Zeitschrift: Actes de la Société jurassienne d'émulation

Herausgeber: Société jurassienne d'émulation

Band: 108 (2005)

Artikel: Deux astéroïdes "Troyens" et deux membres du groupe "Hilda" découverts à Vicques (JU)

Autor: Ory, Michel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-555283

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Deux astéroïdes « Troyens » et deux membres du groupe « Hilda » découverts à Vicques (JU)

Michel Ory

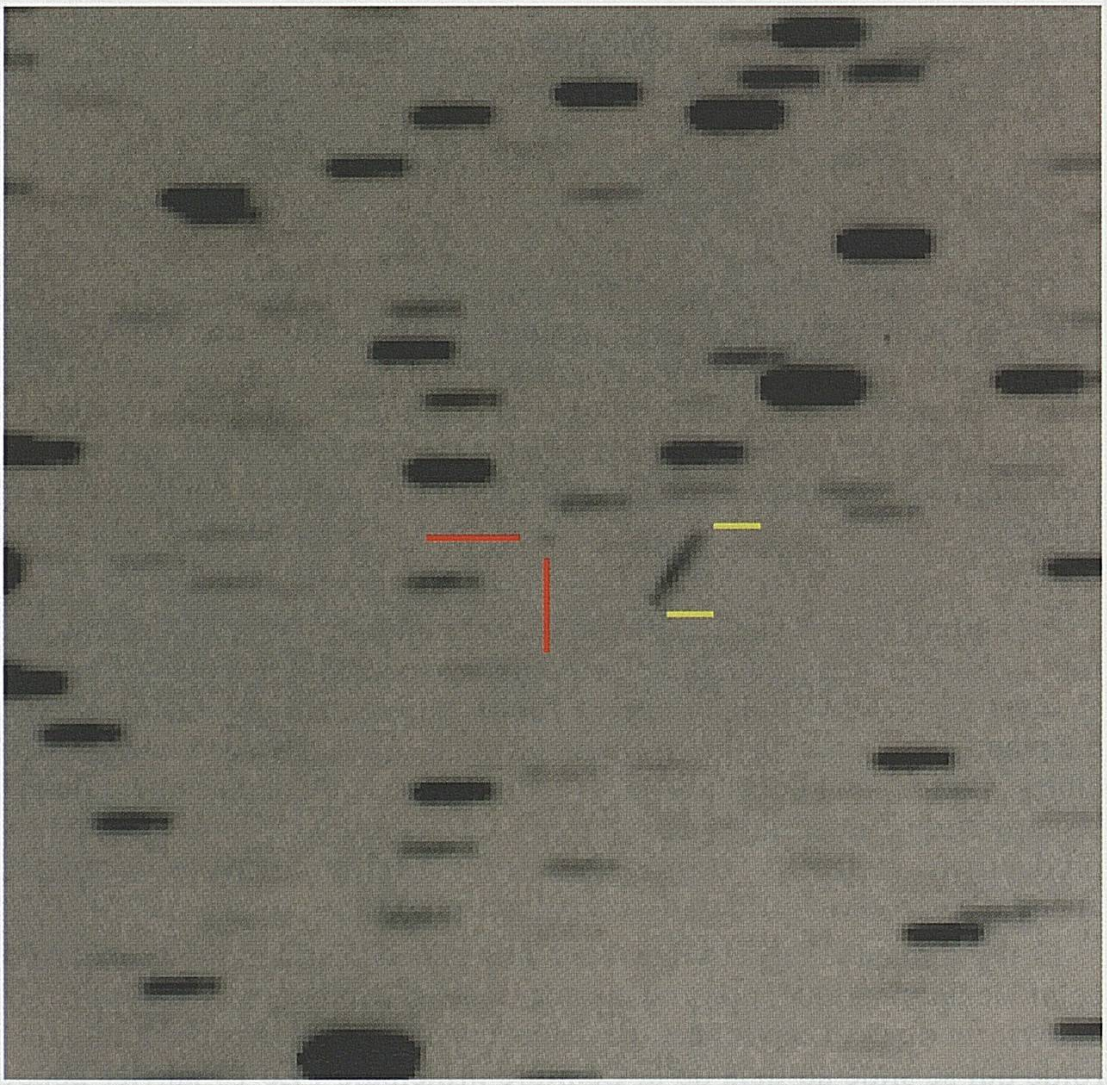
En juin 2005, l'Observatoire astronomique jurassien a dépassé le cap des cent nouvelles désignations d'astéroïdes attribuées par l'Union astronomique internationale. Parmi les petites planètes découvertes à Vicques, quatre sont exceptionnelles. Baptisés respectivement *2002 SN28, 2005 AP27, 2005 AD28* et *2005 GQ9*, ces objets représentent les astéroïdes les plus lointains jamais découverts en Suisse.

