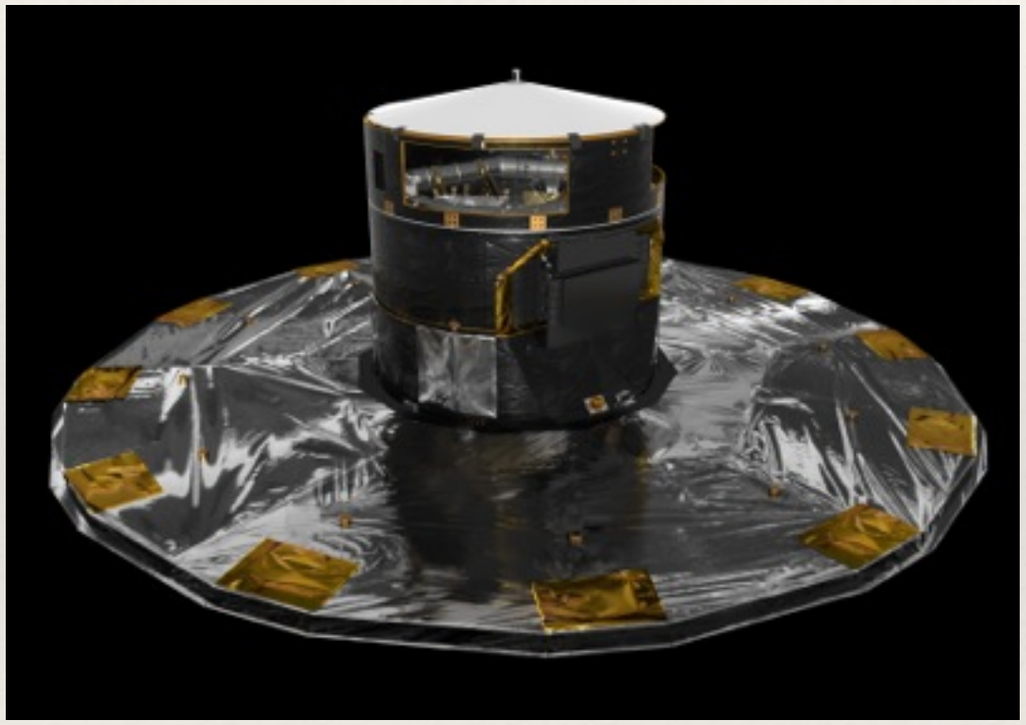
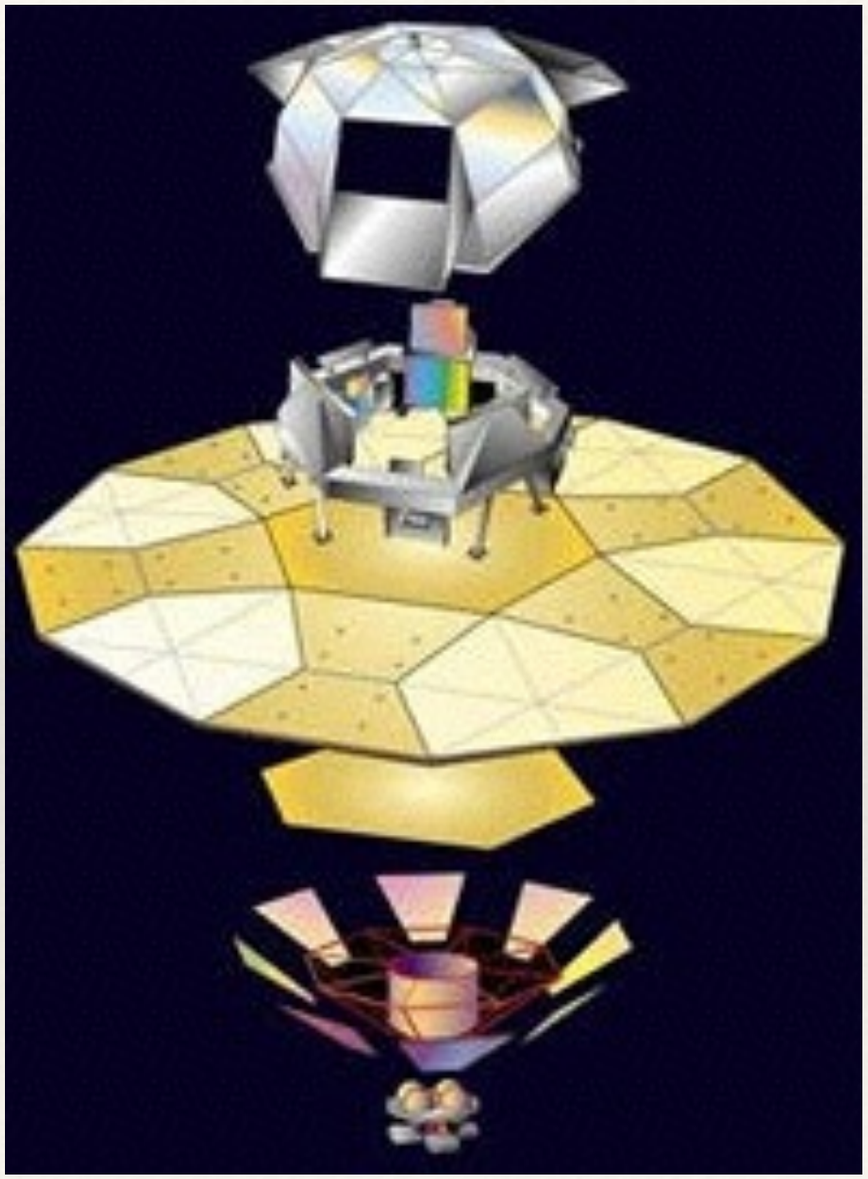
Gaia : la révolution

