

GAIA

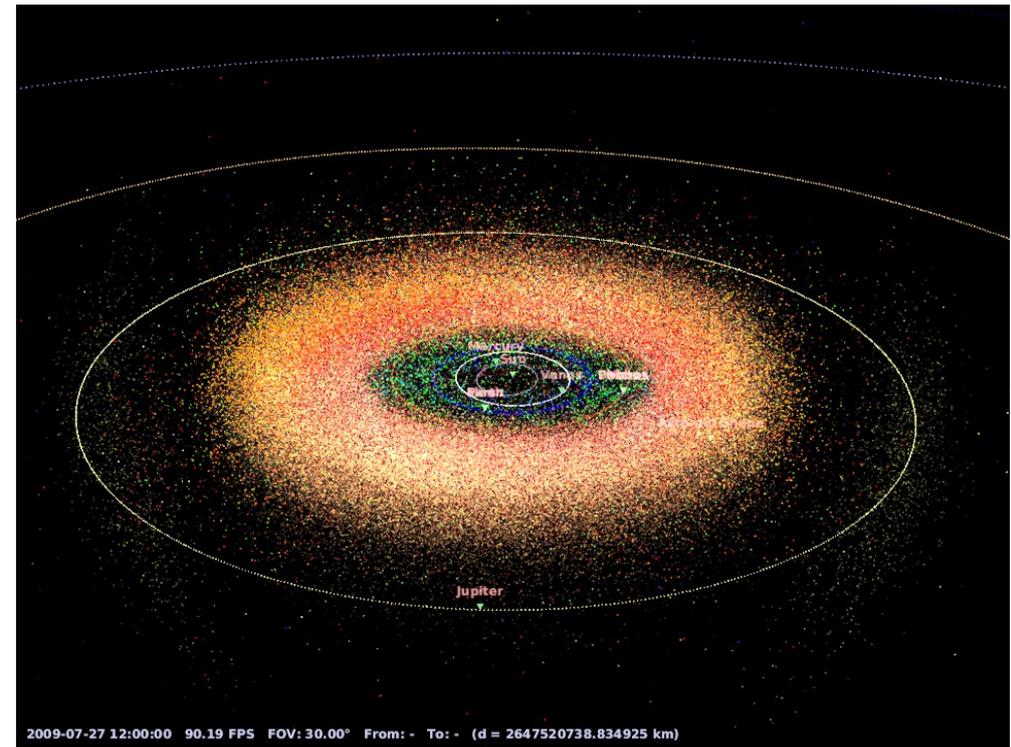
Objets du système solaire

IMCCE / OBSPM / CNRS
J. Berthier

J.E. Arlot, J. Berthier, B. Carry, P. David,
M. Fouchard, D. Hestroffer, V. Lainey,
N. Rambaux, P. Rocher, W. Thuillot,
D. Bancelin, S. Eggl, A. Ivantsov, I. Kovalenko

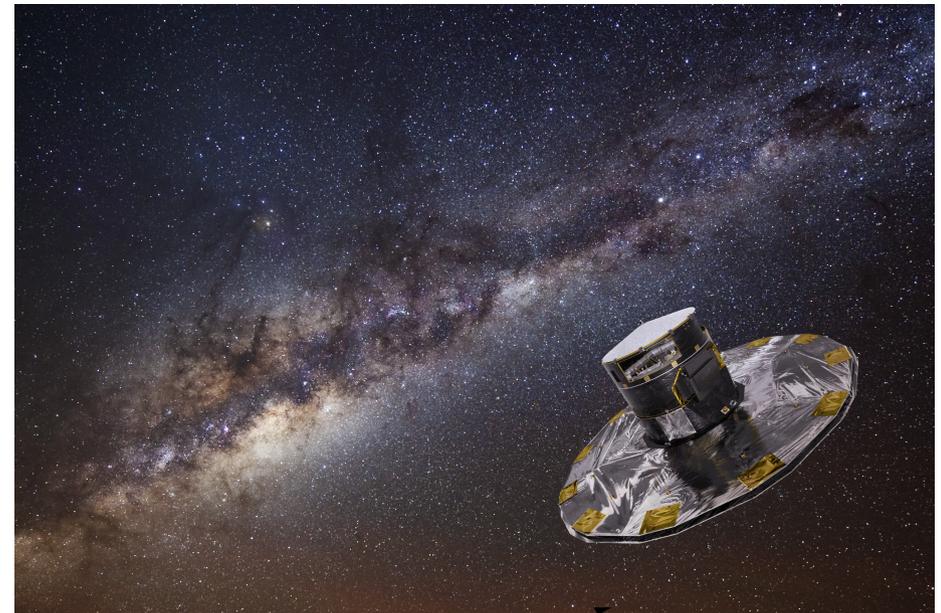
GAIA – Objets du système solaire

- Aujourd'hui :
 - 8 planètes
 - 430 satellites naturels
 - ~637000 astéroïdes
(+ ~2000 /mois)
 - ~4600 comètes
(+ ~5 /mois ; ~750 period.)



