

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 63 (2005)
Heft: 328

Artikel: Le transit de Vénus et la quête de la parallaxe solaire : quatrième partie
: travail de maturité
Autor: Deluz, Doran
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-897762>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

Le transit de Vénus et la quête de la parallaxe solaire

Quatrième partie - Travail de maturité

DORAN DELUZ

Plus loin

«C'est ainsi que l'excellence de Dieu se trouve magnifiée et se manifeste la grandeur de son empire. Il ne se glorifie pas dans un seul, mais dans d'innombrables Soleils, non pas en une seule Terre et un monde, mais en mille de mille, que dis-je? une infinité [de mondes].»

GIORDANO BRUNO (1548-1600)

Des exoplanètes et de leur quête

La question de l'existence d'autres systèmes solaires, et par conséquent d'autres mondes habitables, n'est absolument pas nouvelle. Au contraire, elle date de bien avant notre ère, les premières traces remontant aux fondements du mouvement atomiste grec dont LEUCIPPUS était probablement le fondateur. Ce dernier affirma en effet que

«The worlds come into being as follows: many bodies of all sorts and shapes move from the infinite into a great void; they come together there and produce a single whirl, in which, colliding with one another and revolving in all manner of ways, they begin to separate like to like.»

Il fut ensuite suivi par EPICURE, dont nous avons déjà parlé, qui affirma non seulement que l'Univers est infini et contient par conséquent une infinité de mondes, mais qu'en plus

«On doit admettre que dans tous les mondes, sans exception, il y a des animaux, des plantes et tous les autres êtres que nous observons, car personne ne saurait démontrer que tel monde est susceptible également de renfermer et de ne pas renfermer les germes des animaux, des plantes et des autres êtres que nous observons; et, d'autre part, que tel autre monde est absolument incapable de renfermer de pareils germes.»

Malheureusement, ces visions étaient trop en avance sur leur temps et, comme nous l'avons vu, la philosophie

plus répandue d'ARISTOTE affirmait le strict contraire, considérant la Terre comme unique et au centre de l'Univers.

Puis les siècles passèrent et l'Eglise, son heure venue, étouffa toute théorie s'opposant au géocentrisme. C'est NICOLAS COPERNIC qui redonna vie à l'astronomie, en prouvant que ce n'était pas la Terre mais bien le Soleil qui était au centre de notre système planétaire. Mais il ne fallait pas voir là une capitulation totale de l'Eglise. Parmi les plus célèbres de cette époque, c'est certainement GIORDANO BRUNO, cité en introduction à ce chapitre, qui en fit le plus frais. Il fut en effet brûlé vif par l'Inquisition en 1600, pour avoir affirmé qu'il existe une pluralité de mondes.

C'est finalement avec des personnes telles que GALILÉE (1564-1642), qui mit en évidence l'immensité de la galaxie grâce à l'utilisation d'une lunette, ou encore HERSHEL (1738-1822), qui découvrit Uranus, que les idées préconçues tombèrent petit à petit et que la recherche des exoplanètes put enfin commencer (du moins, pendant de nombreuses décennies, de façon théorique).

