# T60, observatoire du Pic du Midi de Bigorre

## Compte rendu de mission

1er-6 octobre 2018 (semaine 40/2018)

Stéphane Fauvaud[a,c], Jacques Michelet[a,b], & Franck Richard[a]

[a] Association T60
[b] Club d'Astronomie de Lyon Ampère
[c] Groupe européen d'observation stellaire

## Introduction

Les petits corps du système solaire portent la marque des processus qui ont façonné le système solaire. Les propriétés physiques des astéroïdes – période de rotation, orientation du pôle, forme 3D, densité –, résultent des diverses collisions et résonances qu'ils ont pu subir dans le passé (Morbidelli et al. 2009), mais également de l'effet YORP, cette force de radiation thermique différée, qui ralenti ou accélère leur rotation au fil du temps et modifie l'orientation de leur pôle (Rubincam 2000). En revanche, la rotation des astéroïdes les plus gros reflète probablement leur rotation primordiale, acquise au cours de la phase d'accrétion du disque protoplanétaire (Johansen & Lacerda 2010).

Les connaissances actuelles sur les propriétés physiques des astéroïdes reposent toutefois sur des échantillons statistiques non représentatifs de populations variées d'objets. La distribution des modèles de forme et de rotation souffre de biais observationnels (Marciniak et al. 2015). Si des effets de sélection favorisent les astéroïdes de grande taille, brillants (albédo élevé) et proches, d'autres effets, plus subtils, conduisent à délaisser les astéroïdes à rotation lente (> 12 h) et à faible amplitude de variation lumineuse (< 0,25 mag). Les astéroïdes qui tournent lentement contraignent en effet les observateurs à un suivi photométrique sur de longues durées et nécessitent de disposer de plusieurs nuits claires. Quant aux corps qui présentent une faible amplitude, ils requièrent des mesures photométriques de bonne précision (< ~ 0,05 mag) pour permettre une estimation fiable de leurs propriétés physiques. La représentation des modèles de forme et de rotation est ainsi dominée par des objets à rotation rapide, allongés et avec une forte obliquité, *i.e.* qui présentent à l'observateur une vue équatoriale (Fig. 1).

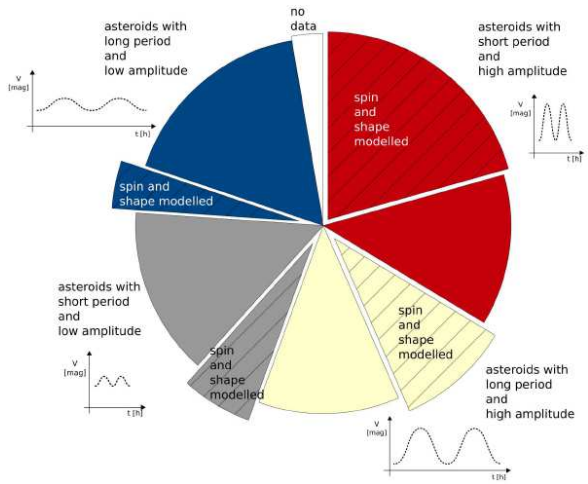


**Figure 1.** Statistique des périodes et amplitudes des astéroïdes brillants de la ceinture principale. Les zones hachurées montrent la proportion des objets pour lesquels un modèle de forme et de rotation a été déterminé (Marciniak et al. 2018)

Ces effets de sélection ont pour conséquence de biaiser la vision d'ensemble des astéroïdes – distribution des pôles de rotation selon la taille des objets, âge et évolution des familles d'astéroïdes, influence quantitative précise de l'effet YORP, etc.

Outre la réduction des biais évoqués, ces rotateurs lents ont une application pratique, celle de servir de standards de calibration pour des observatoires infrarouges tels Herschel, APEX ou ALMA. Le flux de ces petits corps, intermédiaire entre celui des planètes et des étoiles, permet en effet de combler le fossé qui existe entre les sources de calibration planétaires et stellaires, dès lors que leur luminosité et leur variabilité peuvent être prédites avec précision (Müller et al. 2002, 2014).

Dans ce contexte, une campagne d'observation photométrique de plus d'une centaine d'astéroïdes brillants à longue période et faible amplitude de la ceinture principale a été initiée par Anna Marciniak (Marciniak et al. 2015). L'objectif est d'obtenir, pour ces objets « difficiles », leur état rotationnel et leur forme 3D, étalonnée en taille à l'aide notamment de mesures d'occultations stellaires, mais également d'autres propriétés telles l'inertie thermique et la rugosité de surface, en exploitant des mesures dans l'infrarouge thermique obtenues depuis l'espace.

