

Les occultations stellaires par les astéroïdes

D'après une présentation d'Eric Frappa 2005

Club Astro Quint – Fonsevrives - PA

Des géocroiseurs à la Ceinture Principale d'Astéroïdes

La grande majorité des astéroïdes occupe une "ceinture" située entre Mars et Jupiter, et connue sous le nom de **ceinture principale**, qui s'étend entre 2,1 et 3,3 UA du Soleil.

A partir du soleil

1- le groupe des *Aten* (du nom du premier membre découvert, 2062 Aten), qui a un demi-grand axe $a < 1,00$ UA donc tourne autour du Soleil en moins d'une année terrestre. Il est à noter que ces objets croisent l'orbite de la Terre Ensuite,

2- le groupe des *Apollo* ($a > 1,00$ UA et distance au périhélie $q \leq 1,02$)

3- le groupe des *Amor* ($a > 1,00$ UA et $1,02 < q \leq 1,30$). Les objets Amor ne croisent donc, actuellement, que l'orbite de Mars.

Objets Aten-Apollo-Amor = OAAA, ou NEAs, (Near Earth Asteroids = *géocroiseurs*).

>danger de collision potentiel avec la Terre, surveillés

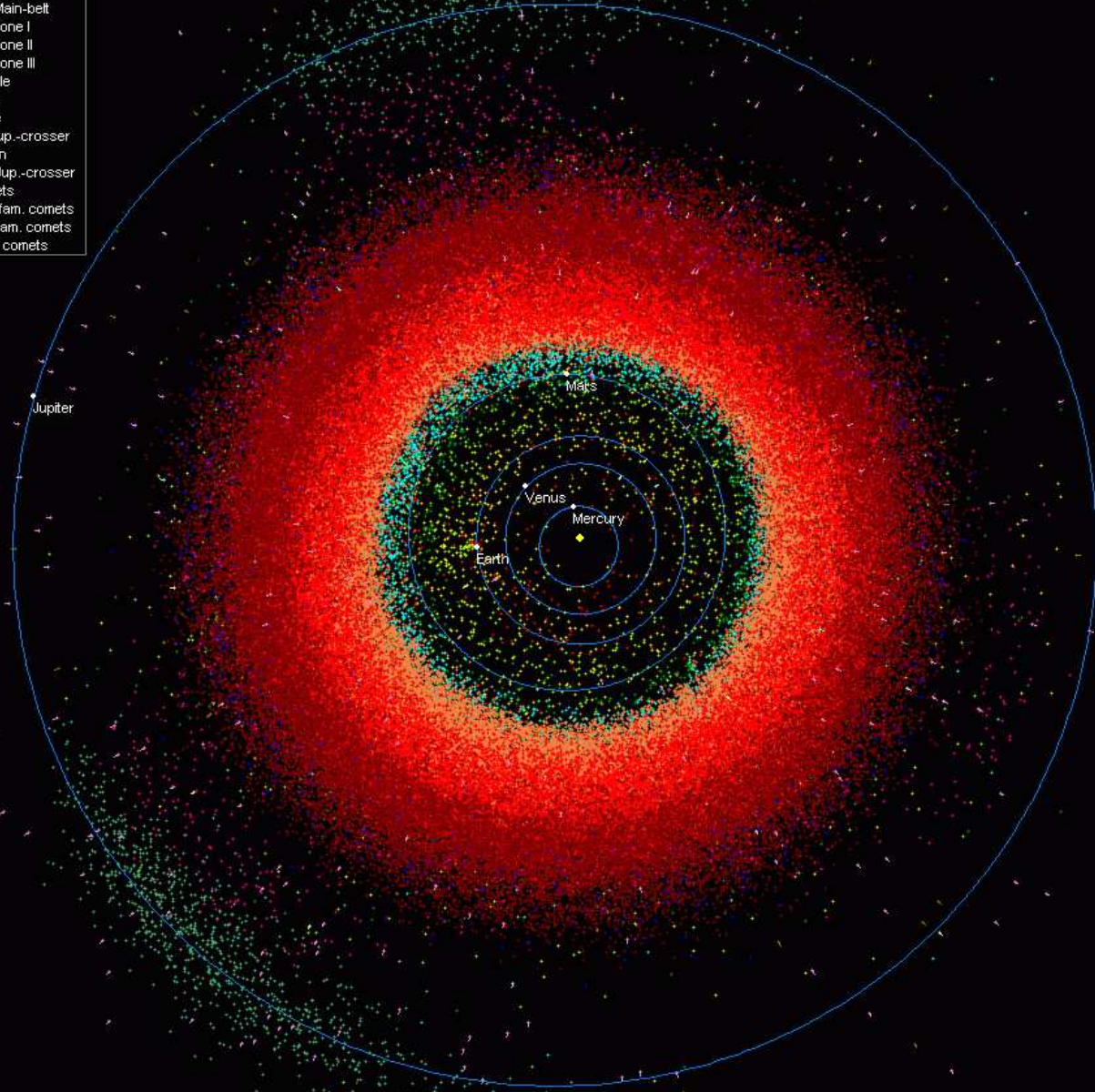
4- Plus loin le groupe des *Hungaria* entre 1,82 et 2,00 UA, bien en dehors de l'orbite de Mars (1,52 UA). A cause de l'excentricité de son orbite, Mars a « nettoyé » la région entre 1,38 et 1,66 UA.

5- Enfin, la très peuplée de la *ceinture principale d'astéroïdes (CPA)*. Cette région est clairement entrecoupée d'espaces vides d'astéroïdes : les lacunes de Kirkwood.

Pour se faire peu peur...

Taille du corps	Fréquence de collision terrestre	Effets sur Terre
300m	Tous les 60.000 ans	Destruction à l'échelle d'un pays
600m	Tous les 250.000 ans	Destruction d'un continent
1200m	Tous les millions d'années	Effet planétaire majeur
10.000m	Tous les 100 millions d'années	Adieu veaux vaches cochons et hommes

- IEA
- Aten
- Apollo
- Amor
- Mars-Crosser
- Hungaria
- Pre-Main-belt
- MB Zone I
- MB Zone II
- MB Zone III
- Cybele
- Hilda
- Thule
- Int. Jup.-crosser
- Trojan
- Ext. Jup.-crosser
- ~ Comets
- ~ Jup. fam. comets
- ~ Hal. fam. comets
- ~ e>=1 comets



