

# LESIA

## L'exploration spatiale des astéroïdes, une coopération prometteuse

Par Maria Antonietta Barucci (LESIA<sup>1</sup>)

La collaboration de l'équipe de l'Observatoire de Paris (OP) et la Chine a débuté en décembre 2013 quand M. **Antonietta Barucci** et **Marcello Fulchignoni** (chercheurs au **LESIA**) ont été invités à Beijing par **XU Rui**<sup>2</sup>, car l'institut était intéressé par l'étude d'une mission vers l'astéroïde *Nessus* et voulait discuter avec les collègues français des aspects scientifiques de ce projet.

Depuis le **BIT** et l'**OP (LESIA et IMCCE<sup>3</sup>)** ont mis en place une collaboration dans le domaine de l'exploration « in situ » **des petits corps du Système solaire**. Les missions spatiales vers les astéroïdes et les comètes sont sur la sellette dans plusieurs agences spatiales internationales car ces objets sont les reliquats primordiaux de la formation du Système solaire à partir desquels les planètes se sont accrétées.

Le programme scientifique de cette collaboration concerne toutes les activités qui sont nécessaires à la préparation scientifique d'une mission spatiale vers les petits corps : définition des objectifs scientifiques, définition des observations clés, recherche des cibles les plus intéressantes, étude de faisabilité d'un point de vue astrodynamique, définition du « *strawman payload* » incluant la définition des masses, dimensions et puissance nécessaire, identification des problèmes dérivés des conditions extrêmes des environnements thermiques et des radiations. Le but de cette collaboration a été de construire un cas scientifique solide pour proposer une mission en réponse aux appels d'offre de l'**Agence Spatiale Chinoise CNSA**, ou d'autres Agences internationales ou nationales.

### Les deux équipes ont une bonne complémentarité

Le BIT participe aux programmes de l'Agence Spatiale Chinoise concernant l'exploration de la Lune, le retour d'échantillons de notre satellite et l'exploration de la population des petits corps, surtout d'un point de vue d'**ingénierie et de dynamique du vol**.

Les chercheurs du LESIA et de l'IMCCE ont une profonde connaissance des **propriétés dynamiques et physico-chimiques** des petits corps, essentielle pour la définition d'un projet spatial vers ces objets. Ils ont aussi une expérience pluri-décennale de travail au sein des équipes qui gèrent les instruments embarqués sur les sondes spatiales dédiées à l'exploration du Système solaire et notamment des petits corps (ex. Rosetta, Dawn, Hayabusa2, Osiris-REx). La synergie entre les deux équipes est essentielle pour atteindre les meilleurs résultats.

Le premier acte de la collaboration avec les collègues chinois a pris la forme d'une proposition conjointe avec la CNSA concernant la mission de retour d'échantillons d'astéroïde **MarcoPolo-2D** soumise au programme **M4 COSMIC VISION** de l'Agence Spatiale **ESA**. Ce travail a eu lieu entre août 2014 et janvier 2015.

Un accord de coopération entre le *Beijing Institute of Technology* et l'Observatoire de Paris a été signé début 2015 pour une collaboration sur la préparation de missions vers les astéroïdes.

La collaboration entre les différents laboratoires a ensuite grandi au fil des réunions de travail à Beijing et à Paris (2 par an en moyenne). En juin 2015, une délégation du BIT est invitée à Paris.



Juin 2015 dans la Salle de Conseil du bâtiment Perrault de l'Observatoire de Paris (77, Avenue Denfert-Rochereau, 75014 Paris). Au centre les collègues Prof. **CUI Pingyan**, vice dean of School of Aerospace Engineering du Beijing Institute of Technology, Dr. **XU Rui** et Dr. **QIAO Dong** du Beijing Institute of Technology.



Photo en face au bâtiment Perrault-Observatoire de Paris



M. A. Barucci, M. Fulchignoni du LESIA et D. Hestroffler (IMCCE) spécialiste de dynamique planétaire. Les collègues du CAST (*China Academy of Space Technology*) sont en train d'étudier la réalisation d'une mission ZhengHe. L'étude de la mission ZhengHe est financée par la CAST, et est en bonne voie d'approbation par la CNSA. La mission va explorer plusieurs objets : une astéroïde géocroiseur et une comète de la Ceinture principale. Pour les géocroiseurs, il y aura un retour d'échantillon de l'astéroïde 2016HO3 ou 2008EV5, en moins de 3 ans, suivi par une investigation détaillée (possiblement avec un atterrisseur) d'une comète de la ceinture principale 133P/Elst Pizarro ou 288P dans les prochains 7 ans. Les fenêtres de lancement possible sont 2022 ou 2024.

