - …dates … ascensions droites …

Fig. 103 - …dates … déclinaisons …  
Fig. 104 – Déplacement de l’objet Lowell sur la sphère céleste ….  
Fig. 105 – Déplacement apparent de l’objet Lowell sur la sphère céleste …

Harlow SHAPLEY … Observatoire Lowell … Clyde-W. TOMBAUGH … Positions observées … grandeur 15,5 … (une ouverture de plus de 0m,50 est nécessaire pour l’apercevoir) … accessible aux intruments photographiques ordinaires …30 minutes avec l’instrument de la Carte du Ciel … Vitesses des mouvements planétaires … Mouvement à l’opposition …rétrogradation diurne à l’opposition … Mouvement à la conjonction … Station … angle Terre-planète, Terre-Soleil à la station … ssApplication à l’objet Lowell … Date de la station … 1er avril .. Distance conclue : 62unités … Détermination d’une orbite …ESCLANGON .. LAMBERT … Orbite circlaire … Lambert et KRASSOWSKY … orbite circulaire d’après les observations extrêmes .. 6 unités .. CANAVAGGIA .. méthode de LAPLACE … Distance de l’objet à la Terre … Vitesse de l’objet … raison de cette indétermination pratique de la vitesse radiale … Autres résultats … LEUSCHNER … BOWER et WIPPLER .. BANACHIEWITZ … SILVA .. SHAPLEY … ellipse très allongée, voisine d’une parabole … Méthode parallactique ..Esclangon .. STOYKO .. Il manque donc un élément pour déterminer l’orbite … Cause de l’indétermination de la vitesse radiale … L’orbite n’est pas circulaire … inclinaison et longitude du nœud .. Appel aux observateurs de l’hémisphère sud ..

#### 9 La **transneptunienne** par F. QUÉNISSET et Gabrielle Camille FLAMMARION p. 227-242 mai 1930

Fig. 106 – Photographie de Camille FLAMMARION et de Percival LOWELL obtenue en 1908 à l’observatoire de Juvisy. (dans son automobile qu’il avait amenée d’Amérique)

Fig. 107 – Comparaison entre la marche de la planète Neptune et celle de l’astre qui vient d’être découvert à l’observatoire Lowell. Ces figures sont exécutées exactement à la même échelle (10 mm pour 3’). Neptune se trouvait en 1910 (mars et avril) très près de la même région occupée en ce moment par l’objet Lowell.

..Christophe COLOMB … William HERSCHEL … le vieux Saturne semblait être le gardien éternel des bornes de notre système planétaire … Bochart de SARON … suggéra aux théoriciens .. fausse route … Uranus …Dès 1834 ..HANSEN avançait que les irrégularités constatées provenaient des perturbations de deux astres … NEWCOMB … Tables de BOUVARD … GAILLOT .. LAU …[le 15 février 2020, téléchargement dans le dossier Beethoven/ Astro internet d’une thèse de196 pages, en 1941, par Vladimir KOURGANOFF, sur le rôle de la mécanique céleste dans la découverte de **Pluton** ; Burillier a publié une version condensée en 2005] W. H. PICKERING … Camille FLAMMARION … déclaration .. développée dans *L’Astronomie* de 1884, [article prémonitoire de mars 1884, pages 81 à 91, téléchargé le 15 février 2020 à la maison de convalescence Korian-observatoire, 33, avenue de la Cour de France à Juvisy, à proximité de l’observtoire au 32] et cette dernière étude a été reproduite en notre Bulletin de juin 1909 [pages 249-258, reprise de l’article de 1884 ; i y a aussi février 1909, page 97, Nouvelles de la science et février 1909, p. 72-73, Séance du 6 janvier 1909] …*Ciel et Terre* … *Gazette astronomique d’Anvers* … *Nature* …J. JACKSON …possibilité de ces fructueux coups de filet photographiques … Képler déclarant qu’il y a autant de comètes au Ciel que de poissons dans l’Océan … QUÉNISSET … 20 au 31 mars 1930 .. onze photographies [n° 4051 à n° 4061 dans le registre vert]…objectif Viennet de 0m,160 de diamètre et 2m,900 de distance focale ; objectif triplet Zeiss de de 0m,170 de diamètre et 1m,200 de distance focale ; objectif Astro-Tessar Zeiss de de 0m,125 de diamètre et 0m,600 de distance focale [abréviations respectives dans le registre vert : OVt.f. Tripl.z Astr.Tes ] [détails sur les poses] Le 20 mars, l’astre, dont on évalue la magnitude photographique à 16, se présentait bien dégagé de toutes les étoiles environnantes. Les clichés montrent les étoiles de 17e magnitude et même, à la limite de visibilité, celles de 17,5 ou 18, et, en outre, un grand nombre de faibles nébuleuses et quelques petites planètes qui ont tracé des ptits traits plus ou moins longs, d’inclinaisons différentes. Comme quelques-unes de ces traînées sont très faibles, il peut se faire que nous en avons enregistré de nouvelles. L’identification a être étudiée. .Un cliché pris avec l’objectif Viennet d’une plus grande distance focale .. montre ces deux astres bien séparés. Il n’y a donc pas eu occultation, comme les images fournies par les petites distances focales auraient pu le faire supposer … A aucun moment, Mme G. C. FLAMMARION et moi, n’avons pu sûrement l’apercevoir visuellement dans l’équatorial de 0m,240 … Observatoire Lowell ..LAMPLAND …

#### 10 Nouvelles de la science, variétés, informations pp. 194-197. avril 1937

La planète **Pluton** est-elle un ancien satellite de Neptune ? Une étoile faible à fort mouvement propre 22h,5 –15°,7 3 »,27 dans l’angle de position 46°,0 Académie des Sciences Bibliographie Suppléments de cotisation [68 noms, dont Dauvillier, Wehrlé et Thuaire]

#### 11 Séance du 14 décembre 1947 p. 3-5. janvier 1948

26 adhérents, dont Roger Bouigue, Marie-Clément-Henri Gérard de Dinechin, ingénieur en chef de la Marine, 111, rue de l'Université

*communications écrites* pp. 5-10 M. L. Rébuffat , à Metz (Moselle) …M. H. Méméery, à Talence (Gironde)… M. W. Groubé, à Taza (Maroc)

Fig. 2 – Graphique montrant la variation de la durée de la rotation du Soleil en fonction de la latitude disques : Durées déduites de l’observation des taches \* : durées déduites des observations spectroscopiques.

Nous félicitons vivement M. Cl. Courdurié du soin avec lequel il nous présente ses travaux synoptiques d'observations solaires.

Bolides, étoiles filantes…Le 23 novembre, à 2h30m (T.U.), M. J.P. Combas, à Paris (15e), vit un bolide traverser une bonne partie du ciel entre  du Lion jusqu’à  du Navire. Une détonation suivit la division du bolide en deux noyaux distincts.

Observations météorologiques L’été 1947 aura été l’un des étés les plus torrides observés en France depuis bien longtemps.

M. J. Carteret nous communique une note qu’il a donnée à l’Académie des Scineces sur les **caractéristiques probables de deux planètes transplutoniennes**.

#### 12 Société astronomique de France Séance du 26 mars 1950 par André HAMON p. 144-149. avril 1950

[liste de 65 nouveaux membres, dont 12 à l’étranger] ..Gabriel DELMOTTE … REYSA BERNSON …

COMMUNICATIONS ECRITES

Soleil .- W. GROUBÉ, à Oujda (Maroc) …J. MALBURET, à Hyères (Var) ..marées héliaques produites par les planètes principales ..MELDAHL, CARL STRÖMER et BIRKELAND … aurores boréales …

Lune .- ..RUDDY, à Rugby (Angleterre) … SAUGÈRE, à Guéret (Creuse) …  
Planètes .- .. J. FERRÉ, à Mirambeau (Charente –Maritime) …  
Bolides, étoiles filantes .- G. BARDOU à Carthage (Tunisie)… J. AUSTRUY, à Saint-Marcelin (Isère) … Mme MALBURET, à Hyères (Var) ..un bolide qui explosa silencieusement à plusieurs reprises, pendant sa trajectoire évaluée à 5 secondes. Cette absence de bruit est expliquée par M. Malburet par l’existence, dans les conditions où le phénomène se produit, d’un cône sonore en dehors duquel on ne perçoit plus rien.  
Optique atmosphérique .- M. le contre-amiral BONGRAIN, à Ablamcourt (Marne) a observé souvent le Rayon Vert et le compare à un effet de capillarité optique entre les bords de l’arc du Soleil et l’horizon. Au fur et à mesure que le Soleil s’enfonce sous ce dernier, deux petites taches vertes situées aux extrémités de l’arc se rapprochent pour finalement fusionner quand le Soleil est sur le point de disparaître.  
Communications diverses .- Père J. M. VAN DER STRICHT,professur au Collège de la Berlière, à Houtaing..représentation graphique du ciel en 1950. Ce graphique très intéressant pourra être consulté à la Bibliothèque de la Société. … F. BROUSSE ..**planètes transneptuniennes** … Bruno LAVERGNE ..fait paraître hebdomadairement dans Le Maroc Quotidien des articles astronomiques …

COMMUNICATIONS VERBALES

Le 14 de ce mois de mars ..seconde des deux coupoles, celle qui se trouve à l’est du bâtiment …. [le 29 juillet 2015, la résolution des vues aériennes fournies par Google n’est pas suffissante pour savoir si les deux coupoles peuvenet encore s’ouvrir sur le ciel, ou bien s’il s’agit de coupoles de décoration]….Georges FOURNIER, ancien administrateur de l’Observatoire … Les deux coupoles ont subi les injures du temps et chose curieuse, c’est la plu jeune qui en a le plus souffert. Peut-être après tour, était elle construite moins solidement. Quoi qu’il en soir, vous savez qu’elle est immobilisée depuis de long mois et que l’instrument qu’elle abrite est ainsi devenu inutilisable. Nous sommes maintenant en mesure de la faire remettre en état et les travaux vont commencer la semaine prochaine…JARRY-DESLOGES … don à l’Observatoire de la Société d’un objectif de 22 centimètres de diamètre et de 3 mètres de distance focale environ…

#### Nouvelles de la science, variétés, informations p. 170-173. avril 1950

Tremblement de terre à Alger .- ..Raymond L. BOCHET …

Le retour de la Comète périodique d’ARREST .- …VAN BIESBROECK … Albert W. RECHT …

Prix de l’Académie des Sciences .- Benjamin Valtz..Jean DELHAYE… Prix Jules-César Janssen ..Daniel CHALONGE ..  Fondation Frédéric Forthuny …Pierre BERNARD …Microsismique et ses relations avec l’activité solaire [thèse de 1941, citée cinq fois de 1954 à 2006] ..Prix Henri de Parville .. Robert LENNUIER.. résonance optique ..  Prix Hughes ..Émile THELLIER ..magnétisme des terres cuites et des roches .. Prix Alexandre Darracq .. Henri MURAOUR ..les poudres et les explosifs .. Fondation Loutreuil ..Gaston FAYET .. Observatoire de Nice [directeur de 1917 à 1962]..

**Nouvelles de Pluton .-** …13 mars 1930 .. Clyde W. TOMBAUGH … Cette planète transneptunienne reçut le nom de Pluton, dont le Symbole contient précisément les initiales de Percival Lowell .. Dirk BROUWER ..*Sky and Telescope* … G. P. KUIPER … Walter BAADE …

Bibliographie .- *Atlas Cœli Skalnaté Pleso*, par A. BECVAR, [caractères accentués indisponibles] Prague 1948 ..magnitude 7,75 … *Les planètes*, Par Pierre GUINTINI .. *»Que sais-je ? ».. L’Astronautique*, par Alexandre ANANOFF, Éditeur Arthème Fayard…

… commémoration ..dimanche 4 juin 1950 à 15h30 ..Amicale philatélique de Juvisy … Exposition publique en souvenir de notre Fondateur.

13 Nouvelles de la science, variétés, informations *pp. 257-261. Juin 1950*  
Dernières nouvelles de **Pluton** . – G. P. KUIPER … M. C. HUMASON … Pluton serait donc un très petit monde ..conférence .. F. BALDET ..*L’Astronomie*, année 1932, pages 353 à 363  
Comète Minkowski (1950 *b*) . - … L. E. CUNNINGHAM …  
L’étrange petite planète .. Icarus ..période …astéroïde ..n°1566 .. 409jours,08  
Le passage du 15e parallèle de latitude nord sur la Route nationale n° 7 sera marqué par une stèle dans la Drôme . - .. trois solutions possibles .. feuille de Tournon …nouvelle Carte au 20 000e … Jean BLACHE  
Dans les observatoires . – Otto STRUVE …  
Académie des Sciences . – J. MARTIN et P. LEJAY ..intensité de la pesanteur en différents lieux …. Michel DUPUY .. distances orthodromiques terrestres .. Th. WEIMER ..libration physique de la Lune .. Mlle CANAVAGGIA, D. CHALONGE et V. KOURGANOFF … LAFFINEUR et R. SERVAJEAN .. Constatntin MACRIS ..les granules photosphériques ne sont pas animées de mouvements latéraux …M. FRANÇON …lumière diffractée par les défauts d’homogénéité dans les verres d’optique …J. CABANNES et A. DANJON .. Commission de la Haute atmosphère…TCHENG-MAO-LIN … Z Andromedae …Mme JEREMINE et M. LELUBRE décrivent une météorite de 150 grammes tombée le 26 février 1947 à Seldebourak (Hoggar) … Mlle BLOCH et M. FALGON donnent les résultats de leurs mesures photométriques, dans le proche infrarouge, de l’éclipse de Lune du 13 avril 1949… PROISY.. courbure des couches de l’atmosphère solaire …Ch. BERTAUD ..nova dans la constellation de l’Ecu … Renée HERMANN … J. CHAZY …Zareh NUBAR … théorie physique de la gravitation …STEINBERG et ZISLER ont mis en évidence, au moyen du radiotélescope de Marcoussis, le rayonnement radioélectrique solaire réfléchi par la Lune …ESCLANGON décrit son observation de l’éclipse de Lune du 7 octobre 1949 et fait remarquer la dissymétrie de cette éclipse se traduisant par d’exceptionnelles inégalités d’intensité et de coloration… A. GIAO …structure cosmologique de l’espace-temps …Ch. FEHRENBACH …Nova Scuti 1949 …DAUVILLIER ..puissante émission solaire de rayons cosmiques …R. BOLLO et J. GOGUEL … Bretagne .. anomalies de l’intensité de la pesanteur … BOUIGNE et FEHRENBACH ..spectre des étoiles carbonées …B. LYOT et A. DOLLFUS ..Pic du Midi ..lueur crépusculaire qu’une atmosphère hypothétique produirait sur le bord du croissant lunaire…TCHENG MAO-LIN .. χ Cygni ..  
Un hommage au général de Nansouty, fondateur de l’Observatoire du Pic du Midi .- … cimetière de Dax ..plaque ..RÖSCH … Société Borda … André GIRET   
Bibliographie . – *La vie dans la Matière et dans le Cosmos* par R. TOCQUET …Henri DESOILLE … *Filtres*, par Pierre SELME.. Société Optiqie et Précision Levallois … Travaux photographiques simplifiés, par Robert ANDRÉANI ….

#### *14 Les planètes* par Evry SCHATZMAN pp. 423-426. novembre 1950

..bien des notions ne paraissent claires que lorsqu’on connaît le processus historique qui a abouti à leur formation … Copernic .. Galilée .. Képler … Tychoe Brahé … Newton .. Herschel … Le Verrier .. Galle …**Pluton** .. Tombaugh .... Pickering …Spencer Jones … Donnons les diamètres planétaires comparés à celui de la Terre : les nombres de kilomètres sont trop grands pour parler à l’esprit .. L’examen des perturbations est un moyen de déterminer le rapport des masses des planètes à celle du Soleil … Rabe …Le cas de **Pluton** présente des difficultés …Atmosphère …Température .. Rotation …

#### 15 Nouvelles de la science, variétés, informations *pp. 496-497. décembre 1950*

Le diamère de **Pluton** - ..Gerard P. KUIPER ..M. M. HUMASON …35,36 unités astronomiques diamètre ....0’’22 … erreur moyenne de 0,01seconde …5712 kilomètres [mesure de près : 2 372 ± 4km, juillet 2015, l’Astronomie novembre 2015 pp. 10].. Albedo 0,17 ..suggère que la surface rocheuse de Pluton est invisible, et qu’elle disparaît sous la plus grande partie de son atmosphère primitive glacée par la basse température de cette lointaine planète.[voir *l’Astronomie*, novembre 2015 : *Cérès et Pluton Deux mondes bien différents* par Frédéric DESCHAMPS ]

Académie des sciences.- .. G. DE VAUCOULEURS ..N.G.C. 2146 ..déterminer sans ambiguïté son orientation spatiale ..rotation dans laquelle les bras *suivent* le noyau. Paul COUTEAU et Evry SCHATZMAN ..naines blanches .. CHALONGE ..Mlle DIVAN ..température de brillance d’une étoile.. PLAVEC ..âge des essaims météoritiques …il est évident qu’un petit nombre de météores faibles peut encore rencontrer la Terre .. *Commandant-Charcot* ..BARRE et RAWER ..sondages ionosphériques .. Bernard LYOT expose la réalisation d’un nouveau spectrophotomètre qui mesure l’intensité d’une raie coronale sans avoir besoin de réduire la lumière diffusée atmosphérique et instrumentale…

Distinctions honorifiques .- ..Édouard BELIN, membre de notre Société depuis 19**..**, dont la fidèle présence à nos séances nous est si agréable, ..Grand Officier de la Légion d’Honneur ….Docteur Paul BAIZE, attaché à notre Société depuis près de quarante années, est nommé Chevalier de la Légion d’Honneur ……..

Bibliographie. – L’*Annuaire Astronomique et Météorologique Camille* Flammarion pour 1951..  
*La Figure de l’Univers*, par Pierre JAVET …Dunod .. préface par G. TIERCY .. tout lecteur qui s’intéresse aux vaste problèmes cosmogoniques.

#### 16 Les progrès récents de l’astronomie par L. D’AZAMBUJA pp. 301-307. juillet-août 1951

Aucun évènement astronomique de tout premier plan ne s’est produit depuis notre dernière assemblée générale, malgré les prévisions sinistres de la grande presse selon lesquelles une collision catastrophique, en pulvérisant notre Terre, allait brutalement mettre fin à l’agitation de ses habitants et, du même coup, aux progrès de l’Astronomie …A tout seigneur, tout honneur .. Palomar .. Image pratiquement contenue dans un cercle de 0mm,1 de diamètre distance focale ..17 mètres [1’’ faisant 0,085 mm] …Observatoire Lick … 3 mètres de diamètre …Afrique du Sud, près de Bloemfontein, un télescope Baker-Schmidt de 80 centimètres de diamètre ..prisme-objectif … B.J. BOK … R. v. d. WOOLEY ..Canberra (Australie) … réfracteur photographique de 65 centimètres d’ouverture….. Lac du Portage …Schmidt .. le miroir a 90 centimètres d’ouverture et la lame correctrice, 60 centimètres .. H. D. CURTIS … Observatoire de Saint-Michel ..télescope de 1,93 m ..disque, coulé en 1939 ..LYOT … emploi particulièrement subtil des propriétés de la lumière polarisée …tracer à Meudon les courbes d’intensité de la raie verte coronale ..filtre polarisant ..films de la chromosphère .. Nos éruptions chromosphériques les plus spectaculaires n’ont certainement pas changé l’intensité du Soleil de façon appréciable, dans la gamme des ondes lumineuses tout au moins …Van de Kamp …énormes éruptions…20 000 poses ont été examinées sans succès .. Les étoiles à éruptions sont peut être nombreuses dans le ciel … 1949, B. STRÖMGREN et C. FEHRENBACH … Seule, celle des photographies jumelles faites avec le filtre laissant passer Hα, montrait les régions nébulaires … répartition des magnitudes absolues stellaires au voisinage du Soleil …Palomar..Avec cet instrument ..G. P. KUIPER ..**diamètre de Pluton** .. 0’’2, avec une erreur probable de l’ordre de moins d’un dixième de cette valeur …Remarquons, pour l’honneur de notre collègue BALDET, que ce sont, à peu de choses près, les chiffres qu’il avait donnés en 1932, peu après la découverte de Pluton, d’après ses propres observations à la grande lunette de Meudon. [valeurs grossièrement surestimées, précision bien moins bonne que celle indiquée : voir l’Astronomie, n°88, novembre 2015, page 10, après le survol de Pluton par un engin]..OORT …immense nuage autour du système solaire, pouvant s’étendre juqu’à 200 000 unités astronomiques..Il pourrait y avoir dans ce nuage 1011 comètes de dimensions observables ….Soleil ..LAFFINEUR ..radiotélescope de Meudon … Sidney ..repérer avec précision, sur le disque solaire, la source des sursauts observés par M. Laffineur … Miss PAYNE-SCOTT et A. G. LITTLE … Le 17 février 1950, il a enregistré le début d’une émission radioélectrique qui s’est ensuite déplacée rapidement sur le disque et a paru se terminer au-delà du bord, assez haut dans la couronne.. éclipse totale de Soleil du 12 septembre 1950 …île Attu, une des Aléoutienes .. pluie diluvienne ..Il ne semble pas touteflois, que l’on ait mis nettement en évidence que les ondes décimétriques, dont l’origine paraît être dans la couronne et non au niveau de la photosphère, donnent une image du Soleil plus grande que les ondes qui impressionnent l’œil.

e d’une planète possédant un satellite.

