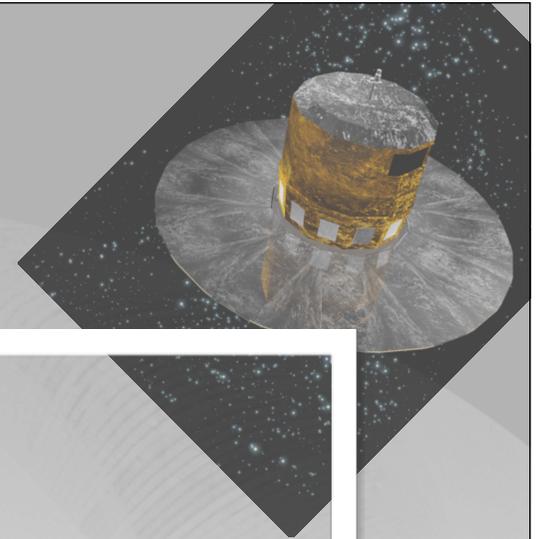


gaia



Gaia

DRI & SSO

objets du système solaire

D. Hestroffer - IMCCE
W.Thuillot, J. Desmars, V. Robert, S. Bouquillon

Forum AF-Gaia – 16 septembre 2016



Objectifs scientifiques

- Chaînes de réduction
 - ▶ **ST** cycle quotidien / run
 - identification
 - astrométrie, photométrie
 - bundling, nouveaux objets
 - orbites préliminaires et alertes
 - ▶ **LT** \approx cycle semestriel / toutes les données
 - astrométrie, photométrie, bundling, etc.
 - inversions globales astrom. et photom.

Objectifs scientifiques

RVS

- *spectroscopie*
 - ▶ *calibration*

CCD

- 'imagerie'
 - ▶ taille, forme, binarité, ...

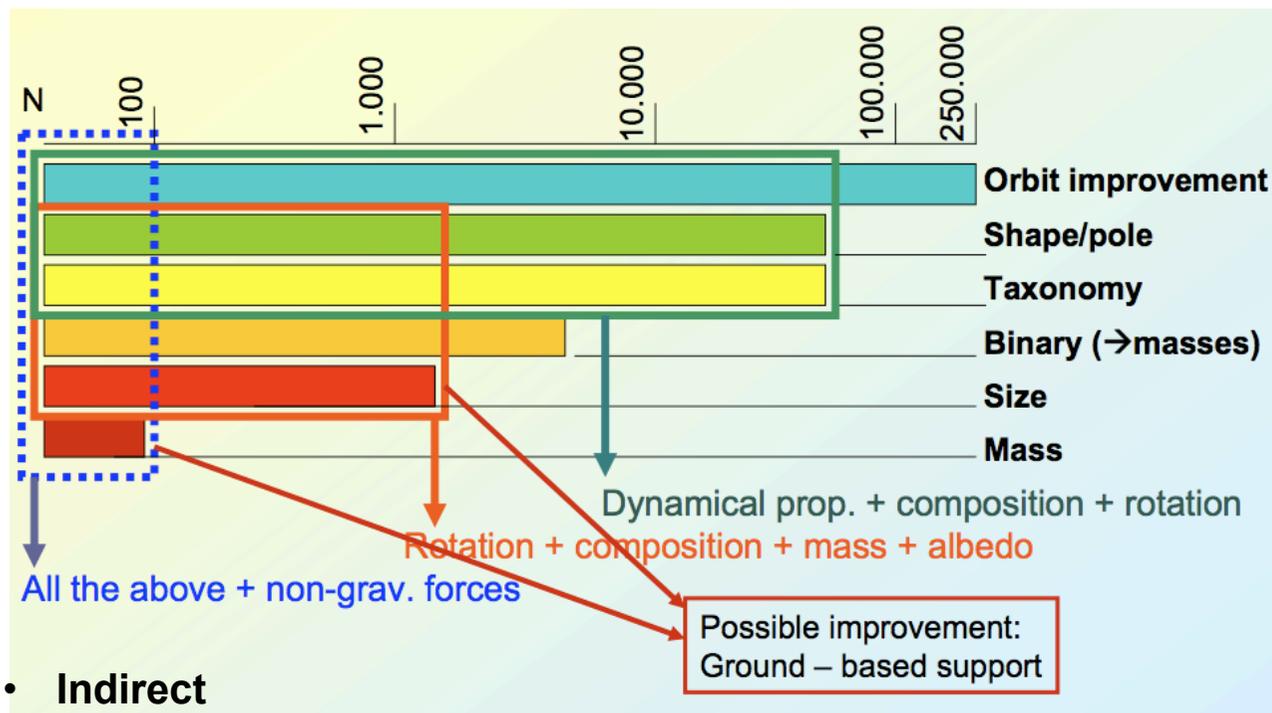
AF astr.

- **astrométrie**
 - ▶ **syst. de référence, découvertes, orbites : dynamique, relativité, masses, forces non grav., ...**

G, RP/BP phot.

- **spectro-photométrie**
 - ▶ courbes de lumières : spin, forme, taxonomie,...
 - ▶ albedo, densité

