

# F.O.S.T.

## Formation aux Observations de Service au Télescope Bernard Lyot (TBL)

### Contexte

L'observation astronomique nocturne sur un télescope professionnel est une activité indispensable dans la formation des astronomes et astrophysiciens. Ce peut être aussi une formidable expérience de terrain et de travail en équipe, dans des conditions parfois inhabituelles (travail de nuit, travail en altitude, ...), pour tout doctorant(e) des disciplines connexes (Informatique, Robotique, Mécanique, Optique, Physique, ...).

Pour ces disciplines, comme pour l'astrophysique, il n'est pas inutile qu'un(e) jeune chercheur(euse) soit sensibilisé(e) au cours de ses années de doctorat à une instrumentation complexe et sophistiquée (ici, un télescope de la classe des deux mètres, moyen national), à la question de son fonctionnement et de l'organisation de son accès par une communauté : préparation amont d'une mission de travail, exécution dans les conditions optimales d'un programme scientifique, traitement et archivage de ses données.

En astronomie, avec l'évolution des techniques et méthodes d'observation, toutes ces activités sont maintenant prises en charge par les observatoires sous forme de service offert à la communauté. Ce nouveau mode de fonctionnement, ou mode de service multi-missions, permet d'optimiser les nuits d'observation en sélectionnant - parmi une variété de programmes scientifiques - l'observation optimale à réaliser, à chaque heure claire de la nuit, tout au long d'un semestre. L'efficacité d'utilisation des télescopes s'en trouve renforcée, mais l'effet pervers de ce système est qu'il isole les observatoires de leur communauté dont les membres les plus jeunes n'ont plus d'opportunité de pratiquer les observations astronomiques classiques, sur site, ni de découvrir toute la chaîne d'une campagne d'observations depuis la demande de temps d'observations jusqu'à la partie plus technique de l'acquisition, de la réduction et de l'archivage des données.

Il serait par conséquent souhaitable que toute Ecole Doctorale puisse proposer une formation aux observations astronomiques permettant de participer à des observations de service sur des moyens répondants aux standards internationaux, ce que propose notamment le Télescope Bernard Lyot (TBL <http://spiptbl.bagn.obs-mip.fr/>) situé au sommet du Pic du Midi (<http://www.picdumidi.com/>) à une altitude proche de 3 000m. Le Télescope Bernard Lyot et son instrument focal de spectropolarimétrie NARVAL (<http://spiptbl.bagn.obs-mip.fr/spip.php?article91>) forment un ensemble instrumental de premier plan au niveau international, dédié aux observations d'étoiles en général, et plus particulièrement à l'étude des phénomènes magnétiques stellaires ou circum-stellaires. Plus de 300 nuits d'observations par an sont consacrées à des programmes scientifiques ayant fait l'objet d'une sélection par un comité ad hoc (le CS2M/INSU) suite à un appel d'offre national (INSU) et européen (OPTICON). L'instrument est d'une très grande stabilité opérationnelle et ne comporte que peu de modes différents d'observations, favorisant le mode multi-missions, récemment mis en place.

C'est donc dans cet environnement qu'est proposé « FOST » dont la suite du document décline la proposition en décrivant le mode de fonctionnement de service au TBL et les tâches à accomplir par l'observateur de service, les compétences requises par les candidats, et les compétences développées pendant toute la formation.

## **Le fonctionnement technique et scientifique du Télescope Bernard Lyot (TBL)**

Le TBL est un télescope de 2m entièrement dédié à la spectropolarimétrie à haute résolution ( $R \sim 65000$  à  $80000$ ) avec l'instrument NARVAL mis en place depuis fin 2006.

Les principaux thèmes scientifiques étudiés à l'aide de cet instrument sont le magnétisme stellaire et planétaire, l'étude des exo-planètes, la naissance et l'évolution des étoiles, et l'étude du milieu interstellaire.