..Titius et Bode … Le mouvement des planètes …épicycle ..déférent ..Copernic Lois de Kepler ..Newton en 1687 … Uranus par Herschel en 1781, Neptune par le Verrier en 1846, Pluton d’après les travaux de Lowell et Pickering en 1930. L’inclinaison des plans orbitaux des planètes …ligne des nœuds … nœud ascendant ..noeud descendant L’excentricité des orbites planétaires Le mouvement apparent et les phases des planètes ..forme gibbeuse (un demi-cercle accolé à une demi-ellipse) La distance des planètes

#### 17 Nouvelles de la science, variétés, informations *pp. 362-365 septembre 1951*

**Sur les densités de Neptune et de Pluton.** - ..*Journal des Observateurs* (n° 5, mai 1951) ..Ch. CAILLIATE, de l’Observatoire d’Alger ..pour Pluton ..rayon : environ 7 000 kilomètres [mesure de près : 2 372 ± 4km, juillet 2015, l’Astronomie novembre 2015 pp. 10]

Éclat particulier de Jupiter. - …J’observe Jupiter depuis un demi-siècle, mais jamais je n’ai constaté une telle vivacité de lumière à cette planète… G. ISELY ..Observatoire du Jorat (Suisse).

Comète périodique Comas-Sola (1951 *h*). - …Leland E. CUNNINGHAM … Miss VINTER-HANSEN…Elle s’y présente comme une étoile de magnitude 19,5..

Comète Wilson-Harrington (1951 *i*). - …. Leland E. CUNNINGHAM… petite chevelure condensée, avec un noyau stellaire de magnitude photographique 16,0…

Éclipse totale de l’étoile 31 ou ο de la constellation du Cygne. –

Découverte d’une nova dans la constellation de l’Aigle. - ..F. ZWICKY ..prisme objectif … MINKOWSKI … Dorrit HOFFLEIT …L’examen d’une centaine de clichés pris antérieurement ne montre aucune image certaine de cette nova.

Découverte d’une nova dans la constellation australe du Toucan. - ..HENIZE …

L’étoile γ de la constellation de Cassiopée. - ..P. BOURGEOIS ..Uccle ..spectre ..E. VANDEKERKHOVE …

Un anniversaire. - …PIAZZI, à Palerme…Le nombre des petites planètes connues au 1er janvier 1950 était de 1 565…

Dans la Légion d’honneur .- ..P. F. PERRET-GENTIL …

Bibliographie. – *Traité de géodésie* ..Pierre TARDI..et Georges LACLAVÈRE ..Gauthier-Villars .. Ouvrage indispensable dans la bibliothèque de tous ceux qui s’intéressent à ce petit astre qui nous touche de si près : la Terre. – G.C. F.  
*Physique de la planète Mars*, par G. DE VAUCOULEURS……  
*Initiation à l’étude du ciel*, par Pierre PASQUIER ….

#### 18 Observation de **Pluton** avec un télescope de 320mm par G. GAUTHIER p. 36. janvier 1959

..la lecture directe des coordonnées sur les cercles des instruments d’amateur cause souvent quelques surprises, aussi avons-nous préféré nous servir d’étoiles voisines situées dans un champ dont le diamètre est bien connu… il serait intéressant de suivre cette planète qui doit être observable, loin des lumières parasites, dans un télescope de 250 mm.

#### 19 Nouvelles de la science, variétés, informations pp. 472-473. décembre 1964

**Orbites de Pluton et de Neptune** …à son périhélie, Pluton s’approche du Soleil (29,7 unités astronomiques) plus que ne le fait jamais Neptune… C.J. Cohen et E.C. Hubbard

Nominations ..Jean DELHAYE ..Louis ARBEY

Club Antarès, Lycée mixte, place Galilée, à la Seyne-sur-Mer (Var)

Stage d’études d’astronomie au Canada ..petite ville de Montmagny, située sur la rive sud de l’estuaire du Saint-Laurent…

#### 20 Nouvelles de la Science, Variétés, Informations pp. 235-237. juin 1965

La nova récurrente WZ Sagittæ …A.N. Eskioglu … Kraft …Krzminski … On comprend pourquoi un tel objet suscite tant d’intérêt parmi les astrophysiciens !

Sur le Paradoxe d’Olbers …R. Chameaux ..A. Dauvillier

**Le diamètre et la rotation de Pluton** …R.H. Hardie G.P. Kuiper ..il est probable que l’on avait mesuré non pas le diamètre de la planète, mais celui d’une tache brillante centrale.

#### 21 Initiation élémentaire à l’Astronomie par Didier GODILLON VIIl Les planètes « modernes » pp. 211-216. mai 1968

Fig. 90 – Uranus au télescope.

Fig. 91 – Les orbites d’Uranus, Neptune et **Pluton** comparées à celle de la Terre.

Fig. 92 – Diamètre apparent du Soleil a) au milieu :vu de la Terre. B) en bas à gauche : vu de Pluton au périhélie c) en bas à droite : vu de Pluton à l’aphélie.

1° Uranus 13 mars 1781 …William Herschel …Bochart de Saron[J.R., mort sur l’échafaud révolutionnaire en 1794] a) quelques chiffres b) aspect, composition, rotation c) les satellites d) observations.. suivre Uranus à l’œil nu dans le champ des étoiles ..des jumelles aident beaucoup de genre de travail, intéressant surtout parce qu’il apprend à utiliser correctement une carte et à se repérer avec précision. 2° Neptune ..Urbain Le Verrier [Urbain Jean Joseph X1831] J. Couch Adams ] a) quelques chiffres b) aspect, composition, rotation c) satellites d) observations 3° **Pluton**  …mesure du diamètre apparent …il paraît vraisemblable que la surface soit lisse et que l’on ait mesuré le diamètre de l’image du Soleil formée par le miroir convexe que constituerait sa surface…

#### Approche des comètes à courte période avec Jupiter par H. I. KASIMIRTCHAK-POLONSKAYA pp. 217-227. mai 1968

Fig. 93 – Sections coniques.

Fig. 94 – Formes d’orbites cométaires.

Fig. 95 – Transformations de l’orbite de la comète Wolf I durant 1750-1960, d’après les investigations de M. Kamienski.

Lexell, fondateur du problème des approches des comètes avec Jupiter et des grandes transformations de leurs orbites. Laplace, créateur du fondement théorie du problème. Sphère d’activité de la planète. …nous présentons dans le tableau ci-dessous les distances moyennes, les masses et les rayons des sphères d’activité de neuf planètes …même **Pluton** avec sa petite masse, mais sa distance énorme, possède un rayon de sphère d’activité assez important. Le rôle de Le Verrier dans le développement théorique et pratique du problème des grandes transformations des orbites cométaires. U.J. Le Verrier, M.M. Kamienski et A.D. Doubiago Kamienski, premier investigateur de l’évolution d’une orbite cométaire durant deux siècles ….la comète Wolf I effectue sa révolution autour du Soleil suivant « une ellipse pulsante qui s’élargit et se contracte avec une périodicité irrégulière » Doubiago, investigateur-virtuose du mouvement des comètes et de leurs passages par la sphère d’activité de Jupiter … P.H. Cowell et A.C.D. Crommelin ..J. Bauschiner …comète Brooks (1889 V) …obligé ..tenir compte de l’aplatissement de Jupiter Résultats des recherches sur les approches de 63 comètes à courte période avec Jupiter obtenus par divers investigateurs au cours des années 1770-1965 Conclusions et problèmes actuels …voilà un problème prêt à être tranché à l’aide de la technique moderne des calculs.. ;

#### Petits satellites des grosses planètes par M. DURUY pp. 235-236. mai 1968

Beaucoup de possesseurs d’instruments moyens s’intéressent aux satellites faibles sinon à **Pluton** : notre correspondance avec eux en témoigne. Voici qui facilitera leurs recherches….

#### 22 Rôle des planètes extérieures dans l’évolution des orbites des comètes par H. I. KAZIMIRTCHAK-POLONSKAYA pp. 323-339.août-septembre 1968

Fig. 154 – Évolution des éléments **a, q, e** de l’orbite de la comète Wolf I, 1660-2060.

Fig. 155 – Transformations de l’orbite de la comète Wolf I au cours des années 1660-2060 d’après les recherches de l’auteur.

Fig. 156 – Quasi-fluctuations de l’orbite de la comète Wolf I durant 1750-1960 d’après les investigations de M. Kamienski.

Fig. 157 – Évolution de l’orbite de la comète Whipple (1660-2060) er sa capteur de la famille de Saturne par Jupiter.

Fig. 158 – Instabilité de l’orbite de la comète Oterma 3 au cours de 1660-2060, capture de la comète par Jupiter et son retour à la famille de Saturne.

Fig. 159 - Évolution de l’orbite de la comète Brooks (1660-2060) et sa capture par Jupiter de la famille d’Uranus en 1886.

Fig. 160 - Évolution de l’orbite de la comète Lexell durant 1660-2060 et son rejet de la famille de Jupiter sur une orbite **transplutonienne** en 1779.

Fig. 161 – Transformation catastrophique de l’orbite de la comète Kearns-Kwee en 1855 et évolution de son orbiter dans l’intervalle 1855-2060.

…L’auteur d’un côté et N. A. Belyaev en collaboration avec G. Sitarski de l’autre, ont élaboré indépendamment deux méthodes différentes d’intégration numérique des équations différentielles du mouvement des comètes, adaptées aux calculateurs électroniques, avec des nouveaux critères du choix automatique de l’intervalle variable d’intégration. …Jupiter ne cède pas ses droits … capturée par cette planète… calculs de A. D. Doubiago … nous avons confirmé toutes les découvertes ingénieuses de Lexell et de Le Verrier ..

#### 23 Nouvelles de la Science, Variétés, Informations pp. 414-416. octobre-novembre 1969

Masses enterrées dans la Lune ..W.L. Sjogren et P.M. Muller … diminutif bien laid de mass concentrations . ..W.M. Michael …

Nouvelles des comètes

**La masse de Pluton**

La période des pulsars

A propos du phénomène lumineux observé le 21 décembre 1968

#### 24 Résonance dans le système Neptune-Pluton par J. MEEUS pp. 33-36.janvier 1972

Fig. 32 – Les orbites d’Uranus, Neptune et Pluton. La ligne en tirets est la ligne des nœuds de l’orbite de Pluton.

J.G. Williams et G.S. Benson ..Pluton .. Astronomical Journal de mars 1971 (vol. 76, pages 167-177) . les périodes de révolution d’Uranus, de Neptune et de Pluton sont presqu’exactement dans le rapport de 1 : 2 : 3 …**Paradoxalement, Pluton peut s’approcher beaucoup plus près d’Uranus que de Neptune**! … accroître la stabilité du système Neptune-Pluton…

#### 25 Cours d’Astronomie de la SAF 5 Le système solaire : étude générale par G. OUDENOT pp. 175-188. avril 1972

Fig. 118 – Comparaison des dimensions des orbites des planètes.

Fig. 119 – Comparaison des diamètres des planètes.

Fig. 120 – Le système de Ptolémée.

Fig. 121 – Le système de Copernic.

Fig. 122 – [deuxième loi de Kepler]

Fig. 123 – La loi de la gravitation universelle.

Fig. 124 – Éléments de l’intersection du plan de l’orbite d’une planète avec celui de l’écliptique.

Fig. 125 – Les éléments géométriques de l’ellipse.

Fig. 126 – Le mouvement de Mars sur la sphère céleste d’avril à décembre 1971.

Fig. 127 – Le mouvement apparent de Mars.

Fig. 128 – Positions particulières et phases d’une planète intérieure.

Fig. 129 – Positions particulières d’une planère supérieure.

Fig. 130 – La parallaxe solaire.

Fig. 131 – Principe de la mesure de la distance Soleil-Terre.

Fig. 132 – Principe de la mesure de la masse d’une planète possédant un satellite.

..Titius et Bode … Le mouvement des planètes …épicycle ..déférent ..Copernic Lois de Kepler ..Newton en 1687 … Uranus par Herschel en 1781, Neptune par le Verrier en 1846, **Pluton** d’après les travaux de Lowell et Pickering en 1930. L’inclinaison des plans orbitaux des planètes …ligne des nœuds … nœud ascendant ..noeud descendant L’excentricité des orbites planétaires Le mouvement apparent et les phases des planètes ..forme gibbeuse (un demi-cercle accolé à une demi-ellipse) La distance des planètes

La masse des planètes…

#### 26 Cours d’Astronomie de la SAF 6 Le système solaire : étude physique par G. OUDENOT pp. 261-287. juin 1972

Tableau I Paramètres principaux des orbites planétaires.

Tableau II Description physique du système solaire

Fig. 174- Aspect de la planète Mercure les 6, 12 et 19 octobre 1950, à la lunette de 60 cm du Pic du midi (dessins de A. Dollfus).

Fig. 175 – Photographies de la planète Vénus, en lumière ultraviolette, montrant les configurations nuageuses des hautes couches de l’atmosphère et ses variations rapides (cliché A. Dollfus).

Fig. 176 – Comparaison de la température des atmosphères de Vénus, de la Terre et de Mars.

Fig. 177 – L’effet de serre sur la planète Vénus.

Fig. 178 – la planète Mars.

Fig. 179 – Nomenclature martienne selon l’Union Astronomique Internationale.

Fig. 180. – Photographie de la région « Deucalionis regio » prise par Mariner 6.

Fig. 181 – Photographie de la calotte polaire sud prise le 4 août 1969 par Mariner 7.

Fig . 182 – Comparaison de la pression des atmosphères de Vénus, la terre et Mars.

Fig. 183 – La planète Jupiter le 24 novembre 1964 à 4h TU, prise au télescope de 106cm du Pic du Midi (cliché P. Guérin). On remarque la tache rouge sur le bord est.

Fig. 184 – Carte schématique des bandes et zones de Jupiter. [avec indication des périodes de rotation]

Fig. 185 – La planète Saturne.

Fig. 186 – Présentation de anneaux de Saturne….

Fig. 187 – Les anneaux de Saturne.

Tableau III Magnitudes et diamètres apparents des planètes.

Fig. 188 – Urbain Le Verrier. [X 1831]

Fig. 189 – La découverte de la planète Pluton.

Fig. 190 – Position des planètes troyennes.

Tableau IV Paramètres des principaux astéroïdes.

Fig. 191 – la comète Bennet le 1 avril 1970. (Observatoire de Haute-Provence, télescope Schmidt)

Fig. 192 – Les différentes parties d’une comète.

Fig. 193 – Isophotes en Ly- enregistrées le 1 avril 1970 autour de la comète Bennett par le photomètre placé à bord du satellite OGO-5 (expérience Bertaux-Blamont). juin 1972

Tableau V Données principales concernant les satellites des planètes.

… Mercure …Dans un grand instrument on distingue des détails qui ont permis de calculer sa vitesse de rotation. Cette rotation d’effectue lentement et , jusqu’en 1965, on pensait que Mercure tournait sur lui-même en 88 jours, durée de sa révolution sidérale, de sorte qu’il présentait toujours la même face au Soleil. Les premières mesures faites au radar ont démenti cette hypothèse ; en fait la rotation s’effectue en 58,7 jours. La relation : 2/3 x 88,0=58,7, quii lie la révolution sidérale à la période, nous montre que des observations de Mercure dans la même région de son orbite, séparées par des intervalles de temps qui sont des multiples pairs de la révolution sidérale, permettent de distinguer les mêmes régions ; d’où l’erreur commise jusqu’en 1965. Vénus Mars 1. Les régions claires 2. Les régions sombres 3. Les calottes polaires 4. les nuages Jupiter …comme pour le Soleil il s’agit d’une rotation différentielle dont la vitesse varie avec la latitude : région équatoriale 9h 50mn 18s régions polaires 9h 55m 40s .. Contrairement à ce qui se passe sur le Soleil, la durée de la rotation n’augmente pas progressivement lorsqu’on se rapproche des pôles. La zone équatoriale tourne en un peu plus de 9h 50m ; si l’on se déplace vers la nord ou le sud, on arrive brutalement à des régions tournant en plus de 9h 55m. Ce fait surprenant a permis d’introduite deux systèmes de coordonnées : le système I lié à la région équatoriale, le système II prévu pour les régions tempérées. Lorsqu’on parle de la longitude  d’un détail de la surface, on note donc  ou  selon la latitude de cette formation . Saturne Galilée .. Huygens …rotation différentielle 10h 14m à l’équateur 10h 39m dans les régions polaires Uranus Neptune **Pluton** ..il est .. susceptible de s’approcher du Soleil plus que Neptune Les astéroïdes les comètes

#### 27 Commission des instruments séance du 27 mai 1972 par A. HAMON pp. 501-517. décembre 1972

Fig. 281 – Apparail astrophotographique à obturateur électrique télécommandé.

Fig. 282 – Mécanisme d’entraînement de l’équatorial.

Fig. 283 – Télescope de 255mm construit par M. Guinnebert, à Paris.

Fig. 284 – L’équatorial de 310mm de M. Verdenet, à Bourbon-Lancy.

Fig. 285 – L’observatoire tournant de M. Ragot, à Saclay.

Fig. 286 – Le télescope de 260mm de l’observatoire de M. Ragot, à Saclay.

Fig. 287 – Le télescope à berceau de 210mm de M. Dijon, à Sillans.

Fig. 288 – Région de Clavius, photographiée par M. Blanchet, à Château-du-Loir. (Télescope de 255mm)

Fig. 289 – Saturne photographié par M. Blanchet, à Château-du-Loir.

Fig. 290 – La Lune par M. Pruvot, à Fressenneville. (Lunette de 76mm.)

Fig. 291 – Groupe de taches situées près du méridien central du Soleil photographié le 18 mai 1972 par M. Mazet, à Pezenas. (Objectif visuel de 90mm, agrandissement de 76 fois.)

..Hamon .. Guinnebert. ; télescope de 255mm.. A. Poncet, à Saint-Claude (Jura) ..monture équatoriale triangulée ….Pavie, à Ris-Orangis ..Bertrand, au Perreux… Pointié, à Lens … Verdenet, à Bourbon-Lancy ..tient à démentir la légende qui veut que **Pluton** soit invisible en dessous d’une ouverture de 500mm…. Gellera, à Lodi (Italie) ..Laberenne, à Saint-Loup de Varennes … D. Chalons, au Havre-Graville .. Gasser-Coze, à Toulon .. Langlois, au Havre … F.-N. Veio, à Clearlake Park (USA) .. spectrohélioscope à réseau .. M. Talbot, à Butare (République du Rwanda) Ragot ..Association culturelle du Commissariat à l’énergie atomique .. Tellier à Montrouge .. Migault, à Saint-Julien d’Ars .. Meiller, à Fort-de-France (Martinique) ..Dijon ..à Sillans (Isère) .. Franchet, à Saint-Denis (Ile de la Réunion) .. Pitault, à Issoudun .. Blanchet, à Château-du-Loir ..Ridon, à Nanterre ..Arsidi, à Saint-Maur-des-Fossés .  Pruvot..Fressenneville .. Jasniewicz, à Longwy .. J. Mazet, à Pézenas .. Bucaille, à Saint-Ouen-sur-Iton .. Demessance, à Vitry-sur-Seine Boeufgras, à Isle (Haute-Vienne)

Bourret, à Villeurbanne …luminosité surfacique .. Luminosité ponctuelle occultation des Pléiades par la Lune .. Luminosité filiforme ..erreur de réciprocité..

#### 28 Les variations orbitales de la comète de Halley par M.-A. COMBES pp. 103-112. mars 1973

Tableau I. – La comète de Halley en chiffres.

Fig. 52 – Orbite de la comète de Halley.

Tableau comparatif des résultats de Brady et de Kiang.

…Joseph L. Brady et miss Edna Carpenter …T. Kiang L’étude de Brady et Carpenter Les éléments orbitaux ..catalogue de Marsden …Il faut bien distinguer la période de révolution instantanée et l’intervalle de temps entre deux passages au périhélie. La différence est simplement la part qui revient aux perturbations de toutes natures. …Halley possède des éléments remarquablement stables. **La planète X, un astre fantôme** ..Brady, espérant renouveler les exploits de Le Verrier et de Lowell…. Les recherches de T. Kiang . ;Avec les dates de Kiang, les résidus sont beaucoup moindres et enlèvent toute valeur à l’argument essentiel de Brady. …une rupture du noyau semble improbable dans un avenur proche.