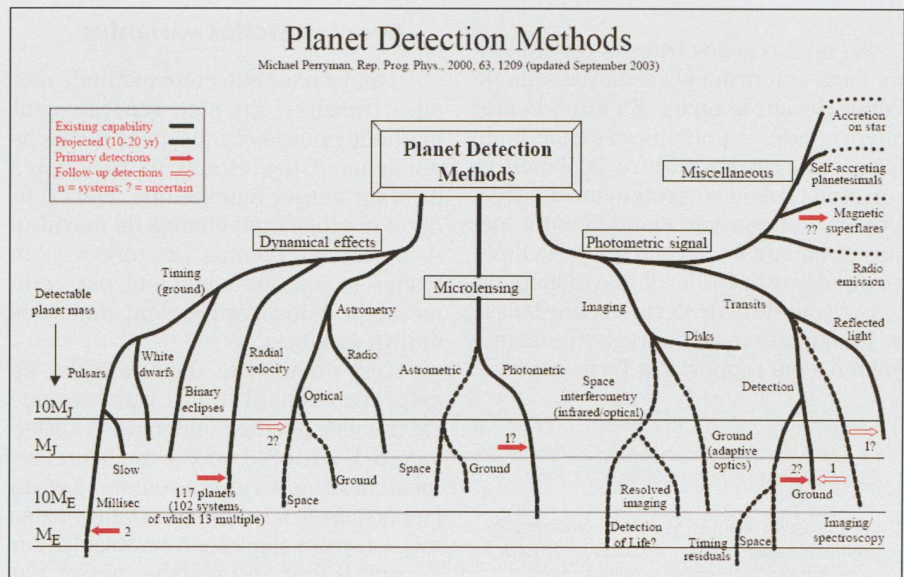
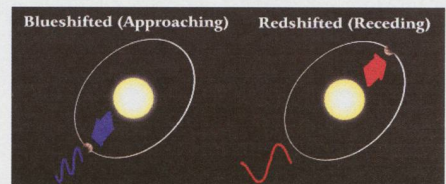
Finalement, en 1995, la première exoplanète est enfin découverte par MICHEL MAYOR et DIDIER QUELOZ, de l'Observatoire de Genève, planète qui orbite autour d'une étoile du nom de 51 Peg. Dès lors, la chasse aux exoplanètes est

ouverte et de nombreuses équipes cherchent à contribuer à cette excitante recherche. Heureusement, les astronomes ne sont pas obligés d'attendre plus d'un siècle chaque paire d'observations, comme c'est le cas pour les transits de Vénus. Ainsi les nouvelles découvertes sont fréquentes et c'est aujourd'hui, en mai 2005, un total de 155 exoplanètes qui est inscrit en haut des tableaux (une des meilleures sources concernant l'actualité des découvertes liées aux exoplanètes est probablement «*l'Extrasolar Planets Encyclopaedia*»⁶, mise à jour quotidiennement).

Et ceci n'est qu'un début. D'ici quelques années, plusieurs satellites spécialement conçus pour la recherche d'exoplanètes seront lancés dans l'espace et, à plus long terme, des télescopes capables de découvrir des planètes de type terrestre et la vie qu'elles abriteraient le cas échéant.

Quid des transits?

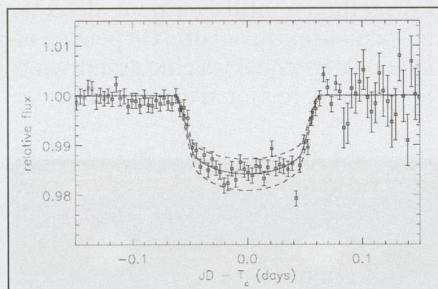
Ceci est passionnant, mais quel rapport avec les transits de Vénus? L'observation de ces deux phénomènes est en réalité sensiblement identique. Nous savons maintenant qu'un transit de Vénus correspond à un passage de la planète devant notre étoile. Or, l'observation d'un tel événement est précisément une des méthodes utilisées pour détecter une planète extra-solaire. On peut en effet considérer qu'il y a cinq grandes méthodes de détection d'exoplanètes: cel-



⁶ Cf. <http://www.obspm.fr/encyclif-encycl.html> pour la version française

le des vitesses radiales, l'astrométrie, la méthode des lentilles gravitationnelles, celle de l'irrégularité des pulsars et finalement la méthode de transits. Décrivons d'abord très brièvement la première méthode de détection.

