

A space scene featuring a large planet in the foreground, a smaller planet in the middle ground, and a bright star in the background. The text is overlaid on this scene.

# **occultations stellaires**

## **technique et collaborations**

**Eric Frappa**

28 octobre 2009  
PROAM3 - La Rochelle

# population d'astéroïdes connus en octobre 2009 :

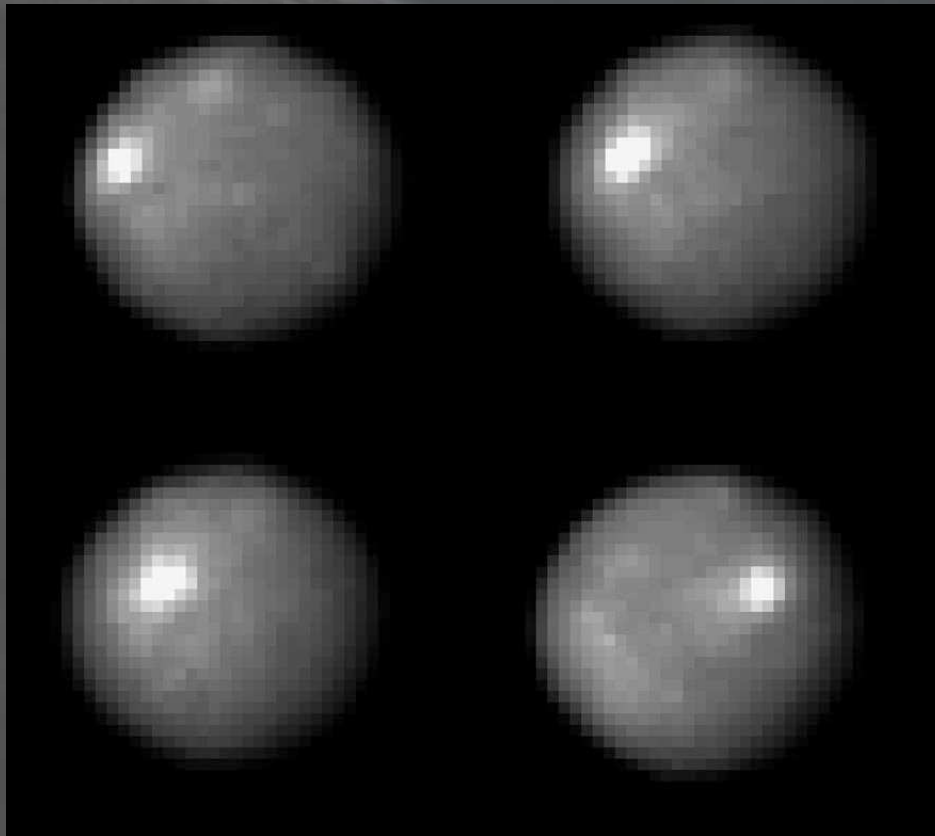
221 945 astéroïdes  
(numérotés)

463 152 astéroïdes  
(numérotés + M-Opp + 1-Opp)

des témoins de la formation du système solaire  
connus par leur orbite et leur position  
mais très mal par leurs paramètres physiques !

# imagerie directe, au sol ou en orbite terrestre

1 Cérès (934km) – HST – 2005



4 Vesta (505km) – HST – 1997





# imagerie directe, au sol ou en orbite terrestre

94 Aurora (205km)



52 Europa (302km)



130 Elektra (182km)



45 Eugénia (215km)



F. Marchis et al - Keck 10m telescope - AO system and NIRC-2 infrared camera - 2003

**seulement 30 astéroïdes de la ceinture principale sont > 200km !**

Astéroïde 2000 UG11  
le 2 novembre 2000  
Déplacement en 25 minutes

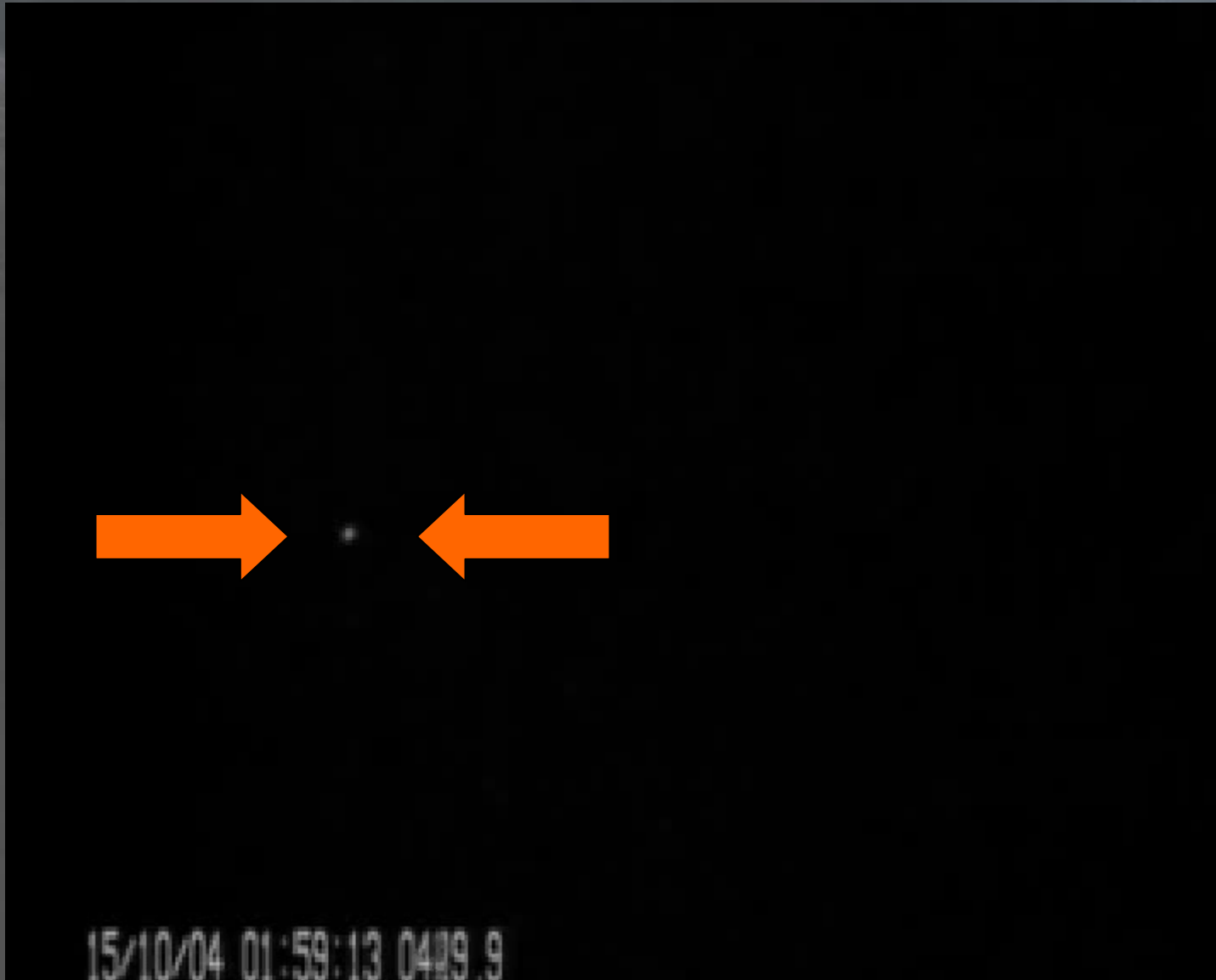
Télescope 41 cm F11  
Caméra CCD ST-9E  
Champ 7.9' x 7.9'

Eric Allen

Observatoire du Cégep de Trois-Rivières

# pour un observateur quelque part sur la Terre...

Vidéo: Arto Oksanen (Finlande) – 63 Ausonia, étoile mag 9.7, 2004/10/15



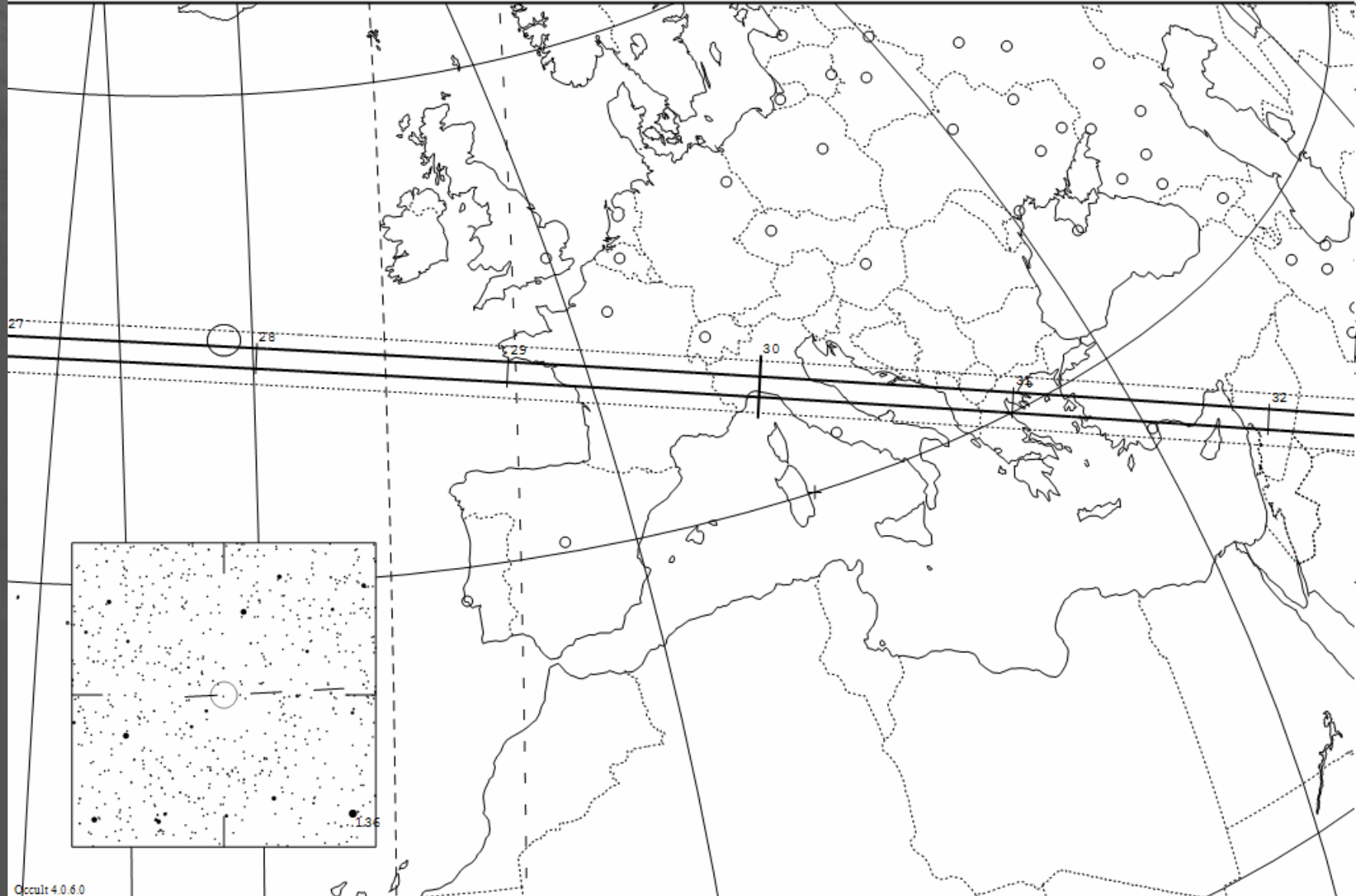
durée: 11.20s

110 Lydia occults 2UCAC 41681458 on 2009 Mar 23 from 19h 22m to 19h 33m UT

Star:  
Mv = 12.2  
RA = 5 57 9.389 (J2000)  
Dec = 28 23 46.49  
[of Date: 5 57 45, 28 23 57]  
Prediction of 2009 Mar 19.0

Max Duration = 4.8 secs  
Mag Drop = 1.4  
Sun : Dist = 86 deg  
Moon: Dist = 120 deg  
: illum = 9 %  
E 0.035"x 0.033" in PA 89

Asteroid:  
Mag = 13.2  
Dia = 86km, 0.043"  
Parallax = 3.199"  
Hourly dRA = 2.447s  
dDec = -1.62"



Occult 4.0.6.0

420 Bertholda occults TYC 5757-00353-1 on 2003 Aug 26 at 21h 46.1m UT [ $\pm 5.4$ mins]

Star (2000):

Mv = 8.6  
RA = 20 54 47.410  
Dec = - 8 10 52.50

Max Duration = 11.9 secs

Mag Drop = 5.0

Sun : Dist = 159 deg

Moon: Dist = 163 deg

illum = 1%

Asteroid:

Mag = 13.6

Dia = 146km, 0.078"

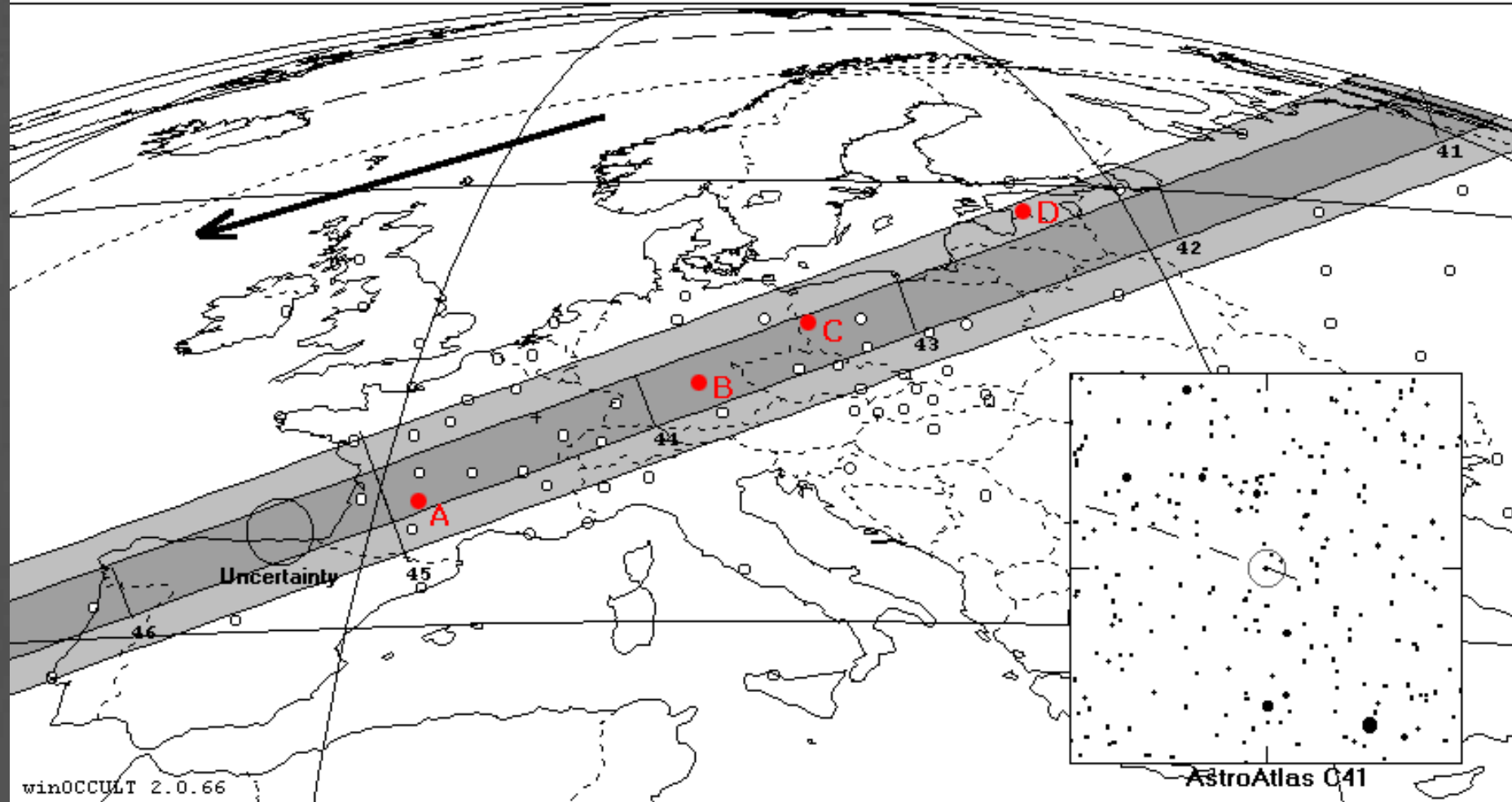
Parallax = 3.410"

Hourly dRA = -1.495s

dDec = -8.17"

Plot for Long 5.0 Lat 48.0

Uncertainties: RA = .047", Dec = .047"