Objectifs scientifiques



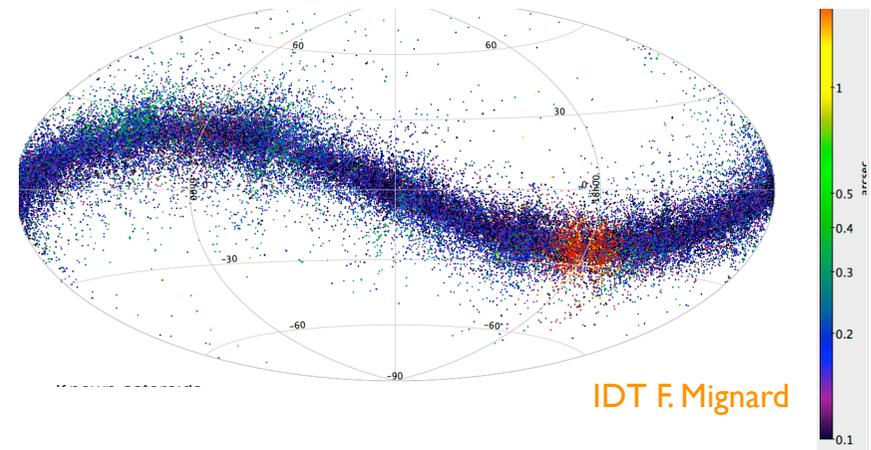
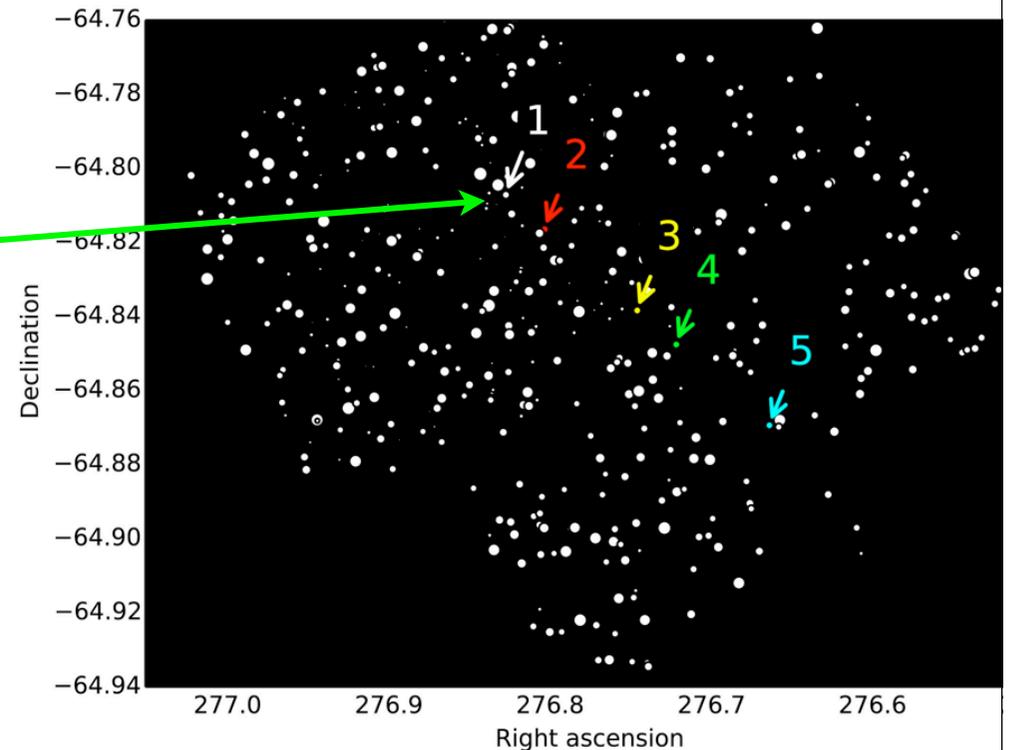
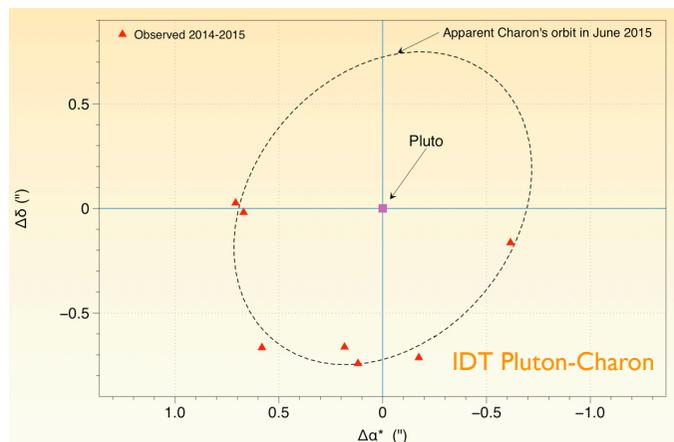
- **Indirect**

- space/ground complement
- satellites, planets
- occultation prediction
- refined analysis
- Gaia catalogue for SSO astrometry (future & past)

(P.Tanga + D. Hestro)

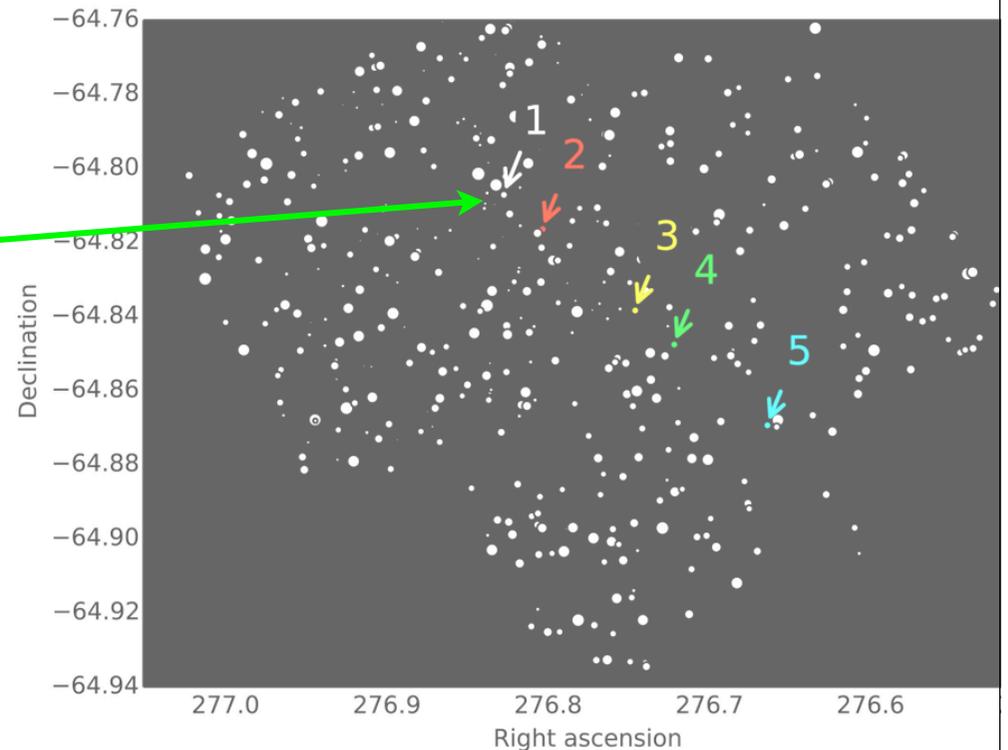
Objectifs scientifiques

- Obs. des SSSO okay, tout est dans la boîte
 - ▶ astéroïde Ksana, juil. 2014
 - ▶ traitement IDT
 - ▶ Pluton-Charon etc.
 - ▶ mais la pipeline...
- Ce qu'il n'y a pas dans Gaia DRI :
pas de SSO dans GDR1



Objectifs scientifiques

- Obs. des SSSO okay, tout est dans la boîte
 - ▶ astéroïde Ksana, juil. 2014
 - ▶ traitement IDT
 - ▶ Pluton-Charon etc.
 - ▶ mais la pipeline...
- Ce qu'il n'y a pas dans Gaia DR1
 - pas de SSO dans GDR1
- ... dans DR2 en 2017 ?!
 - astrométrie (α, δ, t), photom $G(t)$
 - pour une sélection de SSO (e.g. brillants)
- Extension+ à 10ans ?
 - ▶ intérêt général pour la dynamique effets \pm long terme (A. Hees et al.)