Jupiter

Venus

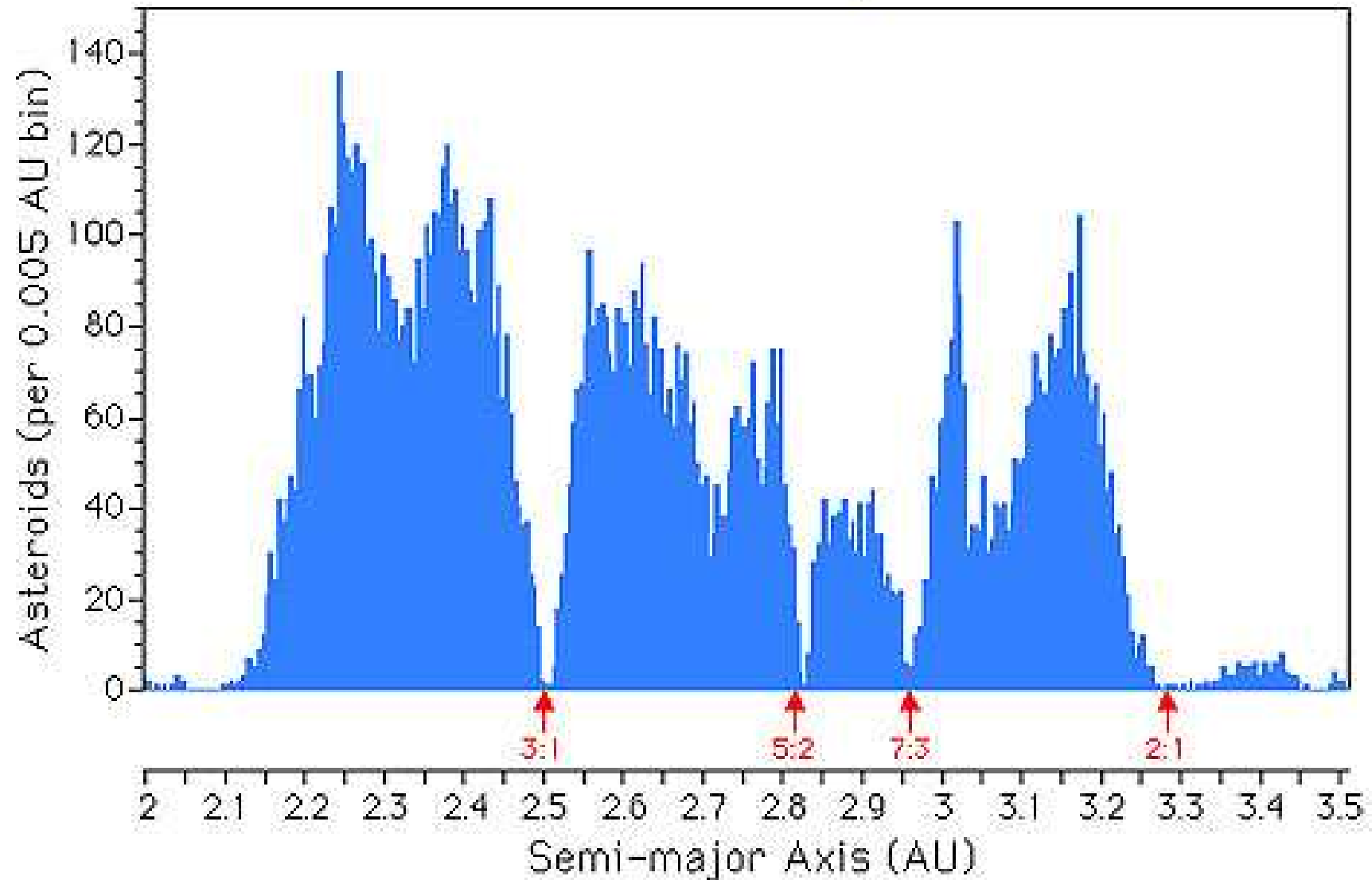
Earth

Mercury

Mars

Main Asteroid Belt Distribution

Kirkwood Gaps



Des troyens aux objets trans-neptuniens

A la frontière de la ceinture principale d'astéroïdes,

6- le groupe de **Cybeles** (3,2 UA),

7- le groupe de **Hildas** à 4 UA du Soleil.

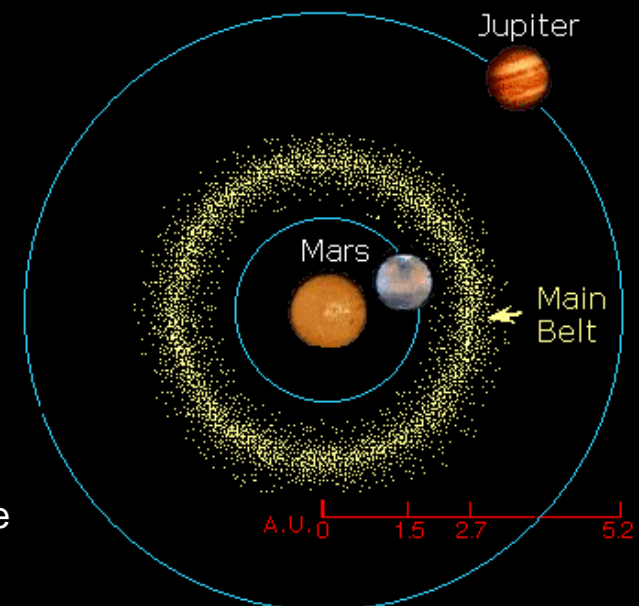
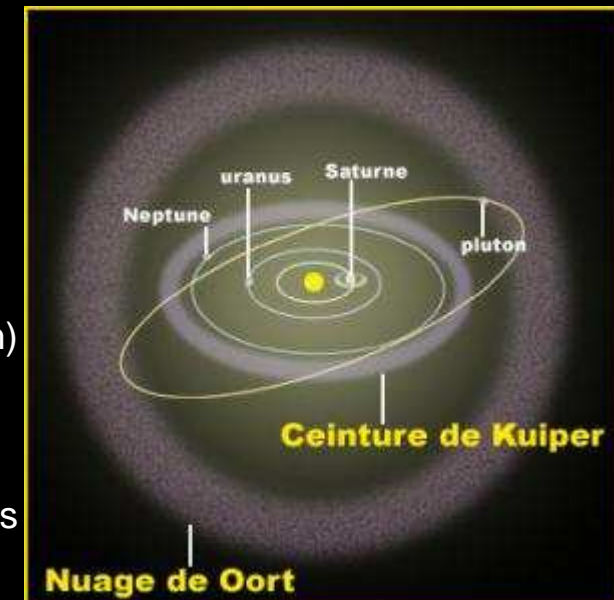
8 –le groupe des **Troyens** sur la même orbite que Jupiter, parmi les plus gros sont 624 Hektor (222 km), 588 Achilles (147 km) et 617 Patroclus (149 km).

9- Il existe aussi un petit nombre d'astéroïdes (appelés **Centaures**) dans la partie externe du Système Solaire : 2060 Chiron se situe entre Saturne et Uranus ; l'orbite de 5335 Damocles commence près de Mars, et va jusqu'au delà d'Uranus ; 5145 Pholus orbite de Jupiter jusqu'à Neptune. de telles orbites croisant celles des planètes géantes sont instables, et hautement susceptibles d'être perturbées dans le futur. La composition de ces objets est probablement plus proche de celle des comètes que de celle des astéroïdes ordinaires.

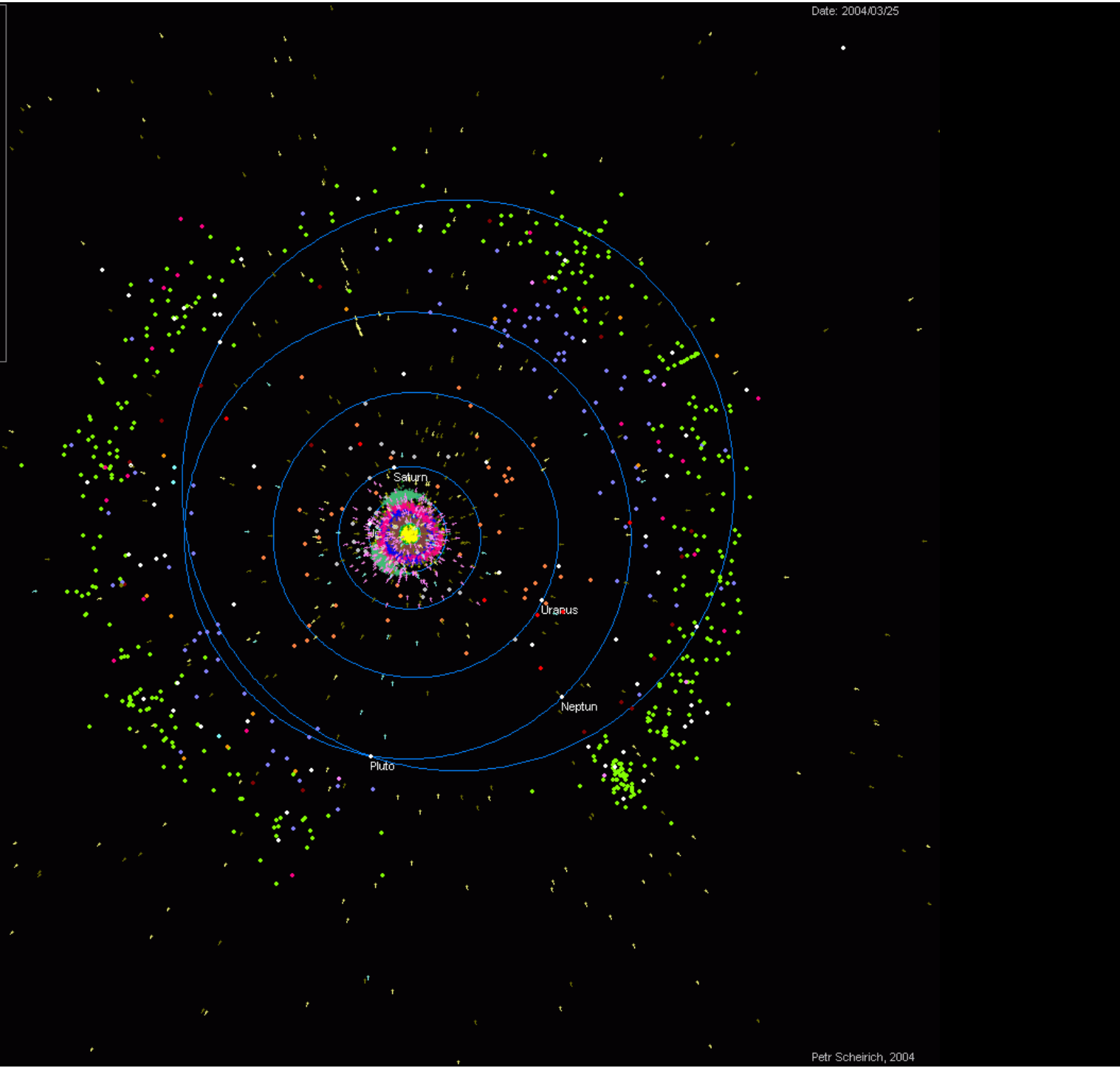
astéroïdes et comètes, loin de former deux populations bien distinctes ont des liens très étroits Chiron est désormais considéré comme une comète.