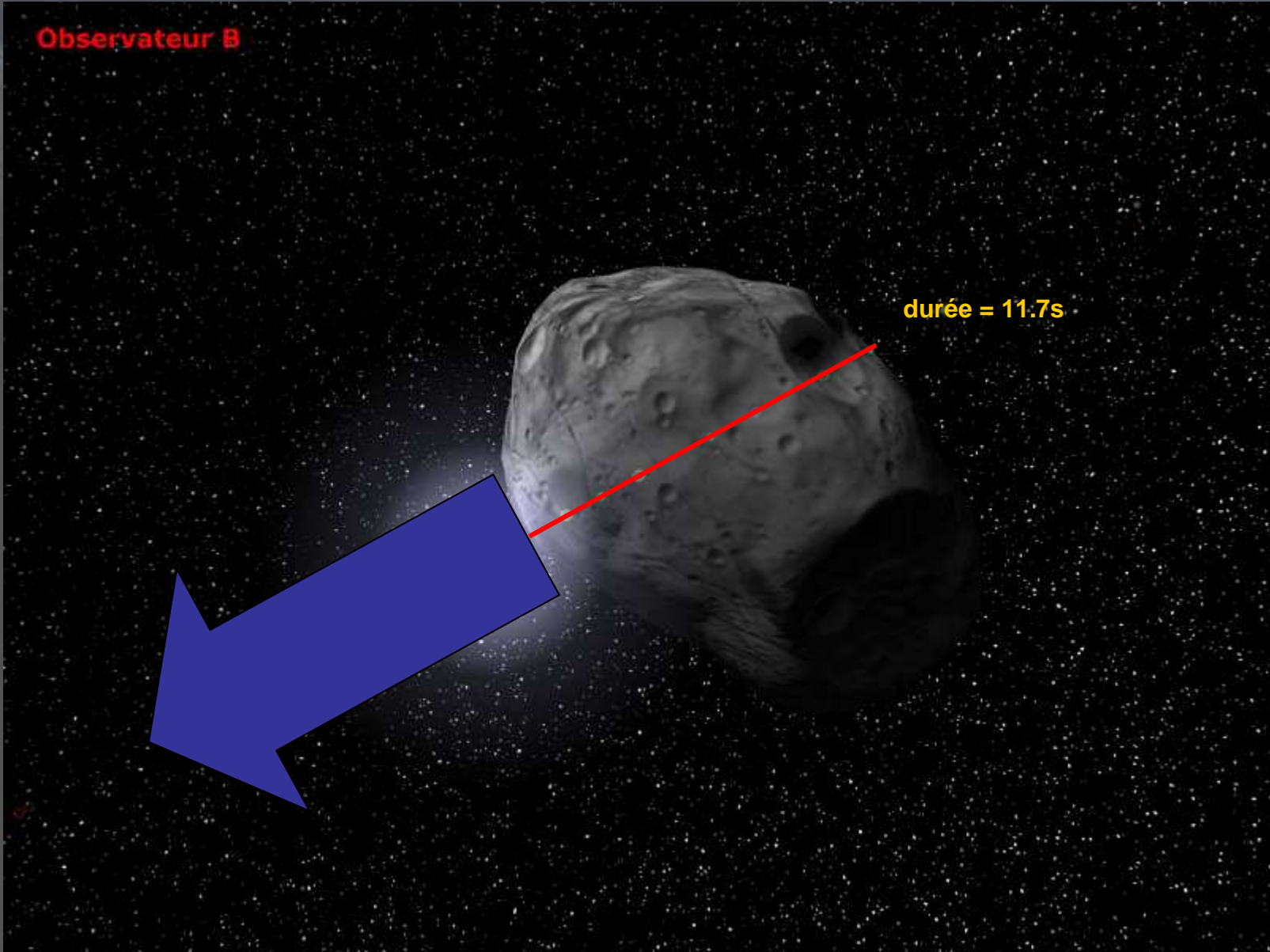


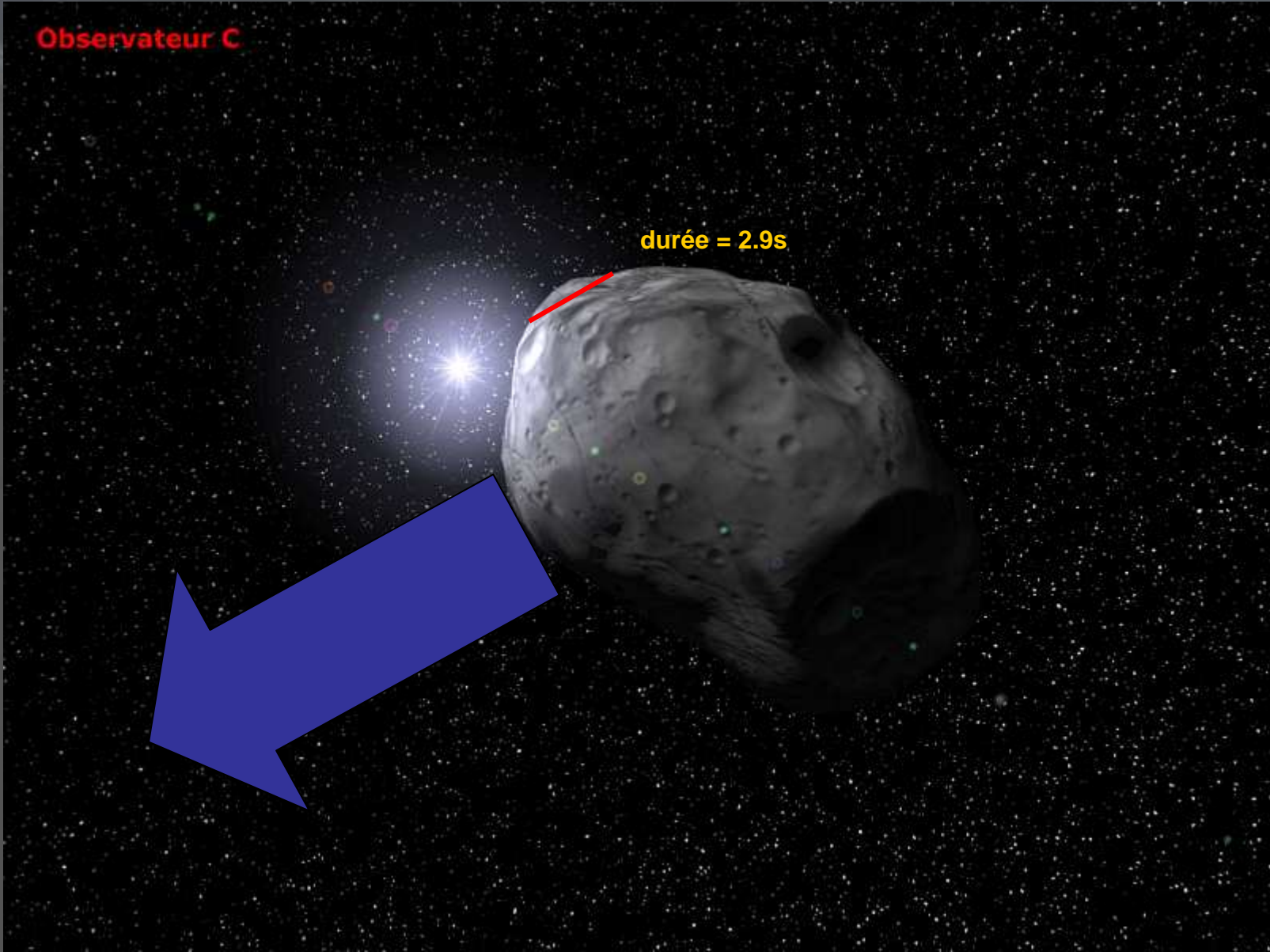




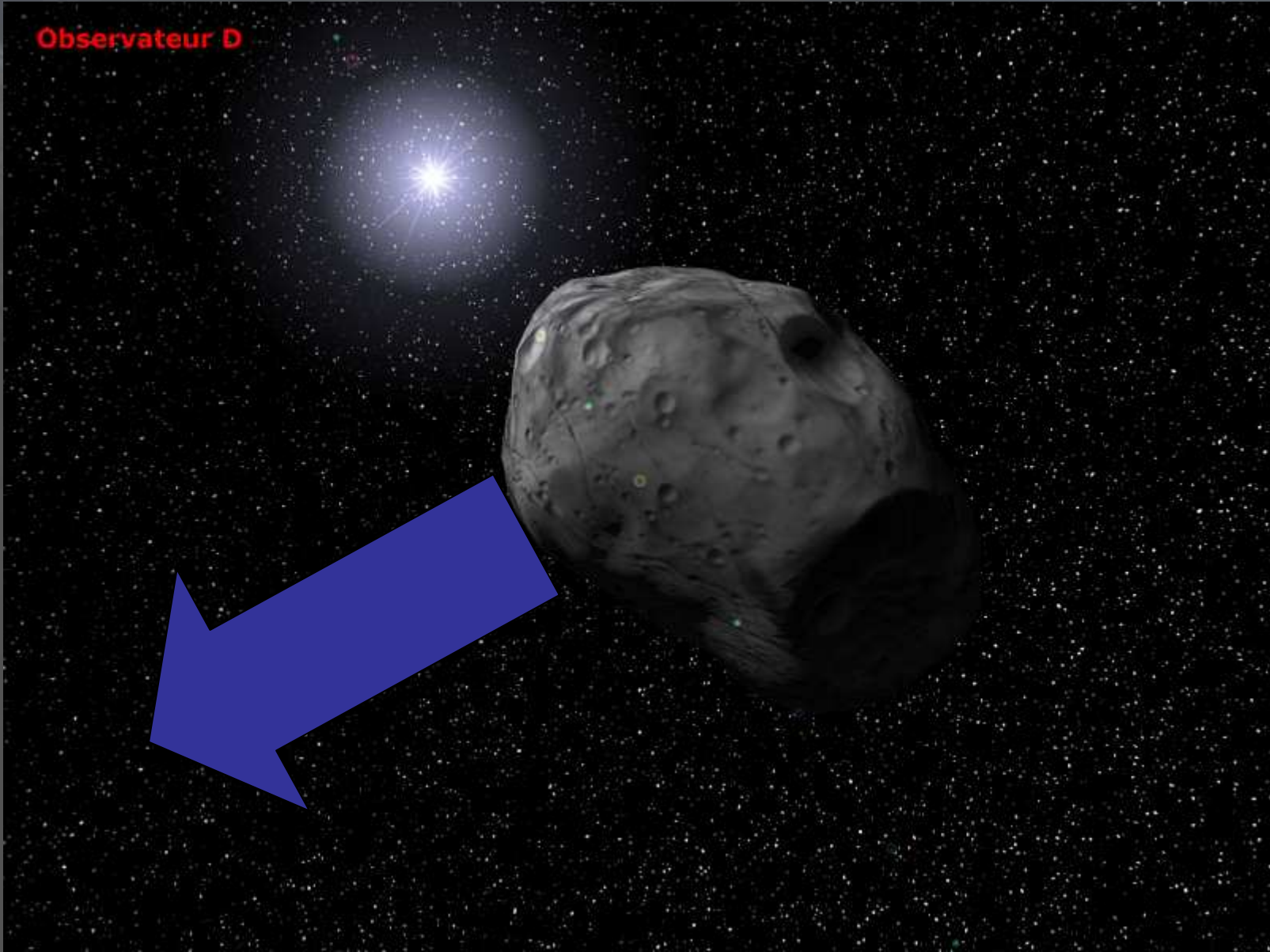
Observateur A

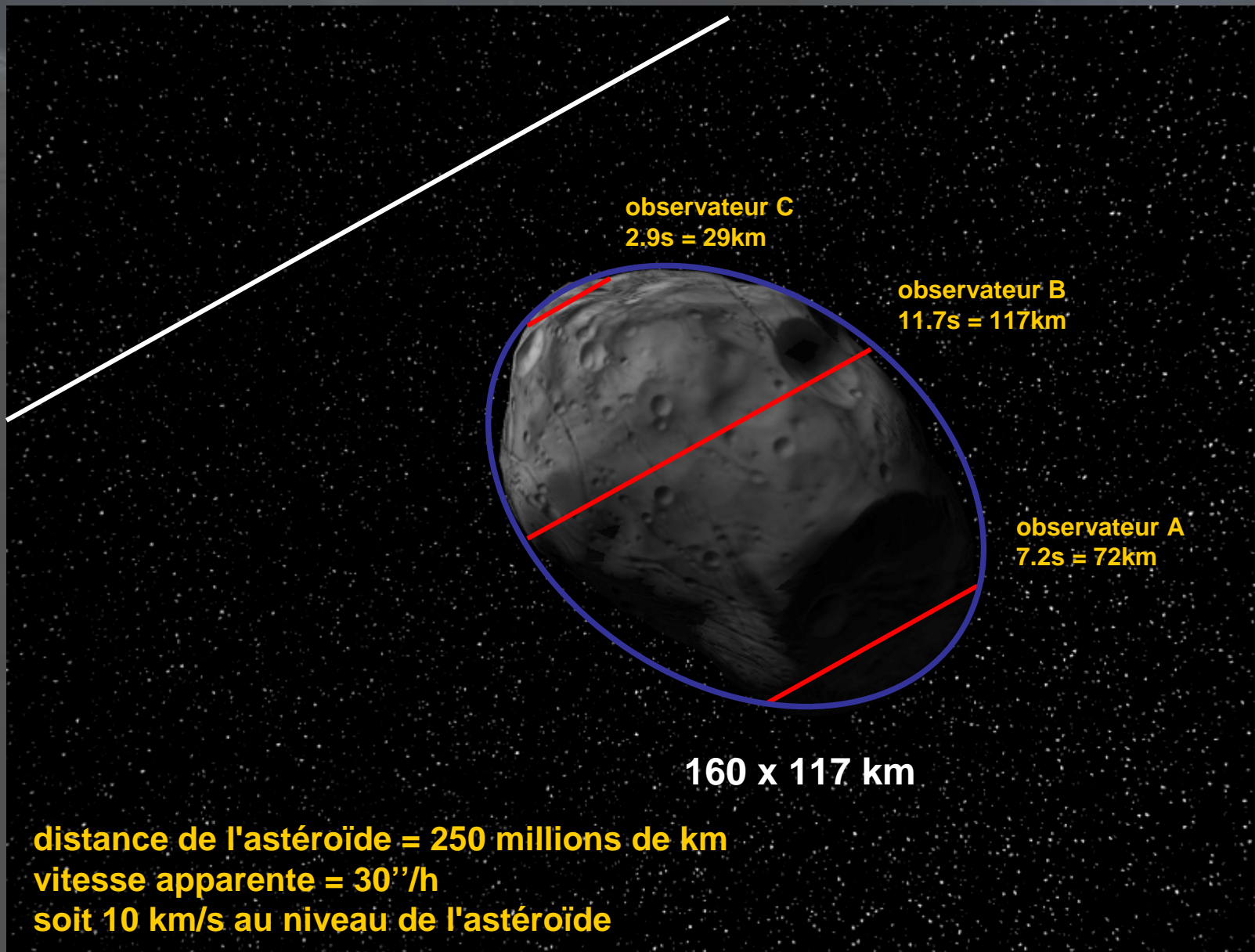
durée = 7.2s













The background of the slide is a dark, deep blue space scene. In the upper right, a bright sun or star is partially obscured by a dark, spherical planet, creating a lens flare effect. Below and to the left, another planet is visible, and further down, the rings of Saturn are seen, appearing as a series of parallel, slightly curved lines. The overall atmosphere is that of a vast, distant celestial environment.

cette mesure  
a deux grandes qualités :

- elle est directe

pas d'hypothèse sur les propriétés du corps mesuré  
(radiométrie infrarouge, photométrie, radar)

- elle est très précise

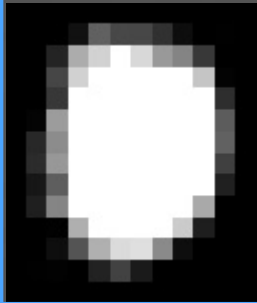
résolution angulaire typique de 1 mas pour une résolution  
temporelle de 0.1s

