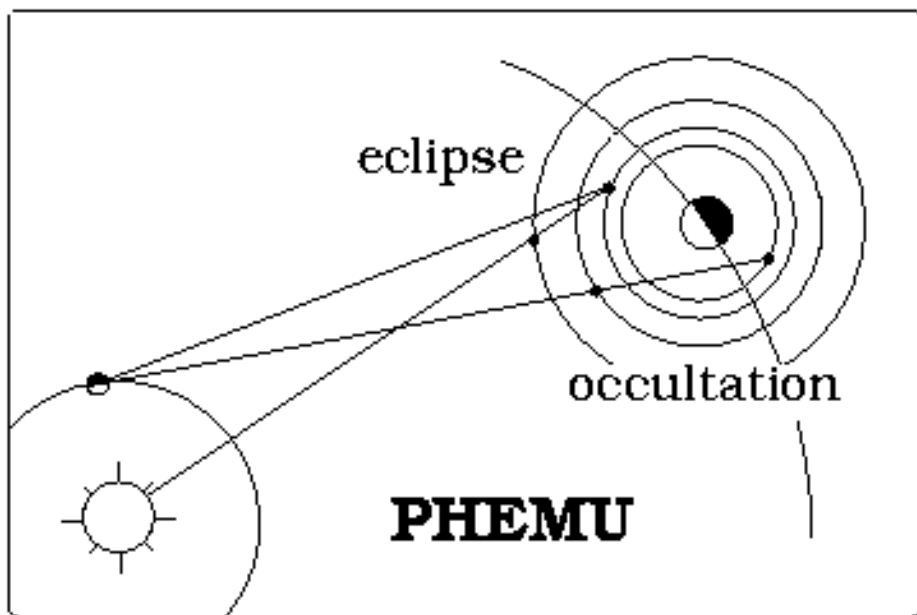
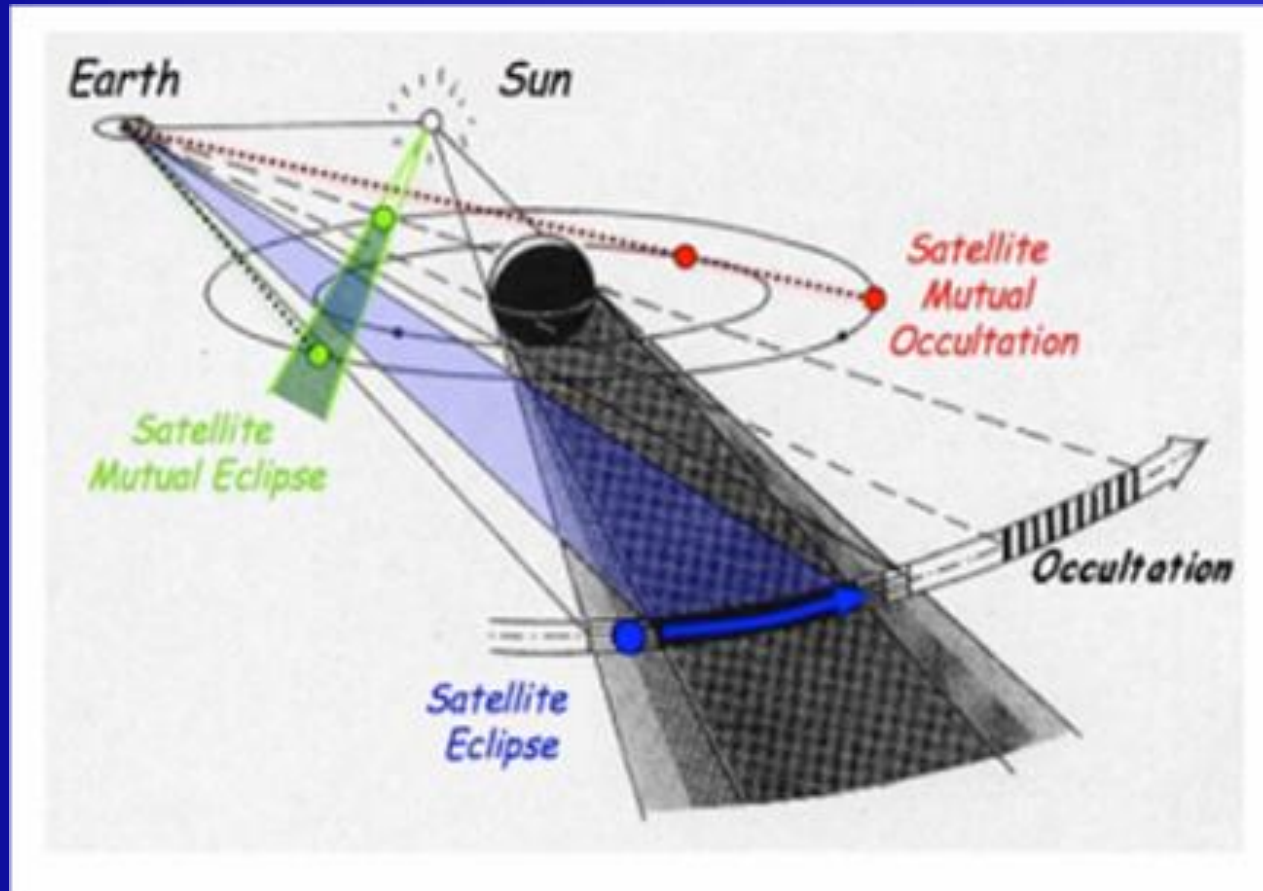


40 ans d'observations Pro-Am des phénomènes mutuels des satellites galiléens



J.E. Arlot,
IMCCE/obs. de Paris
Workshop SAF/IMCCE
6 février 2021

Qu'est-ce que les phénomènes mutuels?



Ils se produisent lors des équinoxes des planètes:

Jupiter: 2009, 2015, 2021, 2027 (tous les 6 ans)

Saturne: 2009, 2026 (tous les 15 ans)

Uranus: 2007 (tous les 42 ans)

Qu'observe-t-on lors d'un phénomène mutuel?

On enregistre la lumière reçue des satellites en fonction du temps (en UTC à 0.1 seconde de temps près)



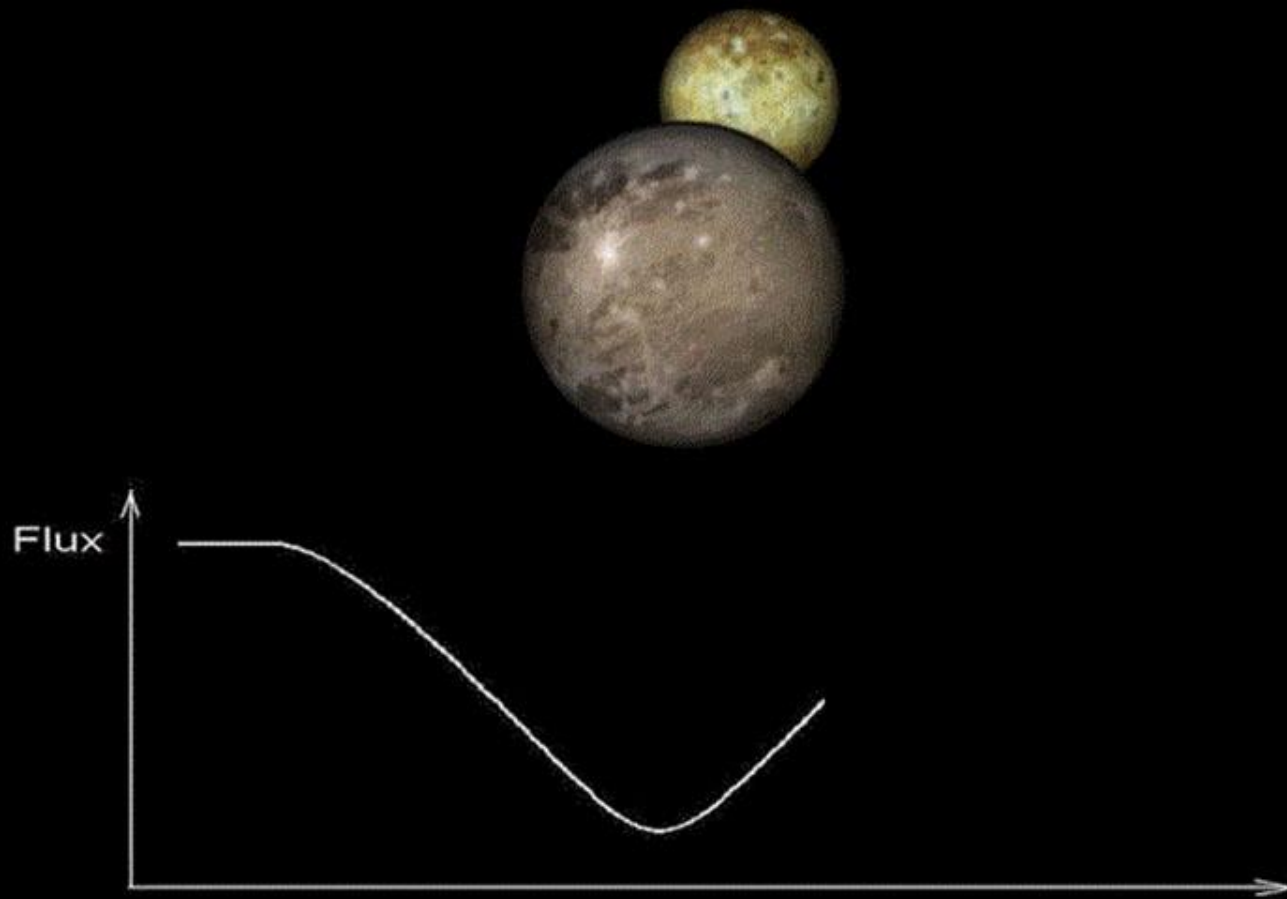
Qu'observe-t-on lors d'un phénomène mutuel?

On enregistre la lumière reçue des satellites en fonction du temps (en UTC à 0.1 seconde de temps près)



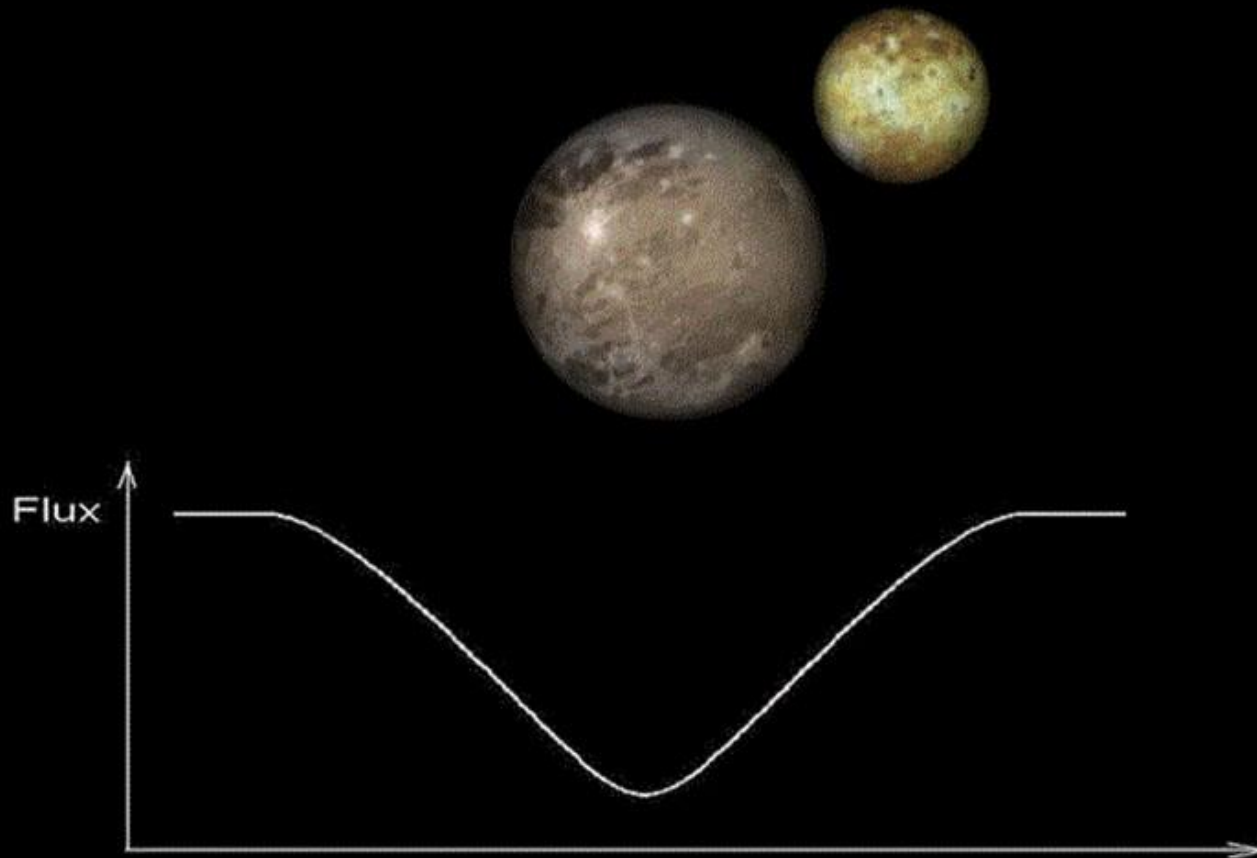
Qu'observe-t-on lors d'un phénomène mutuel?

