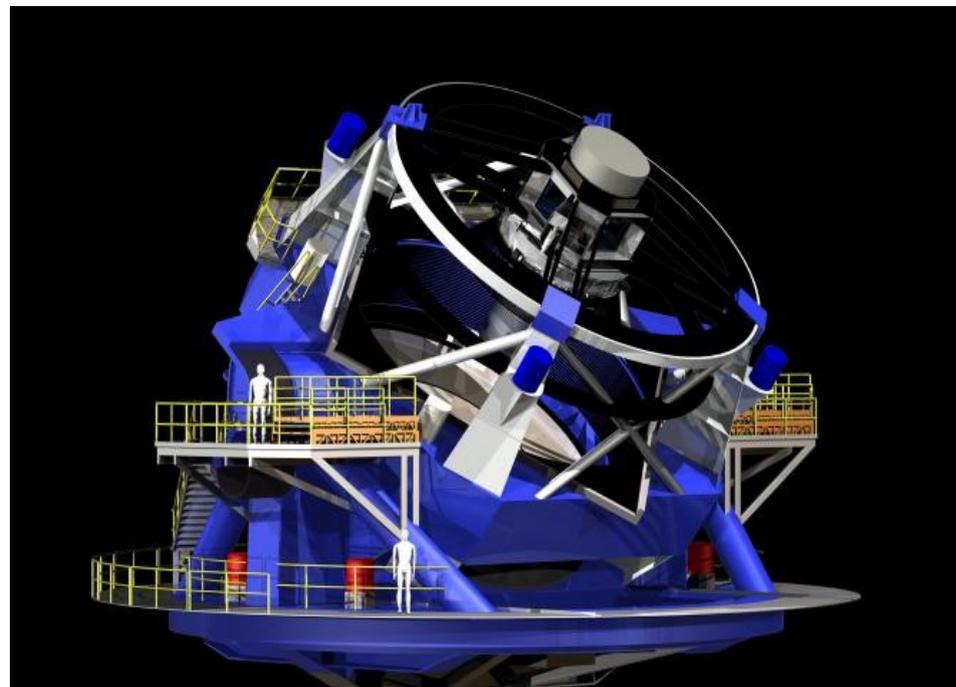
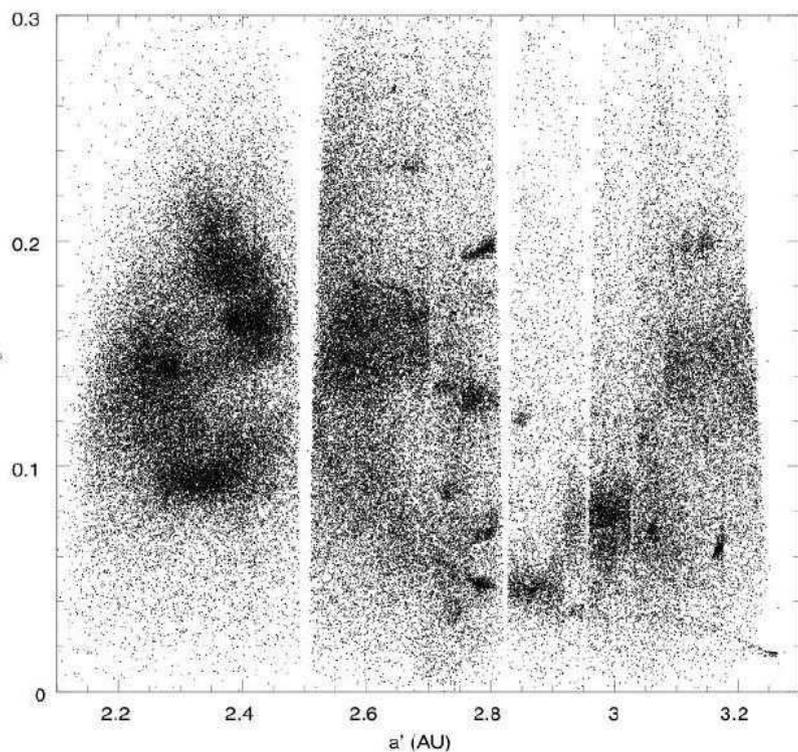


Systeme solaire, astéroïdes

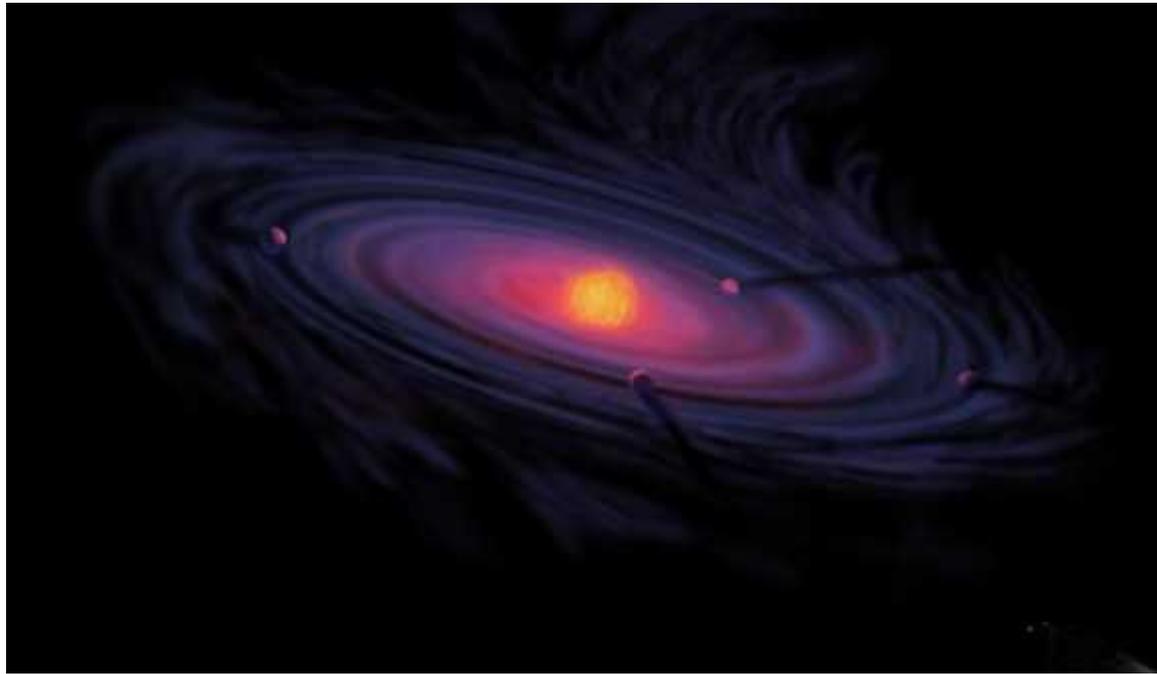
Colloque LSST-France 2014

François COLAS - IMCCE - Observatoire de Paris

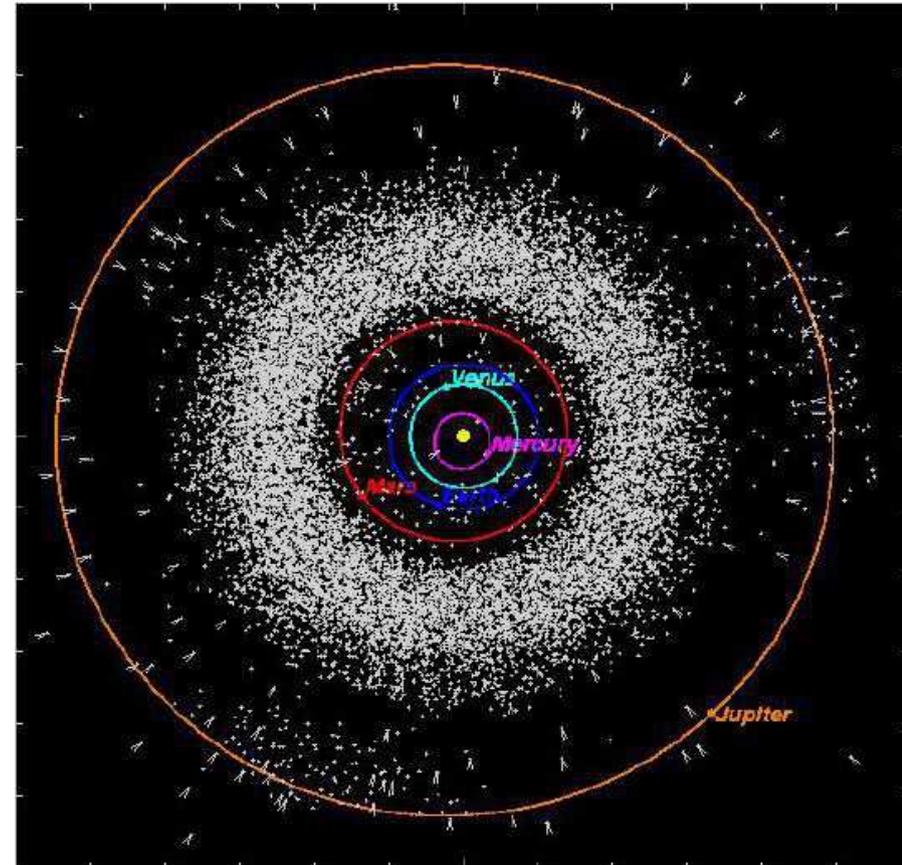


Paris, 11 juin 2014

Un des enjeux principal de la planétologie est la compréhension de la formation et de l'évolution du système Solaire

