



**PNP**

Programme National de Planétologie

## **Atelier PNPS/PNP Magnétisme stellaire et Planètes extra-solaires**

**OHP : 19-21 Octobre 2011**

### **Introduction**

La recherche de planètes extra-solaires et l'étude du magnétisme stellaire sont intrinsèquement liées. La mise en service récente par non communautés de spectro-polarimètres optiques au CFHT et au TBL permet d'obtenir de manière détaillée des cartographies magnétiques stellaires. Les grands relevés de recherche de planètes extra-solaires (vitesse radiale ou transit) recèlent des estimateurs de l'activité magnétique stellaire et permettent d'explorer ceux-ci sur de grands échantillons stellaires et sur des gammes temporelles variées pouvant aller jusqu'à la décennie. Les deux jeux de données sont complémentaires et mis en commun donnent une vision large du magnétisme et de l'activité stellaire. La présence de tâches à la surface des étoiles, ou de changements convectifs au cours du cycle magnétique, doivent être pris en compte de la manière la plus fine possible pour interpréter les données vitesses radiales, photométriques (transits) ou astrométriques et ainsi séparer les signaux provenant de l'activité stellaire de ceux induits par la présence d'une planète extra-solaire. Toute recherche de planètes extra-solaires doit donc s'accompagner d'une étude de l'activité stellaire.

L'objectif de cet atelier est de réunir les deux communautés (celle du PNPS explorant l'activité magnétique stellaire et celle du PNP investie dans les recherches de planètes extra-solaires) sur 3 jours pour permettre d'échanger sur ce domaine abordé conjointement mais avec des approches différentes. Cet atelier commun PNP et PNPS se déroulera à l'OHP du 19 au 21 Octobre 2011 et pourrait accueillir de l'ordre de 30 personnes.

### **Objectifs scientifiques de l'atelier**

L'étude du magnétisme stellaire et la recherche de planètes extra-solaires sont deux domaines clefs de l'Astrophysique où la communauté française joue un rôle de premier plan. La mise en service d'ESPaDONs en 2005 au CFHT et de NARVAL au TBL en 2007 ont permis l'obtention de cartographies magnétiques sur tout le domaine de masse stellaire allant des étoiles de très faible masse (Morin et al. 2010 MNRAS 407, 2269) aux étoiles massives (Martins et al, 2010 MNRAS

407, 1423) en passant par les étoiles de types solaires et de masse intermédiaire (Petit et al. 2009 A&A 508, Lignières et al. 2009 A&A 500, 41). Le magnétisme stellaire aux différentes phases évolutives est également exploré des T Tauri (Donati et al. 2010 MNRAS 410, 1426) aux stades évoluées (Aurière et al. 2010 A&A 516, L2). Les champs magnétiques stellaires se révèlent être très dépendants des types spectraux, permettant de sonder les topologies magnétiques générées en fonction de la structure interne et de contraindre les simulations numériques de génération dynamo. Des renversements magnétiques, similaires à ceux du Soleil lors du cycle de 11 ans, commencent à être mis en évidence (Fares et al. 2010, MNRAS 406, 409).

Grâce à ces progrès rapides une vision générale de l'évolution magnétique stellaire est en train de se préciser. Cependant les mesures de topologies magnétiques requièrent un grand nombre de mesures par étoiles et sont donc restreints à un petit échantillon. Les grands relevés spectroscopiques, dédiés à la recherche de planètes extra-solaires par vitesse radiales (notamment avec HARPS et SOPHIE) contiennent aussi des traceurs de l'activité stellaire (émission CaII H et K, H $\alpha$ ) ou de la présence et la durée de vie de tâches (variation de la vitesse radiale et du bissecteur de la raie moyenne). Ils sont menés sur de larges échantillons observés sur des bases temporelles de plusieurs années. Les mesures de transits planétaires permettent également un sondage fin des tâches stellaires quand la planète occulte des tâches, mettant en évidence l'évolution temporelle et la migration spatiale des tâches, et permettant une analyse mieux contrainte de leur physique (Lanza et al 2009, A&A 506, 255, Silva-Valio et al, 2010, A&A 510, 25, Huber et al 2010, A&A 514, 39). Les deux jeux de données sont complémentaires et donnent des vues globales du comportement de l'activité, jusqu'aux plus détaillées. Ils peuvent permettre, en étant analysés en commun, de lier le champ magnétique stellaire aux phénomènes d'activité, sur des échelles de temps très variées. En effet, l'activité stellaire implique des signatures à la fréquence correspondant à la rotation stellaire (et ses harmoniques), mais aussi à long terme, à cause des cycles pluri-annuels, qui commencent à être détectés en vitesse radiale (Santos et al 20).