#### 29 **La planète X** n’existe pas par J. MEEUS pp. 311-312. juillet-août 1973

Les discordances dans le mouvement de la comète de Halley sont dues à des forces dites « non gravitationnelles » et non à l’existence d’une planète **transplutonienne**.

#### 30 La vie de Camille Flammarion par A. DUPLAY, pp. 405-419. décembre 1975

Fig. 198 – [Portrait de A. Duplay ?]

Fig. 199- La maison natale de Camille Flammarion.

Fig. 200 – Françoise et Jules Flammarion.

Fig. 201 – Un dessin de l’apprenti-graveur Camille Flammarion (1858)

Fig. 202 – 1858 Couverture du premier manuscrit de C. Flammarion.

Fig. 203 – 1862 Parution de la « Pluralité des mondes habités ». C. Flammarion a 20 ans !

Fig. 204 - En 1879, parution de l’Astronomie Populaire. Camille Flammarion a 37 ans.

Fig. 205 – L’Observatoire de Juvisy en 1894.

Fig. 206 – Les « trois enfants courageux », Ernest, Berthe et Camille, au soir de leur existence.

Fig. 207 et 208 – Deux vues anciennes de l’Observatoire de Juvisy.

Fig. 209 – **Percival Lowell en visité à Juvisy**.

Fig. 210 – Un groupe de personnalités..général Ferrié, Camille Saint-Saëns, le comte de La Baume-Pluvinel, le prince Roland Bonaparte, F. Quenisset …

Fig. 211 – Un astronome amateur célèbre : le compositeur Camille Saint-Saëns.

Fig. 212 – Une visiteuse de marque : la reine Marie de Roumanie (1921).

Fig. 213 – Madame Sylvie Flammarion en 1874.

Fig. 214 – Madame Gabrielle Camille Flammarion vers 1921.

Fig. 215 – Une renommée mondiale et cependant une charmante simplicité.

..né à Montigny-le-Roi le 26 février 1842. à la fin de la première année elle comptait 155 membres, près de 2000 en 1900…aujourd’hui nous sommes près de 7 000 …le 3 juin 1925..terrassé par une crise cardiaque..

#### 31 Société Astronomique de France groupe de Lorraine par G. FLORSCH pp. 331-343. juillet-août 1976

Fig. 167 – René MOUGENOT.

Fig. 168.- La Salle d’Astronomie et la Coupole au sommet de l’Université d’Enseignement et de Recherche Mathématiques de Nancy-Vandœuvre. (Université de Nancy I) (*Photo Tidemann*)

Fig. 169 – Vue de l’assisatnce durant la conférence de M. Dubois.

Fig. 170 – [Vue d’une assistance]

57e séance : samedi 3 décembre 1966 ..lente pérégrination .. KAPLAN .. WALBAUM …

58e séance : samedi 4 mars 1967 ..film.. éclipse de Soleil de mai 1966 ..Mme ACKER … « Séminaire International d’Astronomie Pratique » . ..cent trente participants .. le Groupe de Lorraine traversa le désert durant cinq ans, non sans passer par quelque oasis. La cause en fut une certaine amertume de son animateur, las d’être attelé seul à une tâche qui eut demandé les efforts conjugués de tous alors que des considérations de prestige et d’intérêt divisaient le groupe des amateurs lorrains …René MOUGENOT ..mesurer les coordonnées héliographiques par la méthode des cordes avec une précision d’un demi-degré … Bamberg en Allemagne .. W. STROHMEIER … A. OBERSTATTER … »Vereinigung des Sternfreunde » à Wetzlar, en Allemagne … Darmstadt .. »Berliner Arbeitsgemeinschaft für Veränderlichen [sic] Beobachter » ….fig. 168 ..la nouvelle coupole reste désepérément vide …KOVALEVSKY … Les secrétaires locaux allaient être autorisés à percevoir des membres de la S. A. F. désireux de prendre part aux activités des Groupes un supplément de cotisation égale [sic] à la différence des cotisations payées par les socétaires parisiens et provinciaux…

59e séance : samedi 2 décembre 1972 … 180 membres (actuellement plus de 230) du Groupe de Lorraine …

60e séance : samedi 13 janvier 1973 ..photographie astronomique …

61e séance : samedi 10 février 1973 ..VILLERMAUX … éclipse totale de Soleil du 15 février 1961 …

62e séance : samedi 12 mai 1973 ..DUBOIS ..  conférence sur les spectrographes … Stuttgart …les congressistes purent visiter les usines Zeiss à Oberkochen … chaîne de montage des célèbres planétariums …

63e séance : samedi 1er décembre 1973 ..Alexandre KAPLAN …

64e séance : samedi 9 février 1974 ..JOHN et PETITJEAN, élèves de mathématiques spéciales … habitués assidus des Observatoires « Kaplan » de Vandœuvre et « Orion » de l’Institution Saint Joseph… devant deux cent cinquante élèves des lycées et collèges de Nancy … deuxième [sic] Séminaire d’Astronomie pratique de la Société Astronomique de France organisé à l’Observatoire de Strasbourg du 28 au 31 mars 1974 ..Séminaire d’initiation aux techniques photoélectriques.

65e séance : samedi 14 septembre 1974 ..alternances de suractivité et d’inaction au gré de l’enthousiasme de quelques élèves de passage dans les classes terminales ..Karlsruhe … Paul MULLER …

66e séance : samedi 21 juin 1975 …réunion des Commissions de la S. A. F. .. « prix Girard » au Groupe de Lorraine … LOUIS ..R. FEHRENBACH … à Freibourg in Brisgau en Allemagne ..véritable planétarium …96 objectifs … 9 000 étoiles ..8 mètres de diamètre … 70 places assises …Jacques BERNARD .. éventuelle existence d’une planète **transplutonienne**…BRADY ..perturbations que subit la comète de Halley …KIANG … E. SERVIN …23 septembre 1946 ..note à l’Académie des Sciences …[Une recherche sur Internet selon Servin ne donne rien ; une recherche avec » Neptune Uranus Pluton » montre que c’est Émile SEVIN (et non Servin) qui a publié trois notes, tome 222 pp. 220-221, tome 223 pp. 469-472 et 653-655] ..73,449 UA du Soleil..

67e séance : samedi 25 octobre 1975 ..Carlos JASHECK …

68e séance : samedi 13 décembre 1975 ..Nova Cygni 1975 …Inventaire des cadrans solaires .. M. T. BERNA ..MM. REYGNIER et VILLERMAUX .. Flammes du Soleil … Office Français des Techniques Modernes d’Éducation..96, boulevard Raspail, 75272 Paris Cedex 06.

#### 32 Un nouvel astéroïde exceptionnel : 1977 UB par Michel-A. COMBES et Jean MEEUS pp. 231-235. mai 1978

Fig. 132 – Les orbites de Jupiter, Saturne, Uranus et de la petite planète 1977 UB autour du Soleil.

… Comme **Pluton**, le nouvel objet restera donc toujours inaccessible aux instruments d’amateurs… jouer sur les mots car une mini-planète, une petite planète ou un astéroïde sont des synonymes … type C des astéroïdes *carbonés* qui ont un albédo compris entre 0,02 et 0,06 …Chiron….

#### 33 les satellites naturels des planètes Par Joseph BURNS, David MORRISON et Dale CRUIKSHANK, pp. 117- 144. traduction par P. WALLACH, sociétaire n° 30 429 mars 1979

Fig. 61 – Photographies des satellites de Mars prises par la sonde Viking durant une opération d’approche :\_ Deimos, ci-dessus – Phobos, p. suivante. Deimos a un aspect lisse, de façon curieuse ; quelques-uns de ces cratères ont été comblés, semble-t-il. Sa surface présente des inégalités d’albedo.

Fig. 62 – Phobos photographié par Viking. Phobos au contraire a une surface parsemée de cratères. L’un d’eux, asses impressionant, est Stickney, le plus important du satellite et presque assez gros pour avoir failli le détruire totalement. Des stries (ou des rainures) sont visibles sur cette photographie : elles se présentent sous forme ordonnée et beaucoup semblent être associées à Stickney.

Fig. 63 et 64 – Vue artistique des satellites Io et Europe montrant leur surface et leur intérieur. Io (63) et Europe (64) sont principalement constitués de silicates mais la surface du premier est recouverte de sels tandis que celle du second est faite de glace en majorité. Des interactions avec les particules de la magnétosphère de Jupiter engendrent des émissions optiques au nieau de la surface de Io.

Fig. 65 et 66. Vue artistique de Ganymède et Callisto montrant leur surface et leur intérieur. Ganymède (65) et Callisto (66) possèdent un noyau rocheux entouré d’eau liquide Tous deux ont une écorce de glace mais ils sont en grande partie recouverts de matériaux sombres, vraisemblablement de débris météoritiques, plus particulièrement en ce qui concerne Callisto. Ganymède, ainsi que Io, possède sans doute une légère atmosphère.

Fig. 67 – Comparaison entre le taille de divers satellites et quelques corps connus.

Tableau I – Données concernant la découverte des satellites

Tableau II – Paramètres orbitaux des satellites

Tableau III – Rayons angulaires des anneaux de Saturne lorsque la planète est à 9.5388 UA

Tableau IV – Paramètres physiques des satellites

Tableau V – Rayons des satellites galiléens et de Titan mesurés par les méthodes visuelles classiques

Bibliographie pp. 140 à 144 mars 1979

Caractéristiques des divers groupes de satellites Le domaine d’existence des satellites naturels est particulièrement bien défini autour de leur planète mère :leur distance minimale est déterminée par l’effet destructeur des forces de marée pour les gros satellites ; leur distance maximale par la stabilité de leur orbite sous l’influence du Soleil Terre Mars ..la période de révolution de Phobos étant inférieure à la période de rotation de Mars, cas unique dans le Système solaire. Jupiter .. Les satellites qui se déplacent dans le sens direct ont des terminaisons en « a » ; ceux qui se déplacent dans le sens rétrograde ont des terminaions en « e» Saturne Uranus Uranus se distingue des autres planètes par son axe de rotation, rabattu, par rapport à la normale au plan orbital de 98°, c’est à dire presque dans ce plan. Aussi est-il surprenant que ses satellites, à l’exception de Miranda, constituent le famille la plus régulière du Système solaire. Neptune **Pluton** *Christy et Harrington (1978) ont remarqué que les photos de cette planète étaient souvent déformées. Ils ont assigné ce phénomène à la présence d’un très gros satellite…* Diamètres, masses et densités L’une des propriétés fondamentales de l’intérieur des satellitzs est leur densité moyenne, assessible seulement quand leur diamètre et leur masse sont connus ? Pour 13 satellites on a pu déterminé cette dernière par un calcul de perturbations mutuelles. … l’observation des occultations est la seule technique capable de fournir des résultats à quelques kilomètres près, depuis le sol. Déterminations par occultation lunaire Détermination par occultation mutuelle de deux satellites. Détermination par évaluation d’albedo..polarisation…angle de phase Détermination par sondes spatiales ..ellipsoïdes triaxiaux Masses des satellites Densités moyennes

#### 34 **Pluton** a un satellite par Gérard BODIFÉE pp. 179-184. avril 1979

Fig. 85 – Pluton et Charon. Image de Pluton, agrandie environ 100 fois, à partir d’une plaque photographique prise le 2 juillet 1978 au télescope de 1,55m de l*’U.S.Naval Observatory*, montrant la « bosse » formée par Charon.

… Jusqu’en 1978 , Mercure, Vénus et Pluton étaient les seules planètes sans satellite connu. Il est remarquable qu’il s’agisse justement des trois planètes ayant les rotations les plus lentes du système solaire. La découverte du satellite L’orbite Désignation et nom Une nouvelle planète double ? La rotation de Pluton

#### 35 A la recherche des planètes en dehors du système solaire par Peter van de KAMP pp. 207-228. mai 1980

Conférence prononcée le mercredi 16 mai 1979, à l’Institut Océanographique, lors d’une séance mensuelle de la Société Astronomique de France..  
Fig. 87 – Sirius et son compagnon. Photographie prise à la lunette de 61 cm d’ouverture le 4 décembre 1964. De manière à mieux voir Sirius B, qui apparaît à l’est de Sirius A, un diaphragme hexagonal a été placé sur l’objectif. C’est lui qui provoque la forme particulière des images de Sirius A.

Fig. 88 – La coupole de l’Observatoire Sproul.

Fig. 89 – La lunette de l’Observatoire Sproul.

Fig. 90 – Le télescope de l’US Naval Observatory. Ouverture 155 cm ; distance focale 15,2m.  
Fig. 91 – Orbite de Ross 614.

Fig. 92 – Ross 614. Représentation des variations en ascension droite (X) et en déclinaison (Y) de Ross 614.

Fig. 93 – Ross 614 A et B. Photographie prise au télescope de 5 m du Mont Palomar le 21 mars 1955. Ross 614 B se trouvait alors dans la position prévue par le *Sproul Obsevatory*.

Fig. 94 – La machine à mesurer de l’Observatoire de Sproul.

Fig. 95 – Étoile de Barnard. La superposition de deux clichés pris à 11 mois d’intervalle montre le déplacement propre de cette étoile.

Fig. 96 – Trajectoire de l’étoile de Barnard pour les millénaires à venir.  
Fig. 97 – Etoile de Barnard. Représentation des perturbations annuelles (X= ascension droite, Y = déclinaison) pour la période 1950-1978, obtenue à partir du dépouillement de 2 700 plaques photographiques.

Fig. 98 – Fond standard pour l’étoile de Barnard.

Fig. 99 – Représentation des orbites de perturbation de l’étoile de Barnard. En trait plein, la « courte » p »riode (11,7 ans et rayon linéaire 0,0156 UA). En trait pointillé le compagnon de « longue » période (20 ans et rayon linéaire 0,0114 UA).

Fig. 100 – Représentation des orbites des deux compagnons invisibles de l’étoile de Barnard. En trait plein, le compagnon de « courte » période (rayon , 2,7 UA). En trait pointillé, le compagnon de « longue période » (rayon 3,8 UA).  
Fig. 101 – La lunette de l’Observatoire Sproul. Ouverture, 61 cm ; distance focale 10,93 m ; observateur J. L. HERSHEY. L’échelle, dans le plan focal, est 1 mm = 18’’,87 ou 1’’ = 53 micromètres. Photographie Walter Holt.

..Camille FLAMMARION … Ma ville natale de Kampen aux Pays-Bas … Les étoiles dépourvues de compagnons stellaires semblent vraiment être des exceptions. En ce qui concerne les compagnons planétaires, on ne peut encore rien dire … On peut dire qu’il y a des indications pour l’existence d’une ou deux planètes en dehors du Système solaire. C’est de ce problème que je vais parler, et de ses difficultés… Étoiles et planètes ..la masse critique représente six pour cent de la masse solaire ..déceler des objets [astres] que l’on ne peut pas voir… Histoire : mouvements propres ….Hipparque …Edmund Halley … Ptolémée … William Herschel … F. W. BESSEL … Histoire : perturbations ..Alvan G. CLARK … J. M. SCHAEBERLE …Bessel ..l’existence d’un nombre incalculable d’étoiles visibles n’est aucunement une preuve de la non-existence d’un nombre incalculable d’étoile invisibles…U. J. J. Le VERRIER et J. C. ADAMS …SEELIGER …N. E. NÖRLUND … K. Aa. STRAND…Tous ces compagnons, dans doute stellaires, restent encore invisibles ..Neptune ..**Pluton** .. C. TOMBAUGH … Découverte de perturbations par la technique photographique ..parallaxes …Franck SCHLESINGER ..Yerkes … marge d’erreur d’environ 0’’,02… Analyse des perturbations…. Résultats au sujet des compagnons invisibles d’étoiles ..première découverte photographique d’une perturbation ..1935 ..Observatoire Mc Cormick .. D. REUIJL ..S. L. LIPPINCOTT et J. L. HERSHEY … Dans deux cas de découvertes photographiques, pour Ross 614 et aussi pour VW Cephei, les compagnons ont été vus ultéirueurement, comme dans les cas historiques de Sirius et Procyon ..il reste encore une vingtaine de compagnons invisibles qui attendent la découverte visuelle : mais la technique exigée n’existe pas encore ? Cela ne veut pas pour autant dire que, dans une avenir peut-être proche, une « percée » n’aura pas lieu**…** …. » Jésus lui dit : Parce que tu me vois, tu crois. Heureux ceux qui croient sans avoir vu » La situation planétaire pour l’étoile de Barnard ..discontinuité affectant la lunette de 1941 à 1949, par suite d’un ajustement de l’objectif achromatique ..Nous supposons qu’il n’y a pas d’influence des compagnons sur la mesures des images de l’étoile de Barnard ..Quand à la possibilité de vie, les températures des compagnons sont très basses à cause de la lumière de l’étoile de Barnard qui est seulement le deux-millième de celle du Soleil.. Conclusion ..existence d’une planète avec une période de 11,7 ans autour de l’étoile de Barnard .. pour finir je citerai Camille Flammarion….

#### 36 Conjonction de **Pluton** et d’une étoile brillante par Régis NÉEL pp. 535-536. décembre 1980

Fig. 248 – [sans échelle, ni orientation, ni magnitudes] Pluton le 12 avril 1980. Photographie prise entre 22h et 22h 22m UT.

Fig. 249 – Pluton le 13 avril 1980. Photographie prise entre 22h 4 m et 22h 33m UT.

… télescope de diamètre 310 mm, F/6 ..film TRI.X Kodak. Le champ couvert est de 24’ x 25’…

#### **37** **La recherche d’une planète transneptunienne ou la découverte de Pluton par Clyde W. TOMBAUGH** p. 527-545. décembre 1981

Fig. 201 – Orbite de Neptune, selon Adams, Le Verrier **…** et les observations.  
Fig. 202 – L’astrographe de 33 cm de l’Observatoire Lowell.  
Fig. 203 – Le télescope de 23 cm de Clyde W. Tombaugh. Sur cette photographie, prise en 1928, dans le Kansas, CWT (il a 22 ans) pose près du télescope de Nwron qu’il vient d’achever.  
Fig. 204 – Clyde W. Tombaugh et un des porte-plaque de 35 x 43 cm. Photographie prise en 1931, devant la porte de la coupole de la lunette de 33 cm.

Fig. 205 – Clyde W. Tombaugh à la lunette-guide de l’astrographe de 33 cm. La photographie est de 1931.

Fig. 206 – A la recherche d’une planète. Les région explorées à l’observatoire Lowell sont indiquées.  
Fig. 207 – Pluton le 29 janvier 1930. La planète est située entre les deux tirets blancs. Le document est agrandi cinq fois.

Fig. 208 – Pluton le 23 janvier 1930. Le document est agrandi cinq fois.[le 15 février 2020, obtention d’un anaglyphe parlant à partir des figures 207 et 208]

Fig. 209 – L’astrographe de 33cm. La photographie a été prise en 1954. Clyde W. Tombaugh n’est plus célibataire, et il a deux enfants.  
Fig. 210 – Orbites de Pluton, selon la prédiction et selon l’observation.  
Fig. 211 – Clyde W. Tombaugh au « blink-microscope ». Photographie prise en 1934.