10- la **ceinture d'Edgeworth-Kuiper** (ou *objets trans-neptuniens*) située au delà de l'orbite de Neptune entre 30 et 100 UA environ.

11- Aux confins du système solaire se trouve un vaste nuage de comètes, que l'on pense être de forme sphérique : le **nuage de Oort.**, il s'étend au delà de l'orbite de Pluton entre 30000 UA et une année lumière ou plus. C'est très probablement le réservoir des comètes à longue période. Il n'a encore jamais été observé directement.



- NEA
- Mars-Crosser
- Hungaria
- Main Belt
- Cybele
- Hilda
- Trojan
- Ext. Jup.-crosser
- Centaur
- KBO
- KBO Inner I
- KBO 5:4
- KBO Inner II
- Plutino
- Cubewano
- KBO 5:3
- KBO 7:4
- KBO 2:1
- KBO 5:2
- SDO
- Comets
- Jup. fam. comets
- Hal. fam. comets
- e>=1 comets





Un exemple en video



UNREGISTERED :)
downloadhelper.net

420 Bertholda occults TYC 5757-00353-1 on 2003 Aug 26 at 21h 46.1m UT [± 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%

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

Asteroid:

Mag = 13.6

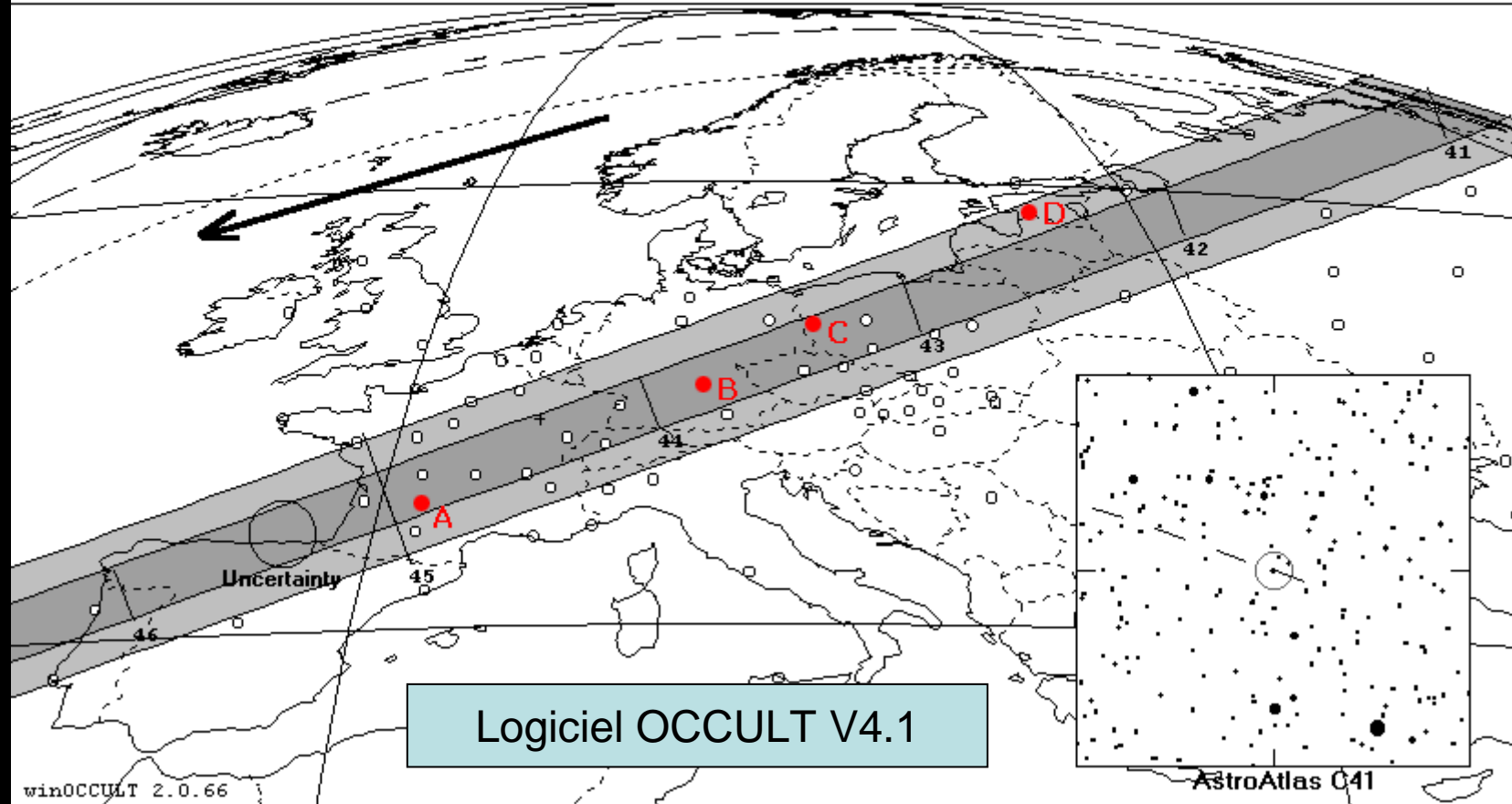
Dia = 146km, 0.078"

Parallax = 3.410"

Hourly dRA = -1.495s

dDec = -8.17"

