

L'astrométrie avec Gaia



Gaia: une lunette méridienne?

- Gaia va balayer le ciel comme les lunettes méridiennes en mode TDI
- Le principe de fonctionnement est le même

Gaia: un nouveau satellite astrométrique

Le but astrométrique de GAIA est de produire un nouveau catalogue d'un milliard d'étoiles avec une précision de 0.1 à 0.001 mas selon la magnitude.

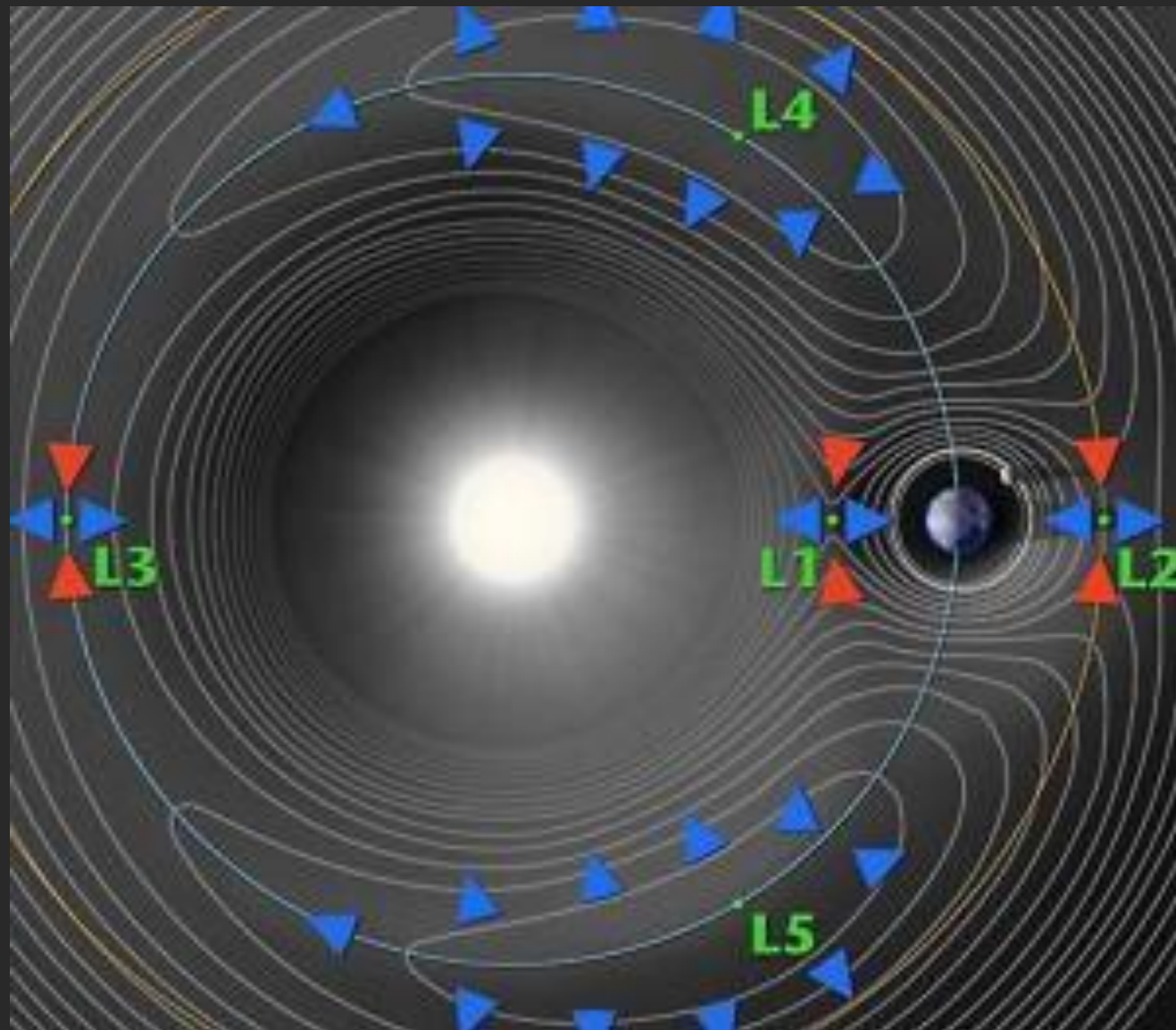
Les parallaxes pourront être calculées pour un milliard étoiles avec une bonne précision jusqu'à 10 000 parsec.