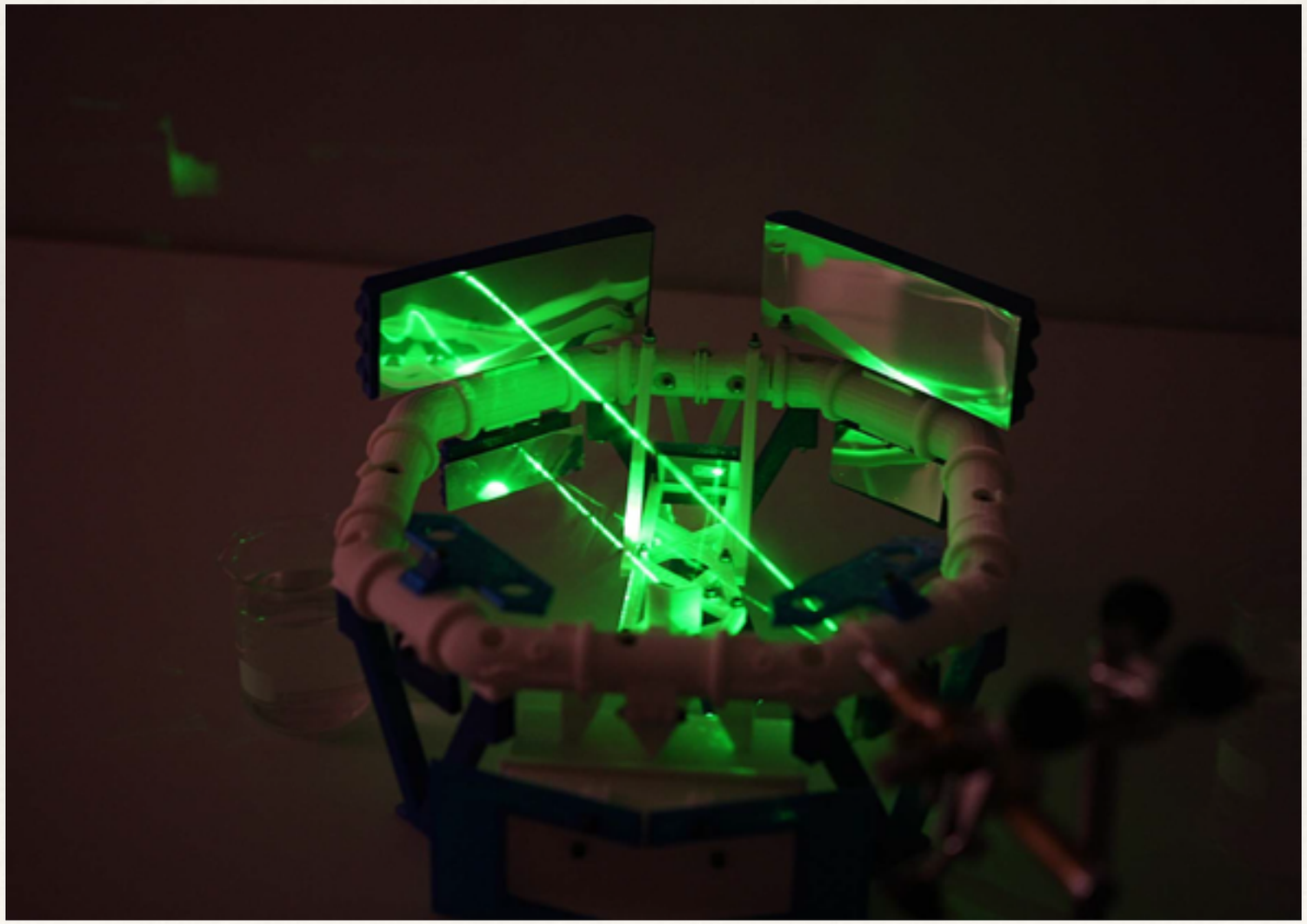
La Voie Lactée revue et corrigée

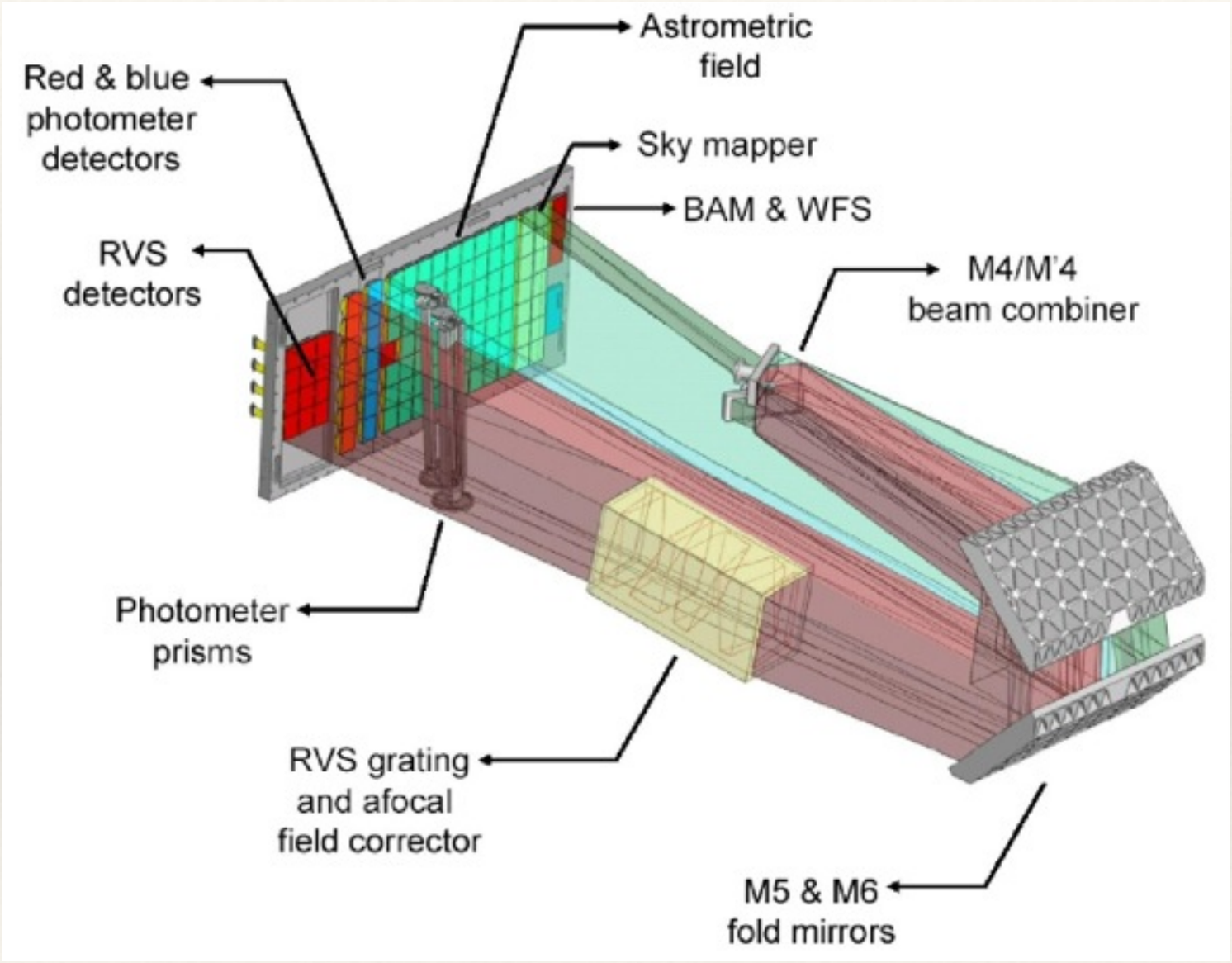
Le satellite Gaia



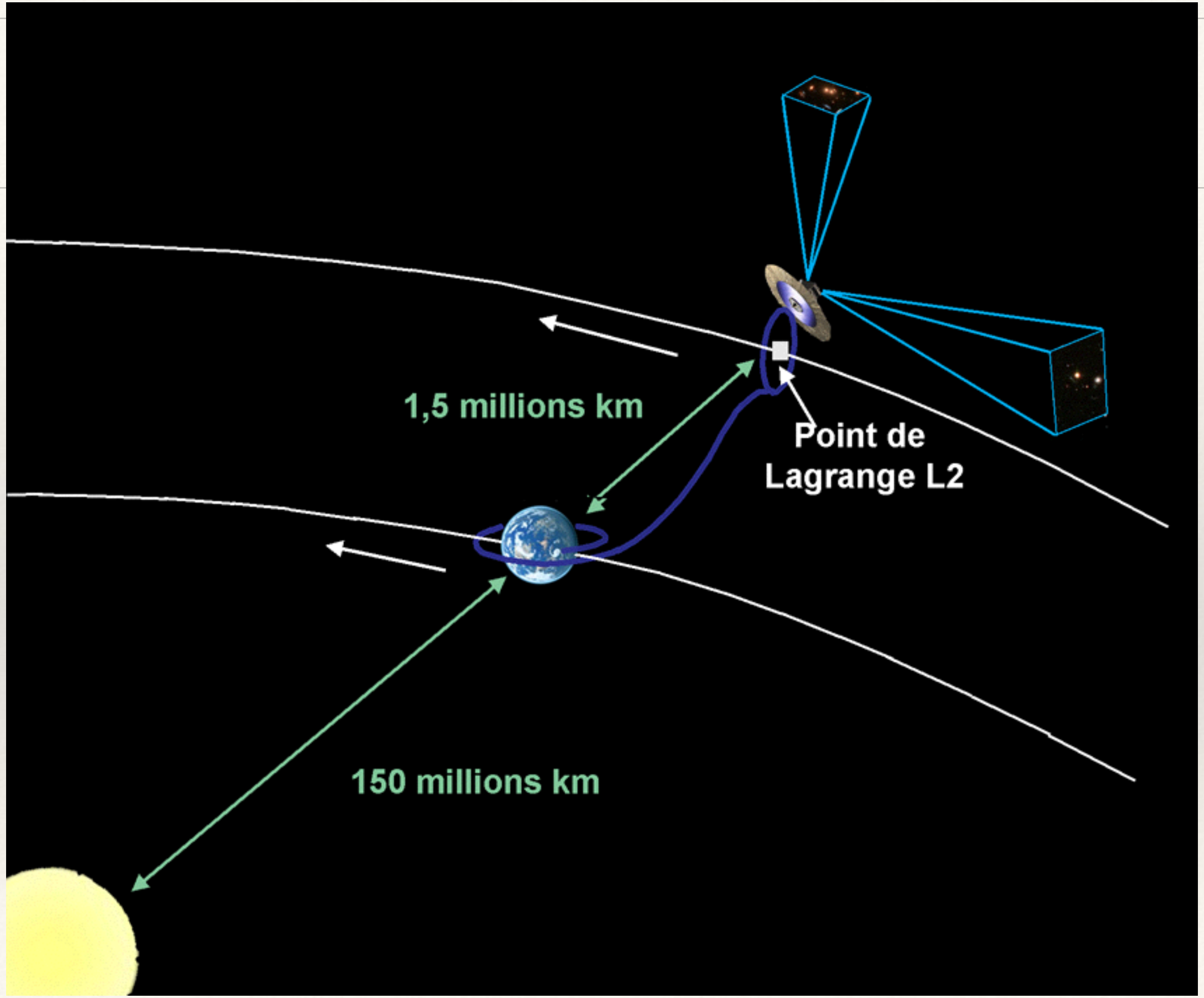


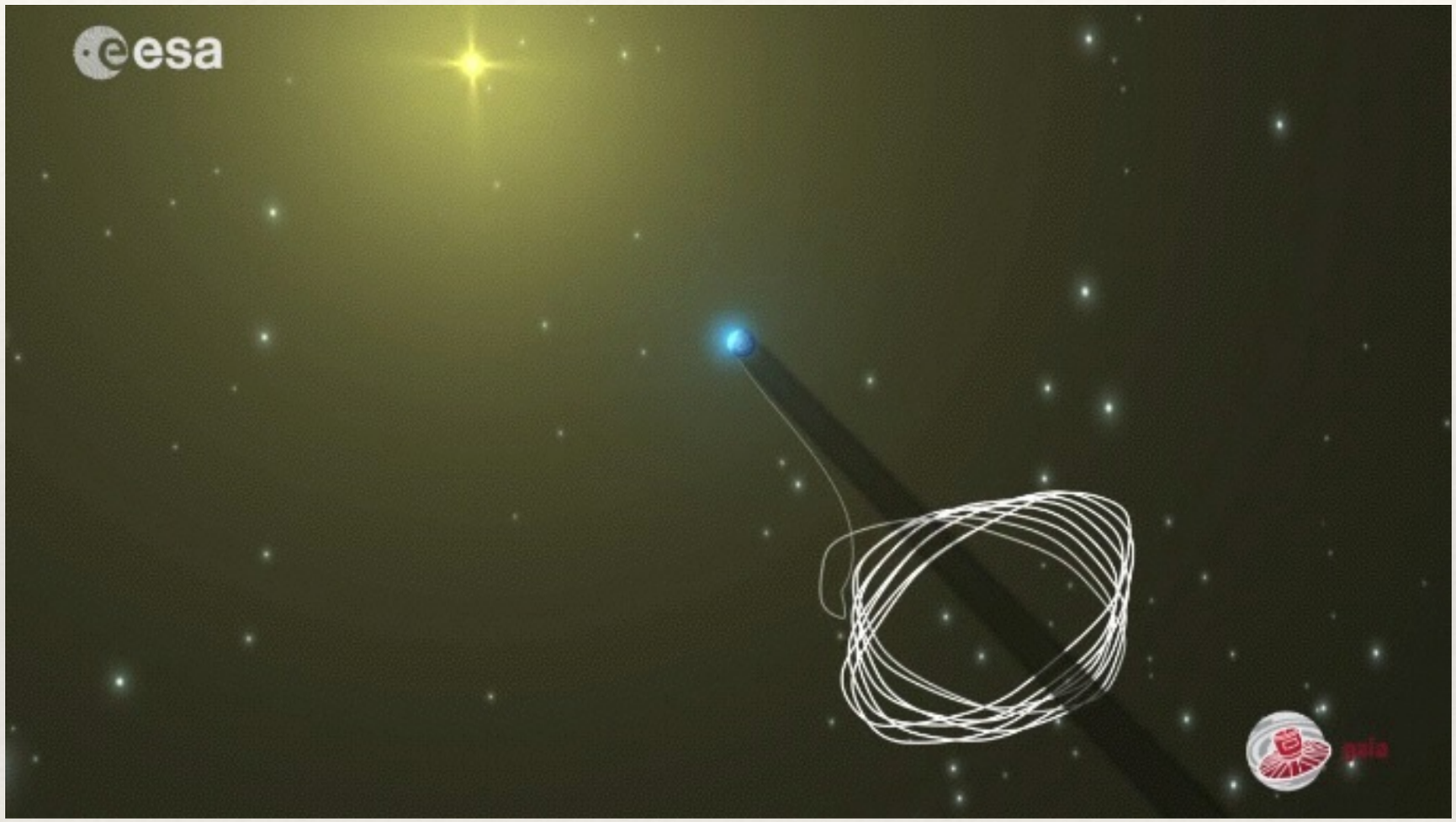
Le satellite



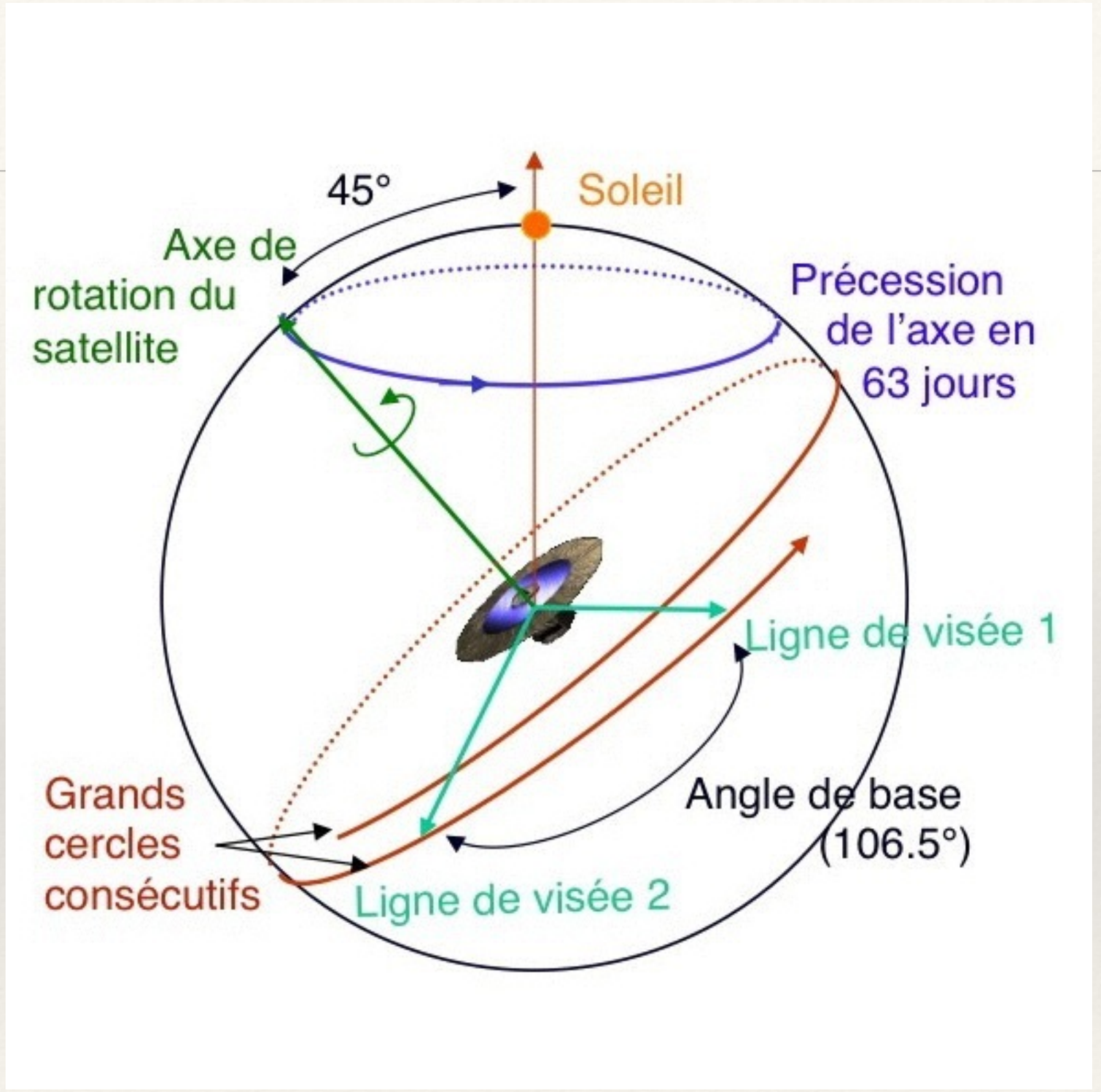

Astrometric field
Red & blue photometer detectors
Sky mapper
BAM & WFS
RVS detectors
M4/M'4 beam combiner
Photometer prisms
RVS grating and afocal field corrector
M5 & M6 fold mirrors