Plot for Long 5.0 Lat 48.0

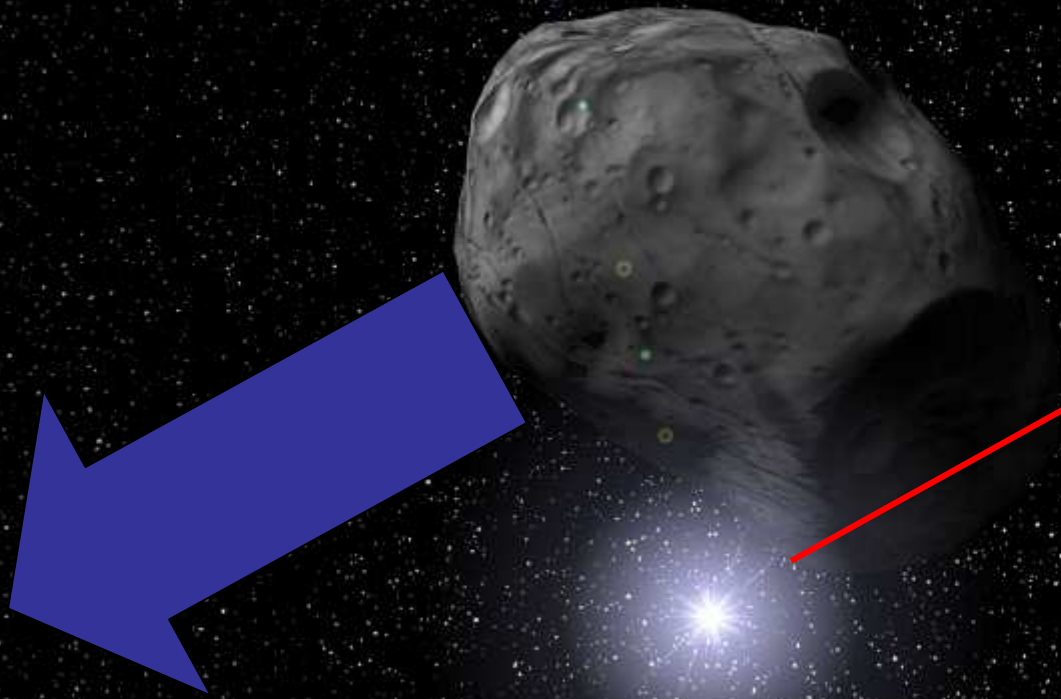


Logiciel OCCULT V4.1

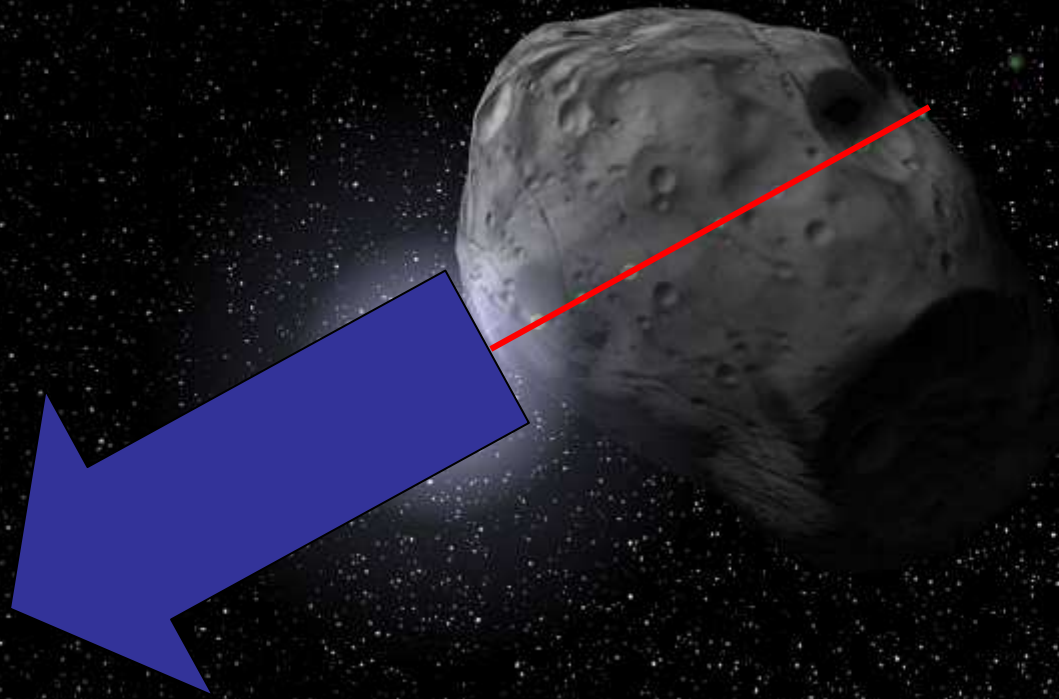
winOCCULT 2.0.66

AstroAtlas C41

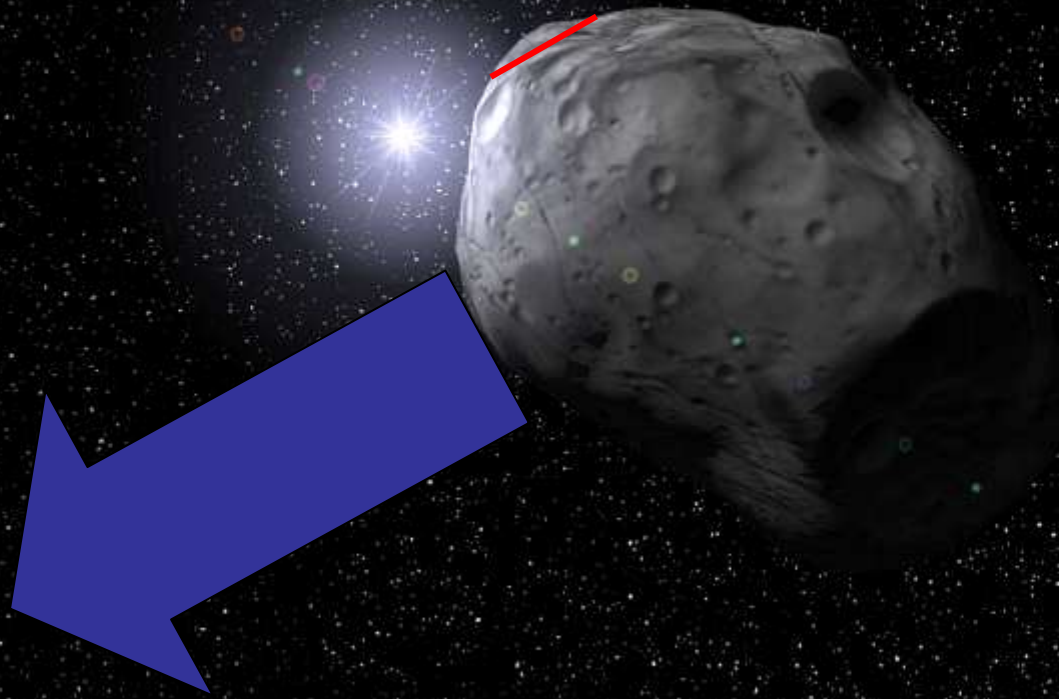
Observateur A



Observateur B

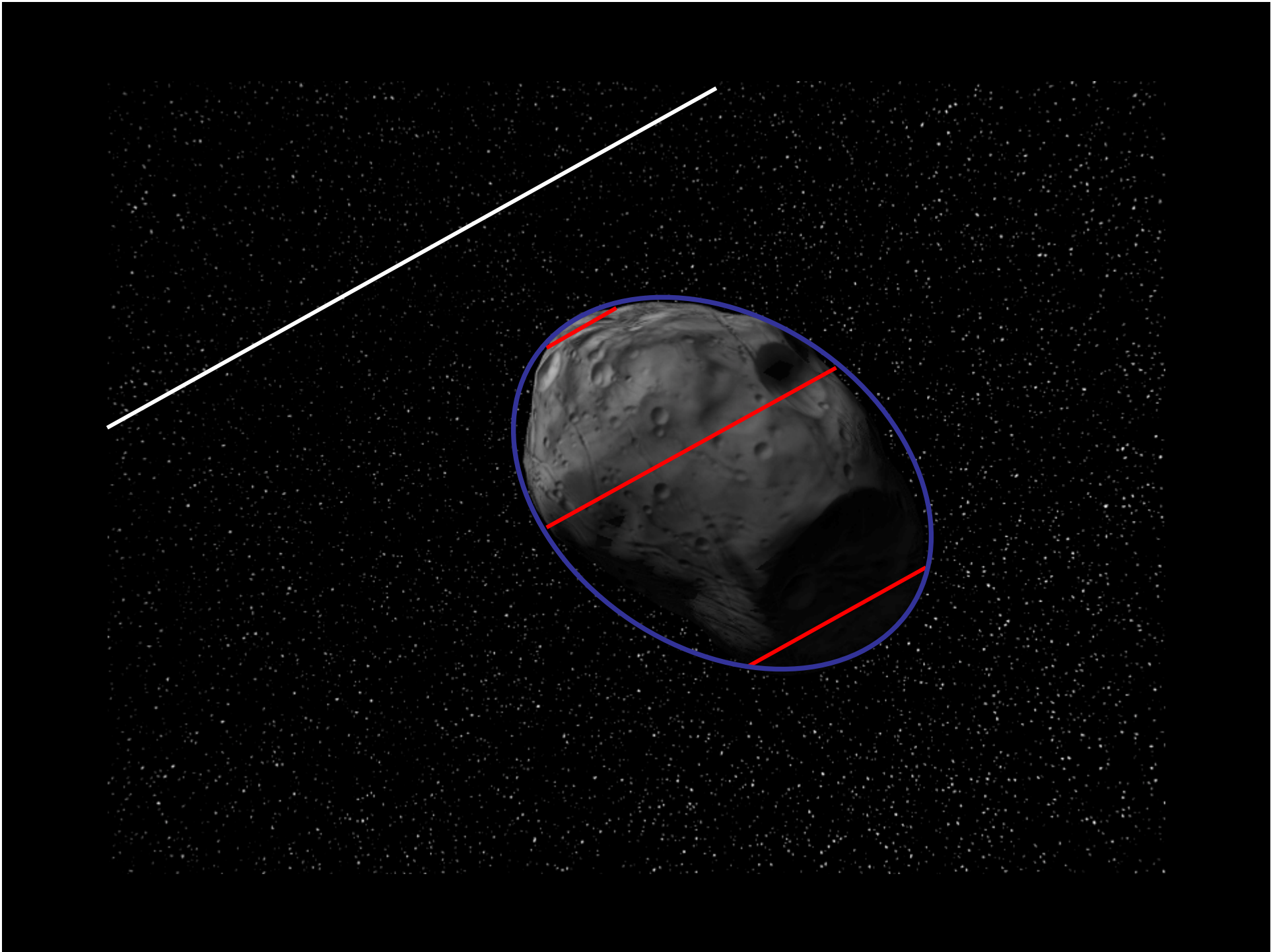


Observateur C



Observateur D





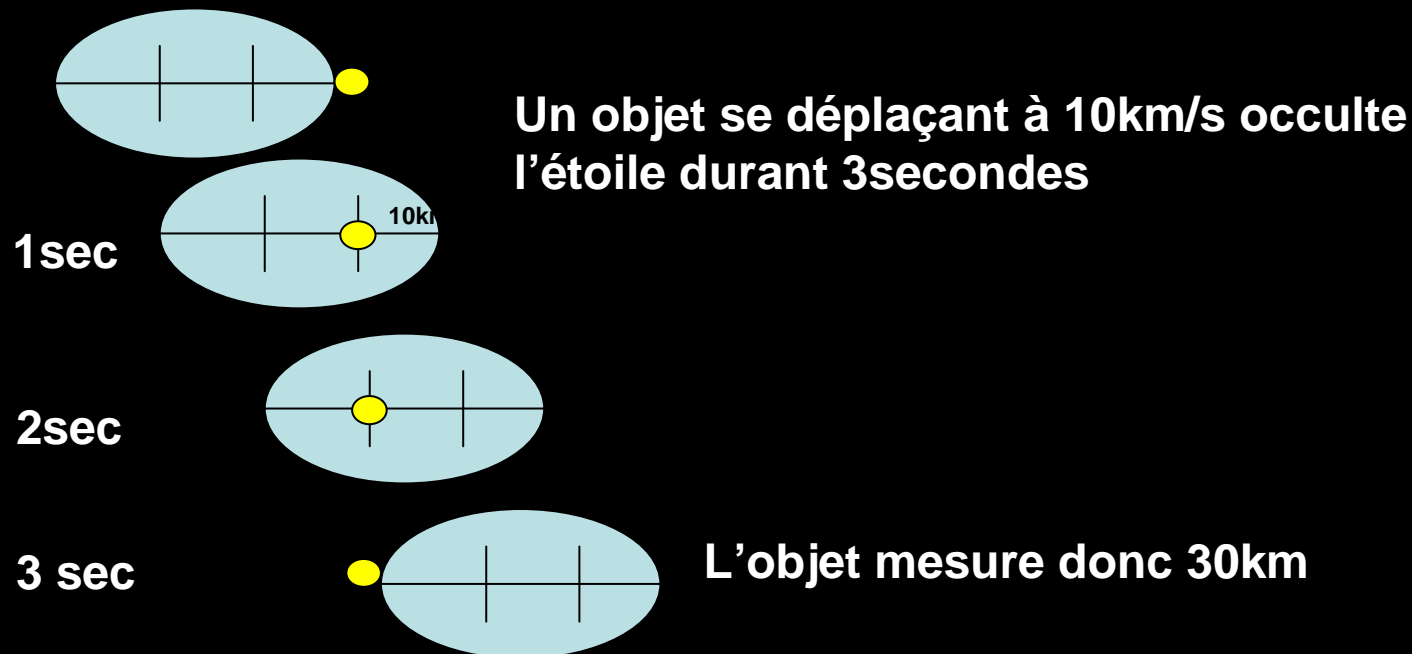