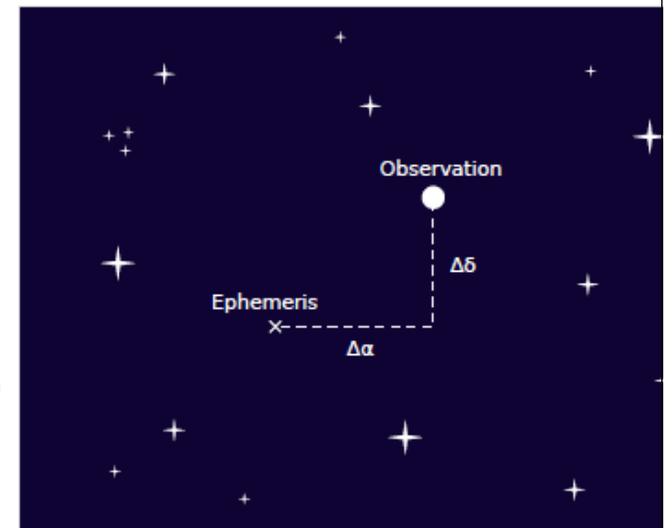


Objectifs scientifiques

En attendant

DRI – Occultations

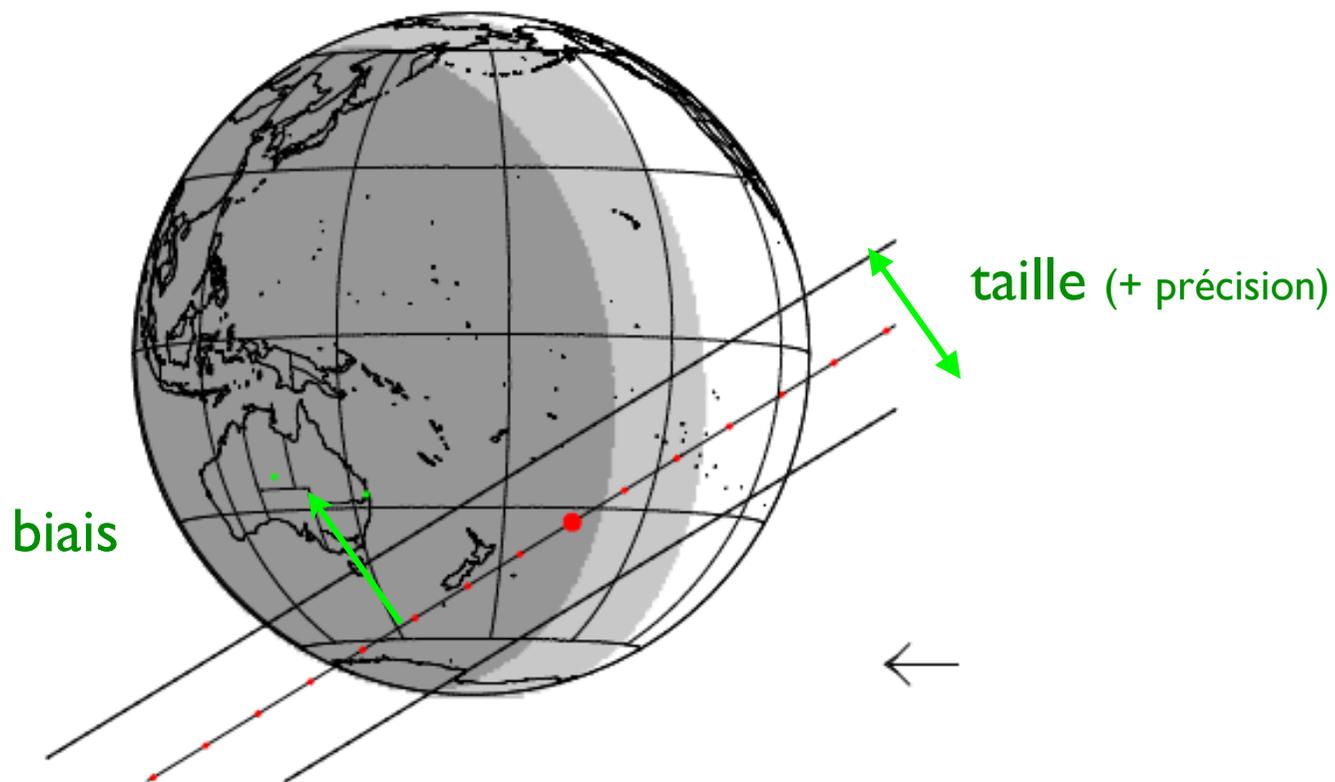
- **Occultations stellaires**
- MBA, TNO - projet Lucky Star (B. Sicardy)
- Campagne d'observations dédiées (catalogue local) et éphémérides
- Corrections 'last minute'
 - ▶ offset
 - ▶ ajustement orbite NIMA (J. Desmars)



Prediction of Occultation: (136199)Eris 29.08.2013

Eris: Star WFI, PROMPT-JPL43

Offset (mas): -18.0 -76.0



(J. Desmars)

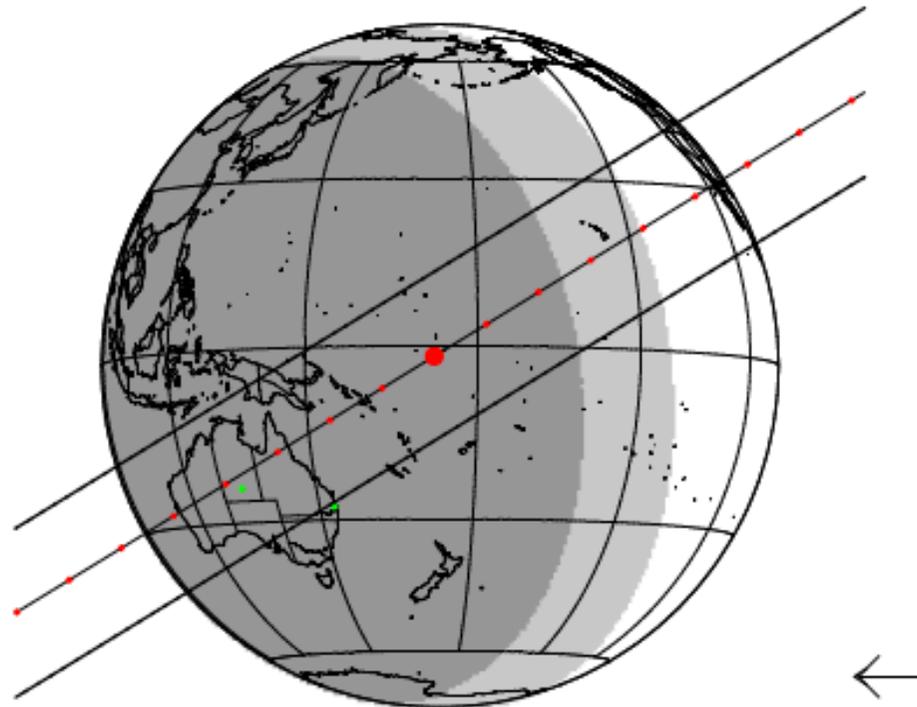
d	m	year	h:m:s	UT	ra	dec	J2000_candidate	C/A	P/A	vel	Delta	R*	K*	long			
29	08	2013	15	37	8.	01	42 58.5041	-3	21	17.375	0.053	148.85	-19.24	95.77	18.1	15.1	173.