Gaia: un nouveau satellite astrométrique

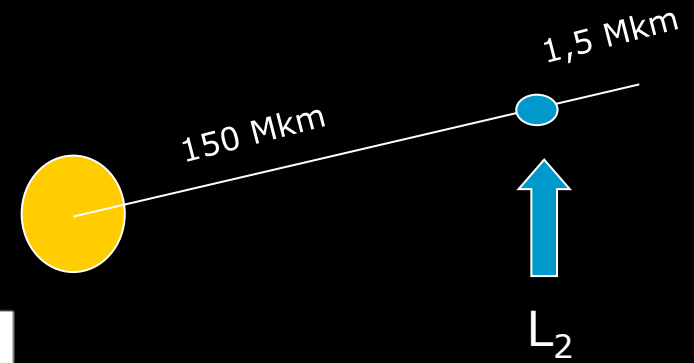
Contrairement aux catalogues précédents, Gaia ne va pas partir d'un catalogue existant (comme l' « input catalog INCA » d'Hipparcos ou l'UCAC pour SIM) mais réaliser une astrométrie globale du ciel (ce qui conduira à inverser une matrice un milliard-un milliard...).

Gaia ne fait pas d'astrométrie par rattachement mais fonctionne comme une lunette méridienne!

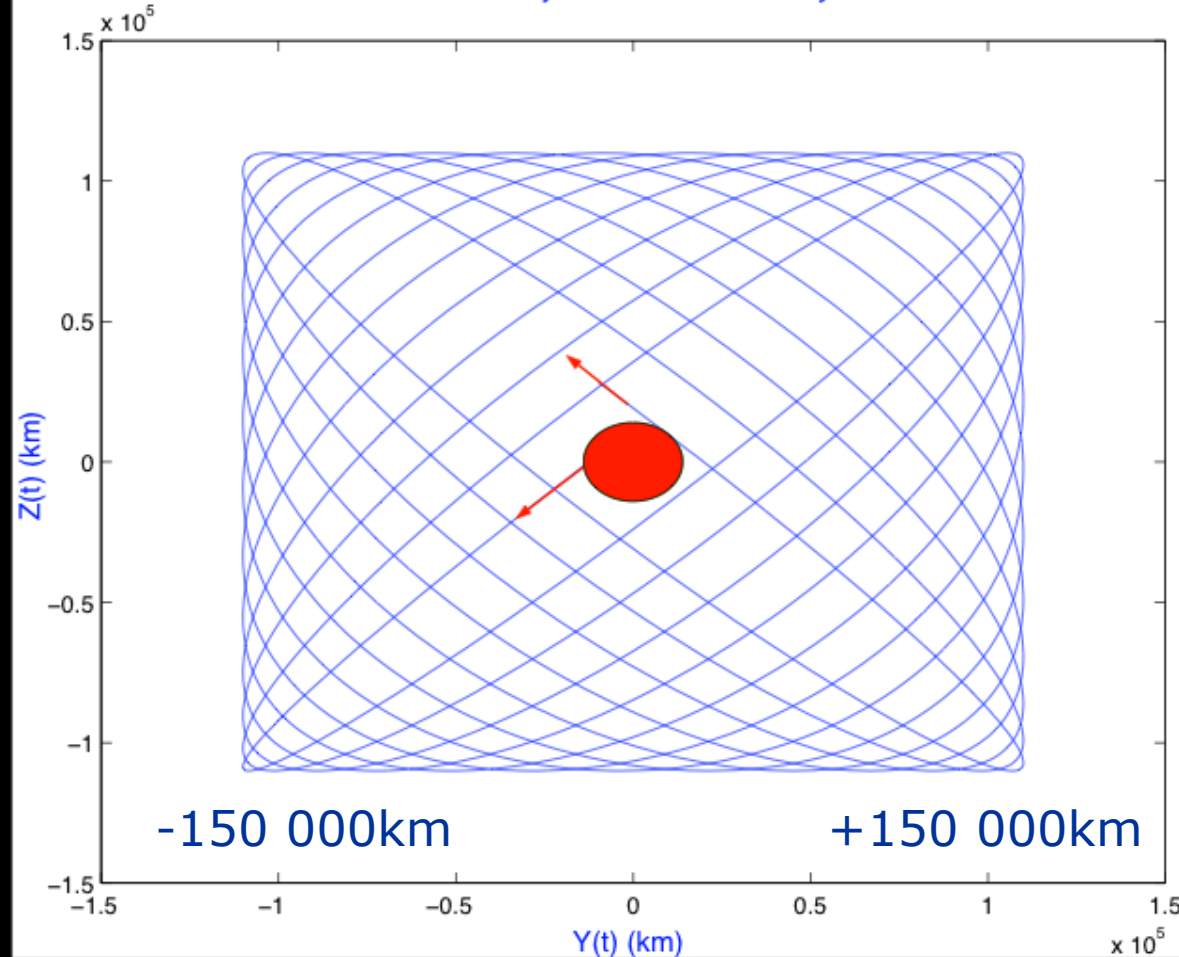
Les « points de Lagrange » de l'orbite terrestre