Le dissecteur d'image d'Hipparcos
Précurseur de Gaia, Hipparcos, lancé le 8 août 1989, a été construit sous la maîtrise d'œuvre de Matra Espace (maintenant Astrium). Son détecteur était constitué d'une grille, composée de bandes alternativement opaques et transparentes qui modulait la lumière des étoiles qui traversaient le champ, et derrière laquelle était situé un photomultiplicateur comme celui-ci, en quelque sorte « ancêtre » du CCD ci-contre.
e2v technologies
STRIUM
Un CCD de Gaia

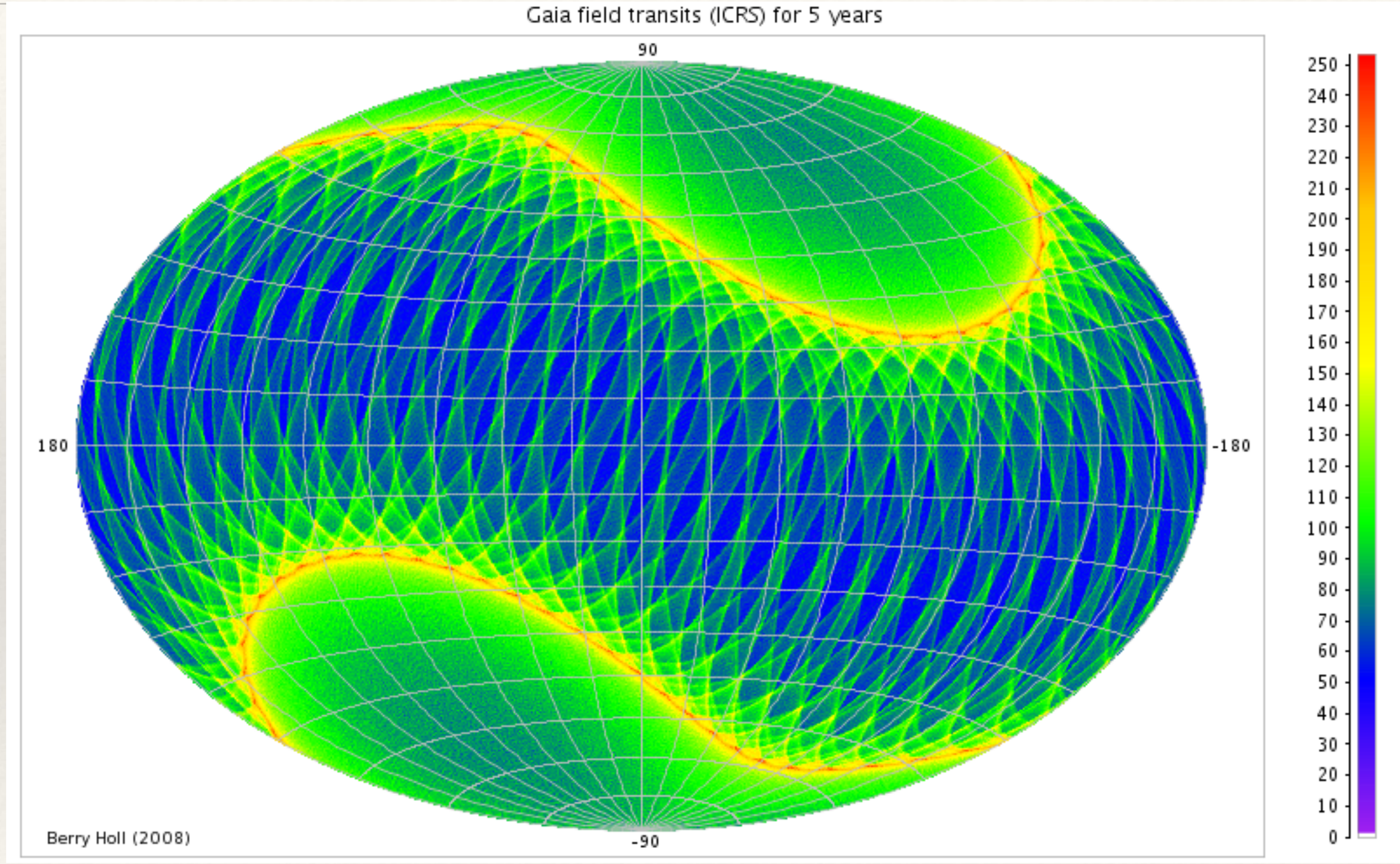

1,5 millions km
Point de
Lagrange L2
150 millions km



- Gaia au point de Lagrange L2 : orbite en courbe de Lissajous

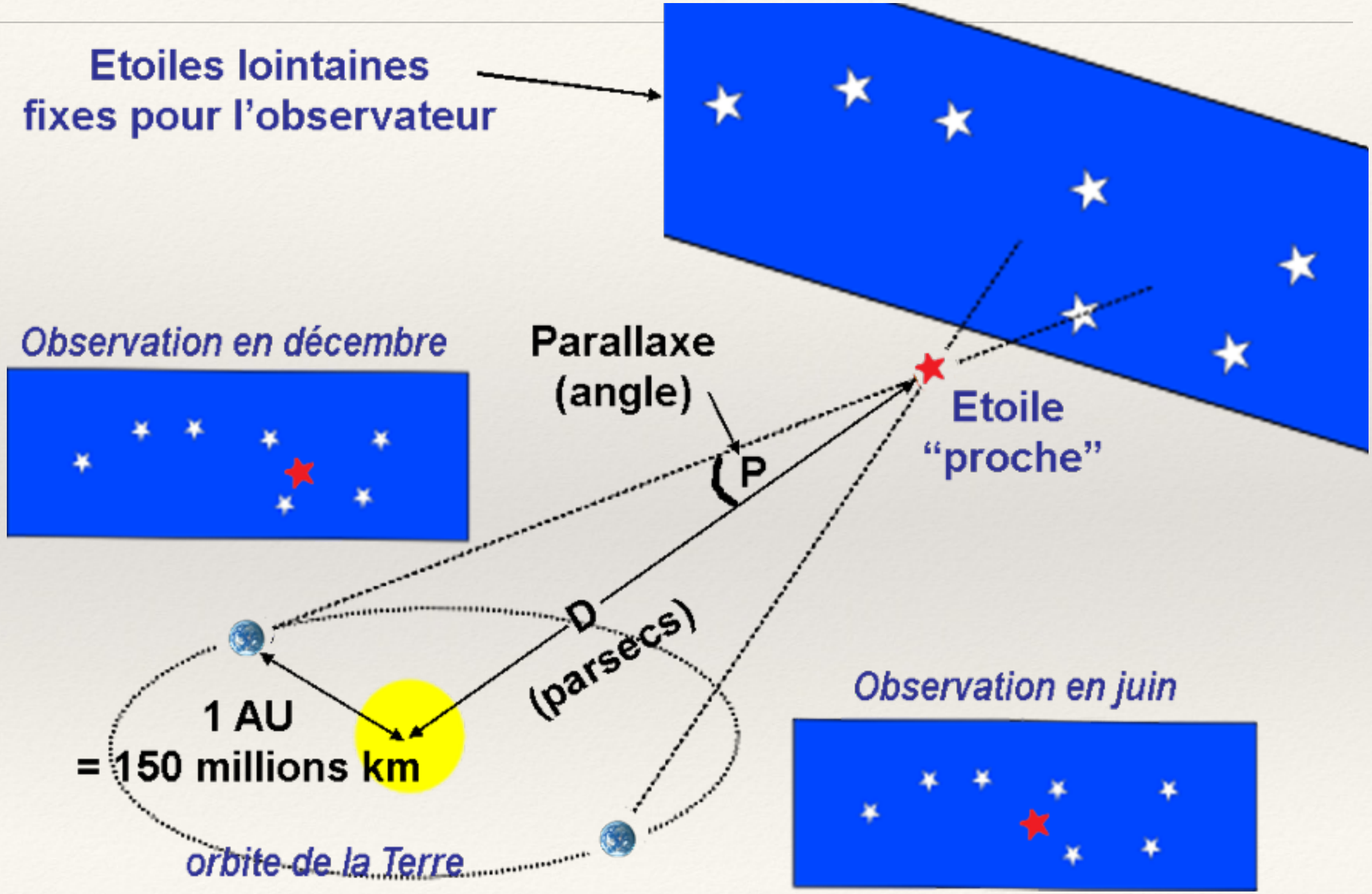

45°
Soleil
Axe de
rotation du
satellite
Précession
de l'axe en
63 jours
Ligne de visée 1
Angle de base
(106.5°)
Grands
cercles
consécutifs
Ligne de visée 2