Prediction of Eris occultation with offset method

Prediction of Occultation: (136199)Eris 29.08.2013

Eris: Star WFI, NIMA ephem.

Offset (mas): 0.0 0.0



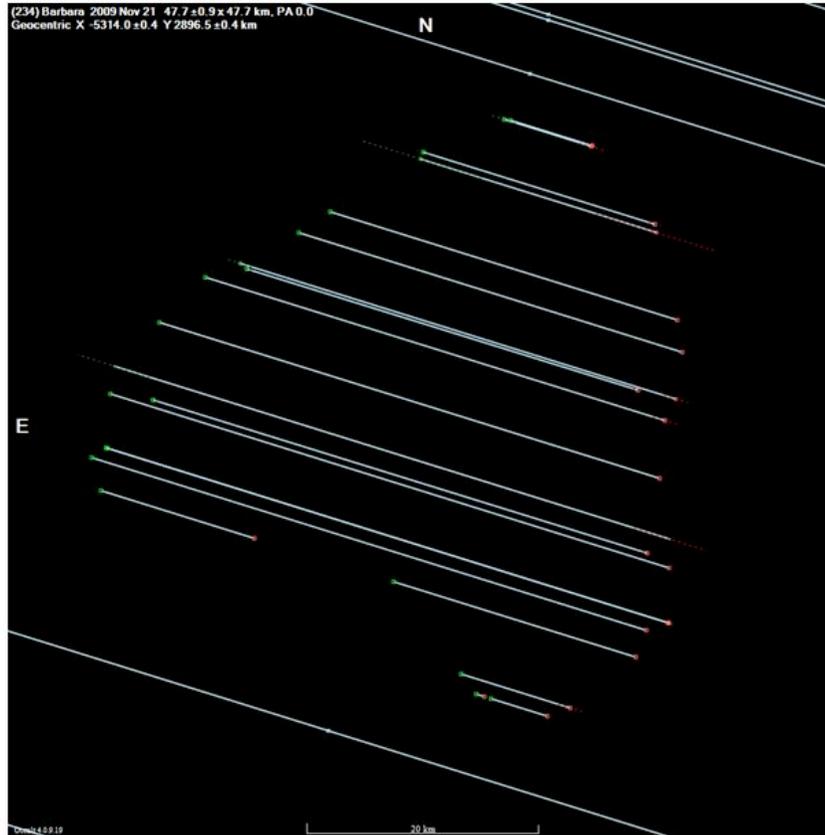
bingo !

(J. Desmars)

d	m	year	h:m:s UT	ra	dec	J2000_candidate	C/A	P/A	vel	Delta	R*	K*	long
29	08	2013	15 36 36.	01 42 58.5041	-3 21 17.375	0.003	328.71	-19.17	95.77	18.1	15.1	174.	

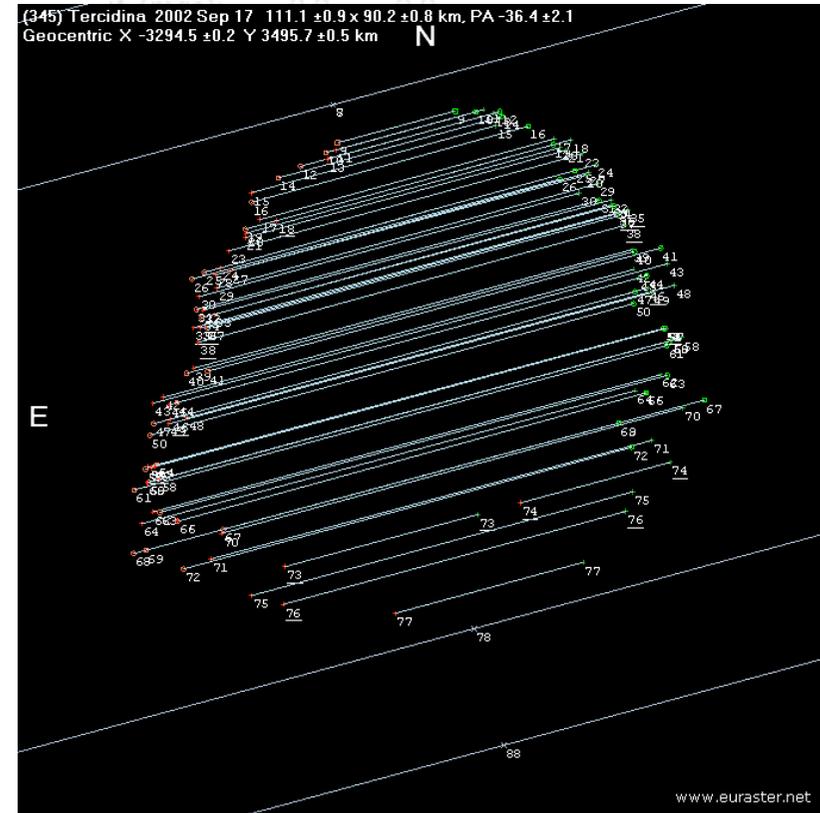
Prediction of Eris occultation with NIMA method