La nuit du 4 au 5 janvier 2005 a marqué un tournant à l'Observatoire astronomique jurassien[1]. Pour la première fois, le télescope «Bernard Comte» de 61 cm a fonctionné en mode entièrement automatique. Auparavant, il fallait pointer manuellement le télescope sur chacune des cibles. C'était long et fastidieux. L'automatisation du déplacement du télescope et de l'acquisition des images CCD a permis de faire un bond en productivité. Résultat: au mois de janvier 2005, nous avons découvert autant d'astéroïdes que durant toute l'année 2004!

Et il y a mieux. En couvrant 4 à 5 fois plus de surface sur le ciel avec ce mode automatique, nous avons augmenté d'autant nos chances de découvrir un objet exceptionnel. Par objet exceptionnel, je pense à un astéroïde qui se situe au-delà de la Ceinture principale[2]. Le 13 janvier 2005, ce fut fait, lors de la quatrième nuit d'observation en mode automatique. Le *Minor Planet Center de Boston*[3] venait de nous attribuer deux nouvelles désignations provisoires: *2005 AP27* et *2005 AD28*[4]. J'ai très vite décelé que ces deux astres présentaient des caractéristiques remarquables. En effet, leur période de révolution autour du Soleil avoisinait les douze années. Or, les objets de la Ceinture principale bouclent une orbite en trois, quatre voire cinq années.

Découverts en 2005, mais observés dès 2001

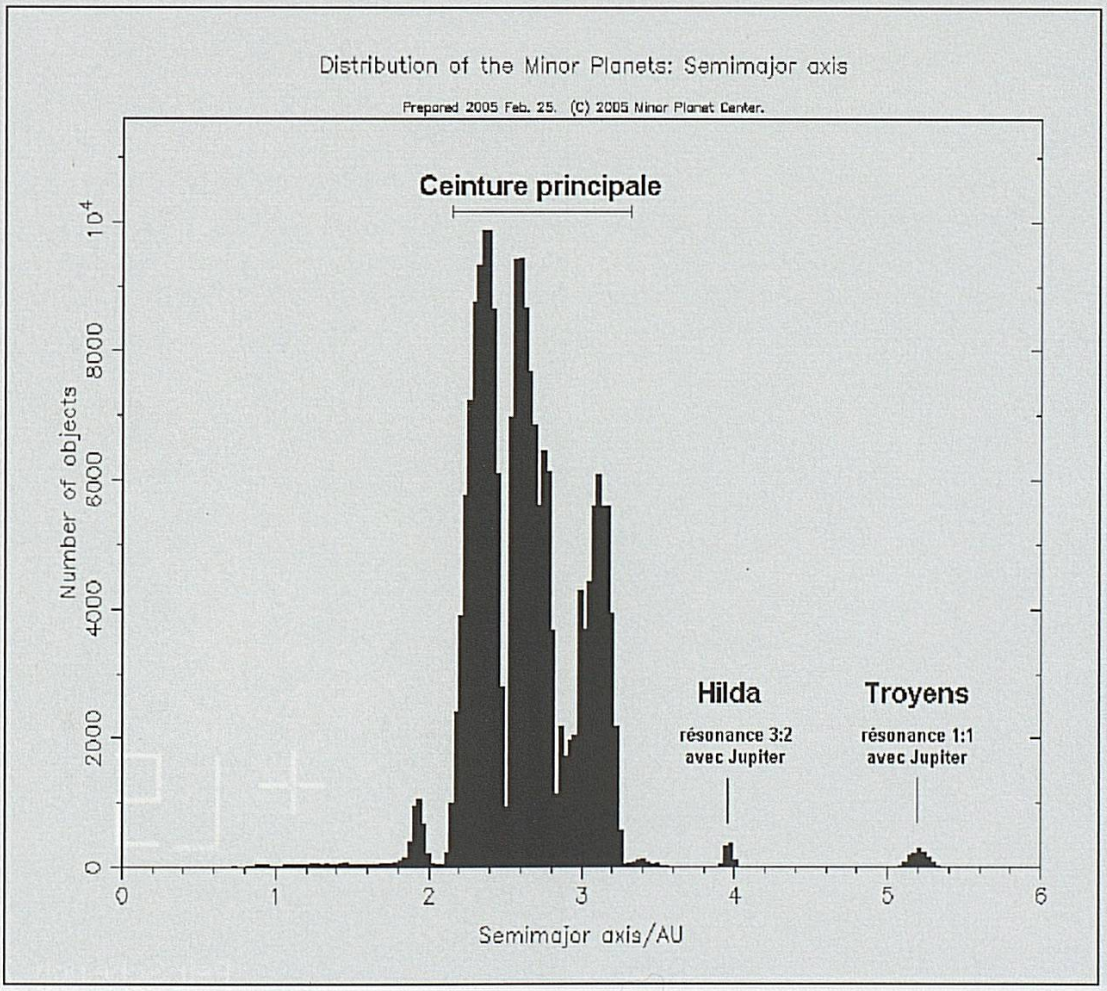
Aujourd'hui, les six paramètres orbitaux de *2005 AP27* et de *2005 AD28* sont définis avec une excellente précision. Pour *2005 AP27*, la base du *Minor Planet Center* contient 43 mesures astrométriques (= de position) réalisées entre le 15 octobre 2001 et le 5 février 2005 et couvrant trois oppositions[5]. Pour *2005 AD28*, la base accumule 88 mesures réalisées entre le 18 octobre 2001 et le 9 mars 2005 et couvrant quatre