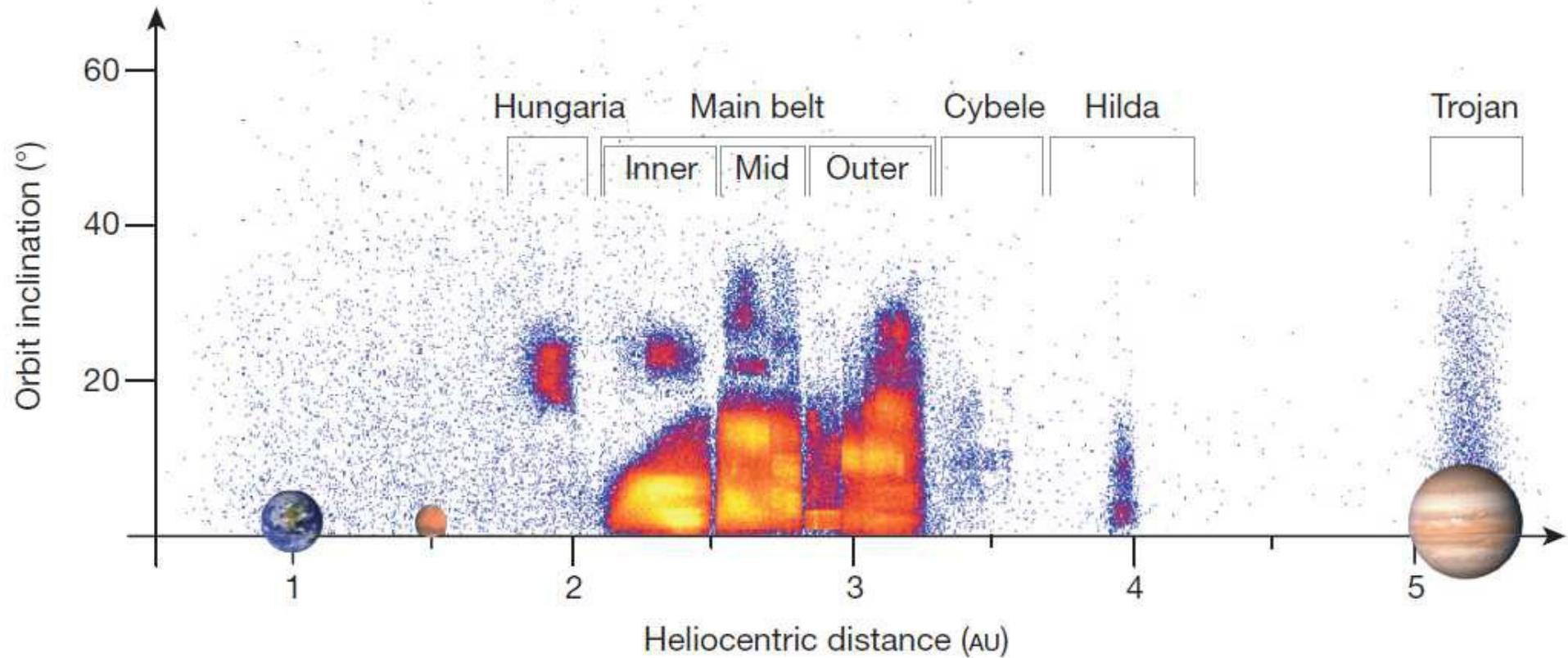


Nébuleuse primitive



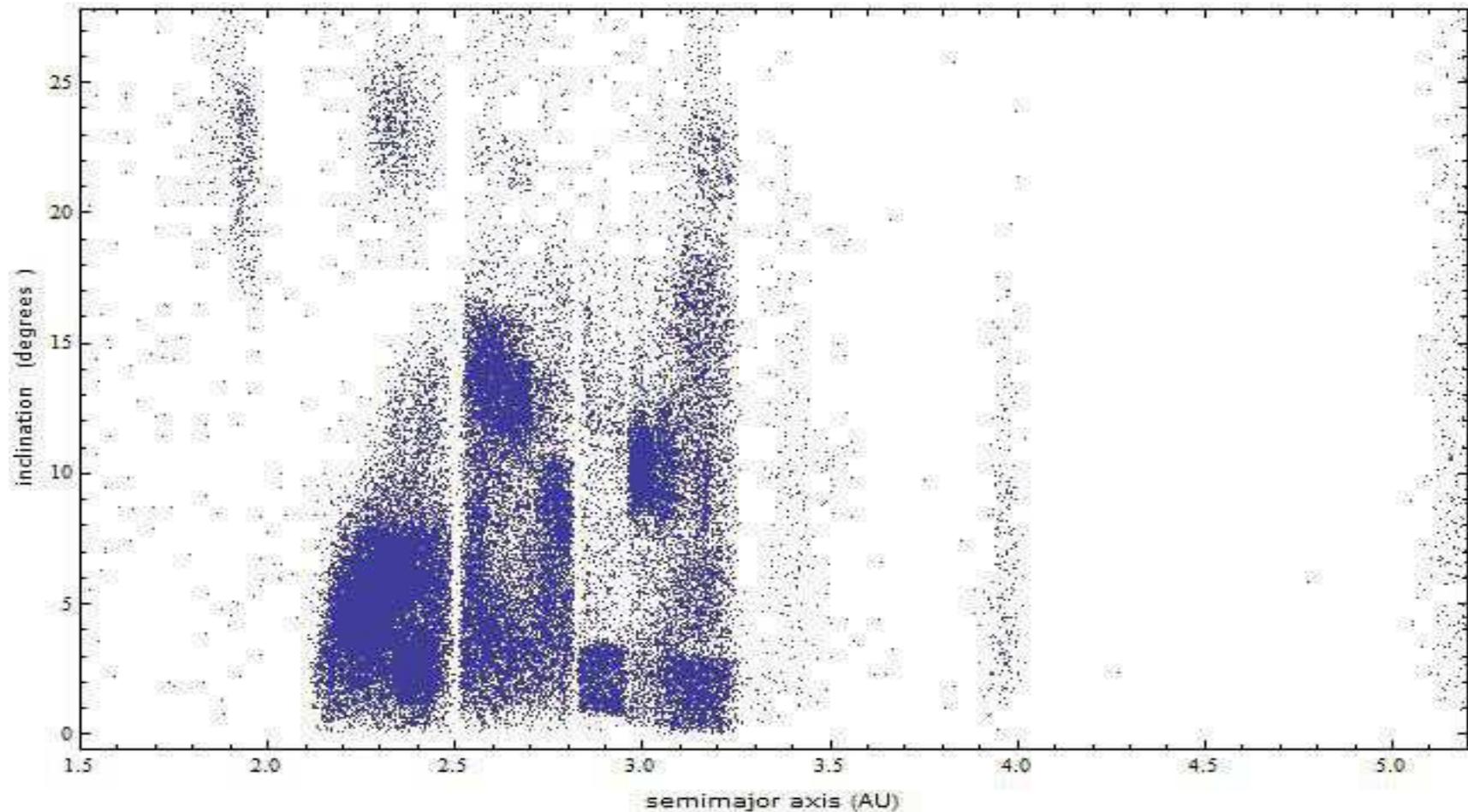
La ceinture d'astéroïdes actuelle
« vestige de la nébuleuse primitive »

Structure de la ceinture principale (~ 700 000 astéroïdes)



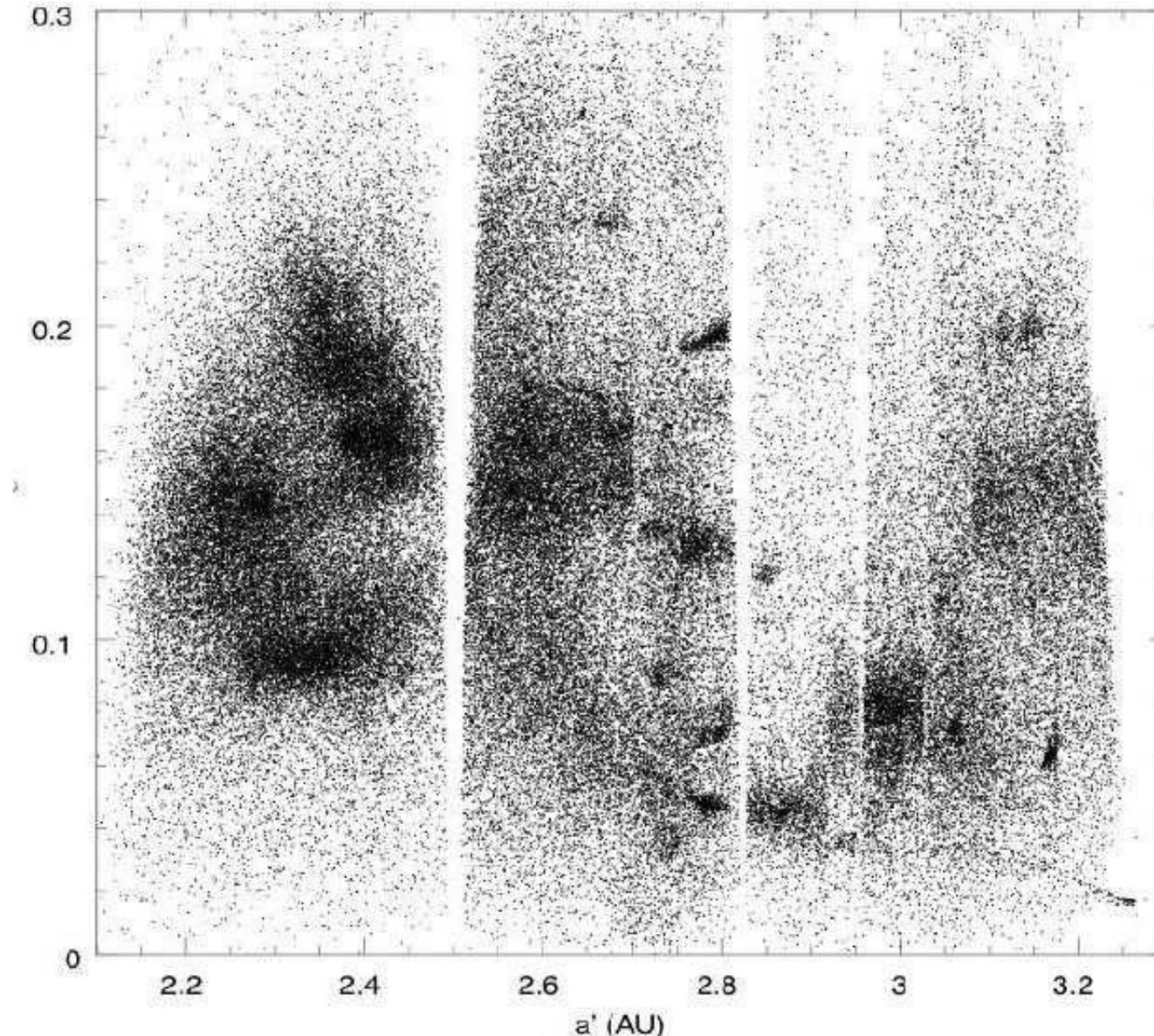
F. DeMeo, B. Carry

La ceinture d'astéroïdes sculptée par les résonances avec Jupiter et Saturne



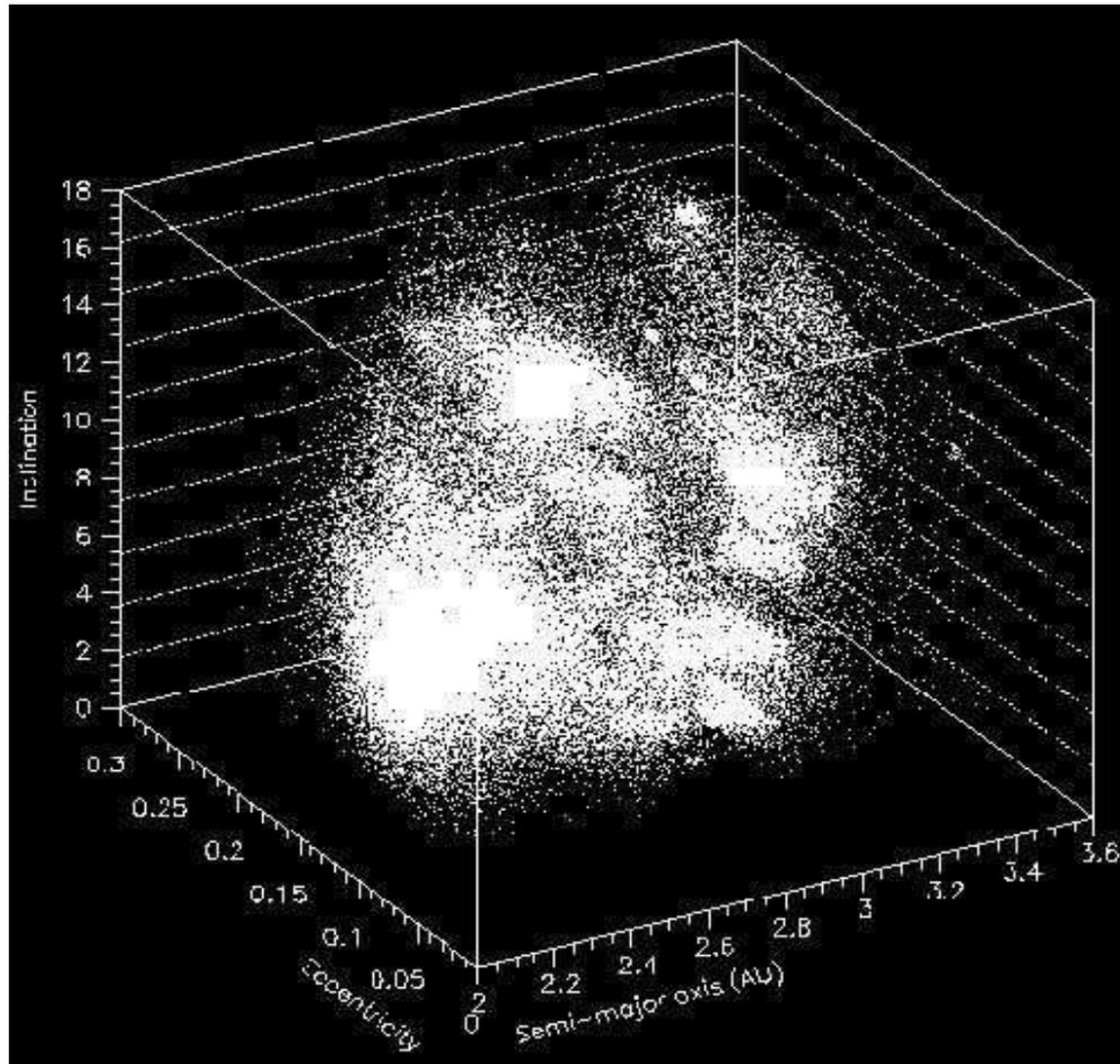
Lacunes de Kirkwood découvertes sur un échantillon de 100 astéroïdes (1870)

Au milieu du XX ième siècle on a decouvert Les familles d'astéroïdes



Mise en service du télescope de Schmidt du Mont Palomar

Structure complexe des familles dynamiques, études statistiques de plus de 700 000 objets



LSST => 5.5×10^6 objets de la ceinture principale !