Loi de balayage du satellite Gaia

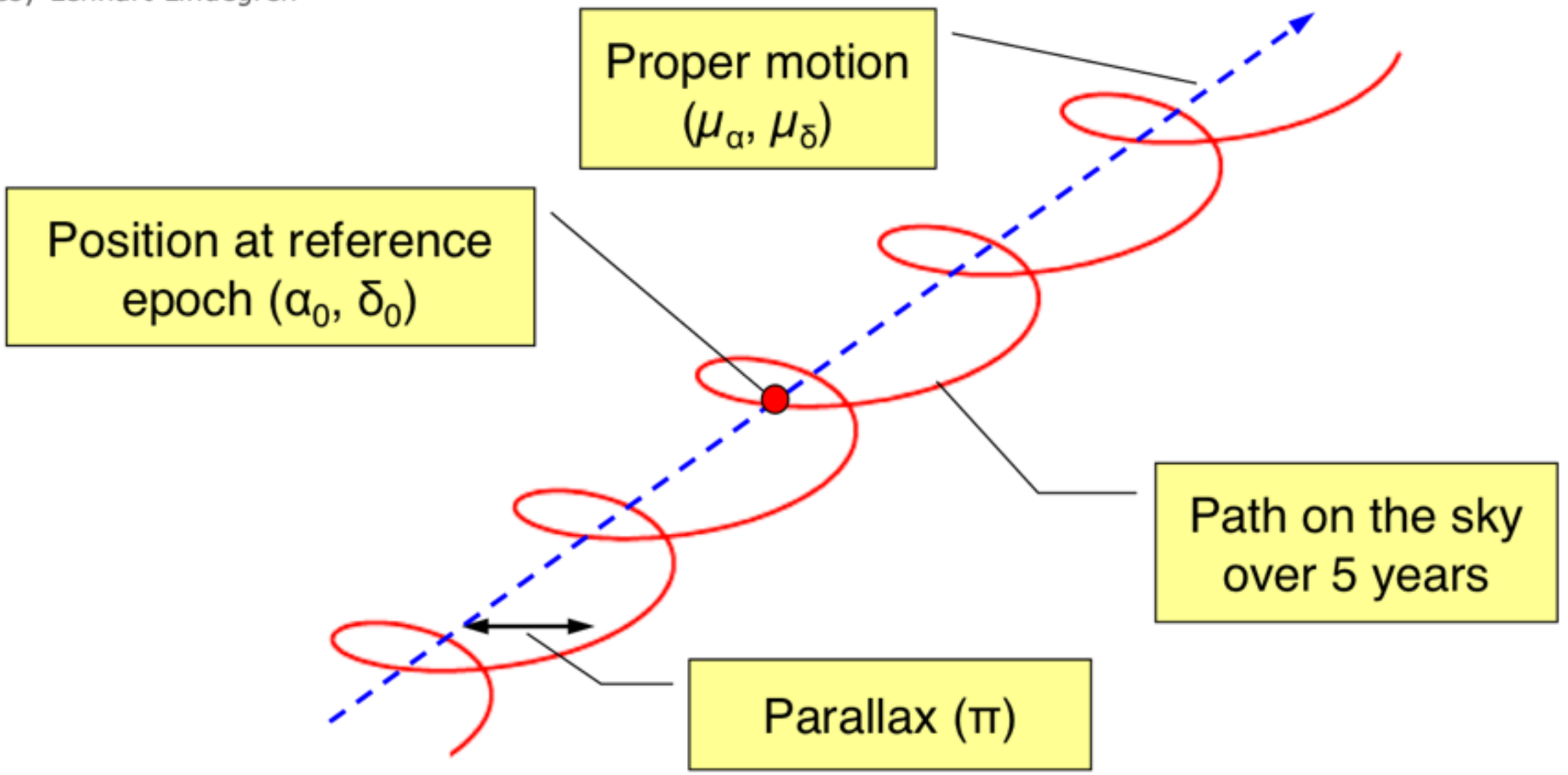


Pour voir l'animation : https://www.youtube.com/watch?v=lRhe2grA9wE

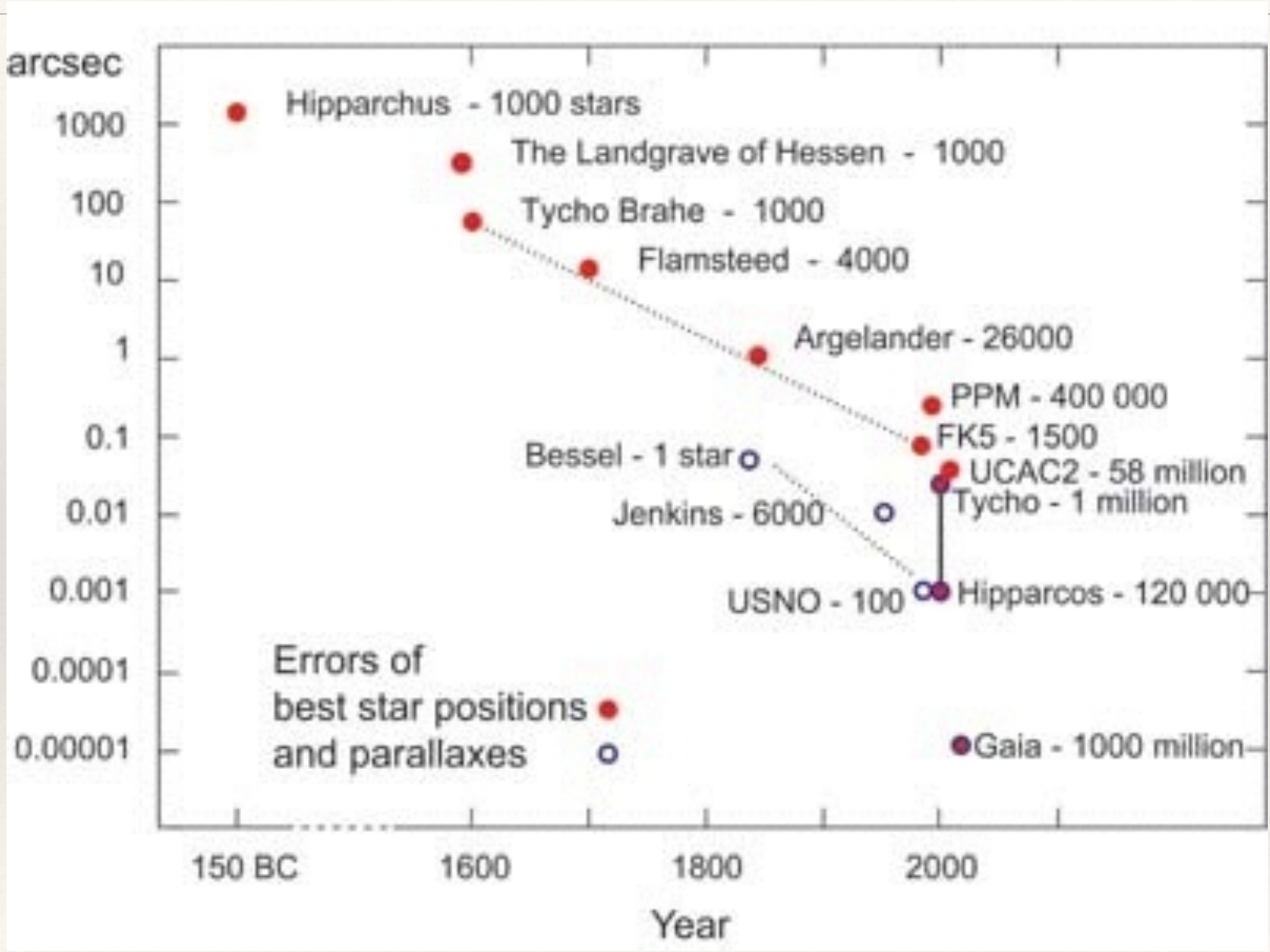
La mesure des parallaxes

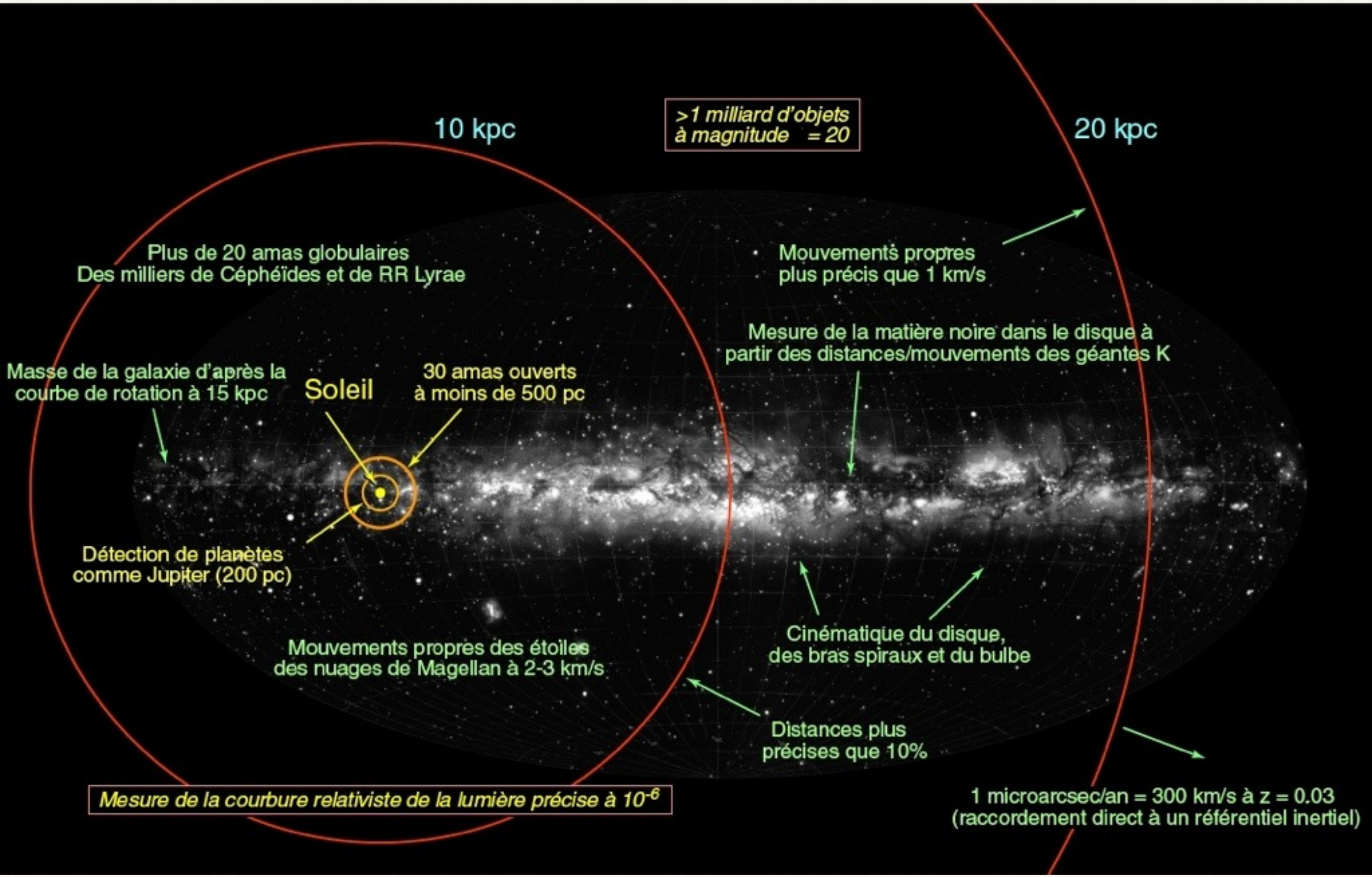


gure courtesy Lennart Lindegren



Les progrès de l'astrométrie

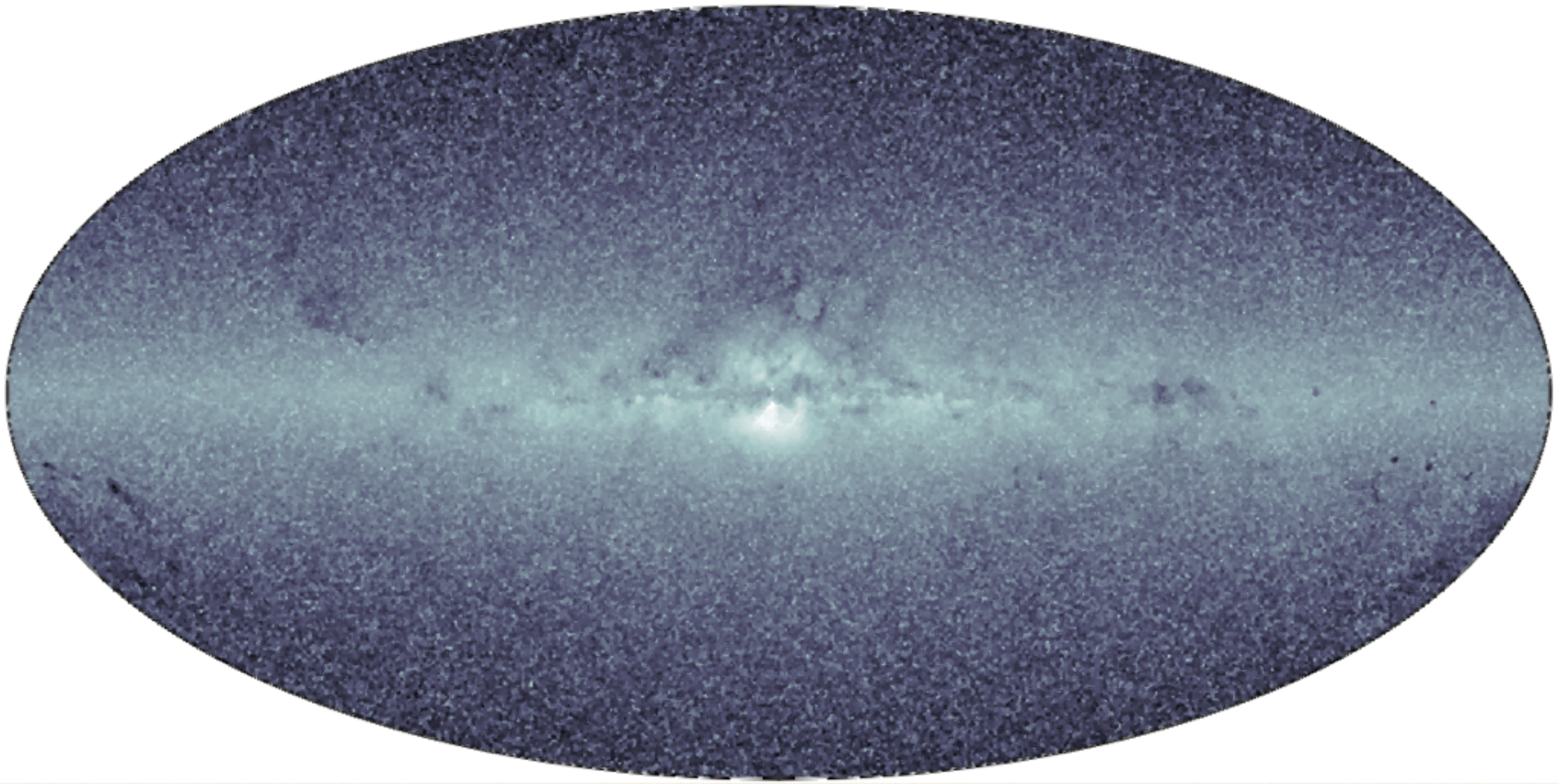



10 kpc
>1 milliard d'objets
à magnitude = 20
20 kpc
Plus de 20 amas globulaires
Des milliers de Céphéïdes et de RR Lyrae
Mouvements propres
plus précis que 1 km/s
Mesure de la matière noire dans le disque à
partir des distances/mouvements des géantes K
Masse de la galaxie d'après la
courbe de rotation à 15 kpc
Soleil
30 amas ouverts
à moins de 500 pc
Détection de planètes
comme Jupiter (200 pc)
Mouvements propres des étoiles
des nuages de Magellan à 2-3 km/s
Cinématique du disque,
des bras spiraux et du bulbe
Distances plus
précises que 10%
Mesure de la courbure relativiste de la lumière précise à 10-6
1 microarcsec/an = 300 km/s à z = 0.03
(raccordement direct à un référentiel inertiel)