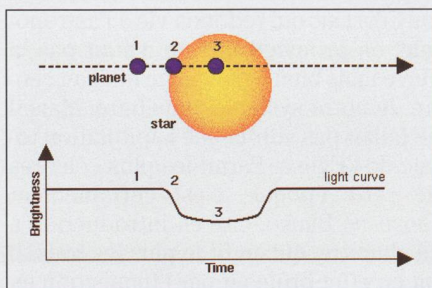
La mesure des vitesses radiales est la méthode la plus largement répandue. Lorsqu'une planète orbite autour de son étoile, elle va exercer une force sur cette dernière de la même façon que l'étoile exerce une force sur la planète, mais de façon infiniment moins grande. Malgré tout, si la planète n'est pas trop petite ou trop éloignée de son étoile, la force exercée sur l'étoile peut suffire à faire légèrement «vaciller» cette dernière autour du centre de gravité du système. Or, si le système planétaire est vu depuis la Terre par la tranche, alors il est possible de détecter les mouvements de va-et-vient de cette étoile par l'analyse de sa lumière, ou plus précisément, par l'analyse du décalage de ses raies spectrales. Des télescopes spécialement conçus dans ce but peuvent en effet détecter un décalage de la lumière de l'étoile soit vers le bleu, soit vers le rouge (voir schéma ci-dessus), ce qui témoigne indirectement de la possible présence d'une planète extra-solaire autour de cette étoile.



La planète HD 209458 B passe devant son étoile

La méthode des transits est similaire, dans son principe, à un passage de Vénus devant le Soleil. En effet, la première condition pour que cette méthode fonctionne est que la Terre, la planète et son étoile soient correctement alignées. L'opération consiste simplement à mesurer pendant un certain temps la luminosité de cette étoile. Si une planète orbite autour de cette dernière, une baisse de luminosité va être enregistrée au moment où, par rapport à la Terre, la planè-

te passe devant son soleil. Il faut donc disposer de capteurs très sensibles qui arrivent à mesurer des variations de luminosité qui peuvent être de moins de 1%. L'avantage de cette méthode est qu'elle permet de faire des mesures sur plusieurs étoiles en même temps (toutes celles qui sont dans le champ de la caméra) alors que la méthode des vitesses radiales ne peut observer qu'un astre à la fois. De plus, la méthode des transits peut utiliser n'importe quel télescope du moment qu'il est équipé d'une caméra CCD, alors que la première méthode requiert l'utilisation d'un spectrographe, instrument beaucoup plus onéreux.



Notons encore que la première exoplanète découverte grâce à cette méthode date de 1999 et est la désormais célèbre HD 209458 B (1.54 fois la taille de Jupiter), dont un graphe du transit devant son étoile HD 209458 figure ci-dessus. A noter qu'il est possible de déduire de nombreuses informations sur les caractéristiques de l'exoplanète en se basant sur une courbe de ce type⁷. De très nombreux programmes de recherche actuellement en cours tentent ainsi de détecter par ce moyen le plus de planètes extra-solaires possibles et certains d'entre eux connaissent déjà un grand succès⁸.

Un peu d'informatique

Avec les étoiles variables

Il faut savoir que cette méthode dite «des transits», ou plus généralement méthode photométrique, ne détecte pas uniquement des étoiles extra-solaires orbitant autour d'une étoile, mais tout objet lumineux qui change de magnitude au cours du temps. Les objets qu'on trouve le plus fréquemment par cette méthode d'observation sont donc des étoiles variables.

C'est notamment dans le cadre de cette recherche d'étoiles variables que j'ai travaillé pendant un temps à l'Observatoire FXB de St-Luc. Car malheureusement, une fois les images numériques du ciel acquises, les étoiles variables ne se mettent pas à clignoter toutes seules sur l'écran. Il faut au préalable passer par

toute une série de traitements qui permettent de passer d'une image «brute» aux données qui nous intéressent, par exemple une courbe de luminosité semblable à celle de la page précédente. L'ensemble de ces traitements sont généralement regroupés sous le nom de «réduction des données» et se font par moyen informatique, d'une manière plus ou moins automatisée. La petite contribution que j'ai apportée au fonctionnement de l'observatoire FXB concernait précisément cette automatisation. Le but du travail consistait donc à programmer un certain nombre de scripts qui, associés à d'autres programmes, facilitent la réduction de données d'un utilisateur et donnent en fin de compte les courbes des étoiles variables présentes dans le champ étudié. Si la découverte est intéressante et que les données sont confirmées par d'autres observateurs, l'ensemble fait l'objet d'une publication.

