

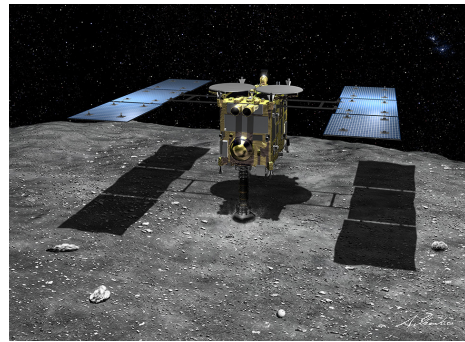
## Les actions en France et Europe

Le risque de collision existe, il ne faut pas s'en inquiéter ou s'alarmer inutilement, mais il faut nous en préoccuper et rester vigilants. C'est une préoccupation notamment de l'Europe qui mène des activités de recherche dans le cadre de programmes spécifiques ou de l'agence spatiale européenne (ESA) dans le cadre du programme SSA (Space Situational Awareness). À l'Observatoire de Paris au sein de l'action ESTERS (Environnement Spatial de la Terre Recherche et Surveillance), comme au sein du consortium européen NEOshield2, les laboratoires LESIA (Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique) et IMCCE (Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides) mènent des recherches sur les propriétés physiques et dynamiques de ces corps, par leur exploration spatiale et observations depuis la Terre.

À l'IMCCE nous développons principalement des axes de recherches sur la dynamique de ces corps, et le lien avec leurs propriétés physiques. Nous portons le projet FRI-PON de détection de rentrée atmosphérique de bolidés. Nous menons aussi des suivis astrométriques, élaborons des éphémérides, des bases de données originales, et des méthodes de calcul de probabilité d'impact ou d'orbites des géocroiseurs. Nous participons aux missions spatiales en cours (GAIA) ou en étude (AIDA), ainsi qu'aux programmes d'observations spatiales HERSCHEL et Gaia, et coordonnons le réseau sol d'observation en alerte Gaia-FUN-SSO.

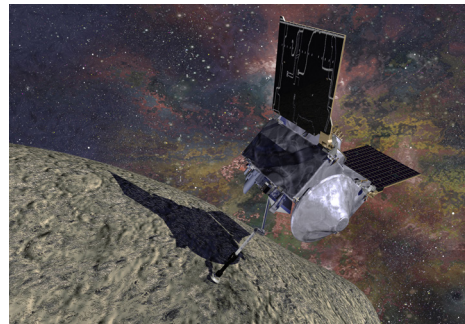
Au LESIA nous travaillons sur la caractérisation des propriétés physiques de ces objets via des observations avec les plus grands télescopes terrestres et spatiaux (missions Rosetta, Herschel, Spitzer). Nous avons été porteurs de la mission MarcoPolo-R étudiée à l'agence spatiale européenne ESA. Nous sommes co-investigateurs des missions de retour d'échantillons de la JAXA Hayabusa2 et de la NASA OSIRIS-REx, qui contribueront ainsi à mieux comprendre l'origine et l'évolution du Système solaire, de la Terre et de la vie.

Pour plus d'informations sur Hayabusa2 :  
<http://global.jaxa.jp/projects/sat/hayabusa2>



© JAXA

Pour plus d'information sur OSIRIS-Rex :  
<https://www.nasa.gov/osiris-rex>  
<http://www.asteroidmission.org>



© NASA

l'Observatoire de Paris | LESIA  
Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique

l'Observatoire de Paris | IMCCE  
Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides

Illustrations et maquette © Sylvain Cruddé © SIGAL

350 ans  
1667-2017  
l'Observatoire de Paris

ASTEROID DAY  
30 JUNE

30 JUIN 2017  
JOURNÉE INTERNATIONALE  
DES ASTÉROÏDES



Le 30 juin a été décrété « Journée internationale des astéroïdes » par l'Assemblée générale des Nations Unies. L'Observatoire de Paris, qui célèbre 350 ans d'activité depuis sa fondation en juin 1667, participe à cette manifestation. L'occasion de rappeler l'intérêt de ces corps particuliers de notre voûte céleste, dont certains croisent l'orbite de la Terre.

UNIVERSITÉ PARIS DIDEROT



Horizon 2020  
European Union Funding  
for Research & Innovation



## Pourquoi étudier les astéroïdes ?

- Origine du Système Solaire
- Formation planétaire
- Origine de l'eau et de la vie
- Matériau prébiotique
- Collisions avec la Terre

## La formation du Système Solaire

Il y a environ 4,6 milliards d'années se forment, par accumulation de gaz et de poussières, notre Soleil puis les planètes et l'ensemble de notre Système Solaire. À l'inverse des planètes, qui, elles, ont subi des processus d'évolution durant leur histoire, la plupart des astéroïdes ont gardé la mémoire de la composition d'origine du disque proto-planétaire dans lequel ils se sont formés. Les astéroïdes peuvent être considérés comme l'ADN du Système solaire et nous donner des indications fortes sur l'origine des planètes et de la Vie. La plupart de ces corps orbitent entre Mars et Jupiter et forment la ceinture principale ; d'autres, les plus lointains, sont en orbite au-delà de Saturne : les Centaures ; ou au-delà de Neptune : les transneptuniens ; certains, les Troyens, partagent une orbite avec une planète comme Jupiter ; enfin des objets sur des orbites plus internes se rapprochent de l'orbite de la Terre, les objets géocroiseurs (NEOs pour Near-Earth Objects).