# Imaginons un astéroïde

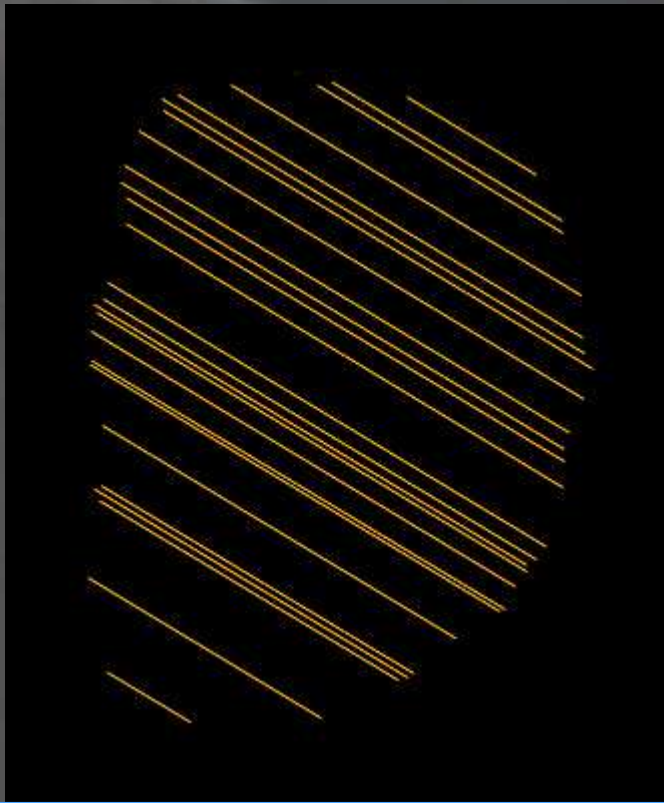
de 200 km de diamètre

à 300 millions de km de la Terre

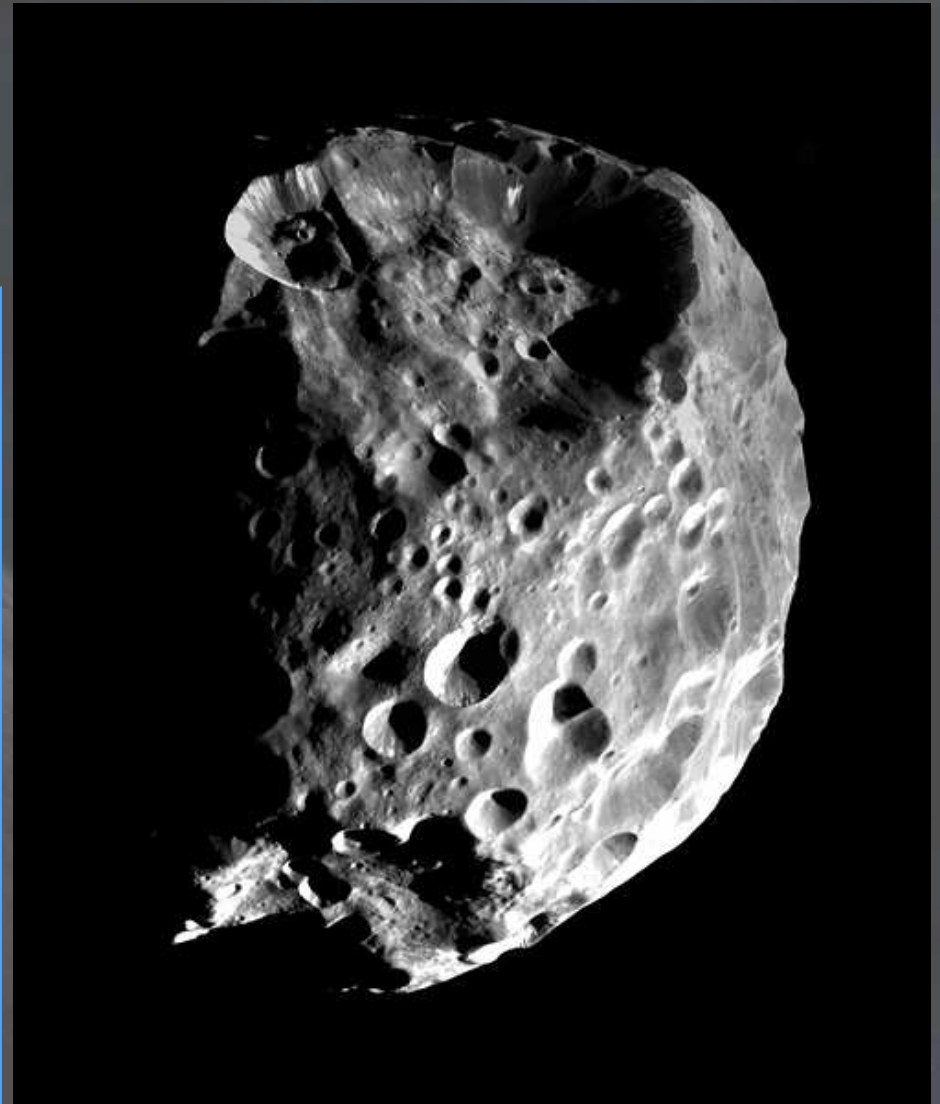
depuis la  
Terre



**VLT+AO**  
résolution ~60km



**Occultation stellaire**  
25 cordes  
résolution ~1km



**Sonde spatiale**  
résolution ~15m

sur place !

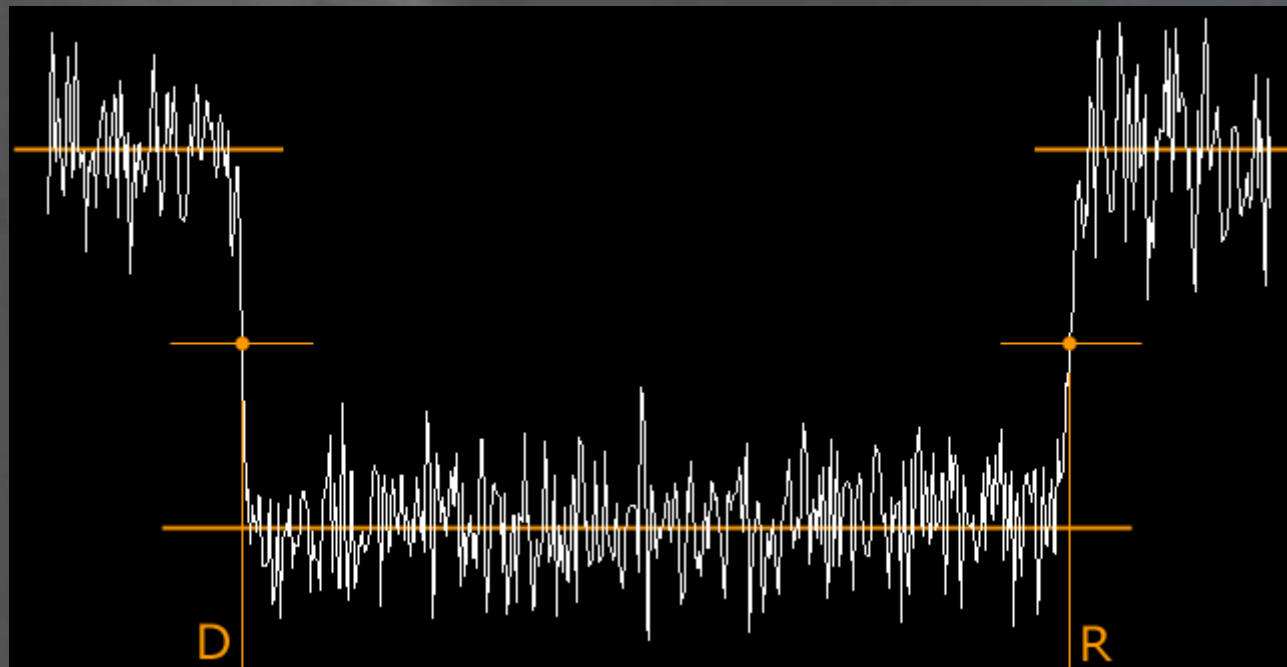
PROAM3

Eric Frappa - [www.euraster.net](http://www.euraster.net)

[www.indestruction.com/maxworld](http://www.indestruction.com/maxworld)

# observation vidéo

objectif : photométrie rapide et datée



**Tout l'intérêt des occultations  
réside dans la précision temporelle  
sur l'observation**

# caméras



## Watec 902H2 Ultimate

- cadence vidéo (40ms)
- gain et gamma réglables
- ~400 €

- ▶ la plus sensible à la cadence vidéo
- ▶ occultations < magnitude 12 avec un 200mm



## Watec 120N+

- caméra à intégration, jusqu'à 10.24s (+ vitesses rapides jusqu'à 1/2000s)
- gain et gamma réglables
- ~575 €

- ▶ étoiles faibles et bon S/B
- ▶ occultations > magnitude 12 avec un 200mm en jouant sur l'intégration selon résolution voulue

# datation : base de temps et incrustateur



**Garmin GPS-18 LVC**

~120 €

▶ datation à 1ms près de chaque trame (20ms) de l'image, couplé à un incrustateur

**GPS 1PPS**

## incrustateurs

**KIWI-2**

~135 € (indisponible)

▶ GPS

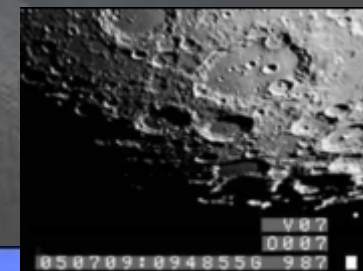


PROAM3

**TIM-10 (ex Cuno)**

~190 €

▶ GPS ou DCF



Eric Frappa - [www.euraster.net](http://www.euraster.net)



# enregistrement

## camscope miniDV

- ▶ compact
- ▶ de + en + difficile à trouver
- ▶ compression DV



## convertisseur video usb + netbook

- ▶ compact et grand écran
- ▶ !! attention DD et pas mémoire flash !!
- ▶ compression non destructive possible (Huffyuv)







planifier ses observations  
avec Occult Watcher  
(Hristo Pavlov)



Occult Watcher, ver. 3.0 - Pic du Midi (UTC +00:00)

Synchroniser maintenant Configuration Add-ins Aide

Astéroïde	Date, TU	Mag	Rang	Proba	Ombre	Distance	MAJ
<b>Mes événements</b>							
(674) Rachele	lun. 17 nov., 19:58 UT	10.9					
(79) Eurynome	lun. 01 déc., 18:28 UT	11.6					
(776) Berbericia	lun. 01 déc., 21:24 UT	11.3					
(1005) Arago	mar. 02 déc., 01:16 UT	11.5					
(462) Eriphyla	lun. 08 déc., 19:49 UT	10.5					
<b>IOTA Updates</b>							
(10005) Chernega	mer. 12 nov., 22:41 UT	6.2					
(346) Hermentaria	dim. 16 nov., 19:42 UT	11.0					
(3346) Gerla	lun. 17 nov., 23:34 UT	11.4					
(65) Cybele **?	mer. 19 nov., 17:36 UT	12.1					
(1035) Amata	sam. 22 nov., 05:45 UT	11.5					
(145) Adeona	sam. 22 nov., 05:46 UT	9.9					
(1098) Hakone	mer. 26 nov., 16:56 UT	11.3					
(361) Bononia **?	sam. 06 déc., 02:16 UT	10.3					
2001 XQ254	lun. 08 déc., 05:50 UT	11.6					
(1240) Centenaria	mer. 10 déc., 03:19 UT	12.6					
(3687) Dzus	dim. 14 déc., 23:36 UT	10.3					
(5900) Jensen	lun. 15 déc., 16:50 UT	10.4					
(1144) Oda	lun. 15 déc., 22:47 UT	10.3					
<b>TNO Extras</b>							

### Configuration

Général Filtres d'événements Autres options Flux de prédictions Planificateur

**Mon site**  
Précisez la position géographique de votre site pour les calculs

Longitude 0° 8' 32" Est  
Latitude 42° 56' 11" Nord

Afficher les distances en:  Kilomètres  Miles  
Afficher les heures en:  T. Local  T.U.

Afficher l'azimut en:  N, NE, E, SE, S, SO, O, NO  Degrés

Couleurs: contrastées

Lister les événements: par flux  
 Montrer 'Mes événements'

Sites: Saint-Etienne, Labastide Murat, TAROT Nord, **Pic du Midi**, Dax, Panissieres, Les Makes, Editer les sites sauvegardés

OK Annuler

G [IOTA Updates]

vous | centre | ombre | 1-sigma | limites 2 & 3-sigma

**(79) Eurynome occulte 2UCAC 29205097**

Heure: 18:28:43 UT Magnitude combinée: 11.6 m Constellation: **Aquarius**

Position: Dans l'ombre, à 40 km de la ligne centrale Erreur sur l'heure: 4 sec Magnitude Etoile: 12.9 m

Il y a actuellement 8 stations annoncées pour cet événement. 1 station de votre part. Durée max: 3.3 sec Chute magnitude: 0.4 m

Hauteur Etoile: 39° @193°  
Hauteur Soleil: -22°  
Hauteur Lune: 9° @226°  
Distance Lune: 42°

Carte en ligne avec stations Détails sur le web Fichier kml 'Google Earth' Répartition des stations

Dernière mise à jour le 2008/11/09 10:18:45

Occult Watcher, ver. 3.0 - Pic du Midi (UTC +00:00)

Synchroniser maintenant Configuration Add-ins Aide

Astéroïde	Date, TU	Mag	Rang	Proba	Ombre	Distance	MAJ
<b>Mes événements</b>							
(674) Rachele	lun. 17 nov., 19:58 UT	10.9	78	0.0%			
(79) Eurynome	lun. 01 déc., 18:28 UT	11.6	48	27.4%			
(776) Berbericia	lun. 01 déc., 21:24 UT	11.3	94	56.3%			
(1005) Arago	mar. 02 déc., 01:16 UT	11.5	74	23.3%			
(462) Eriphyla	lun. 08 déc., 19:49 UT	10.5	63	4.3%			
<b>IOTA Updates</b>							
(10005) Chernega	mer. 12 nov., 22:41 UT	6.2	16	0.1%			
(346) Hermentaria	dim. 16 nov., 19:42 UT	11.0	89	0.0%			
(3346) Gerla	lun. 17 nov., 23:34 UT	11.4	20	0.3%			
(65) Cybele **?	mer. 19 nov., 17:36 UT	12.1	48	8.3%			
(1035) Amata	sam. 22 nov., 05:45 UT	11.5	53	0.0%			
(145) Adeona	sam. 22 nov., 05:46 UT	9.9	100	0.4%			
(1098) Hakone	mer. 26 nov., 16:56 UT	11.3	55	0.0%			
(361) Bononia **?	sam. 06 déc., 02:16 UT	10.3	100	0.0%			
2001 XQ254	lun. 08 déc., 05:50 UT	11.6	4	2.4%			
(1240) Centenaria	mer. 10 déc., 03:19 UT	12.6	80	2.5%			
(3687) Dzus	dim. 14 déc., 23:36 UT	10.3	22	2.7%			
(5900) Jensen	lun. 15 déc., 16:50 UT	10.4	22	2.3%			
(1144) Oda	lun. 15 déc., 22:47 UT	10.3	55	8.3%			
<b>TNO Extras</b>							

### Configuration

Général **Filtres d'événements** Autres options Flux de prédictions Planificateur

Défaut  filtre

Le filtre par défaut est utilisé pour tous les flux sans filtre personnalisé

**Ne pas afficher les événements pour ...**

- \* Site à plus de  km de
- \* Magnitude dépassant  (étoile cible)
- \* Hauteur inférieure à  degrés
- \* Ombre de l'astéroïde inférieure à  km
- \*  Événement se produisant en plein jour

Afficher les anciens événements des  derniers jours

G [IOTA Updates]

vous | centre | ombre | 1-sigma | limites 2 & 3-sigma

**(79) Eurynome occulte 2UCAC 29205097**

Heure: 18:28:43 UT Magnitude combinée: 11.6 m Constellation: **Aquarius**

Position: Dans l'ombre, à 40 km de la ligne centrale Erreur sur l'heure: 4 sec Magnitude Etoile: 12.9 m

Il y a actuellement 8 stations annoncées pour cet événement. 1 station de votre part. Durée max: 3.3 sec Chute magnitude: 0.4 m

Hauteur Etoile: 39° @193°  
 Hauteur Soleil: -22°  
 Hauteur Lune: 9° @226°  
 Distance Lune: 42°

[Carte en ligne avec stations](#) [Détails sur le web](#) [Fichier kml 'Google Earth'](#) [Répartition des stations](#)

Dernière mise à jour le 2008/11/09 10:18:45



Occult Watcher, ver. 3.0 - Pic du Midi (UTC +00:00)

Synchroniser maintenant Configuration Add-ins Aide

Astéroïde	Date, TU	Mag	Rang	Proba	Ombre	Distance	MAJ
<b>Mes événements</b>							
(674) Rachele	lun. 17 nov., 19:58 UT	10.9	78	0.0%	121 km	501 km @17°	20 oct., 23:49
(79) Eurynome	lun. 01 déc., 18:28 UT	11.6	48	27.4%	97 km	41 km @331°	20 oct., 23:36
(776) Berbericia	lun. 01 déc., 21:24 UT	11.3	94	56.3%	151 km	59 km @178°	20 oct., 23:35
(1005) Arago	mar. 02 déc., 01:16 UT	11.5	74	23.3%	58 km	58 km @8°	31 oct., 23:42
(462) Eriphyla	lun. 08 déc., 19:49 UT	10.5	63	4.3%	40 km	85 km @331°	31 oct., 23:50
<b>IOTA Updates</b>							
(10005) Chernega	mer. 12 nov., 22:41 UT	6.2	16	0.1%	10 km	142 km @152°	02 oct., 14:34
(346) Hermentaria	dim. 16 nov., 19:42 UT	11.0	89	0.0%	152 km	434 km @318°	20 oct., 23:42
(3346) Gerla	lun. 17 nov., 23:34 UT	11.4	20	0.3%	34 km	325 km @180°	20 oct., 23:48
(65) Cybele **?	mer. 19 nov., 17:36 UT	12.1	48	8.3%	512 km	985 km @332°	20 oct., 23:57
(1035) Amata	sam. 22 nov., 05:45 UT	11.5	53	0.0%	56 km	342 km @229°	21 oct., 00:06
(145) Adeona	sam. 22 nov., 05:46 UT	9.9	100	0.4%	218 km	217 km @215°	21 oct., 00:08
(1098) Hakone	mer. 26 nov., 16:56 UT	11.3	55	0.0%	38 km	295 km @295°	21 oct., 00:24
(361) Bononia **?	sam. 06 déc., 02:16 UT	10.3	100	0.0%	175 km	1828 km @21°	31 oct., 23:47
2001 XQ254	lun. 08 déc., 05:50 UT	11.6	4	2.4%	118 km	308 km @31°	31 oct., 23:49
(1240) Centenaria	mer. 10 déc., 03:19 UT	12.6	80	2.5%	59 km	109 km @198°	31 oct., 23:52
(3687) Dzus	dim. 14 déc., 23:36 UT	10.3	22	2.7%	48 km	259 km @330°	31 oct., 23:57
(5900) Jensen	lun. 15 déc., 16:50 UT	10.4	22	2.3%	40 km	229 km @335°	31 oct., 23:58
(1144) Oda	lun. 15 déc., 22:47 UT	10.3	55	8.3%	69 km	137 km @356°	31 oct., 23:57
<b>TNO Extras</b>							