=> plus de familles, origines et corps parents.

Des preuves géologiques

Thorsberg limestone quarry



(from Schmitz et al., 2001, *EPSL*, v. 194, p.2)

Fossil meteorite and nautiloid shell in Ordovician limestone

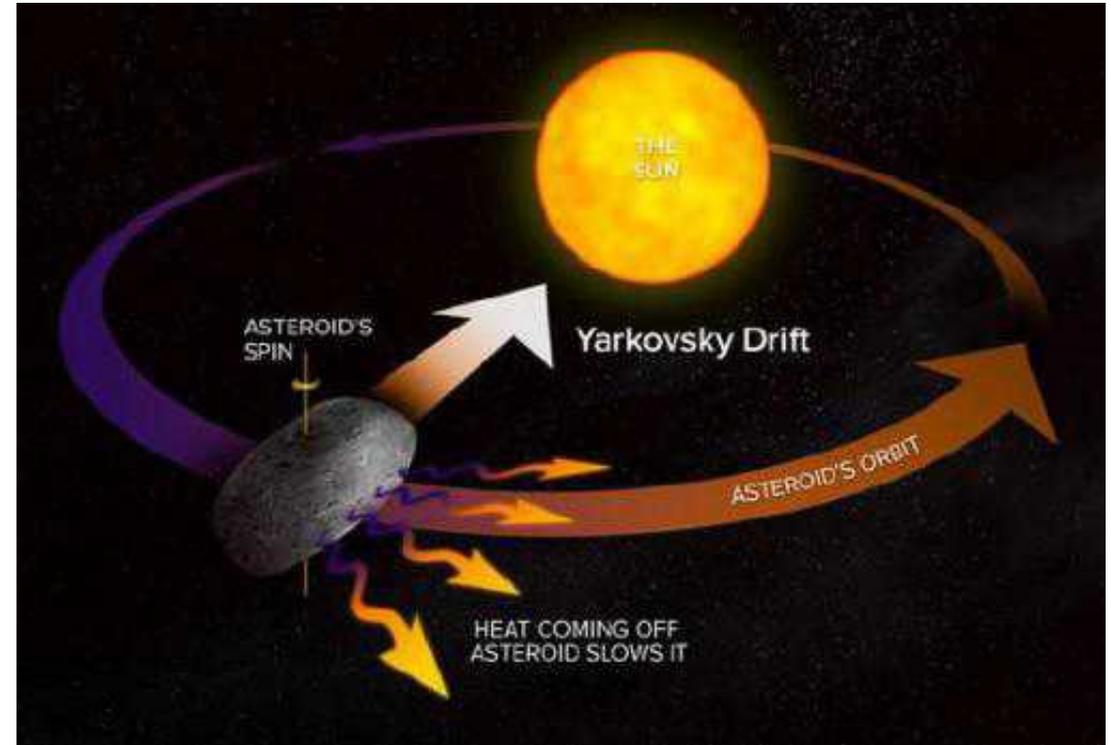
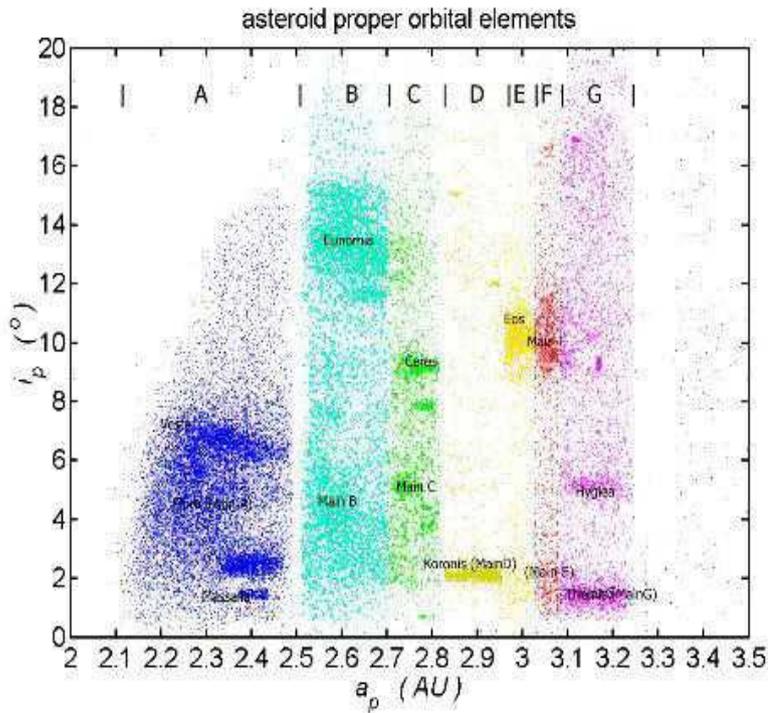


(From Schmitz et al., 2001, *EPSL*, fig.3, p.4.)

Calcaires de Thorsberg (Suède)

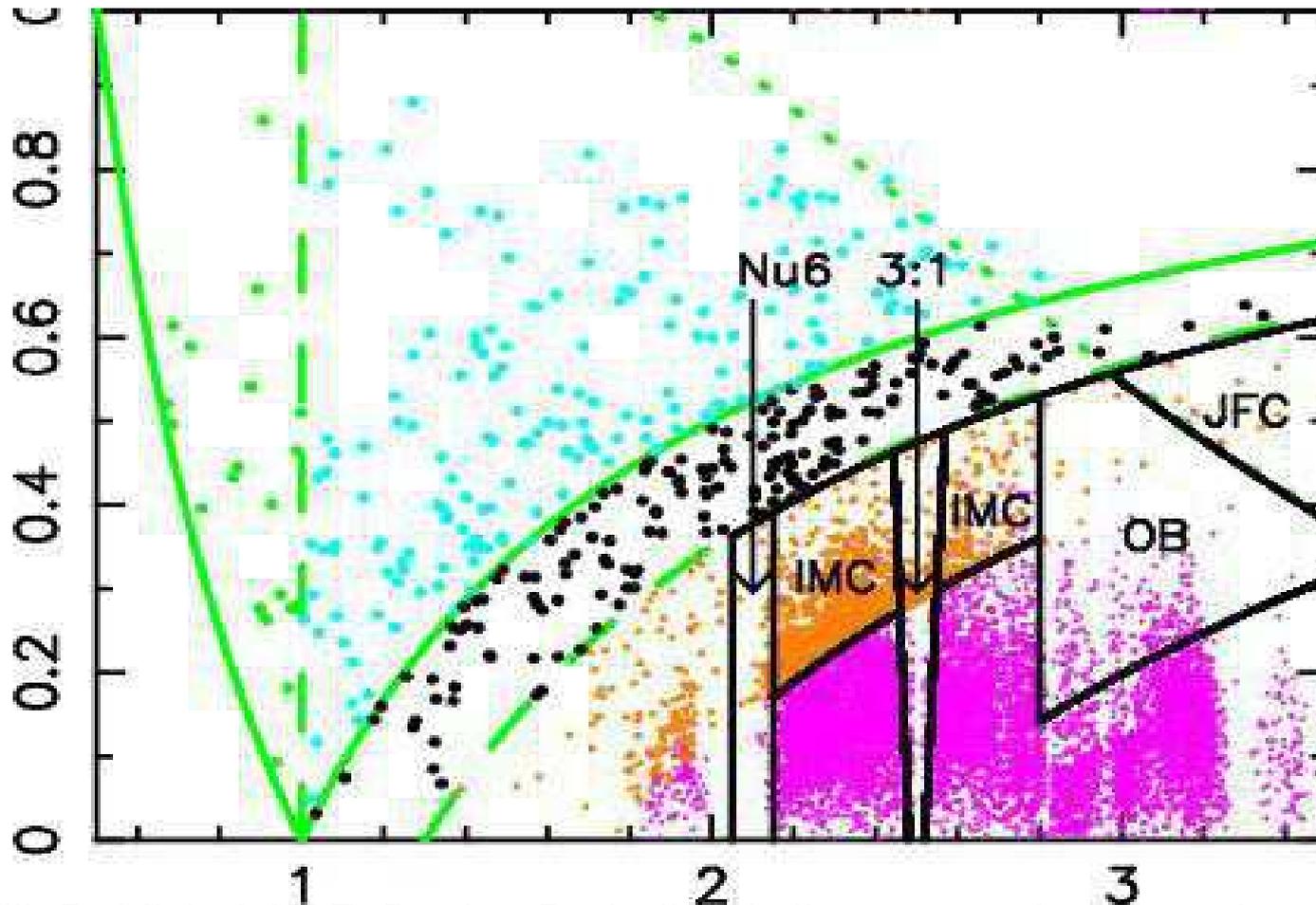
480 millions d'années – durée du bombardement ~ 2 millions d'années

Le mécanisme producteur de météorites / géocroiseurs



Un choc initial créé de nombreux objets dans une zone « stable »
Les plus petits peuvent migrer vers des zones instables (résonance) sous l'effet des forces de Yarkovski.

Zones source des météorites / géocroiseurs



A. Morbidelli, P. Michel, W.F. Bottke, R. Jedicke) diagramme demi grand axe vs excentricité des astéroïdes du système solaire intérieur. Les forces de Yarkovsky peuvent déplacer les astéroïdes d'une zone stable vers une zone de résonance pouvant alimenter la population des astéroïdes géocroiseurs et donc des météorites.

IMC = Mars croiseurs

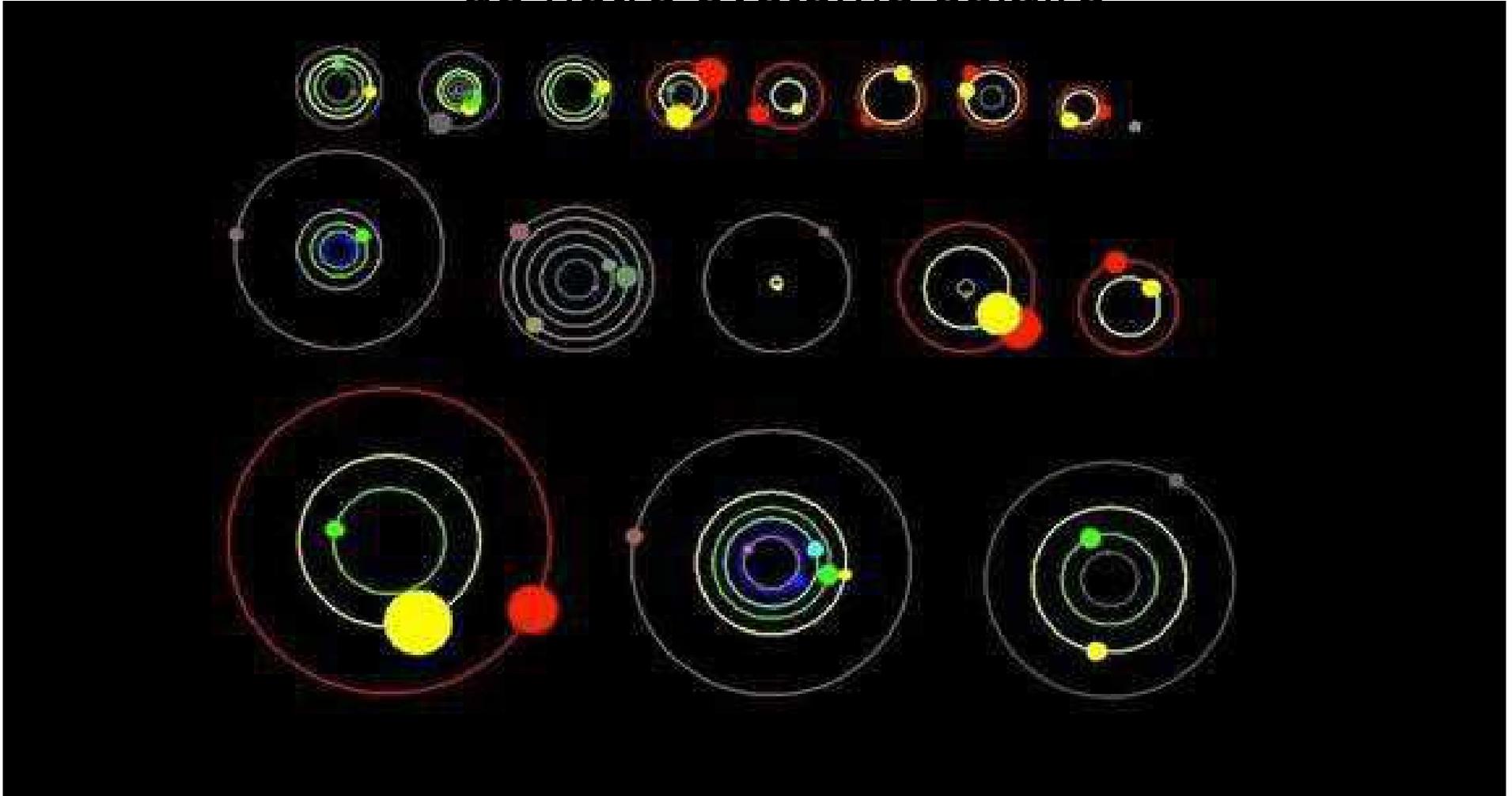
OB = ceinture extérieure

JFC = comètes de la famille de Jupiter

Nu6 = résonance responsable de l'injection des astéroïdes vers le centre du système solaire