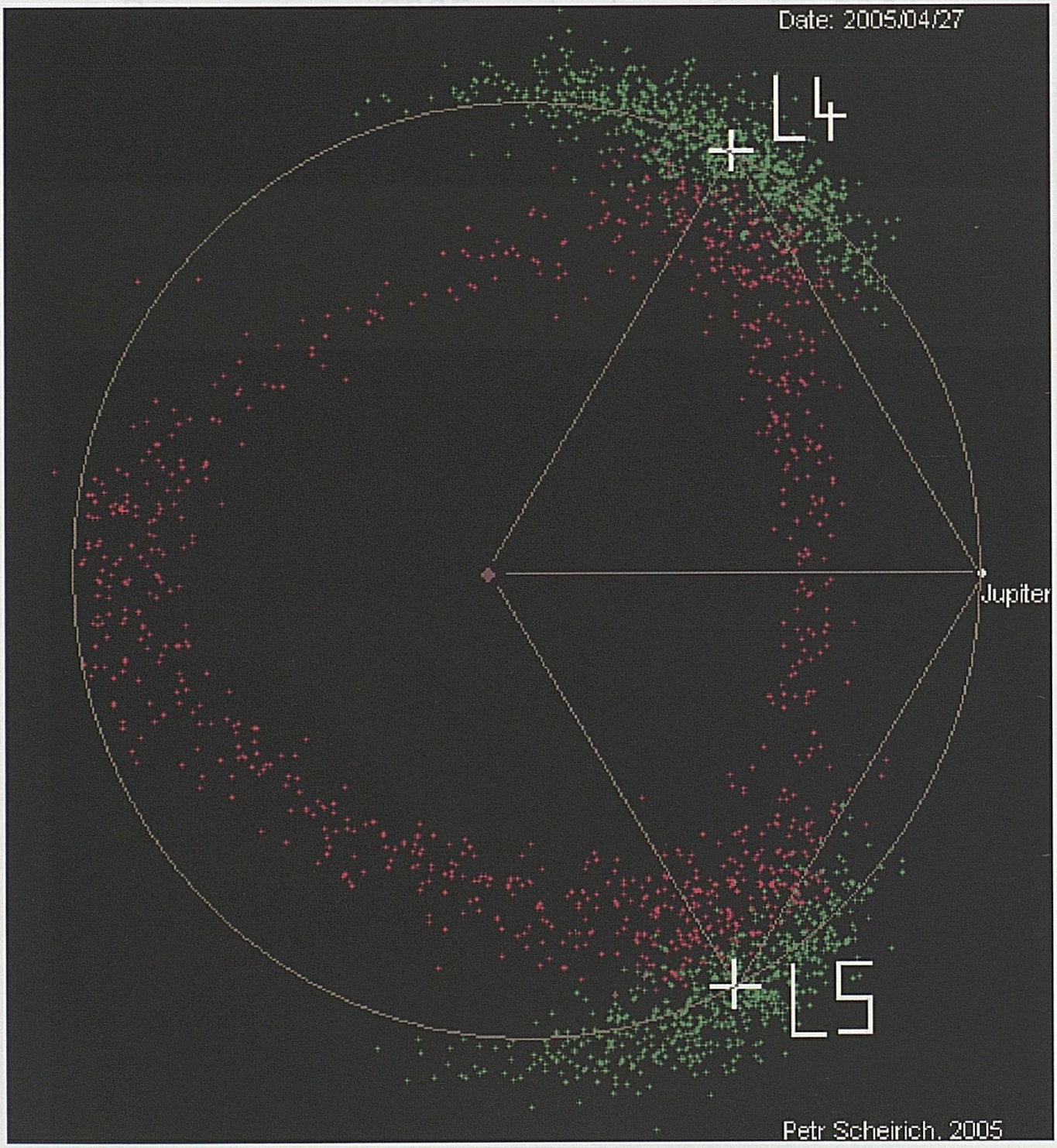
Cette photographie en négatif a été prise le 7 février 2005 au foyer du télescope «Bernard Comte» de 61 cm grâce à une caméra CCD de type FLI Maxcam CM2-1. Elle montre l'astéroïde «Troyen» 2005 AD28 (le point noir au centre des traits rouges). Pour prendre ce cliché, il a fallu additionner 12 images de 60 sec. Mais on les a additionnées en recentrant à chaque fois l'astéroïde «Troyen» pour qu'il apparaisse comme ponctuel. De ce fait, les étoiles apparaissent comme des tiraits horizontaux. Le tirait incliné (légèrement à droite de 2005 AD28 et indiqué par les marques jaunes) est un autre astéroïde, baptisé *(8887) Scheeres* qui se trouvait dans le champ lors des photographies. Source : SJA/M.O.

oppositions. Ces deux astéroïdes redeviendront visibles en 2006 lors de leur prochaine opposition. Ils devraient être numérotés par le *Minor Planet Center* – et donc officiellement découverts – cette même année.