Gaia placé au point de Lagrange L2



GAIA Lissajous orbit over 6.3 years



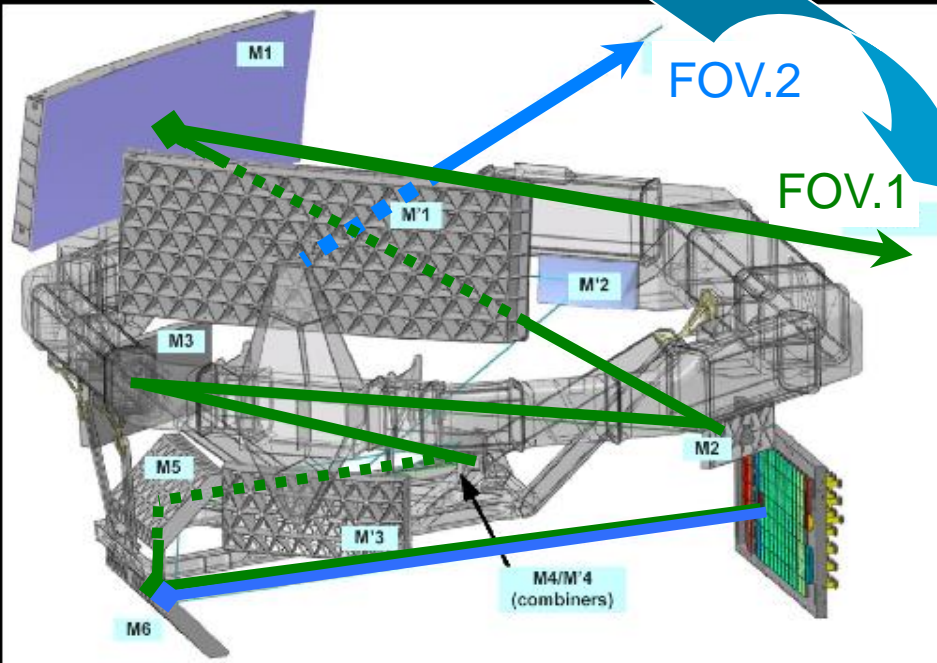
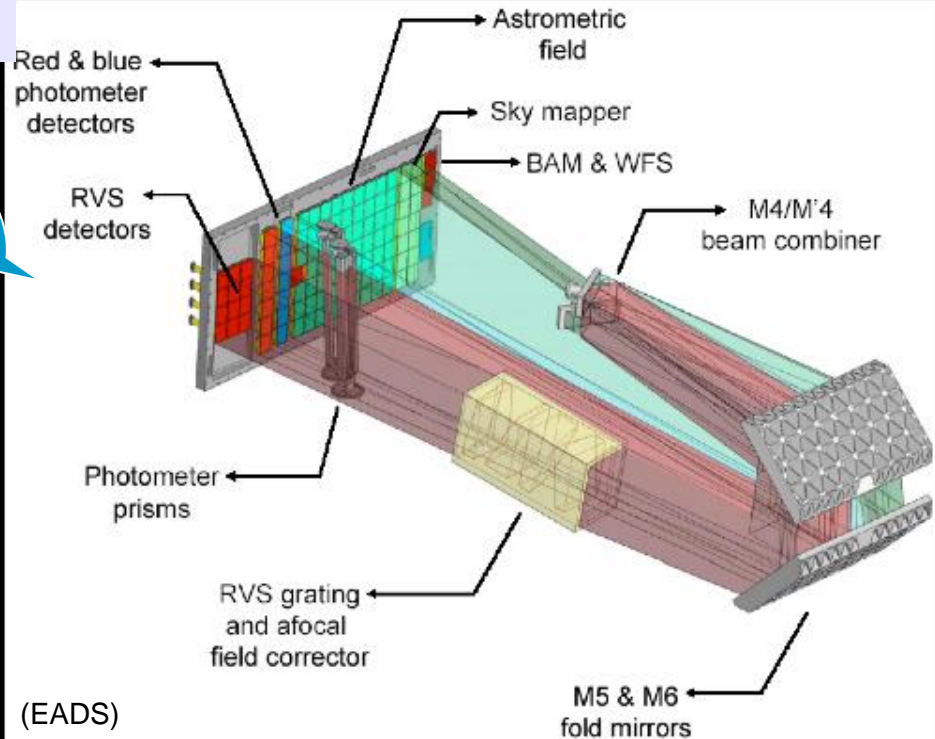
- L2 sur orbite de Lissajous:
- stabilité
 - ~pas d'éclipses
 - ~pas d'effets thermiques