(234) Barbara 2009 Nov 21



)Eris 29.08.2013

(345) Tercidina 2002 Sep 17

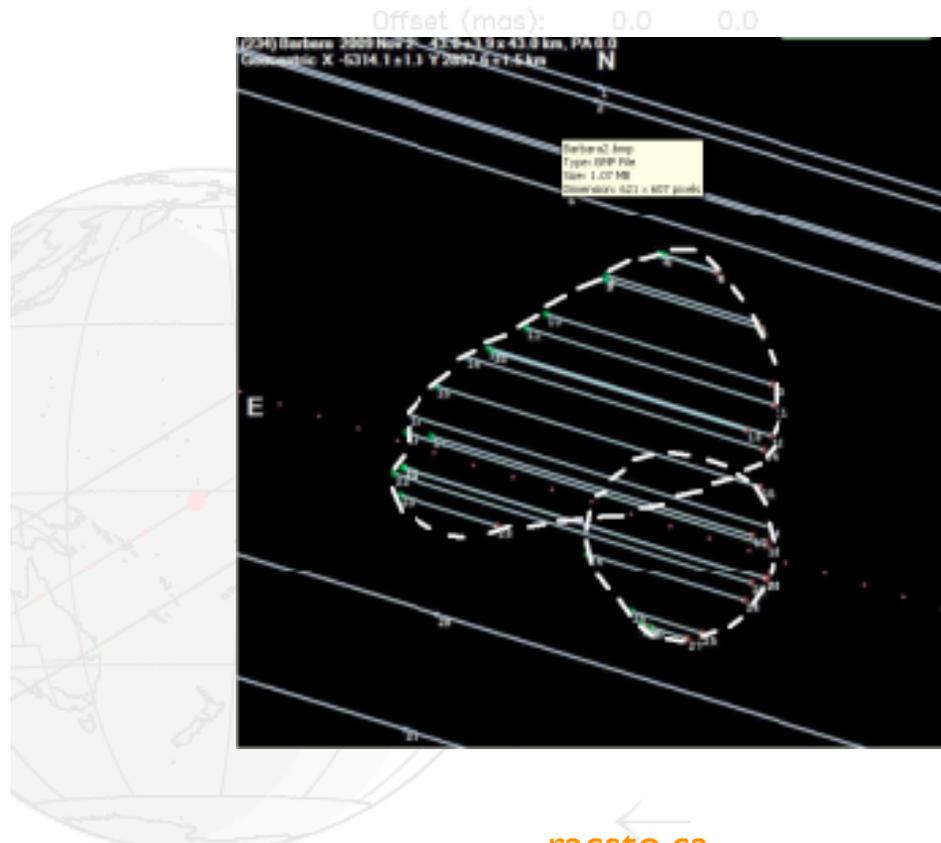
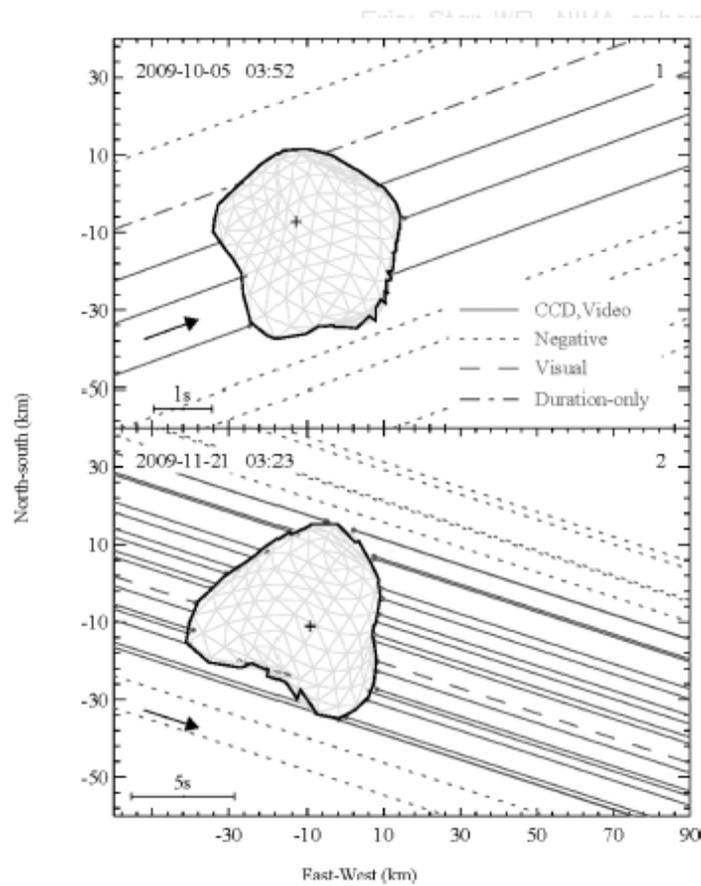


**bingo !
plus de cordes ?**

d	m	year	h:m:s UT	ra	dec	02000 candidate	C/A	P/A	vel	Delta	R*	K*	long	
29	08	2013	15 36 36.	01 42	58.5041	-3 21	17.375	0.003	328.71	-19.17	95.77	18.1	15.1	174.

Prediction of Eris occultation with NIMA method

DRI – Occultations



Tanga et al. 2015

bingo !
 plus de cordes ?
 => formes non convexes

d	m	year	h:m:s	UT	ra	dec	z2000	candidate	C/A	P/A	vel	Delta	R*	K*	long			
29	08	2013	15	36	36.	01	42	58.5041	-3	21	17.375	0.003	328.71	-19.17	95.77	18.1	15.1	174.

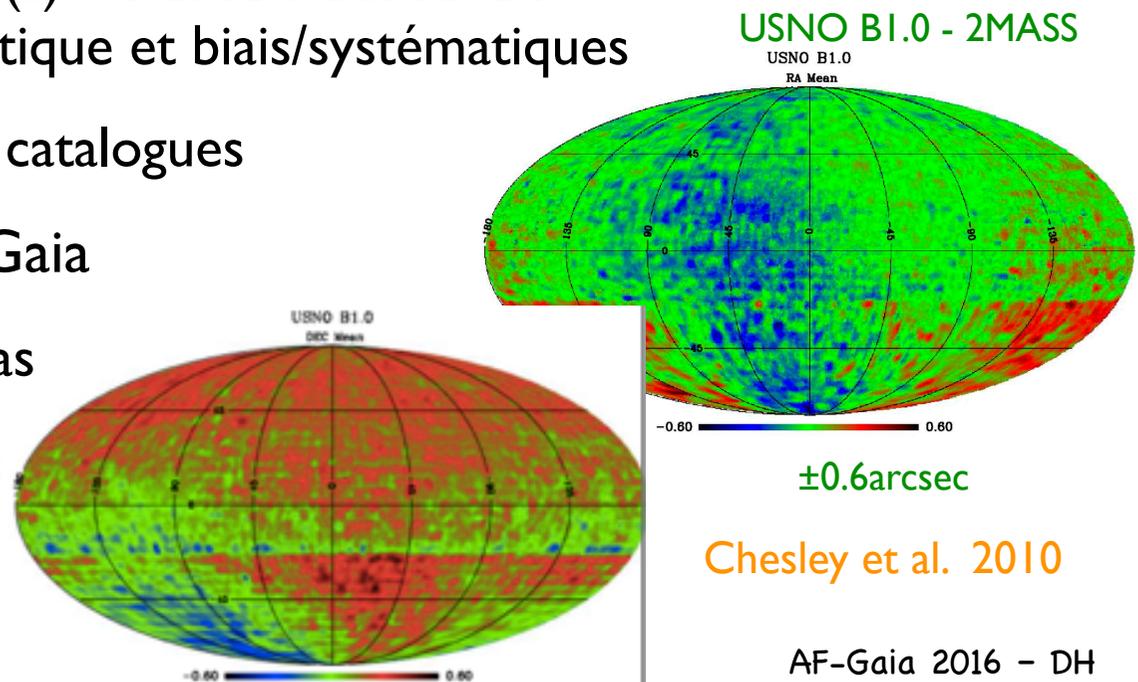
Prediction of Eris occultation with NIMA method