On enregistre la lumière reçue des satellites en fonction du temps (en UTC à 0.1 seconde de temps près)

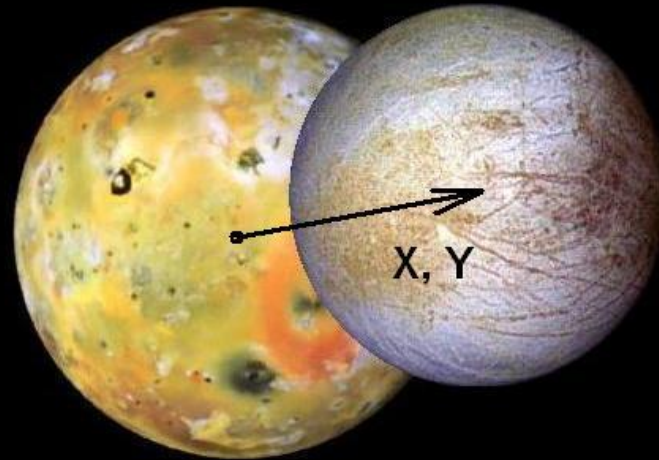


Qu'observe-t-on lors d'un phénomène mutuel?

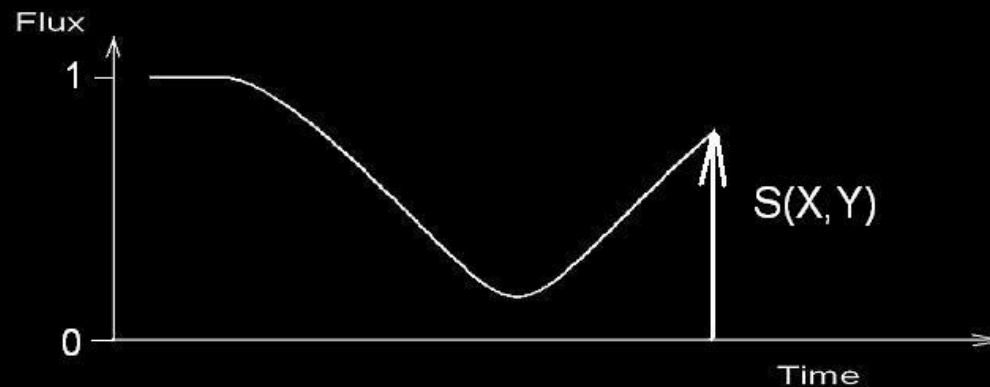
On enregistre la lumière reçue des satellites en fonction du temps (en UTC à 0.1 seconde de temps près)



Qu'observe-t-on lors d'un phénomène mutuel?

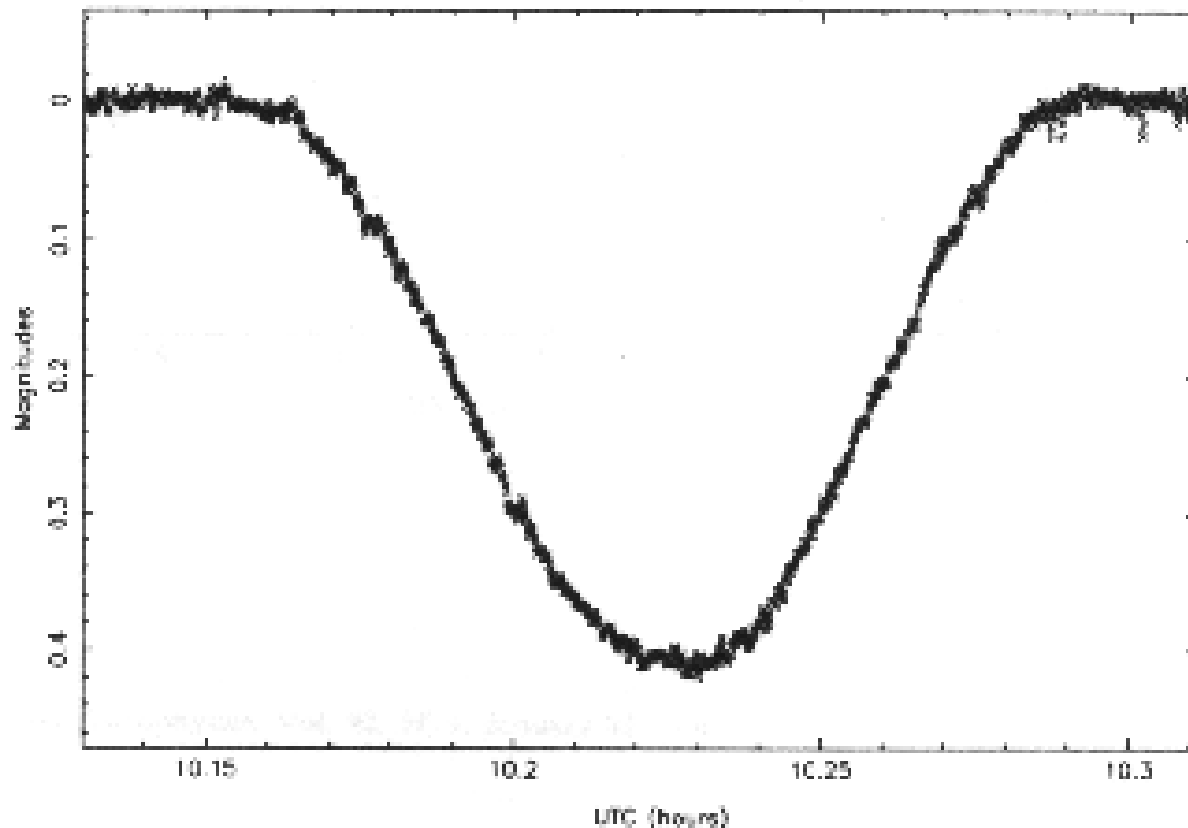


Chaque point photométrique observé donne une équation reliant le flux observé à la position des satellites. La résolution du système donne la position.



Une observation en bande R, V ou CH₄

On obtient une courbe de variation de la lumière reçue des satellite pendant l'occultation ou l'éclipse.
C'est une observation simple praticable par amateurs et professionnels en suivant un protocole précis.



Les campagnes d'observation des satellites galiléens

	Number of observations	Number of sites of observation	Number of observed events	Declination of Jupiter
Jupiter				
1973	91	26	65	-19°
1979	18	7	9	+18°
1985	166	28	64	-19°
1991	374	56	111	+19°
1997	275	42	148	-17°
2003	361	42	116	+19°
2009	523	68	206	-13°
2015	609	75	236	+16°

2009: 3 observations d'éclipses d'Amalthée et Thébé
2015: 4 observations d'éclipses d'Amalthée et Thébé

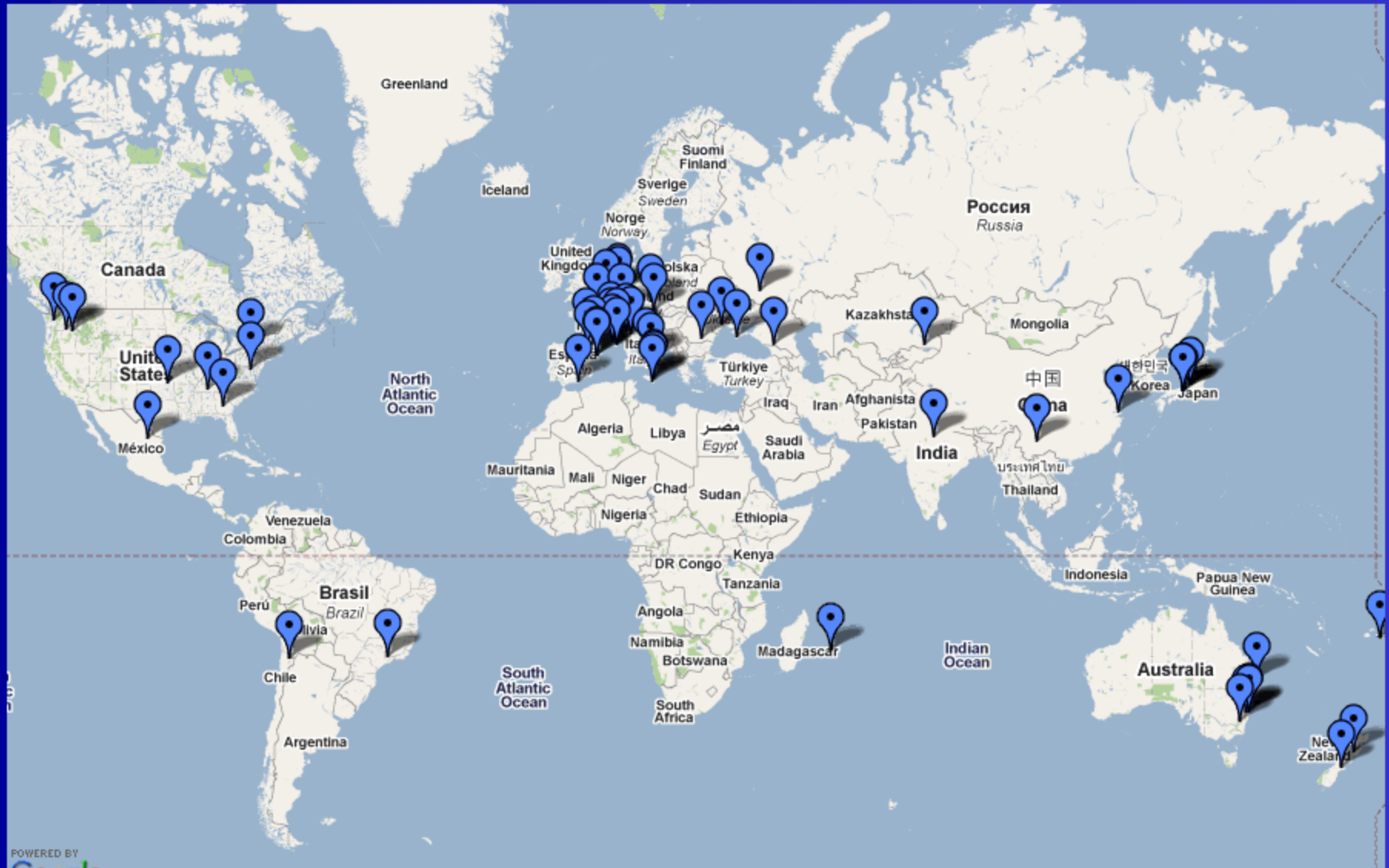
Qui observe les phénomènes mutuels?