G [IOTA Updates] D

vous | centre | ombre | 1-sigma | limites 2 & 3-sigma

**(79) Eurynome occulte 2UCAC 29205097**

Heure: 18:28:43 UT Magnitude combinée: 11.6 m Constellation: **Aquarius**

Position: Dans l'ombre, à 40 km de la ligne centrale Erreur sur l'heure: 4 sec Magnitude Etoile: 12.9 m

Durée max: 3.3 sec Chute magnitude: 0.4 m

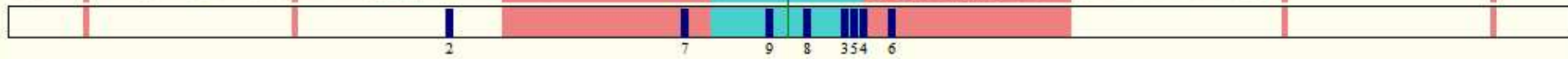
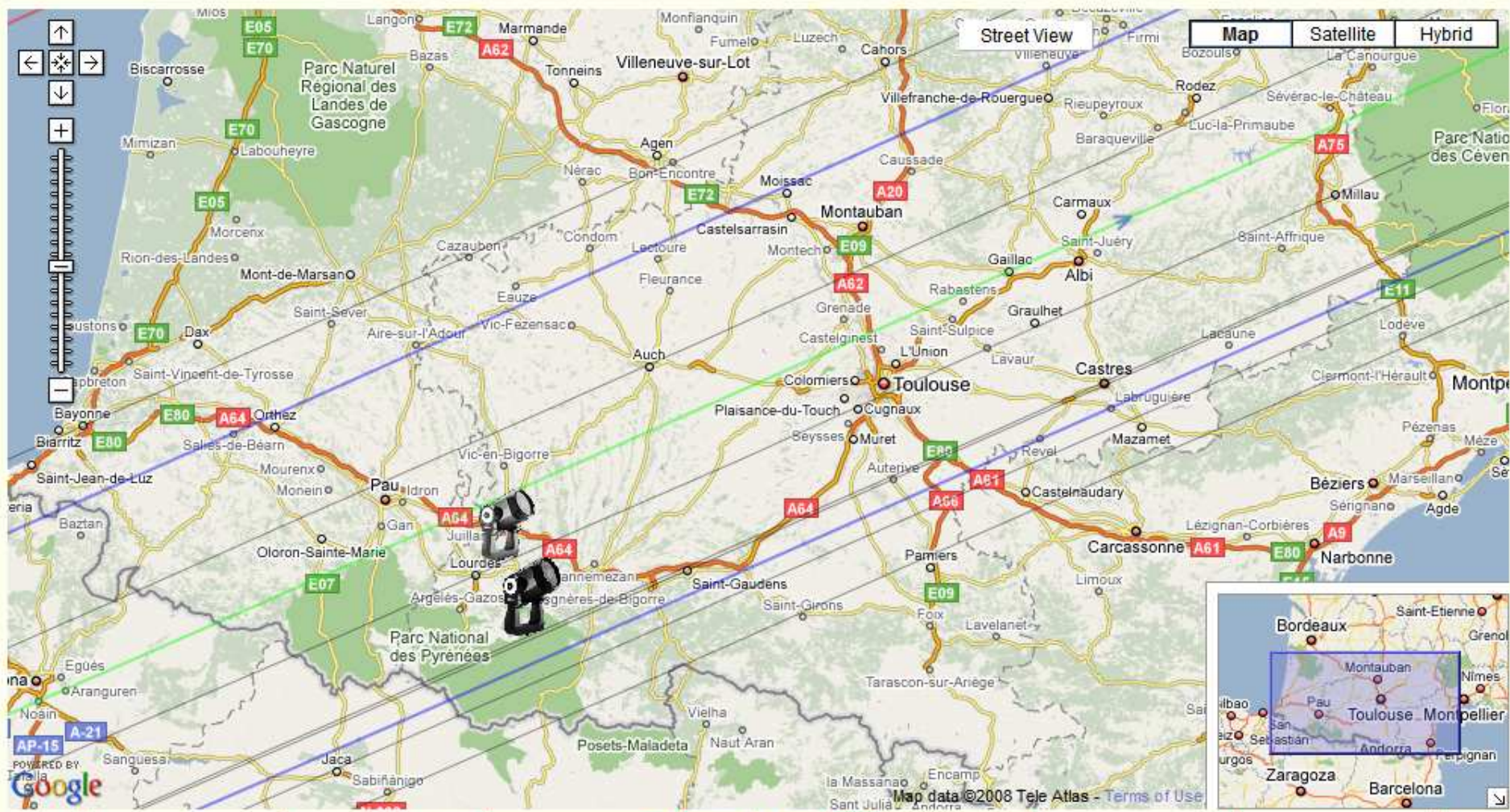
Hauteur Etoile: 39° @193°  
 Hauteur Soleil: -22°  
 Hauteur Lune: 9° @226°  
 Distance Lune: 42°

Il y a actuellement 8 stations annoncées pour cet événement.  
 1 station de votre part.

Carte en ligne avec stations Détails sur le web Fichier kml 'Google Earth' Répartition des stations

Dernière mise à jour le 2008/11/09 10:18:45

PROAM3 Eric Frappa - www.euraster.net



Stations actuellement annoncées par d'autres observateurs:  
2 = Mânek J Home; 3 = Frappa E Pic du Midi; 4 = Simone Bolzoni; 5 = C R Home; 6 = Pinsoro O Home; 7 = Dangi G Home; 8 = Observatoire de Visker; 9 = M. K Home

Faites un clic droit sur la carte pour définir un autre site d'observation.  
Cliquez gauche sur la carte pour activer le mode street view. Cliquez alors sur les rues marquées pour ouvrir la fenêtre street view.



The background of the slide is a dark, deep blue space scene. On the left side, the rings of Saturn are visible, extending from the top left towards the bottom right. In the upper right quadrant, there is a bright, glowing celestial body, possibly a sun or a star, which creates a lens flare effect with several rays of light. Below it, a large, dark, spherical planet or moon is partially visible. The overall atmosphere is serene and cosmic.

# réduire ses vidéos avec Limovie

(Kazuhisa Miyashita)

Light Measurement Tool for Occultation Observation using Video Recorder [Limovie 0.9.28]

File Edit Option

00:12:05 16/07/07  
0714.2 0734.2

Limovie File Format (for Ver.0.9.26 later)  
 "FileName : D:\sauvegarde positives video\20070"  
 "Video System : PAL , FrameRate=25.00"  
 "Time",,"Centre of",,"End of",,"Result",,"Objet"  
 "Detect",,"VTI",,"Frame",,"Frame",,"Sound",,"Meas"  
 "No.",,"Signal1",,"Signal2",,"H",,"M",,"S",,"/Frame",,"C

Gamma Reverse Correction 1.00  
 End Time of Field Exposure (Field1=Centre of Frame)  
 h m s [Field1] [Field2] Threshold S1 S2  
 h m s [Field1] s [Field2] 80  KIWI

Audio Channel Display Star Image [3D]

Current Frame 79 Measurement  
 -10sec -1sec -1Fr 1Fr+ 1sec+ 10sec+ 1Frame DEL START STOP DataRemove SaveToCSV-File

Measurement Value	Position	Linked Tracking	Speed Control	Form of BKG-Area	Number of Pixels / Radius
BKG/Frame 11.6	Center Tracking X= 397 397 Y= 239 239	<input type="checkbox"/> Obj.2=>1 Frame1 Frame2 Set Clr Set Clr	0 Delay (Sec) 1.0 Passed Point (Frame.) Frame1 Frame2 Set Clr Set Clr	<input checked="" type="radio"/> Standard <input type="radio"/> Avoid Sunlit Face <input type="radio"/> Meteor/Lunar Limb	Aperture Background Even 32 976 Odd 37 964 Frame 69 1940
Star Even 1051.2 Odd 778.2 Frame 1831.8 Color Value	Half Flux Diameter 3.434	<input checked="" type="radio"/> Star Tracking <input checked="" type="checkbox"/> Sync-APT <input type="radio"/> Anchor <input type="radio"/> Drift <input type="radio"/> OFF Radius Threshold 3 5		Direction Setting Width 25 Gap 10	Radius Inner Outer 4 7 25

File  
D:\sauvegarde positives video\20070  
AVI File Open Load CSV Exit

Measurement / View Option  
Field Show Interval 1  
 Field Measure

Field Order  
 Even first  
 Odd first  
Graph Noise Reduction



Light Measurement Tool for Occultation Observation using Video Recorder [Limovie 0.9.28]

File Edit Option

Graph

```

.....,2942.6,,,2.897,,,4535,29829,101,1
.....,2774.3,,,3.450,,,4402,30491,101,1
.....,2084.5,,,2.848,,,3833,32755,101,1
.....,2522.3,,,2.976,,,4326,33789,101,1
.....,2418.7,,,2.810,,,4218,33706,101,1
.....,2373.7,,,3.611,,,4004,30540,101,1
.....,2234.5,,,2.475,,,3966,32435,101,1
.....,2579.0,,,3.700,,,4189,30160,101,1
.....,2905.4,,,3.358,,,4507,30003,101,1
.....,2764.9,,,3.486,,,4354,29768,101,1
.....,2779.9,,,3.765,,,4387,30106,101,1
.....,2236.7,,,3.131,,,4013,33274,101,1
.....,2752.6,,,3.490,,,4436,31535,101,1
.....,2853.3,,,3.346,,,4622,33132,101,1
.....,3168.1,,,3.444,,,4907,32574,101,1
.....,2564.6,,,3.086,,,4106,28875,101,1
.....,2401.6,,,3.494,,,4014,30204,101,1
.....,3014.3,,,3.738,,,4671,31035,101,1
.....,2509.6,,,3.586,,,4086,29530,101,1
.....,2218.5,,,2.484,,,3871,30955,101,1
.....,3496.1,,,4.001,,,5054,29184,101,1
.....,2175.9,,,2.731,,,3961,33440,101,1
.....,2816.3,,,3.580,,,4364,28992,101,1
.....,2018.2,,,2.324,,,3851,34334,101,1

```

Reverse Correction 1.00

Field Exposure (Field1=Centre of Frame)

[Field1] [Field2] Threshold S1 S2

(Field1) s (Field2) 80  KIWI

Channel Display Star Image [3D]