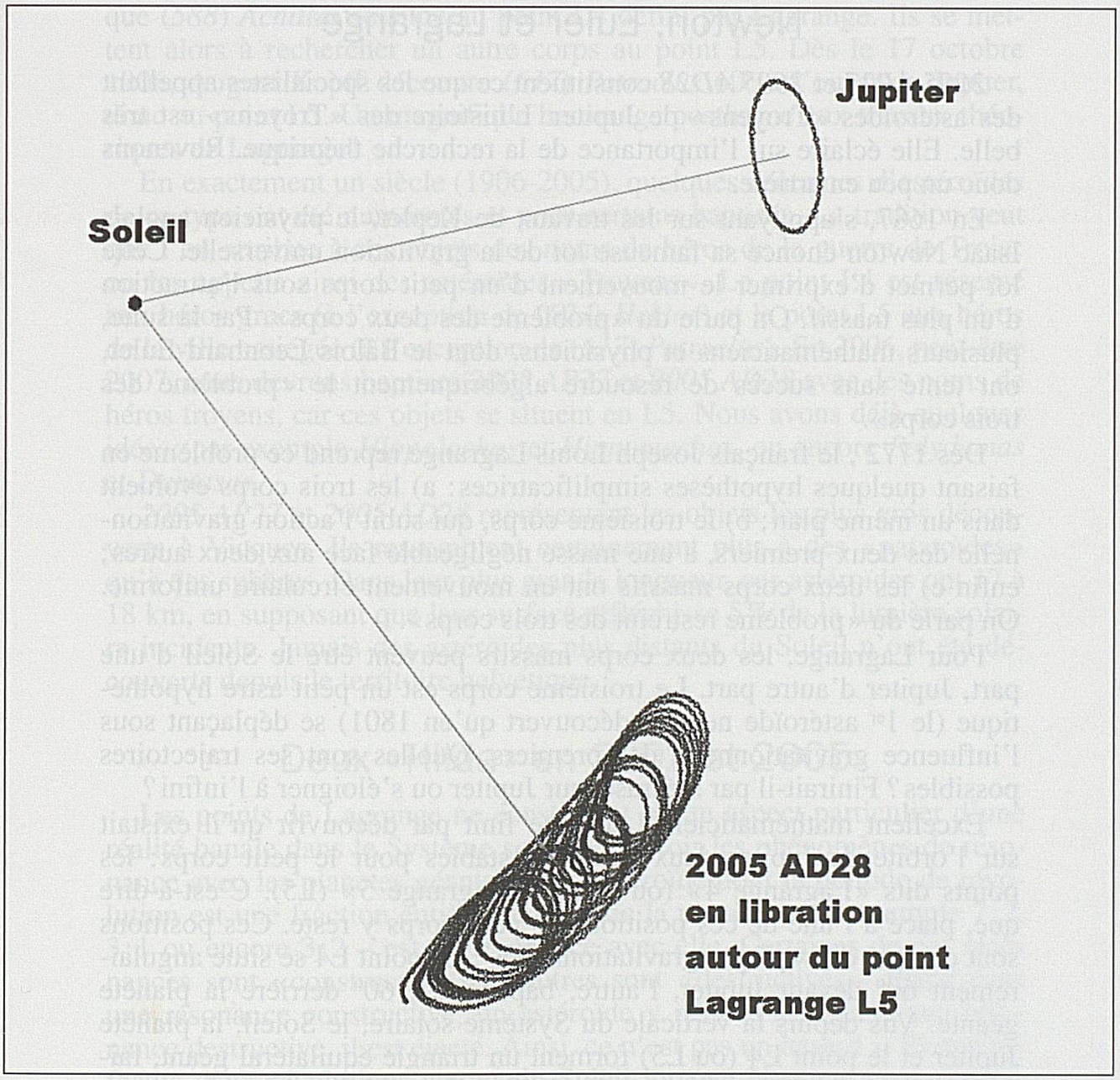
A noter que toutes les mesures antérieures à la nuit de la découverte du 13 janvier 2005 ont été «repêchées» dans les archives des grands programmes de recherche académique. Par exemple, toutes les mesures de 2001 et 2002 proviennent des programmes américains «Linear» (Massachusetts Institute of Technology) et «NEAT» (NASA). Mieux, certains de ces «repêchages» ont été réalisés dans le Jura, par nos soins, car les archives photographiques numérisées du programme NEAT sont en accès libre-service sur internet[6].