Fig. 212 – Clyde W. Tombaugh en 1978. CWT est au télescope « planétaire » de 24 pouces de « New Mexico State University ». (Photographie Chuck Williams, NMSU)

… cinquantenaire …orbite de Neptune Percival LOWELL … « planète X » … Clyde TOMBAUGH ..la fièvre poussa l’ardeur, l’action et le succès … Philippe WALLACH ..traduction en français de ce message que l’Astronomie peut être fière de transmettre à ces lecteurs … Audouin DOLLFUS

..ADAMS .. Le VERRIER …existence de Neptune … Neptune, de magnitude 8, était relativement brillante. Je me suis toujours demandé pourquoi ces deux savants n’avaient pas emprunté une lunette de 50 ou 60 mm : en positionnant à la main une centaine d’étoiles sur une feuille de papier et en réitérant l’opération quelques nuits plus tard ils auraient déterminé quelle étoile avait bougé… Berlin ..GALLE… Percival LOWELL … une 9e planète serait au moins cent fois plus faible d’éclat que Neptune …première campagne ..Observatoire Lowell ..1905 ) 1907 .. chambre de 12,7 cm d’ouverture … superposant deux plaques, légèrement décalées .. avec une loupe … champ réduit à l’aide du télescope de 1m de Lowell mais sans succès … 1914 à 1916 ..chambre à grand angle de 23 cm d’ouverture .. environ 1 000 plaques .. « blink-microscope ».. Pluton fut photographiée sur deux plaques en 1915 mais on ne la remarqua pas du fait de son faible éclat …Lowell mourut .. en 1916 ..1928 ..Lawrence Lowell, le frère de Percival..fit don de 10 000 dollars pour construire l’astrographe de 33 cm … . V. M. SLIPHER … cherchait plutôt un jeune amateur passioné et il misa sur moi … essai de 3 mois … En fait, je suis resté 14 ans … Quand je pris le train..je n’avais pas assez d’argent .. pour le billet retour … Stanley SYKES … grandes plaques 35 x 43 cm … Je commençai la routine photographique en avril 1929 …LAMPLAND .. fin du mois de juin .. 100 plaques .. seules quelques-unes avaient eté observées au comparateur .. fin juin [Slipher] ..me demanda d’examiner les plaques moi-même ..Chaque plaque contenait environ 150 000 étoiles…je rencontrais plusieurs douzaines d’astéroîdes …Mais comment distinguer la planète X des astéroïdes ?... la solution était de photographier les régions du zodiaque strictement à leur oppposition … un nombre considérble de plaques ..avaient violé ce principe capital … trois plaques de la même région en une semaine .. choisir ainsi la meilleure paire … régions Est du Taureau, très riches en étoiles..Le temps requis pour comparer deux grandes plaques variait de 3 jours à 2 semaines … examiner les clichés par suts de 2cm en hauteur et 1 cm en largeur ..3 cm par degré … image de magnitude 15 apparaissant et disparaissant au rythme de l’obturateur automatique …autre image de magnitude 15. 3,5mm plus loin …Le décalage était juste celui que j’avais prévu …je changeai une des deux plaques et remis celle du 21 janvier … je sortis les 3 plaques 20 x 25 cm prises simultanément par la chambre de 12,7 cm … images très faibles ..rigoureusement à la même place … Depuis ¾ d’heure j’étais la seule personne au monde à connaître exactement l’emplacement de la planète X appelée plus tard Pluton … à 2h. du matin, les nuages étant toujours présent, je décidai d’aller au lit … reproduction par contact de la région concernée, en vue d’une observation à la lunette de 61 cm …20 février ..petite image d’aspect stellaire et de faible luminosité, ne se présentant pas sous forme de disque, même avec un fort grossissement … Lampland pris plusieurs clichés à long temps de pose avec le télescope de 1 m afin de découvrir un satellite … Slipher et Lampland choisirent le 13 mars 1930 pour annoncer la nouvelle, faisant coïncider ainsi les 75 ans de Lowell et le 149e anniversaire de la découverte d’Uranus par Herschel …13 années suivantes … 7 000 heures au comparateur .. 90 millions d’étoiles …un amas globulaire, cinq amas ouverts, un super amas de galaxies, des centaines d’astéroïdes et d’étoiles variables …. Deux récentes découvertes ont brusquement remis Pluton à l’ordre du jour … méthane gelé CHRISTY … satellite de Pluton, Charon hiron ..Charles KOWAL … 1980 ..cinquantenaire .. Trois manifestations, auxquelles j’ai participé, se sont tenues aux États-Unis … *Adler Planetarium* de Chicago … Université de New Mexico … Herbert BEEBE .. Flagstaff …

#### 38 Le télescope Canada-France-Hawaii par Roger CAYREl pp. 227-236. mai 1982

Fig. 88 – Le télescope Canada-France-Hawaii, le jour où il a été inauguré.

Fig. 89 - Coupole du Télescope Canada-France-Hawaii.

Fig. 90 – Vue du Mauna Kea. On remarquera les cônes de cendres volcaniques et la couche de cumulus beaucoup plus basse que le sommet.

Fig. 91 – Messier 87. Photographie du jet de la galaxie active Messier 87 prise au foyer primaire par J.-L. Nieto (de l’Observatoire du Pic-du-Midi). Pose 30m avec le correcteur U.V. Qualité des images 0 »8.

Fig. 92 – Messier 81. Photographie de la galaxie spirale Messier 81 prise par l’auteur avec le correcteur grand champ. Temps de pose 45m sur émulsion II-a-0. Qualité des images <=1 ».

L’accroissement considérable du nombre des astronomes entre 1945 et 1965 a fait qu’une pression importante s’est développée pour que d’autres télescopes optiques soient mis en chantier Le télescope deux télescopes jumeaux de Kitt-Peak (1943) et de Cerro Tololo (1974), suivis par le télescope anglo-australien (1976),le télescope de 3,6m de l’ESO (1976), le télescope de 3m de lick (1959), le télescope Canada-France-Hawaii (1979) et, dernier de la série, le télescope allemand de Calar Alto…Le miroir primaire du télescope Canada-France-Hawaii concentre 50% de l’énergie lumineuse dans un diamètre de 0 »2, diamètre qui est celui du deuxième anneau brillant de la figure de diffraction théorique…. L’innovation mécanique principale du télescope CFH est son entraînement au nord, par une roue dentée géante de 10m de diamètre, montée à la périphérie du fer à cheval. Cette innovation donne une grande rigidité à l’asservissement du mouvement horaire, la structure étant entraînée là où l’inertie est la plus élevée….. un plancher refroidi a été installé dans la coupole. Un gradient thermique stabilisateur(air dense en bas, légèrement plus froid que l’air à la température extérieure au niveau de la trappe) empêche alors les mouvements de convection dans le faisceau….. il est manifeste que l’existence du plancher refroidi joue un rôle déterminant dans la préservation de la qualité des images, laquelle se dégrade immédiatement lorsque le plancher refroidi n’est plus activé. Le site Mauna Kea(la montagne blanche…) +19°45’ –10h 21m 53s … Une ordonnance publique contrôle depuis 1974 toutes les installations futures d’éclairages extérieurs dans l’île….. beaucoup de temps de personnel est perdu en transport…. L’altitude ralentit le rythme du travail L’instrumentation Les premiers résultats scientifiques obtenus résolu pour la première fois la structure spirale de la galaxie compacte Markarian 190 classée antérieurement comme So, ou même comme elliptique…**couple Charon-Pluton**… les composantes sont si proches l’une de l’autre que l’on croit qu’il s’agit d’un objet qui s’est fracturé en deux morceaux…. Nombre record de composantes dans le jet de la radio-galaxie M87… Felenbok .. caméra électronique .. magnitude 26,5 .. variations photomériques dans les composantes du mirage gravitationnel du quasar double…. Découverte , par M. et F. Spite, du lithium dans les étoiles de population II.

### octobre 1993

Le fascicule d’octobre 1993 est disponible à la vente.

Simulations de restauration d’images du télescope HST II ours III Hipparcos : mission accomplie IV1993 FW : une nouvelle petite planète au-delà de **Pluton**?

#### 40 Les astéroïdes extérieurs à Jupiter par Michel-Alain COMBES et Jean MEEUS pp. 84-92. mars 1995

Tableai I Les découvertes

Tableau II Les éléments orbitaux des astéroïdes extérieurs à Jupiter

Figure 1 – l’orbite de 944 Hidalgo.

Tableau III – Passages au périhélie de Hidalgo entre 1900 et 2050.

Fig. 2 – L’orbite de 5335 Damocles.

Tableau IV – Passages au périhélie de Damocles entre 1800 et 2154

Figure 3 – L’orbite de 2060 Chiron

Tableau V Passages au périhélie de Chiron de 1895 à 2097

Tableau VI Passages au périhélie de Pholus de 1901 à 2083

Fig. 4 – Les orbites de 1993 SC, 1992 QB1 et 1993 FW.

Historique La distribution des astéroïdes avant 1920 .. entre les orbites de Mars et de Jupiter …..2.17UA pour la limite interne …et 4,28UA pour la limite externe Hidalgo, le premier astéroïde extérieur à Jupiter ..Walter Baade ;Bergedorf\_Hambourg … Chiron, le premier « astéroïde » extérieur à Saturne …Charles Kowal …la nature exacte de Chiron reste une énigme pour les astronomes Damocles, une ancienne comète capturée par Uranus ..Robert McNaught Pholus et 1993 HA2, les premiers astéroïdes extérieurs à Uranus ..télescope automatique Spacewatch de Kitt Peak Les astéroïdes extérieurs à Neptune et **Pluton**  ..magnitudes comprises entre 21,6 et 24,5 ! C’est une nouvelle astronomie qui s’annonce… franchissement d’une nouvelle barrière technologique …nous allons dire quelques mots sur chacun de ces objets, non par ordre de découverte, mais par ordre de demi-grand axe croissant, donnée essentielle qui montre bien la place de chacun d’entre eux dans le Système solaire. Les 18 Premiers Astéroïdes extérieurs connus Hidalgo … diverses intégrations numériques ont tenté de comprendre le passé et l’avenir de cet objet unique actuellement Damocles ..il y a bien un renouvellement constant, inéluctable, à l’échelle astronomique, du matériel cratérisant Chiron ..premier spéciment d’une nouvelle population d’objets, beaucoup plus gros et à la fois comète et astéroïde. Pholus 1993HA2 1994 JV, 1994 JR1 et 1994 JS … comme tous les autres objets extérieurs découverts récemment, ils ne peuvent plus être perdus, et leurs caractéristiques orbitales vont être affinées au fur et à mesure des observations 1993 SB, 1993 RP, 1993 SC et 1993 RO … ces quatre astéroïdes pourraient être des astres originaux, en d’autres termes des planétisimales .. 1994 GV9, 1994 EV3, 1994 JQ1, 1992 QB1, 1993 FW et 1994 ES2 .. cette nouvelle population, jusqu’alors inaccessible aux techniques existantes, pourrait bien concerner plusieurs millions d’objets, dans la grande majorité d’ailleurs à jamais inobservables. Origine et conséquences des astéroïdes extérieurs Une double origine pour les « astéroïdes » extérieurs le disque de Kuiper Le nuage de Oort …. Quand on progresse dans un domaine, on se rend bien compte qu’il est beaucoup plus complexe que prévu initialement… Conséquences de l’existence du disque de Kuiper …. L’avenir s’annonce vraiment passionant dans ce nouveau domaine des « astéroïdes » extérieurs, et surtout plein d’objets et de surprises à venir. Les astronomes vivent décidément une période bien intéressante….

### septembre 1996

Le fascicule de septembre 1996 est disponible à la vente

23 décembre 2015 fascicule disponible à la vente

Grande tache rouge de Jupiter et Io par Galileo II Ours

III Premières images de la surface de **Pluton**

IV Planisphère de **Pluton** par HST ; Triton par Voyager 2.

#### 42 Clyde Tombaugh a rejoint Pluton par Thierry WATTEZ pp. 262-268.octobre 1997

7 illustrations 3 encadrés, dont La découverte de Pluton dans L’Astronomie. Pour le reste, autant que vous le découvriez vous même, puisque ce numéro,comme tous les autres est toujours disponible au prix de 12F pour ceux de 1930 et de 25F pour ceux de 1979 et 1981 auxquels vous devez ajouter 10 francs de frais de port pour un ou deux bulletins ; 20 francs au delà ; l’année 1930-presque-complète, il ne manque qu’octobre,est, elle, au prix de 120francs (150 par correspondance)

#### L’inventaire du Système solaire est-il complet ? par Michel FESTOU p. 40-45.janvier-février 2001

Fig. a – [fond de page: carte du ciel, et plusieurs champs carrés)  
Fig. b – Schéma du Système solaire projeté sur l’écliptique. La majorité des astéroïdes est confinée dans une bande située entre 2 et 3 ua du Soleil.  
Fig. c – **Pluton** et Charon.  
Fig. d – Le couple **Pluton**-Charon comparé au couple Terre-Lune.  
Fig. e - Protoplanèté dans la constellation du Taureau.  
Fig. f – Schéma du Système solaire projeté sur l’écliptique.  
Des découvertes récentes ont profondément changé l’idée que l’on se faisait de la structure du Système solaire et des liens qui existaient entre ses membres…. Peut-on trouver de nouveaux objets dans le Système solaire ? … Kepler …Galilée …Edmund HALLEY … Jan OORT … Guiseppe PIAZZI .. Cérès … On pense aujourd’hui que tous les corps du Système solaire se sont formés de la même manière … découvrir des objets de faible masse incapables de révéler leur présence par un effet gravitationnel simple .. 1992 .. David JEWITT and [sic] Jane LUU …  
les « transneptuniens » … Les Centaures sont dynamiquement chaotiques …Un groupe niçois conduit par Brett GLADMAN vient de trouver de nombreux nouveaux satellites à Uranus… Saturne et Jupiter… des définitions non basées sur des critères scientifiques rigoureux consuisent à la genès de termes qui, tôt ou tard, conduisent à des difficultés … différence majeure entre comètes.la gravité propre de l’objet permet de conserver captifs tous les gaz et poussières qu’il produit par sublimation de ses glaces … les deux catégries d’astres ont la même composition chimique ..Si Pluton est une planète, il y a maintenant beaucoup d’autres planètes nouvelles ! … 1995 ..Michel MAYOR et Didier QUELOZ …

#### La chasse aux astéroïdes par les amateurs par Jean-Claude MERLIN p. 46-59.janvier-février 2001

Fig. 1 – Takao KOBAYASHI ..près de 2 500 découvertes d’astéroïdes..télescope de 41 cm …  
Fig. 2 – Pierre ANTONINI …  
Fig. 3 – 1999 XL 137 ….  
Fig. 4 – Effet de l’opposition sur la magnitude apparente d’un astéroïde de la Ceinture principale.  
Fig. 5 – 1998 XZ8 = 15042 = Anndavgui ..baptisé .. en l’honneur de Annick Merlin, l’épouse du découvreur et de leurs deux fils David et Guillaume.  
Fig. 6 – 1997 MW1 …..

Fig. 7 – 1998 FX2 ..magnitude V = 14,3   
Fig. 8 – 2000 NM  
Fig. 9 - 2000 QW7  
..chasse aux astéroïdes ..à la portée de l’amateur bien équipé … C’est après la détection que les problèmes commencent ..ultime plaisir pour l’amateur : baptiser nos propres astéroïdes … Historique .. H.GOLDSCHMIDTà Paris en 1852 et A. LAURENT à Nîmes en 1858 … les amateurs italiens furent les premiers Européens à suivre l’exemple des Japonais … N. KAWASATO …Association des Utilisateurs de Détecteurs Electroniques (AUDE) ..Christian BUIL, Alain MAURY et Alain KLOTZ … depuis trois ans en moyenne une découverte d’astéroïde par semaine … Syuchi NAKANO…Christophe DEMEAUTIS (SAFGA)..page Web des Astéraudes ..  
Pierre ANTONINI ..Stefano SPOSETTI … équipe de l’Observatoire des Pises … lorsque les observateurs sont motivés le succès est aussi très vite au rendez vous. **Les circuits d’information**… trois règles de base en astrométrie … la concurrrence est rude… logiciels de cartographie .. lever une grande part des incertitudes sur les objets déjà connus et que nous pouvons redécouvrir accidentellement … mettre à jour fréquemment la base .. logiciel PR **Les outils** … La sensibilité du CCD n’est pas une légende ..Les remarques ci-dessus ne laissent guère de doute sur le fait que la technique CCD est de loin la plus efficace aujourd’hui pour détecter des astéroïdes. Il n’est toutefois pas inutile de passer en revue les autres possibilités à la portée des amateurs. Remarques sur les techniques classiques … il demeure possible à un observateur visuel de détecter un objet astéroïdal qui effectue une rapide approche de la Terre … Diamètre, focale et optimisation de la taille du pixel …  
on considère aujourd’hui que les astéroïdes de magnitude 17 sont des objets brillants ..deux instruments ..courte focale pour effectuer les détections .. gamme des 30 à 40 cm pour le suivi … il ne servira à rien de compositer plusieurs poses de 5 minutes puisque l’objet aura bougé d’un pixel toutes les 5 minutes … il y a un intérêt réel pour l’astrométrie à effectuer des poses courtes … Scan … les colonnes du CCD doivent être parfaitement orientées dans le sens est-ouest… Outils logiciels … Le logiciel PRISM possède l’avantage de regrouper toutes les fonctionnalités habituellement recherchées par l’observateur .. calcul d’élements orbitaux … Bill GRAY … **Stratégies de recherche dans la Ceinture principale** …. Généralités .. délai d’une heure entre la première et la troisième série d’images … Recherches classiques dans la Ceinture principale … ..programme LONEOS (Observatoire Lowell) .. il faut observer 11 champs de 17’ x 325’ jusqu’à la magnitude 19,5 pour trouver un objet « nouveau » … La meilleure saison pour chasser en France se situe de septembre à mars … ce n’est pas une très bonne idée de chercher exactement à l’opposition …il y a sans doute encore des centaines de Troyens à découvrir.. Confirmation et suivi … il est très utile de se constituer un réseau de collègues qui pourront prêter assistance … moment d’émotion lorsqu’il prend connaissance de la réponse du MPC .. Le MPC apprécie que les observateurs aident à faire progresser la qualité des orbites et ne se contentent pas d’ajouter des points d’interrogation dans les catalogues d’astéroïdes …pendant quelques dizaines de jours, les mesures ne permettent généralement pas de mettre en évidence l’effet perturbateur des planètes.. Une proportion importante des objets détectés par les chasseurs de l’association AUDE ont ainsi été perdus après quelques semaines d’observations. Nombre d’entre eux ont été crédités à d’autres observateurs parce que la grande incertitude sur leur position et sur leur magnitude a fait qu’ils ont été retrouvés accidentellement à l’opposition suivante… Numérotation et baptême … CSBN (Committee for Small-Body Nomenclature) … **La recherche des objets rapides** … mouvement apparent … qui ne passent que quelques secondes sur un pixel … **Centaures et transneptuniens** .. William [en fait, Warren] OFFUTT … télescopes de la gamme des 60 cm (Astroqueyras à Saint-Véran, AT60 au pic du Midi, ANSTJ à Buthier) … 2 060 Chiron, détecté à Palomar par Charles KOWAL en 1977. Il illustre bien le fait que l’on a affaire à des comètes en transit puisqu’une chevelure a été détectée au début des années 1990. **Perspectives** … Tsutomu SEKI … le taux de perte des objets détectés par les programmes professionnels peut être tourné à l’avantage des amateurs à condition qu’ils … La meilleure stratégie pour les amateurs n’est plus dans l’accumulation des dénominations provisoires .. Eleanor HELIN ..le « gros » Schmidt de 1,20 m de Palomar doit être réactivé fin 2000 …

#### Les objets de Kuiper par Catherine de BERGH et Jennifer ROMON p. 78- 89. janvier-février 2001

Fig. a – [Ensemble de trajectoires]

Fig. 1 – Trajectoires de objets de Kuiper connus, projetées sur le plan de l’écliptique ;;;J correspond à Jupiter, et N à Neptune..  
[encadré] **Pluton**, objet de Kuiper ? .. il sera très intéressant de voir si l’on détecte un jour d’autres corps de la taille de Pluton dans la partie externe de la Ceinture de Kuiper, qui n’a pas encore pu être explorée, ou si Pluton reste à tout jamais un cas unique  
Fig. b – [deux disques avec des taches]  
Fig. 2 – Images CCD de l’objet de Kuiper 1997 CU 26..1h10 entre l’acquisition de ces deux images..l’objet s’est déplacé de 3,5 secondes d’arc par rapport aux étoiles voisines [ni orientation, ni magnitude limite]  
[encadré] Désignation des objets de Kuiper ..un petit nombre .. dont l’orbite est bien connue ont reçu une numérotation définitive …  
Fig. 3 – En bas : excentricités en fonction des demi-grands axes .. résonances de moyen mouvement .. En haut : inclinaisons en fonction des demi-grands axes   
[encadré] Les Centaures … Il pourrait exister actuellement plus de 10 millions de Centaures d’un diamètre supérieur à 2 km, circulant entre les planètes géantes, dont 100 avec un diamètre supérieur à 100km.  
Fig. 4 – Densité surfacique de la matière solide non volatile en fonction de la distance héliocentrique ….Fig. 5 – Un schéma possible d’évolution du Système solaire extérieur …  
Fig. 6 – [en français] Scénario complet d’évolution des petits corps du Système solaire proposé par CRUIKSHANK en 1997 …Fig. 7 – Spectre composite du Centaure 5145 Phobus et modèle .. correspondant …. Glace d’eau .. glace de méthanol … olivine .. tholins de Titan .. carbone amorphe …… petits corpsen orbite autour du Soleil situés au-delà de Neptune et découverts seulement depuis 1992 … très grand intérêt dans diverses communautés de planétologues .. Bref historique … Kennet EDGEWORTH … Gerard KUIPER … nuage de OORT … Julio FERNANDEZ … Martin DUNCAN .. source transneptunienne pour les planètes à courte période …David JEWITT et Jane LUU …magnitude 23,5 dans la bande rouge R … Aucun terme officiel n’a encore été choisi .. État des découvertes … ils se déplacent si lentement sur leur orbite …que c’est le mouvement de la Terre pendant l’observation qui domine …la ceinture de Kuiper n’est pas vraiment un disque plat … l’orbite de la moitié des objets que l’on suitest encore mal déterminée … biais observationnel .. limite intrinsèque … Autant la limite interne de la Ceinture de Kuiper est bien définié par la présence de Neptune, autant sa limite externe est complètement inconnue … Structure dynamique .. trois grandes catégories *Les objets en résonance avec Neptune* … « Plutinos » … *Les objets dispersés* … orbites très elliptiques et inclinées .. *Les objets classiques* …. Résonances de moyen mouvement .. résonances séculaires … résonance de KOSAI dans laquelle se trouve Pluton … simulations numériques …D. DUNCAN et H. LEVISON … Autres effets perturbateurs … « nettoyage » de la zone 36-39 UA … Scenarii possibles de formation et d’évolution … H. Levison et P. WEISSMAN … Caractéristiques physiques des objets …. Faibles objets ..produit du diamètre par l’albedo .. large [sic] diversité … larg [sic] part de matériau frais … Les perspectives …domaine de l’astronomie qui devrait largement bénéficier de l’utilisation des très grands télescopes … mission spatiale vers Pluton … disques circumstellaires ..