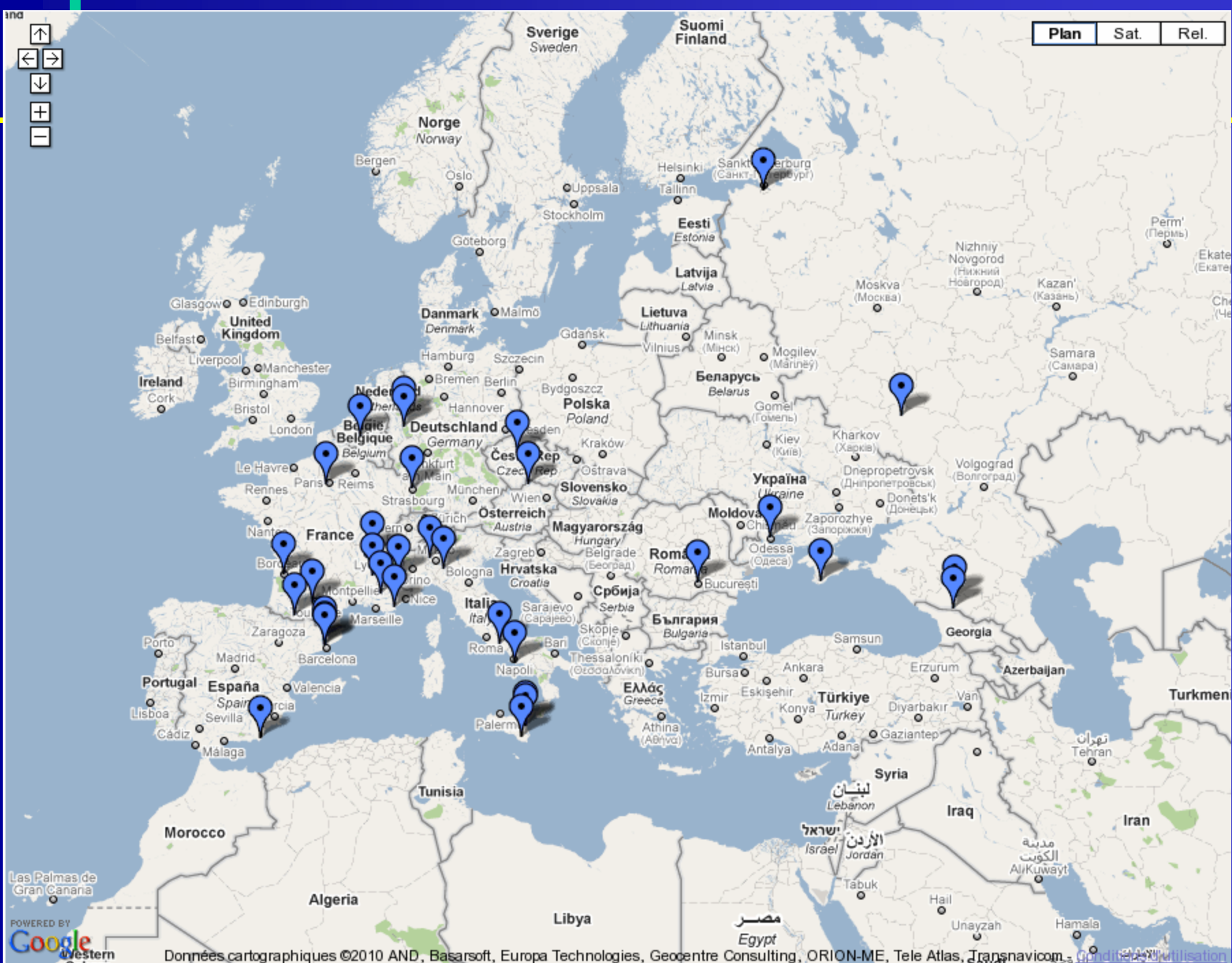
- Des photométristes dès 1973
- D'abord des observateurs d'étoiles variables
 - Professionnels avec des photomètres photoélectriques à une voie
 - Amateurs visuellement utiles pour compléter le réseau
- Tous avec l'apparition des CCD

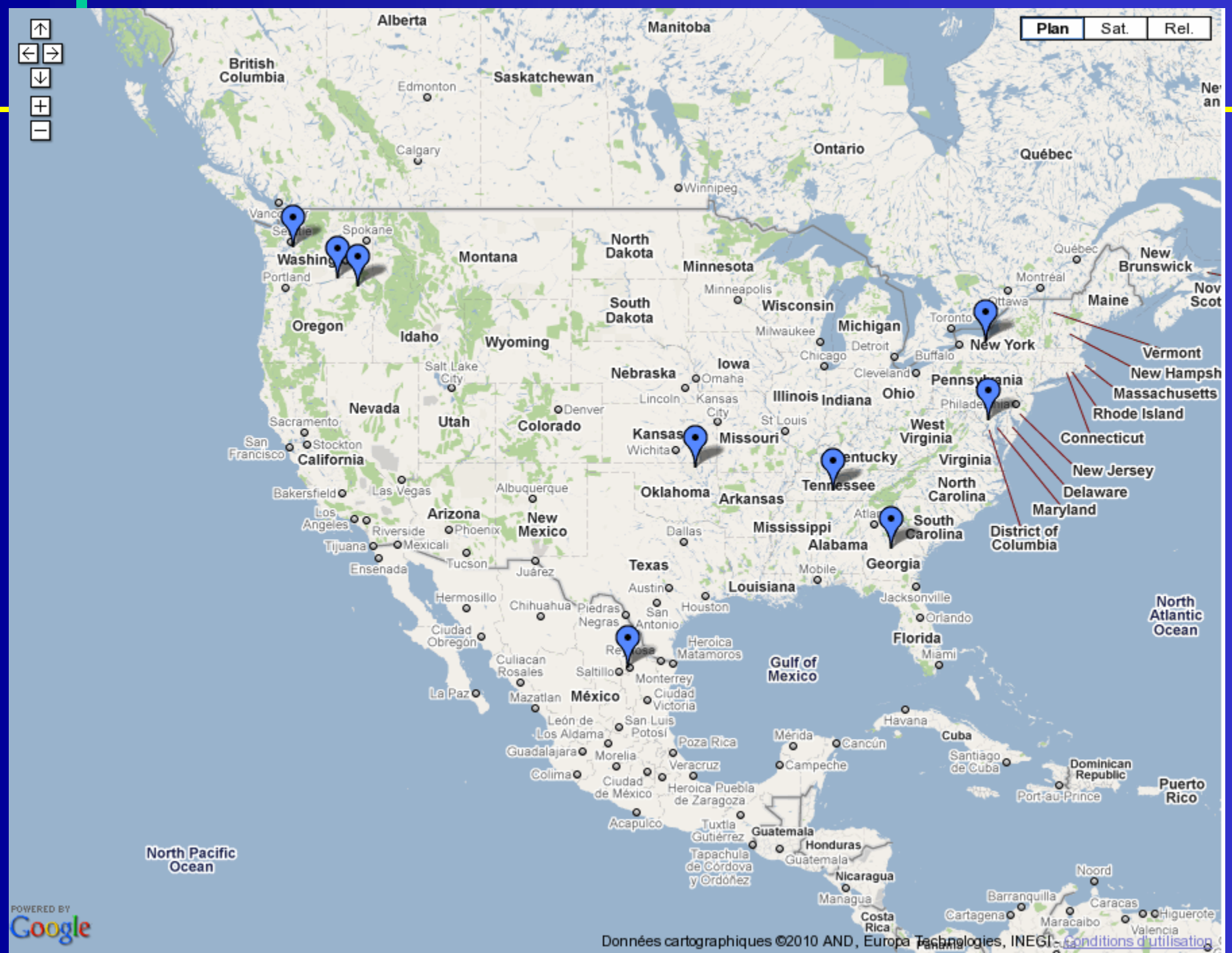
Evolution des observateurs Pro-Am en 40 ans

Occurrences	Size of < 60cm amateurs	telescopes ≥ 60cm professionals	Photo 1D	metry 2D
Jupiter				
1973	4	20	24	0
1979	3	7	10	0
1985	12	12	21	3
1991	37	19	39	17
1997	35	10	15	30
2003	34	15	8	41
2009	52	10	0	62
2015	79	16	0	95
Saturn				
1980	0	6	6	0
1995	5	11	8	8
2009	11	8	0	19
Uranus				
2007	4	11	0	15