Ce graphique montre la répartition du nombre des astéroïdes numérotés par le *Minor Planet Center* en fonction de leur distance moyenne au Soleil (« semimajor axis » en anglais). A noter que cette distance moyenne est exprimée en unité astronomique (AU pour l'abréviation anglaise). A une distance de 1 AU, on a la Terre, à 1,5 AU la planète Mars, et à 5,2 AU la planète Jupiter. On voit que la grande majorité des astéroïdes se situent dans la Ceinture principale située entre 2,1 et 3,3 AU. Une petite fraction se situe au-delà : à un peu moins de 4 AU pour le groupe « Hilda » et à 5,2 AU pour les « Troyens » de Jupiter. Source : MPC adapté par M.O.



Très belle visualisation de la position réelle le 27 avril 2005 des astéroïdes des groupes «Hilda» (en rose) et «Troyens» (en vert). D'une part, on constate que les «Hilda» ne se répartissent pas n'importe comment autour du Soleil. Ils forment un surprenant triangle équilatéral. D'autre part, on distingue les 2 triangles équilatéraux formés par le Soleil, Jupiter et chacun des deux points de Lagrange L4 (devant Jupiter) et L5 (derrière). Pour visualiser d'autres groupes astéroïdes ou le mouvement de comète, vous pouvez visiter le merveilleux site du Tchèque Petr Scheirich. Son adresse : http://sajri.astronomy.cz – Source : Petr Scheirich adapté par M.O.



Cette figure montre la trajectoire de l'astéroïde Troyen 2005 AD28 de l'année 1800 à l'année 2200 environ. Pour réaliser cette simulation à l'ordinateur, on a placé l'observateur à la verticale du Système solaire et en rotation régulière autour du Soleil à la vitesse angulaire moyenne de Jupiter (l'orbite de Jupiter n'étant pas tout à fait circulaire, cette planète avance plus ou moins rapidement sur son orbite).
L'orbite de Jupiter (en vert) étant excentrique, cette planète décrit une petite boucle dans cette vue. Comme on le voit facilement en suivant la courbe en violet, l'astéroïde 2005 AD28 s'approche, puis s'éloigne, puis revient vers Jupiter. Et ce, sans jamais le dépasser, ni trop s'en éloigner. Il y a donc mouvement de libration. C'est ce qui définit un astéroïde Troyen.
La théorie du problème restreint à 3 corps indique que les points de Lagrange à 60° de longitude héliocentrique de Jupiter sont stables. D'autres simulations permettent de montrer que l'on peut trouver des Troyens entre 30° et 90° environ de Jupiter.
Source : Raoul Behrend, Observatoire de Genève.

Newton, Euler et Lagrange

2005 AP27 et *2005 AD28* constituent ce que les spécialistes appellent des astéroïdes «Troyens» de Jupiter. L'histoire des «Troyens» est très belle. Elle éclaire sur l'importance de la recherche théorique. Revenons donc un peu en arrière.

En 1687, s'appuyant sur les travaux de Kepler, le physicien anglais Isaac Newton énonce sa fameuse loi de la gravitation universelle. Cette loi permet d'exprimer le mouvement d'un petit corps sous l'attraction d'un plus massif. On parle du «problème des deux corps». Par la suite, plusieurs mathématiciens et physiciens, dont le Bâlois Leonhard Euler, ont tenté sans succès de résoudre algébriquement le «problème des trois corps».

Dès 1772 , le français Joseph Louis Lagrange reprend ce problème en faisant quelques hypothèses simplificatrices: a) les trois corps évoluent dans un même plan; b) le troisième corps, qui subit l'action gravitationnelle des deux premiers, a une masse négligeable face aux deux autres; enfin c) les deux corps massifs ont un mouvement circulaire uniforme. On parle du «problème restreint des trois corps».

Pour Lagrange, les deux corps massifs peuvent être le Soleil d'une part, Jupiter d'autre part. Le troisième corps est un petit astre hypothétique (le 1er astéroïde ne sera découvert qu'en 1801) se déplaçant sous l'influence gravitationnelle des premiers. Quelles sont ses trajectoires possibles? Finirait-il par s'écraser sur Jupiter ou s'éloigner à l'infini?

Excellent mathématicien, Lagrange finit par découvrir qu'il existait sur l'orbite de Jupiter deux positions stables pour le petit corps: les points dits «Lagrange 4» (ou L4) et «Lagrange 5» (L5). C'est-à-dire que, placé à l'une de ces positions, le petit corps y reste. Ces positions sont comme des «pièges gravitationnels»[7]. Le point L4 se situe angulairement 60° devant Jupiter, l'autre, baptisé L5, 60° derrière la planète géante. Vus depuis la verticale du Système solaire, le Soleil, la planète Jupiter et le point L4 (ou L5) forment un triangle équilatéral géant, faisant une rotation complète autour du Soleil en 11,9 années. Lagrange pense que ses travaux n'ont qu'une valeur théorique. Et personne ne parlera plus de ce problème restreint des trois corps durant un siècle.