DRI – Réductions

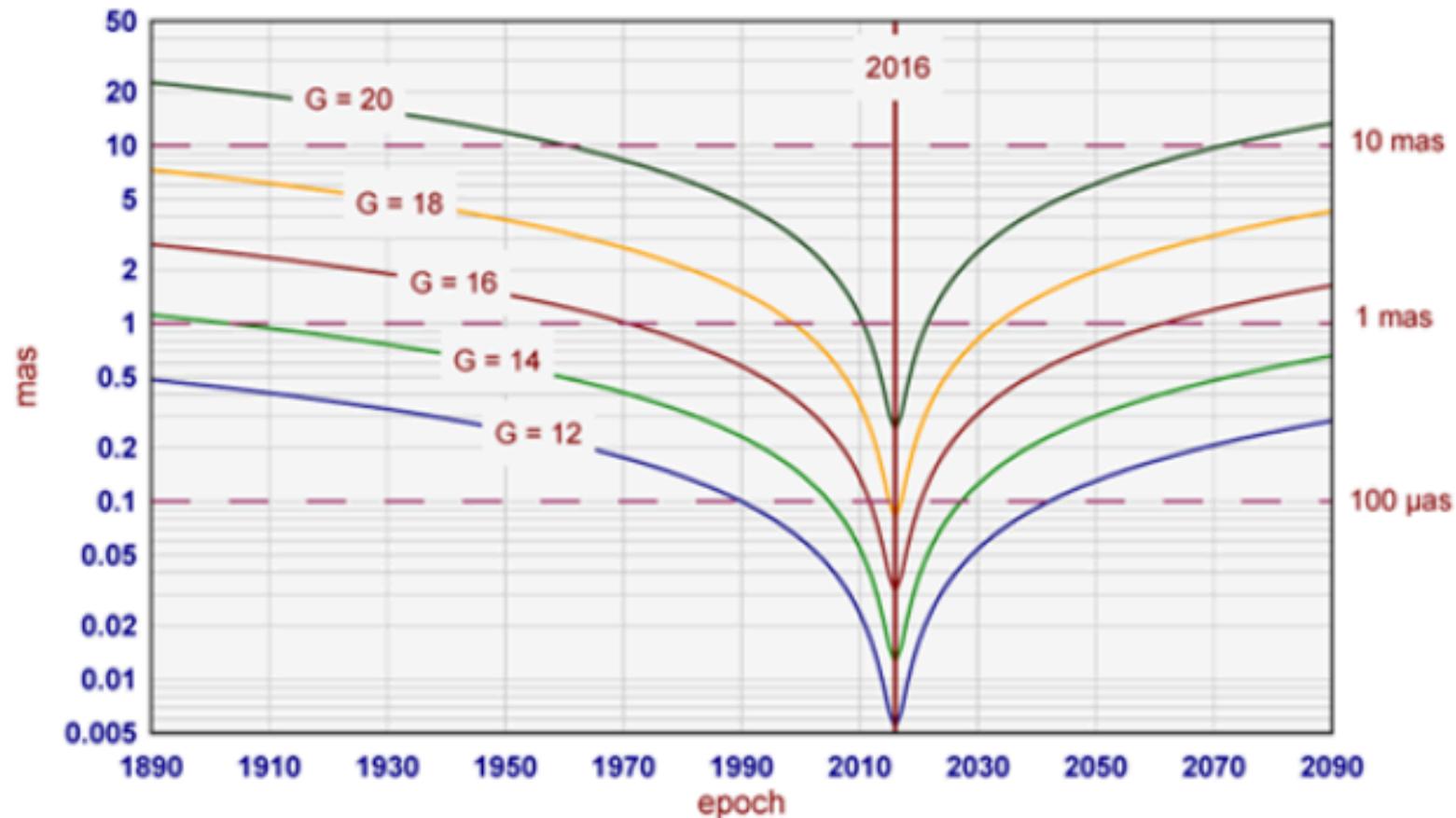
- **Occultations stellaires**
- meilleures méthode sol pour mesurer directement taille, forme, anneaux, atmosphère, ...
- limitations = prédiction trace au sol
 - ▶ **étoile** - position, parallaxe et mvt propre
précisions et biais
 - ▶ **astéroïde** - astrométrie & éphémérides
MPC, précision/extrapolation, dpd catalogue
 - ▶ objets > 40km (MBA)
- occultation
=> position à 50mas au lieu de 300mas (CCD)
nouvelles prédictions (Desmars et al. 2015)
- besoin de continuer astrométrie des TNO, maintenir éphémérides
- post-Gaia => incertitude \leq taille trace ombre au sol
10⁴ objets taille 10-20km avec télescopes TIm (Tanga et Delbo 2007)

DRI – Réductions

- **Réductions astrométrique SSO**
- Actuellement réduction 30 - 100mas+
 - ▶ pointing/extraction f(magnitude)
 - ▶ effets physiques (réfraction, etc.)
 - ▶ erreurs catalogue(s) - UCAC4 USNO-BI
précision/stochastique et biais/systématiques
 - ▶ nombre d'étoiles catalogues
- Avec le catalogue Gaia
 - ▶ précision 1-10 mas
 - ▶ ≈ 0 erreur zonale



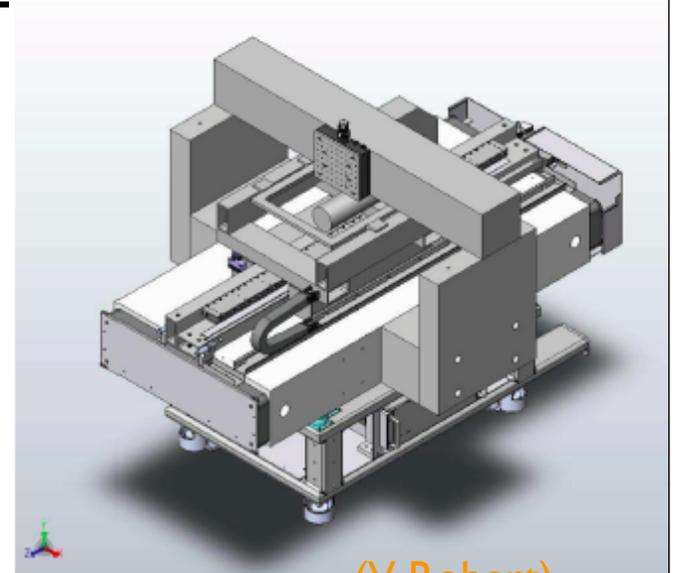
DRI – Réductions



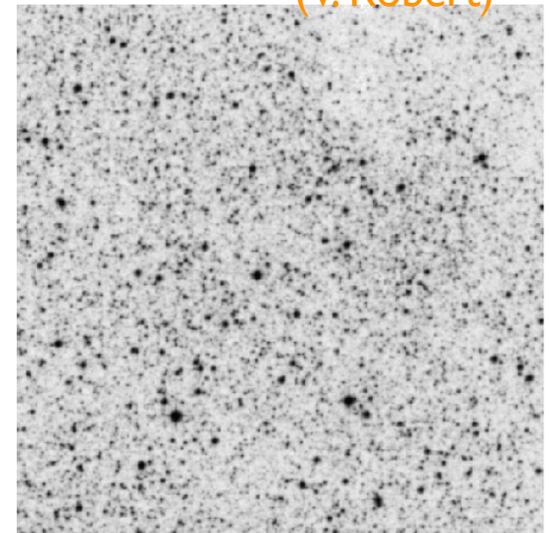
(F. Mignard)