3:1 = forte résonance de moyen mouvement pouvant éjecter des astéroïdes

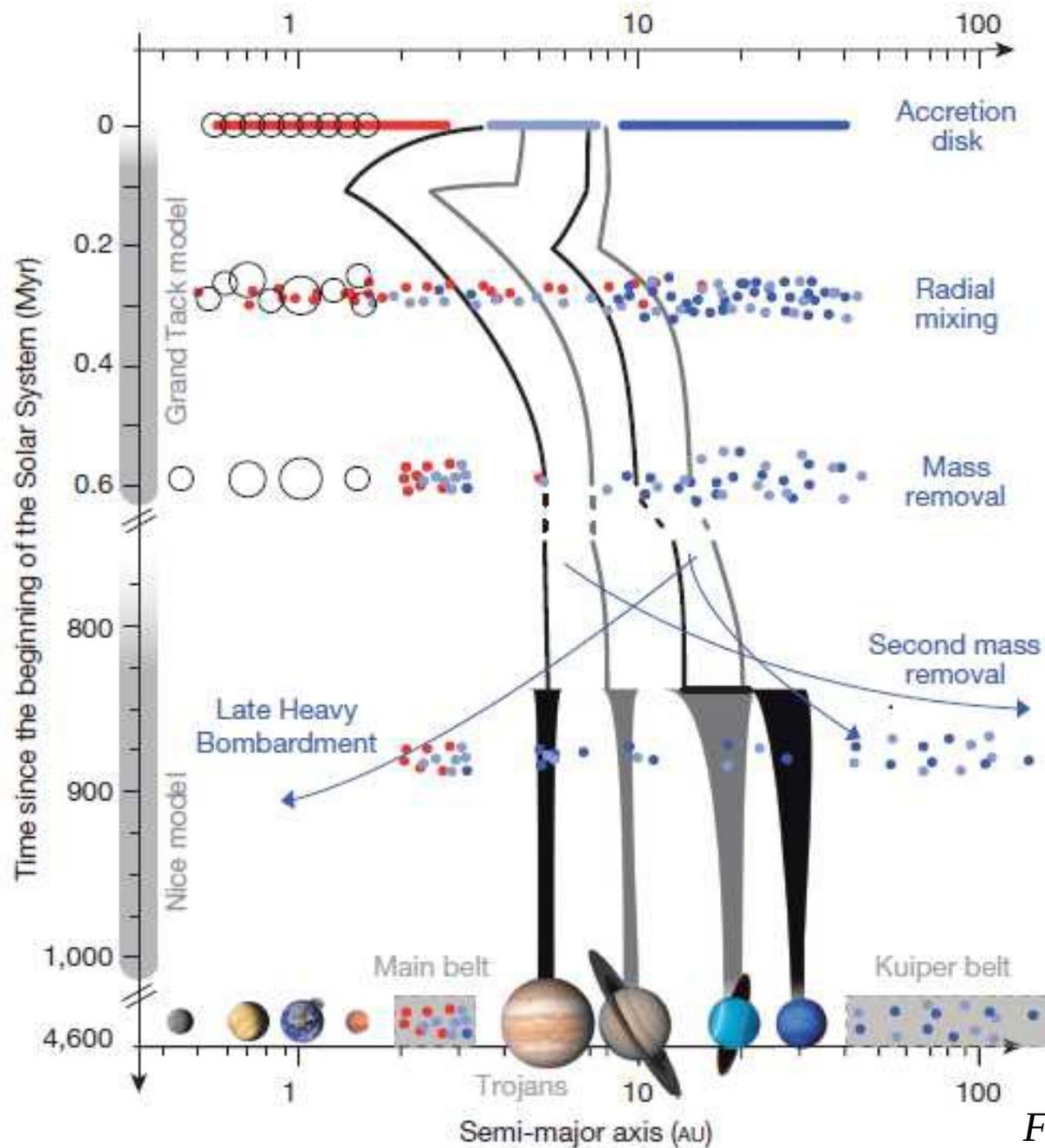
La découverte de nombreuses exoplanètes nous a forcé à reprendre les modèles de formation de notre système solaire



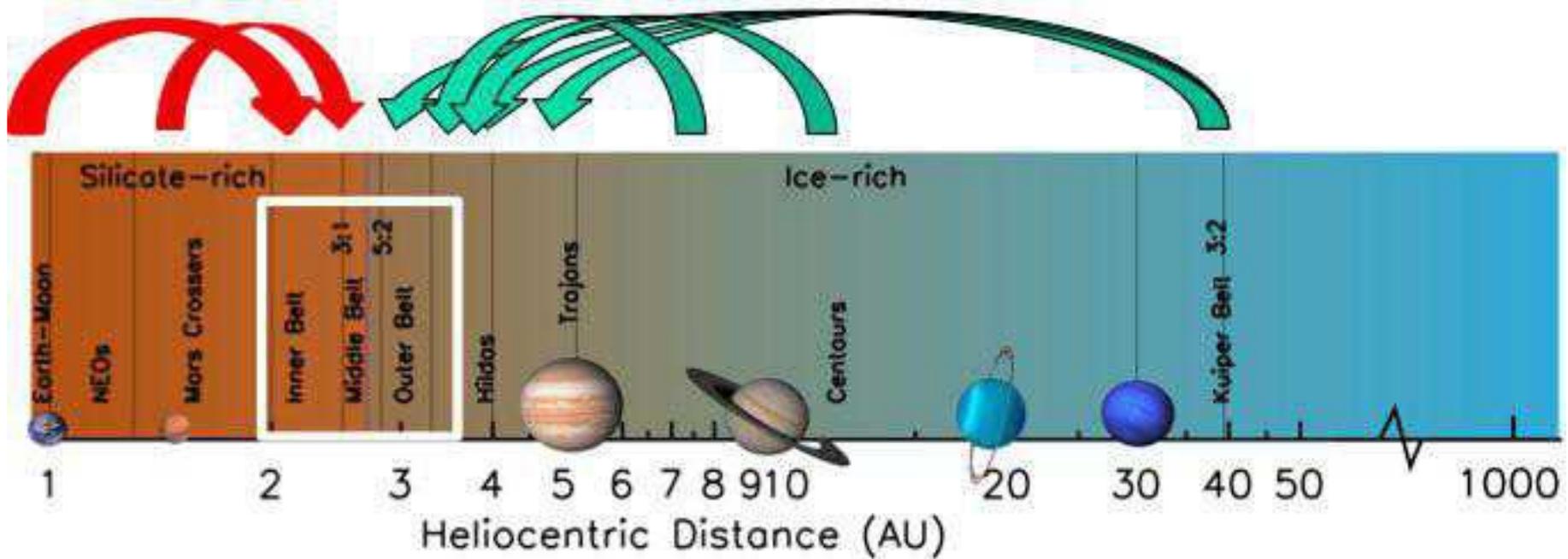
Comment des « Jupiter » sont arrivés à quelques rayons de leur étoile ?

Kepler

La distance entre les planètes a évolué avec l'accrétion du moment cinétique des planétésimaux



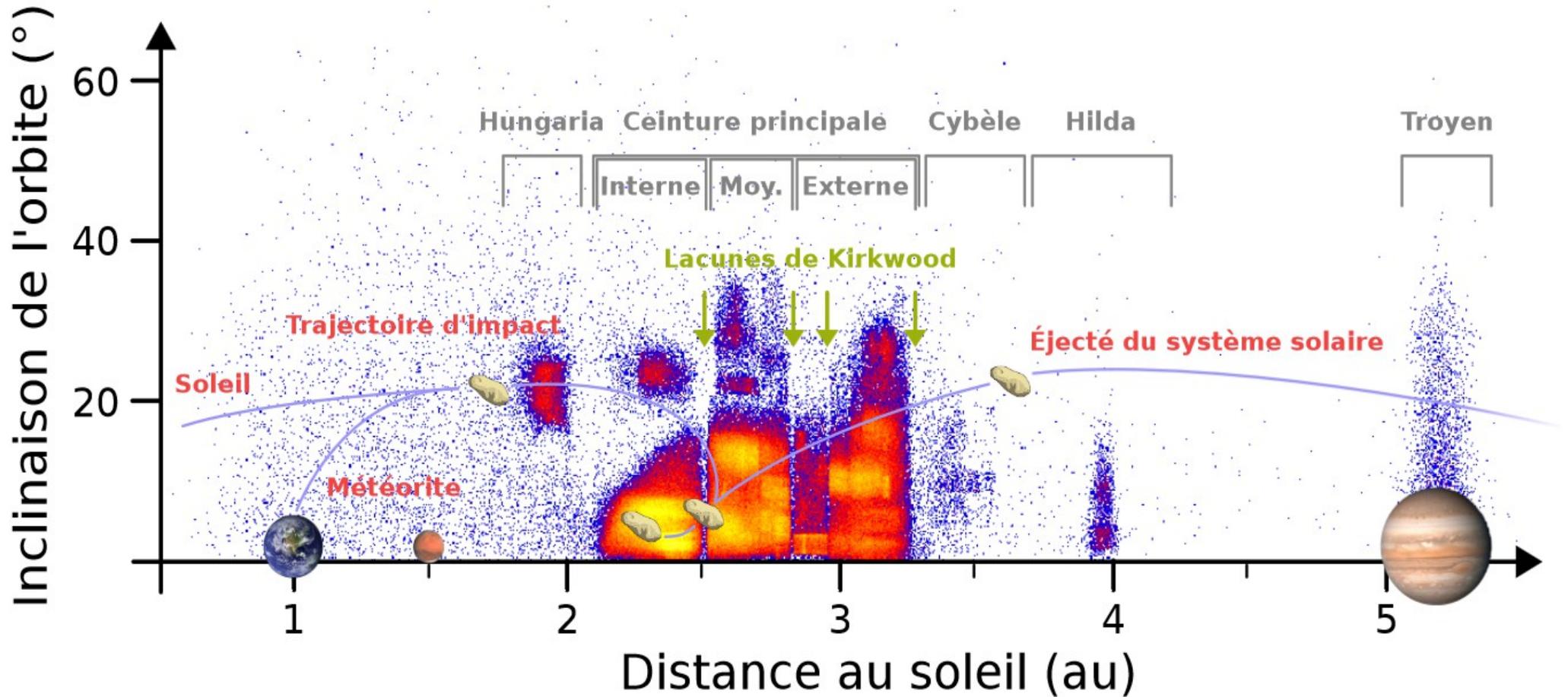
Formation du Système Solaire et migration des planètes