Grecs devant, Troyens derrière

Le 22 février 1906, l'astronome allemand de Heidelberg Max Wolf découvre par hasard un astéroïde qui deviendra (*588*) *Achilles*. Cet astéroïde possède le même demi-grand axe et donc la même période que Jupiter. Il gravite sur l'orbite jovienne devançant la planète de 60°. Wolf et ses collègues de l'Observatoire Königstuhl à Heidelberg comprennent

que (*588*) *Achilles* se situe au point L4 défini par Lagrange. Ils se mettent alors à rechercher un autre corps au point L5. Dès le 17 octobre 1906, August Kopff découvre (*617*) *Patroclus* 60° à l'ouest de Jupiter, donc au point L5. Un magnifique hommage posthume aux travaux théoriques de Lagrange !

En exactement un siècle (1906-2005), quelques centaines d'astéroïdes de ce type ont été numérotés et pour certains baptisés. La tradition veut que l'on attribue à ces objets des noms de héros de la guerre de Troie : on les appelle ainsi des astéroïdes « Troyens ». Le point L4 est réservé aux héros grecs (à l'exception de (*624*) *Hektor*) et le point L5 aux héros de la ville assiégée (à l'exception de (*617*) *Patroclus*). En 2006, peut-être 2007, nous devrons baptiser *2005 AP27* et *2005 AD28* avec des noms de héros troyens, car ces objets se situent en L5. Nous avons déjà quelques idées : par exemple *Hippolochos* et *Hippomachos*, ou encore *Polydamas* et *Damasos*.

2005 AP27 et *2005 AD28* représentent les objets les plus gros découverts à Vicques. Ils ressemblent certainement plus à des « patatoïdes » qu'à des sphères. Dans leur plus grande longueur, ces astéroïdes ont 17 à 18 km, en supposant que leur surface réfléchisse 5 % de la lumière solaire incidente. Jamais des astéroïdes plus distants du Soleil n'ont été découverts depuis le territoire helvétique.

Deux « Hilda » en 2002 et 2005

Les points de Lagrange ne constituent qu'un aspect particulier d'une réalité banale dans le Système solaire, à savoir les phénomènes de résonance avec les planètes géantes. Tout astéroïde dont la période de révolution est une fraction entière de celle de la planète – par exemple 7 : 2, 3 : 1 ou encore 3 : 2 – est en résonance avec elle. Certaines de ces résonances sont « constructives », d'autres sont « destructives ». Placé dans une résonance constructive, un astéroïde y reste. Placé dans une résonance destructive, il est éjecté. Ainsi, ce n'est pas un hasard si Pluton effectue deux révolutions autour du Soleil lorsque Neptune en fait trois. Au niveau dynamique, Pluton est sans ambiguïté un astéroïde en résonance 2 : 3 avec Neptune.

Les points de Lagrange L4 et L5 de Jupiter constituent une résonance constructive 1 : 1 avec la planète géante. Un astéroïde placé dans cette résonance effectue un tour du Soleil pendant que Jupiter en fait également un. Et la planète géante est responsable d'une autre résonance constructive, la résonance 3 : 2. Elle piège les astéroïdes du groupe « Hilda ». Chaque membre de ce groupe effectue trois révolutions autour du Soleil pendant que Jupiter en réalise deux. Ce groupe porte le nom de son premier représentant, *(153) Hilda*, découvert par Johann Palisa en 1875 à l'observatoire austro-hongrois de Pola (aujourd'hui Pula en Croatie).

A Vicques, nous sommes fiers d'avoir découvert deux membres du groupe «Hilda»: *2002 SN28* le 30 septembre 2002 et *2005 GQ9* le 1er avril 2005. C'est donc un total de quatre astéroïdes évoluant au-delà de la Ceinture principale qui ont été découverts dans le Jura.

Des «fossiles» rouges

Les spécialistes en dynamique du Système solaire ont calculé que les temps de collision caractéristiques pour les «Hilda» et les «Troyens» étaient plus grands que l'âge du Système solaire. Conséquence: ces objets constituent une population primordiale d'astéroïdes. Comme ils n'ont pas été altérés depuis leur capture par Jupiter, ils représentent en quelque sorte des «fossiles» encore intacts. Au contraire des objets de la Ceinture principale, qui ont connu en moyenne cinq collisions majeures dans leur existence.

Enfin, les astéroïdes «Hilda» et «Troyens» ont tous une composition chimique semblable ou presque. Les spécialistes les classent dans le type D. Ce type regroupe des objets de couleur rouge qui réfléchissent très peu la lumière: de 2 à 5%, contre plutôt 10 à 20% pour les objets de la Ceinture principale[8].

17e place mondiale

Pour terminer, je voudrais faire un petit bilan des découvertes d'astéroïdes faites à Vicques depuis cinq ans. Du 10 août 2000 au 30 juin 2005, nous avons observé 365 soirées ou nuits. Soit l'équivalent d'une année entière! Nous avons transmis au *Minor Planet Center de Boston* 14492 mesures de positions d'astéroïdes, de comètes et de lunes de Jupiter. Du 1er janvier au 30 juin 2005, nous avons envoyé 4458 mesures, ce qui met l'Observatoire astronomique jurassien à la 17e place au niveau mondial, professionnels et amateurs confondus[9].