### octobre 2001

L’année complète 2001 est disponible à la consultation

Photographie de Léonides en 1999 II ours III **Lowell Observatory** IV Saturne occultation du 3 novembre.

#### Actualités p. 380-381. septembre 2003

*Deux nouvelles voisines* par Claude PICARD  
Fig. a – L’image de gauche est en visible, celle de droite en IR. L’étoile principale Epsilon Indi B est à droite des images et la naine brune à gauche, dans les cercles.

Fig. b – Une vingtaine d’étoiles proches (ESO)  
…important déplacement dans le ciel (4,7 secondes d’arc[sic] par an) …Ces étoiles naines sont très discrètes…

***Des saisons sur Pluton*** par C. P.  
Fig. a – [Disque planétaire anonyme]  
…atmosphère …fortement dépendante de l’ensoleillement reçu… occultation d’étoiles ..B. SICARDY …. Conclusion surprenante …. La calotte polaire sud de la planète se tourne depuis 1987 vers le Soleil après avoir passé 120 ans dans l’obscurité la plus totale…

#### *Les astéroïdes intérieurs* par Jean MEEUS pp. 148-149. mars-avril 2005

2 schémas, 1 tableau … Parmi les 85 117 petites planètes définitivement numérotées en juillet 2004 , on compte 16 objets du type Aten et 151 du type Apollo. … L’inévitable devait arriver : la découverte de petites planètes dont l’orbite est située entièrement à l’intérieur de l’orbite terrestre. LINEAR « Lincoln Laboratory Near-Earth Asteroid Research project » LONEOS « **Lowell** Observatory Near-Earth object search »

#### Actualité . décembre 2005

***Deux nouveaux satellites pour Pluton*** … images prises par le télescope spatial Hubble les 15 et 18 mai 2005 .

#### **Pluton à citl’astre au statut controversé** par Marie-Claude PASKOFF pp. 91-94. février 2006

a - Vue d’artiste du couple Pluton-Charon [grossièrement JPEGée]

b – Percival LOWELL (1855-1916) fondateur de l’Observatoire de Flagstaff où Pluton fut découvert en 1930.

c – La véritable couleur de Pluton.

#### **Pluton au 127mm** par Thierry RÉMY p. 95-97. février 2006 Thierry.remy@libertysurf.fr

a - Position de Pluton le 8 août 2005 à 20h 00 ut (Cartes du ciel – Patrick Chevalley)

b – [vue d’ensemble du dispositif de prise de vues]

c – Exemple d’une pose brute de 10 secondes prise le 5 août 2005. Lequel de ces points est Pluton ?

d – Résultat du traitement sous Iris. Qui peut me dire la magnitude limite de cette image ?

e – Les 5 images additionnées montrant le déplacement de jour en jour.

#### Actualité pp. 64-66. février 2006

*Vers les confins de notre système solaire* par Gilles DAWIDOWICZ   
a – *REX* radiomètre passif pour la mesure des caractéristiques thermiques de l’atmosphère de Pluton ; *Alice* Spectro-imageur en UV pour l’analyse de la composition et de la structure de l’atmosphère de Pluton ; *Ralph* Spectro-imageur en visible et en infrarouge qui permettra d’obtenir des vues couleurs et thermiques de Pluton ; *SDC* Ce capteur comptera les poussières interplanétaires tout au long du voyage de la sonde ; *LORRI* Caméra permettant d’obtenir des données de guidage à longue distance, et également de photographier la face cachée de Pluton ; *SWAP* Spectromètre permettant d’étudier le vent et les plasmas solaires ; *PEPSSI* Spectromètre chargé de mesurer les particules énergétiques et également le plasma qui s’échappe de l’atmosphère de Pluton.  
b – **Le système Pluton-n** en lumières jaune (555nm) et bleue (475nm) vu par le télescope spatial Hubble en 2002.   
c- La sonde New Horizons.

#### Actualité pp. 484-487. octobre 2006

Remue-ménage dans les planètes par François SPITE et Danielle BRIOT  
Fig. a [les 8 Planètes côte à côte, à l’échelle]  
Fallait-il redéfinir le mot « planète » ? …**l’ex-planète Pluton** est maintenant l’astéroïde 134340 Qu’y a-t-il de changé pour les planètes du système solaire ? ..Le français étant la deuxième langue officielle de l’UAI, nous reproduisons ici la résolution dans sa version française, telle qu’elle a été distribuée à l’assemblée de l’UAI, en ayant intégré les modifications correspondant aux votes

Une mise en évidence de la matière noire par Claude PICARD  
Fig. b – Image composite de l’amas 1EO657-56 formé en réalité par la collision de deux amas de galaxies.  
…les amas de galaxies contiennent certes des galaxies, mais également et surtout du gaz intergalactique qui représente de l’ordre de 90% de la masse de l’amas

Smart-1, fin de mission réussie par Gilles DAWIDOWICZ  
Fig. c – 5 secondes avant l’impact, tout est encore calme – Impact ! – 15 secondes après l’impact : tout a déjà disparu ! (CFHT)  
Lancée le 28 septembre 2003 depuis Kourou (par une Ariane V)…moteur ionique

#### Actualité p. 212-213. mai 2007

*News HORIZONS et Jupiter*  par Claude PICARD  
Fig. a – [deux vues partielles de Jupiter cominant des canaux d’une caméra infrarouge]  
…19 janvier 2006 ..Cape Carnaveral [sic] ..**couple Pluton-Charon** que la sonde devrait atteindre en 2015, avec un passage au plus près de Pluton le 14 juillet

#### Le Système solaire vue générale par G. OUDENOt p.525 octobre 2007

Le Système solaire est constitué par un ensemble d'astres répartis dans un espace si vaste qu'on peut dire qu'il est presque vide …

Fig. a - [La chromosphère solaire, vue par le satellite Soho]

Le Soleil éclaire les astres … il tire son énergie de la transformation de l'hydrogène en hélium … On trouve ensuite les planètes … la dernière planète **Pluton**, vient de perdre son statut de planète « normale » pour devenir une planète naine … les astéroïdes intérieurs … Céres découverte par Giuseppe Piazzi … astéroïdes extérieurs ou objets trans-neptuniens ou encore ceinture de Kuiper les autres comètes proviendraient du nuage de Oort …

#### Tour d’horizon des collaborations professionnels-amateurs par Thierry MIDAVAINE p. 9-13 mai 2009

Fig. a – Le T60 du pic du Midi.  
Fig. b – Rassemblement d’astronomes professionnels et amateurs pour le lancement de l’opération européenne « Vénus transit », à l’observatoire de Skalnaté Pleso  en République tchèque.  
Encadré Chaîne d’acquisition et de partage des connaissances … Ce tableau constitue une tentative de synthèse qui est loin d’être exhaustive comme l’atteste le nombre de cases blanches. Je le soumets à la sagacité des lecteurs amateurs et professionnels afin de la compléter, le corriger et l’enrichir…

Fig. 1 – Réseau des observateurs d’occultations par des astéroïdes et des télescopes de plus de 50 cm accessibles aux amateurs en France (données rassemblées par Éric FRAPPA, Jean LECACHEUX et Thierry MIDAVAINE).  
[Tableau synoptique : les sujets à la portée de l’amateur]  
… Internet est devenu dans les dix dernières années un support extraordinaire pour drainer, motiver et développer ces champs d’activité Les systèmes d’observation … Des observatoires professsionnels accessibles à des projets d’amateurs .. association AT60 (qui gère le télescope T60 au pic du Midi) .. association Astroqueyras (qui gère l’observatoire Château-Renard à Saint-Véran) ..Jean-Paul ZAHN .. Paul FELENBOK, Jacques LÉORAT et Dominique PROUST … Jacques-Clair NOËNS … Jean SCHNEIDER et Pierre LAQUES … expérience récente d’un 80 cm aux Canaries .. on peut rêver à l’accès à un instrument sur le site de la Silla**…** Des technologie de pointe accessibles à tous …Christian BUIL … Aude (Association des Utilisateurs de Détecteurs Électroniques) … occultations d’étoiles par les astéroïdes …repousser les limites des performances en sensibilité et en précision de datation (la milliseconde) et démultiplier les points de mesure39-40

…week-end techniques occultations (WETO) La centralisation, l’archivage et la publication des résultats ..Raoul BEHREND et Éric FRAPPA … S. FAVAUD … site Euraster .. réseau européen de IOTA et EAON. Dave HERALD, en Australie .. Minor Platet Center (MPC) … Jean-Eudes ARLOT .. campagnes Phému … Les domaines très actifs aujourd’hui ..météores … essaims d’étoiles filantes..découverte des astéroïdes ..Claudine RINNER et Bernard CHRISTOPHE .. comète ..Michel ORY .. Courbes de rotation des astéroïdes .. occultations stellaires .. découvertes des comètes …. exploitation des images SOHO ..atmosphères des planètes, stellites … Bruno SICARDY … planètes extra solaires … découverte d’étoiles variables ..Laurent BERNASCONI .. étoiles Be .. Olivier THIZY …mouvements propre des étoiles . ; systèmes stellaires doubles .. suivi des sursauts gamma .. découverte des supernovae .. Les nouveaux challenges [sic] ..détection d’une occultation stellaire par un objet **transneptunien (**TNO) pour mieuix connaître la dimension réelle de ces objets et leur [sic] albédos… Europlanet … mesure du diamètre de Charon… Reynald PAIN et Nicolas REGNAULT de l’IN2P3 … détection e SN à z intermédiaire voisin de 0,1 … Les amateurs pourraint ainsi mettre le pied dans un thème de recherche en cosmologie Les nouvelles donnes … observatoires robotisés .. instruments accessibles par Internet ..observatoires virtuels … robots de surveillance….

#### Hubble 20 ans de révolutions par Jean-Pierre MARTIN p. 18-27.mai 2010

Fig. a -[satellite et limbe terrestre ]

Fig. b – [schéma des différentes parties du télescope]

Fig. c – [explication des images en marche d’escalier]

Fig e et f- [engin en orbite]

Fig. 1 – Champ profond (1995).

Fig. 2 – [nature de l’expansion de l’univers]

Fig. 3 – *Hubble*, la matière noire et les lentilles gravitationnelles.

Fig. 4 – « Piliers de la création ».

Fig. 5 – Orion et les proplyds.

Fig. 6 – Nébuleuse du crabe.

Fig. 7 – Évolution de la SN V838 Monocerotis.

Fig. 7 – [doublon dans la numérotation des figures] Interactions galactiques.

Fig. 8 – Les jets de M87.

Fig. 9 – Traces d’impact de la comète SL9.

Fig. 10 – Détails de la surface de **Pluton.**

Fig. 11 – Aurore boréale sur Saturne.

Fig. 12 – Exoplanète dans l’anneau de poussières autour de Formalhaut [sic]

La genèse du projet … Lyman Spitzer ..départ ..le 24 avril 1990 avec la navette *Discovery* (STS-31) Les caractéristiques de *Hubble* .. variation de 270° entre jour et nuit .. Les malheurs de *Hubble …*5 missions . ; 1993, 1997, 1999, 2002 et 2009Les succès de *Hubble* des dizaines de térabytes de données Le champ profond L’expansion, l’âge de l’Univers et l’énergie noire *Hubble* assiste à la naissance des étoiles Evaporating Gaseous Globules proplys (abréviation barbare de *protoplanetary disk*) la mort des étoiles : nébuleuses planétaires et supernovae Les trous noirs et les collisions de galaxies Les sursats gamma Les planètes et les comètes Découverte de planètes extrasolaires

Fig. g – Le célèbre Qintette de Stephan….

Fig. h – une portion de l’amas globulaire Omega Centauri …

Fig. i - … M51 , la galaxie du tourbillon ….

Fig. j- ..la nébuleuse Eta Carinae

#### MIOSOTYS explorateur des confins du système solaire par Yannick BOISSEL et Alain DORESSOUNDIRAM p. 16-21. février 2011

Fig. a – [fond de page : champ stellaire, étoile brillante, masse rocheuse éclairée par l’étoile]

Fig. 1 – Les étapes de la formation du système solaire…..

Fig. 2 – Migration des planètes, modelage de la ceinture de Kuiper et formation du nuage d’Oort.

Fig. 3 – Les plus grands objets **transneptuniens** connus. Une récente observation d’une occultation stellaire par Éris a montré qu’il est en fait légèrement plus petit que **Pluton,** contrairement à ce qui avait été estimé par imagerie lors de sa découverte. En bas est représenté le limbe de la Terre, pour comparaison.

Fig. b – Le système de positionnement de fibres optqiues de MYOSOTIS. Les 29 bras sont répartis en cercle autour de l’image faite par le télescope. Un trentième, rélié par une fibre plus large que les autres, peut être utilisé pour le guidage du télescope.

Fig. c – La coupole du télescope de 193 cm de diamètre de l’observatoire de Haute-Provence.

Fig. d – Les deux caméras de MIOSOTYS.

Fig. e – MIOSOTYS au foyer [Cassegrain] du télescope de type Cassegrain de 193 cm de k’ibservatoire de Hautre-Provence…

Fig. 4 – Opposition….

Fig. 5 – Passage d’un petit OTN devant une étoile. Le passage d’un petit OTN devant une étoile ayant un petit diamètre apparent produit non pas une simple baisse de lumière, mais une oscillation de celle-ci : c’est un phénomène appelé diffraction.Sa survenue permet de connaître à la fois la taille et la distance de l’OTN occulteur. Normalement, sans diffraction, on n’est pas en mesure de dire si l’objet occulteur est petit et proche ou large [sic] et éloigné. Le choix des étoiles à observer est donc crucial pour la recherche de petits OTN par occultations stellaires.

Fig. 6 – Voici l’allure des images que MYOSOTIS produit : chaque petite image provient de l’une des 29 fibres. Quand une fibre est positionnée devant une étoile, cette dernière apparaît dans la zone correspondante.

Fig. 7 – Traitement informatique des données. Le traitement des données, la mesure des courbes de lumière (à droite) à partir des images, puis l’analyse de ces courbes pour rechercher des évènements demande beaucoup de temps.

Les ceintures de petits corps, ceinture principale et ceinture de KUIPER, de notre Système solaire sont les restes du disque de poussières dans lequel les planètes se sont formées. Une méthode de recherche d’occultations aléatoires d’étoiles par les objets transneptuniens (OTN), le projet MYOSOTIS décrit dans cet article, permet de les étudier et ainsi de sonder plus profondément les régions éloignées du Système solaire et de mieux comprendre sa formation.

#### Les témoins de la formation de notre système solaire. Le modèle standard de la formation de notre Système solaire. La ceinture de Kuiper et le nuage d’OORT .. 1930 ..Clyde TOMBAUGH .. 1992 … Jane LUU et David JEWITT … on en connaît un millier aujourd’hui Une méthode prometteuse de recherche des OTN : les occultations stellaires aléatoires Une technique ancienne Pourquoi aléatoires ? L’instrument MIOSOTYS Un instrument d’un nouveau genre  Multi-object Instrument for Occultation in the SOlar system and TransitorY Systems …préparer le terrain pour ULTRAPHOT…

#### Neptune et Triton, aux portes de l’au-dela [sic] par Cécile FERRARI p.40-42. juin 2011

Fig. a [sol cratérisé, astre bleu, étoile]

Fig. b – Image de Triton réalisée à partir d’une mosaïque d’images de la sonde *Voyager 2*.

Fig. b-bis – Projection de Mahilani, un des geysers de Triton.

Fig. b-ter – Vue d’artiste d’un geyser sur Triton.

Fig. 3 – [il n’y a pas de figures 1 et 2] Images couleur composites de Neptune réalisées par le télescope spatial *Hubble* à partir d’images faites dans les filtres à 0,467 μm, 0,6730 μm et 0,965 μm, montrant l’évolution de la structure atmosphérique de Neptune entre 1996, 1998 et 2002. La multiplication des structures provoque une augmentation de la réflectivité de la planète corrélée avec l’arrivée de l’été dans l’hémisphère Sud.

Fig. 4 – On voit sur cette image de la sonde *Voyager 2* la grande tache sombre avec son compagnon brillant.

La sonde *New Horizons* est en train de doubler l’orbite d’Uranus. Elle croisera celle de Neptune peu avant son **survol de Pluton** en juillet 2015 et ouvrira alors les portes de l’au-delà inexploré par une sonde spatiale. Le système de Neptune ..  deux groupes… Triton Triton marque la séparation entre ces deux populations…découvert par LASSEL quelques jours après le planète Neptune… Triton est .. plus massif que Pluton et Eris, planètes naines…. Rencontre aux frontières ..  *Voyager 2* ..découverte bouleversante.. une centaine de traînées noires …Quelques images prises en stéréo vont montrer qu’au moins deux d’entre elles sont des structures atmosphériques et non de surface Neptune …le méthane CH4…absorbant le rayonnement rouge donne à neptune sa couleur bleue… Grâce au suivi du téléescope spatial ..depuis 1996, l’atmosphère de Neptune s’est révélée très active…La foide Neptune (59K) est ..un piètre radiateur qui réagit avec lenteur au forçage solaire ..gageons que bientôt nous lirons dans les yeux de Pluton et Charon un peu de cette fresque qui nous concerne tant. Alors Pluton, fils de Saturne ? frère de Neptune ?tonton de Triton ? ou frère jumeau ?!

#### Actualités p.6-13 décembre 2011

*Éris, la lointaine sœur jumelle de* ***Pluton****?* par Bruno SICARDY

Fig. a – [photomontage : champ stellaire, disque obscur, croissant clair]

Fig. b – Étoile de la Baleine occultée par Éris, avant, pendant.

Fig. c – Les trajectoires de l’étoile occultée par Éris, vues de 3 sites différents lors de l’occultation du 6 novembre 2010.

Le 6 novembre 2010 aux alentours de 02h 19m Temps Universel, deux télescopes à San Pedro de Atacama, au nord du Chili, voyaient disparaître pendant 79 secondes une étoile de magnitude 17 de la constellation de la Baleine. Elle venait d’être cachée par l’objet **transneptunien** Éris… l’objet le plus lointain actuellement observable dans le Système solaire- à près de 15 milliards de kilomètres de la Terre…. Astronomes professionnels et amateurs …plusieurs années de préparation … 26 télescopes furent mobilisés, dont 10 se retrouvèrent sous les nuages et 3 détectèrent l’occultation …le mouvement de son satellite Dysnomia fournit le masse d’Éris… intrinsèquement très brillant… prochaine occultation.. en août 2013..

#### Pro- amateur une collaboration fructueuse de haut niveau p. 54-56. février 2012

Fig. a – [photomontage : rocher et champ stellaire]

Fig. b – Le 600 mm de fabrication personnelle (observatoire de St-Sulpice).

Fig. c – MIOSOTYS au foyer du télescope type Cassegrain de 193 cm d**e l’observatoire de Haute-Provence.**

Fig. d – Frédéric DAUNY, Andrée FERNANDEZ et Bernard CHRISTOPHE à l’OHP.

… observatoire à Saint-Sulpice, au nord de Paris..UAI 947 ..le nombre d’astéroïdes que j’ai découverts avoisine les 220, dont 63 ont obtenus une numérotation définitive au MPC (Minor Planet Center) ..François COLAS ..Bruno SICARDY … caméra très sensible et comportant en interne une datation précise …Alain DORESSOUNDIRAM .. détection des passages des objets **transneptuniens** .. composants qui ont 30 ans d’âge, dont certains ont mal vieilli ; d’ailleurs davantage parcequ’ils n’ont pas été utilisés que par vieillissement propre … Andrée FERNANDEZ …

#### Boeing 747-SP L’astronomie en avion de nos jours de Kuiper à Sofia par Erick YOUNG traduit de l’anglais par J. BORG et N. MEIN. p. 46-53. juin 2013

Fig. a - [vue arrière gauche B 747 avec grande ouverture]

Fig. b – L’observatoire Kuiper Airborne Observatory (KAO) du Nasa Ames Research Center.

Fig. 1 – Images du vol « First light » [sic] de SOFIA.

Fig. c – Schéma du télescope Nasmyth. Le roulement hydraulique sert de joint entre la partie exposée du télescope à droite et la cabine pressurisée à gauche.

Fig. d – [vue des deux miroirs du télescope]

Fig. e – [miroir primaire vu de dos ?]