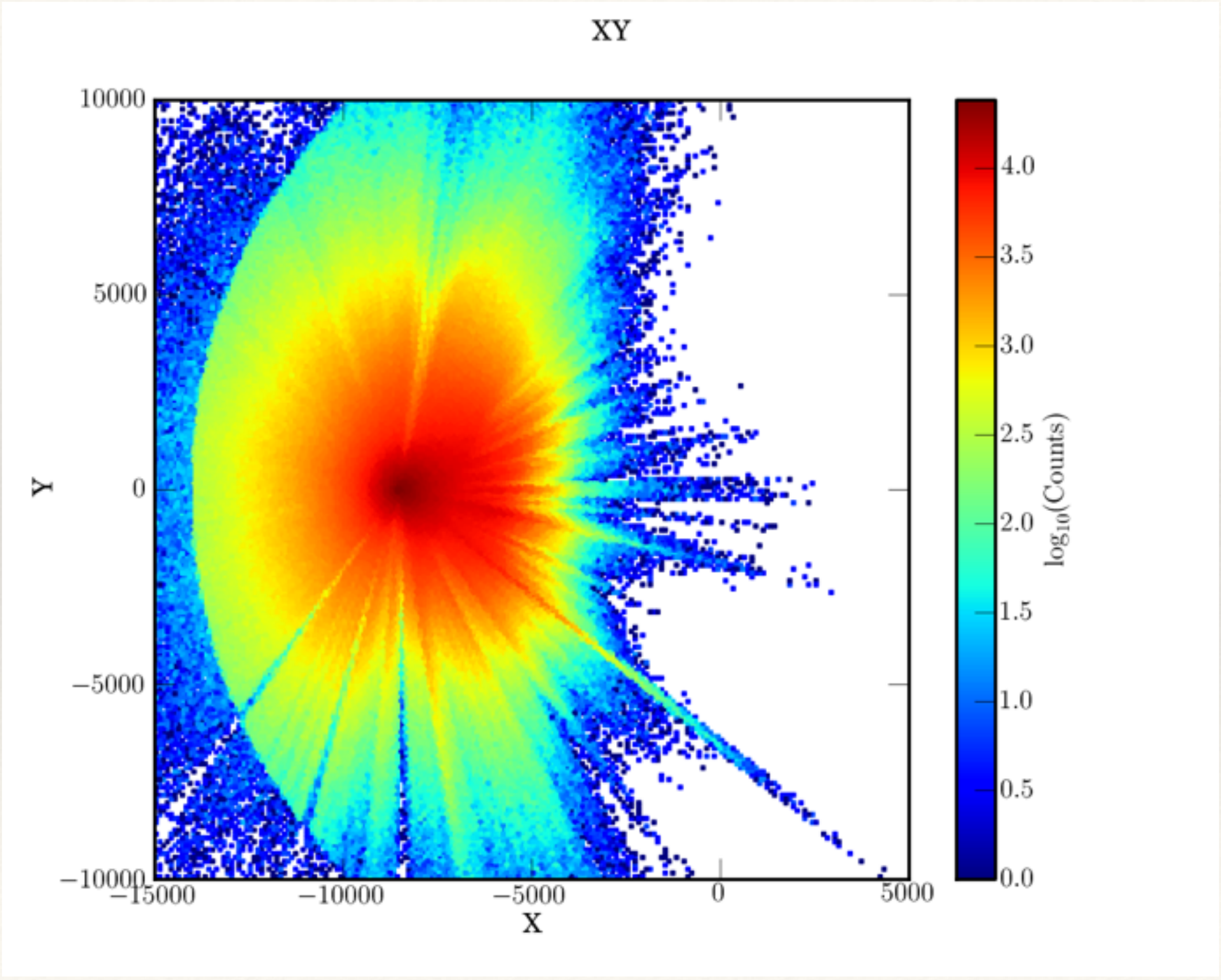
L'astrométrie : pour comprendre la Voie Lactée

- Mouvements des étoiles : soumises de la gravitation
- Potentiel galactique : distribution de la masse, distribution de la matière noire
- Histoire de la formation de la Galaxie
- Contraintes sur la formation des galaxies, contexte cosmologique
- Théories alternatives de la gravitation