En résumé, nous avons découvert 86 astéroïdes à Vicques depuis 2001. Sur ce total, onze astéroïdes sont numérotés et donc officiellement découverts. Et sur ces onze, huit ont reçu un nom de baptême (lire l'encadré «Baptisez un astéroïde découvert à Vicques!»). Après la supernova de Noël 2003[10], deux astéroïdes «Troyens», deux «Hilda» et tout récemment un astéroïde qui croise l'orbite de Mars (dénommé provisoirement *2005 PQ5*), on peut se mettre à rêver… Pourquoi pas une comète périodique pour 2006?

Delémont, le 20 août 2005

Liste des astéroïdes « exotiques » découverts en Suisse

Astéroïde	Date de découverte	Découvreur	Lieu	Type	Taille (si albedo = 5%)
(1748) Mauderli	7.9.1966	Wild, Paul	Zimmerwald (BE)	Hilda	50 km
(1866) Sisyphus	5.12.1972	Wild, Paul	Zimmerwald (BE)	Apollo	15 km
(1911) Schubart	25.10.1973	Wild, Paul	Zimmerwald (BE)	Hilda	60 km
(2368) Beltrovata	4.9.1977	Wild, Paul	Zimmerwald (BE)	Amor	5,5 km
(3552) Don Quixote	26.9.1983	Wild, Paul	Zimmerwald (BE)	Amor	15 km
(45074) 1999 XA38	6.12.1999	Sposetti, Stefano	Gnosca (TI)	Mars-crosser	4 km
2002 SN28	30.9.2002	Ory, Michel	Vicques (JU)	Hilda	10 km
2005 AP27	13.1.2005	Ory, Michel	Vicques (JU)	Troyen L5	17 km
2005 AD28	13.1.2005	Ory, Michel	Vicques (JU)	Troyen L5	18 km
2005 GQ9	1.4.2005	Ory, Michel	Vicques (JU)	Hilda	8 km
2005 PQ5	9.8.2005	Ory, Michel	Vicques (JU)	Mars-crosser	850 m

Sur les quelque 300 astéroïdes découverts depuis le territoire helvétique, seuls onze n'appartiennent pas à la Ceinture principale. Cinq en sont plus proches (géocroiseur de types Apollo et Amor, ou Mars-crosser) et six en sont plus éloignés (types Hilda et Troyens). Source : SJA/M.O.

Baptisez un astéroïde découvert à Vicques !

Monsieur Eric W. Elst, spécialiste mondial des « minor planets » à l'Observatoire royal de Belgique et découvreur de 3161 astéroïdes entre 1986-1999, estime que les Européens ont le devoir de rechercher et de baptiser les astéroïdes. Car faute de recherche au niveau académique sur le vieux continent (et on ne voit rien venir...), le ciel ne portera bientôt plus que des noms anglophones.

A notre échelle, donc très modestement mais efficacement, nous corrigeons quelque peu ce déséquilibre en accrochant des noms bien jurassiens au firmament. Ainsi, grâce à nos travaux à Vicques se baladent dans les cieux *(42113) Jura*, *(42191) Thurmann*, *(46095) Frederickoby, (77755) Delemont, (84902) Porrentruy* et encore *(88906) Moutier.*

Dans le domaine amateur comme dans le domaine professionnel, sans finance, pas de recherche possible. Toute personne intéressée à faire un don, même modeste, pour pérenniser ces recherches dans le Jura peut me contacter par mail (pivatte@bluewin.ch) ou par écrit (M. Ory, Béridier 30, 2800 Delémont). Pour un don important, il est envisageable que vous proposiez un nom de baptême à l'un des astéroïdes découverts à Vicques. Je me ferais alors un grand plaisir de composer avec vous la citation officielle (en anglais) pour l'Union astronomique internationale.

Vous trouverez ci-dessous les citations accompagnant six de nos huit astéroïdes déjà baptisés.

(42113) Jura = 2001 AB49
Discovered 2001 Jan. 15 by M. Ory, H. Lehmann and C. Lovis at Vicques.
Jura is the 23rd, French speaking state of Switzerland, founded on June 23rd, 1974. Its name derives from Jura mountains extending from Geneva to Germany. In this rural region people enjoy life and like eating «totche», «tête de moine» and drinking a «damassine». (MPC 46112)

(42191) Thurmann = 2001 CJ37
Discovered 2001 Feb. 14 by M. Ory, H. Lehmann and C. Lovis at Vicques.
Named by discoverers in memory of Jules Thurmann (1804-1855),a geologist and naturalist who lived in Porrentruy. Thurmann first explained the formation of Jura montains. With other intellectuals he founded the «Société jurassienne d'émulation», a society for the promotion of science. (MPC 46112)