F. DeMeo

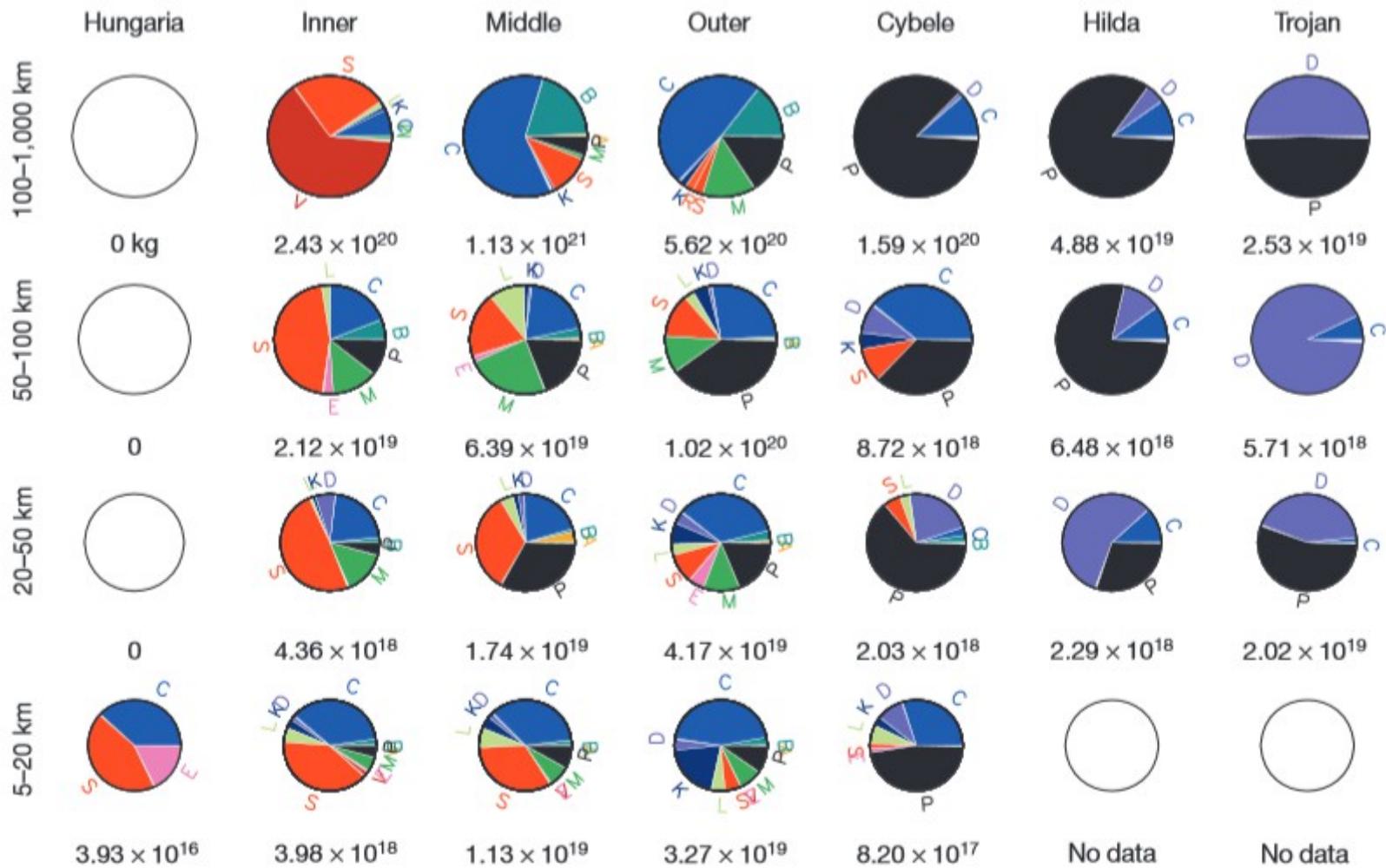
Échantillonner la ceinture principale = échantillonner l'ensemble du système solaire

Les astéroïdes géocroiseurs et les météorites sont composés de matière venant de tout le système solaire

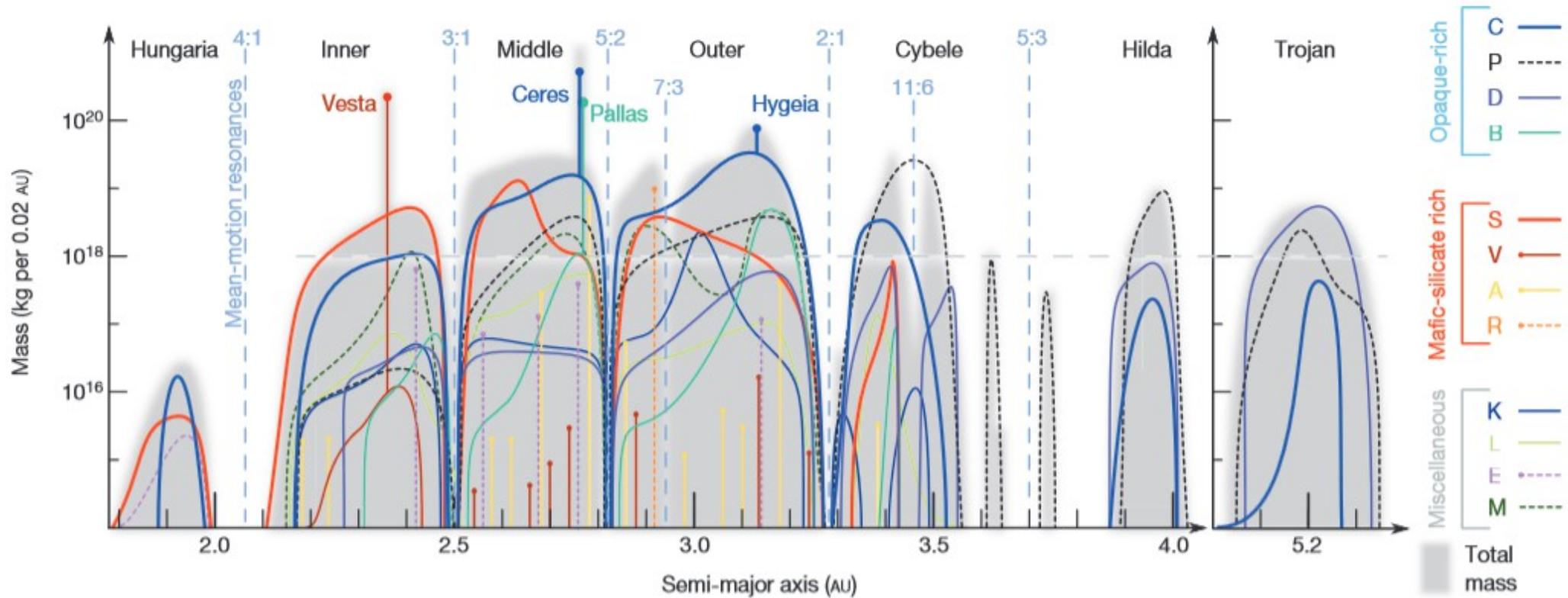


Il y a une lacune entre les astéroïdes que l'on connaît ($D > 1 \text{ km}$) et les météorites que l'on ramasse sur Terre ($d < 50 \text{ m}$)

Le LSST va permettre de combler une partie de cette lacune



Etude de la composition des astéroïdes
 (données extraites du SDSS – B. Carry)

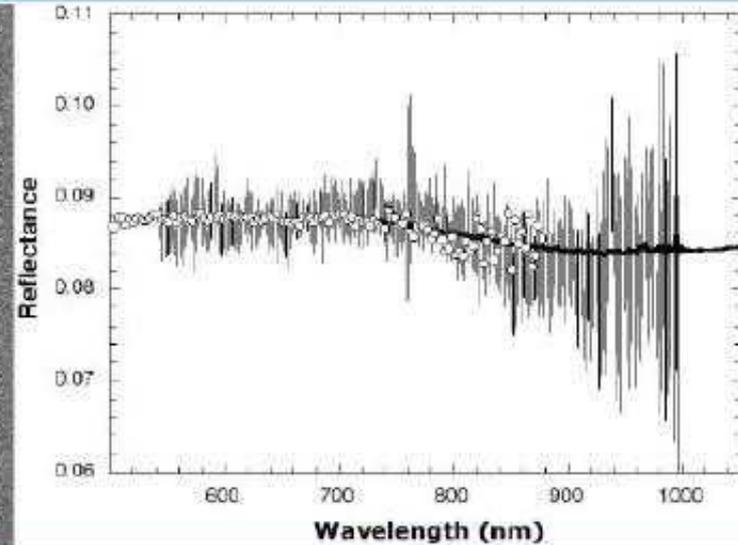
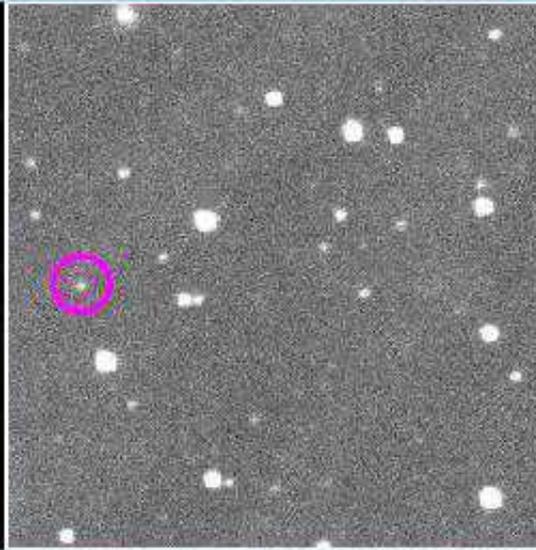
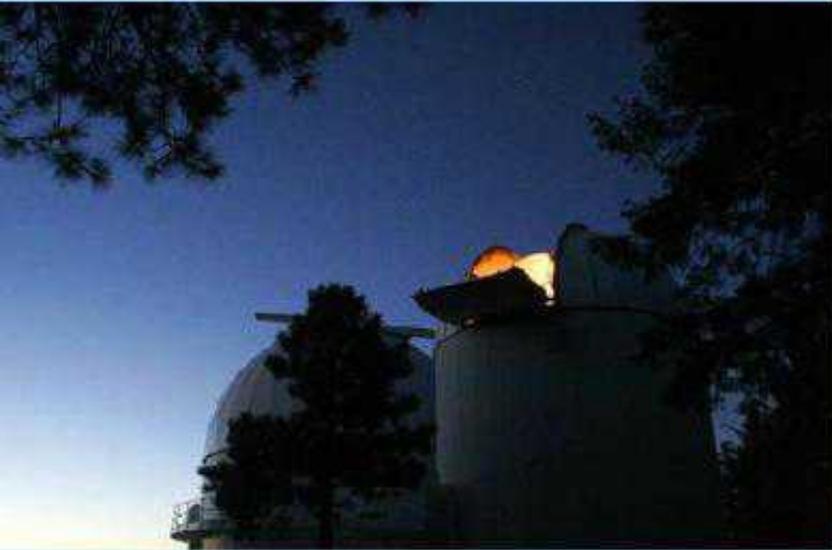


Masse des astéroïdes avec les données du SDSS

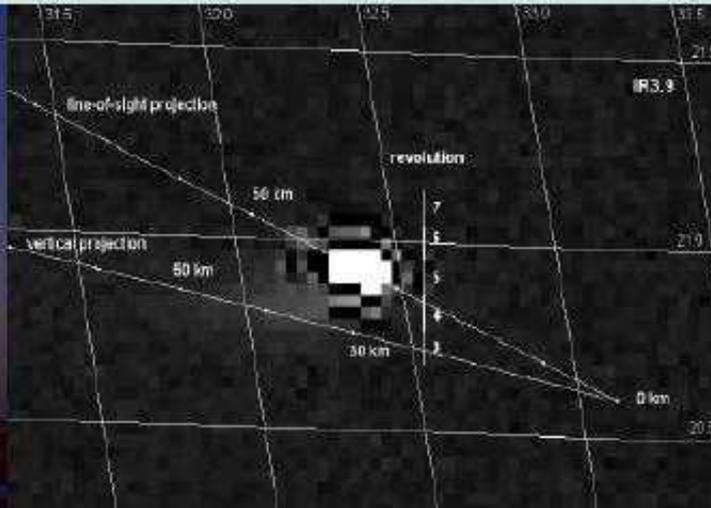
Le LSST va multiplier par 10 le nombre d'asteroides connus avec une information colorée

Un cas d'école de ce que l'on pourra faire avec le LSST :