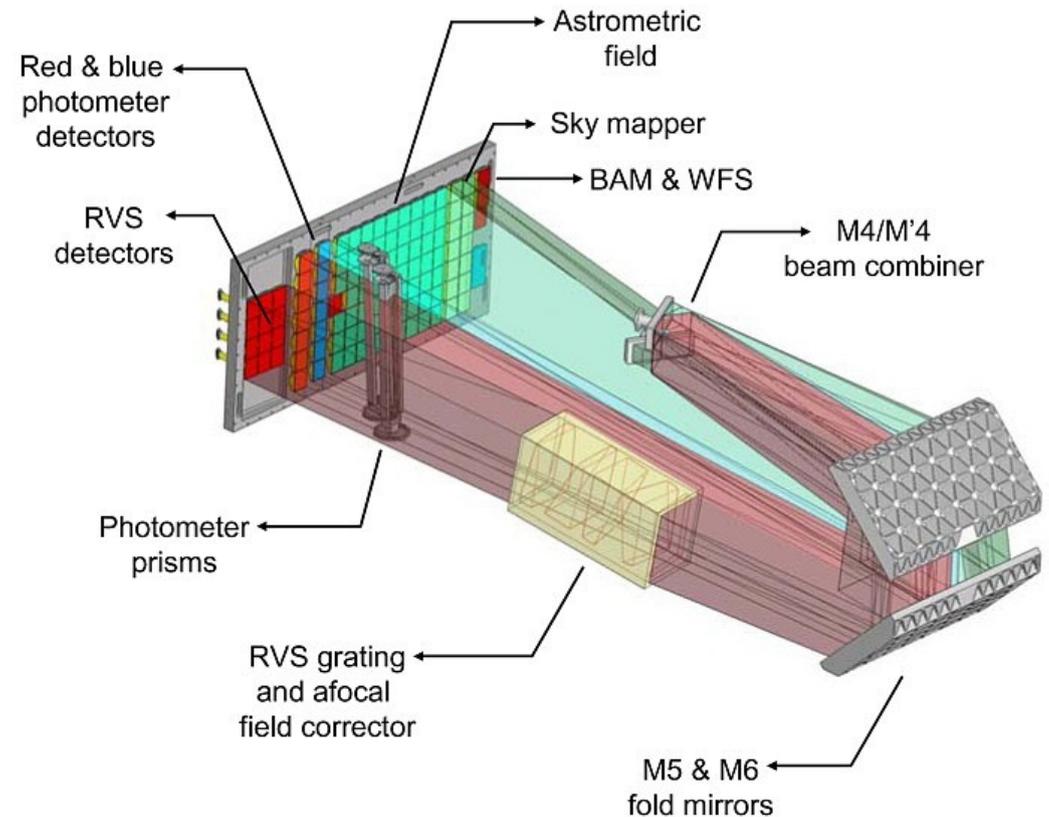
GAIA - Objets du système solaire

- Observations Gaia ($G \lesssim 20$)
 - ~ 300000 astéroïdes
 $\sim 10\%$ de nouveaux
(NEOs, MBAs, Troyens,
Centaures, TNOs)
 - Qq dizaines de satellites
naturels et comètes
- En moyenne :
 - ~ 70 transits / objet
 - 1 source toutes les 5-10 s
 - 1 Sso pour 3000 étoiles



GAIA - Objets du système solaire

- 5 ans de moisson de données :
 - Astrométriques
 - Photométriques
 - Spectroscopiques



GAIA – Objets du système solaire

- Détermination ou amélioration

- Paramètres locaux :