(46095) Frederickoby = 2001 ER25
Discovered 2001 Mar. 15 by M. Ory, H. Lehmann and C. Lovis at Vicques.
Born in Jura, Frédérick-Edouard Koby (1890-1969) was an ophtalmologist and paleontologist. He was a worldwide specialist on the cave bear. In 1955 he found a Neandertalian tooth in a cavern near Saint-Brais.(MPC 47303)

(77755) Delemont = 2001 PW13
Discovered 2001 Aug. 13 by M. Ory, H. Lehmann and C. Lovis at Vicques.
The city of Delémont is the capital of Jura {see planet(42113)}. It is situated 50 km south-west of Basel. In 1289 the bishop of Basel, Pierre Reich of Rechenstein, gave it the status of a city. In the middle of the nineteenth century, the Valley of Delémont was the Swiss industrial centre for iron and steel with about two thousand workers.(MPC 52771)

(84902) Porrentruy = 2003 UU11
Discovered 2003 Oct. 17 by M. Ory at Vicques.
Porrentruy is a medieval and educational town of Swiss Jura {see planet (42113)}. It was the residence of the bishops of Basel from 1527 to 1792. The most famous of them, Jacques-Christophe Blarer of Wartensee, founded the Jesuit school now Lycée cantonal. Its botanic garden is well-known for miles around.(MPC 53177)

(88906) Moutier = 2001 TT1
Discovered 2001 Oct. 11 by M. Ory at Vicques.
Moutier is a medieval and industrial town set in the Jura mountains {see planet (42113)}. Built next to the Moutier-Granval abbey, it became a major intellectual as well as religious center in the Middle Ages. Today Moutier is famous for its well-developed lathes manufacturing industry. (MPC 53472)

Source des citations : « Dictionary of Minor Planet Names », par Lutz D. Schmadel, éd. Springer Verlag (Ce dictionnaire est publié tous les trois ans. Une nouvelle édition paraîtra en 2006)

Michel Ory (Delémont) enseigne la physique au Lycée cantonal à Porrentruy. Il est le président de la Société jurassienne d'astronomie.

NOTES :

[1] L'Observatoire astronomique jurassien est situé au nord du village de Vicques (JU). Il est la propriété de la Société jurassienne d'astronomie. Cette société possède un site internet accessible à l'adresse suivante : http://www.jura-observatory.ch.

[2] Grosso modo, 1 astéroïde sur 100 n'appartient pas à la Ceinture principale qui regroupe la majorité des 99947 astéroïdes officiellement découverts au 19 juillet 2005.

[3] Le Minor Planet Center est l'organisme créé par l'Union astronomique internationale chargé de centraliser l'ensemble des mesures de positions et de brillances des astéroïdes, comètes et satellites naturels des planètes. Les anglo-saxons utilisent souvent le terme de «minor planets» pour désigner ces petits astres. Le site du Minor Planet Center est accessible à l'adresse suivante : http://cfa-www.harvard.edu/iau/mpc.html.

[4] Après être découvert (souvent après deux nuits consécutives d'observation), un astéroïde reçoit une désignation provisoire (par exemple 2001 AB49 pour le premier astéroïde découvert à Vicques en 2001). Après plusieurs années de suivi, lorsque son orbite est suffisamment contrainte par les nouvelles mesures de positions, l'astéroïde reçoit un numéro définitif et peut alors être baptisé par son découvreur (2001 AB49 est ainsi devenu très officiellement (42113) Jura). Pour en savoir plus sur l'art et la manière de découvrir un astéroïde, vous pouvez lire l'article paru dans les *Actes SJE* 2002 : «Trois astéroïdes découverts dans le Jura», par M. Ory, H. Lehmann et C. Lovis, pages 95-104.

[5] Un astéroïde passe à l'opposition lorsqu'il se situe à l'opposé du Soleil. A cet instant, on a un alignement Soleil-Terre-astéroïde. La majorité des astéroïdes ne sont visibles qu'à l'opposition ou proche de celle-ci, c'est-à-dire lorsque la Terre est au plus près d'eux.

[6] Voir ici : http://skys.gsfc.nasa.gov/skymorph/skymorph.html.

[7] Plutôt que de parler de deux positions, il faudrait parler de deux régions «centrées» sur chacun des deux points de Lagrange. Placé dans une de ces régions, le petit corps effectue des balancements (les spécialistes parlent de «librations») autour du point d'équilibre que représente le point de Lagrange.

[8] Les types spectraux des astéroïdes peuvent être retrouvés à la page 116 de l'excellent livre «Les astéroïdes», écrit par l'amateur français Jean-Claude Merlin et publié aux éditions Tissier & Ashpool en 2003.

[9] L'Union astronomique internationale reporte le total des mesures effectuées par l'ensemble des observatoires ayant reçu un code UAI. Pour l'Observatoire à Vicques, c'est le numéro 185. Voici l'accès internet : http://cfa-www.harvard.edu/iau/special/CountObsByYear.txt

[10] Pour en savoir plus sur la découverte de cette supernova, vous pouvez lire l'article que j'ai fait paraître dans les *Actes SJE* 2004 : «La supernova de Noël 2003», pages 103-112.