La nécessité d'un réseau d'observateurs

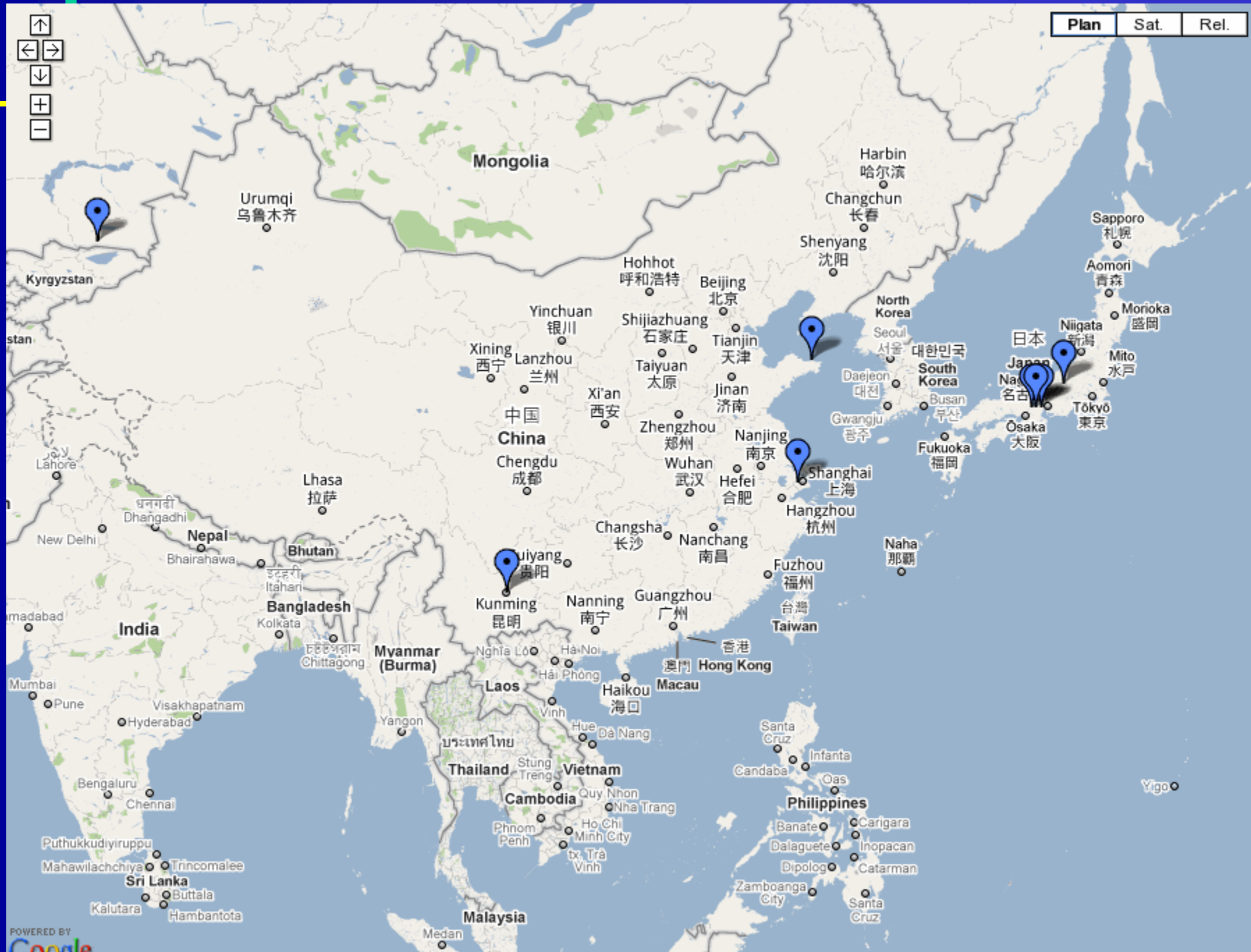


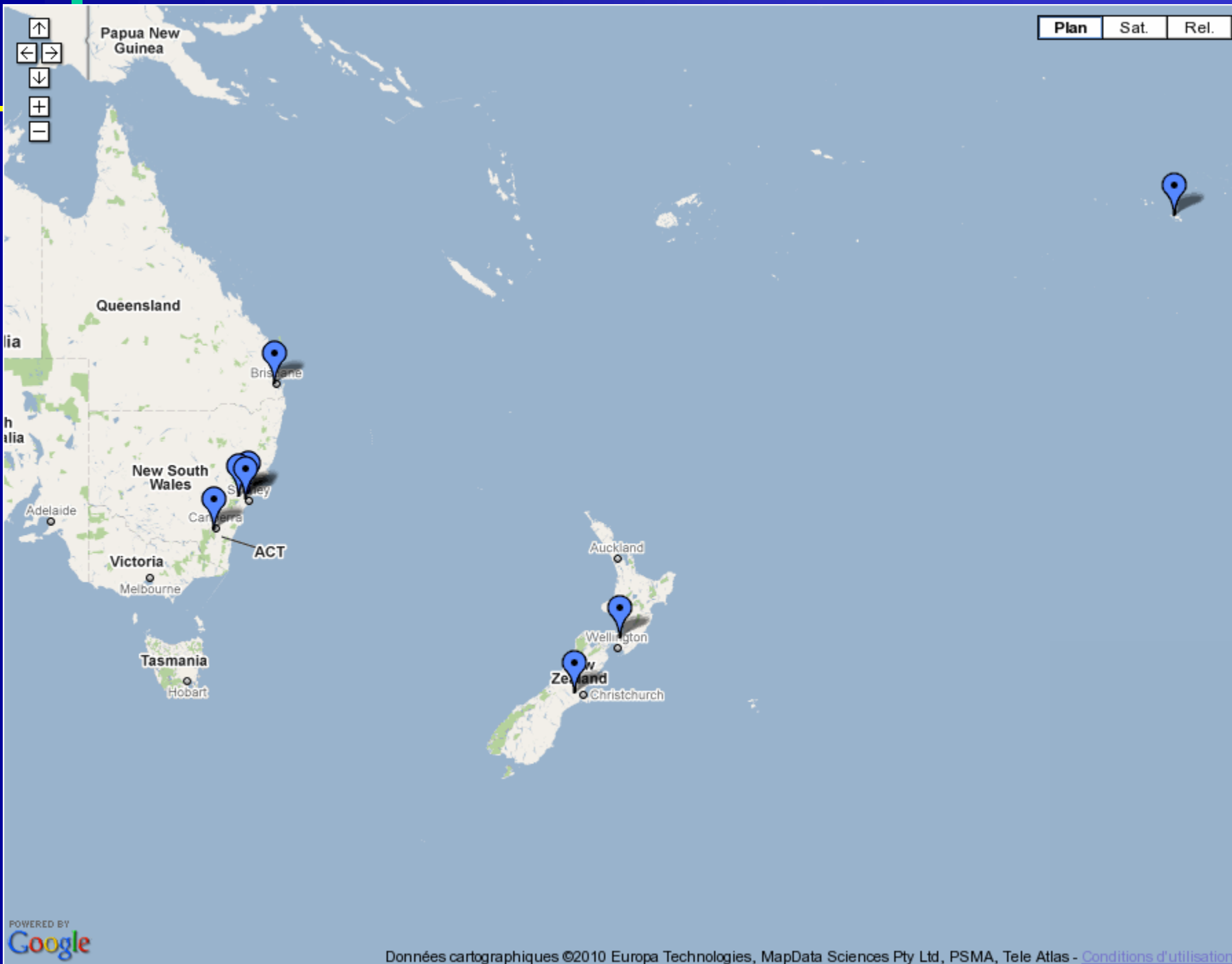






Plan Sat. Rel.





The PHEMU03 catalogue of observations of the mutual phenomena of the Galilean satellites of Jupiter

J.-E. Arlot¹, W. Thuillot¹, C. Ruatti¹, A. Ahmad², A. Amossé⁴⁷, P. Anbazhagan⁵⁰, M. Andreyev⁵, A. Antov¹², M. Appakutty⁵⁰, D. Asher², S. Aubry¹, N. Baron¹, N. Bassiere¹, M. Berthe³, R. Bogdanovski¹², F. Bosq²⁵, E. Bredner⁶, D. Buettner⁷, M. Buromsky⁴⁰, S. Cammarata²⁷, R. Casas⁸, G. D. Chis⁹, A.A. Christou², J.-P. Coquerel⁴⁴, R. Corlan¹⁰, C. Cremaschini¹¹, D. Crussaire²⁶, J. Cuypers³², M. Dennefeld⁴⁶, P. Descamps¹, A. Devyatkin²², D. Dimitrov¹², T.N. Dorokhova¹³, N.I. Dorokhov¹³, G. Dourneau²⁵, M. Dueñas^{14,51}, A. Dumitrescu¹⁰, N. Emelianov⁴³, D. Ferrara²⁷, D. Fiel¹⁵, A. Fienga¹, T. Flatres³⁹, S. Foglia¹¹, J. Garlitz¹⁶, J. Gerbos¹⁷, R. Gilbert¹, R.M.D. Gonçalves¹⁸, D. González^{14,51}, S. Yu. Gorda¹⁹, D.L. Gorshanov²², M. W. Hansen⁴¹, M. Harrington², T.R. Irmambetova²⁰, Y. Ito²¹, V. Ivanova¹², I.S. Izmailov²², M. Yu. Kisseleva²², K. Kuppawamy⁵⁰, V. Lainey¹, M. Lavayssié²³, Z.L. Li⁴², E. Lo Savio²⁷, M. Lou^{14,51}, E. Magny⁴⁴, J. Manek²¹, Michelli¹¹, D. Moldovan⁹, S. Montagnac⁴⁴, V. Moorthy⁵⁰, O. Oksanen³¹, D. Parrat⁴⁴, T. Pauwels³², Q.Y. Peng³³, G. Pizzetti¹¹, Rapaport²⁵, P. Rapavy¹⁷, G. Rau⁴⁴, J.-J. Sacré³⁹, P.V. Sada Selvakumar⁶, A. Sergeyev⁵, M. Sidorov²², S. St. Trunkovsky⁴³, V. Tejfel³⁵, V. Tudose¹⁰, V. Turcu⁹, I. Ugarte², V. Vela⁵⁰, A.K. Venkataramana⁵⁰, J. Vidal-Saiz^{14,51}, A. Vien

(Affiliations can be found after

Received

ABSTRACT

Context. In 2003 the Sun and the Earth passed through the equatorial plane of Jupiter.

Aims. During this period, phenomena of mutual eclipses and occultations of the Galilean satellites were observed.

Methods. Light curves of mutual eclipses and occultations were recorded by 161 stations worldwide.

Results. We made 361 observations of 116 mutual events from 42 sites. The information is given about the telescope, the receptor, the site and the observer.

Conclusions. This paper gathers together all these data and gives a first estimate of the accuracy of the observations.

Key words. Jupiter – Galilean satellites – Mutual events – Eclipses – Occultations

1. Introduction

Observations of mutual events of the natural satellites are performed intensively since 1973 and they had been proved to be a very accurate way to get astrometric measurements of the natural satellites. As we did in the past, we encouraged the observers to make as many observations as possible and we organized and coordinated an international campaign in order to observe these events. This campaign was called PHEMU03.

to the
world
Pulk
CDS

The PHEMU15 catalog and astrometric results of the Jupiter's Galilean satellite mutual occultation and eclipse observations made in 2014-2015.***

E. Saquet^{1,2}, N. Emelianov^{3,2}, V. Robert^{1,2}, J.-E. Arlot², P. Anbazhagan⁴, J. Bardecker⁵, A.A. Berezhniov³, M. Breton⁶, C. Calderon⁷, F. Campos⁸, L. Capannoli⁹, B. Carry², M. Castet¹⁰, Y. Charbonnier¹¹, M.M. Chernikov¹², A. Christou¹³, F. Colas², J.-F. Coliac¹⁴, G. Dangi¹⁵, O. Dechambre¹⁶, M. Delcroix¹⁷, A. Dias-Oliveira¹⁸, C. Drillaud¹⁶, Y. Duchemin², R. Dunford¹⁹, P. Dupouy²⁰, C. Ellington²¹, P. Fabre¹¹, V.A. Filippov²², J. Finnegan¹³, S. Foglia²³, D. Font⁶, B. Gaillard¹⁰, G. Galli²³, J. Garlitz²³, A. Gasmi¹⁹, D. Gault²⁵, K. Gazeas²⁶, T. George²⁷, S.Y. Gorda²⁸, D.L. Gorshanov²⁹, C. Gualdoni³⁰, K. Guhl³¹, K. Halir³², W. Hanna³³, X. Henry¹¹, D. Herald³⁴, G. Houdin³⁵, Y. Ito³⁶, I.S. Izmailov²⁹, J. Jacobsen³⁷, A. Jones³⁸, S. Kamoun³⁹, E. Kardasis⁴⁰, A.M. Karimov²², M.Y. Khovritchev²⁹, A.M. Kulikova²⁹, J. Laborde²⁰, V. Lainey², M. Lavayssié²⁰, P. Le Guen¹¹, A. Leroy¹⁰, B. Loader³³, A.Y. Lyashenko²⁹, P.G. Lyssenko²², N. Maigurova⁴¹, J. Manek⁴², A. Marchini⁴³, T. Midavaine⁴⁴, J. Montier⁴⁵, K.N. Naumov²⁹, A. Nedelcu⁴⁶, J. Newman⁴⁷, J.M. Ohlert⁴⁸, A. Oksanen⁴⁹, H. Pavlov⁵⁰, E. Petrescu⁵¹, A. Pomazan⁴¹, M. Popescu⁴⁶, A. Pratt⁵², V.N. Raskhozhev¹², J.-M. Resch¹¹, D. Robilliard⁴⁵, E. Roschina²⁹, E. Rothenberg⁵³, M. Rottenborn⁵⁴, S.A. Rusov²⁹, F. Saby¹¹, L.F. Saya⁹, G. Selvakumar⁴, F. Signoret⁵⁵, V.Y. Slesarenko²⁹, E.N. Sokov²⁹, J. Soldateschi⁴², A. Sonka⁴⁵, G. Soulie²⁰, J. Talbot⁵⁶, V.G. Tejfel²¹, W. Thuillot², B. Timerson⁵⁷, R. Toma¹³, S. Torsellini⁹, P. Traverse⁵⁸, M. Unwin⁵⁹, T. Vagelis⁶⁰, F. Van Den Abbeel⁶¹, H. Vandenbruaene⁶², R. Vasundhara⁴, Y.I. Velikodsky⁶³, A. Vienne⁶⁴, J. Vilar⁶⁵, J.-M. Vugnon⁶⁶, N. Wuensche⁶⁷, and P. Zeleny⁶⁸

(Affiliations can be found after the references)

Received XX XXXXX 2017 / Accepted XX XXXXX 2017

ABSTRACT

Aims. During the 2014-2015 mutual events season, the IMCCE, Paris France, and the Sternberg Astronomical Institute, Moscow Russia, lead an international observation campaign to record ground-based photometric observations of Galilean moon mutual occultations and eclipses. We focused on processing the complete photometric observations database to compute new accurate astrometric positions.

Methods. We used our method to derive astrometric positions from the lightcurves of the events. We developed an accurate photometric model of mutual occultations and eclipses, while computing the mutual lightcurves. We used the lightcurves to derive the positions of the satellites.

The PHEMU09 catalogue and astrometric results of the observations of the mutual occultations and eclipses of the Galilean satellites of Jupiter made in 2009.