Cet instrument permet de faire des spectres d'étoiles dans 3 modes polarimétriques et 2 modes spectroscopiques, combinant chacun trois vitesses de lecture du détecteur.

### **a) sélection des programmes et allocation du temps**

Une campagne d'observations commence par un appel d'offre semestriel de programmes d'observations couvrant une période de 6 mois. Cet appel d'offre est émis 4 mois avant le début du semestre d'observations, au bénéfice de la communauté des astronomes français (via le CNRS/INSU), et européens (via le réseau OPTICON). Les demandes de temps excédant souvent le nombre de nuits disponibles (d'un facteur 2 à 3), une commission d'experts sélectionne les programmes admissibles en raison de leur qualité scientifique. Elle est aidée par le directeur du TBL qui arbitre les conflits de calendriers ou les contraintes techniques. L'allocation de temps en mode service demande de classer les programmes sélectionnés en trois priorités qui tiennent compte de la statistique météorologique du semestre. La priorité A (30% du total) contient les programmes qui devront être entièrement exécutés, la priorité B (50% du total) contient les programmes qui seront réalisés si la météo est normale, mais seront incomplet à la fin du semestre si la météo est défavorable, la priorité C contient des programmes dont l'impact scientifique ne dépend pas de la complétude en fin de semestre (programmes exploratoires par exemple).

### **b) préparation des observations en mode service: « Phase 2 »**

Au début du semestre, les astronomes dont le programme a été sélectionné doivent entrer les caractéristiques de leur programme d'observation dans la base de données du TBL, via une interface web (liste de sources, modes instrumentaux, contraintes observationnelles, stratégie). Cette bibliothèque d'étoiles et de stratégies est le fondement à partir duquel toute la stratégie observationnelle du semestre se construit. Chaque programme est segmenté en blocs d'observation pouvant être observés de façon indépendante pour chaque programme. Cette souplesse permet d'observer plusieurs programmes au cours d'une même nuit en optimisant le retour scientifique du télescope (mode multi-missions).

### **c) les tâches dévolues à l'observateur de service**

La mission des observateurs de service est d'effectuer les tâches anciennement dévolues aux astronomes visiteurs, dans le cadre du mode multi-mission. Cela nécessite de comprendre les buts scientifiques des observations et la logique de la stratégie demandée afin de pouvoir prendre, le cas échéant, des décisions scientifiquement pertinentes en lieu et place de l'astronome. Au cours d'une mission d'observation, l'observateur de service bénéficie de l'assistance 24h/24 d'un astronome « support plaine », qui en amont prépare le programme de la nuit et en aval valide les observations réalisées. Joignable à toute heure (jour et nuit), l'astronome « support plaine » peut aider l'observateur de service par email, par téléphone ou même via une prise en mains à distance des interfaces d'observations.

L'observateur de service doit cependant savoir sélectionner le bloc d'observation optimal à chaque heure de la nuit parmi tous les programmes, en fonction des contraintes environnementales (seeing, atténuation, position et luminosité de la Lune), des priorités scientifiques définies par les experts et des priorités stratégiques définies à l'intérieur de chaque programme par les astronomes.

C'est de la qualité de ce choix que repose l'efficacité du mode service multi-missions.

L'observateur de service est aidé dans ses choix et dans son travail par une série de logiciels triant

au besoin les blocs d'observation de la base de données semestrielle par critères. En ce qui concerne la manipulation de l'instrument NARVAL lui-même, cela se fait via une interface-utilisateur qui demande un apprentissage rapide.

Enfin, l'observateur de service doit consigner les événements de la nuit dans un rapport d'observation complet énumérant séquentiellement les conditions météorologiques d'observation au cours de la nuit (qualité du ciel, atténuation nuageuse, vent, humidité).

Ce rapport contient des éléments essentiels dont les astronomes ont besoin pour interpréter leurs données.