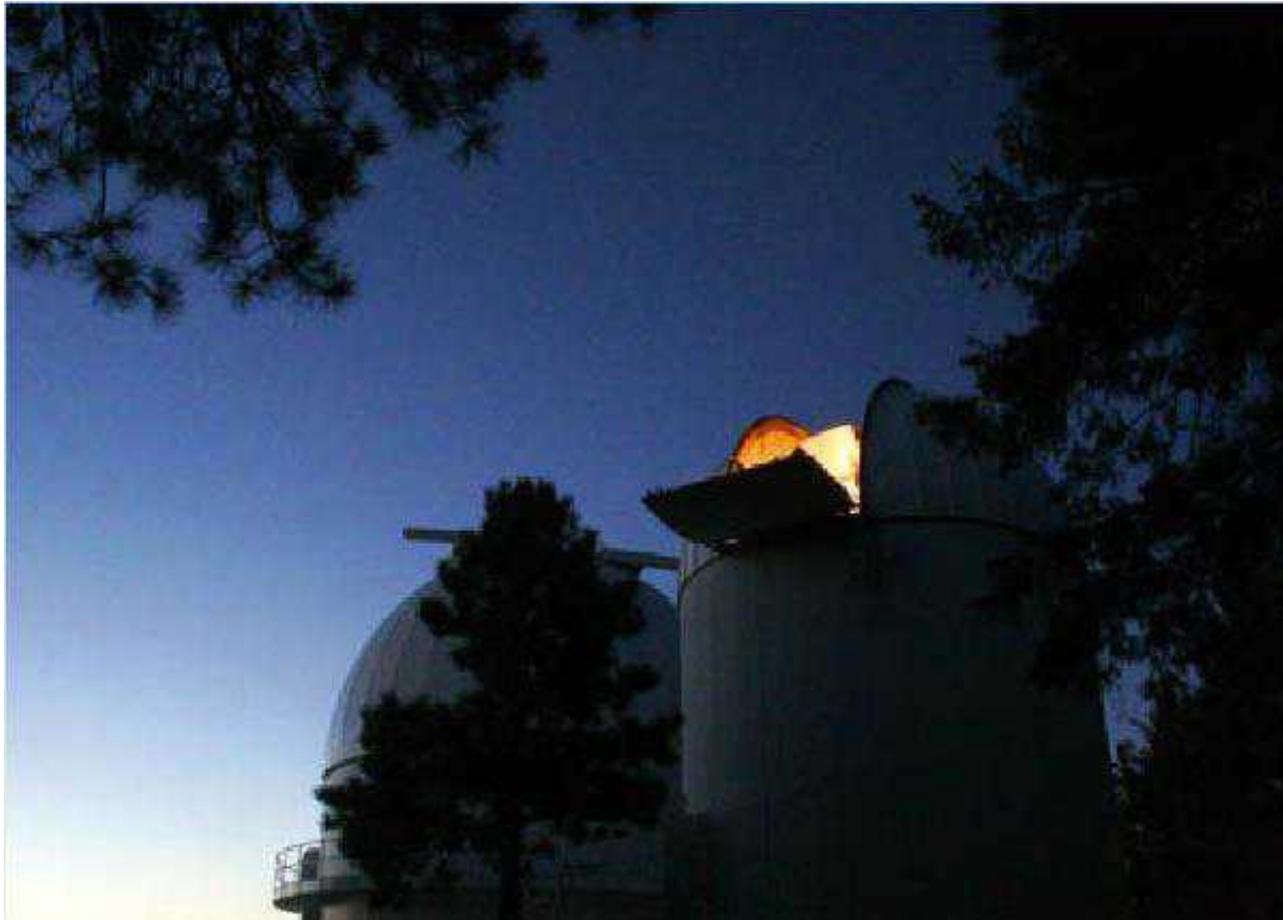
2008 TC3



Almahata Sitta

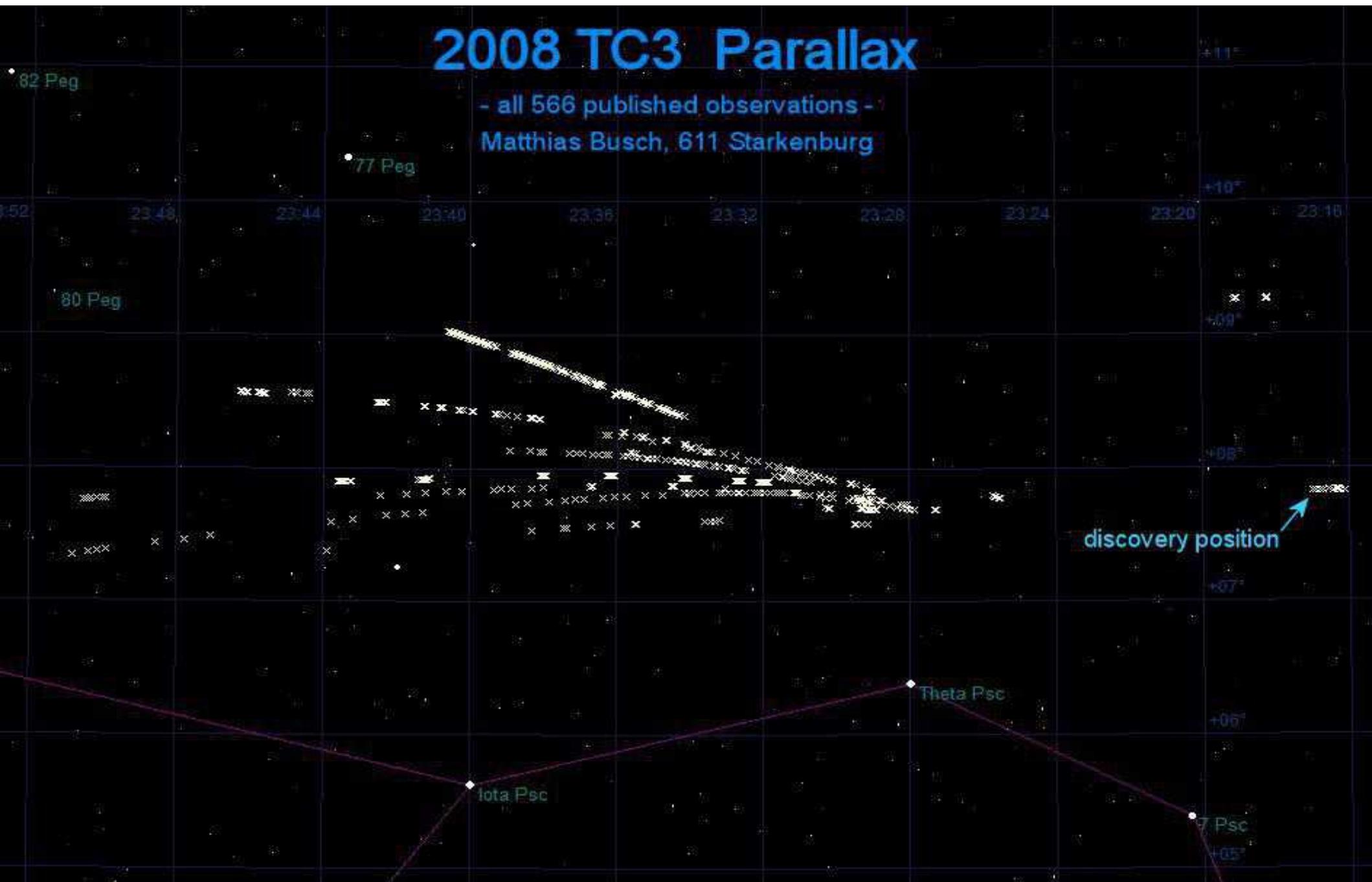


Découverte

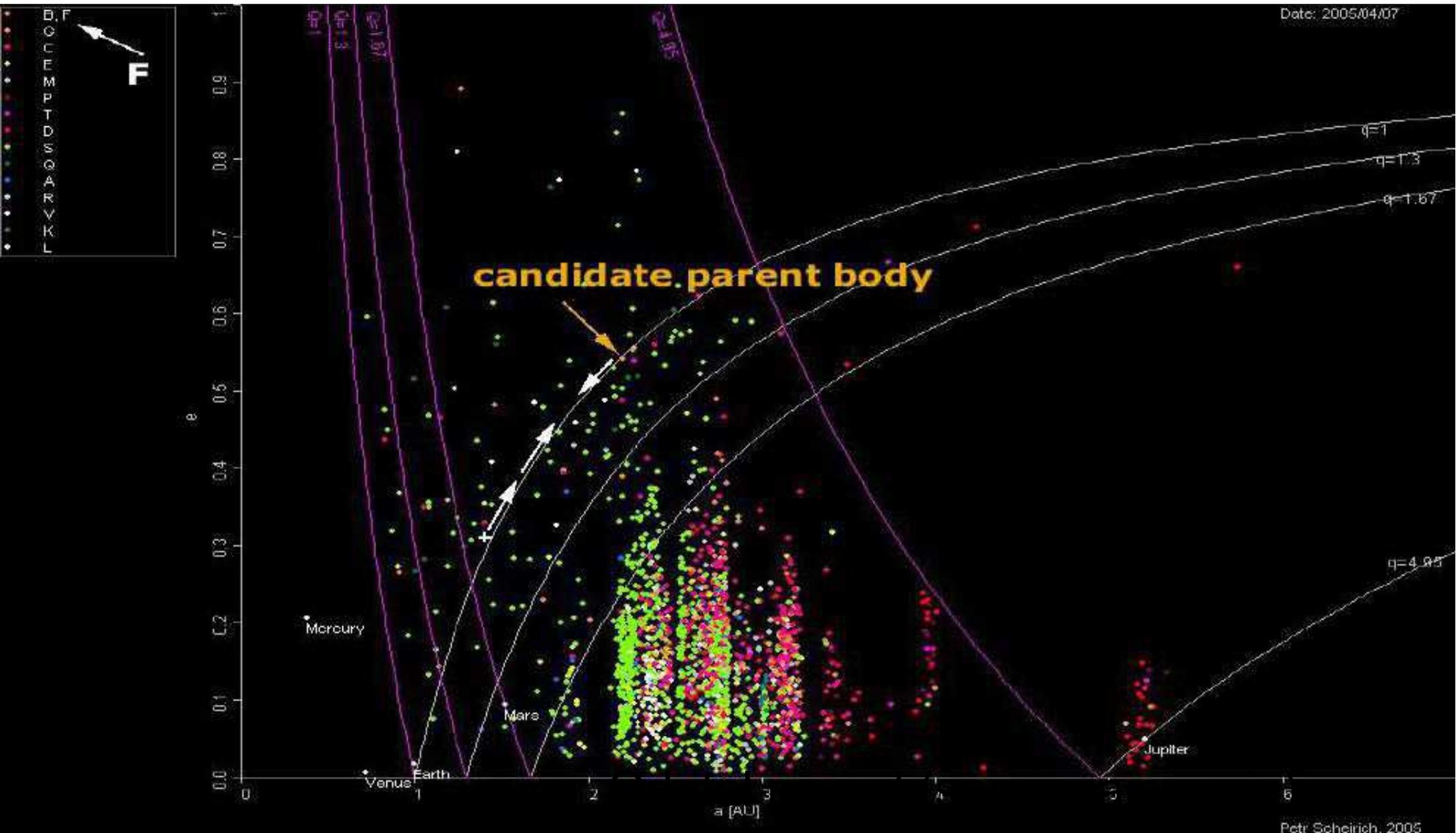


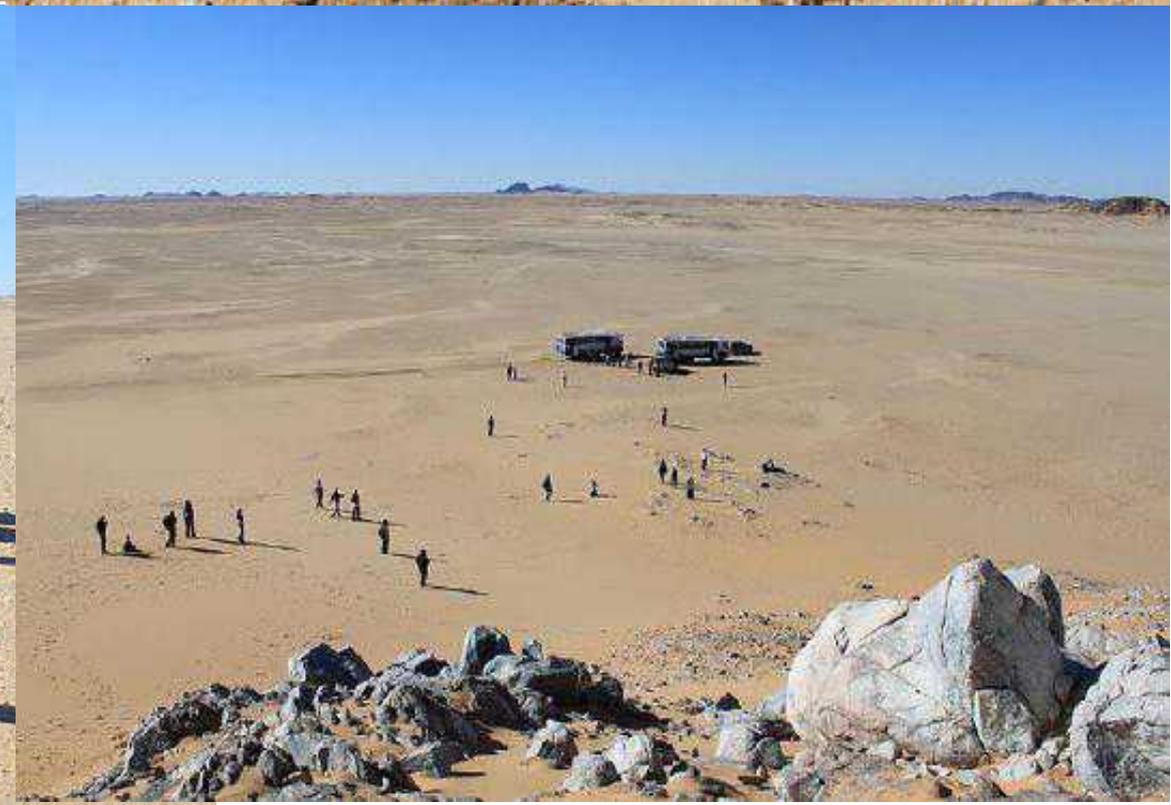
Catalina Sky Survey : « petit » télescope dédié, le même télescope et le même Observateur (Kowalski) ont découvert 2014 AA !!