J.-E. Arlot¹, N. Emelianov^{2,1}, M. I. Varfolomeev², A. Amossé³, C. Arena⁴, M. Assafin⁴⁰, L. Barbieri⁵, S. Bolzoni⁶, F. Bragas-Ribas⁵⁴, J.I.B. Camargo⁵⁴, F. Casarramona⁸, R. Casas³⁷, A. Christou⁹, F. Colas¹, A. Collard³, S. Combe¹⁰, M. Constantinescu¹¹, G. Dangi¹², P. De Cat³⁴, S. Degenhardt¹³, M. Delcroix¹⁴, A. Dias-Oliveira⁵⁴, G. Dourneau^{15,57}, A. Douvris¹⁶, C. Druon³, C.K. Ellington¹⁷, G. Estraviz⁸, P. Farissier¹⁰, A. Farnakopoulos¹⁶, J. Garlitz¹⁸, D. Gault¹⁹, T. George²⁰, S. Yu. Gorda⁴², A.V. Ivanov²⁴, B. Klement⁷, N. Koshkin²³, B. Loader²⁸, C. Lopresti²⁹, E. Lo Savio⁴, A. Lueg²⁹, J. McFarland⁹, K. Miyashita³², J.Y. Peng³⁰, C. Perelló⁸, V. Pribean³⁸, J. Ruisi⁴¹, N. Ruocco³¹, F. Salvaggio⁴, G. Silva Neto⁵⁵, N.V. Sinyayeva⁴⁵, A. Sofia⁴, J. Tugan¹⁶, B. Timerson⁴⁷, E. Vieira-Martins^{54,1,60}, J. Vilar⁶¹, P. Yu⁴⁷, R. Zambelli²⁹

(references)

XX XXXXX 2014

plane of Jupiter and therefore the orbital planes of all make possible mutual occultations and eclipses. h events will provide accurate astrometric data able servations are made under the form of photometric ide campaign of observation maximizing the number

metric observations of the mutual occultations and d campaign in 2009. The final goal is to derive new

rate of accuracy of observation. Our original method al occultations and eclipses of the Galilean satellites

ional campaign of photometric observations of the cessful observations, the r.m.s. of 'O-C' residuals are y and the mean 'O-C' residuals are equal to -2 mas ultations and -6 mas and +1 mas in right ascension

duction

etric observations of mutual occultations and of natural satellites of planets offer an efficient new astrometric data. We have taken the oppor-

Publication régulière des catalogues des phénomènes observés (ici en 2003, 2009, 2015) très attendus par les dynamiciens (ensuite accessible sur bases de données via Internet)

Occultation et éclipse mutuelles en haute résolution

16:38UT



Io Shadow Transit on Ganymede
August 16, 2009
© Christopher Go (Cebu, Philippines)

Ganymede occulting Io
25/05/2009 1842 - 1915 UT



Mike Salway

www.mikesalway.com.au

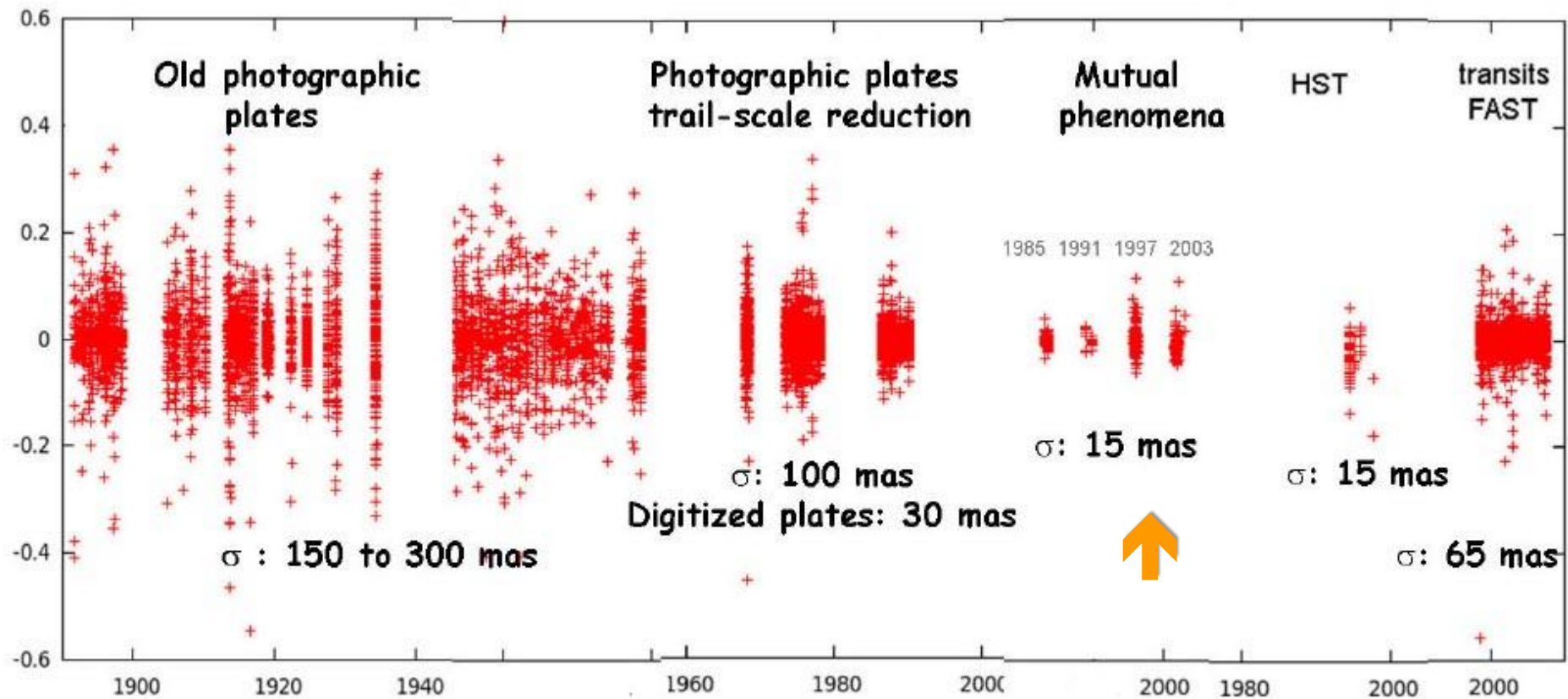
La haute résolution n'est pas utile pour la photométrie et l'astrométrie

Observer en défocalisant



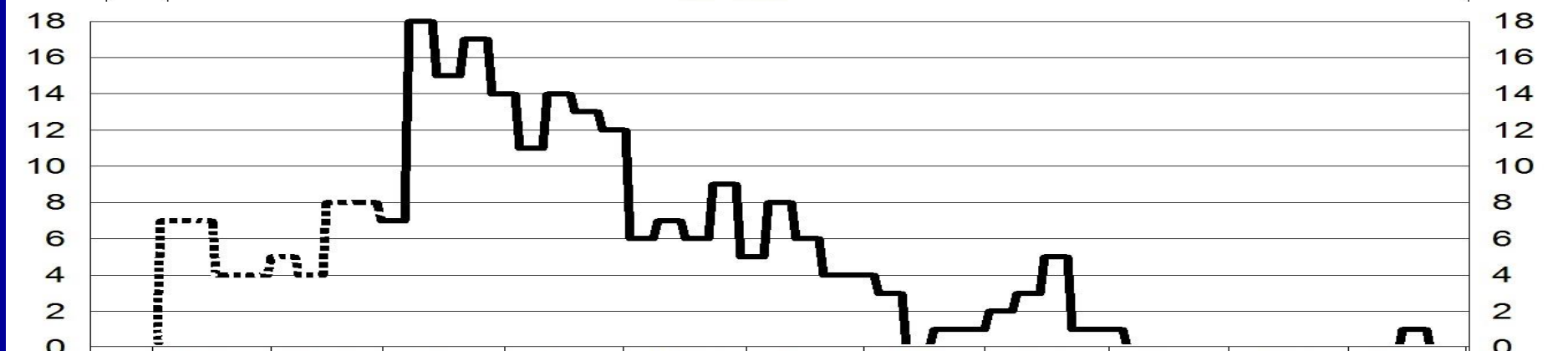
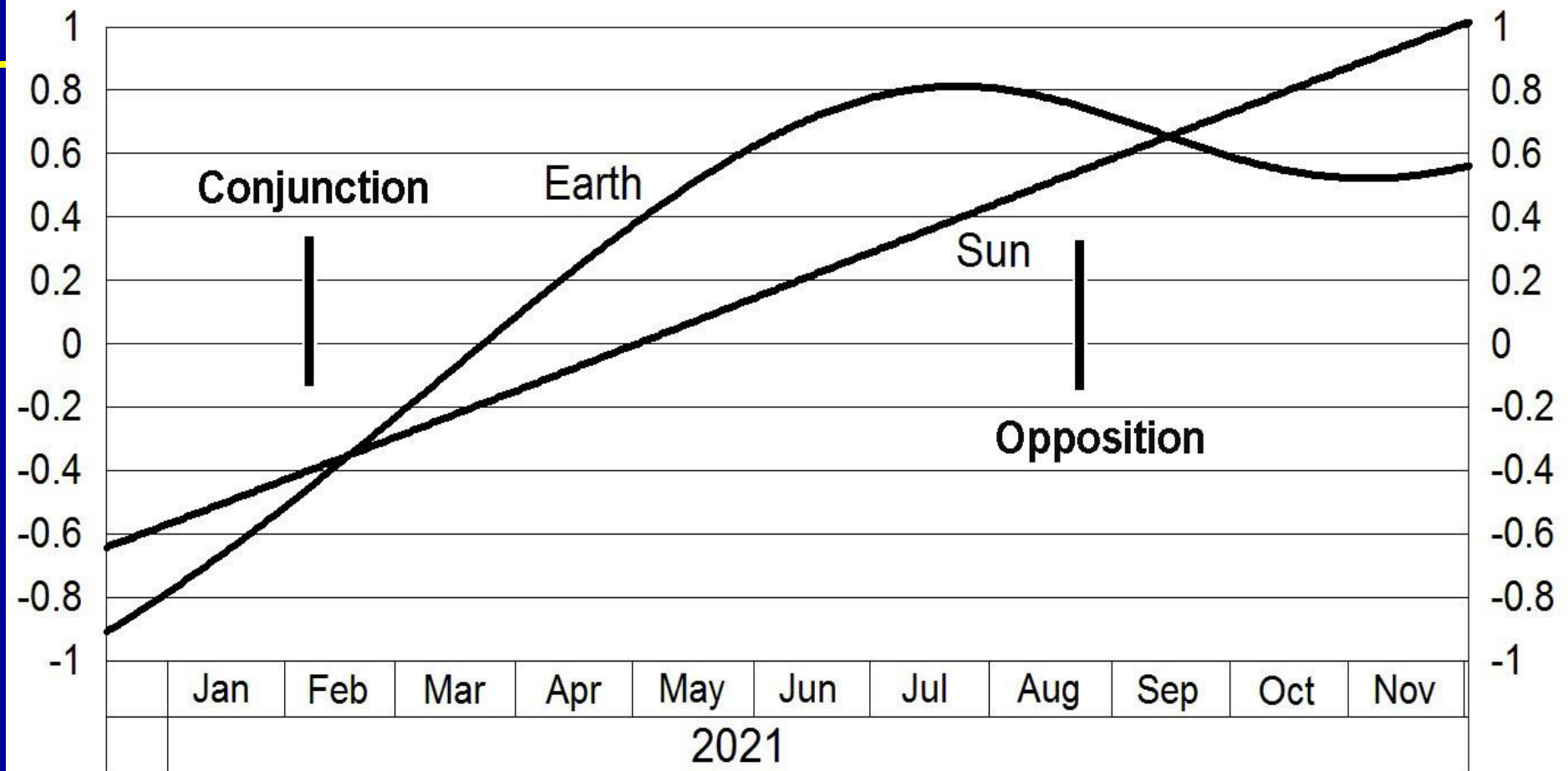
La défocalisation évite la saturation

La précision des observations des satellites galiléens





residuals for different kinds of observations: mutual events appear to be among the most precise observations.

Les phénomènes en 2021



Trouver les phénomènes observables pour votre site



INSTITUT DE MÉCANIQUE CÉLESTE ET DE CALCUL DES ÉPHÉMÉRIDES

[NSDC Observations](#) | [Ephemerides](#) | [Bibliography](#) | [Parameters](#) | [Links to the Web](#)

Natural Satellites Ephemeride Server. MULTI-SAT.