Une optique complexe

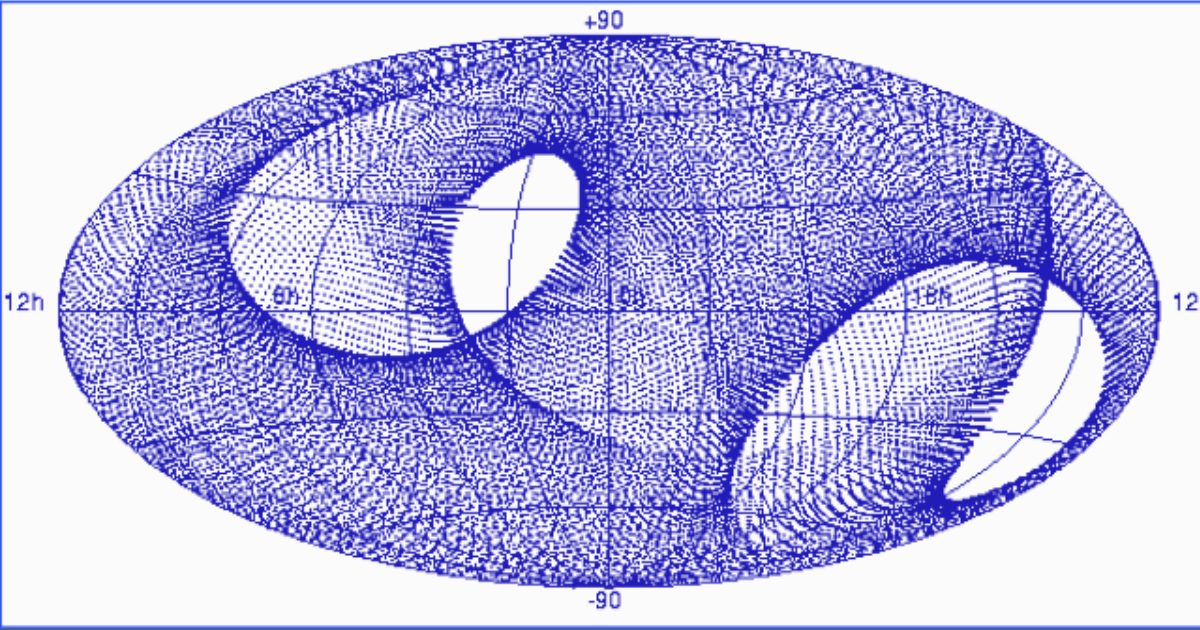
Basic angle
(FOV1, FOV2)