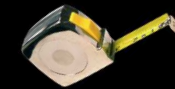
vitesse apparente de l'astéroïde
($30''/h = 10 \text{ km/s}$ à 250 millions de km)



durée de disparition de l'étoile (s)



dimension sur l'astéroïde (km)



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

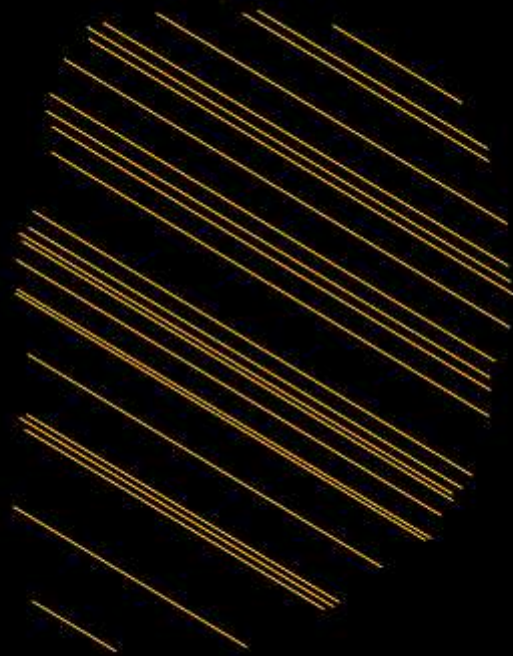
résolution angulaire typique de 1 mas pour une
résolution temporelle de 0.1s