#### d) Réduction des données et contrôle-qualité

Chaque ensemble de données est automatiquement réduit pendant la nuit par un robot logiciel écrit spécifiquement pour NARVAL. Ce programme utilise un ensemble de fichiers d'étalonnage enregistrés en début de nuit (dans le sous-mode observationnel utilisé) et extrait un étalonnage fin de la longueur d'onde et du flux pixel à pixel. Le programme de réduction restitue à l'utilisateur un vecteur compilant le flux, la longueur d'onde associée et le rapport signal à bruit (SNR) dans chaque ordre de dispersion (voir détails dans <http://www.tbl.bagn.obs-mip.fr/>).

L'observateur de service doit alors savoir effectuer un contrôle-qualité prenant en compte les conditions dans lesquelles les données ont été prises et les SNR restitués par la réduction.

#### e) Publication des données, archivage, clause de confidentialité

Le TBL s'engage à mettre à la disposition des astronomes les données de leur programme (données brutes et réduites) dans la journée suivant la prise de données. Chaque nuit les données sont transférées du sommet du Pic du Midi à Tarbes, réduites à nouveau et archivées dans la base de données du TBL. Elles sont immédiatement transmises aux astronomes par réseau sécurisé et mot de passe. Les données prises au TBL appartiennent au CNRS. Elles sont produites avec droit réservé à l'astronome qui a fait la demande de programme initial pendant une durée d'un an après la fin du semestre, à la suite de quoi les données sont rendues publiques. Pendant cette période d'un an, les astronomes ont un usage exclusif et privé des données prises au TBL.

Les observateurs de service sont tenus à un strict devoir de réserve et de non-divulgateur des informations confidentielles mises à leur disposition à toutes les étapes. Cela inclut les demandes de temps, les résultats de classification du comité d'experts, les détails des programmes de la phase 2 et les données observées.

## **Contenu de FOST et organisation pratique**

#### a) Compétences

Ce module de formation est proposé en priorité aux doctorant(e)s des équipes et laboratoires d'Astrophysique de l'Ecole Doctorale considérée, mais peut aussi être étendue à celles et ceux des disciplines connexes : Informatique, Robotique, Optique, Mécanique, Traitement d'Images,...

Le/la candidat(e) devra :

- avoir une bonne connaissance des systèmes d'exploitation informatique (Linux),
- avoir une bonne connaissance de l'anglais,
- avoir une bonne capacité de travailler en équipe (avec les opérateurs de nuit du TBL,...),
- avoir ou apprendre les rudiments de l'astronomie observationnelle,
- apprendre le mode de fonctionnement de l'instrument NARVAL,
- comprendre physiquement ce qu'est la spectroscopie et la polarisation lumineuse
- maîtriser les rudiments du traitement du signal associé aux observations et la réduction des données de NARVAL,
- comprendre les contraintes et la nature des paramètres en jeu dans l'optimisation du temps de télescope.
- obtenir un certificat médical lui permettant de travailler en altitude et en horaire décalé.

## b) Organisation pratique

Pour les candidat(e)s n'ayant pas de formation particulière en astronomie et/ou en observation astronomique, il est prévu une introduction de 3h à Tarbes, ou éventuellement en vidéoconférence si cela est plus pratique, sur les sujets suivants :

- introduction à l'astronomie observationnelle (étoiles et corps du système solaire ; coordonnées stellaires ; temps universel et temps sidéral)
- télescope, instrument, détecteur (le TBL et l'instrument NARVAL au Pic du Midi)
- spectroscopie et spectropolarimétrie
- procédures d'observation au TBL avec NARVAL (le mode service, PH2/PH3, VALDA, ...)
- les données astronomiques (spectres, archives et bases de données, observatoire virtuel,..)

Cette formation initiale ne serait dispensée que lors de la première montée.