FOV.2

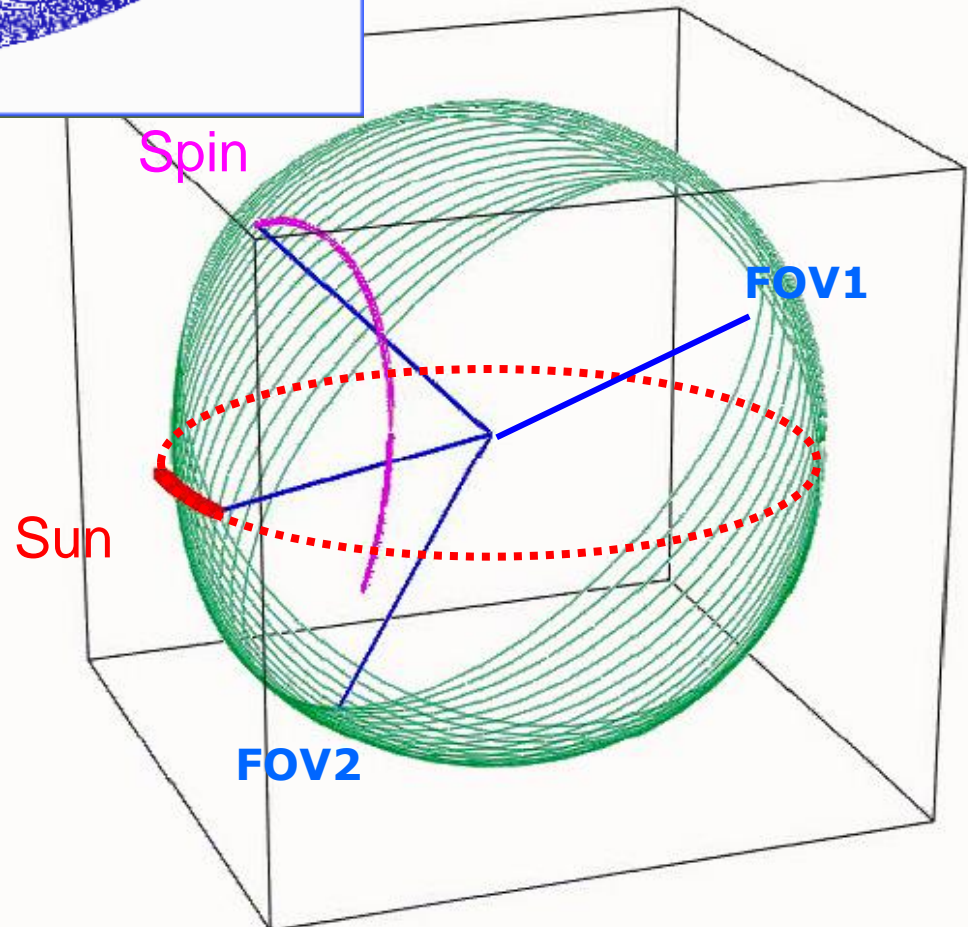
FOV.1



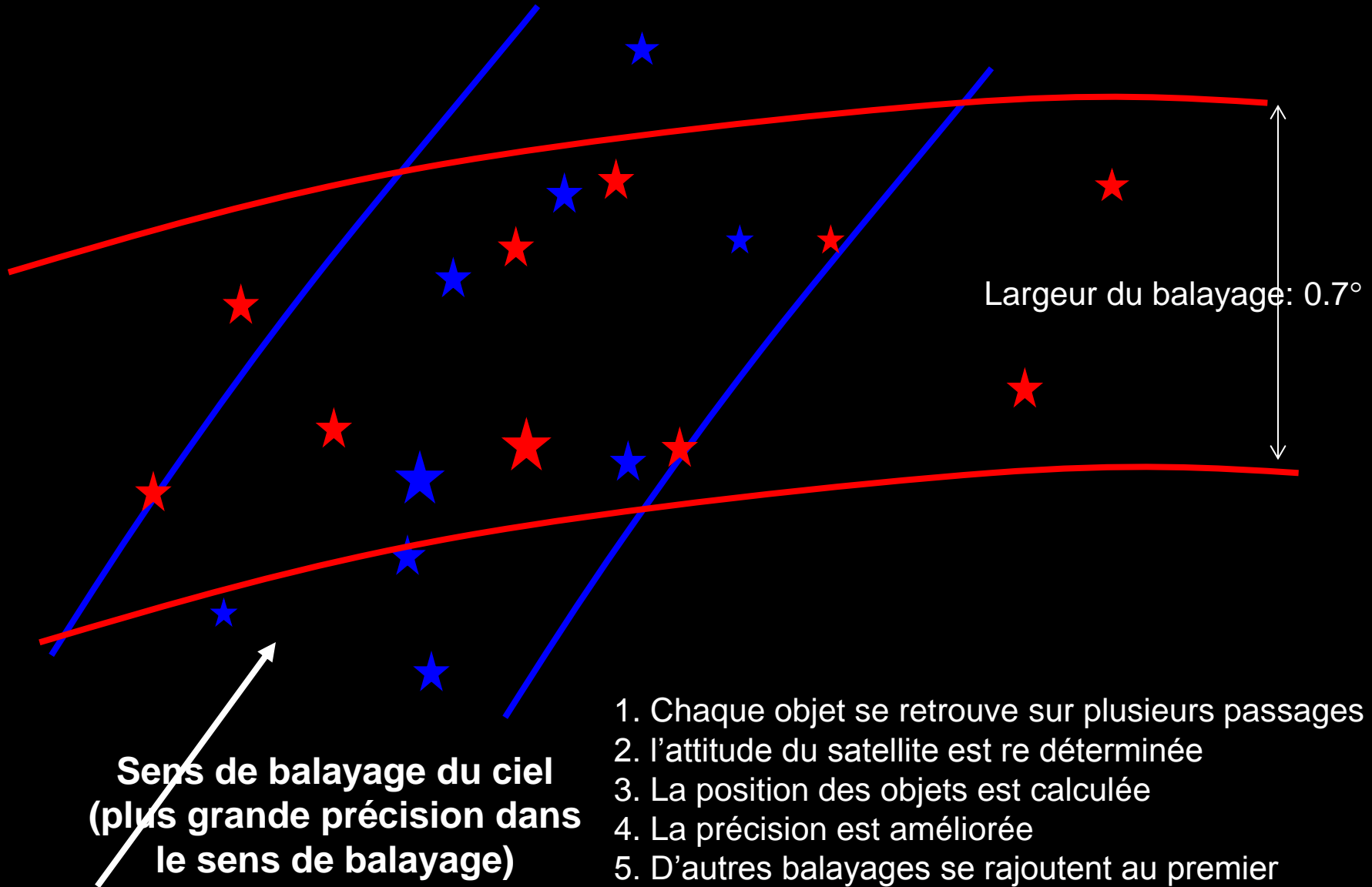
La loi de balayage du ciel



- ❑ Ciel complet en 6 mois
 - ❑ Durée 5 ans
 - ❑ Balayage non uniforme
- ➔ éclipse désavantagée



Les principes de “réduction”



Hipparcos “prototype” de Gaia



‘Gaia’



	Hipparcos	Gaia
Epoque	1991.25	≈2013.5
Récepteur	photomètre	CCD
Ouverture	Ø=0.29m	1.45x0.5m
Catalogue d'entrée	oui	non
Magnitude limite (V)	12.5	20
Densité	3* /deg ² (TYC2=50)	25000 * /deg ²
Vitesses radiales	non	10km/s (V=16.5)
Photométrie	0.015 (V=9)	0.001 (V=15)
Astrométrie	1 mas (V=9)	7 μas (V=10) 10-25 μas (V=15) 300 μas (V=20) (~100-1000 μas Asteroides)

Gaia: « une vision 3D de l'univers »

- ✓ Cinématique des étoiles
 - ✓ Position astrométrique complète (α, δ, π)
et vitesse (μ_α, μ_δ et vitesse radiale)
 - ✓ Photométrie
 - ✓ Spectroscopie
- ✓ Système de référence



10 kpc

1000 million objects measured to $l = 20$

20 kpc

>20 globular clusters
Many thousands of Cepheids and RR Lyrae

Horizon for proper motions accurate to 1 km/s

Mass of galaxy from rotation curve at 15 kpc

Sun

30 open clusters within 500 pc

Dark matter in disc measured from distances/motions of K giants

Horizon for detection of Jupiter mass planets (200 pc)