Ce projet s'appuie sur un réseau d'une vingtaine d'observatoires équipés de télescopes de la classe des 0,5 m de diamètre répartis sur les continents américains, asiatique et européen. Cette répartition en longitudes permet par exemple d'éliminer les alias sur la période de rotation des astéroïdes, lorsque celle-ci est commensurable avec la période de rotation de la Terre. La planification et la coordination des observations sont assurées à l'aide d'une plateforme de service via le web[1]. Notre équipe s'est engagée depuis maintenant plusieurs années, en utilisant notamment le T60 du Pic du Midi, dans ces travaux qui s'inscrivent sur le long terme (Carry et al. 2018). Des résultats récents sont donnés dans Marciniak et al. (2016, 2018).

## Instrumentation

Le télescope T60 (60 cm de diamètre) était équipé de la caméra CCD SBIG STL 6303E associée à son correcteur de champ. Les filtres V et R, intégrés à la roue à filtres de la caméra, ont été utilisés. Les images ont été réalisées en mode binning 3 x 3. Les temps de pose s'échelonnaient de 12 à 90 secondes, selon la magnitude des objets et les conditions d'observation. Le pilotage de la caméra a été assuré à l'aide du logiciel PRISM version avancée 10.3.42.385. Le suivi sidéral du télescope était particulièrement satisfaisant.

## Bilan des observations

De nouvelles données ont été obtenues au cours de cette mission, dont les conditions météorologiques ont été favorables, avec près de quatre nuits d'observation sur cinq passées à l'observatoire. Outre les astéroïdes 476 Hedwig, 524 Fidelio et 863 Benkoela, inclus dans le programme d'A. Marciniak, quelques observations de 766 Moguntia (Warner et al. 2018) et de l'étoile pulsante BL Cam ont également été réalisées (Tableau 1).

[1] http://asteroids.2614536-0.web-hosting.es/

| Date | Objet | Mag V | Période de rotation synodique (h) | Durée d'observation |
|---|---|---|---|---|
| 1er-2 octobre 2018 | BL Cam | 13,1 | * | 2h45 |
| 3-4 octobre 2018 | 476 Hedwig | 12,8 | 27, | 8h |
| 4-5 octobre 2018 | 476 Hedwig | 12,8 | 27, | 4h |
| | 863 Benkoela | 14,5 | ? | 4h |
| 5-6 octobre 2018 | 766 Moguntia | 14,0 | 4,8 | 3h15 |
| | 524 Fidelio | 14,4 | 15, | 4h15 |

* Période de pulsation : 56 minutes

**Tableau 1.** Journal des observations.

Beaucoup de travail de dépouillement reste donc à effectuer. C'est l'un des éléments qui contribuent à apprécier cet observatoire magique.

**Références bibliographiques**


Carry, B., Fauvaud, S., Marciniak, A., & Berhend, R., 2018, Lightcurves of asteroids: spin, 3-D shape, density, *SF2A 2018 Proc.*, à paraître

Johansen, A., & Lacerda, P. 2010, Prograde rotation of protoplanets by accretion of pebbles in a gaseous environment, *MNRAS* 404, 475-485

Marciniak, A. et al., 2015, Against the biases in spins and shapes of asteroids, *Plan. Spa. Sci.* 118, 256-266

Marciniak, A. et al., 2016, Difficult cases in photometric studies of asteroids, *PTA Proc.* 3, 84-90

Marciniak, A. et al., 2018, Photometric survey, modelling, and scaling of long-period and low-amplitude asteroids, *A&A* 610, A7

Morbidelli A., Bottke W. F., Nesvorný D. et al., 2009, Asteroids were born big, *Icarus* 204, 558-573

Müller, T. G., & Lagerros, J. S. V., 2002, Asteroids as calibration standards in the thermal infrared for space observatories, *A&A* 381, 324-339

Müller, T. et al., 2014, Herschel celestial calibration sources. Four large main-belt asteroids as prime flux calibrators for the far-IR/sub-mm, *Exp. Astron.* 37, 253

Rubincam D. P., 2000, Radiative spin-up and spin-down of small asteroids, *Icarus* 148, 2-11

Warner et al., 2018, Lightcurve photometry opportunities: 2018 October-December, *Minor Plan. Bull.* 45, 404-408