Les 14-17 décembre 2016 une nouvelle réunion de travail s'est tenue en collaboration avec le BIT et la CAST sur l'exploration spatiale des astéroïdes et l'instrumentation associée, à laquelle s'ajoutent des cours pour les étudiants du BIT avec la participation de **Daniel Hestroffler** (IMCCE) spécialiste de dynamique planétaire. Les collègues du CAST (*China Academy of Space Technology*) sont en train d'étudier la réalisation d'une mission ZhengHe. L'étude de la mission ZhengHe est financée par la CAST, et est en bonne voie d'approbation par la CNSA. La mission va explorer plusieurs objets : une astéroïde géocroiseur et une comète de la Ceinture principale. Pour les géocroiseurs, il y aura un retour d'échantillon de l'astéroïde 2016HO3 ou 2008EV5, en moins de 3 ans, suivi par une investigation détaillée (possiblement avec un atterrisseur) d'une comète de la ceinture principale 133P/Elst Pizarro ou 288P dans les prochains 7 ans. Les fenêtres de lancement possible sont 2022 ou 2024.

<sup>1</sup> Le LESIA (UMR8109) a, outre le CNRS, les tutelles suivantes: Observatoire de Paris, Université PSL, Sorbonne Université, Université Paris-Diderot, Sorbonne Paris Cité.  
<sup>2</sup> Deputy Director de la School of Aerospace Engineering Institute of Deep Space Exploration au BIT (Beijing Institute of Technology)  
<sup>3</sup> Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides (UMR 8028)

Les 9-10 mai 2017, une autre réunion s'est tenue à Paris avec la participation de Mme **ZHANG Yinan** (Vice DG de la division des relations Internationales de la CAST), et plusieurs scientifiques français ont été invités comme collaborateurs de la mission ZhengHe-CAST avec un MoU signé sur la collaboration future. A cette occasion l'astéroïde (10298) **HUANG Jiangchuan** a été nommé en l'honneur du collègue Prof. HUANG.



Début janvier 2018 l'équipe de l'Observatoire de Paris a été invitée à l'ISSI-Bj (*Space Science Institute Beijing*) en collaboration avec la NSSC, CAS (*National Space Center of Science Academy of Sciences*) pour un colloque de deux jours avec des experts internationaux (Japon, Allemagne, UK, Italie, Taiwan) et Chinois pour discuter au sujet de la nécessité de missions d'astéroïdes et de comètes. Il s'est également agi de décrire une feuille de route sur les missions spatiales futures et les petits corps du Système solaire. Un article de 30 pages, faisant le bilan de la réunion, a été publié dans le n°11 du magazine TAIKONG de juillet 2018.

Une série de réunions a également eu lieu au cours de la période avec les collègues du BIT et du CAST. A cette occasion une attestation de nomination de collaborateur à la mission CAST-ZhengHe a été donnée à M.A. Barucci par M. Bin Fan (*Vice-President of Beijing Institute of Space Mechanics & Electricity*).



Janvier 2018 à Pékin ■



■ Septembre 2018 à Paris



En septembre 2018, deux jours de réunion ont été organisés à Paris sur les possibles contributions d'instruments à la mission CAST-ZhengHe et sur les cibles à choisir. La réunion scientifique se termine avec un diner convivial dans une brasserie parisienne.

Les 17-19 avril 2019 la CAST (*China Academy of Space Technology*) invite l'équipe du LESIA à un symposium international sur la Lune et l'exploration spatiale organisé à Beijing et à laquelle A. Doressoundiram présentera l'intérêt scientifique des missions vers les astéroïdes.



LESIA (**Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique**) est un département de l'Observatoire de Paris. Il est aussi une unité mixte de recherche du CNRS (UMR-8109).

**Le LESIA a quatre tutelles :**

- l'Observatoire de Paris (tutelle d'hébergement),
- le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS),
- Sorbonne Université,
- l'Université Paris-Diderot.

**Le LESIA est l'un des plus gros laboratoires français de recherche en astrophysique** (environ 12% de la discipline). Au 1er janvier 2019, le laboratoire compte 249 agents dont 132 permanents.

- chercheurs/enseignants-chercheurs du CNRS, du CNAP ou des Universités, au nombre de 70
- ingénieurs-techniciens-administratifs du CNRS ou des Universités, au nombre de 62.

**Grands objectifs et axes de recherche :**

- la conception et la réalisation d'instrumentation scientifique spatiale et sol ;
- l'exploitation et l'interprétation scientifique des observations des instruments réalisés ;
- le développement de techniques avancées mises en œuvre dans des instruments au sol ainsi que des instruments spatiaux.