La présence de tâches à la surface d'une étoile, se déplaçant du côté décalé vers le bleu à celui décalé vers le rouge du disque stellaire au cours de la rotation, mime une variation de la vitesse radiale pouvant être confondue avec l'effet réflexe causé par une planète en orbite (Queloz et al. 2001, A&A 379, 279). Les mêmes tâches troublent également les mesures astrométriques dédiées à la recherche de planètes en déplaçant le photo-centre stellaire (Makarov et al. 2009 ApJ 707, 73). L'évolution de la convection dans les zones magnétiques peuvent enfin provoquer une variation globale des flux ascendant et descendant au sommet de la photosphère et changer la mesure de la vitesse radiale globale (Meunier et al., 2010 A&A 512, 39). L'activité stellaire est par conséquent caractérisée de la manière la plus précise possible, par les groupes recherchant des planètes extra-solaires, pour trier les signaux qu'elle induit de ceux impliquant la présence de planètes extra-solaires. Des estimateurs précis ont été mis au point à partir de la variation du bissecteur (Desort et al. 2007 A&A 473, 983 par exemple), des mesures photométriques complémentaires (Queloz et al 2009, A&A 506, 303), des estimateurs de l'activité (Bonfils et al., 2007 A&A 474, 293; Boisse et al. 2009 A&A 495, 959 par exemple) ou de leur corrélation (Meunier & Delfosse 2009 A&A 501, 1103) pour rejeter certaines étoiles ou pour soustraire les effets des tâches. L'effet des tâches est achromatique (car dépendant du rapport du flux de surface entre tâches et photosphère) et est atténué en Infrarouge (Huélamo et al. 2008 A&A 489, L9); l'observation des décalages vitesses radiales et du bissecteur à différentes longueur d'onde permet ainsi une estimation de la température de la tâche. Ce domaine est actuellement dans une phase de développement très active (voir par exemple Queloz et al. 2009 A&A 506, 303 et Pont et al. 2010 arXiv 1008.3859 pour le cas de CoRoT-7), puisqu'il semble inévitable que la recherche de planètes telluriques soit de plus en plus affectée par l'activité stellaire. La communauté française de planétologie extra-solaire joue un rôle de premier plan dans le développement de nouveaux diagnostics. Une confrontation des estimateurs utilisés avec des contraintes apportées par la physique stellaire pourrait permettre leur perfectionnement.

## L'atelier

Les thèmes abordés (sans qu'ils soient forcément exhaustifs, des propositions de présentations étant bien sur les bienvenues) permettront à la fois un bilan des travaux de la communauté sur le magnétisme stellaire et la recherche de planètes extra- solaires, puis de discuter des thèmes communs entre le magnétisme stellaire et les données vitesses radiales / transit / astrométrie. Ils sont listés ci-dessous :

- Etoiles : champs magnétiques, activité chromosphérique, tâches, cycles magnétiques, échelles temporelles des phénomènes.
- Exoplanètes : mesures en vitesses radiales, transit, astrométrie
- Caractérisation de l'activité stellaire à partir des données de grands relevés exo-planétaires en visible (SOPHIE, HARPS) et en infrarouge (SPIRou)
- Le Soleil comme une étoile : magnétisme, activité, vitesse dans la photosphère
- Impact de l'activité en vitesse radiale, astrométrie et transit : en fonction de la méthode et de la longueur d'onde
- Apport de la spectropolarimétrie couplée simultanément à la vitesse radiale (HARPS-POL, SPIRou)
- Apport de l'astérosismologie et photométrie simultanée (CoRoT, PLATO)
- Perspectives en observations et simulations pour mieux appréhender l'activité stellaire et prévoir ses effets