DRI – Réductions

- **Aller dans le passé**
- projet NAROO - numérisation de plaques
 - ▶ tests machine DAMIAN satellites à 70 mas (Robert et al. 2011, 2015, 2016)
- re-réduction avec catalogue Gaia
 - ▶ bonne astrométrie sur des observations fin 19ème siècle
 - ▶ plaques en bonne condition, et metadata
- pre-discovery plaques de Schmidt



(V. Robert)



New softwares and new reference catalogues will allow to identify most of these unknown objects.

DRI – Réductions

- **Aller dans le futur**
- astrométrie CCD, NEO Apophis
 - ▶ avec SSO DR2+
 - ▶ avec catalogue Gaia

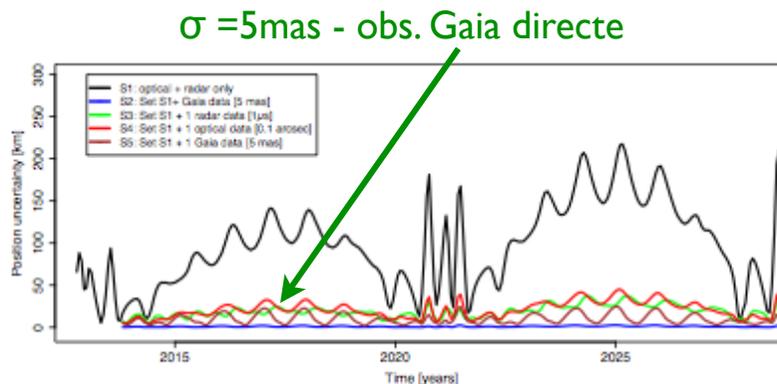


Fig. 8. Evolution of the position uncertainty (given by its geocentric distance) of asteroid Apophis considering several different sets of observations.

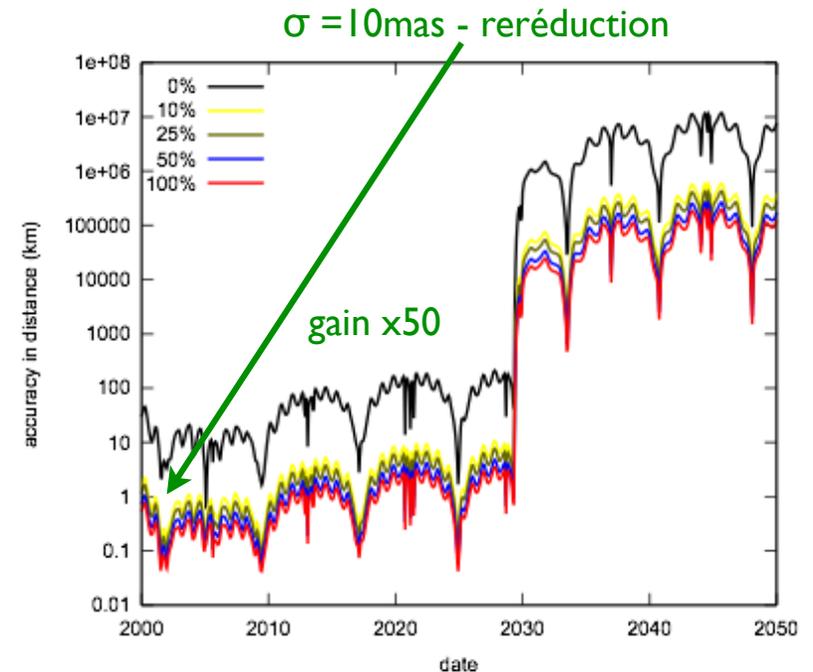


Fig. 9. Evolution of the position uncertainty of asteroid Apophis by considering that a certain percentage of optical observations could be reduced with Gaia stellar catalogue, i.e. with an accuracy of 10 mas (see text).

Desmars et al. 2013

DRI – Réductions

- **Aller dans le futur**
- re-réductions ou simulations avec DRI, ou TGAS
 - ▶ en cours astéroïdes GBOT, TNO occultations, etc.
 - ▶ réajustement
 - ▶ corrections empiriques catalogues (UCAC, 2MASS, USNO, etc.)