.sauvegarde positives video\20071

File Open Load CSV Exit

Current Frame Value: 653

Scale 1

Y Axis Min Max

Line  Data  Axis

Width  Part  Entire

Object 1 2 3

FFT

Star Image [3D] Reset Diffraction close

Standard  Avoid Sunlit Face  Meteor/Lunar Limb

Aperture Even 51 Odd 50 Frame 101

Background 946 946 1892

Direction Setting Width 25 Gap 10

Radius Inner 5 Outer 25

Measurement / View Option Field Show Interval 1

Field Measure

Field Order  Even first  Odd first

Graph Noise Reduction

BKG/Frame 17.5

Star Even 816.0

Odd 1202.8

Frame 2018.2

Color Value

X= 375 Y= 275

Half Flux Diameter 2.324

PositionSet  Star  Signal1  Signal2  TIVi

Star Tracking  Sync-APT

Anchor  Drift  OFF

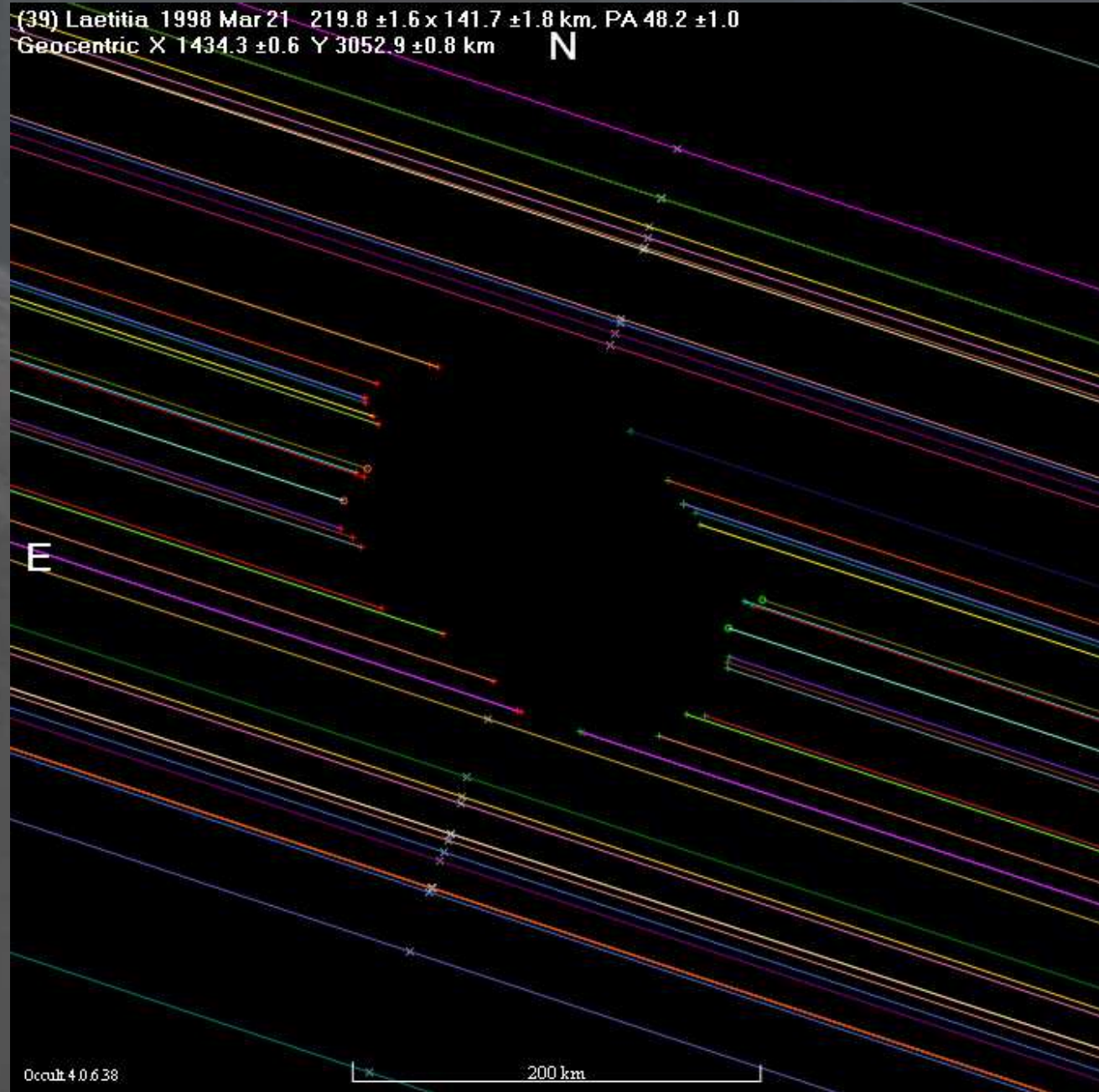
Radius Threshold 10 45

Passed Point (Frame.) Frame1 Frame2



# résultats

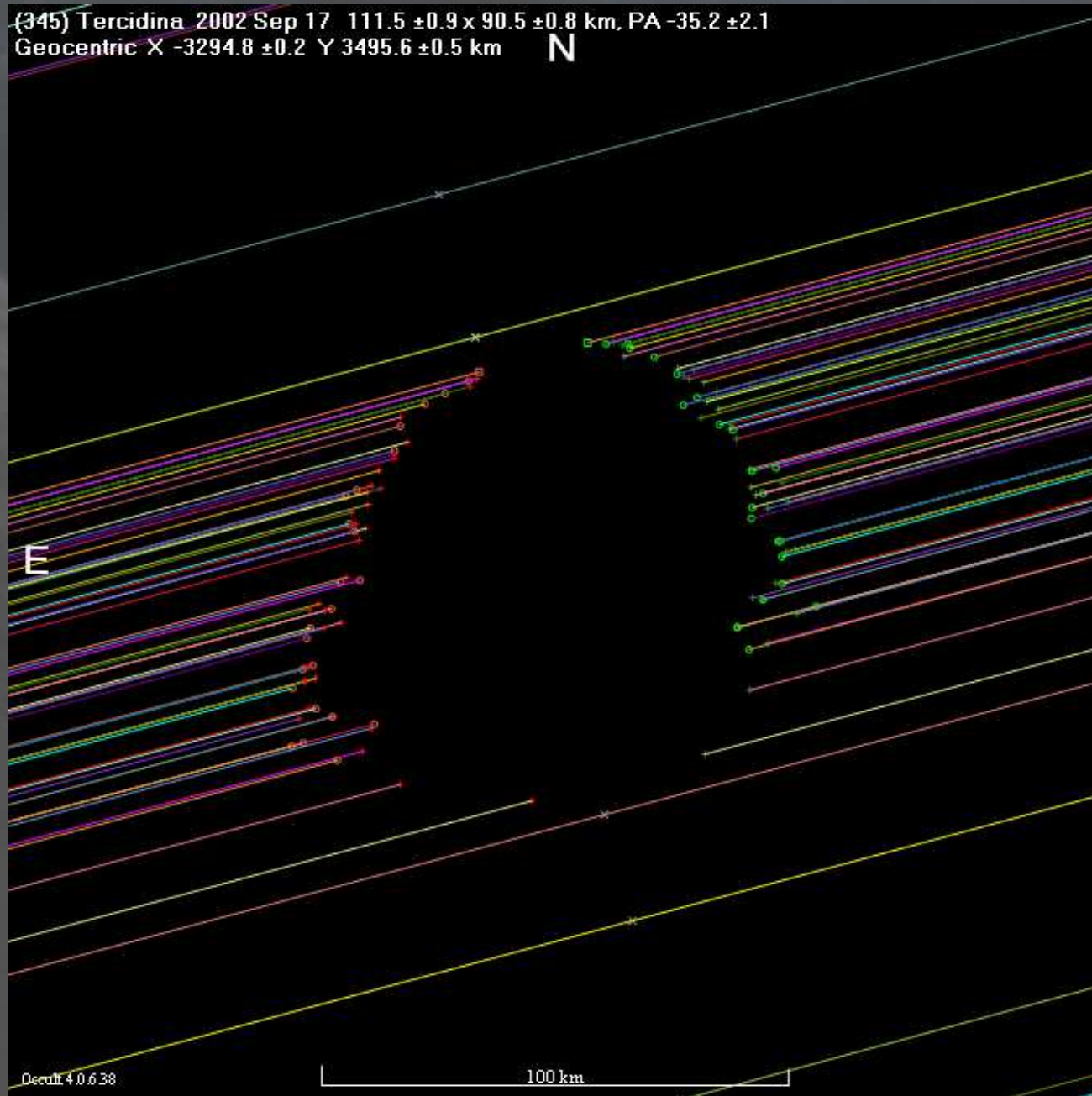
- 61 participants
- 16 stations positives





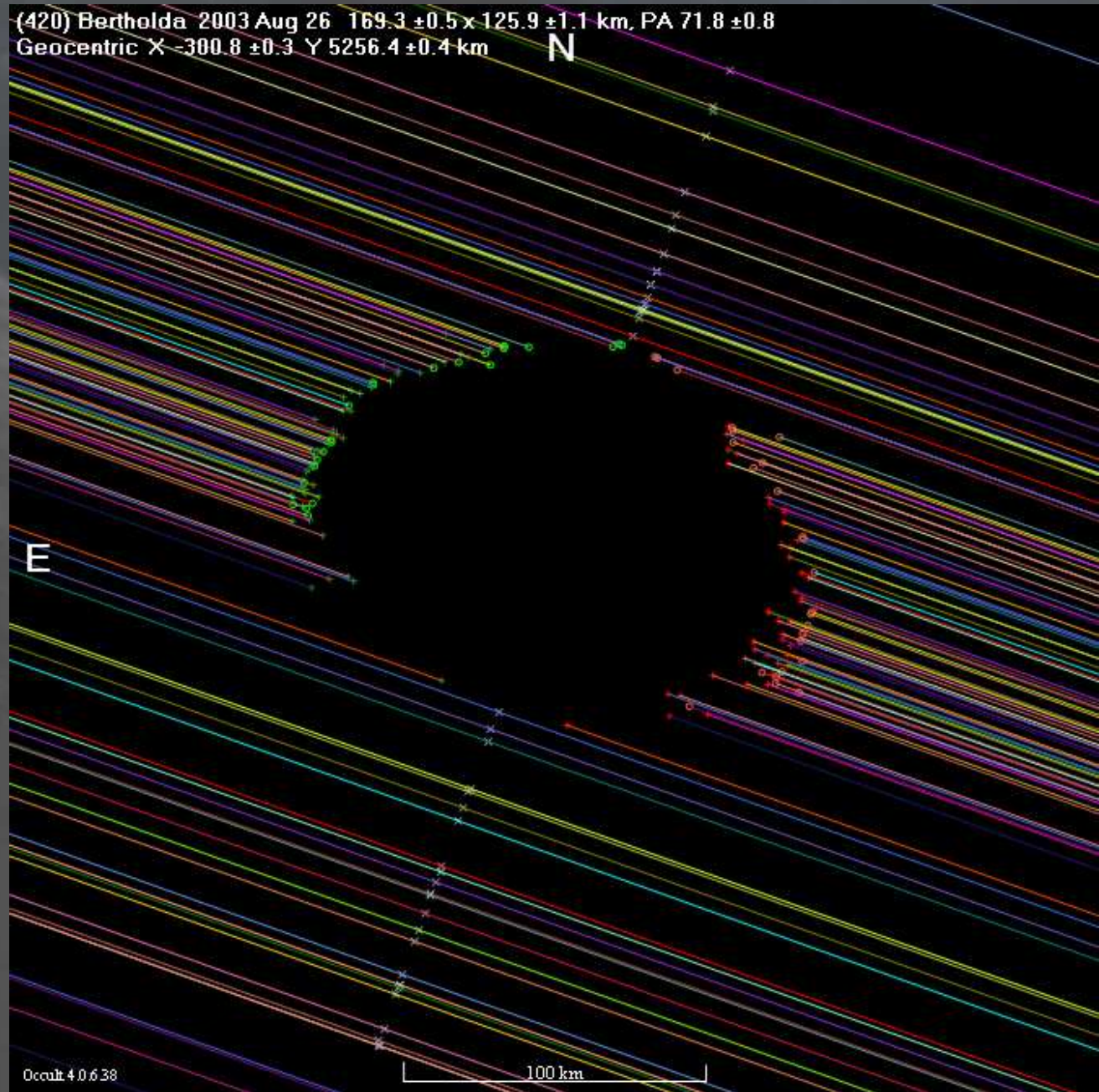
{345} Tercidina 2002 Sep 17  $111.5 \pm 0.9 \times 90.5 \pm 0.8$  km, PA  $-35.2 \pm 2.1$   
Geocentric X  $-3294.8 \pm 0.2$  Y  $3495.6 \pm 0.5$  km N

- 90 participants
- 57 stations positives





- 158 participants
- 71 stations positives



# Occultation of TYC 5757-00353-1 by 420 Bertholda on 2003 Aug 26 at 21h 46.2m UT

## Star (2000):

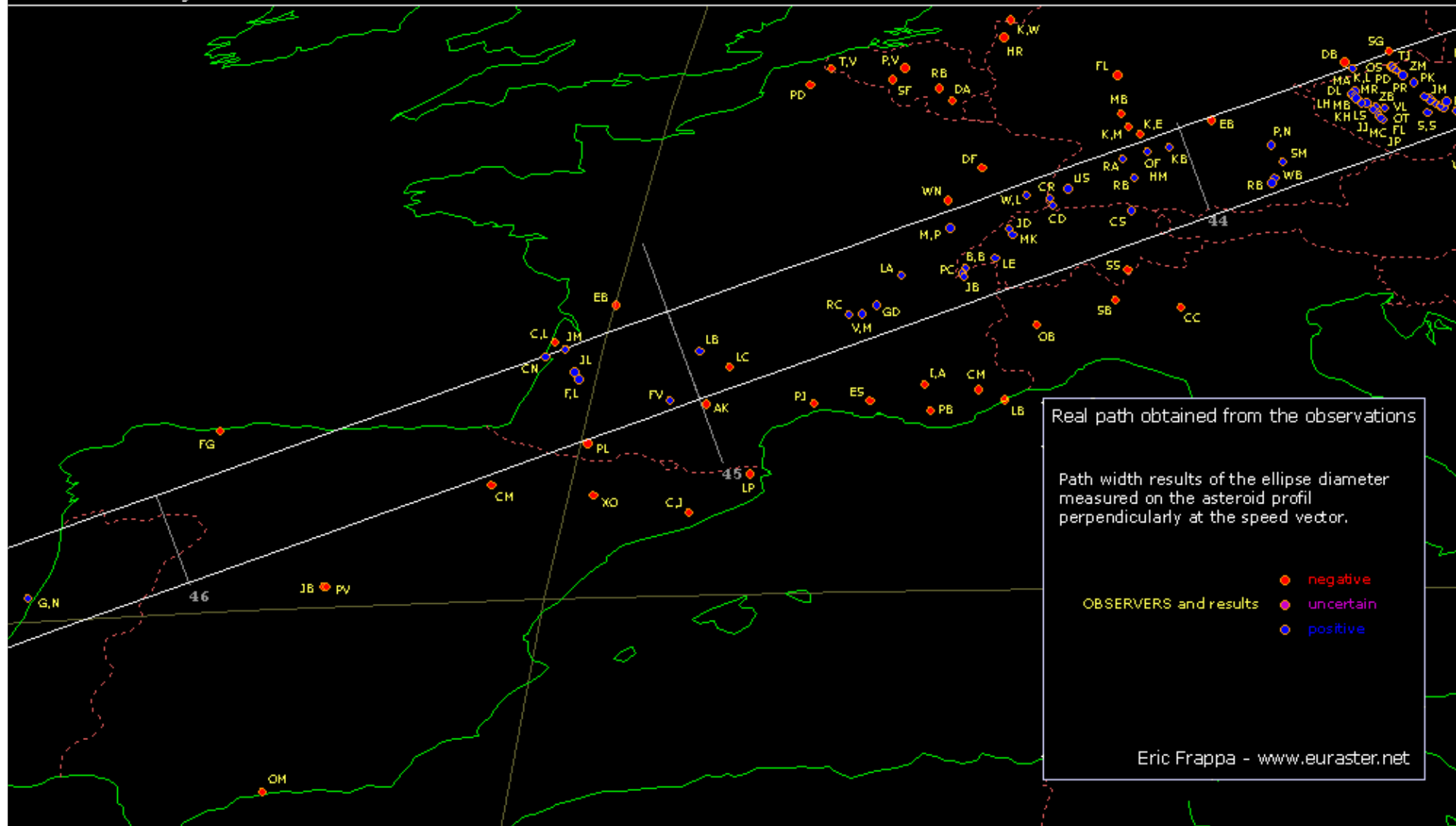
Mag = 8.6  
 RA = 20 54 47.410  
 Dec = - 8 10 52.50

Max Duration = 11.9 secs  
 Mag Drop = 5.0  
 Sun : Dist = 159 deg  
 Moon: Dist = 163 deg  
 illum = 1%

## Asteroid:

Mag = 13.6  
 Dia = 127km, 0.068"  
 Parallax = 3.410"  
 Hourly dRA = -1.495s  
 dDec = -8.17"

Plot for Long -1.0 Lat 43.0



**Occultation of TYC 5757-00353-1 by 420 Bertholda on 2003 Aug 26 at 21h 46.2m UT**

**Star (2000):**

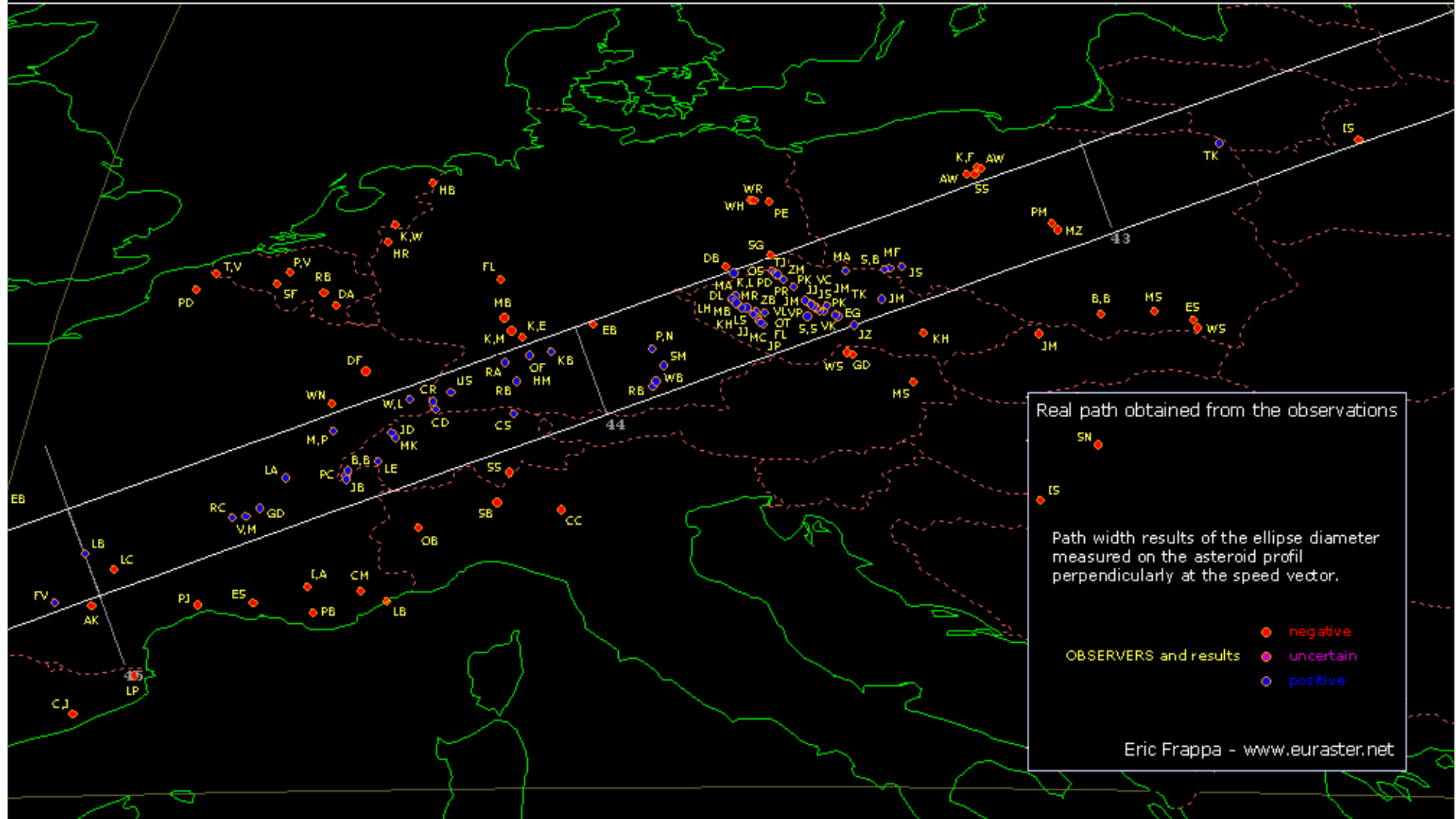
Mag = 8.6  
 RA = 20 54 47.410  
 Dec = - 8 10 52.50

Max Duration = 11.9 secs  
 Mag Drop = 5.0  
 Sun : Dist = 159 deg  
 Moon: Dist = 163 deg  
 illum = 1%

**Asteroid:**

Mag = 13.6  
 Dia = 127km, 0.068"  
 Parallax = 3.410"  
 Hourly dRA = -1.495s  
 dDec = -8.17"

Plot for Long 9.0 Lat 47.0

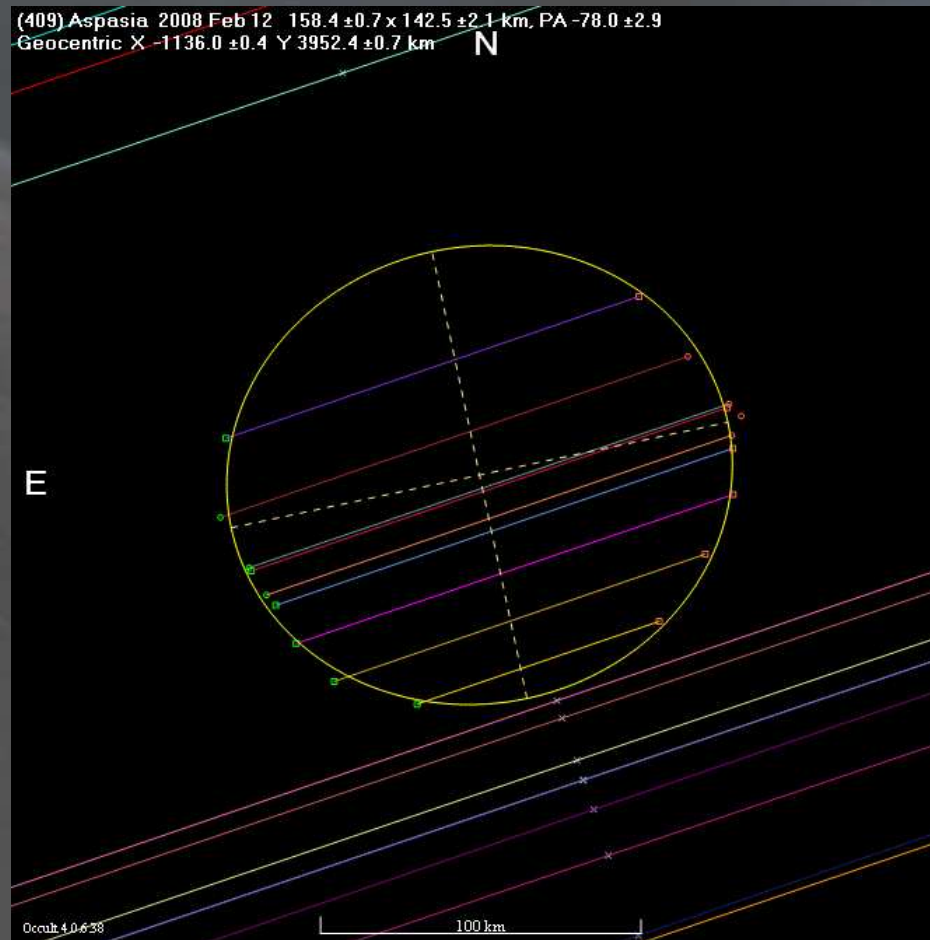


A space scene featuring a planet's rings in the foreground, a moon in the middle ground, and a sun in the background. The sun is bright and creates a lens flare effect. The moon is partially obscured by the rings.