Imaginons un astéroïde de 200 km de diamètre

à 300 millions de km de la Terre

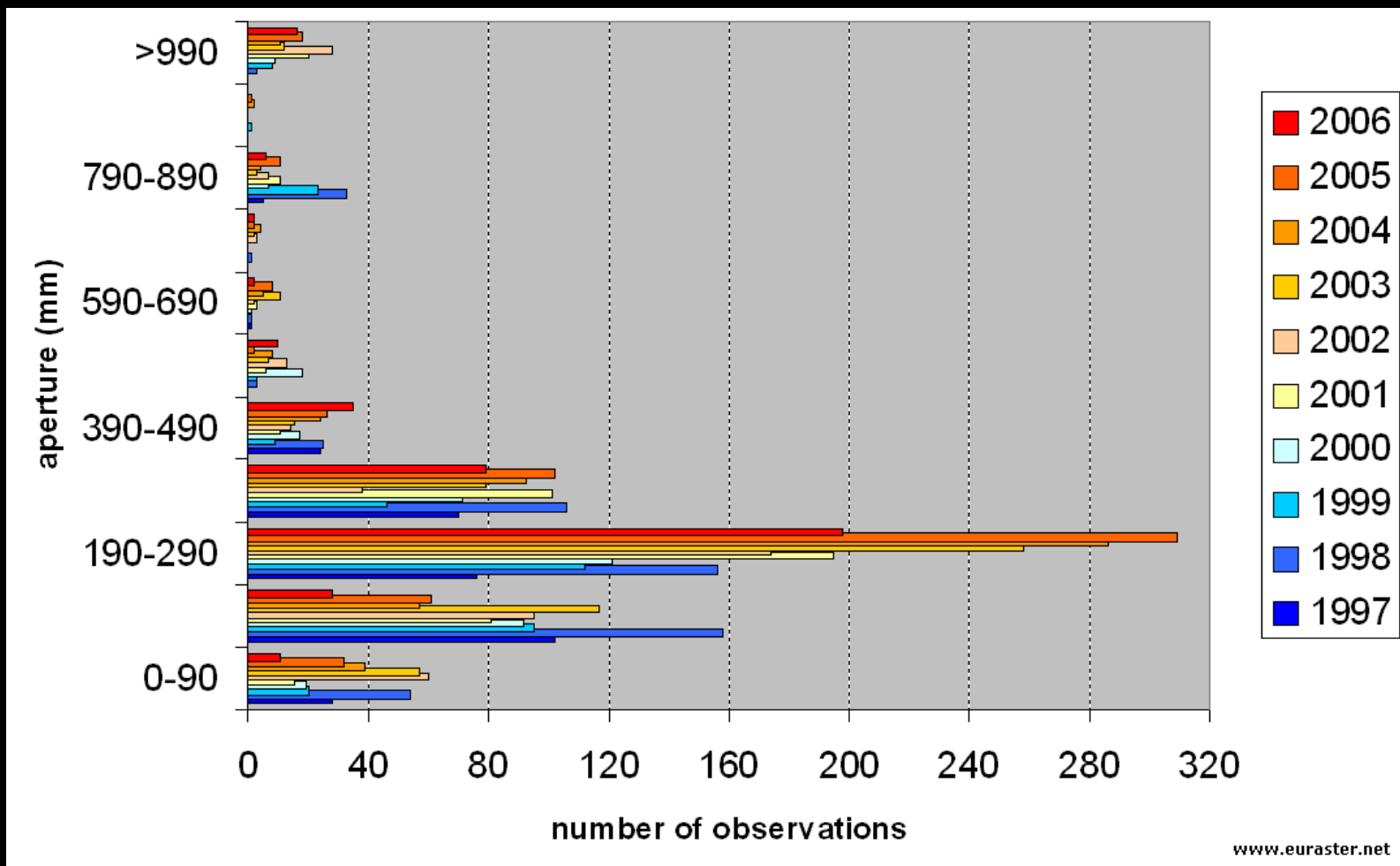


VLT+AO
résolution ~60km



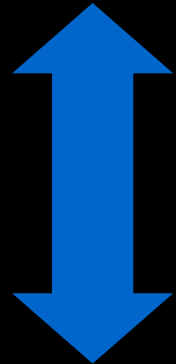
Occultation stellaire
25 cordes
résolution ~1km

Sonde spatiale
résolution ~15m



Une technique accessible à tous

Observateur mobile disposant d'un équipement léger
méthode visuelle + jumelles



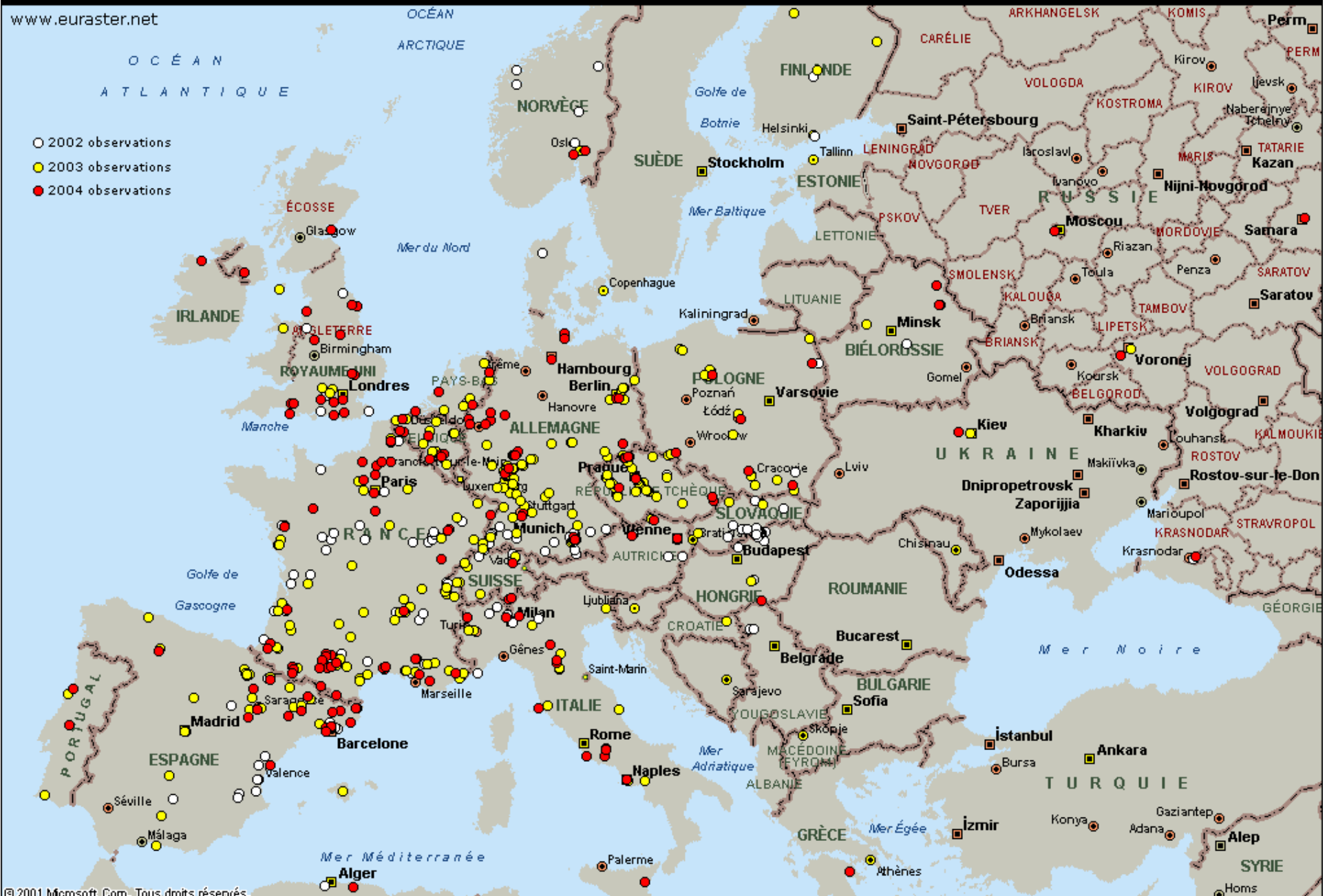
Observateur fixe disposant d'un équipement lourd
méthode CCD/vidéo + télescope 600mm



HIP 19388
(ω 1 Tau)



- 2002 observations
- 2003 observations
- 2004 observations



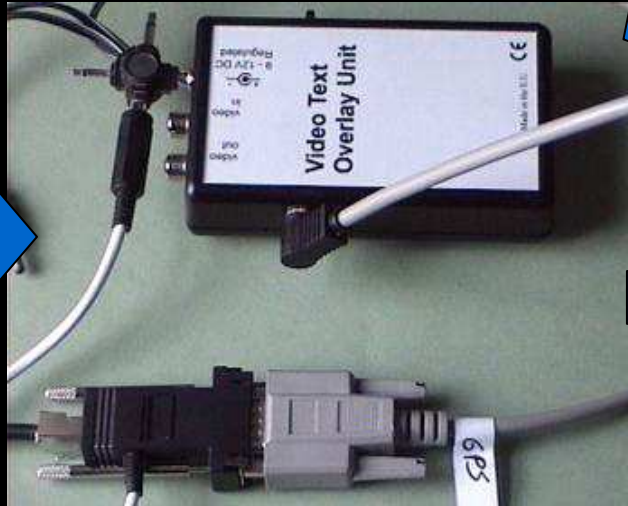
Technique visuelle

- Chronomètre
- Tops vocaux sur magnétophone
- Horloge parlante
- Récepteur radio (DCF77)