Plus d’un milliard d’étoiles

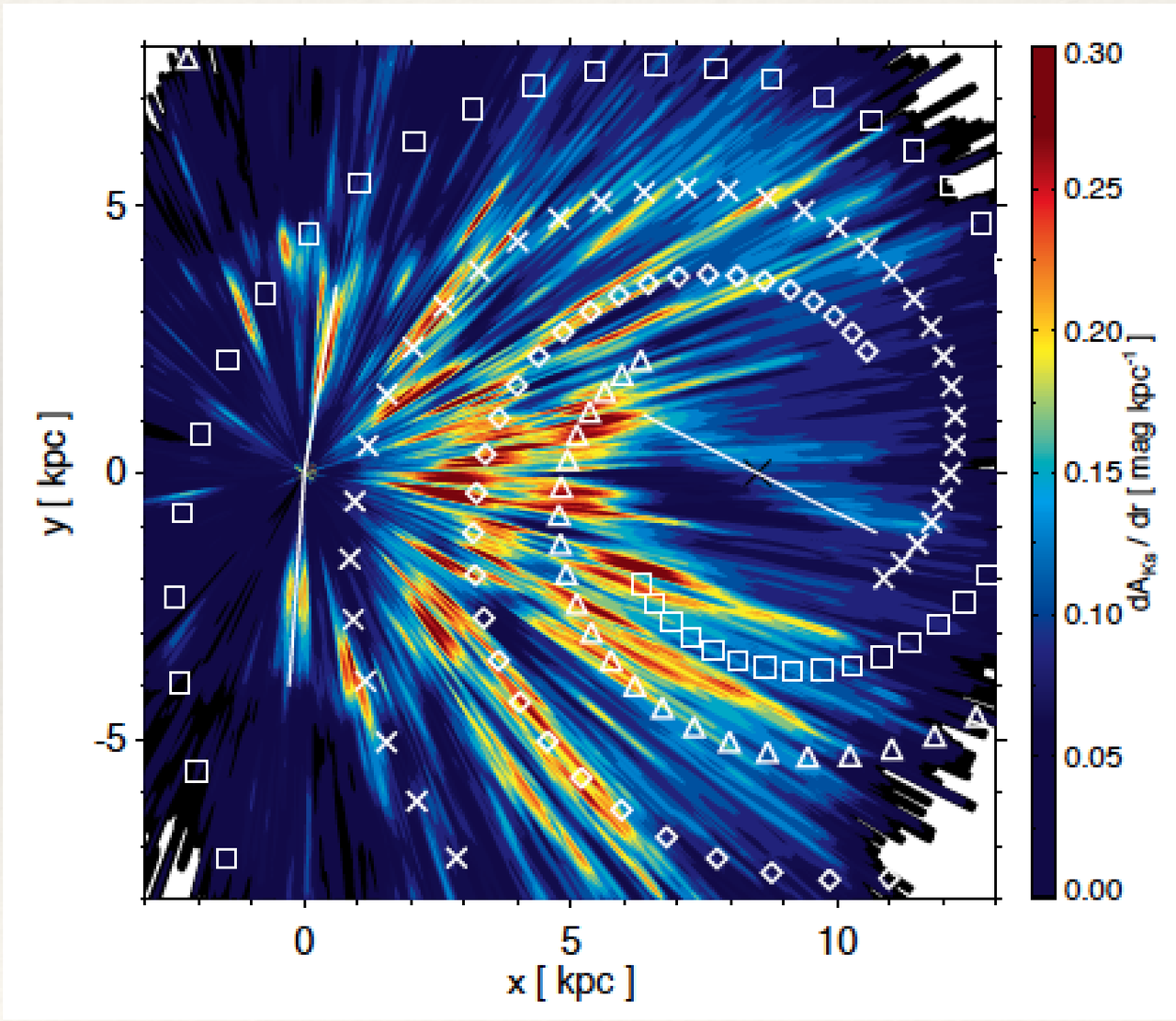


Distribution des étoiles observées par Gaia



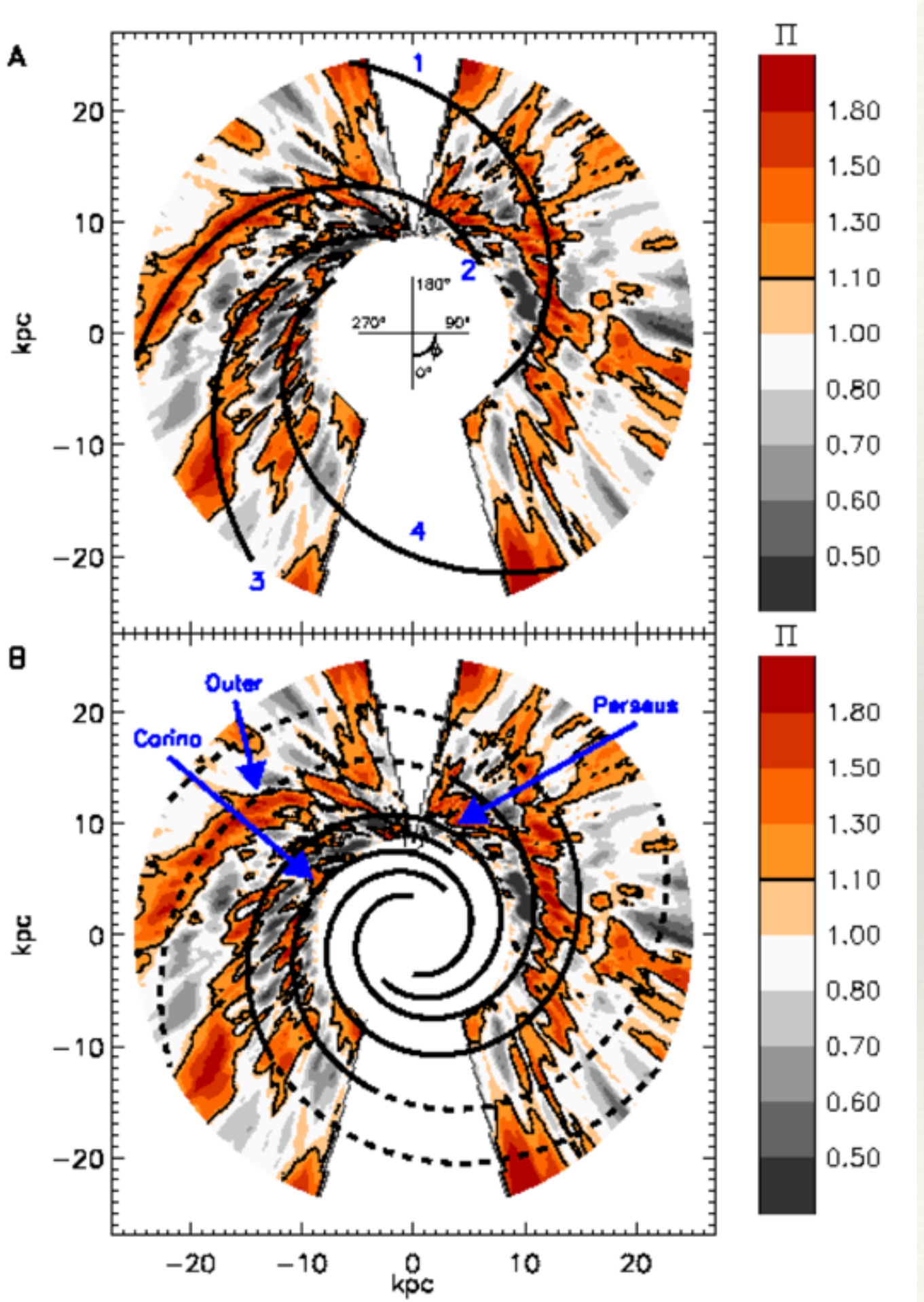
Apport des distances de Gaia

- La structure spirale de la Voie Lactée : distribution de la poussière



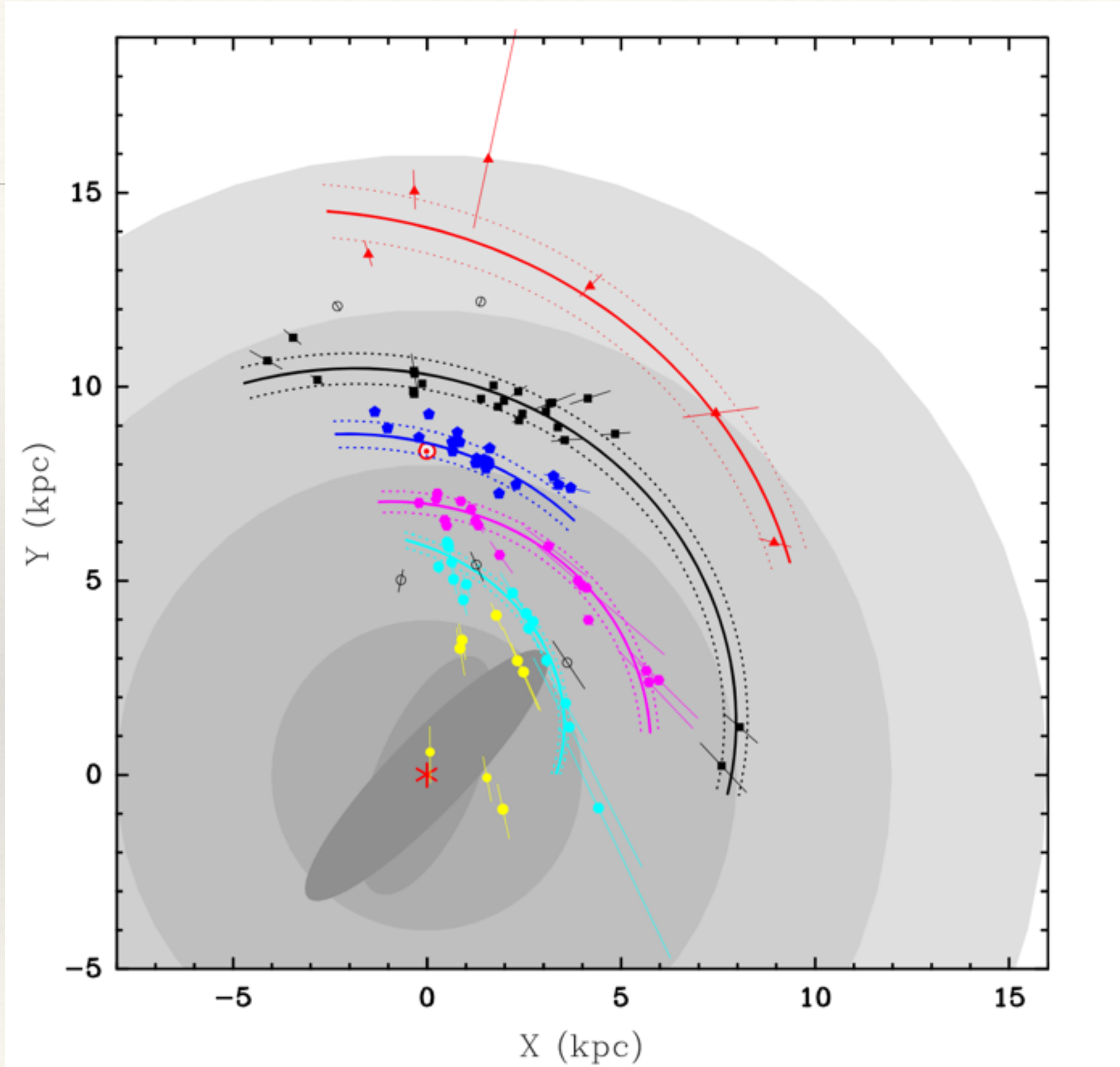
Marshall et al. 2006

- Spirale : distribution du gaz



Levine et al. 2006

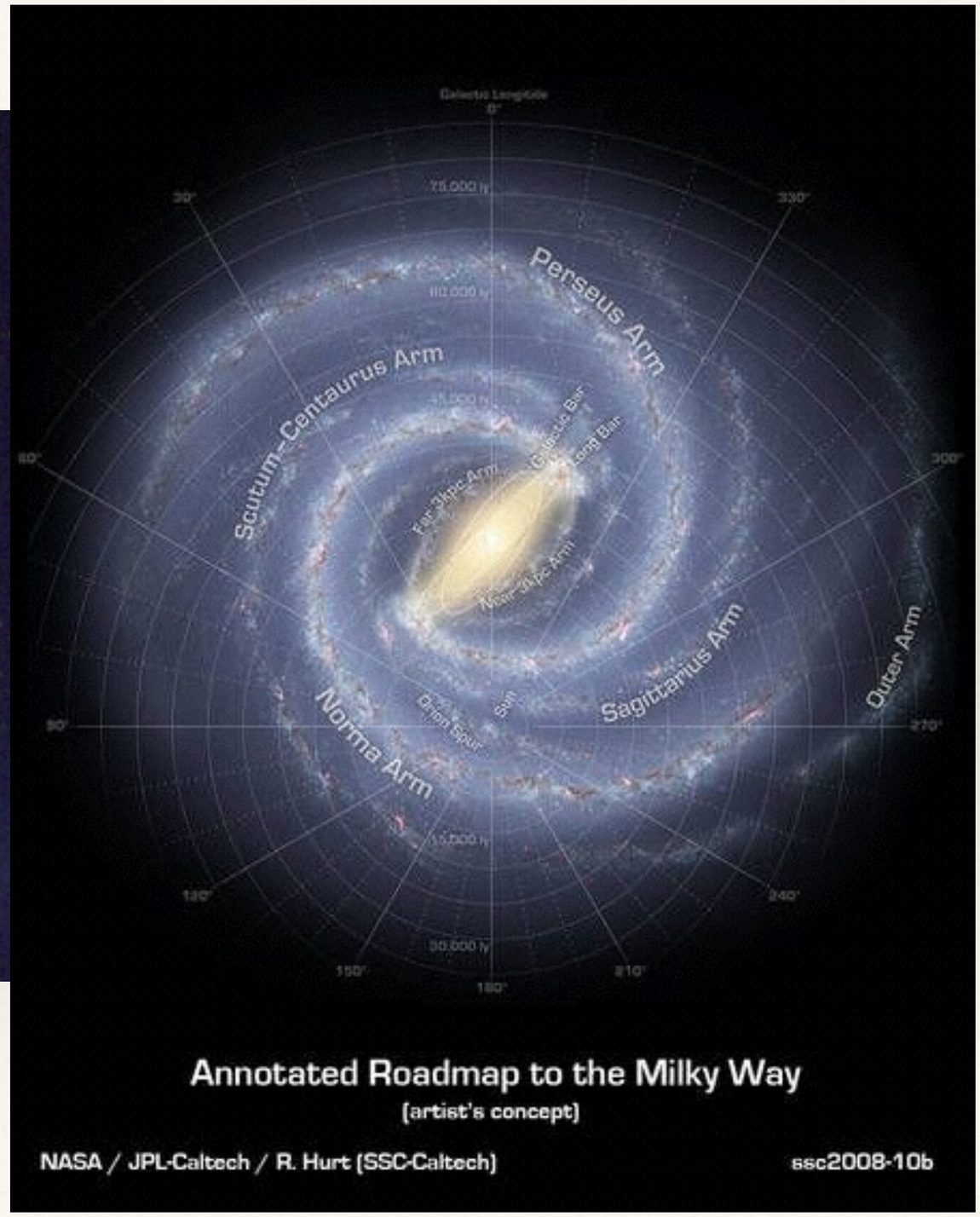
- Distribution des masers (dans les zones massives de formation stellaire) : très précis mais peu de mesures



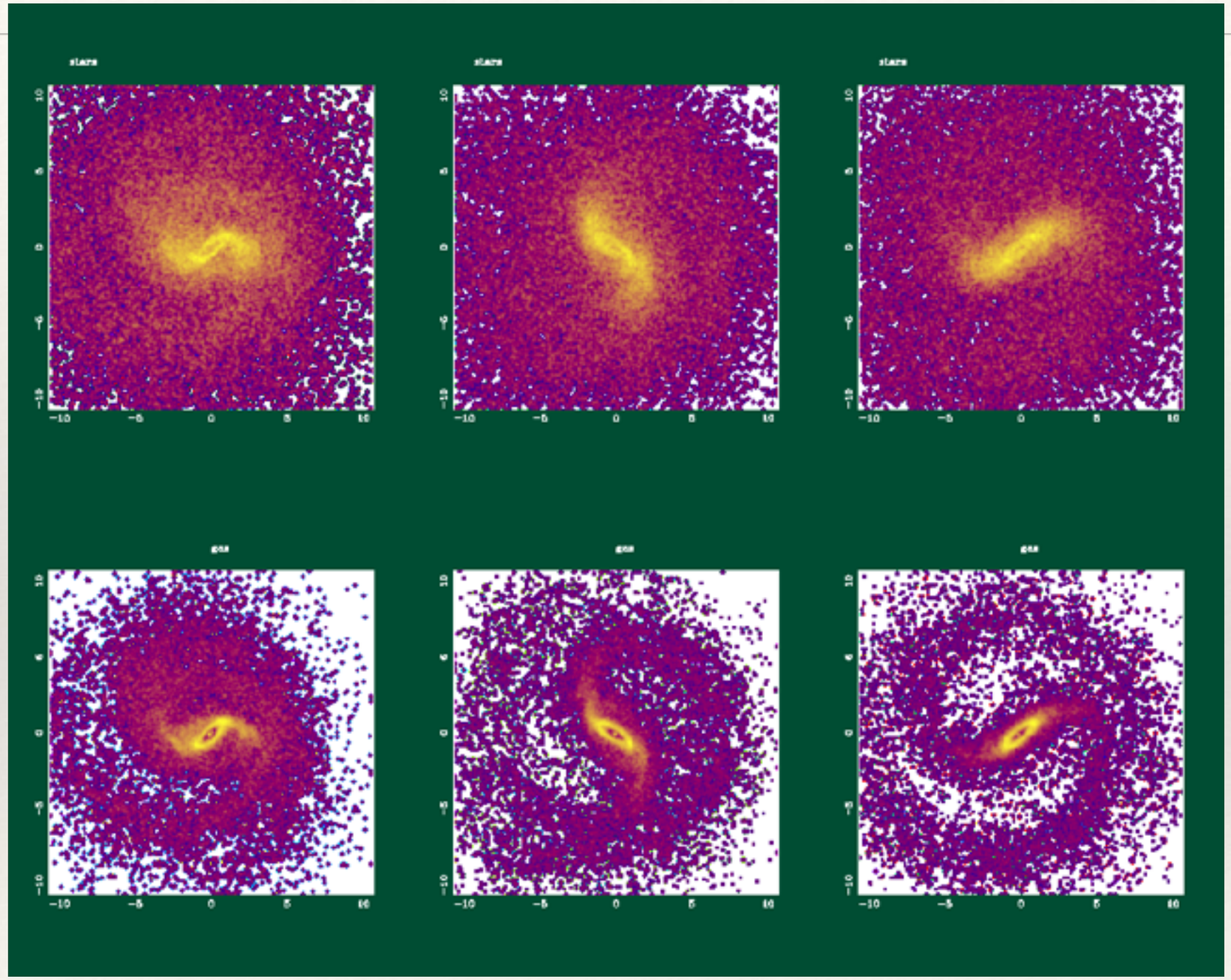
Reid et al. 2014

Gaia et la structure spirale





Formation de la barre, des bras spiraux et évolution : tester les modèles, comparer les simulations avec les données réelles