Ephemerides of the mutual eclipses and occultations of the Galilean satellites of Jupiter

in 2014-2015

To see the ephemerides of the events which are observed at your observatory with circumstances (object and sun altitudes, Moon phase) enter Observatory code (XXX) See the list or enter **500** to see all the events.

(Explanation of the data in output)

Number of events: 477
The first event: 17 August 2014
The last event: 22 August 2015
Really, 442 events are observable from 1 September 2014 to 20 July 2015

[See](#) Earth-Sun-Jupiter configuration parameters
[See](#) References to the papers on the subject

Comments.

These are ephemerides in the form of a table being immediately appearing in a separate window. They are calculated previously with the main software of the MULTI-SAT server as it is called running by the item **Search for mutual occultations and eclipses and eclipses of satellites by planet.** The theory by V.Lainey 2.0 is used.

Advantage of this form is that you have immediately ephemerides only for those events which are observed at your observatory.

[Copyright](#) | [Objectiv](#) | [How to use](#) | [Sources](#) | [Nomenclature](#) | [Credit](#)

Phénomènes observables à Paris

v5.20.11i Planet: Jupiter CALCEPH: (INPOP17a)

Planet

Observatory N: 007 - Paris



Timescale: UTC

Mean equator and equinox of J2000. ICRF.

Mutual events of satellites:

Date	begin: h	m	s	end: h	m	s	Type	Dur(m)	Impact	m	Δm	limb(")	dist(")	Planet(°)	Sun(°)	Moon phase
2021	1	7	15 9 23	15	43	47	201	34.4	0.369	5.1	0.328	70.18	:	16.534	7.269	0.410
2021	1	7	16 42 14	17	6	13	2E1	24.0	0.057	5.1	0.870	77.00	6.12 :	6.717	-4.879	0.406
2021	1	18	8 54 39	9	6	42	201	12.0	0.431	5.1	0.279	79.10	:	6.302	9.305	0.350
2021	2	28	7 0 9	7	11	10	4E2	11.0	0.212	5.4	0.947	80.99	40.26 :	9.513	3.395	0.920
2021	3	14	6 34 28	6	39	34	103	5.1	0.903	4.7	0.016	81.35	:	12.457	3.949	0.064
2021	3	16	6 11 8	6	12	25	201	1.3	0.970	5.1	0.003	65.36	:	10.388	0.802	0.181
2021	3	18	5 7 11	5	12	53	401	5.7	0.129	5.2	1.113	13.21	:	2.417	-9.051	0.298
2021	3	26	4 50 4	4	57	19	1E4	7.3	0.481	5.2	0.295	34.08	73.37 :	3.977	-9.020	0.810
2021	3	28	4 37 14	4	40	29	102	3.2	0.603	5.0	0.169	35.53	:	3.111	-10.366	0.952
2021	4	4	5 26 21	5	31	2	1E2	4.7	0.396	5.0	0.506	57.38	36.29 :	13.304	-0.029	0.510
2021	4	12	4 16 38	4	42	54	1E4	26.3	0.098	5.1	0.483	8.43	63.36 :	7.793	-8.423	0.023
2021	4	17	3 9 17	3	13	26	2E1	4.1	0.692	4.9	0.170	69.39	38.58 :	0.430	-16.338	0.307
2021	4	24	5 24 12	5	27	30	2E1	3.3	0.805	4.9	0.085	68.11	42.55 :	21.354	5.853	0.779
2021	4	27	2 34 7	2	40	46	2E3	6.7	0.696	4.6	0.162	51.73	69.46 :	0.512	-17.447	0.983
2021	5	6	3 26 34	3	32	5	1E2	5.5	0.159	4.8	0.626	86.55	46.06 :	12.887	-8.533	0.342
2021	5	14	3 43 53	3	52	43	3E1	8.8	0.162	4.4	0.567	56.22	67.49 :	18.742	-4.425	0.147
2021	5	21	2 36 9	2	40	23	3E2	4.2	0.905	4.4	0.036	97.09	76.13 :	13.612	-11.408	0.596
2021	5	29	2 27 55	3	17	31	3E1	49.6	0.145	4.3	0.567	36.61	42.13 :	16.448	-11.052	0.790
2021	6	7	1 36 22	1	41	18	1E2	4.9	0.648	4.6	0.205	112.72	45.15 :	14.238	-14.614	0.200
2021	6	14	3 53 58	3	58	33	1E2	4.6	0.736	4.5	0.130	117.69	43.07 :	28.990	0.240	0.237
2021	7	4	0 6 19	0	10	0	3E1	3.7	0.896	4.0	0.040	85.08	64.74 :	16.193	-18.402	0.365
2021	7	7	0 47 13	0	49	3	1E3	1.8	0.970	4.0	0.005	96.70	65.92 :	22.174	-17.763	0.184
2021	7	9	0 5 54	0	7	19	1E2	1.4	0.985	4.4	0.002	130.49	30.49 :	18.543	-18.924	0.064
2021	8	1	22 0 49	0	5	35	302	124.8	0.997	4.0	0.000	149.17	:	15.055	-18.744	0.415
2021	8	8	20 13 42	21	18	44	3E2	65.0	0.635	4.0	0.205	84.22	7.68 :	4.181	-8.856	0.034
2021	8	9	3 37 8	4	44	41	3E2	67.5	0.343	4.0	0.465	174.12	6.66 :	17.412	-9.010	0.050
2021	8	19	4 15 7	4	34	14	1E3	19.1	0.709	3.9	0.112	3.19	2.92 :	6.158	-6.013	0.760
2021	8	30	19 2 52	19	15	28	3E2	12.6	0.766	4.0	0.120	205.20	13.26 :	7.250	-5.013	0.470

Trouver la configuration des satellites



INSTITUT DE MÉCANIQUE CÉLESTE ET DE CALCUL DES ÉPHÉMÉRIDES

[NSDB Observations](#) [Ephemerides](#) [Bibliography](#) [Parameters and constants](#) [Internet links](#)

[Ephemerides with constant step on time](#) [Ephemerides and \(O-C\) for a file of dates and positions](#) [Configuration](#)

MULTISAT. Ephemerides of planets and natural satellites.

Configuration of the system of satellites

Galilean and inner satellites of Jupiter

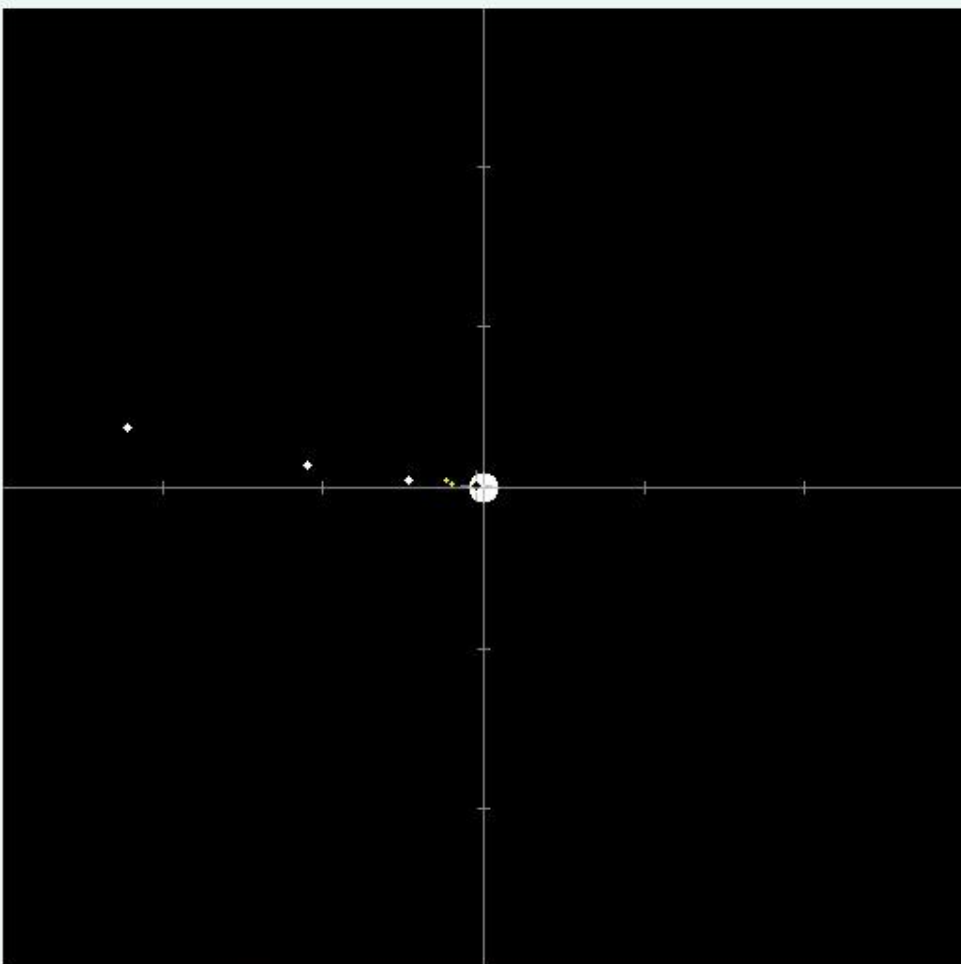
Return ...

- Choose a Satellite that will be cross-marked.
- Put at the center of field
- Enter Observatory code (XXX) (500 for geocenter) See [the list](#)
- Epoch of equator and equinox
- Choose Time Scale: ☒ UTC ☐ TT
- Choose format of the initial date
- Enter initial moment
- Choose the step unit the step value the field
- Choose type of coordinates ([Explications](#))

Show

[User's manual](#) | [Sources](#) | [Nomenclature](#)

[Copyright](#) [Credit](#)



Champ de l'image : 18' x 18'
Date: 2008 11 10 17 0 0.00 (UTC)
Observatoire: Géocentre

IMCCE/SAI.
Serveur d'éphémérides
des satellites naturels. MULTI-SAT.

Satellites de Jupiter

Objet de référence:

Jupiter

Satellite marqué:

J1 - Io

L'époque de l'équateur et l'équinoxe
J2000

Coordonnées différentielles

Réactualiser

avec l'échelle de 18'

Un pas de 1.0000 jours

☐ Arrière

☒ No

☐ En avant

Satellite marqué:

J1 - Io

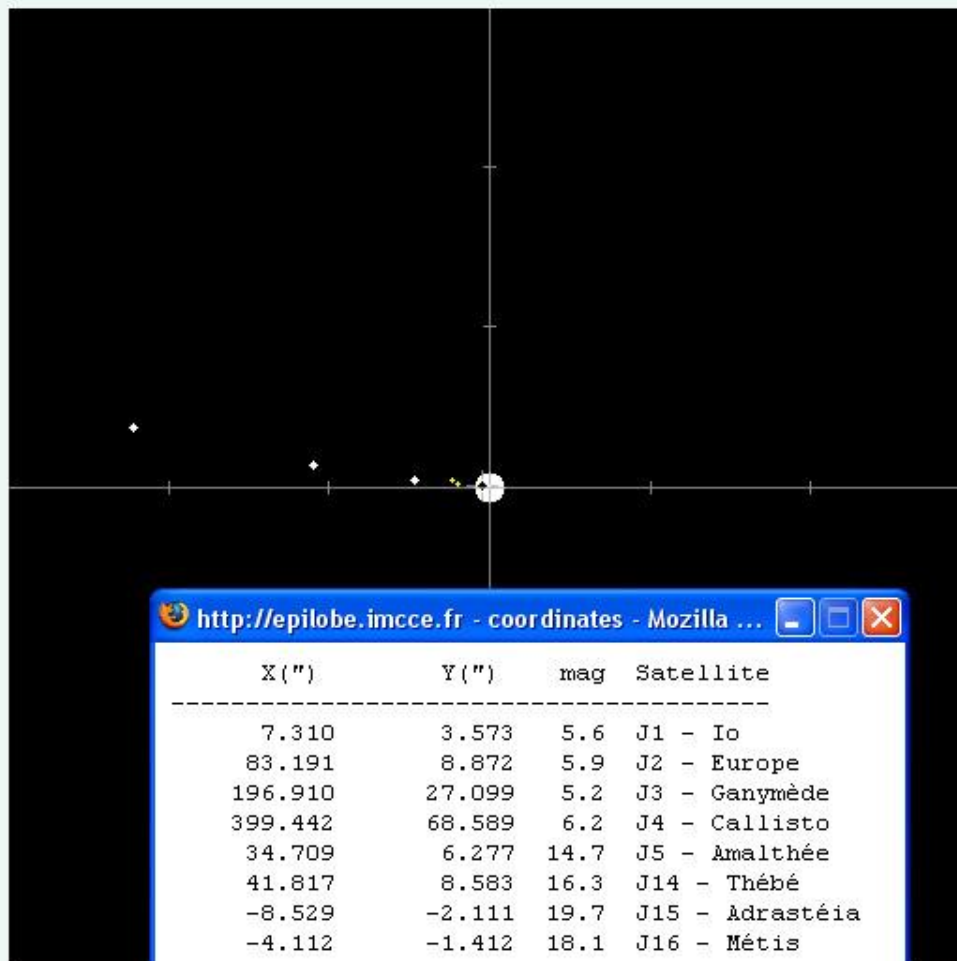
Centre du champ:

$\alpha = 19^h 19^m 21.975^s$

$\delta = -22^\circ 32' 54.37''$

N
E + W
S

[Coordonnées et magnitudes](#)



Champ de l'
Date: 2008
Observatoire

http://epilobe.imcce.fr - coordinates - Mozilla ...