Suivi télescopique => orbite de très haute précision (500m)

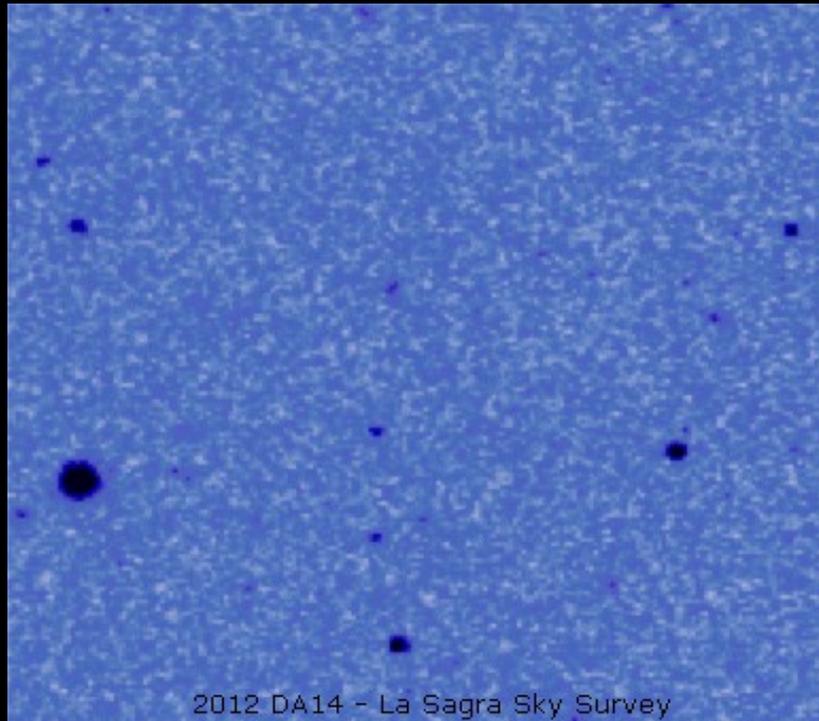


Origine de l'astéroïde 2008 TC3 ?





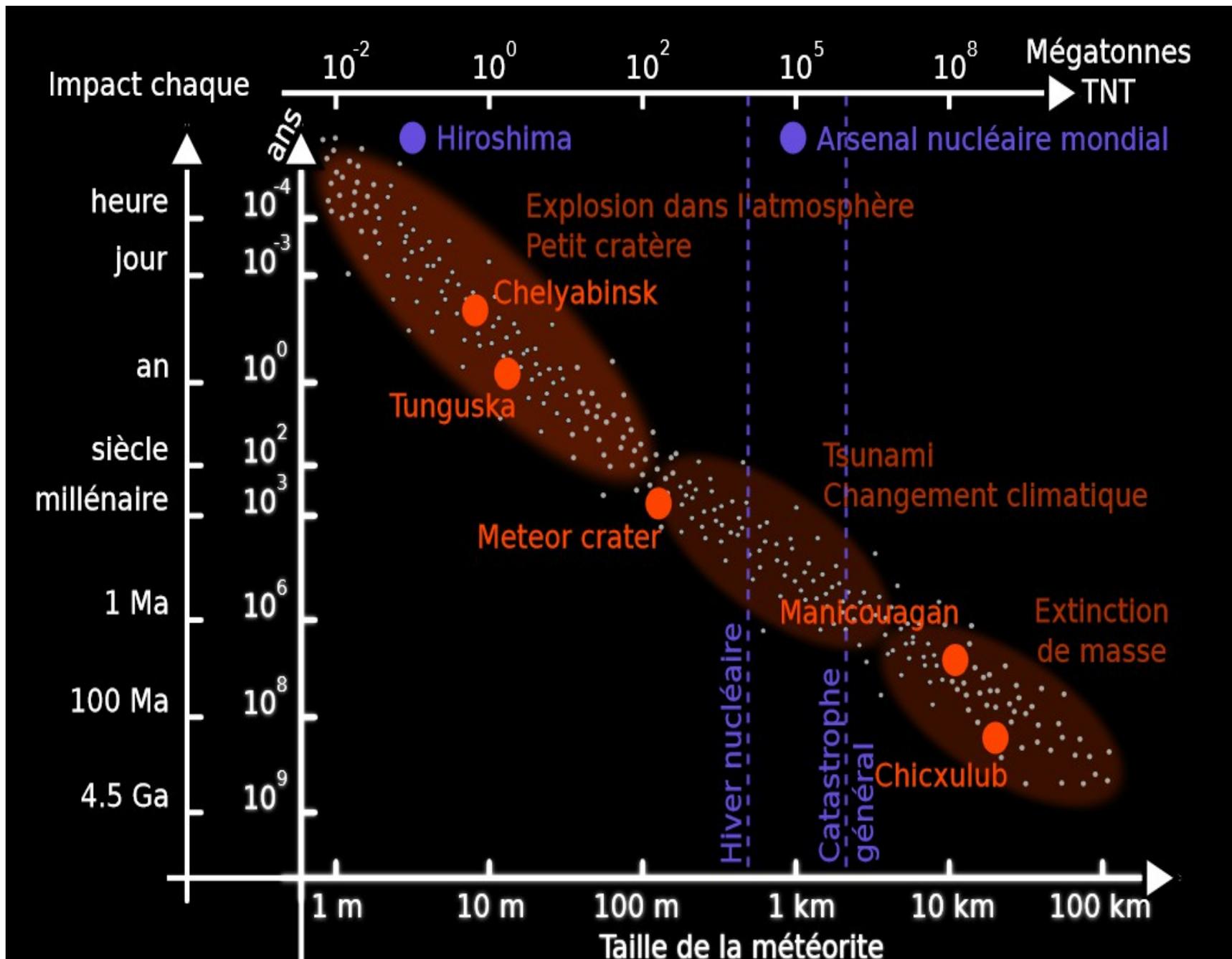
Le LSST va t il permettre de prévoir des événements comme Tcheliabinsk ?



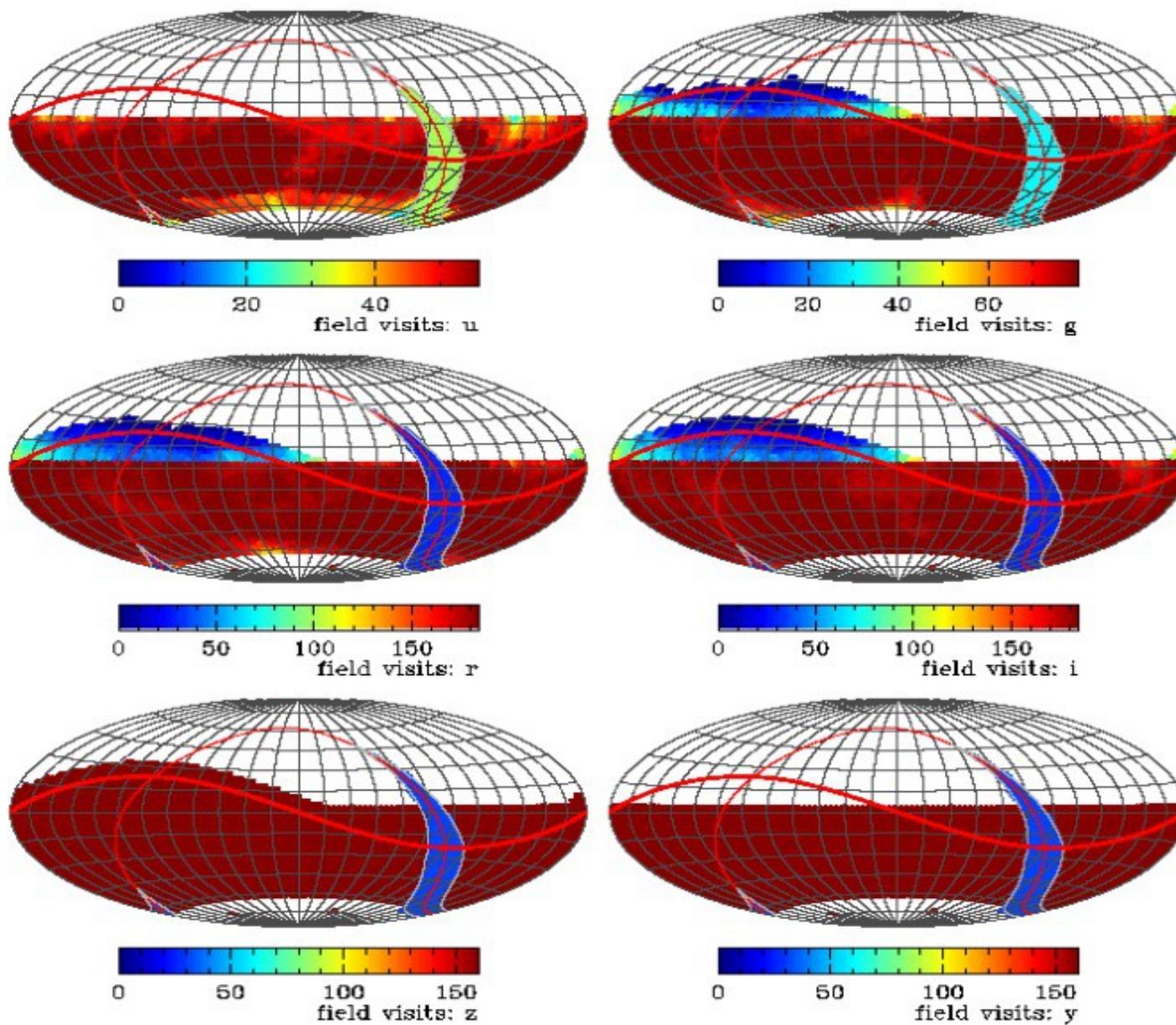
Observatoire de La Sagra (Espagne)
23 février 2012
2012 DA14

Tcheliabinsk (Russie)
15 février 2013 ...