Avec Vénus et le Soleil

Mais revenons à Vénus. Le programme évoqué en fin d'introduction sera donc une démonstration concernant un calcul de la parallaxe solaire. Il devrait ainsi être capable de retrouver la valeur de l'Unité Astronomique grâce à des données arbitraires entrées par l'utilisateur. Autrement dit, il jouera le rôle des calculateurs humains qui, deux siècles auparavant, devaient passer des mois à rassembler puis réduire l'ensemble des données. Car le principe de la méthode de Halley évoqué en fin de chapitre 4 a beau être séduisant, il n'en est pas moins peu applicable à la réalité. En effet, plusieurs paramètres font que la méthode exposée là n'est qu'un «principe de», dont le but n'est pas d'être exact mais de montrer le raisonnement suivi par l'astronome. J'espère par contre pallier à ces problèmes grâce à ce programme informatique et donner ainsi des résultats qui correspondent au mieux à la réalité du 8 juin 2004. Malheureusement, pour ce faire, il me faut certaines informations qui tardent à être publiées et dont dépend l'exactitude du programme. C'est pourquoi ce dernier ne sera achevé que dans les semaines ou mois à venir.

Dans la mesure du possible, y seront aussi ajoutés un certain nombre d'animations et d'utilitaires éducatifs afin de rendre le programme intéressant à un nombre de personnes plus important que celui des personnes impliquées dans le calcul mathématique de la parallaxe uniquement. Un petit complément écrit détaillant le fonctionnement du programme pourra éventuellement être joint à ce dernier, du moins s'il se révèle nécessaire.

⁷ Cf. une excellente simulation éducative de découverte d'exoplanètes: [W/Transit 1.html](http://W/Transit1.html)

⁸ Cf. Extrasolar Planets Searches: Ongoing Programmes and Future Projects : <http://cfa-www.harvard.edu/planets/searches.html>

Conclusion

«C'est en 1772 que je publiai mon fameux *Mémoire sur le passage de Vénus*, rapportant les diverses observations effectuées lors du transit du 3 juin 1769. Je le conclus par le résultat tant attendu: la valeur de la parallaxe solaire. Nous avions quelque peu peiné pour réduire les données disparates qui nous étaient parvenues du monde entier. Les observations avaient été rendues incertaines par l'agitation des images et par les fausses apparences dues à la diffraction de la lumière par les instruments. Nous nous étions néanmoins attachés à calculer une juste moyenne, et nous pûmes annoncer avec assurance que trente-sept millions de lieues nous séparaient de Phébus, à un million de lieues près.»

JOSEPH-JÉRÔME LEFRANÇOIS DE LALANDE

Bilan personnel et objectifs

Ce travail et tout ce qui en découle fut pour moi, dans son ensemble, une grande réussite. Il m'apporta par-dessus tout un enrichissement considérable, tant sur le plan personnel (culture, intérêts, contacts), que sur le plan professionnel (relativement, par exemple, aux méthodes de travail).

Mener à bien cette recherche fut une grande expérience qui d'un côté apparut comme tout à fait nouvelle, et de l'autre se plaça dans la continuité du travail que j'ai pu accomplir aux observatoires de Genève et de St-Luc (recherche que je continue d'ailleurs de mener). A ce propos, j'ai hésité pendant un certain temps sur le sujet de mon travail de maturité qui, au lieu d'être ce qu'il est, aurait pu se présenter comme un investissement permettant d'approfondir ce que j'avais commencé pendant mon trimestre *extra-muros* aux observatoires précités, à savoir une étude sur la réduction informatique de données photométriques. J'ai finalement choisi le sujet des transits de Vénus afin de privilégier un changement de type de travail et de type de problématique. Je crois avoir fait le bon choix car cela m'a permis d'aborder ce long travail d'une façon différente et complémentaire par rapport au précédent, à l'image des divers enseignements que j'ai pu tirer de ces deux études.