X (")	Y (")	mag	Satellite
7.310	3.573	5.6	J1 - Io
83.191	8.872	5.9	J2 - Europe
196.910	27.099	5.2	J3 - Ganymède
399.442	68.589	6.2	J4 - Callisto
34.709	6.277	14.7	J5 - Amalthée
41.817	8.583	16.3	J14 - Thébé
-8.529	-2.111	19.7	J15 - Adrastéia
-4.112	-1.412	18.1	J16 - Métis

IMCCE/SAI. Serveur d'éphémérides des satellites naturels. MULTI-SAT.

Satellites de Jupiter

Objet de référence:

Jupiter

Satellite marqué:

J1 - Io

L'époque de l'équateur et l'équinoxe
J2000

Coordonnées différentielles

Réactualiser

avec l'échelle de 18'

Un pas de 1.0000 jours

☐ Arrière

☒ No

☐ En avant

Satellite marqué:

J1 - Io

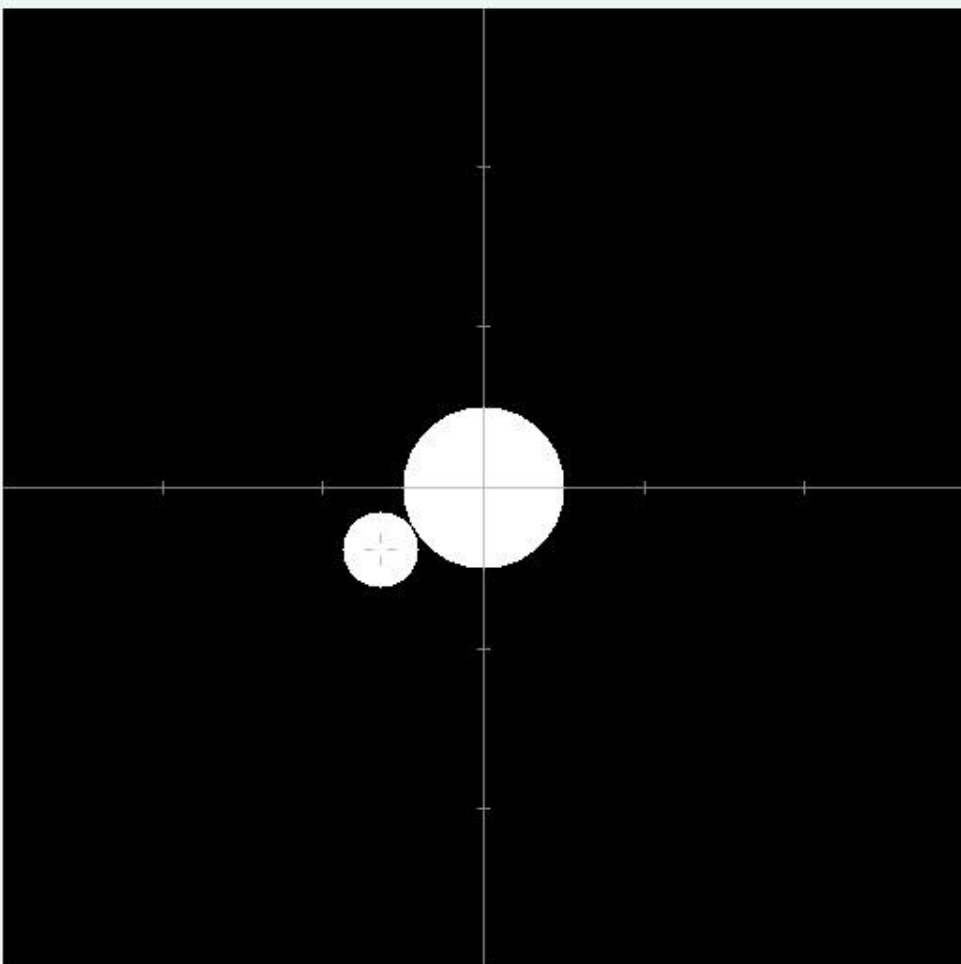
Centre du champ:

$\alpha = 19^h 19^m 21.975^s$

$\delta = -22^\circ 32' 54.37''$

N
E + W
S

[Coordonnées et magnitudes](#)



Present field : 1" x 1"
Time moment: 2009 2 6 11 26 10.00 (UTC)
Observatory: Geocenter

IMCCE/SAI. Natural Satellites Ephemeride Server. MULTI-SAT.

Satellites of Saturn

Reference body:

S3 Tethys

Marked satellite:

S2 Enceladus

Epoch of equator and equinox J2000

Differential coordinates

With 1" field scale

One time step of 1.0000 days

☐ Back

☒ Non

☐ Forward

Marked satellite:

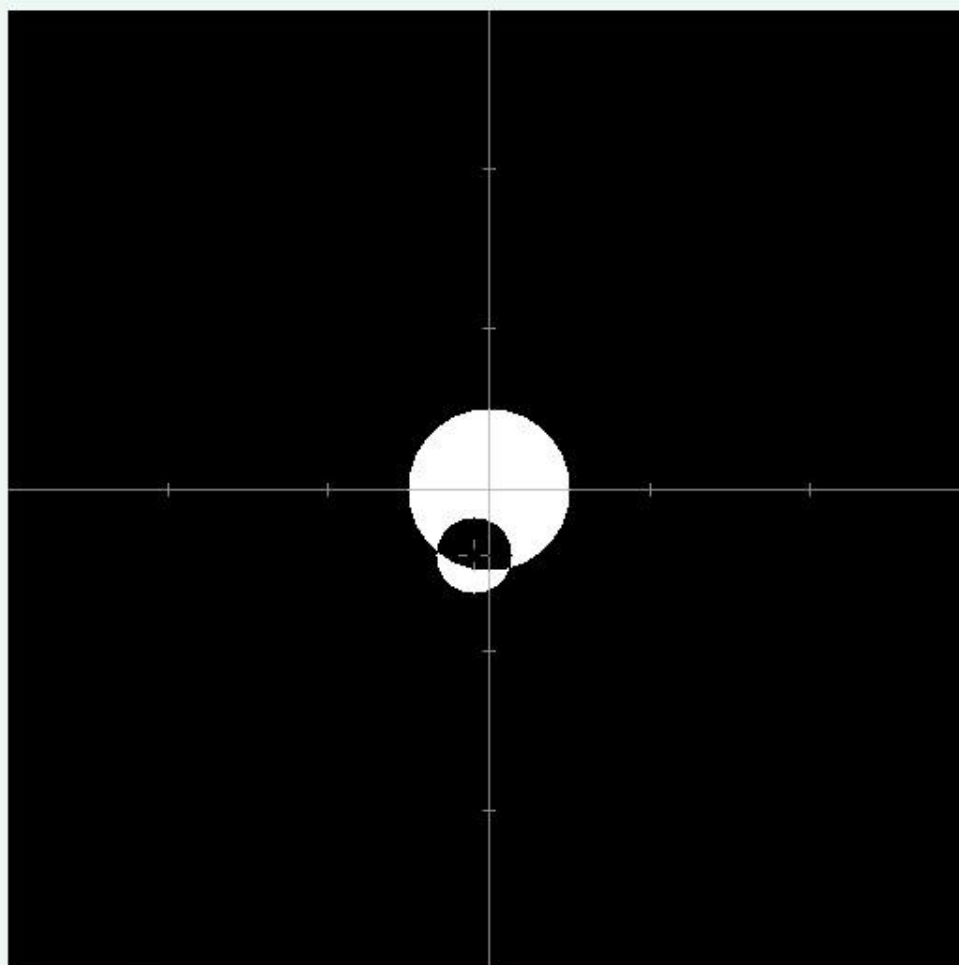
S2 Enceladus

Center of the field:

$\alpha = 11^{\text{h}} 28^{\text{m}} 27.662^{\text{s}}$ N E + W

$\delta = 5^{\circ} 48' 9.83''$ S

[Coordinates and magnitudes](#)



Present field : 1" x 1"
Time moment: 2009 2 6 11 28 0.00 (UTC)
Observatory: Geocenter

IMCCE/SAI. Natural Satellites Ephemeride Server. MULTI-SAT.

Satellites of Saturn

Reference body:

S3 Tethys

Marked satellite:

S2 Enceladus

Epoch of equator and equinox J2000

Differential coordinates

Refresh image

With 1" field scale

One time step of 1.0000 days

☐ Back

☒ Non

☐ Forward

Marked satellite:

S2 Enceladus

Center of the field:

$\alpha = 11^h 28^m 27.654^s$ N E + W

$\delta = 5^\circ 48' 9.97''$ S

[Coordinates and magnitudes](#)

Eclipses d'Amalthée et al. observables à Paris

v5.20.11i Planet: Jupiter CALCEPH: (INPOP17a)