Alertes Gaia-FUN

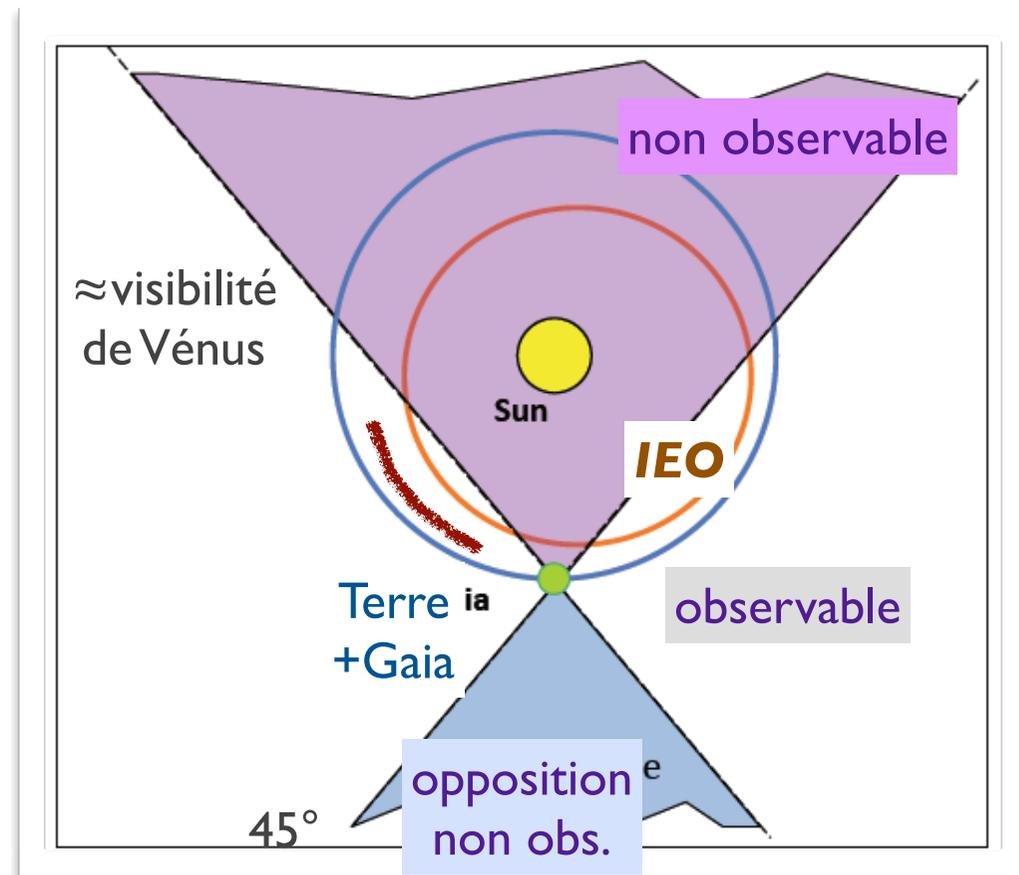


- activités OHP au T120
 - ▶ GBOT & QSO (S. Bouquillon, F. Taris)
 - ▶ Alertes scientifiques
 - ▶ photométriques (M. Dennefeld)
 - ▶ astrométriques Gaia-FUN-SSO (W Thuillot, B. Carry, P. David, S. Eggl, M. Delbò)
 - ▶ Runs d'observation 4 nuits tous les 2mois



Alertes Gaia-FUN

- Magnitude limite $G \leq 20.7$
- Nouvelles découvertes
 - ▶ MBA, TNO, satellites, ...**NEO**
- Loi de balayage fixe
=> assurer follow-up



(F. Mignard + D. Hestro)

Alertes Gaia-FUN

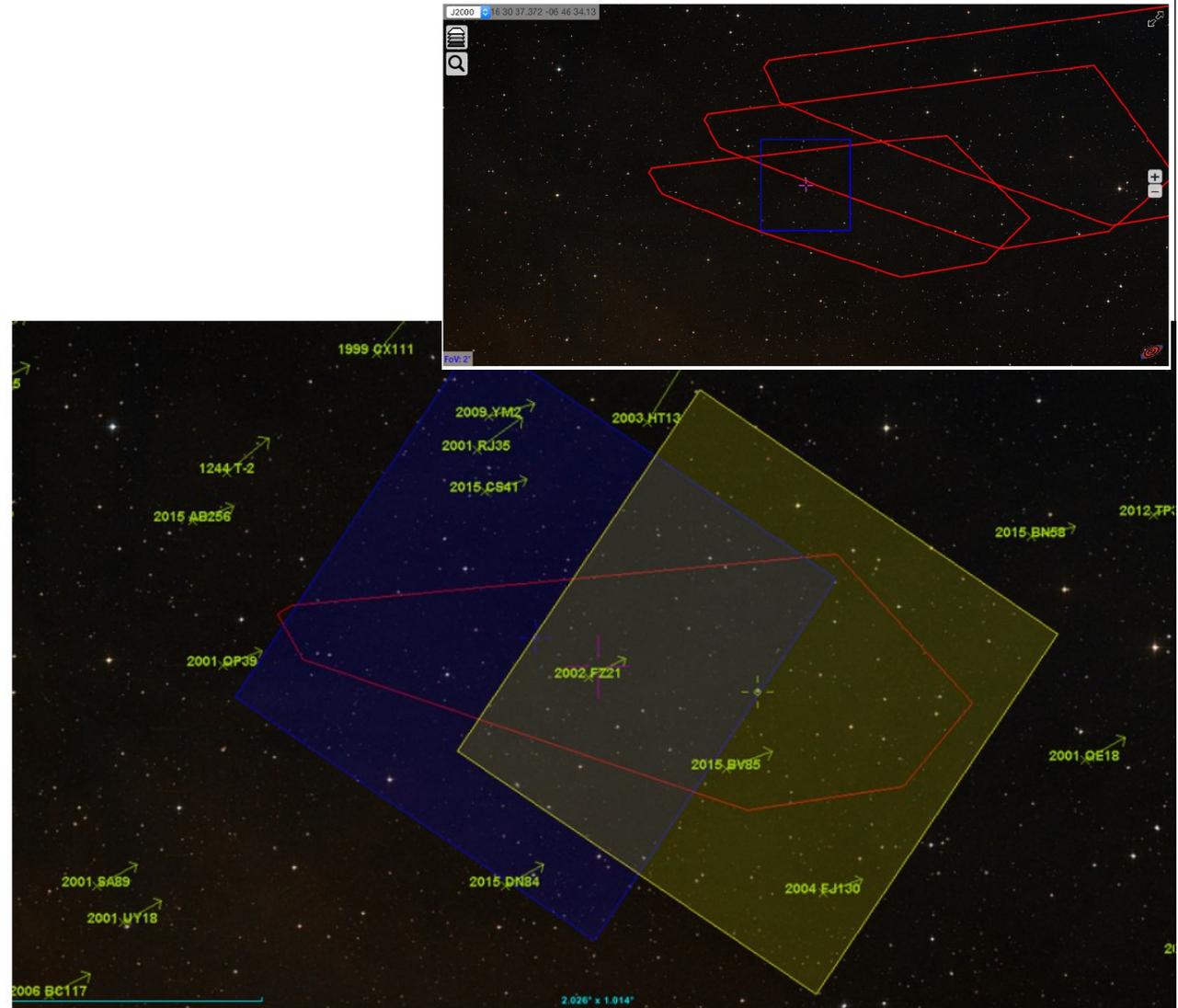


► Réseau

- 70 télescopes enregistrés, préparations, tests, ateliers, échanges avec MPC, ...
- en veille

Alertes Gaia-FUN

- Test sur cible Gaia I 158
- confirmation C2PU
tél. OCA
- 2002 FZ 21 à 1arcsec
de la prédicton
- valide dissemination
d'alertes et
éphémérides
topocentriques dédiées



(B. Carry + P. David)

Alertes Gaia-FUN

► Campagnes d'observations

- Apophis (Thuillot et al. 2015)
condition visibilité
réduction UCAC4
sigma ≈ 75 mas
- 10aine astéroïdes GBOT,
mais mag. 20-22 difficile
- en attente d'alerte Gaia !..



à suivre

- RDV dans (\pm)un an :
 - ▶ /st light sur NAROO
 - ▶ /st alert réseau Gaia-FUN-SSO
 - ▶ /st SSO astrométrie dans Gaia DR2