- Simple à mettre en oeuvre
- Efficace quand pratiquée avec rigueur

**Prise en compte du
temps de réaction**

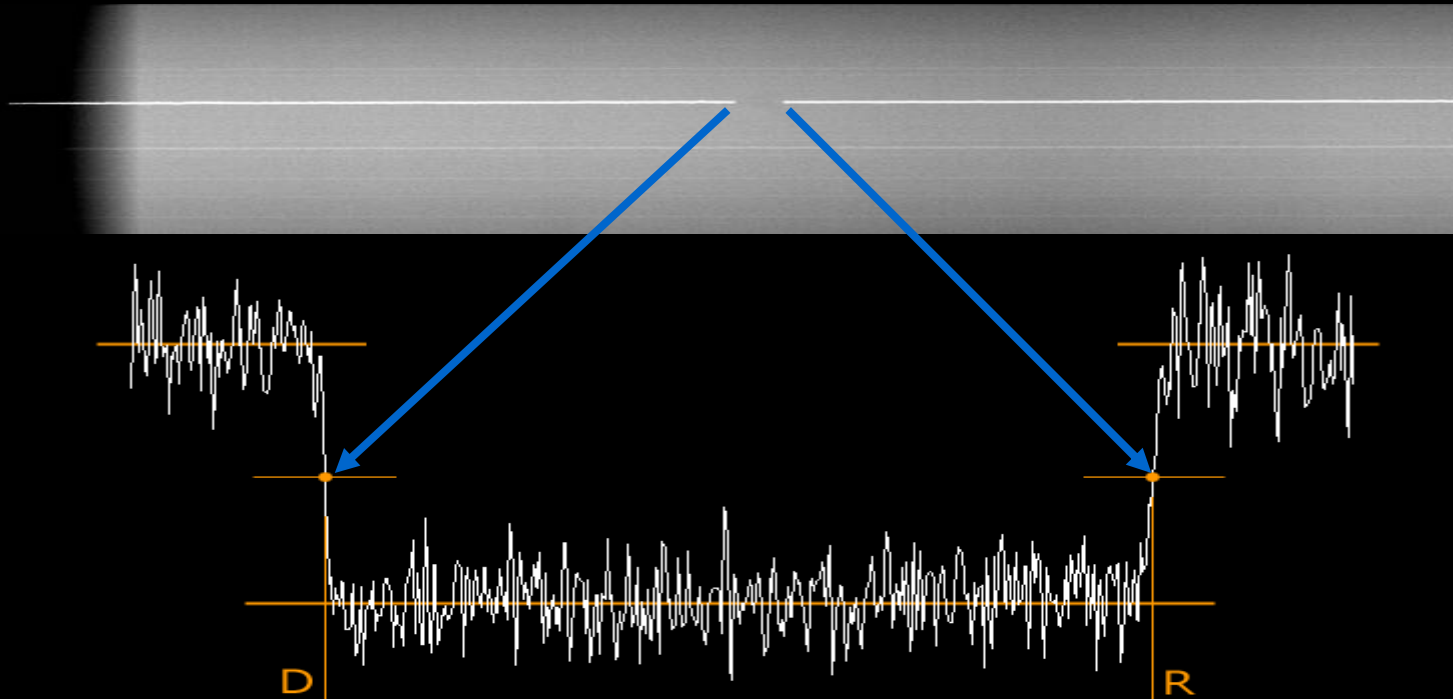
Technique vidéo



- PAL 25 im/s
- datation de chaque trame (50 tr/s)
- précision de datation de 0.1 ms

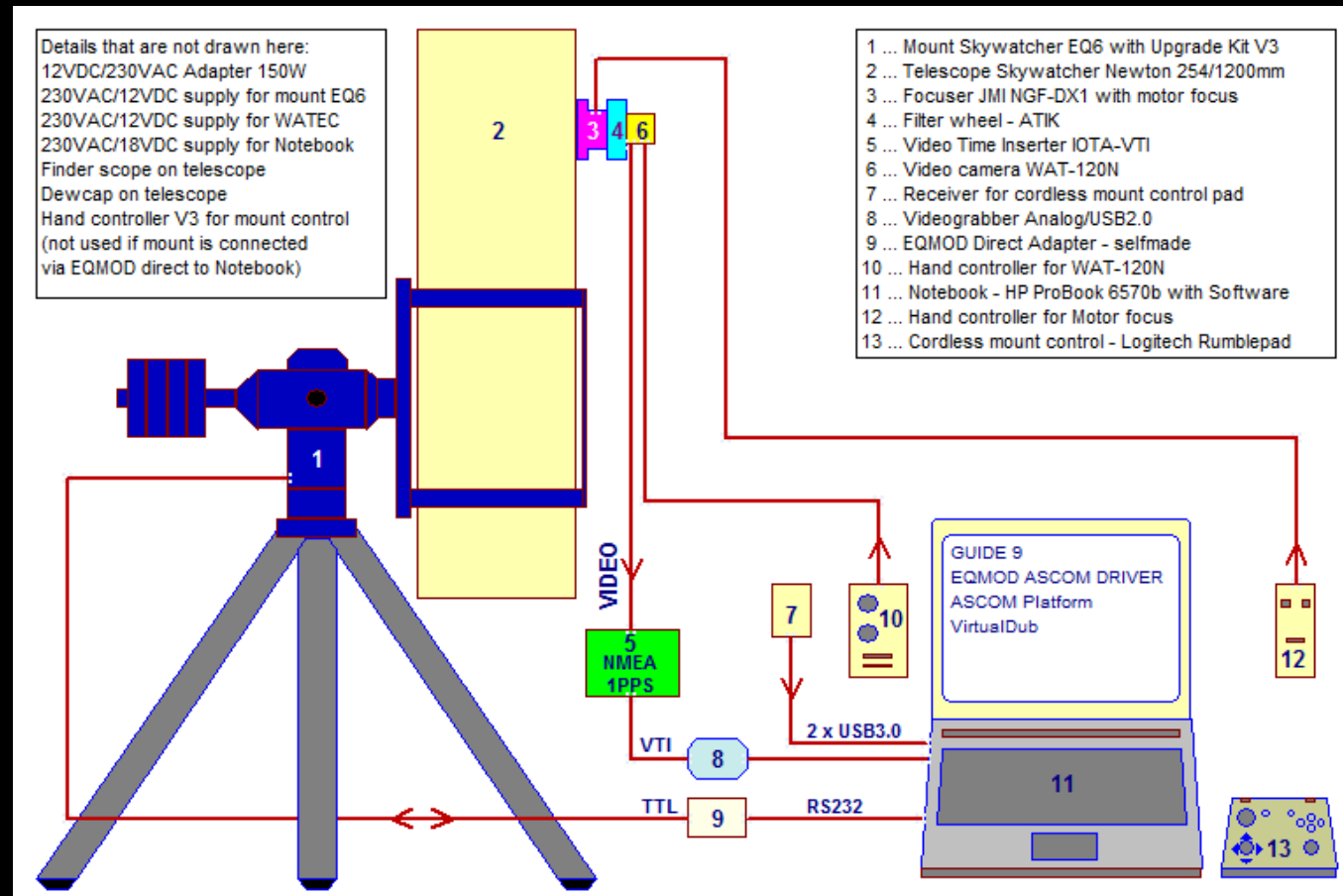
➔ **résolution temporelle de 20ms**

Technique CCD : le drift-scan



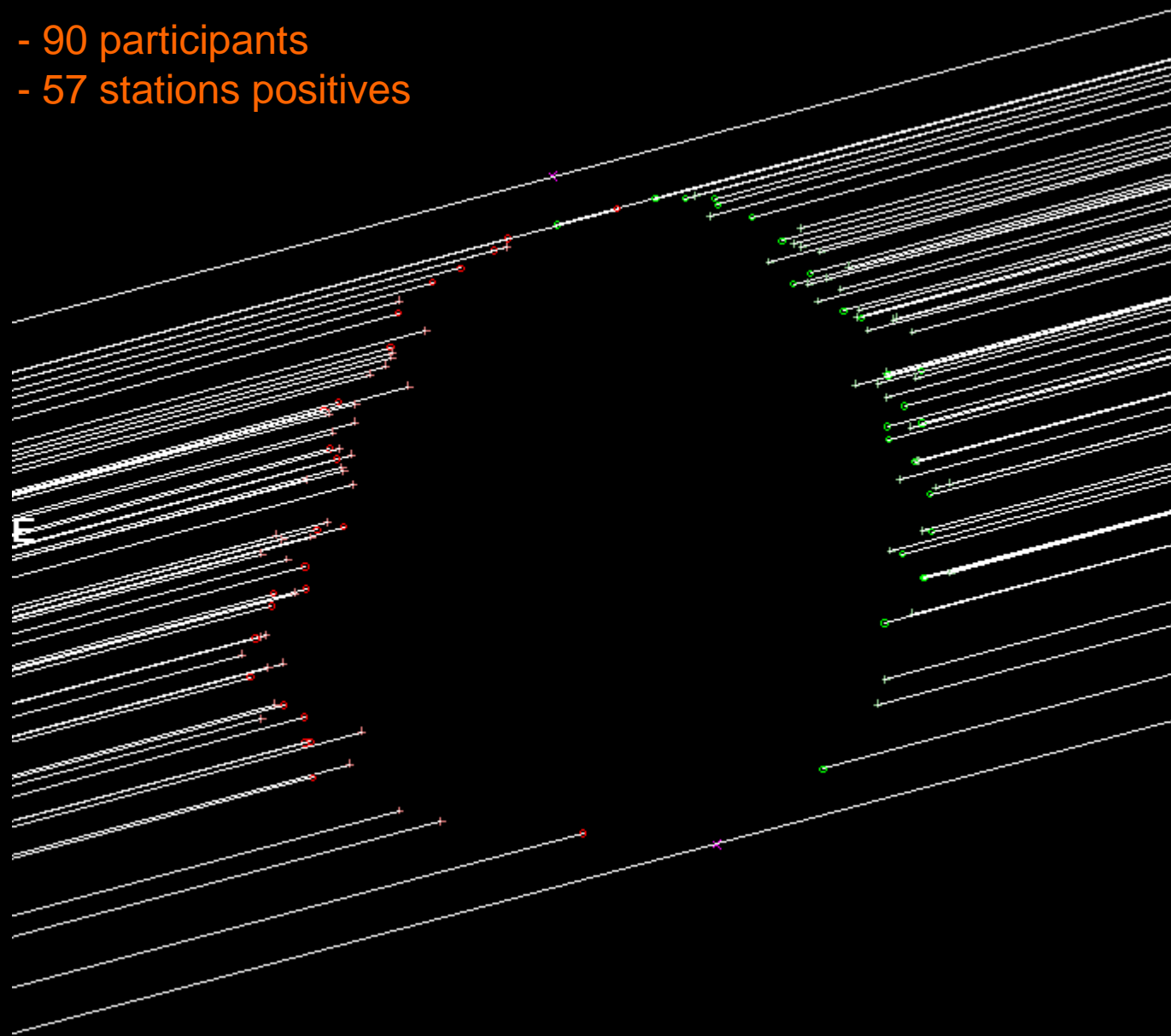
2003/03/08 (528) Rezia - Sylvain Rondi - T60