Fig. f – Schéma du passsage d’une planète avec un anneau devant une étoile … Étoile occulté [sic]

Fig. g – Carte de polarisarion de la nébuleuse d’Orion…

Fig. h – Le spectromètre GRET installé sur SOFIA vu du pont principal pressurisé où l’auipage travaille…

Fig. i – [L’avion SOFIA en vol]

Fig. j – [autre avion en vol]

Fig. k – Un plan de vol typique de SOFIA.

Fig. l – Image dans l’infrarouge moyen du centre de la Voie lactée……Image HST / NICMOS dans le proche infrarouge montrant le même champ..

Fig. m – **Occultation d’une étoile par Pluton** le 23 juin 2011. le trajet de SOFIA est indiqué en rouge…le trajet de l’ombre est indiqué par la flèche jaune et se déplace [sic] à 25 km/s.

Fig. n – Formation d’une raie spectale dans une proto-étoile.

Fig. o – Observation de la proto-étoile G34.26+0.15 obtenue avec le spectromètre GREAT sur SOFIA… la matière tombe vers l’objet central.

Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy … Terry HERTER … L’observatoire aéroporté Kuiper ..mission de 21 ans avec 1424 vols de recherche Les résultats scientifiques de KAO.. Un des avantages importants d’un observatoire aéroporté est la possibilité d’observer éclipses et occultations, grâce à sa mobilité …découverte d’anneaux autour d’Uranus ..  deux éclipses solaires au dessus du Pacifique en 1981 et 1988 .. champs magnétiques interstellaires …méthode de Chandrasekhar et Fermi (1953) de Kuiper à SOFIA ..télescope de 2,7 mètres de diamètre …contribution majeure [sic] de l’Allemagne

éventuellement [SIC !] soumis à la température de la stratosphère ..les 17 tonnes du télescope sont supportées par un palier à huille sphérique de 1,2 mètre de diamètre ..gyroscopes ..angle sous-tendu par une pièce de 1 euro à une distance de 4 km Une nuit de vol typique ..observations éventuellement  **[SIC !]** programmées ..les observations commencent à une altitude de 11,9 km ..l’avion, plus léger, termine la nuit à une altitude de 13,7 km Les résultats scientifiques de SOFIA GREAT (German Receiver for Astronomy at Terahertz frequencies) . ;Photomètre HIPO(High-speed Imaging Photometer for Occultations) ..centre de la Voie lactée … du gaz chaud s’écoule dans le trou noir le long des bras spiraux ..signature d’une étoile en formation ..l’accrétion estimée atteindrait la masse du Soleil en moins de 100 à 300 ans

#### La « loi » de Titus-Bode par Gérard RAFFAITIN p. 31-33. mars 2014

Fig. a – [Allégorie]

Fig. b - [Globe et cercles, imagette floue de discrétisation]

Fig. c – [photomontage : schéma avec Soleil et planètes, portrait de TITIUS, manuscrit]

Fig. d – [texte en latin]

Fig. e – Elert BODE.

Fig. f – Découverte d’une septième planète le 13 mars 1781.

Fig. g – [tableau : homme chauve en noir (PIAZZI ?) , carte, globe de la figure b, femme (Céres ?) légèrement voilée]

Fig. h – [Alexis BOUVARD]

Fig. i – Neptune vue par la sonde Voyager 2.

Quand Uranie s’égare Description physique du Système solaire ou pure spéculation mathématique ? Les idées fondatrices..David GREGORY (1659-1708), neveu de l’inventeur du télescope du même nom … 1724 ..Christian WOLFF (1679-1754).. indique à nouveau cette progression ..Daniel TITIUS (1729-1796) …d = 4 + 3 (2n) Uranus ..William Herschel (1738-1822) ..4 + 3 (64) = 196 . .. Carl Friedrich GAUSS calcule sa distance. Elle est de 192 À la recherche de la planète de rang 3 … Franz Xaver von ZACH, à la tête de sa « patrouille céleste » forte d’une vingtaine d’observateurs… Giuseppe PIAZZI, fondateur d el’observatoire de Paleme.. les devance le 1er janvier 1801…Suivront : Pallas, le 28 mars 1802 par Wilhelm OLBERS, Junon, le 1er septembre 18004 par Karl HARDING, Vesta le 27 mars 1807 de nouveau par Olbers qui, frappé par la similitude des orbites, émet l’hypothèse (fausse) de l’explosion d’une grosse planète, dont les corps découverts seraient les fragments 23 septembre 1846 : ma planète de trop ! …. Johann-Gottfried GALLE (1812-1910) ..écrit le 25 à Le VERRIER : « Monsieur, La planète , dont vous nous avez signalé la position, réellement existe. Nous l’avons comparée, Mr ENCKE et moi, par la grande lunette de Fraunhofer avec une étoile de 9e grandeur » Et **Pluton**? .. »Pour frayer un sentier nouveau, il faut être capable de s’égarer. » Jean ROSTAND

#### Initiation Les planètes extrasolaires 13 – Planètes flottantes et solitaires par Danielle BRIOT et Anne-Lise MAIRE p. 45-46 mars 2014

Fig. 1 – Images *Hubble* de différentes régions de **Pluton**, qui a changé de statut de planète ) planète naine après l’assemblée générale de l’UAI de 2006.

Fig. 2 – Images de Gliese 229B, la première naine brune découverte, obtenues depuis le télescope de 5 m du Mont Palomar aux Etats-Unis (gauche) et avec le télescope *Hubble* (droite)

Fig. 3 – Le télescope spatial *Hubble*, qui a permis de confirmer la détection de la première naine brune en 1995.

..Nous parlons maintenant de planètes qui tournent autour de rien du tout, autrement dit qui sont isolées dans l’espace interstellaire. Comment expliquer des planètes sans étoile ? Ces astres sont-ils vraiment des planètes ?

Un peu de vocabulaire pour commencer ..objet libre de masse planétaire, planète interstellaire, planète noire, planète flottante, planète orpheline, planète errante, planète solitaire, planète vagabonde, sous-naine brune …..il règne une certaine confusion Au fait, qu’est-ce qu’une planète ? Deux définitions … astre errant Une planète est un corps céleste qui : a) est en orbite autour d’une étoile, b) a une masse suffisante pour que sa gravité l’emporte sur les forces de cohésion du corps solide et le maintienne en équilibre hydrostatique sous une forme presque sphérique, c) a éliminé tout corps susceptible de se déplacer sur une orbite proche. ..cette définition ne concerne que les planètes du système solaire .. distinction entre planètes et objets plus massifs qui ne seraient pas des planètes ..dès 2003 ..définition « de travail » …. Les naines brunes ..on estime que pour qu’une étoile se forme, il faut qu’elle soit plus massive approximativement que 0,07 fois la masse du Soleil soit 70 Mj …. Objets de masse intermédiaire entre une étoile et une planète .. naine brune ..le désert des naines brunes Petit retour sur les processus de formation des différents objets Et les planètes solitaires ? ..on peut raisonnablement envisager que des objets de même masse peuvent être formés par des processus totalement différents

#### Actualités p. 4-15. avril 2014

*Cérès dégaze de la vapeur d’eau !* par Frédéric DESCHAMPS   
Fig. a – [photomontage : fond noir, petite zone claire, cailloux]  
Fig. 1 – Raie d’absorption de l’eau à 556,9 GHz observée autour de Cérès à trois dates dfifférentes. L’axe des abscisses indique la vitesse Doppler dans le système de référence de Cérès. L’axe des ordonnées représente l’intensité de la raie normalisée par rapport à l’émission thermique continue.  
Fig. 2 – (a) Variation de l’intensité de la raie d’absorption de l’eau à 556,9 GHz avec la latitude déduite des variations temporelles à courte période (b) Carte de Cérès en infrarouge proche obtenue à partir d’observations au sol.  
Les planétologues s’en doutaient. Le télescope spatial *Herschel* l’a montré : Cérès, le plus gros objet de la ceinture d’astéroïdes, contient de l’eau. Cette découverte s’appuie sur des observations en infrarouge lointain indiquant que la surface de Cérès émet localement de la vapeur d’eau. ….2006..reclassé dans la catégorie des planètes naines, au même titre que **Pluton**, Éris et Makemake…. Rayon moyen de 470 km ….petite densité … de l’eau, sous forme solide ou liquide, doit également y être présente… présence d’hydroxyle (OH).. début des années 1990 .. non confirmée ….. spectromètre en infrarouge lointain HIFI monté sur le télescope spatial européen *Herschel* … transition.. observée à plusieurs reprises entre novembre 2011 et mars 2013 .. Michael KÜPPERS … varitations à courte période..liées à la rotation de Cérès ..un peu plus de 9 heures ..l’eau est émise en certains points de la surface uniquement… deux hypothèses … sublimation d’une couche de glace superficielle … activité cryovolcanique...geysers … Encelade ..forces de marée ..hypothèse que l’on peut a priori exclure pour Cérès … Modèles..Alessandro MORBIDELLI …résoudre ce paradoxe .. migrer avec d’autres corps vers le Système solaire interne …chaffage radioactif … vaporiser toute l’eau contenue initialement dans les planétisimaux ..Cérès a dû se former relativement tardivement .. une grande partie de la quantité intiale de 26Al s’est déjà désintégrée… modèles d’évolution thermique..reconstruire l’évolution de la structure radiale de Cérès …océan d’eau liquide et de composés antigel … absence de données géophysiques comme le moment d’inertie… La forme relativement sphérique de Cérès est..un indice en faveur d’une structure différenciée. Pouvait-on rêver meilleur scénario, pour la mission *Dawn*, que la détection d’eau autour de Cérès ? … en route vers Cérès, qu’elle devrait atteindre début 2015. On a hête d’y être !

#### Actualités p. 4-15. juillet-août 2014

*2012VP113* par Frédéric DESCHAMPS  
Fig. a – [Photomontage : croissant, trois points, petit halo]  
Fig. b – Diagramme excentricité/périhélie pour un millier de planètes naines. Sedna et 2012VP113 sont représentées par les points rouges. D’après Trujillo et Sheppard (2014)  
Fig. c – Une nouvelle vision du Système solaire. La ceinture de Kuiper, entre 30 et 50 UA, est le domaine des planètes naines telles que **Pluton** et Éris. Deux autre planètes naines, Sedna et 2012VP113 ,ont un périhélie situé au-delà de la ceinture de Kuiper. Ces objets détachés pourraient avoir été placé sur ces orbites très excentriques par des perturbations gravitationnelles induites par une planète géante non identifiée orbitant dans le nuage d’Oort.  
… Une nouvelle planète naine détachée …. La campagne d’observations menée par Chadwick Trujillo et Scott Sheppard confirme également un fait intéressant : aucun objet connu n’a son périhélie entre 55 UA et 75 UA (fig. 1). Cette lacune ne semble pas liée à un biais observationnel et apparaît comme bien réelle…. L’origine des objets détachés … Les découvertes de Sedna en 2003 puis récemment de 2012VP113 relancent donc l’hypothèse de l’existence d’une planète géante aux confins du Système solaire.

#### Les étoiles un rôle crucial dans l’Univers Ce que nous ne connaîtrions pas, ou beaucoup moins bien, si les étoiles doubles n’existaient pas par Danielle BRIOT p. 30-35. juillet-août 2014

Fig. a – Représentation poétique et imagée d’étoiles doubles (fin du XIXe siècle).  
Fig. 1 – La planète naine **Pluton** et son satellite Charon vont passer devant le système d’étoiles triple P 126.  
Fig. 2 – Exemple d’étoile double à éclipse. La luminosité est maximale lorsque les deux étoiles sont visibles. Lorque l’étoile la moins chaude.. cache une partie de l’étoile la plus chuse, il y a une baisse de luminosité plus forte que lorsque l’étoile la plus chaude masque l’étoile la moins chaude.  
Fig. 3 – Étoile double spectroscopique…  
Fig. 4 – Représentation populaire de Kepler, debut du XXe siècle.  
Fig. 5 – Comparaison de la taille de quelques étoiles de différents types [non indiqués] et de la planète Jupiter.  
Fig. 6 – [en français ] Schéma du trou noir stellaire, membre d’un système binaire, source de rayons X, Cygnus X1.  
On a depuis longtemps remarqué que deux étoiles proches l’une de l’autre sur le ciel s’observent beaucoup plus fréquemment que ne le voudrait le simple hasard. Bien sûr, la proximité de deux étoiles sur la sphère céleste peut être un effet de perspective, la distance de chacune des étoiles par rapport à nous pouvant être très différente. Cependant, dans la très grande majorité des cas, il s’agit d’une réelle relation physique entre ces étoiles…. Différentes catégories d’étoiles binaires .. doubles visuelles … étoiles binaires à éclipses, alors qu’en toute rigueur il s’agit plutôt d’occultations .. binaires spectroscopiques Les binaires et la détermination de la masse des étoiles Les diamètres des étoiles ..loi énoncée par Jožef STEFAN … étoiles doubles à éclipses .. L’étude du profil et de la durée de chacune des éclipses permet de déterminer le diamètre des étoiles. Détection de trous noirs … Les trous noirs correspondant à des étoiles sans compagnon, massives et en fin de vie, nous resteront probablement inconnus à jamais. Les supernovae SN Ia et l’enrichissement du milieu interstellaire…

#### Actualités p. 4-16. mai 2015

*Cérès en vue* ***…*** *et Pluton à l’horizon* par Frédéric DESCHAMPS  
Fig. 1 – La surface de Cérès photographiée par *Dawn* le 19 février 2015.  
Fig. 2 – Planisphère de Cérès reconstitué à partir de plusieurs images prises le 19 février. On distingue nettement plusieurs points brillants à la surface de la planète naine.  
Fig. a – [Engin avec grands panneaux solaires]  
Fig. 3 – Éruption volcanique sur Io, prise par *New Horizons* le 28 février 2007.  
Fig. b – Vue d’artiste de la mission *New Horizons*, arrivant au voisinage de **Pluton** et Charon.  
Fig. 4 – Premier cliché de Pluton et de son satellite Charon pris par la caméra haute résolution LORRI à bord de *New Horizons* le 25 janvier 2015.  
Deux missions de la Nasa sont sur le point d’explorer deux planètes naines, Cérès et Pluton, situées dans deux régions très différentes du Système solaire, la ceinture d’astéroïdes et la ceinture de Kuiper…. Pluton et Cérès sont approximativement de même taille, mais Pluton est moins dense, car plus riche en eau et en éléments volatils …. Dawn en orbite autour de Cérès …orbite plus proche de la surface de Cérès … plusieurs points brillants …dégazage de type cométaire… ***New Horizons* s’approche de Pluton** … n’effectuera qu’un survol de Pluton … clichés su système Pluton/Charron qui peuvent paraître peu spectaculaires si l’on oublie qu’ils ont été pris à quelques 200 millions de kilomètres de Pluton, et qu’ils nous ont été transmis depuis une distance d’environ 4 milliards de kilomètres… En juillet dernier, l’équipe de *New Horizons* a pu identifier trois cibles potentielles grâce au télescope spatial *Hubble*. Celles-ci sont situées à environ un milliard de kilomètres de Pluton, et leur taille varie de 25 km à 55 km. Le survol de l’un de ces objets pourrait avoir lieu vers 2019, la fin de la mission étant quant à elle prévue en 2016.

#### 63 Actualités p.4-15. juin 2015

New Horizons :***Pluton à l’horizon***par Janet BORG

Fig. a – [Vue de Pluton, avec phase]  
… distance de plus de 100 millions de km … pôle glacé …

#### New Horizons découvre le monde de Pluton par Jean-Pierre MARTIN p. 14-17 .juillet-août 2015

Fig. a – [Photomontage : engin, croissant rose]

Fig. b – Le trajet de *New Horizons* à travers le Système solaire.

Fig. c - [**Le découvreur de Pluton** à la machine à mesurer]  
Fig. d – [Timbre poste américain]

Fig. e – les instruments embarqués.  
Fig. f – [Comparaisons de taille : Lune, Pluton, Charon]

Fig. g – Assistance gravitationnelle de Jupiter en février 2007.  
Fig. h – François FORGET   
À la mi-juillet, la sonde *New Horizons* va **passer à environ 10 000 km de Pluton**, le seul gros corps (anciennement planète) non exploré par les sondes interplanétaires qui ont visité les confins du Système solaire (*Pioneer, Voyager*). L’occasion de faire le point sur cette très ambitieuse mission de la Nasa dont on attend beaucoup pour la connaissance des objets de la ceinture de Kuiper. La mission … lancée le 19 janvier 2006 .. plus de 16 km/s ..asistance gravitationnelle de Jupiter .. 23 km/s ..La sonde a « pris » 1/1025 de l’énergie angulaire de Jupiter …gagner 5 ans sur le voyage vers Pluton .. arriver avant que l’atmosphère ténue de Pluton ne se condense au sol …SwRI (OUTHWEST Research Insitute)..Alan STERN … JHUAPL (John Hopkins Applied Physics Laboratory) .. Les principaux instruments embarqués ..RALPH ..imageur spectro ….  ALICE spectro-imageur en UV …REX (Radio EXperiment) se charge des communications radio, mais peut aussi sonder l’atmosphère de Pluton.. LORRI ..télescope de 20cm …SWAP (Solar Wind Analyser around Pluto) ..PEPSSI (Pluto Energetic Particle Spectrometer Science Investigator) …SDC (Student Dust Counter) … 11 kg de 238Pu …. Que sait-on aujourd’hui de Pluton ? …. Le survol de Jupiter …Et après Pluton …un compromis entre la consommation de carburat et la taille de l’objet devra être fait … François FORGET a bien voulu répondre à quelques questions.. Était-il tout à fait impossible de de satelliser autour de Pluton plutôt que de passer en vitesse… Queles découvertes fondamentales attendez-vousde ce survol ?... À vos yeux, quel est l’instrument de bord le plus important ?.. a-t-on déjà décidé quel KBO on va visiter après Pluton, et la raison de ce choix ? .. Après le survol de ce KBO, *New Horizons* va s’enfoncer dans l’espace interplanétaire, va-t-elle rattraper *Voyager* ?

#### Les conférences à la Cité des sciences et de l’industrie p. 24. juillet-août 2015

*New Horizons* : **panorama de Pluton** mercredi 15 juillet de 18h à 21 h …

#### Actualités pp. 4-21. septembre 2015

**Des montagnes de glace sur Pluton** Des canyons profonds sur Charon par Janet BORG

Fig. a – Pluton, prise par la caméra LORRI le 13 juillet 2015, quand la sonde était à 768 000 km de la surface. Les indications de couleur ont été fournies par l’instrument Ralph.  
Fig. b – Gros plan sur une région située au voisinage de l’équateur, pirse d’une distance de 77 000 km de la surface de la planète, qui permet de résoudre des détails de l’ordre du kilomètre (l’échelle est de 50 miles, soit 80 km environ).  
Fig. c – Charon, prise par la caméra LORRI le 13 juillet 2015 alors que la sonde était à une distance de 466 000 km. (À droite) Agrandissement d’une région de Charon. Image prise le 14 juillet environ une heure et demie avant l’approche de Pluton, à une distance d’environ 79 000 km.

Fig. d – Hydra, une des quatre petites lunes (avec Nix, Kerberos et Styx) qui gravitent autour de Pluton-Charon : chaque pixel de cette image prise avec la sonde *New Horizons* fait 3 km de côté , ce qui permet d’estimer sa dimension à 43 km par 33 km. On observe des variations de brillance traduisant peut-être des variations de composition. L’albédo moyen est de 0,45 : une hypothèse qui découle de cette valeur est que la surface est probablement faite de glace d’eau.

Fig. d – [Photomontage en fond de page : deux lunules, un engin, Soleil au loin]  
La sonde *New Horizons* a rempli sa mission : elle a traversé le système Pluton-Charon et ses petits satellites à une vitesse record, le 14 juillet dernier, et, deux jours plus tard, elle en est déjà très loin, à plus de 2,6 millions de km. conférence de presse retransmise en direct [oui] à la Cité des sciences et de l’industrie ..Gilles DAWIDOWICZ, Olivier DE GOURSAC et Jean-Pierre MARTIN …. Données … 16 mois pour être transmises en totalité ..1% ..Alan STERN … conférence de presse du 15 juillet 2015 … Chaque photo, reçue après 4h 30 de voyage de Pluton à la Terre, nécessite 45 minutes de traitement pour être lue …1930 .. Clyde TOMBAUGH .. déclassement en 2006 … découverte ..Charon en 1978 …mesure de la composition de la surface et de l’atmosphère avec ALICE, Ralph-MVIC et Ralph-LESIA, REX, imagerie avec la caméra LORRI … Charon ..bande de falaises et de creux ..peu ou pas de cratères d’impact ..Cette première image donne un aperçu de ce que dévoileront les futures images de la surface de Charon … »..une des surfaces les plus jeunes vues dans le système solaire » (Jeff MOORE) ; « Il nous faudra repenser l’activité géologique sur les autres corps glacés » (John SPENCER) ; « Aux températures de Pluton, la glace d’eau est comme de la roche, et c’est elle qui forme ces montagnes » (Bill McKINNON) ….