- Conditions initiales

(~100000 Sso, 30x plus précis)

$$(x_0, y_0, z_0, \dot{x}_0, \dot{y}_0, \dot{z}_0)$$

- Coefficients non-gravitationnels

- Comètes

(~100 objets)

$$(A_1, A_2, A_3)$$

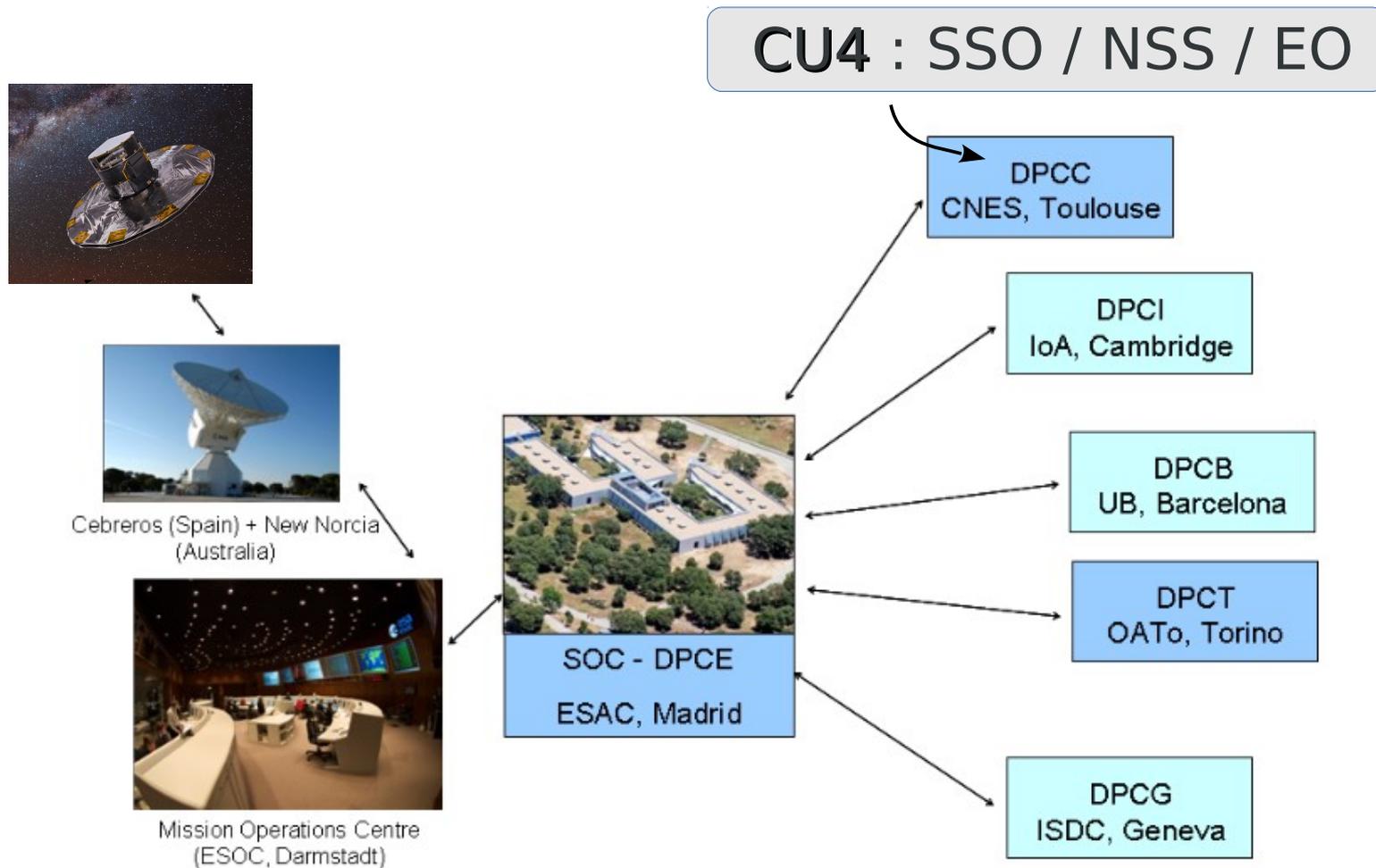
- Astéroïdes

$$(A_4)$$

GAIA – Objets du système solaire

- Détermination ou amélioration
 - Paramètres globaux :
 - Non linéarité dans la superposition du champ gravitationnel (PPN) (β)
 - Variation de la cste de gravitation (\dot{G}/G)
 - Rotation du référentiel de Gaia $(\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6)$
 - Masses des corps perturbateurs $(m_i \forall i \in \{1 \dots 150\})$
 - Quadrupole solaire (J_2)