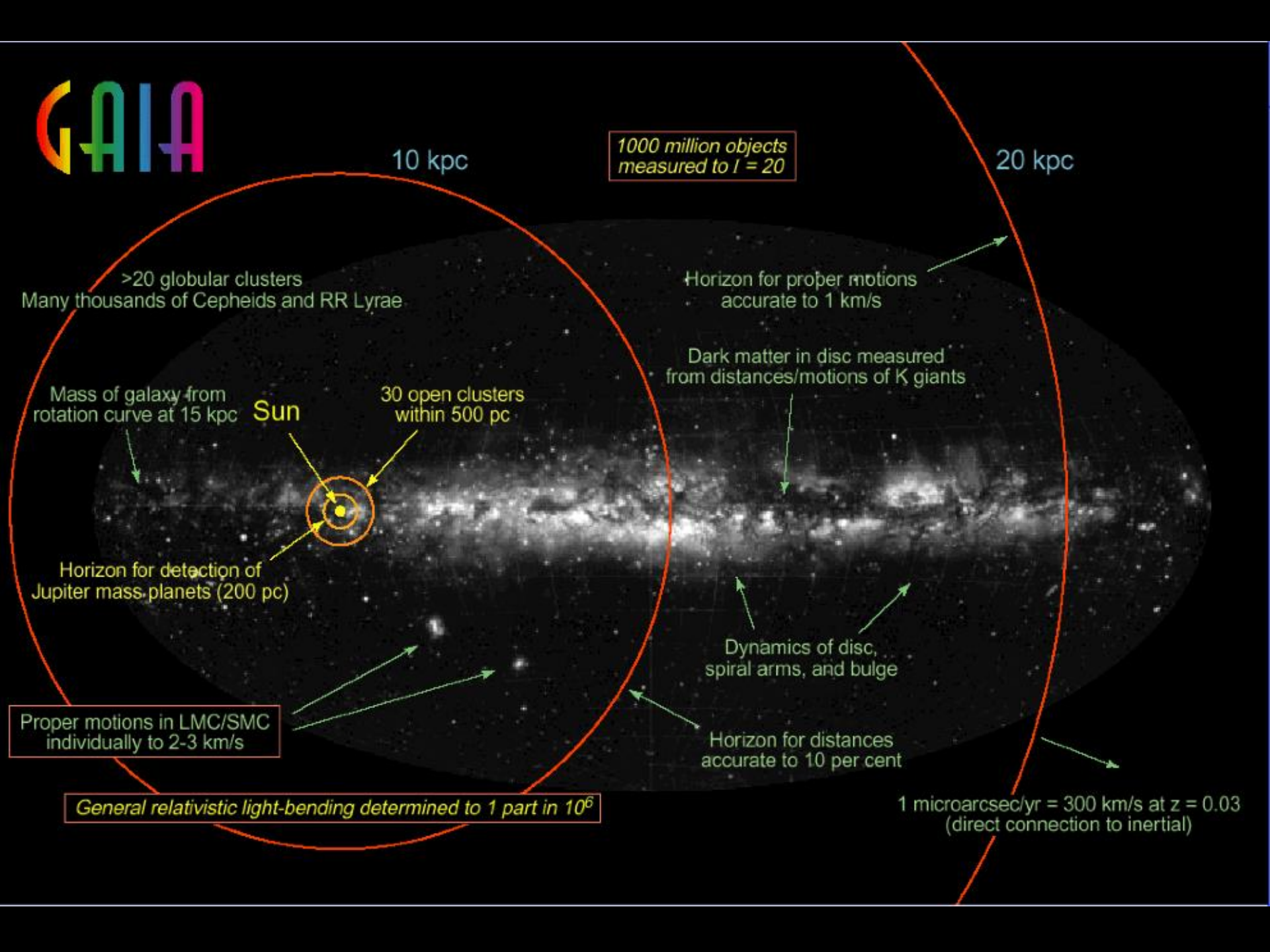
Dynamics of disc, spiral arms, and bulge

Proper motions in LMC/SMC individually to 2-3 km/s

Horizon for distances accurate to 10 per cent

General relativistic light-bending determined to 1 part in 10^6

1 microarcsec/yr = 300 km/s at $z = 0.03$
(direct connection to inertial)