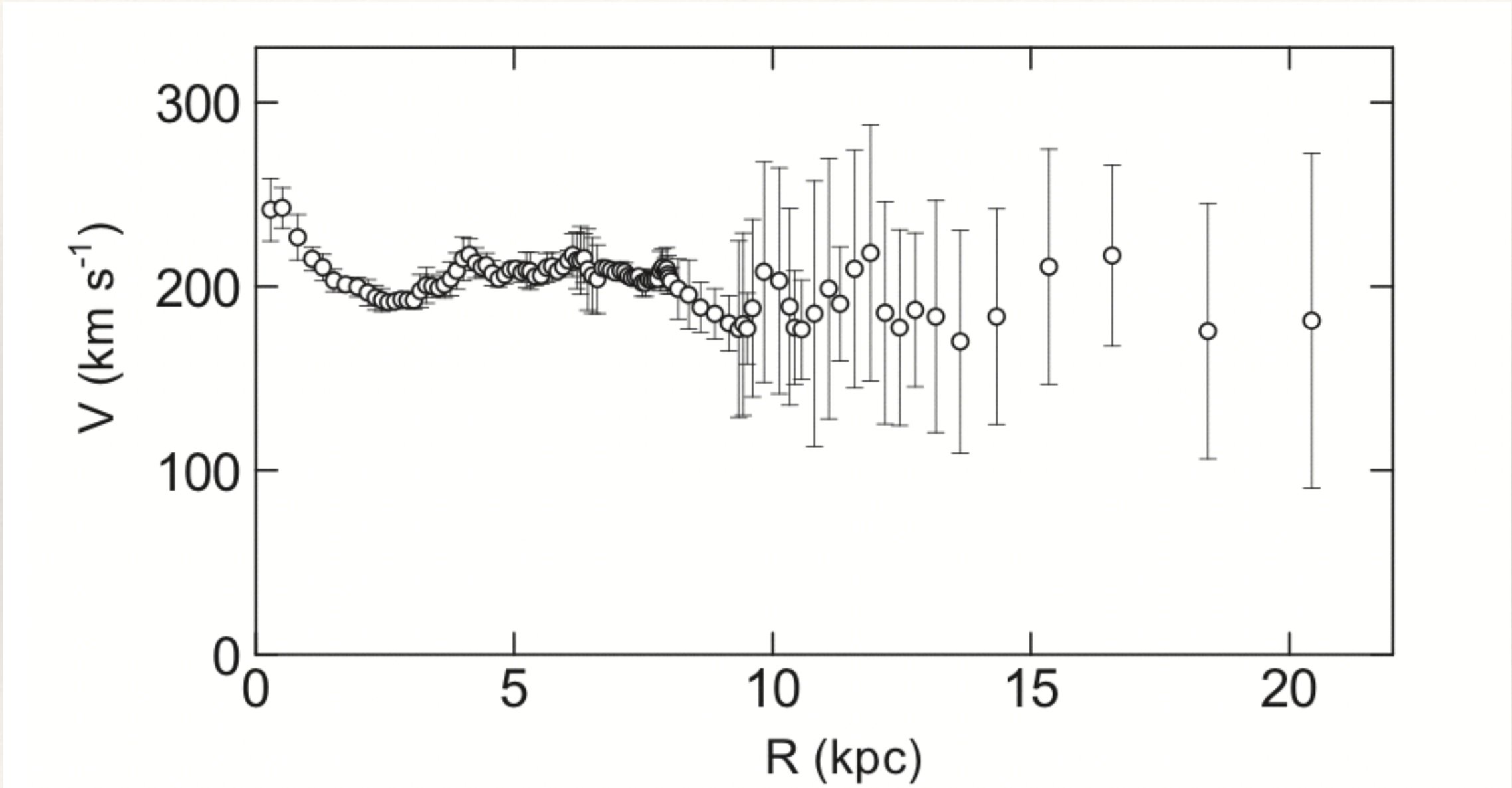
Animation: aramis.obspm.fr/~combes/fcombes/galaxy.gif *Combes et al.*

La masse de la Galaxie



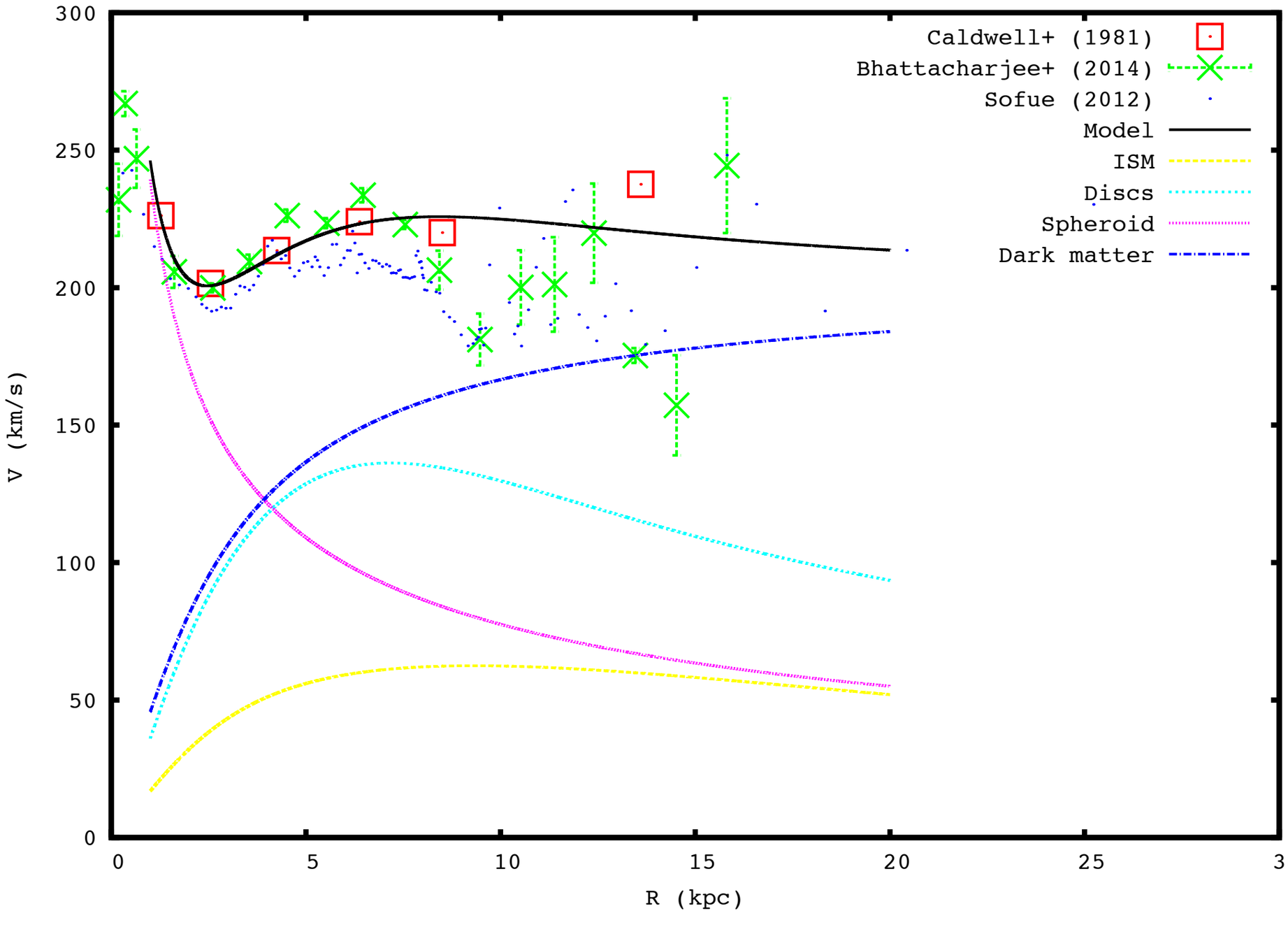


Masse de la Galaxie et matière noire



Sofue et al. 2012

Les composantes



- Etoiles
- Matière interstellaire
- Halo matière noire !

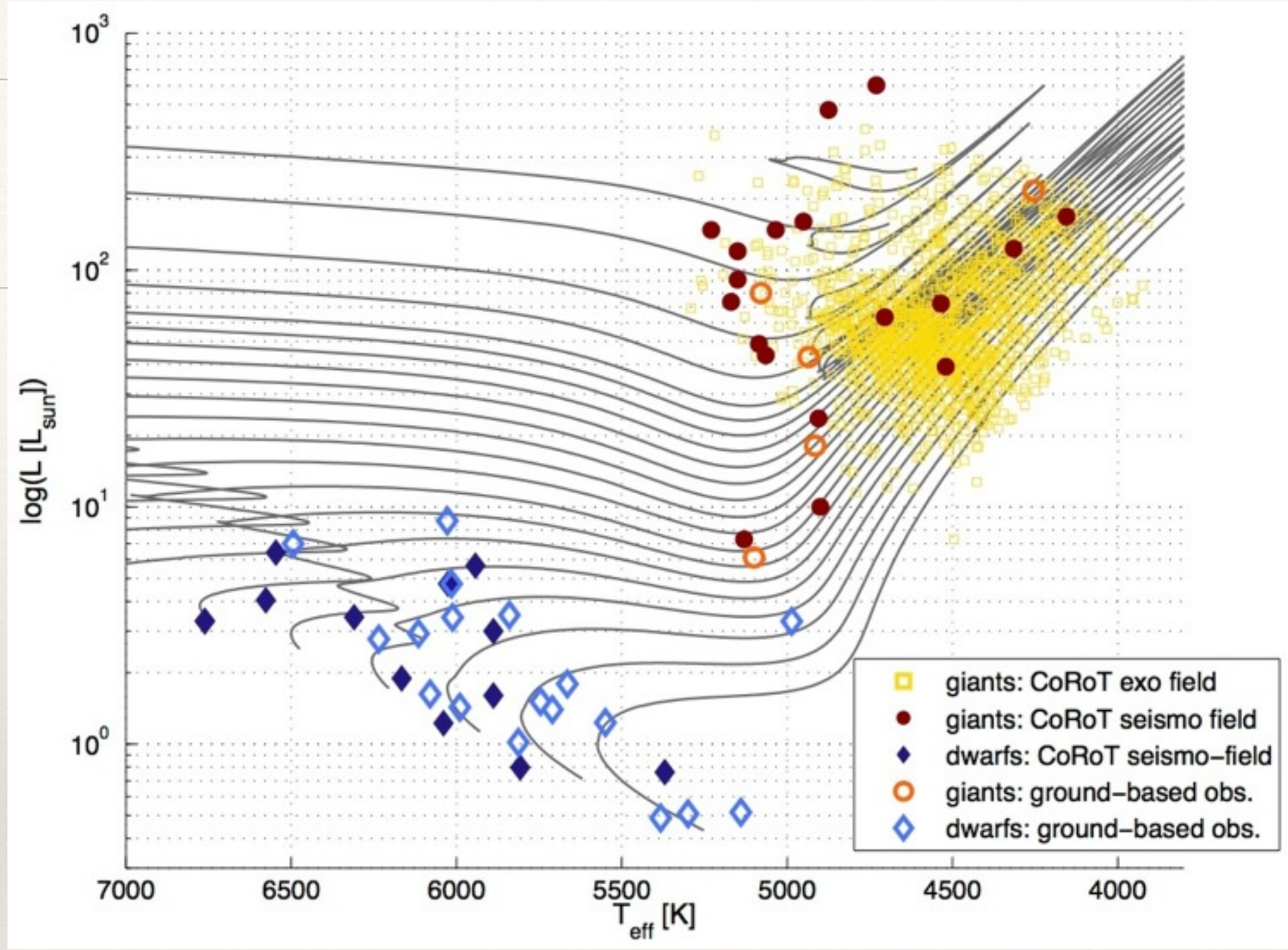
La matière noire galactique

- Distribution : dans le disque ? dans le halo ?
- Quelle composition ?
  - en partie baryonique (matière très peu ou pas lumineuse : molécules H2, poussières, étoiles naines brunes, naines blanches, étoiles à neutrons, trous noirs…)
  - non baryonique : particules supersymmétriques (neutralinos…), monopoles, cordes, axions, winpzillas…
  - Pas de détection de particules pour le moment