#### Cérès et Pluton Deux mondes bien différents par Frédéric DESCHAMPS pp. 4-10 novembre 2015

[voir *l’Astronomie*, décembre 1950 *pp. 496-497.* Gerard P. KUIPER suggère que la surface rocheuse de **Pluton** est invisible, et qu’elle disparaît sous la plus grande partie de son atmosphère primitive glacée par la basse température de cette lointaine planète.]

Fig. 1 – Quatre des cratères de Cérès. Le diamètre est indiqué entre parenthèses. (A) Kerwan (284 km) ; (B) Urvara (163km) ; (C) Ezinu (120km) ; et (D) Haumali (30 km). À noter, la présence de points brillants dans Haumali.

Fig. 2 – Carte topographique de Cérès, dressée par *Dawn*. L’échelle de couleur s’étend de -7,5 km (indigo) à +7,5 km (blanc) autour du niveau de référence. Les noms des principaux cratères sont indiqués. La monttagne pyramidale, située à 11°S et 316° E, apparaît aussi très clairement.  
Fig. 3 – Le cratère Occator, sur Cérès .. et Fig. 4 La montagne pyramidale, sur Cérès ..Photos prises par Dawn à une altitude de 1 450 km et avec une résolution de 140 m par pixel.  
Fig. 5 – Les montagnes de glace de Pluton, avec à gauche au premier plan Norgay Montes, et à l’horizon Hillary Montes. Sputnik planum [sic] apparaît sur le flanc droit de Norgay Montes, et plusieurs couches de brumes, bien visibles, s’élèvent au-dessus de la surface. Ce cliché à été pris au coucher du Soleil, à une distance de 18 000 km de Pluton.

Fig. 6 – Sputnik Planum [**sur Pluton**]. Cette vue, prise à environ 80 000 km de la surface, couvre une distance de 1 600 km de part en part. Elle met vien en évidence la plaine glacée de Sputnik Planum et la diversité de terrains qui l’entourent. .. On distingue également, en bas à droite, l’extrémité nord-ouest de Chtulhu Regio, région sombre et cratérisée s’étendant le long de l’équateur de Pluton.  
Fig. 7 – Les cellules polygonales de Sputnik Planum. La résolution au sol est de 0,8 km.  
Fig. 8 – Zones chaotiques en bordure de Sputnik Planum. La région imagée s’étend sur environ 470 km, et la résolution au sol atteint 0,8 km par pixel.

Fig. 9 – De Sputnik à Chtulhu. La région marquant la transition entre les plaines glacées de Sputnik (en haut) et les terrains cratérisés de Chtulhu Refio (en bas) est particulièrement complexe. On y trouve deux massifs montagneux (Zheng He et Baré Montes), et un réseau de rides sombres (au centre de l’image) qui pourrait correspondre à un champ de dunes. La région imagée s’étend sur environ 350 km, et la résolution au sol atteint 0,8 km par pixel.  
Fig. 10 – Tartarus Dora, ou la peau de serpent. Cette image s’étend sur une distance de 530 km et la résolution au sol est de 1,3 km. Elle combine des images prises par le spectro-imageur RALPH à plusieurs longueurs d’onde : le bleu, le rouge et l’infrarouge.  
Fig. 11 – Charon, le principal satellite de Pluton. Cette vue combine des images prise prises par le spectro-imageur RALPH dans le bleu, le rouge et l’infrarouge. La résolution au sol est de 2,9 km.

Encadré **La taille de Pluton : une longue histoire** [voir l’Astronomie, décembre 1950 *pp. 496-497 ; juillet-août 1951, page 306]. .. Les premières estimations de la taille de Pluton …Dans les années 1950, des mesures plus précises [exactes] ont fait chuter le diamètre angulaire à 0,23 seconde d’arc [sic], et le rayon estimé de Pluton est lui tombé autour de 6000 km …méthode des transits [sic] ou des occultations [pourquoi ne pas parler directement en français ?] ..le diamètre de Pluton est désormais fixé à 2 372 ± 4 km*

Fig. a – [Un hémisphère de Pluton, à cheval sur deux pages]  
 *Dawn* et *New Horizons* dressent des portraits très contrastés de Cérès et de Pluton … deux planètes naines … ceinture d’astéroïdes … ceinture de Kuiper …. Cérès Des cratères, des points brillants et une pyramide .. carte topopgraphique … le dénivelé entre le fond des cratères et les pics atteint 15 kilomètres .. points brillants … il pourrait s’agir, en particulier, de glaces ou de sels ..montagne de forme pyramidale ..trajectoire à 1 450 km d’altitude ..elle devrait descendre à seulement 375 km … Pluton Un nouveau casse-tête pour les planétologues ..rapatriement …. données ..devrait se poursuivre pendant un an …le diamètre estimé de Pluton a … beaucoup varié depuis sa découverte … surface.. très complexe, avec une grande variété de structures ..phénomène analogue au craquèlement d’une plaque de boue .. Charon .. Les terrains situés au sud du canyon sont plus lisses et contiennent moins de gros cratères que les terrains situés au nord, signe qu’ils sont aussi plus jeunes ..région polaire nord de Charon.. sombre .. ..Cérès a une masse volumique sensiblement plus élevée (2 080 kg/m3) que Pluton (1 890 kg/m3)

#### Actualités pp.4-13. décembre 2015

*Les gardiens de l’anneau* par Frédéric DESCHAMPS  
Fig.a – [Gros plan sur les anneaux et agrandissements de Pandore et de Prométhée]  
Fig. 1 – L’anneau F et ses satellites gardiens, Prométhée et Pandore.  
Fig. 2 – Mécanisme permettant aux satellites gardiens de mainteir un anneau de particules à l’intérieur d’une fine bande. D’après MURRAY et DERMOTT (1999)

Fig. 3 – Une simulation numérique montrant la formation d’un anneau de particules de glaces et de ses satellites gardiens à partir de la collision de deux petits satellites parents. La rangée du haut montre la distribution des particules en fonction du temps, et la rangée du bas la densité surfacique de particules.  
… l’anneau F de Saturne et ses satellites gardiens résulteraient de la collision de deux petits satellites parents constitués chacun d’un noyau rocheux et d’une enveloppe de glace..HYODO R. et OHTSUKI K. …. *Pioneer 11* en 1979… certaines conditions doivent être réunies pour créer un anneau encadré par deux satellites gardiens …

*Pluton Glace d’eau et brumes*  par Frédéric DESCHAMPS  
Fig. 1 – Carte des affleurements de glace et d’eau à la surface de Pluton, établie par le spectromètre Ralph de *New Horizons*. Les régions riches en glace d’eau apparaissent en bleu. La région imagée dans l’encadré s’étend sur environ 450 km de longueur.  
Fig. 2 **– La couche de brume de Pluton**, vue par le spectro-imageur Ralph.

Fig. 3 – (A) Nix vu par le spectro-imageur Ralph avec une résolution de 3,1 km par pixel, et (B) Hydra vu par la caméra LORRI avec une résolution de 1,1 km/pixel.  
Une carte des affleurements de glace d’eau à la surface de Pluton montre que ceux-ci sont principalement situés dans les régions sombres recouvertes d’un composé organique, le tholin, composé qui est aussi présent dans la couche de brume entourant Pluton.  
..distiller de nouvelles images et observations … premières analyses de la surface de Pluton ..Affleurements de glace d’eau ..Deux questions (de plus) … Brumes ..expérience de radiométrie REX … Charon, Nix et Hydra …géologie tourmentée de Charon

#### Actualités *pp. 4-18. mars 2016*

***Planète 9*** *Existe-t-il une planète géante aux confins du Système solaire ?* par Frédéric DESCHAMPS  
Fig. a – [Photomontage : ciel étoilé, disque planétaires, objets devant le disue]  
Fig. 1 – A) Argument du périhélie et B) longitude du nœud ascendant des orbites des objets épars de la ceinture de Kuiper (en vert) en fonction de leur demi-grand axe. Les points en vert foncé représentent les 6 objets dont l’orbite est stable, c'est-à-dire non perturbée par Neptune. D’après BATYGIN et BROWN (2016).  
Fig. 2 – Orbites de 6 objets détachés de la ceinture de Kuiper. L’orbite possibble d’une hypothétique neuvième planète est indiquée en rouge.  
C’est ce que semble indiquer la distribution des orbites des objets détachés de la ceinture de Kuiper. Cette hypothèse n’est cependant pas nouvelle, et elle demande bien sûr à être confirmée par une observation directe. ..Chadwick TRUJILLO et Scott SHEPARD … situation ..probabilité qu’elle soit le fruit fu hasard est très faible .. Konstantin BATYGIN et Mike BROWN ..confirment .. écartent .. 7 objets pouvant résulter de perturbations gravitationnelles par Neptune … les calculs ..prédisent .. ce qui constitue un test observationnel vérifiable …détection directe, tâche difficile ..satellite Wise (Widefiels Infrared Survey Explorer) ..télescope Subaru …

*Orbite basse pour* Dawn *et* ***un possible volcan sur Pluton*** par Frédéric DESCHAMPS  
Fig. 1 – la chaîne de cratères Gerber Catena, une des premières images de Cérès prise par *Dawn*  depuis son orbite basse, à 385 km d’altitude. La résolution est de 35 mètres par pixel.  
Fig. 2 – Le plancher du cratère Danru, sur Cérès…  
Fig. 3 – Le cratère Kupalo, sur Cérès …  
Fig. 4 – Réseau de petits fossés à la surface de Pluton, dans Tombaugh Regio. L’image couvre une surface de 80 x 80 km2. En bas à droite, la structure circulaire est sans doute liée à un cratère d’impact plus ancien que les terrains environnants. En haut à gauche, les terrains lisses correpondent à la limite avec le glacier de Sputnik Planum.  
Fig. 5 – Wright Mons (au centre du médaillon) observé par New Horizons lors de son survol de Pluton. L’image en médaillon s’étend sur 230 km d’est en ouset. La résolution au sol est de 450 mètres par pixel.  
Fig. 6 – Détection de glace d’ammo,nique (en vert) à la surface de Charon. L’image en médaillon couvre une distance d’environ 280 km d’est en ouest, avec une résolution de 0,9 km par pixel.  
*Dawn* et *New Horizons* poursuivent leurs missions, l’une en orbite basse autour de Cérès, l’autre en s’enfonçant dans la ceinture de Kuiper et en transmettant de nouvelles images de Pluton, dont celle d’un possible cryovolcan. *Dawn* en orbite basse Début décembre 2015 ..fractures ..liées au refroidissement post-impact … régions brillantes .. dépôts de sels … si l’on en juge par l’état d’érosion de ses bords, Kupalo est l’un des cratères les plus récents de Cérès … Un cryovolcan sur Pluton ? ..l’absence de cratère d’impact suggère que ces terrains sont très récents …

Philae *ne répond plus* par Janet BORG  
Fig. a – Cette vue d’artiste est bien loin de la réalité ! *Philae* est coincée dans une anfractuosité, une patte en l’air, et *Rosetta* cherche désespérément à communiquer.  
..Fin janvier, il fera vraiment trop froid ! ..les chances de contact s’amenuisent de jour en jour

#### L’image du mois « Le pôle nord de Pluton » *p. 3. avril 2016*

…Lowell Regio ..spectro-imageur RALPH … *New Horizons* … 680 mètres par pixel …

#### L’image du mois « **Le pôle nord de Pluton** » *p. 3. avril 2016*

…Lowell Regio ..spectro-imageur RALPH … *New Horizons* … 680 mètres par pixel …

#### Actualités *pp. 4-13. avril 2016*

***La face cachée de Pluton*** par Frédéric DESCHAMPS  
Fig. a – « Une journée plutonienne ». Image composée à partir de plusieurs clichés pris par la caméra LORRI à l’approche de Pluton. La face exposée pendant le survol de *New Horizons* disposée en bas de l’image, et la face opposée en haut.  
*New Horizons* n’a effectué qu’un survol de Pluton, et ce dernier n’a duré que quelques heures, alors que Pluton tourne sur elle-même en 6,4 jours. De ce fait, *New Horizons* n’a pu étudier en détail qu’un seul hémisphère de Pluton. ..moisson ..particulièrement riche …structures géologiques très variées ..[Texte commentant des couleurs, image en noir et blanc page 4, en couleurs page 3]

New Horizons : *direction 2014MU69* par Frédéric DESCHAMPS  
Fig.a – [Photomontage : ciel étoilé, nuage, engin, astéroïde]  
Fig. b – [Photomontage similaire]  
Fig. 1 – 2014MU69 vu par le télescope spatial *Hubble*.  
Fig. 2 – L’orbite de 2014MU69 (en rouge).  
Encadré Les petits noms des objets de la ceinture de Kuiper…1992QB1 est le second [en fait, 27e objet : correction apportée dans le courrier des lecteurs de mai 2016, page 72] objet découvert penddant la deuxième [sic] moitié d’août 1992 et 2014MU69 est le 1720e objet détecté lors de la seconde moitié de juin 2014  
Fig. 3 – Paramètres orbitaux (demi-grand axe en abscisse et inclinaison en ordonnée) des plus gros cubewanos (en bleu) et objets trans-neptuniens en résonance (en rouge).  
… explorer la ceinture de Kuiper ..choix ..31 août 2015 … manœuvres ..en octobre et novembre derniers ..objets dont l’orbite n’entre pas en résonance avec celle de Neptune …**l’orbite de Pluton** est en résonance 2 :3 avec l’orbite de Neptune et son excentricité élevée, e=0,250, l’amène en deçà de celle de Neptune ..club ..des planètes naines ..rendes-vous le 1er janvier 2019, si tout se passe bien.

#### Mars La folle histoire des canaux 2. Illusions ou réalités / La fin d’un mythe *par Gérard RAFFAITIN et Pierre DURAND pp. 36-43. juin 2016*

Fig. a – [Photomontage : Observateur à casquette, globe en carton]  
Fig. b – [Photomontage : Camille Flammarion à l’oculaire, page de garde de « La planète Mars et ses conditions d’habitabilité »]

Encadré Le mentor des canaliste [sic] ..Percival LOWELL …canaux ..oasis …

**Fig. c – Flammarion et Lowell à Juvisy en 1908.**  
Fig. d – [Couvertures : la Guerre des mondes ; Edison’s Conquest of Mars]

Encadré La controverse gagne du terrain …Carl Otto LAMPLAND ..Alfred Russel WALLACE …. Earl C. SLIPHER … Gavriil Adrianovich TIKHOV ..raie d’absorption chlorophylienne … Carl Friedrich GAUSS avait suggéré de déboisé la taïga sibérienne pour dessiner un immense triangle équilatéral visible de la planète rouge

Fig. e - [Photomontage : carte des canaux, portrait de Percival LOWELL, couvertures de trois de ses ouvrages]  
Fig. f – [Nikola Tesla Mars et les Martiens]

Fig. g – Les miroirs paraboliques de PICKERING.

Fig. h – Dessin de Mars. Nuit du 20 septembre 1909. Eugène ANTONIADI et la lunette de Meudon.  
Fig. i – Région d’Elysium Dessin de SCHIAPARELLI Dessin d’Antoniadi.  
Fig. j – Orson WELLES adapte *La Guerre des mondes* à la radio.

Fig. k – Henri CAMICHEL au Pic du Midi.  
Fig. l – [Photomontage : planisphère avec Canaux, vues de Mariner IV, engin spatial]  
Fig. m – Bernard LYOT à la lunette de 60 cm.

… Les « canalistes » s’enflamment …*Terres du ciel* … 1884 … FLAMMARION … 1888 .. SCHIAPARELLI …lunette .. de 49 cm « les canaux ont tout la clarté d’une gravure au burin avec la magnifique beauté d’une peinture colorée » .. William Henry PICKERING … François TERBY …Nathaniel Everett GREEN .. « Je suis convaincu que les observateurs ont représenté, sous la forme de lignes nettes et claires, des aspects tout à fait vagues et indéfinis » ..Clara GUZMAN ..prix de cent mille francs .. « l’habitation actuelle de Mars par une race supérieure à la notre est très probable » …. Astronome et botaniste Emmanuel LIAIS …. L’exitance des Martiens, une évidence ! ….l’hypothèse de la vie sur la planète voisine ne rencontrant que peu de contradicteurs, l’existence des Martiens devient une évidence dans l’imaginaire collectif !.. Ils débarquent en force ! Dans la littérature Kurd LASSWITZ ..*Auf zwei Planeten* … Herbert George WELLS ..*La Guerre des mondes* …Garret P. SERVISS *Edison’s Conquest of Mars* … Wilfrid de FONVIELLE . À la surface de Mars .. Et sur les ondes ..Nikola TESLA ..Guglielmo MARCONI … Des doutes, tout de même **…** … les causes d’erreurs observationnelles sont multiples… Quant à la lunette de Lowell, voici l’analyse qu’en fera Jean DRAGESCO … doutes … Edward Emerson BARNARD …Vincenzo CERULLI … Edward Walter MAUNDER ..Gaston MILLOCHAU à Meudon ..Théophile MOREUX ..conférence à la SAF … Parmi les sceptiques, ANTONIADI … Flammarion ..Observatoire de Juvisy-sur-Orge ..1893 ..Henri DESLANDRES ..Meudon .. lunette ..83 cm d’ouverture … »j’ai vu Mars de plus près que quiconque et j’affirme que les configuarations gébérales de la planète sont parfaitement irrégulières .. » Les théories « canalistes « sombrent ! Barnard ..1 m ..Yerkes …George Ellery HALE 1,5m ..Millochau …Pic du Midi …Aymar de La Baume PLUVINEL ..Fernad BALDET ..clichés exceptionnels.. mais pas le mythe des Martiens**…** … Edgar Rice BURROUGHS ..*A Princess of Mars* … août 1924, aux États-Unis : on impose un silence radio total pendant trois jours pour tenter  d’ »écouter » Mars, alors au plus près de la Terre ..Orson Welles ..pas d’hystérie collective, sinon dans les rédactions chargées de relater les avaatars liés à cette diffusion qui n’a dupé qu’une petite minorité d’auditeurs… Épilogue ..problème ..granulation des plaques ..résolu en 1941..Bernard LYOT, Marcel GENTILI et Henri CAMICHEL ..moyenne de 6 à 15 négatifs … l’astrophysique se développe .. Gerrit Pieter KUIPER, Audoin DOLLFUS, Lewis D. KAPLAN, Guido MÜNCH ou Hyron SPINRAD … 15 juillet 1965 ..sonde américaine Mariner 4 … 1% de la surface de la planète … »pas plus de petits hommes verts que de grandes femmes bleues » se plaisait à dire l’astronome Jean HEIDMANN …Ray BRADBURY ….

#### Actualités *pp. 4-10. juillet-août 2016*

*Pluton Cratères à halos et plaines fracturées* par Frédéric DESCHAMPSFig. a – [disque de Pluton, avec repérage de deux zones]  
Fig. 1 – Les plaines fracturées (A) et les cratères à halo (B) sur **Pluton**. L’image (A) a été prise par la caméra multispectrale Ralph à 33 900 km de Pluton, avec une résolution au sol de 700 m par pixel. L’image (B) est une combinaison de clichés obtenus par la caméra LORRI à 46 400 km et 171 700 km de Pluton, avec des résolutions respectives de 230 et 890 m par pixel.  
Deux images de Pluton récemment mises en ligne par la Nasa montrent des terrains très différents de ceux observés jusqu’à présent : un champ de cratères dont les flancs apparaissent plus brillants que les planchers, et des plaines fracturées par étirement de la croûte . La majeure [sic] partie des images et des données collectées par New Horizons le 14 juillet 2015 a désormais été rapatriée …. Les mesures réalisées par le spectromètre LEISA montrent par ailleurs que la distribution des halos est bien corrélée avec la présence de glace de méthane ..la face qui a été observée en détail par New Horizons …. Blocs polygonaux …fracturation de cette partie de la croûte de Pluton …Noctis Labyrinthus, sur Mars …

*À la recherche de la neuvième planète* par Frédéric DESCHAMPSFig. a – [Photomontage : portion de Voie lactée, disque de Neptune]  
Fig. 1- Écarts relatifs entre la distance Terre-Saturne observée à partir des mesures de la sonde Cassini et la distance calculée par le modèle INPOP…..  
Fig. 2- Positions possibles de la neuvième planète sur une orbite d’excentricité e=0,6, de demi-grand axe, d = 700 UA et d’inclinaison i = 30°. La zone la plus probable apparaît en vert, et deux zones sont exclues (en rouge).  
Les variations de la distance Terre-Saturne, mesurées par la sonde Cassini, pourraient fournir un indice sur la position actuelle de l’hypothétique neuvième planète, et restreindre ainsi le champ de recherche de celle-ci. ….orbites des objets [astres] détachés de la ceinture de Kuiper … modèle baptisé INPOP permettant de calculer très précisèment les trajectoires des planètes du Système solaire …Agnès FIENGA … extension de la mission Cassini jusqu’en 2020…

#### Actualités *pp. 4-15. octobre 2016*

2015RR245 Une nouvelle planète naine *par Frédéric DESCHAMPS*Fig. 1 – Deux clichés de 2015RR245 (au centre du cercle rouge) pris à deux instants différents par MegaPrime/MegaCam monté sur le télescope Canada-France-Hawaii…Jean-Marc PETIT…  
Fig. 2 – Orbite calculée de 2015RR245 (en orange) …petits corp [sic] du Système solaire ..ceinture de KUIPER …  
Encadré Les planètes naines.. Mike BROWN … 150 objets [sic] qui pourraient accéder à ce statut.