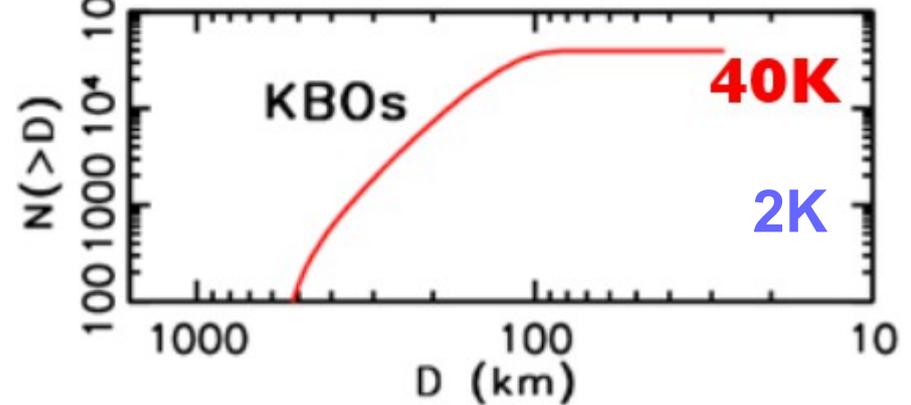
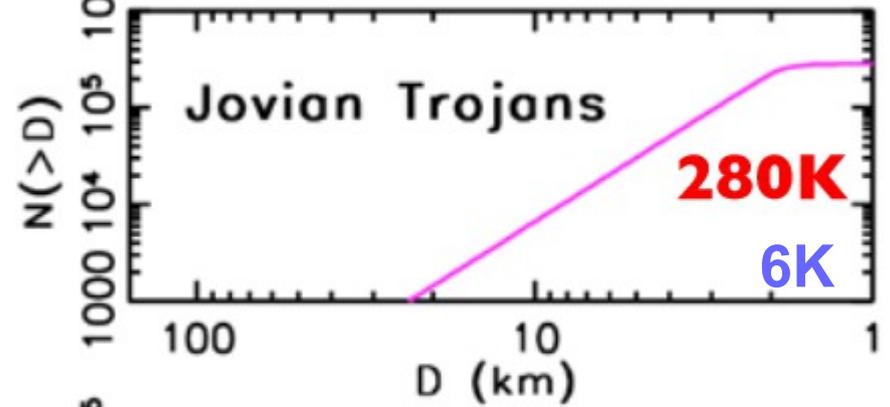
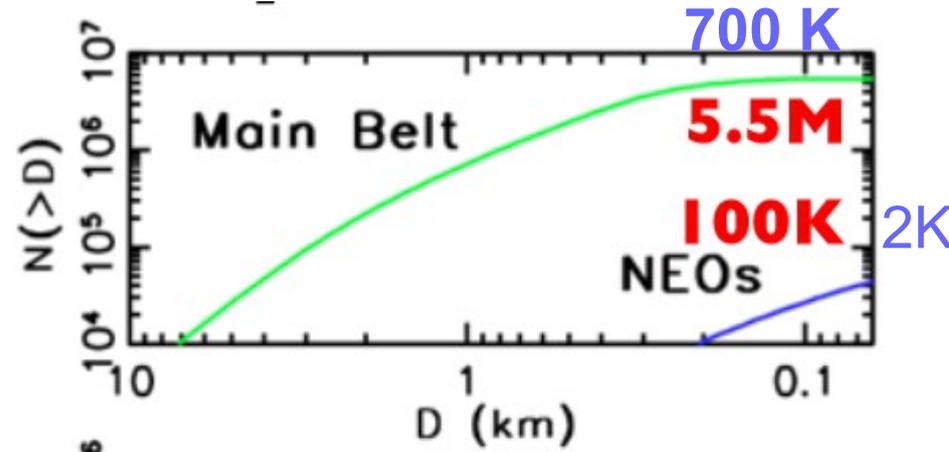
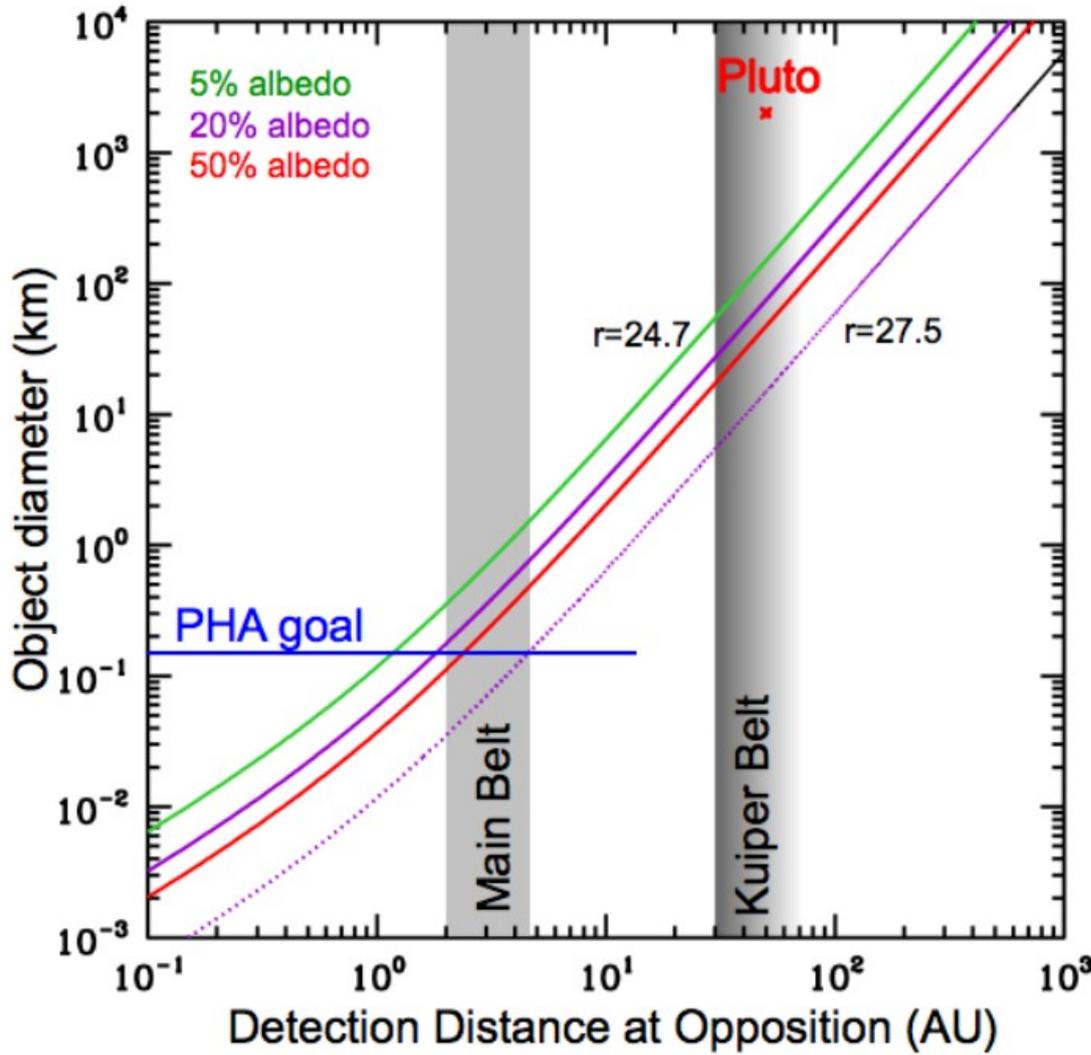
Le but du LSST est de connaître 90 % des objets de plus de 150m



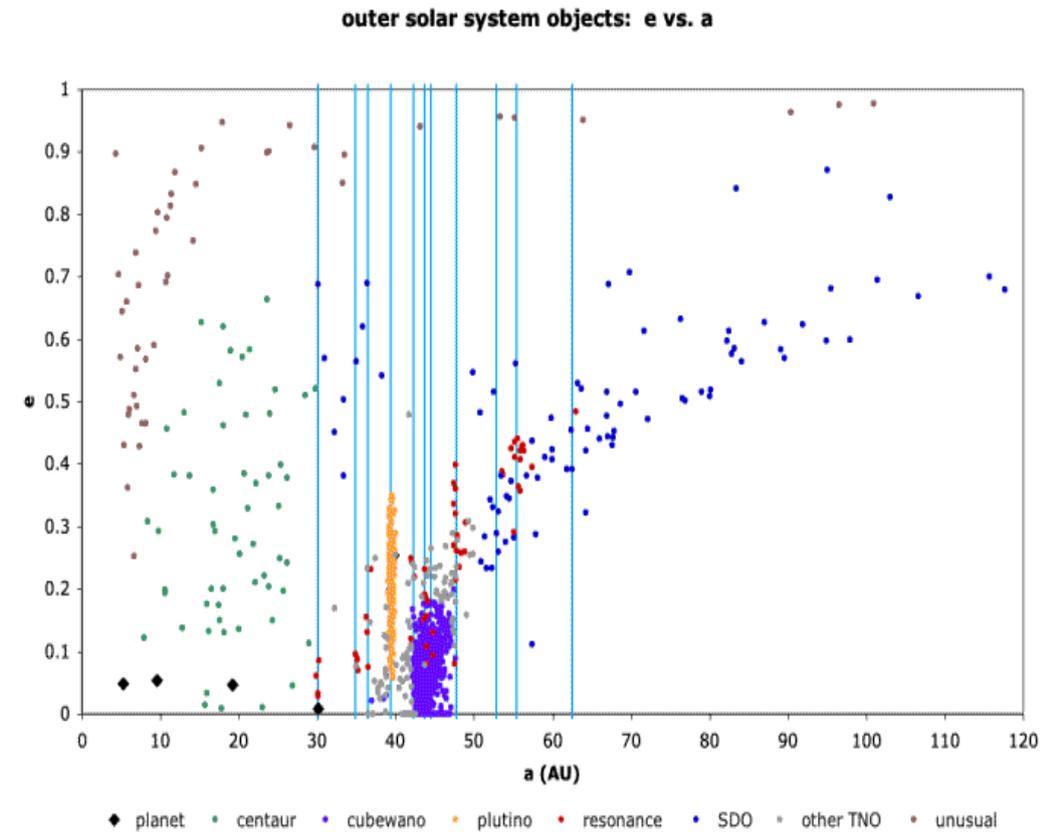
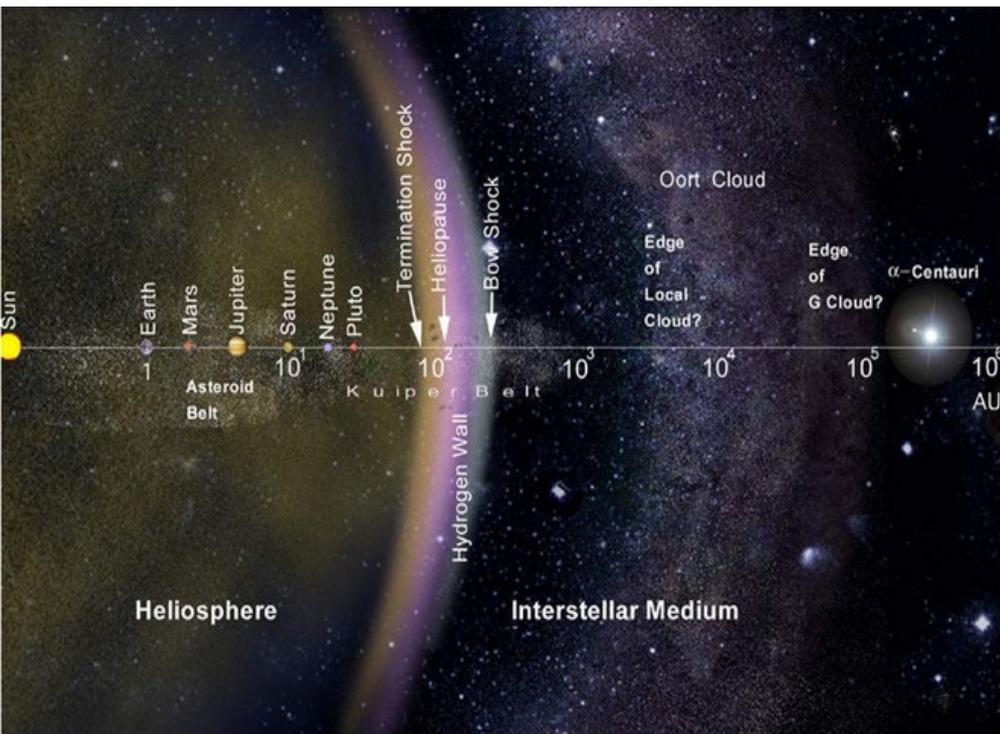
Stratégie d'observation du LSST



Apport du LSST



Objets Trans Neptuniens, on va voir aux confins du système solaire



LSST => passer de 2000/1000 objets à 40 000 objets => familles dynamique
Évolution du système solaire