En ce qui concerne mes objectifs, je pense les avoir globalement atteints. J'ai en effet pu aborder la problématique du

transit de Vénus de toutes les façons que j'avais projetées, approfondissant chaque domaine sans entrer, il me semble, dans le superflu. Je crois également avoir réussi à présenter les aspects géométriques de ce travail d'une manière relativement claire, ce qui fut un réel défi. Je tiens encore à remercier Monsieur Gregory Giuliani qui m'a permis, par son interview, de réaliser le côté interactif et vivant de ce travail auquel je tenais aussi beaucoup.

Au niveau de mes propres capacités, il me semble que le seul point négatif fut mon évaluation de la quantité d'efforts à fournir. J'avais en effet prévu un travail beaucoup trop important et vaste, ce qui aboutit finalement à un document plus grand qu'il n'aurait dû l'être, malgré le raccourcissement de certaines parties qui me tenaient pourtant à cœur. J'ai également appris que tout l'aspect rédactionnel pur prenait beaucoup plus de temps que l'on pouvait l'imaginer, ce qui joua aussi contre moi. Malgré cela et dans l'ensemble, je pense quand même avoir bien géré mon travail et ce depuis son début jusqu'à la fin de cette grande partie écrite. De plus, le résultat, tant sur la forme que sur le fond, est tout à fait conforme à ce à quoi j'espérais aboutir lorsque je me suis lancé dans cette grande mais trop courte recherche sur les transits de Vénus.

Où tout cela nous mène

La valeur exacte de l'Unité Astronomique admise de nos jours est de $149\,597\,870.69 \pm 0.030$ kilomètres. Non, il n'y a pas d'erreur typographique: nous connaissons aujourd'hui la distance égale au demi-grand axe de l'orbite terrestre à 30 mètres près!

Pourtant, le 8 juin 2004, des dizaines de milliers de personnes à travers le monde (seule la moitié ouest de l'Amérique du Nord ne verra rien du transit) assisteront en direct au passage de Vénus devant le Soleil. Ainsi, une fois encore, des astronomes de toutes les nations pointeront leur télescope vers l'astre de lumière. Seulement cette fois, il ne s'agira plus uniquement de grands astronomes professionnels. Cet événement pourra en effet être observé par tout astronome amateur et même par le grand public, grâce aux structures mises en place (la plupart des observatoires seront sans doute ouverts au public) et aux médias visuels (télévision, Internet).

Mais ce passage de Vénus est aussi une magnifique occasion de mettre sur pied une collaboration scientifique internationale non-professionnelle. Les bases d'un tel programme sont déjà en place notamment sur Internet. On men-

tionnera par exemple le projet européen VT-2004⁹, dans lequel s'investissent de grands organismes tels que l'ESO, l'EAAE, l'IMCCE, l'Observatoire de Paris, etc. Une collaboration internationale est d'ailleurs tout à fait appropriée car non seulement elle est le gage de la réussite d'un projet, mais en plus elle est aujourd'hui très aisée grâce aux moyens de communication dont nous disposons.

On peut donc espérer que le transit de Vénus du 8 juin 2004 ne sera pas qu'un simple événement astronomique, mais qu'il sera aussi, voire surtout, une collaboration fraternelle entre individus de différentes nations, prouvant que le monde peut s'unir et collaborer au nom de la science et de la paix. Pour conclure ce travail, citons encore une fois LALANDE qui, à l'aube du XIX^e, écrivait déjà à ce propos:

«Certains de mes adversaires firent valoir que la précision du résultat ne justifiait pas tous les espoirs que l'on avait jadis placés dans le rendez-vous de Vénus. Ils n'avaient pas tout à fait tort, sur le plan de la pure science: je ne doute point que les astronomes des temps futurs affineront nos méthodes, ou même trouveront des moyens plus ingénieux pour mesurer l'Univers avec la plus parfaite précision. Mais quoi, ces froids contradicteurs oublièrent-ils qu'au-delà même du calcul de la parallaxe du Soleil et des planètes, le rendez-vous de Vénus avait été un sommet dans l'histoire de la science? Pour la première fois, depuis les débuts de l'humanité, au même instant, disséminés partout dans le monde, des savants de toutes nations avaient observé de concert le même phénomène céleste et s'étaient communiqués les résultats de leur travail. Quelle leçon de paix et de concorde nous avions donné aux Grands de la Terre! Le génie, par ses bienfaits, est cosmopolite. Ses découvertes sont l'héritage du genre humain, et les travaux des hommes occupés à défricher les routes de la science, à prendre la nature sur le fait, préparent en silence le destin des nations.»

J'ai calculé que Vénus recroiserait le Soleil le 8 décembre 1874 et le 6 décembre 1882. Et à nouveau le 8 juin 2004, puis le 6 juin 2012. Ces temps paraissent lointains. Mais que sont-ils au regard du chaos des âges que seule l'Astronomie a su débrouiller?»

DORAN DELUZ

Route de Frontenex 100
CH-1208 Genève

⁹ Cf. <http://www.eso.org/outreach/eduoff/vt-2004/index.html>

Bibliographies

OUVRAGE COLLECTIF, *Le grand livre du Ciel*. Bordas, Paris, 1999

OUVRAGE COLLECTIF, *Vénus devant le Soleil*, Vuibert / Adapt, Paris, 2003. Plus particulièrement, le chapitre «Vénus dans l'imaginaire des hommes», de LUMINET J.-P., a été une grande source d'informations pour la partie «Histoire et mythologie» du chapitre III de ce travail.

PÉRIODIQUE, *Ciel & Espace*

Histoire et géométrie

ACKER AGNÈS et JASCHEK CARLOS, *ASTRONOMIE, Méthodes et Calculs*. Masson, Paris, 3^e édition, 1999

LUMINET JEAN-PIERRE, *Le Rendez-vous de Vénus*. Jean-Claude Lattès, Paris, 2001

CANTIN ANDRÉ, *Aide-mémoire de l'Astronomie Amateur* (corrigé...) Dunod, Paris, 2002

Des exoplanètes

MAYOR MICHEL et FREI PIERRE-YVES, *Les nouveaux mondes du cosmos*. Seuil, Paris, 2001

Sites Internet les plus importants

Généralités

BUETER CHUCK, *Transit of Venus*. 2003 [visité le 30.10.2003]. Available from Internet: <http://www.transitofvenus.org>

IMCCE, *Passage de Vénus*. 2003, [updated: 10 November 2003]. Available from Internet: <http://www.imcce.fr/vt2004/fr>

U.S. NAVAL OBSERVATORY, *Transit of Venus, 2004*. [visité le 10.04.2003]. Available from Internet: <http://aa.usno.navy.mil/data/docs/Venus2004.pdf>

ORPINGTON ASTRONOMICAL SOCIETY, *Transit of Venus*. 2003, [visité le 15.09.2003]. Available from Internet: <http://www.chocky.demon.co.uk/oas/venus.html>

GIESEN JUergen, *The Transits of Venus*. 2003, [visité le 02.11.2003]. Available from Internet: <http://www.venus-transit.de/>

Histoire et géométrie

POGGE RICHARD W.; **THE OHIO STATE UNIVERSITY**. *How Far to the Sun?* 2000, [updated: 31 March 2003]. Available from Internet:

<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast161/unit4/venussun.html>

BACKHAUS Udo; **UNIVERSITÄT ESSEN**. *Der Venus-transit 2004 – Beobachtung und Messung des Sonnenparallaxe*. [updated: 7 April 2003]. Available from Internet: <http://didaktik.physik.uni-essen.de/~backhaus/Venusproject/Transit.pdf>