Fig. a - [Quatre imagettes anonymes]  
..une nouvelle planète naine au-delà de Neptune. Son orbite, très excentrique, la range dans la catégorie des objets [sic] **transneptuniens** épars. Les objets [sic] épars ..petits objets ..la plupart des objets … les objets épars …les corps ..les orbites de ces objets …les objets épars … anciens objets .. 300 objets épars …d’autres objets épars .. un objets détecté récemment … Une nouvelle planète naine ..projet OSSOS (Outer Solar System Origine Survey) …. Une trentaine d’objets …la plupart des gros objets .. des gros objets orbitant plus loin ..BANNISTER M. …

#### Un don astronomique *par Marie-Claude PASKOFF p. 53. juin 2017*

Fig. a – Claude GRIMAUD et Eddy SUEUR avec Bernard CHRISTOPHE.  
…Claude GRIMAUD .. association Repères (Réseau d’échanges et de partage, d’éducation et de recherche pour l’environnement et les sciences) … Rouvroy-les-Merles … BC 600 ..600 pour son diamètre assorti d’une focale de 3400 ..Eddy SUEUR … Olivier DASSAULT … planétarium numérique baptisé LLS … Mais qui est donc ce généreux donateur ? … mesures d’astrométrie et de photométrie [sic] d’astéroïdes connus ..miroir..lame …acquis auprès de la nièce de Maurice DURUY…découverte de plus de 250 astéroïdes, dont 73 ont obtenu une numérotation définitive .. spectromètre multifibres ..Miosotys …foyer Cassegrain du télescope de 1,93m de l’observatoire de Haute-Provence..observatoire du Calo Alto ..missions, à la recherche des TNO (objets **transneptuniens)…**

#### Actualités *p. 3-17. décembre 2017*

##### Les polygones de Sputnik Planitia et les variations orbitales de **Pluton** par Frédéric DESCHAMPS

Fig.1 – La partie centrale de Sputnik Planitia ..résolution au sol.. 680 mètres .. 495 et 320 mètres…  
Fig. 4 – Deux modes de convection thermique …Chauffage par le bas .. Chauffage interne ou refrodissement pur …  
[Encadré] Convection thermique

Fig. 2 – Simulations numériques de convection …VILELLA et DESCHAMPS (2017)  
Fig. 3 – Évolution de Sputnik Planitia en réponse aux variations orbitales de Pluton  
La surface de Sputnik Planitiaest divisée en un réseau de polygones, structure qui pourrait résulter de grands mouvements de convection animant l’intérieur de ce glacier situé à la surface de Pluton. Les détails du mécanisme contrôlant ces mouvement, notamment la source d’énergie qui les entretient, font cependant l’objet d’un débat. ..Bill McKINNON … simulations 3D .. les bords des polygones sont plus élévés que leur centre ..les simulations numériques dans lesquelles l’énergie entretenant la convection est fournie à la base du système ne parviennent pas à reproduire les polygones de Sputnik Planitia. En revanche, si l’énergie est produite à l’intérieur du système, la topographie de surface reproduit bien la topographie observée.. problème de taille : celui de la source de chaleur interne …désintégration d’éléments radioactifs..forces de marée …refrodissement interne ..la succession de longues phases de réchauffement et de refrodissement de la surface de Pluton ..variations orbitales ..revoir et affiner les modèles d’ensoleillement….

##### A/2017 U1, premier astéroïde interstellaire ? par Jean SCHNEIDER

Fig.a – [Orbites de Mercure, Vénus, la Terre, Mars et A/2017 U1]

Fig. 1 – Spectre de A / 2017 U1 pris à La Palma le 25 octobre.  
..orbite hyperbolique avec une excentricité de 1,2 …on est très probablement en présence d’un astéroïde interstellaire qui vient visiter le Système solaire, originaire de la constellation de la Lyre .. évènement que certains attendaient depuis des décennies …spectre ..télescope de 4,2m Herschel à La Plama …Alan FITZSIMMONS ….situation dramatique d’une occasion doublement ratée …Mc GLYNN et CHAPMAN … ENGELHARDT … POPKIN …sonde interstellaire vers la planète Proxima du Centaure b …

#### Dossier Système solaire Connaissance du Système solaire   Où en sommes nous ? *par Thérèse ENCRENAZ p. 16-21. juillet-août 2018*

Fig. a – [à cheval sur deux pages ; photomontage ; portion de disque solaire, huit planètes]

Fig. 1 – Les orbites des objets **transneptuniens** les plus éloignés … confinement dans une seule moitié de l’espace ..objet perturbateur .. **planète 9** …

Fig. 2 – Le noyau de la comète CHURYUMOV-GERASIMENKO observé le 3 août 2014 par la caméra de la sonde *Rosetta* …  
Fig. 3 – La planète Saturne observée par la caméra de la sonde *Cassini* le 24 décembre 2010, onze jours après le déclenchement d’une tempête géante, d’abord observée par un astronome amateur …

Fig. 4 – Les cyclones polaires de… Saturne .. et de Jupiter … La structure hexagonale observée sur Saturne n’est présente qu’au pôle nord de cette planète. Sur Jupiter, les tourbillons ne présentent pas de structure hexagonale…  
Fig. 5 - Dépôts sédimentaires découverts par le robot *Curiosity* en décembre 2012…dépression « Yellowknife Bay », au pied du Mont Sharp… environnement « habitable » ….

20 janvier 2016 … neuvième planète ..Konstantin BATYGIN et Michael BOWN …2003 ..objet transneptunien Eris .. 2006 .. retirer à **Pluton** son statut de planète : avec les progrès des techniques d’observation et la découverte possible de nouveaux objets transneptuniens plus massifs et toujours plus lointains, la liste des planètes risquait de s’allonger indéfiniment **…** …. La mécanique céleste nous apprend aujourd’hui que nous n’avons pas fini d’explorer les frontières du Système solaire **…** et que d’autres planètes restent peut-être à découvrir à de plus grandes distances héliocentriques ! … Une nouvelle vision … Devant l’infinie variété des conditions physiques et orbitales des exoplanètes, les simulations numériques se sont multipliées pour étudier l’évolution dynamique et la stabilité des nouveaux systèmes planétaires découverts…il a falludévelopper [sic] …fameux modèle de Nice … nombreuses missions spatiales planétaires .. De multiples missions spatiales …*Cassini-Huygens* … *Juno* … *Mars Science Laboratory (Curiosity)* …*Mars Express*, *Mars Reconnaissance Orbiter*, *Maven* et *Trace Gas Orbiter* …histoire passée de l’eau sur la planète …*Insight* ..sismométre français .. *Venus Express* ..*Akatsuki*…*Messenger* … *Bepi Colombo* au cours de la décennie à venir. De nouvelle méthodes … télescope spatial *Hubble* ..mission européenne *Herschel* .. grand réseau d’antennes millimétriques Alma … deux geysers de vapeur d’eau sur l’astéroïde Cérès… sonde américaine *Dawn* … technique d’occultation stellaire ..anneaux d’Uranus .. en 1977 ..arcs de Neptune en 1984 …2013 ..système d’anneaux..autour d’un astéroïde lointain de petite taille, le centaure Chariklo …quatre ans plus tard ..autour de l’astéroïde Haumea … la liste est loin d’être close**…** ….Grâce aux progrès réalisés dans les calculs d’éphémérides qui permettent de prédire les occultations stellaires de manière de plus en plus précise, les possibilités offertes par cette technique se multiplient. Elles le feront encore bien plus dans la décennie à venir lorsque la mission européenne *Gaia* publiera ses catalogues d’étoiles avec un précision astrométrique inégalée.. Les grands projets de la planétologie de demain …*Mars 2020* ..*ExoMars 2020* … mission européenne *Juice* ..système de Jupiter …dans les années 2030 .. mission américaine *Europa Clipper*, à l’horizon 2025 …intense champ de rayonnement émis par la planète Jupiter, qui limite considérablement la durée de vie des instruments situés à proximité ..la collecte et l’analyse des échantillons de matière extraterrestre …*Stardust* … *Hayabusa* .. *Osiris-Rex* ..*Hayabusa 2* … [bibliographie : huit volumes, dont six en français, publiés de 2006 à 2017]

#### Dossier Système solaire Cassini-Huygens La mission vers Titan *par* Dossier Système solaire Vers les astéroïdes et au-delà *par Antonella BARUCCI et Marcello FULCHIGNONI p. 30-37. juillet-août 2018*

Fig. a – [Pluton pleine page, agrandissement d’une partie de la fig. 7]

Fig. 1 – Cette photo de Vesta en fausse couleurs, montre des zones de composition différente.  
Fig. 2 – Cartographie des reliefs des cratères Rheasilvia et Veneneia avec la trace de leurs bords respectifs.  
Fig. 3 – Crêtes et creux encerclant l’équateur de Vesta. La structure à gauche est la Divalia Fossa.  
Fig. 4 – Cérès montrant la grande homogénéité de sa surface.  
Fig. 5 – Le cratère Occator et les grands dépôts brillants de sel à l’intérieur.  
Fig. 6 – Le mont Ahuna sur Cérès, issu de l’activité cryovolcanique de la planète naine.  
Fig. 7 – Le système double de Pluton et Charon.  
Fig. 8 – Cratères à la surface de Pluton .. bassin BURNEY ….

Fig. 9 – Chaînes de montagnes à la surface de Pluton … Sputnik Platum … Tenzing Montes …Hillary Montes...  
Fig. 10 – Charon et sa surface.

[tableau] Propriétés globales de Vesta, Cérès et Pluton

Fig. 11 – Les satellites de Pluton à l’échelle.

[encadré] Le futur proche Les missions Dawn et New Horizon sont entrées dans leur phase finale. La relève dans l’exploration des petits corps du Système solaire est assurée par deux missions, *Hayabusa2* (japonaise) et *Osiris-REx* (américaine) xonr l’objectif est le retour d’échantillons de la surface provenant respectivement des astéroïdes (162173)Ryugu et (101955)Bennu … *Dawn* ..dernières orbites autour de Cérès … *New Horizon* … survol ..objet transneptunien ..le 1er janvier 2019 … *Hayabusa 2* ..retour prévu pour le mois de décembre 2020 … *Osiris-Rex* ..deux ans .. exploration à distance …Les échantillonz seront ramenés sur Terre en septembre 2023….

Fig. b –Vue d’artiste de la sonde Osiris-REx. [sic]  
… succès des missions spatiales de grande envergure comme les astéroïdes et des planètes naines… exploration robotisée du Système solaire ..*Dawn* .. première à se mettre en orbite autour de deux cibles au cours de la même mission …. Vesta … On a estimé qu’environ 300 astéroïdes sombres, avec des diamètres allant de 1 à 10 km, ont frappé Vesta 1au cours des derniers 3,5 milliards d’années… deux énormes cratères,Rheasilvia..Veneneaia … deuxième plus haute montagne du Système solaire… les Vestoids, la famille d’astéroïdes issus de Vesta …Vesta est aussi supposée être la source… Ces météorites aident à comprendre le cataclysme lunaire survenu lorqu’un repositionnement des planète géantes a déstabilisé les orbites des astéroïdes et déclenché un bombardement à l’échelle du Système solaire. Cérès … 25% de la masse totale [de la ceinture d’astéroïdes] .. seule planète naine située dans le Système solaire interne .. Cérès pourrait être composée d’au moins 25 pour cent d’eau (beaucoup plus que toute l’eau sur Terre) … La présence de glace d’eau, déjà découverte par les mesures effectuées par l’observatoire spatial Herschel, a été confirmée à l’intérieur de quelques cratères aux hautes latitudes …hypothèse, déroutante et stimulante en même temps, selon laquelle Cérès est un monde doté d’un océan gelé … atmosphère très ténue, qui contient de la vapeur d’eau … Pluton et ses lunes … Pluton et Charon sont souvent considérés comme une planète double …Pluton possède une atmosphère ténue dont le principal constituant est l’azote moléculaire … les monts HILLARY et les monts TENZING …curieuse configuration de l’ « araignée» … Pluton a cinq lunes connues : Charon, Nix, Hydra, Kerberos et Styx …Charon ni se lève ni ne se couche jamais, mais flotte toujours au même endroit dans le ciel de Pluton …

#### Dossier Système solaire Découverte ! Des anneaux autour de petits corps ? *par Bruno SICARDY p. 44-47. juillet-août 2018*

Fig. a – Vue d’artiste de Chariklo.

Fig. 1 – La découverte des anneaux de Hariklo .. le 3 juin 2013 lord ‘une occultation stellaire … La même chose pour la découverte des anneaux de Haumea .. Les tailles relatives correctes sont indiquées dans la figure 2.  
Fig. 2 – Les tailles respectives correctes de Chariklo, Haumea (et leurs anneaux) et de Pluton ….   
En 1610, Galilée aperçut dans sa petite lunette « quelque chose autour de Saturne, mais il ne put déterminer la nature exacte de cette extension. C’est Huygens qui identifia cette structure comme un dique mince entourant la planète sans la toucher: un anneau … Formation des anneaux … vaste assortiment de structures complexes ..systèmes actifs qui peuvent nous renseigner sur la dynamique des disques en général et sur la formation des planètes et des satellites en particulier…le matériau primordial qui entourait les planètes géantes lors de leur formation a pu rester sous la forme d’anneau à l’intérieur de la limite de Roche de ces planètes… Toutes ces théories donnent donc l’idée de grosses planètes qui possèdent initialement suffisament de matériau alentour pour former des anneaux, ou qui étaient suffisamment massives pour briser des corps passant trop près. C’est donc avec surprise que les astronomes ont découvert des anneaux autour de tout petits corps … juin 2013 .. Chariko .. BRAGA-RIBAS … janvier 2017 ..Haumea ..ORTIZ … Chariklo est le plus gros des objets centauresactuellement [sic] connus … glace d’eau .. »moudre » des fragments des satellites brisés pour aboutir aux petites particules de quelques centimètres à quelques mètres qui composent les anneaux denses de Saturen et d’Uranus. L’avenir des anneaux …(possible) formation endogène des anneaux de Charikmo …Les instruments actuels .. ne sont pas assez puissants pour confirmer ou infirmer la présence de satellites gardiens autour de Chariklo ou Haumea. Cependant, le futur European Extremely Large Telescope (E-ELT) pourra sans doute les détecter **...** s’ils existent … possibilité de résonances non pas avec des satellites hypothétiques, mais avec le corps lui-même …Si ce type de résoncne est confirmé.. nouvelle pruve de la diversité des phénomènes dynamiques dans la nature… Gaia ..précisons de l’ordre du millième de seconde d’arc..planifier avec beaucoup plus de certitude les campagnes d’occultation..les anneaux sont sans doute beaucoup plus réandus qu’on ne le croyait il y a à peine cinq ans !

#### Encore un astéroïde insterstellaire dans le Système solaire ?   *par Jean SCHNEIDER p. 3. juillet-août 2018*

Fig. a – [fond de page anonyme : photomontage ( ?) : astéroïde et champ stellaire]

..Oumuamua ..automne 2017 ..astéroïde d’origine interstellaire .. en train de traverser furtivement le Système solaire .. nouvel objet … candidat au statut d’astéroïde d’origine interstellaire , 2015 BZ509 ..orbite très stable dans le Système solaire … télescope Pan-Starrs … orbite rétrograde …demi-grand axe… 5,14 unités astronomiques..excentricité de 0,38 .. …inclinée de 17° … Fathi NAMOUNI …Maria Helena MORAIS … orbite stable sur au moins 4,5 milliards d’années … la stabilité de cette orbite rétrograde ne peut s’expliquer que si cet objet a été capturé par le Système solaire lors de son passage au cours d’une trajectoire interstellaire …explications autres …Scott TREMAINE … Konstantin BATYGIN ..Michael BROWN …hypothétique Planète 9 … le calendrier des grandes missions de l’Agence spatiale européenne est plein jusqu’en 2035 …BZ509 reste en permanence à 5 unités astronomiques du Soleil …

#### Actualités *p. 4-15. février 2019*

##### New horizons Ultima Thulé : l’objet le plus lointain survolé à ce jour par Frédéric DESCHAMPS

Fig. 1 – Ultima Thulé vu par la caméra LORRI de *New Horizons* lors de son approche ..

Fig. 2 – Un processus de formation possible pour Utima Thulé.

Fig. 3 – Les trajectoires des ondes *Pioneer, Voyager* et *New Horizons* à travers la ceinture d’HEDGEWORTH-KUIPER.

La sonde *New Horizons* a survolé comme prévu le petit objet 2014 MU69, rebaptisé Ultima Thulé, le 1er janvier 2019 ..survol de Pluton … juillet 2015 … **Pluton** (2 370 km de diamètre)..Éris ..Quaoar …Makémaké … résidus de la formation du Système solaire … Ultima et Thulé … survol ..transfert qui devrait se poursuivre pendant vingt mois … catégorie des cubewanos froids … Des images à plus haute résolution sont en route vers la Terre … Un oubli qui n’en est pas un … Dès les années 1940, Kenneth EDGEWORTH avait suggéré que le matériau formé au –delà de Neptune, trop espacé, n’avait pu se concentrer pour former une planète, et qu’il devrait donc subsister à ces distances un disque de petits corps très primitifs ..

#### 77 Les nombreuses frontières de notre Système solaire *par Allan Sacha BRUN p. 4-6. mai 2019*

Fig. a – [photomontage : engin, champ stellaire]

Fig. b – [vue de dessus et vue de biais : orbite de Saturne, Uranus, Neptune et **Pluton**, positions de Voyager 1 et 2, Pioneer 10 et 11, New Horizons]

Fig. 2 – [il n’y a pas de figure 1] Positions de *Voyager 1* et *2* fin 2018 par rapport à l’héliopause….  
Fig. 3 – [en anglais] Échelle logarithmique des distances entre le Soleil er Proxima du Centaure ….  
La sonde *Voyager 2* vient de franchir l’héliopause, quelques années après sa sœur jumelle *Voyager 1*. Avec les sondes *Pioneer 10* et *11* et plus récemment *Horizons* qui a survolé il y a quelques semaines Ultima Thulé, situé à 43 UA de la Terre, ces cinq sondes sont les messagers de la Terre les plus éloignés à ce jour. Qu’est-ce que l’héliopause ? Plus généralement, y a-t-il une ou des frontières pour notre Système solaire et où se situe(nt)-elle(s)? …. *Voyager 1* … 145 UA de la Terre …ète*Pioneer 10* et *11*..ne communiquent plus de données scientifiques, contrairement aux sondes *Voyager* … Quelle est le limite de notre Système solaire ? …limite magnétique (l’héliopause) ..limite gravitationnelle … limite de rayonnement … héliopause … 120 UA sur l’étrave …taille exacte à l’arrière n’étant pas connue (on parle de 4 000UA) …sphère de HILL …le bord extrême du nuage de OORT.. est certainement proche de la limite gravitationnelle … on peut considérer que la lumière solaire a une influence jusqu’à l’orbite de Pluton … température d’équilibre de surface d’un corps solide …40 000 ans …*Voyager 1* ….Gliese 445 …

#### Actualités *p. 8-19 novembre 2019*

##### **Pluton** Un océan souterrain bien isolé par Frédéric DESCHAMPS

Fig. a – [vue d’une partie d’un hémisphère de Pluton]   
Fig. 1 – Le géotherme (courbe rouge) augmente avec la profondeur ..Dans la gamme de profondeur pour laquelle le géotherme dépasse le liquidus, l’eau se trouve sous forme liquide, ce qui permet la formation d’un océan souterrain sous une couche de glace.

[Encadré] Le liquidus de la glace basse pression

Fig. 2 – Les orbites synchrones de Pluton et Charon…

Fig. 3 –Structure locale de Pluton sous *Sputnik Planitia* ….

Fig. 4 – Modélisation du refroidissement de Pluton ….  
Pluton, comme les autres mondes de glace, pourrait renfermer un océan souterrain, océan qui se maintiendrait grâce à la présece à son sommet d’une couche isolante de clathrates … le température à partir de laquelle la glace d’eau commence à fondre diminue lorsque la pression – et donc la profondeur- augmente ...*Galileo* et *Cassini* … preuves observationnelles ..anomalies du champ magnétique …variations de l’axe de rotation. L’océan théorique de Pluton …*New Horizons* .. un seul survol … arguments théoriques … eau liquide .. plus dense que la glace d’eau … excès local de masse … Un océan bien couvert … Sunichi KAMATA … couche isolante … les clathrates ont des propriétés particulièrement intéressantes ..