La seconde partie s'effectue au sommet du Pic du Midi, en travail de nuit, sur un nombre de semaines déterminées par l'Ecole Doctorale au cours de la durée de la thèse. Ces périodes sont choisies par les candidat(e)s en fonction du planning d'occupation du télescope, édité environ 2 mois avant le début de chaque semestre. L'expérience montre que - après la formation initiale en plaine - un observateur de service débutant a besoin d'une semaine sur site pour commencer à maîtriser les méthodes et les paramètres en jeu dans le mode service multi-missions. Cette initiation incompressible (en plaine, puis sur site) exige un investissement important de la part de l'équipe scientifique du TBL. Elle demande en retour, pour chaque observateur de service, une présence au sommet d'au moins une semaine sur la durée de la thèse.

Entre la formation initiale et les séjours d'observation, FOST représente une formation scientifique d'un équivalent de 50 heures, s'étalant sur toute la durée de la thèse.

## c) Modalités de candidature

Ce module de formation s'adresse de préférence aux étudiant(e)s en début de thèse. Le choix de cette formation doit donc être amené à leur connaissance lors dès que possible. Les doctorant(e)s intéressé(e)s peuvent éventuellement envoyer une lettre de motivation où ils s'engagent notamment sur leur présence d'une semaine au sommet durant leur travail de thèse.

Du point de vue pratique, le TBL prendrait en charge financièrement tous les frais d'hôtellerie et de restauration au sommet pendant la durée de la mission (ou en plaine si aléa météo), ainsi que la montée en téléphérique.

.....  
de l'Ecole Doctorale.  
.....

## Conclusion

FOST, la formation aux observations de service au TBL proposée aux doctorant(e)s a pour but de remplir deux missions essentielles dans le fonctionnement des observatoires nationaux. Tout d'abord la formation de jeunes doctorant(e)s à l'astronomie d'observation, activité cruciale, dans un contexte où l'accès aux grands télescopes est maintenant restreint par la mise en place systématique des observations de service. Un savoir-faire spécifique lié à la connaissance des contraintes observationnelles et au déroulement d'un programme scientifique d'observations sur un grand télescope risque de disparaître de la profession, alors qu'il reste à la base d'un grand nombre d'activités de recherche de la discipline.

La proximité du TBL sur le territoire national, sa relative facilité d'utilisation et son standard international le rendent incontournable pour combler ce qui risque de devenir une lacune dans la formation des jeunes astrophysiciens. Par ailleurs, la solution proposée permettrait de mettre à disposition de l'équipe scientifique du TBL un vivier d'observateurs motivés et en constant renouvellement, afin de pérenniser les développements récents mis en place autour du mode service multi-missions.

Cette formation s'adresse en priorité aux doctorant(e)s en Astrophysique des Ecoles Doctorales, mais peut aussi être élargie aux doctorant(e)s des disciplines connexes (Informatique, Robotique, Mécanique, Optique, Physique, ...) motivé(e)s par l'astronomie et intéressé(e)s par le fonctionnement technique et scientifique d'un très grand instrument de l'astronomie professionnelle. Cette formation permet enfin de mettre le/la doctorant(e) en situation de conduite de projet scientifique et d'exécution de programme, agissant comme seul observateur au sein d'une équipe regroupant diverses expertises métiers (astronome, informaticien, électromécanicien).

Finalement, cette formation est déjà présente au sein des Ecoles Doctorales de l'Université de Toulouse Paul Sabatier :

[http://www.ast.obs-mip.fr/article.php3?id\\_article=798](http://www.ast.obs-mip.fr/article.php3?id_article=798)

et de l'Université de Montpellier II :

[https://www.adum.fr/script/formations.pl?mod=42022&menu\\_transparent=oui&site=ISS](https://www.adum.fr/script/formations.pl?mod=42022&menu_transparent=oui&site=ISS)

Le texte précédent s'inspire de ce qui a été mis en place dans les 2 Ecoles Doctorales précédentes, mais peut être adapté en fonction des souhaits de l'Ecole Doctorale. Pour tout renseignement, merci de me contacter : [Philippe.Mathias@irap.omp.eu](mailto:Philippe.Mathias@irap.omp.eu)