## L'étude des astéroïdes

Les astéroïdes présentent un intérêt scientifique pour une meilleure connaissance de la formation de systèmes planétaires et de leur évolution dynamique. Leur proximité est un atout pour l'exploration spatiale et une connaissance approfondie *in situ* de ces autres mondes. Ils peuvent présenter un intérêt économique avec des projets d'exploitation minière dans l'espace et l'extraction de minerais. Ils ont un intérêt sociétal majeur avec les risques d'impacts et les rentrées atmosphériques. Bien que soient connus plus d'un million d'astéroïdes, il reste encore à cataloguer plus de 90% des objets ayant un diamètre inférieur à 300 m.

Ces corps recèlent encore quelques mystères à dévoiler. Les observations depuis le sol nous donnent des indications précieuses mais limitées sur leur composition de surface et sur leurs propriétés physiques. Leur constitution interne est difficile à sonder. Certains de ces corps ont des masses volumiques trop basses pour être constitués d'un seul bloc et sont poreux, ou formés d'agrégats gravitationnels.

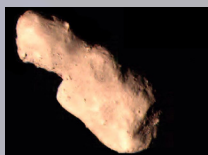


## Des missions spatiales

Plusieurs missions spatiales (Galileo, NEAR, Hayabusa, Rosetta, Dawn) ont permis d'étudier *in situ* différents types d'astéroïdes et de géocroiseurs (carbonés, silicatés, avec une structure de type monolithe ou de type "tas de gravats"), et de découvrir des systèmes d'objets binaires. Deux missions, Hayabusa2 de l'agence spatiale japonaise (JAXA) et OSIRIS-REx de l'agence spatiale américaine (NASA), sont actuellement en route vers deux géocroiseurs primitifs. Elles se mettront en orbite autour de leur cible pour les caractériser scientifiquement à plusieurs échelles avant d'effectuer une collecte d'échantillons qui seront ramenés sur Terre pour des études poussées en laboratoires, dans les années 2020-23 respectivement.



Itokawa - © JAXA



Toutatis - © CNSA



Ida - © NASA

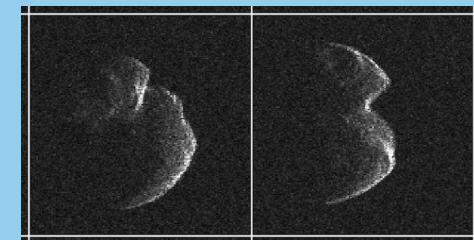


Lutetia - © ESA

## Des risques d'impact

Les orbites des astéroïdes subissent systématiquement de petites perturbations. Un astéroïde peut, sur plusieurs millions d'années, dériver d'une orbite de la ceinture principale (entre Mars et Jupiter) ; vers une orbite de géocroiseur. L'astéroïde peut alors se trouver sur une trajectoire d'impact avec la Terre ou d'autres planètes. De nombreux cratères à la surface de la Lune ou d'autres objets rappellent que les collisions dans le Système Solaire sont légion. Sur Terre, des cratères résultent de collisions plus ou moins récentes avec des astéroïdes, tel le Meteor Crater en Arizona. Citons aussi l'extinction massive des dinosaures, il y a 65 millions d'années, due à l'impact d'un astéroïde d'une taille estimée à plus d'1 km de diamètre. Et plus récemment, le bolide de Tunguska en Sibérie le 30 juin 1908, le petit astéroïde 2008 TC3, désintégré dans l'atmosphère à la frontière du Soudan et de l'Égypte, le 7 octobre 2008, et l'événement de Tcheliabinsk (Oural) au matin du 15 février 2013.

*L'événement de Tcheliabinsk est dû à la rentrée dans l'atmosphère terrestre, à une vitesse de 19 km/s (68000 km/h), d'un astéroïde de moins de 20 m qui était indétectable et qui s'est désintégré dans l'atmosphère ; sa fragmentation a libéré une énergie considérable provoquant un éclat aussi lumineux que le Soleil. Elle a engendré une onde de choc supersonique ressentie sur plus d'une centaine de kilomètres à la ronde soufflant quelques constructions et détruisant des milliers de vitres. Au final, l'événement a fait quelques milliers de blessés et provoqué des dégâts estimés à plus de 30 millions d'euros. Grand nombre de blessures étaient dues aux mauvais réflexes des habitants qui, attirés par la brillance du phénomène, se sont précipités vers les fenêtres, qui allaient voler en éclat quelques secondes après l'arrivée de l'onde de choc.*



Deux images de l'astéroïde 2014 JO25 prises lors de son passage près de la Terre le 19 avril 2017 par l'antenne de 70 mètres du Goldstone Deep Space Communications Complex de la NASA. L'astéroïde, de environ 600m de diamètre, est passé à 1,8 million de kilomètres de la Terre, c'est-à-dire à une distance correspondant à environ 5 fois la distance Terre-Lune (384000 km).