# "sous-produits" des mesures d'occultations

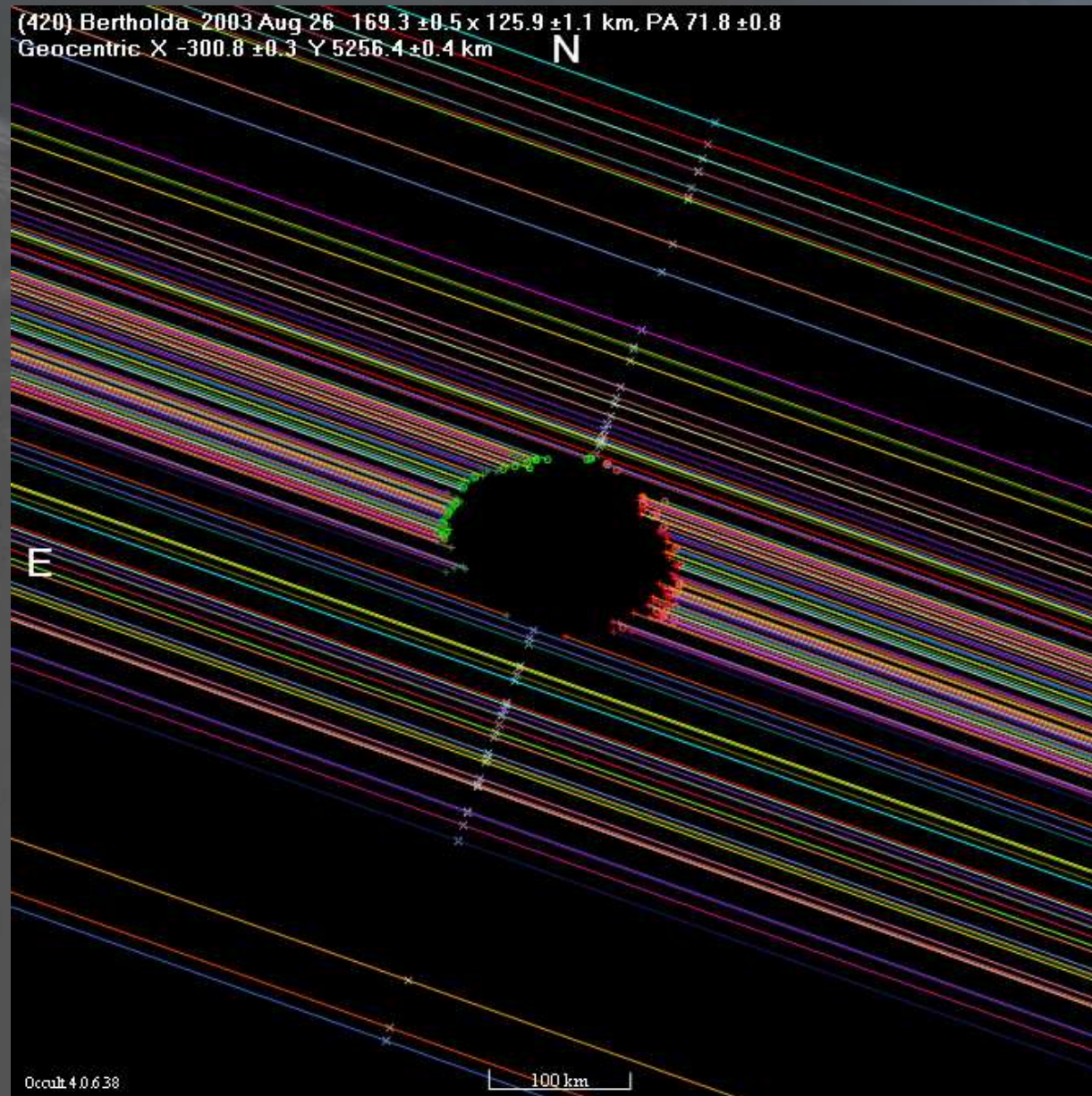


# astrométrie



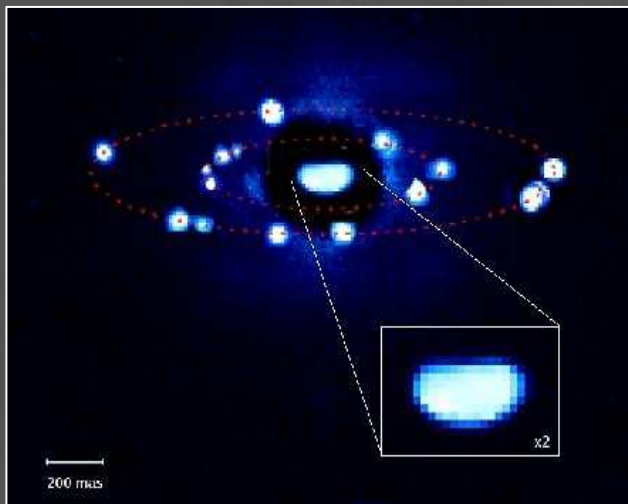
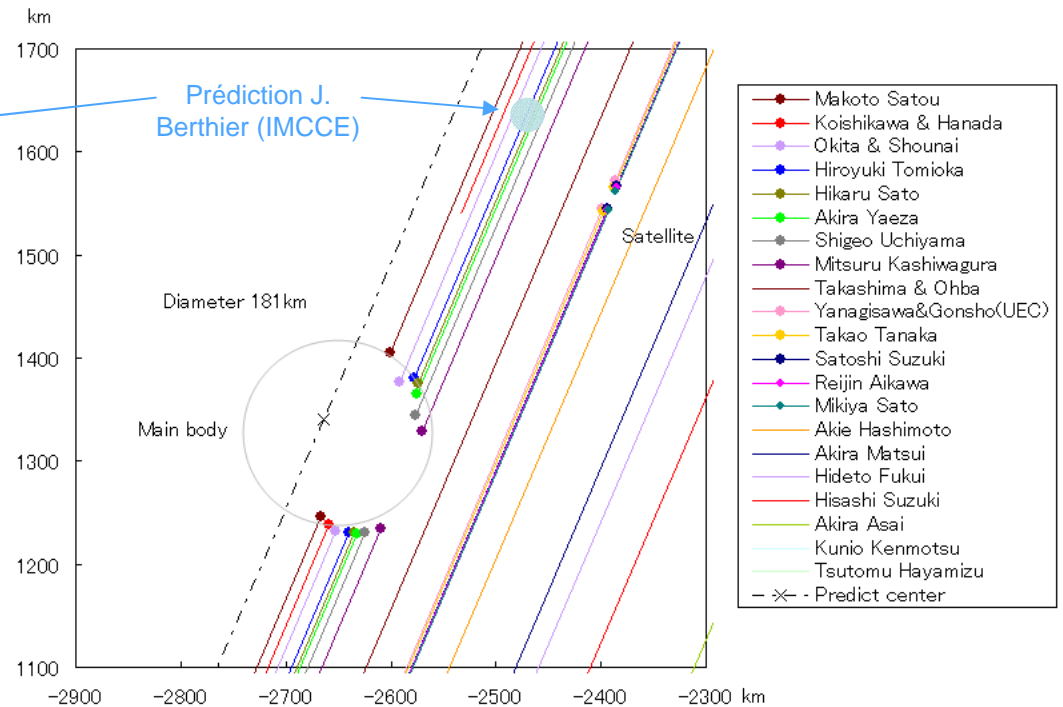
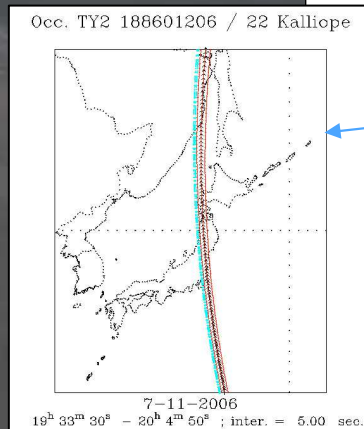
Améliorer la connaissance de l'orbite de  
l'astéroïde (astrométrie meilleure que 10 mas)

# détection de satellite



# astrométrie d'un satellite connu

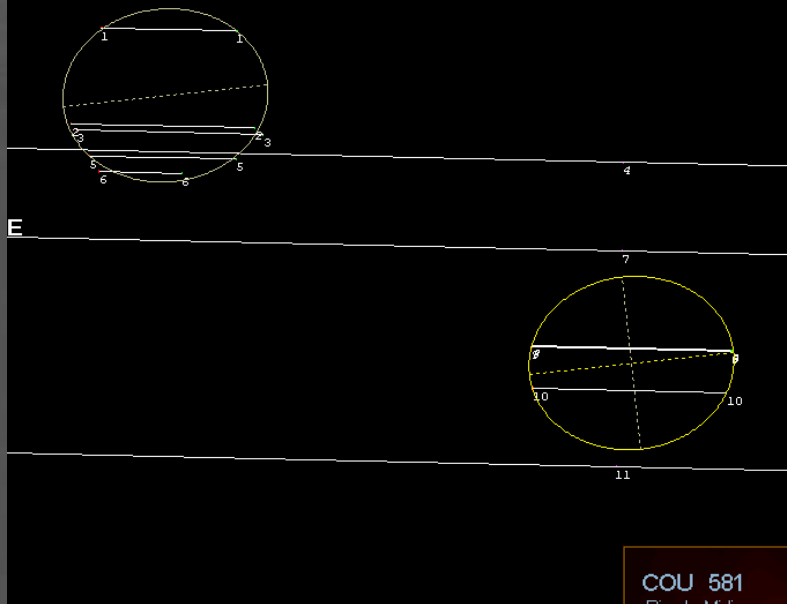
(22)Kalliope & Linus on 2006.11.07



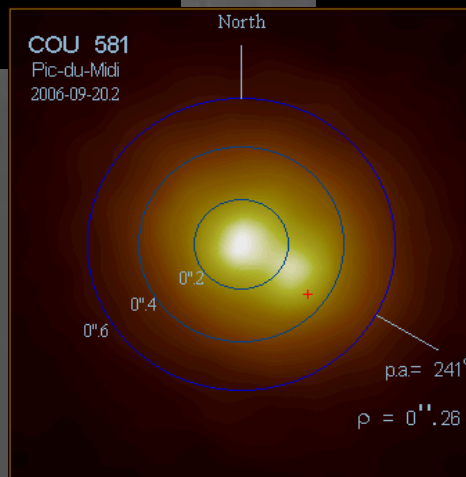
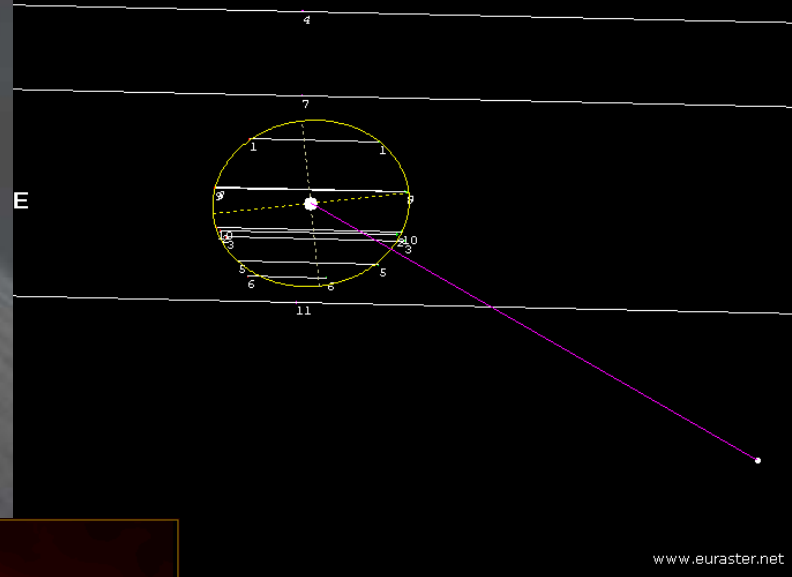
87 Sylvia (Marchis et al., 2005, Nature, UCB/IMCCE-Obs. de Paris)

# découverte et/ou mesure d'étoiles binaires

(144) Vibia 2006 Sep 19 160.0 ±1.5 x 134.9 ±2.1 km PA -83.9 ±2.8  
 Geocentric X -4667.9 ±0.8 Y 3421.2 ±2.5 km **N**  
 Double : Sep 260.0 ±1.0", PA 240.1 ±0.3"



(144) Vibia 2006 Sep 19 160.0 ±1.5 x 134.9 ±2.1 km PA -83.9 ±2.8  
 Geocentric X -4667.9 ±0.8 Y 3421.2 ±2.5 km **N**  
 Double : Sep 260.0 ±1.0", PA 240.1 ±0.3"



PROAM3

J. Lecacheux (T1m Pic du Midi)

Eric Frappa - www.euraster.net

www.instruction.com/maxworld



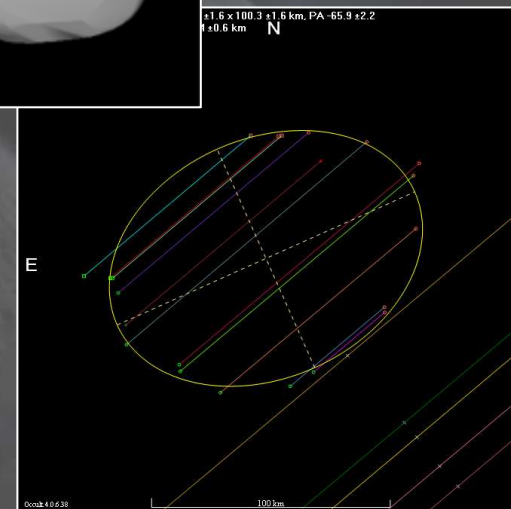
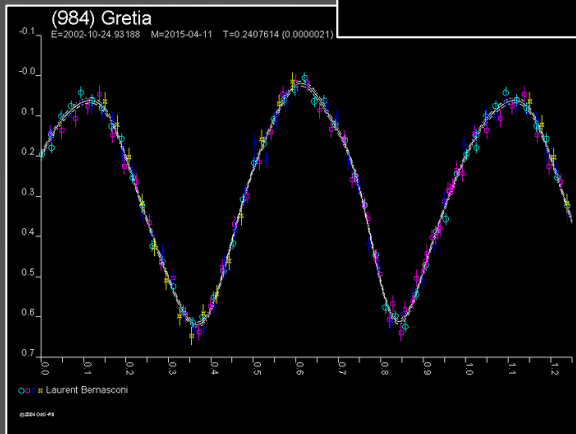
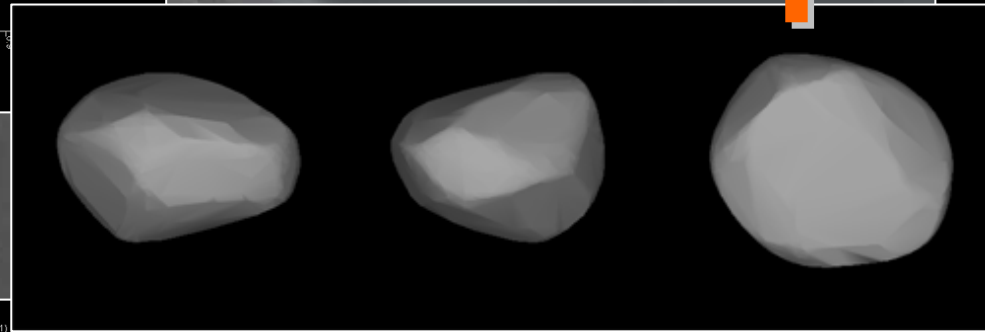
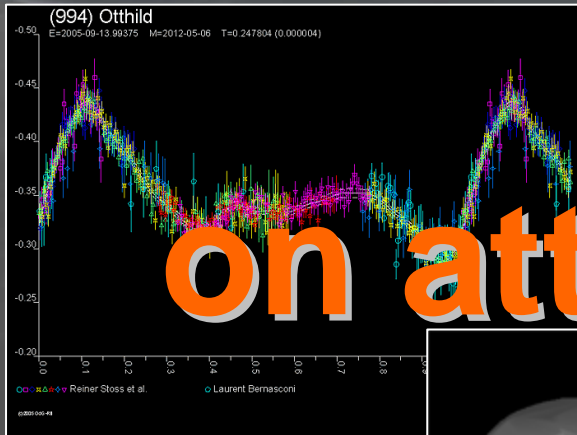
# publications régulières assurées par les amateurs