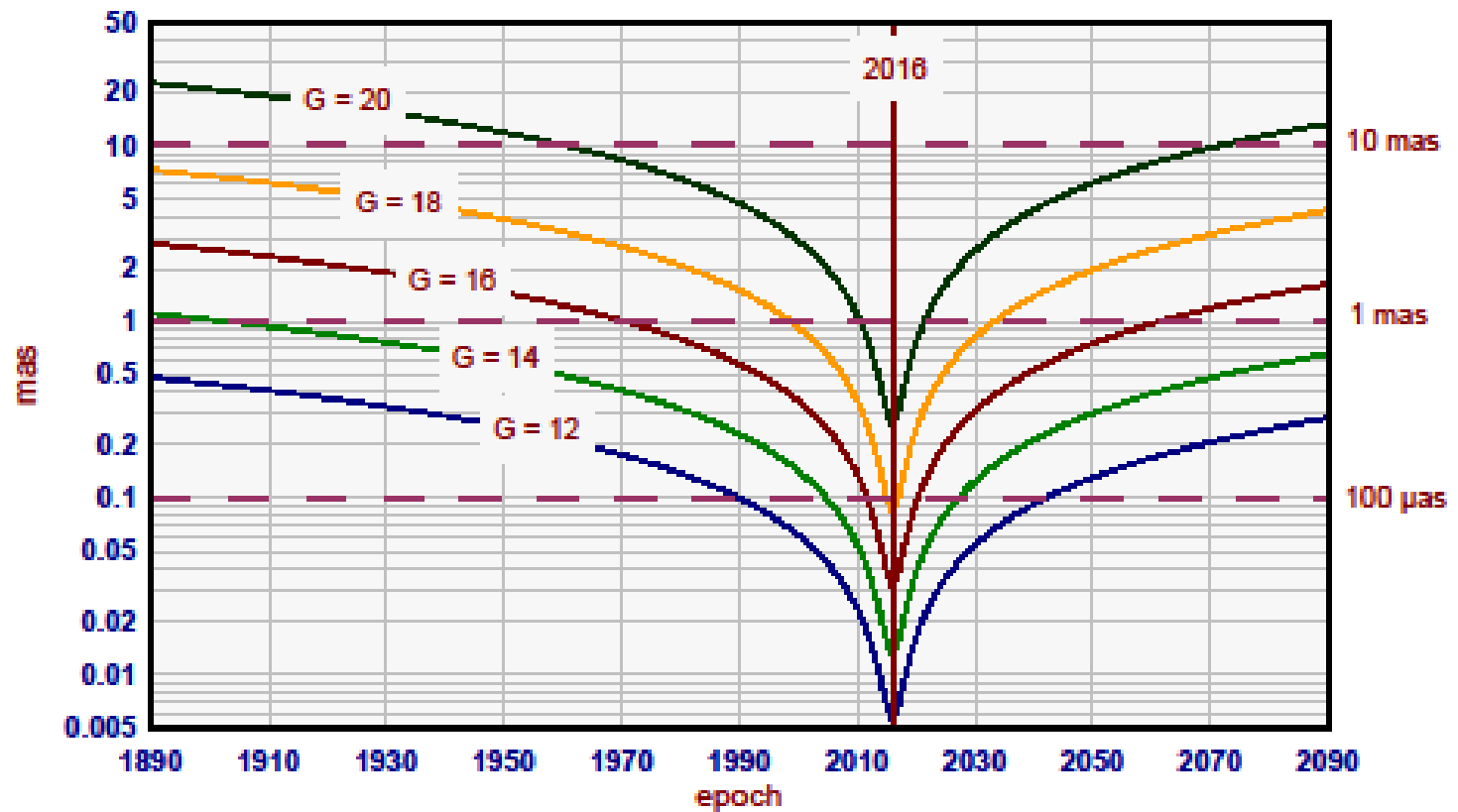
Les objets du système solaire nécessitent des observations continues: Gaia ne sera surtout utile par son catalogue d'étoiles astrométriques

- Chaque corps du système solaire sera observé 50 fois sur une période de 5 ans
- Ce n'est pas suffisant pour calculer une éphéméride à long terme
- Les observations anciennes re-traitées avec le catalogue Gaia vont augmenter fortement en précision

Les observations de Gaia

- Permettent de mesurer α et δ des astres observés
- Dans un repère propre à Gaia lié aux quasars, objets lointains supposés fixes dans l'univers
- Donnent des mouvements des étoiles plus précis valables plus longtemps

Gaia Catalogue: Positional accuracy



Conclusion

- Gaia efface toutes les mesures réalisées auparavant et réalise un catalogue d'un milliard d'étoiles ultra-précis
- Les catalogues du passé ne perdent pas toute utilité: ils pourront tester les mouvements propres des étoiles déterminés par Gaia: les positions des étoiles des catalogues sont très précises à la date de réalisation des catalogues mais se dégradent au cours du temps du fait de la mauvaise connaissance des mouvements propres des étoiles.