Astrométrie et physique stellaire

- Distances des étoiles : luminosité intrinsèque
- => comprendre la physique stellaire
- Mouvements des étoiles : systèmes multiples, masse des composantes
- => comprendre la formation stellaire, la physique stellaire, l'âge des étoiles

luminosité

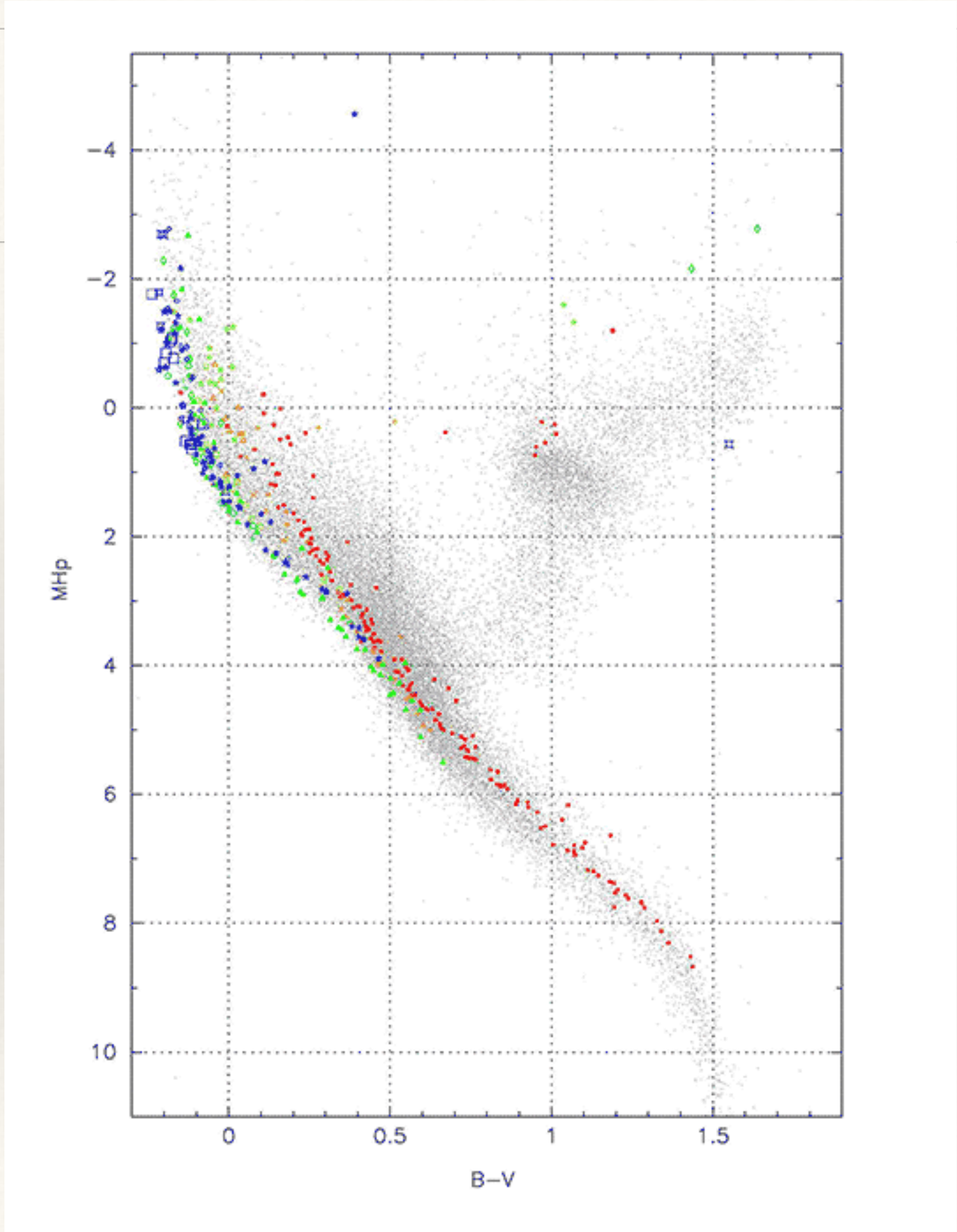


Température

Distance => luminosité
Température

⟶ Masse, âge

Distribution des âges => histoire de la formation des étoiles dans la Voie Lactée



Des amas d'âge différent dans le catalogue Hipparcos

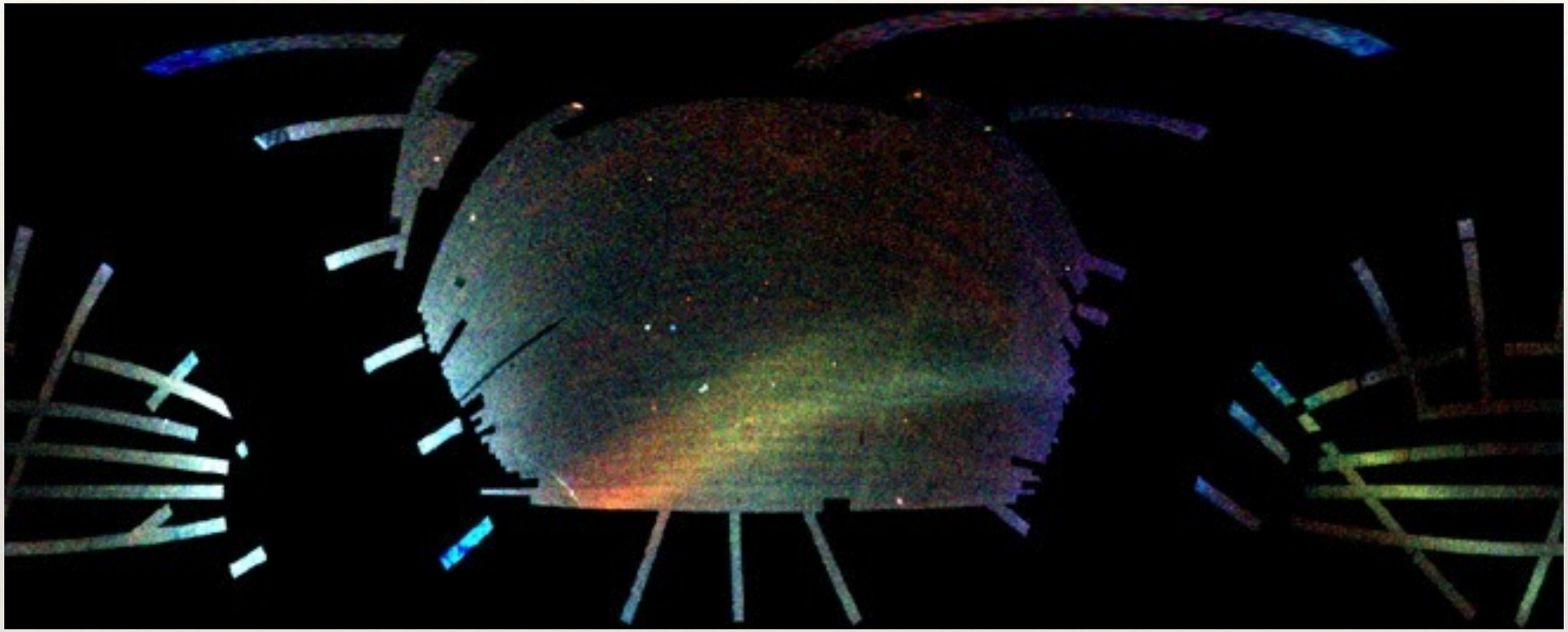
Plus la parallaxe est précise, meilleure est la précision sur l'âge

http://www.gaia-eso.eu/

Le groupe local

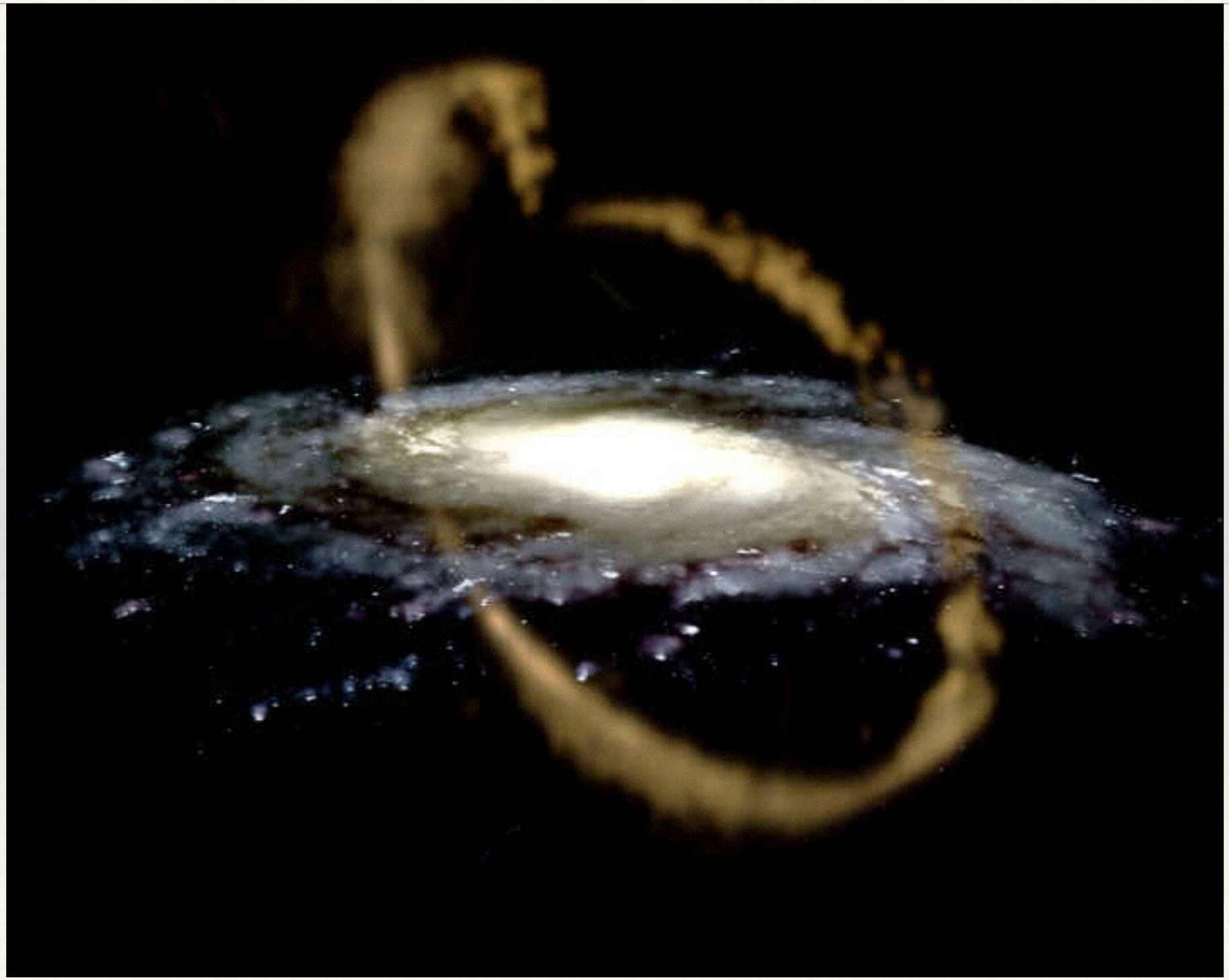
- Notre Galaxie n'est pas isolée !
- Recherche de nouvelles galaxies satellites
- Recherche de courants déposés par les galaxies satellites, les amas globulaires
- Traces => distribution de la masse, évolution dynamique

Courants stellaires



SDSS, Belokurov et al.

La naine du Sagittaire



Gaia et les courants

- Nouvelles détections de galaxies satellites
- Nouvelles détections de courants (résidus de satellites)
- Distances et vitesses => orbites et potentiel galactique

Conclusions

- Gaia, le satellite de la Voie Lactée !
- Mais aussi des autres galaxies (plusieurs millions), des quasars (~500000)
- Le système solaire (astéroïdes, comètes…)
- Les systèmes exoplanétaires
- La physique fondamentale