(Dave Herald + coordinateurs régionaux)

- Collecte régionale et publication en ligne des données et des profils  
(Australie/Nouvelle-Zélande, Europe, Japon, USA)
- Publication annuelle d'un Data Set mondial sur le Planetary Data System  
(NASA)
- Publications des meilleurs profils mondiaux dans le Minor Planet Bulletin  
(en cours de mise en place)
- Positions astrométriques envoyées au MPC sur une base trimestrielle  
(à partir d'une seule corde fiable)
- Découverte et/ou mesure d'étoiles doubles publiées dans le Journal of Double Star Observations (JDSO) puis intégrées au catalogue WDS  
(en cours de mise en place)

# publications dans revues à comité de lecture

## on attend les pros !!



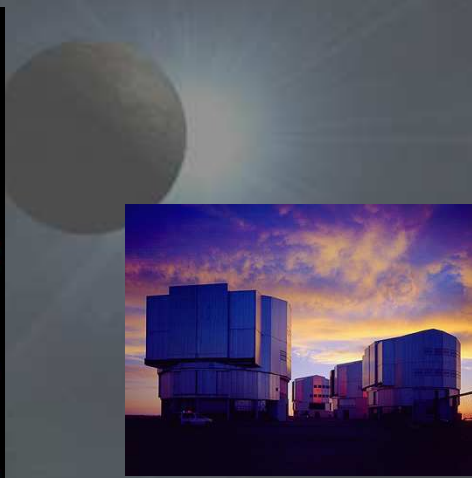
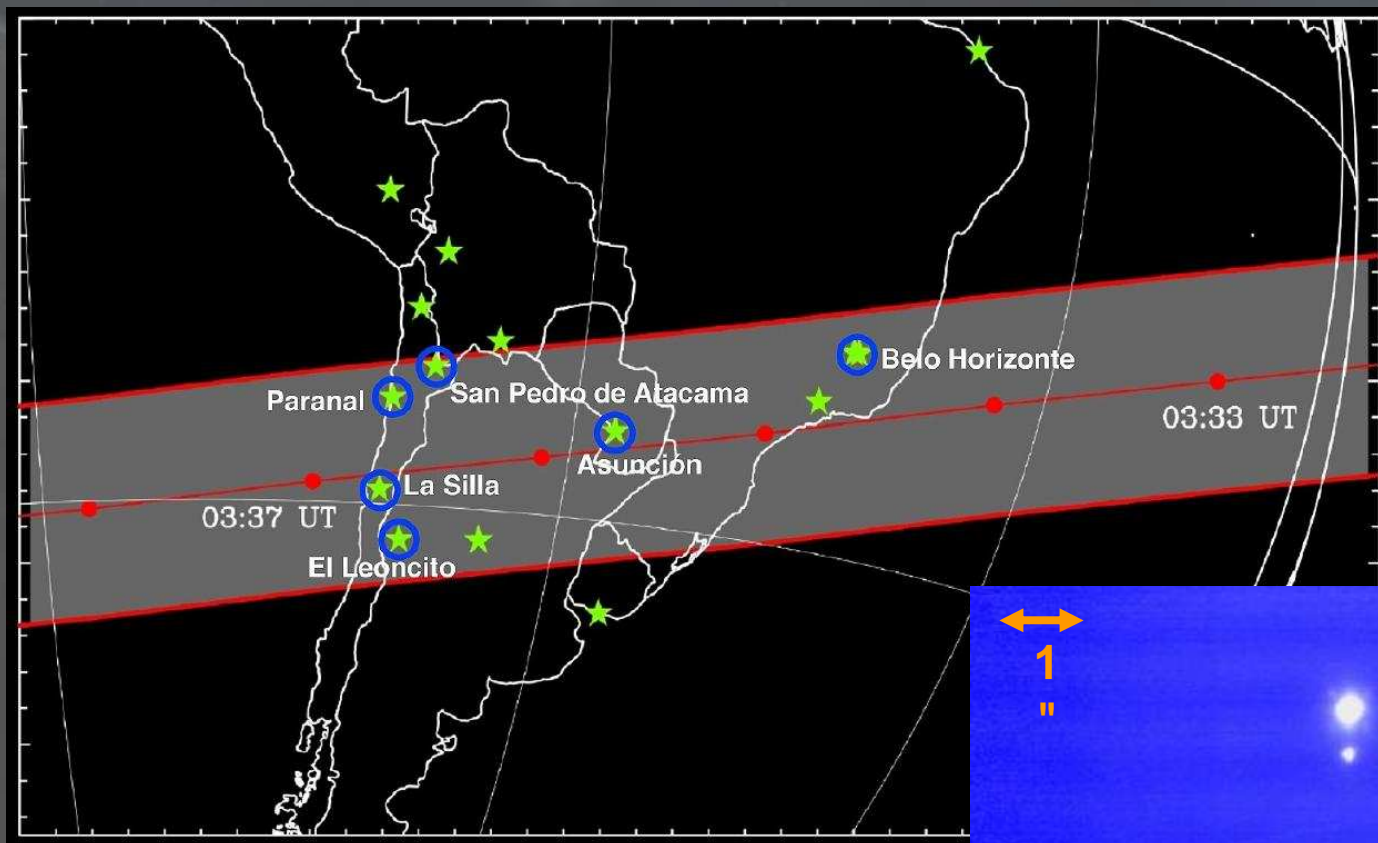
modélisation 3D par accumulation de courbes de lumière  
+ validation et dimensionnement par profils d'occultation



**un travail collaboratif pro-am très fructueux  
sur les objets à fort intérêt astrophysique**

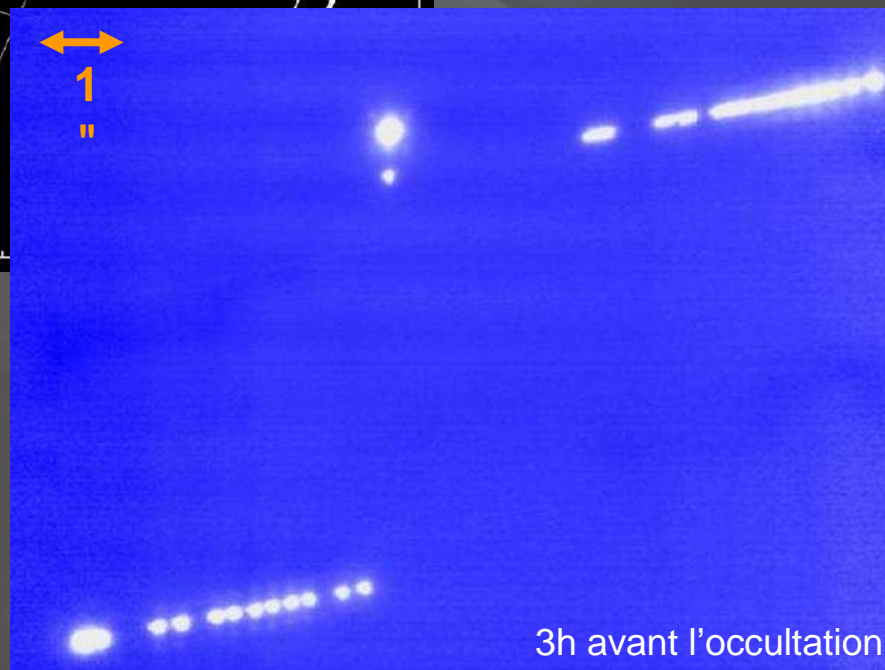


# occultation stellaire par Charon du 11 juillet 2005

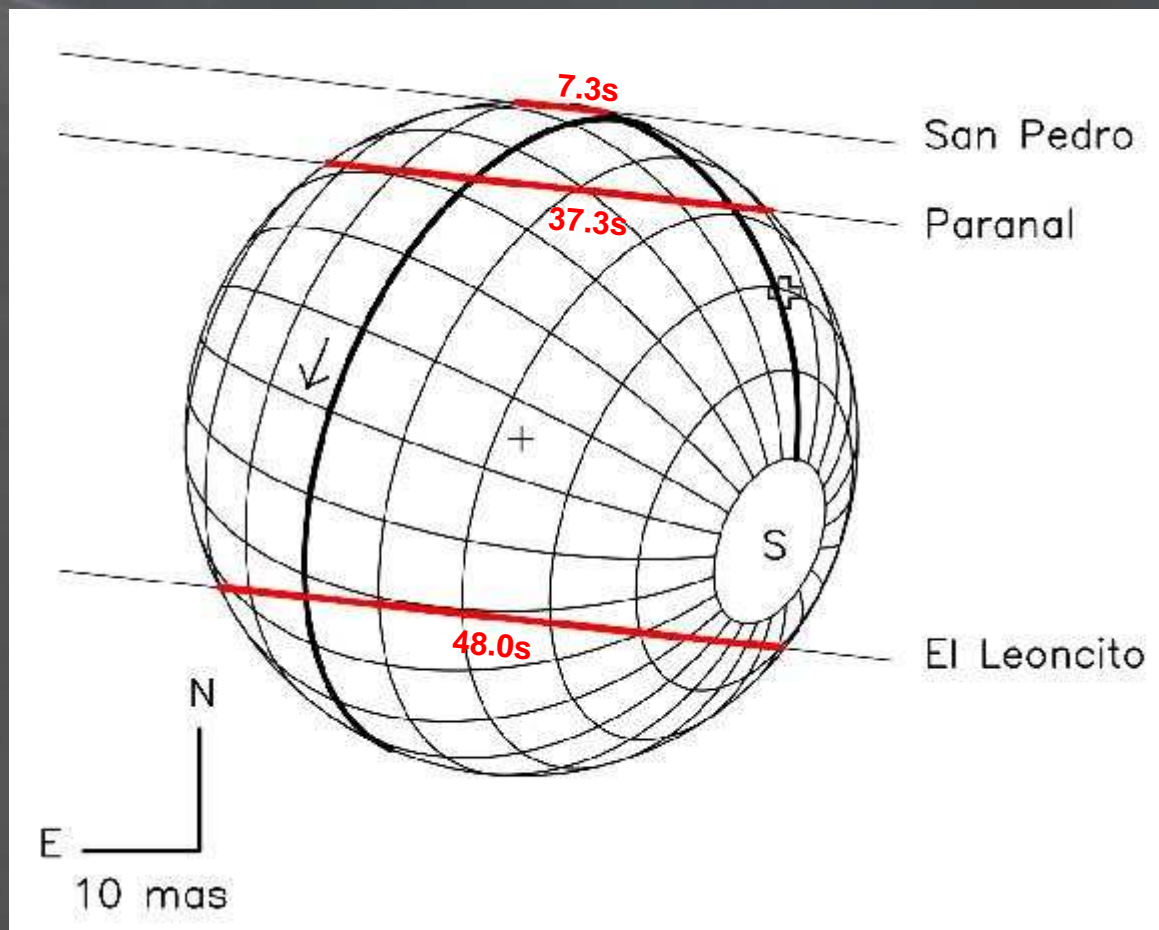


VLT Yepun + NACO  
(Paranal – Chili – ESO)

Pluton mag 14.0  
Charon mag 14.7  
étoile cible mag 15.2



# occultation stellaire par Charon du 11 juillet 2005



E. Frappa, A. Maury (0.5m - Chili)

N. Ageorges, O. Marco, B. Sicardy  
(8.2m - Chili)

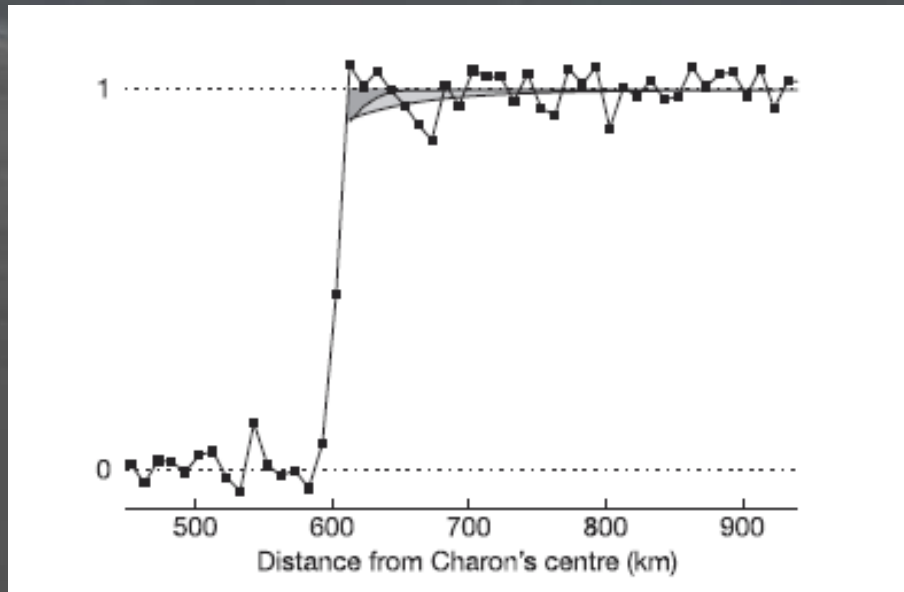
C. Feinstein, H. Levato, S. Renner  
(2.2m - Argentine)

►  $R = 603.6 \pm 1.4 \text{ km}$

densité =  $1.71 \pm 0.08 \text{ g.cm}^{-3}$

Bruno Sicardy et al, *Nature* - jan 2006

# occultation stellaire par Charon du 11 juillet 2005



► pas d'atmosphère  
> 110 nanobars (azote)  
ou > 15 nanobars (méthane)

Bruno Sicardy et al, *Nature* - jan 2006

nature

Vol 439|5 January 2006|doi:10.1038/nature04351

## LETTERS

### Charon's size and an upper limit on its atmosphere from a stellar occultation

B. Sicardy<sup>1,2</sup>, A. Bellucci<sup>1</sup>, E. Gendron<sup>1</sup>, F. Lacombe<sup>1</sup>, S. Lacour<sup>1</sup>, J. Lecacheux<sup>1</sup>, E. Lellouch<sup>1</sup>, S. Renner<sup>1</sup>, S. Pau<sup>1</sup>, F. Roques<sup>1</sup>, T. Widemann<sup>1</sup>, F. Colas<sup>3</sup>, F. Vachier<sup>3</sup>, R. Vieira Martins<sup>3,15</sup>, N. Ageorges<sup>4</sup>, O. Hainaut<sup>4</sup>, O. Marco<sup>4</sup>, W. Beisker<sup>5</sup>, E. Hummel<sup>5</sup>, C. Feinstein<sup>6</sup>, H. Levato<sup>7</sup>, A. Maury<sup>8</sup>, E. Frappa<sup>9</sup>, B. Gaillard<sup>10</sup>, M. Lavayssière<sup>10</sup>, M. Di Sora<sup>11</sup>, F. Mallia<sup>11</sup>, G. Masi<sup>11,12</sup>, R. Behrend<sup>13</sup>, F. Carrier<sup>13</sup>, O. Mousis<sup>14</sup>, P. Rousset<sup>14</sup>, A. Alvarez-Candal<sup>15</sup>, D. Lazzaro<sup>15</sup>, C. Veiga<sup>15</sup>, A. H. Andrei<sup>15,16</sup>, M. Assafin<sup>16</sup>, D. N. da Silva Neto<sup>16</sup>, C. Jacques<sup>17</sup>, E. Pimentel<sup>17</sup>, D. Weaver<sup>18</sup>, J.-F. Lecampion<sup>19</sup>, F. Doncel<sup>20</sup>, T. Momiyama<sup>20</sup> & G. Tancredi<sup>21</sup>