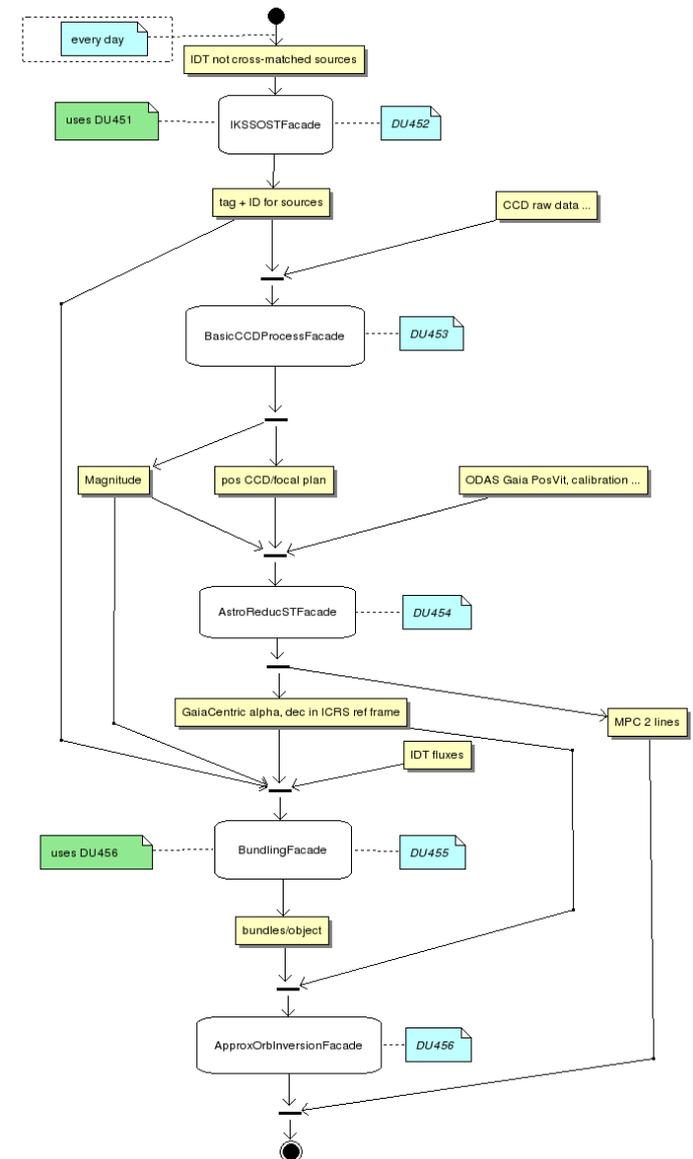
GAIA - Objets du système solaire



GAIA - Objets du système solaire

- **CU4 - SSO**

- DU450 Management
- **DU451 Auxiliary data**
- **DU452 Identification of known objects**
- DU453 CCD processing
- DU454 Astrometric reduction
- DU455 Object threading
- DU456 Orbital inversion
- **DU457 Global effects on dynamics**
- DU458 Physical parameters
- **DU459 Ground-based observations**
- DU460 Simulation



GAIA – Objets du système solaire

- Identification des SSo (**DU451** + **DU452**)
 - 2 cas : connu / pas connu
 - Simple en apparence, mais
 - les objets se déplacent (15 mas/s $\sim 0.5^\circ$ /j)
 - calculs précis à chaque époque d'observation
 - nécessite un catalogue de positions pré-calculées (1 pt/j sur 5 ans $\Rightarrow 1.2 \cdot 10^9$ pos.)

GAIA – Objets du système solaire

- Détermination des paramètres locaux et globaux (DU451 + DU457)
 - Équations du mouvement des Sso
 - Intégrations des équations variationnelles
 - Différences entre observé et calculé (O-C)
 - Inversion globale de toutes les données

GAIA – Objets du système solaire

- CU4 – SSO : 2 chaînes de traitement

1. Court terme (quotidien)

- Analyse de 24h de données
- Identifications des Sso connus [DU452]
- Détermination des paramètres observationnels [DU453, DU454]
- Association des transits des Sso inconnus [DU455]
- Reconstruction des orbites [DU456]
- Suivi au sol (alertes, MPC) [DU459]

GAIA – Objets du système solaire

- CU4 – SSO : 2 chaînes de traitement

2. Long terme (tous les 6 mois)

- Réanalyse de toutes les données précédentes
- Identifications, déterminations des paramètres observationnels, association des transits, reconstruction des orbites [DU452, ..., DU456]
- Détermination des paramètres locaux et globaux [DU457]
- Paramètres physiques (albédos, taxonomie) [DU458]
- Soit 5 ans de données en fin de mission !

GAIA – Objets du système solaire

- Modélisations
 - Système solaire, problème n corps
 - Intégrateur numérique multi-corps
- Masses de données
 - BDD données aux. + éphémérides pré-calculées
 - NoSQL (cassandra + hector)
- Validations
 - Simulations
 - Analyses statistiques