TOURNES DOMINIQUE; **IUFM DE LA RÉUNION**. *L'observation du transit de Vénus: Expéditions astronomiques dans l'océan Indien*. [visité le 30.10.2003]. Available from Internet: <http://www.reunion.iufm.fr/dep/mathematiques/Seminaires/ActesPDF/Tournes27.pdf>

De Vénus

ARNETT BILL; **SEDS, UNIVERSITY OF ARIZONA**. *Venus*. 1999, [updated: 27 April 1999]. Available from Internet: <http://seds.lpl.arizona.edu/nineplanets/nineplanets/venus.html>

HAMILTON CALVIN J. *Introduction à la planète Vénus*. 1997 [visité le 07.08.2003]. Available from Internet:

<http://www.solarviews.com/french/venus.htm>

Des exoplanètes

ASP – ARIZONA SEARCH FOR PLANETS. *Extra-Solar Planet Search*. [visité le 10.11.2003]. Available from Internet: <http://www.psi.edu/~esquedo/asp/asp.html>

JEAN SCHNEIDER: CNRS - PARIS OBSERVATORY; HARVARD-SMITHSONIAN CENTER FOR ASTROPHYSICS. *The Extrasolar Planets Encyclopaedia*. [updated every day]. Available from Internet: <http://cfa-www.harvard.edu/planets/encycl.html>

www.astronomie.info

Bei uns sind Sie umfassend und aktuell informiert

astroInfo

Unser Name ist unser Programm!
Alle Aspekte und Ereignisse aus Astronomie und Raumfahrt

Am Himmel
Astrolexikon
Finsternisse
Planetarium
Sternbilder

Am Himmel

News und Monatsübersichten

Monatlich stellen wir für Sie das Wichtigste zur Himmelsbeobachtung zusammen. Hier finden Sie z.B. die Planetenübersicht, Mondkalender, einen Spaziergang am Sternenhimmel und ein aktuelles Schwerpunktthema. Hier finden Sie natürlich auch Schlagzeilen aus Astronomie und Raumfahrt.

Astrolexikon

Astronomie in Stichworten

Unser Astronomie-Lexikon umfasst Hunderte von Einträgen und zahlreiche Schwerpunktbeiträge. Sie finden hier zu fast allen Themenbereichen der Astronomie Hintergrundwissen. A - B - C - D - E - F - G - H - I - J - K - L - M - N - O - P - Q - R - S - T - U - V - W - X - Y - Z. Auch Java-Applets und vielen mehr...

Finsternisse

Alles über Finsternisse und Transits

Der Venustransit in allen Facetten, Berichterstattung zu Finsternissen Finsternisse sind ein Schwerpunkt von astroInfo - deshalb haben wir Hunderte von Karten und Fotos erstellt um Ihnen die Erlebnisse eines Finsternis und Transit möglichst nahe zu bringen. Sie finden aber auch Details über veränderliche Sterne und Schattenwürfe der Jupitermonde.

Sternbilder

Diamanten am Nachthimmel

Der Sternenhimmel ist ein wunderschönes Deep-Sky-Objekt - finden Sie es! In unserem Programm finden Sie Beschreibungen von einer Fülle von Deep-Sky-Objekten. Natürlich ist jedes einzelne der 88 Sternbilder dargestellt.

Planetarium

Unsere Online Planetariums-Software: Alles inklusive!

Planen Sie Ihre Beobachtungsnacht mit unserem Astroprogramm CalSKY.com Ob Sie Iridium-Flares oder irgendwelche exotischen Satelliten sehen möchten, Sternbedeckungen durch den Mond Ihr Ziel ist, neu entdeckte Asteroiden verfolgen oder Ihre nächste grosse Sonnenfinsternis-Reise planen - um unser CalSKY kommen Sie nicht herum.

astroInfo
www.astronomie.info

Copyright © 2003, the authors, all rights reserved. This material may not be reproduced in any form without permission.