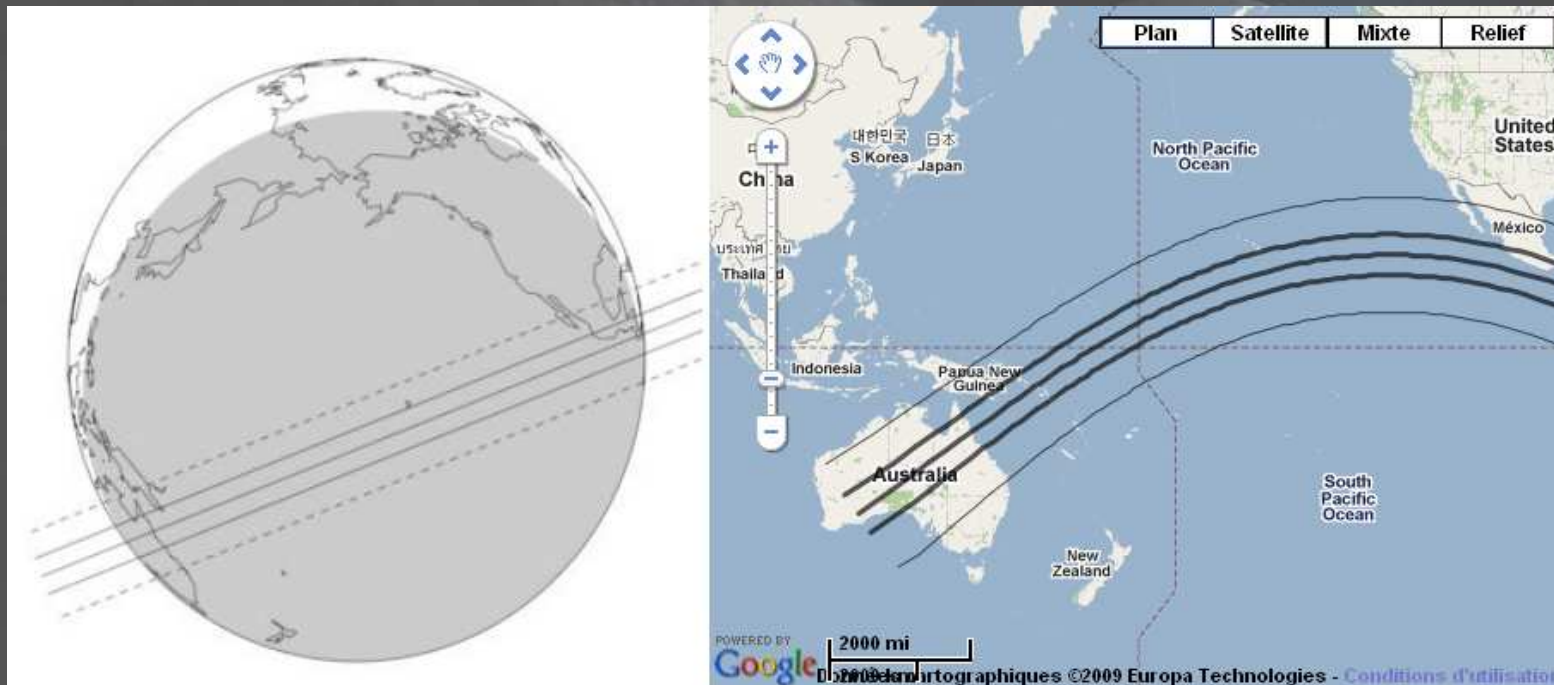


# occultations stellaires par d'autres transneptuniens

► dimensions précises, albédo d'occultation

première détection le 9 octobre 2009 à Hawaii  
par un groupe d'observateurs pilotés par le MIT

(55636) 2002 TX300 (~810 km), étoile cible mag 13.1  
a priori 2 cordes obtenues (mais n'encadrant pas l'objet...)



# occultation stellaire par Titan du 14 novembre 2003

occultation stellaire  
= sondage de l'atmosphère



PROAM3

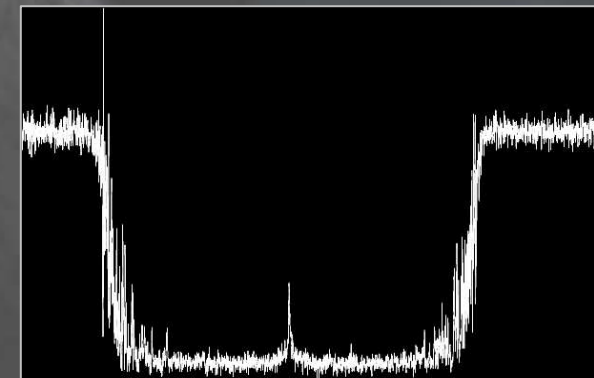


JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 111, E11S91, doi:10.1029/2005JE002624, 2006

## The two Titan stellar occultations of 14 November 2003

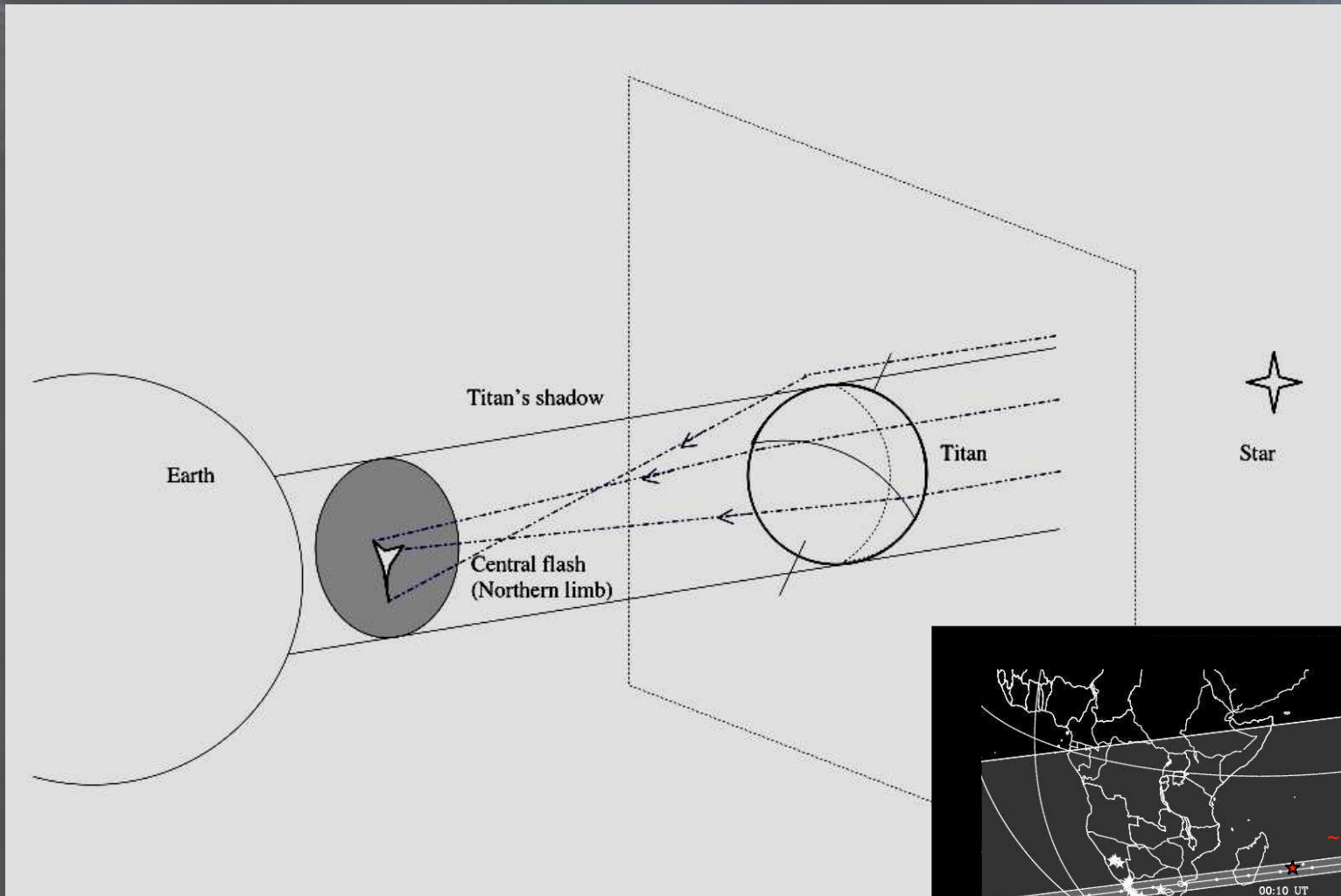
B. Sicardy,<sup>1</sup> F. Colas,<sup>2</sup> T. Widemann,<sup>1</sup> A. Bellucci,<sup>1</sup> W. Beisker,<sup>3</sup> M. Kretlow,<sup>3</sup> F. Ferri,<sup>4</sup> S. Lacour,<sup>1</sup> J. Lecacheux,<sup>1</sup> E. Lellouch,<sup>1</sup> S. Pau,<sup>1</sup> S. Renner,<sup>1</sup> F. Roques,<sup>1</sup> A. Fienga,<sup>2</sup> C. Etienne,<sup>5</sup> C. Martinez,<sup>6</sup> I. S. Glass,<sup>7</sup> D. Baba,<sup>8</sup> T. Nagayama,<sup>8</sup> T. Nagata,<sup>8</sup> S. Itting-Enke,<sup>9</sup> K.-L. Bath,<sup>3</sup> H.-J. Bode,<sup>3</sup> F. Bode,<sup>3</sup> H. Lüdemann,<sup>3</sup> J. Lüdemann,<sup>3</sup> D. Neubauer,<sup>3</sup> A. Tegtmeier,<sup>3</sup> C. Tegtmeier,<sup>3</sup> B. Thomé,<sup>3</sup> F. Hund,<sup>10</sup> C. deWitt,<sup>11</sup> B. Fraser,<sup>11</sup> A. Jansen,<sup>11</sup> T. Jones,<sup>11</sup> P. Schoenau,<sup>11</sup> C. Turk,<sup>11</sup> P. Meintjies,<sup>12</sup> M. Hernandez,<sup>13</sup> D. Fiel,<sup>14</sup> E. Frappa,<sup>15</sup> A. Peyrot,<sup>16</sup> J. P. Teng,<sup>16</sup> M. Vignand,<sup>16</sup> G. Hesler,<sup>17</sup> T. Payet,<sup>17</sup> R. R. Howell,<sup>18</sup> M. Kidger,<sup>19</sup> J. L. Ortiz,<sup>20</sup> O. Naranjo,<sup>21</sup> P. Rosenzweig,<sup>21</sup> and M. Rapaport<sup>22</sup>

- forme de l'immersion et de l'émergence,
- spikes (inversions),
- flash central



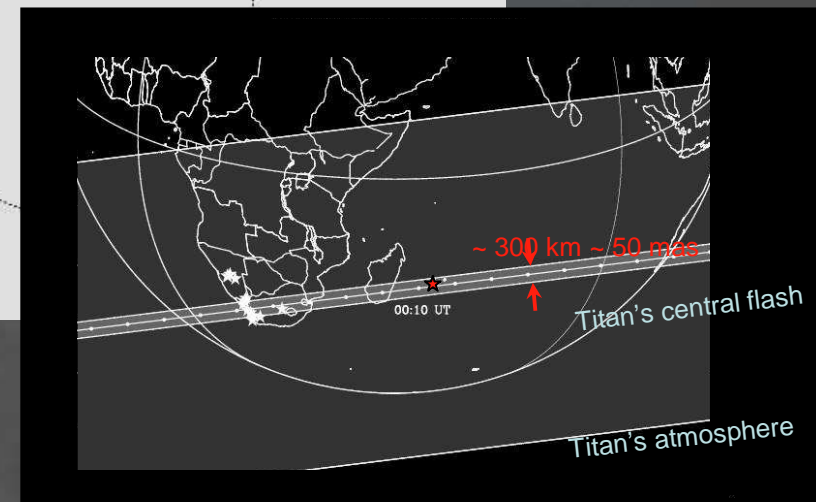
Eric Frappa - [www.euraster.net](http://www.euraster.net)

# occultation stellaire par Titan du 14 novembre 2003



la forme du flash central est fortement dépendante des paramètres physiques de l'atmosphère

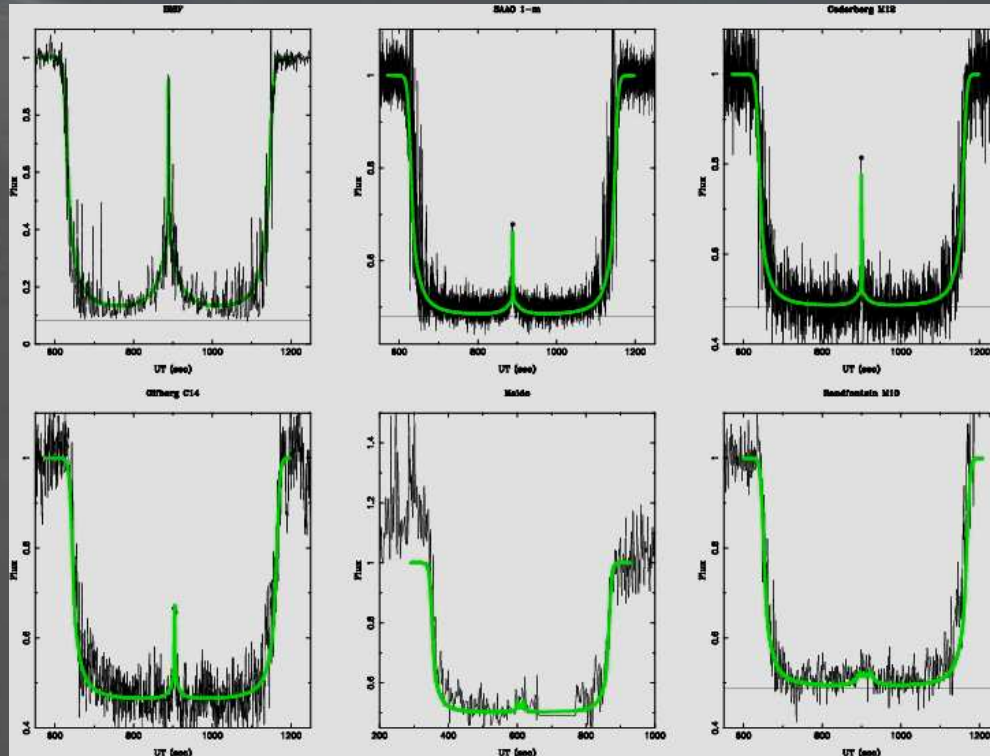
PROAM3



Eric Frappa - [www.euraster.net](http://www.euraster.net)



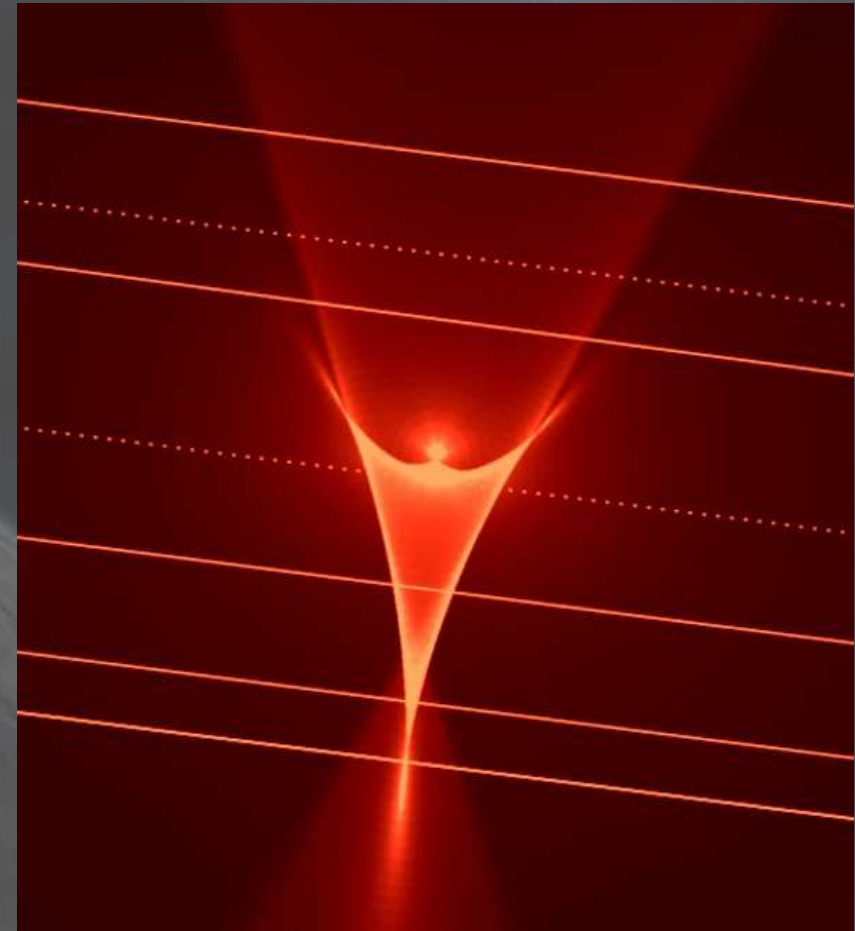
# occultation stellaire par Titan du 14 novembre 2003



observations et ajustement  
du modèle théorique

- ▶ couche d'inversion à 515 km d'altitude
- ▶ vitesse des vents zonaux à 250 km d'altitude (200 m/s à 55°N décroissant vers le sud)

PROAM3



modélisation de la caustique

Bruno Sicardy et al, *JGR* - 2006

Eric Frappa - [www.euraster.net](http://www.euraster.net)

[www.industry.com/maxworld](http://www.industry.com/maxworld)



Résultats européens - prédictions pour la France - liens utiles

**[www.euraster.net](http://www.euraster.net)**

Guide de l'observateur d'occultations stellaires  
(en français)

**[www.euraster.net/guide/](http://www.euraster.net/guide/)**