Exemple de configuration WATEC



(345) Tercidina 2002 Sep 17 $108.1 \pm 0.7 \times 91.2 \pm 0.7$ km PA -38.1 ± 2.0
Geocentric X -3177.6 ± 0.2 Y 3481.5 ± 0.4 km **N**

- 90 participants
- 57 stations positives



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

Star (2000):

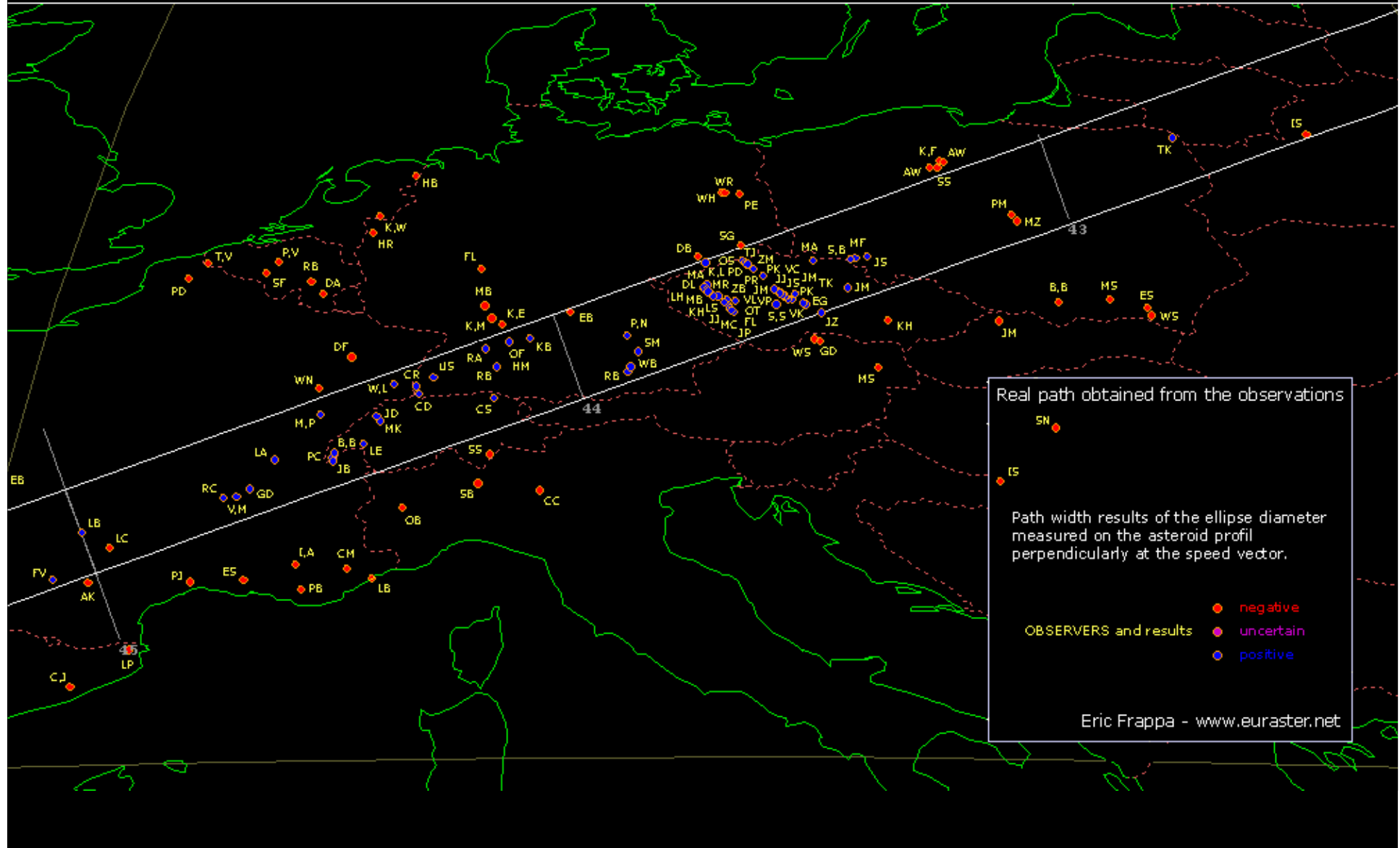
Mag = 8.6
RA = 20 54 47.410
Dec = - 8 10 52.50

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

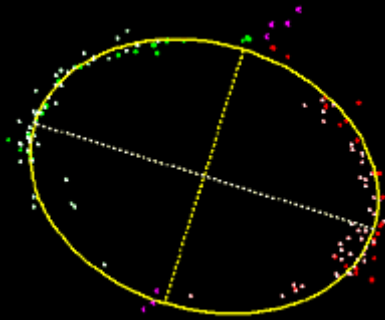
Asteroid:

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

Plot for Long 9.0 Lat 47.0



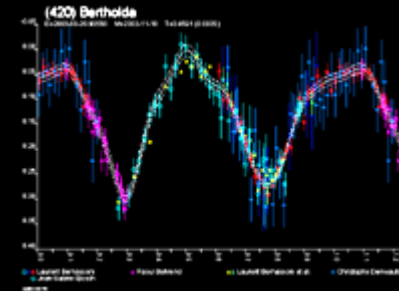
occultation stellaire



diamètre D
= 148.0 km



courbe de lumière



magnitude absolue H
(prise en compte de la phase)
= 8.36



$$\text{albedo } pV = (1329 \cdot 10^{-H/5} / D)^2 = 0.037$$



$pV=0.25$ à 0.60



Type E
aubrite

$pV=0.10$ à 0.23

type S
mésosidérite,
O chondrite

$pV=0.07$ à 0.20

type M
E chondrite,
métallique

$pV=0.03$ à 0.07



type C
C chondrite



(420) Bertholda 2003 Aug 26 169.1 x 123.9 km PA 73.2
Geocentric X -193.5 ± 0.4 Y 5274.6 ± 0.5 km

N



MA

Autres intérêts

- Améliorer la connaissance de l'orbite de l'astéroïde (meilleur que 10 mas)
- Mesurer le diamètre de l'étoile cible
- Découvrir des étoiles binaires serrées

Perspectives pour l'avenir

- Accumuler des observations maintenant que les prédictions sont fiables (technique récente)
- Prédire des occultations par des satellites d'astéroïdes (tentatives Hermione, Kalliope)
- Mesurer des TNOs (grande incertitude sur les diamètres, albédo – mais prédictions peu fiables)

Résultats européens - prédictions pour la France - liens utiles

www.euraster.net

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

www.euraster.net/guide/