Planet

Observatory N: 007 - Paris

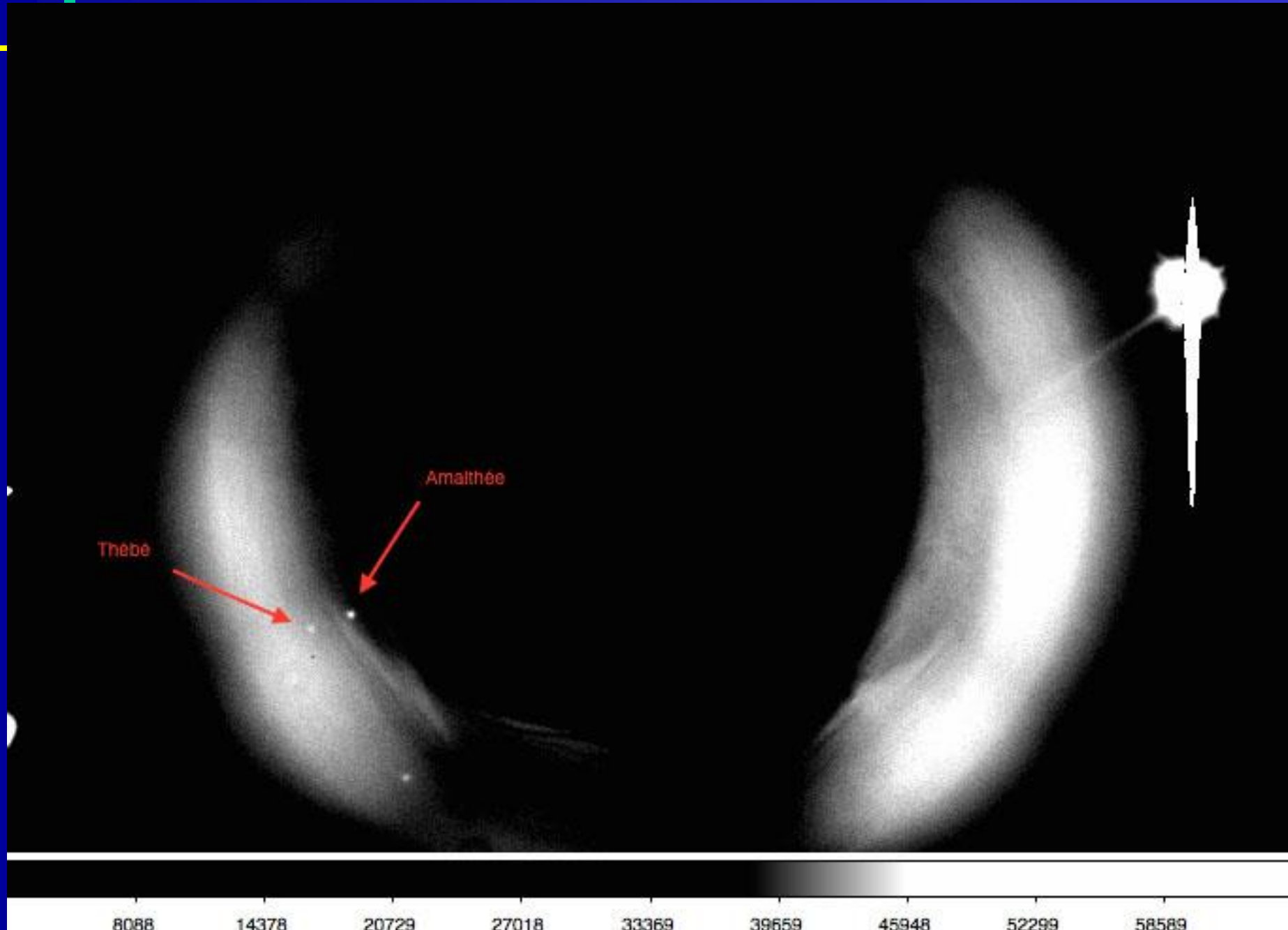
Timescale: UTC

Mean equator and equinox of J2000. ICRF.

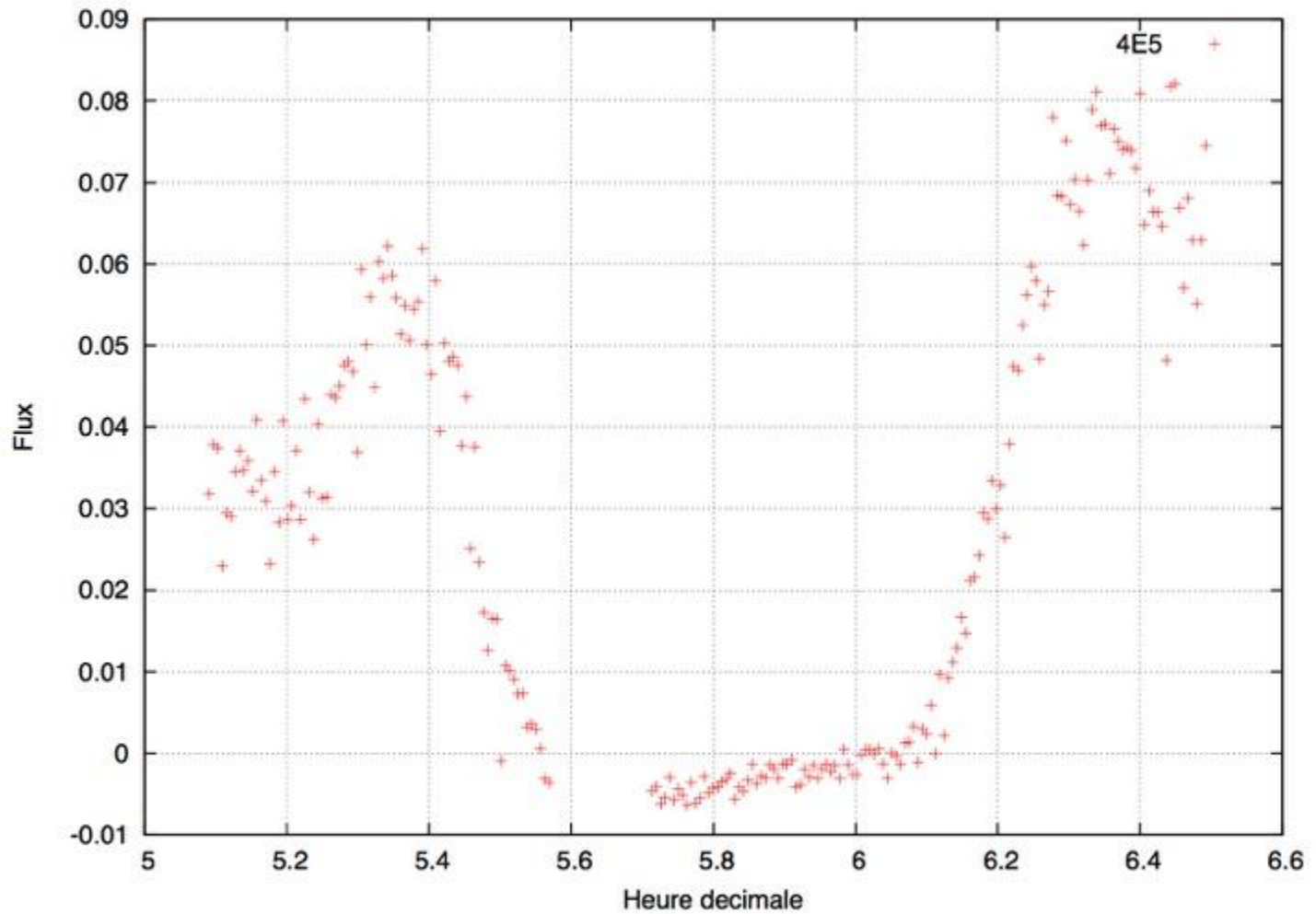
Mutual events of satellites:

Date	begin: h	m	s	end: h	m	s	Type	Dur(m)	Impact	m	Δm	limb(")	dist(")	Planet(°)	Sun(°)	Moon phase
2021	1	21	15 20 18	15	24	43	1E5	4.4	0.742	14.84	-	24.76	1.98	12.187	8.712	0.546
2021	1	21	16 0 13	16	3	58	1E6	3.8	0.277	16.44	-	32.50	2.29	7.443	3.648	0.548
2021	2	1	8 46 17	9	40	38	2E6	54.4	0.944	16.44	-	29.54	0.66	11.130	10.992	0.743
2021	2	8	7 4 50	7	7	1	1E6	2.2	0.070	16.44	-	11.63	3.11	0.814	-1.595	0.242
2021	3	3	6 19 16	6	20	57	1E6	1.7	0.568	16.40	-	1.46	11.90	5.390	-2.246	0.703
2021	3	5	6 43 54	6	46	8	2E6	2.2	0.074	16.39	-	4.52	17.74	9.653	2.426	0.555
2021	3	10	5 34 17	5	34	49	1E8	0.5	0.971	18.18	-	5.75	11.31	2.366	-7.344	0.208
2021	3	11	5 55 38	6	0	2	3E6	4.4	0.821	16.37	-	33.82	26.36	5.930	-3.474	0.141
2021	3	19	4 47 51	4	48	57	1E7	1.1	0.785	19.74	-	3.19	14.64	0.032	-11.841	0.357
2021	3	26	6 51 15	7	2	31	1E8	11.3	0.415	18.12	-	2.93	11.12	19.185	10.878	0.816
2021	3	30	4 29 36	4	31	50	2E8	2.2	0.339	18.10	-	10.16	25.28	3.013	-10.867	0.884
2021	3	30	4 52 15	4	55	8	2E7	2.9	0.481	19.70	-	13.48	23.98	6.316	-7.271	0.883
2021	3	30	5 2 54	5	4	53	2E6	2.0	0.588	16.30	-	20.07	28.64	7.819	-5.555	0.883
2021	4	2	5 33 34	5	35	37	1E8	2.1	0.522	18.08	-	8.13	16.36	13.307	0.477	0.655
2021	4	4	3 54 37	4	0	2	1E8	5.4	0.356	18.07	-	12.92	14.08	0.365	-14.455	0.514
2021	4	11	5 49 54	5	54	22	1E8	4.5	0.246	18.04	-	13.66	15.98	19.004	6.140	0.054
2021	4	18	3 43 4	3	45	41	1E8	2.6	0.261	18.00	-	10.09	19.23	6.047	-11.411	0.369
2021	4	18	4 18 50	4	27	56	1E5	9.1	0.541	14.60	-	7.67	11.46	11.078	-6.166	0.371
2021	4	25	5 34 25	5	37	17	1E8	2.9	0.125	17.96	-	11.07	20.18	22.658	7.782	0.855
2021	4	27	4 4 47	4	8	12	1E8	3.4	0.038	17.95	-	14.64	20.02	13.556	-5.588	0.982
2021	4	30	2 27 19	2	32	54	3E7	5.6	0.732	19.53	-	5.20	48.26	1.132	-17.311	0.764
2021	5	7	5 5 49	5	13	45	3E7	7.9	0.548	19.48	-	14.62	54.66	24.198	6.187	0.275
2021	5	8	1 53 36	2	7	41	2E5	14.1	0.256	14.48	-	19.89	27.99	0.401	-18.440	0.222
2021	5	8	2 13 54	2	15	18	2E7	1.4	0.870	19.48	-	9.42	36.91	3.529	-16.525	0.221
2021	5	11	3 45 41	3	49	7	1E8	3.4	0.135	17.86	-	13.41	21.72	17.637	-4.804	0.036
2021	5	13	1 43 59	1	45	50	1E7	1.8	0.284	19.44	-	8.88	26.76	1.750	-18.025	0.081
2021	5	13	2 16 37	2	19	22	1E8	2.8	0.255	17.84	-	15.01	23.45	6.686	-15.049	0.083
2021	5	20	4 7 56	4	10	24	1E8	2.5	0.389	17.80	-	15.03	24.71	23.566	-0.006	0.531
2021	5	20	3 42 23	4	13	44	1E7	31.4	1.000	19.40	-	10.88	19.61	21.075	-3.529	0.530
2021	5	20	5 8 26	5	12	35	1E5	4.1	0.778	14.39	-	27.47	19.52	27.815	9.011	0.534

Amalthée et Thébé



Amalthée et Thébé



PHEMU21 Équinoxe sur Jupiter de 2021

En 2021, une série d'éclipses et d'occultations va se produire parmi les satellites galiléens de Jupiter du fait de l'arrivée de l'équinoxe sur cette planète en 2021. L'observation de ces phénomènes peut fournir des données de grande valeur et est possible même avec un petit télescope. Cependant, afin d'obtenir des données exploitables scientifiquement, il est nécessaire de suivre un protocole d'observation très rigoureux.

PHEMU15 Équinoxe sur Jupiter

Un site d'aide aux
observateurs:
<http://www.imcce.fr/phemu>

442 événements étaient observables entre le 1er septembre 2014 et le 20 juillet 2015. Au cours de cette campagne (PHEMU15), 236 phénomènes ont été observés. Un même phénomène a été enregistré jusqu'à 17 fois, et nous avons reçu plus de 600 courbes de lumière.



Quel matériel pour observer les phénomènes mutuels?

- Un « petit télescope »: des observations fiables ont déjà été réalisées avec une lunette de 6cm: la stabilité de l'instrument et le guidage sont fondamentaux
- Une caméra CCD, une web-cam ou même un caméscope placés au foyer de l'instrument conviennent: attention, le gain de la caméra ne doit pas être automatique mais fixe durant l'observation
- Chaque image doit être datée en temps universel (UTC) à 0.1 seconde de temps près: l'horloge interne des micro-ordinateurs n'est pas suffisante. Le temps des GPS convient.
- Les images doivent être enregistrées non compressées

Conclusion

- Depuis 1973, Pro et Am participent aux observations des phénomènes mutuels des satellites naturels et ont accumulé données et résultats.
- Ils ont constitué un réseau mondial d'observateurs qui est indispensable
- Rejoignez-nous pour la campagne de 2021 !
- Site Web: <http://www.imcce.fr/phemu>
- e-mail: phemu@imcce.fr