

Spectropolarimétrie au Pic du Midi

faits marquants & prospective





L'observatoire le plus photogénique d'Europe !

Spectropolarimètre Narval :

"jumeau" d'ESPaDOnS, $\lambda\lambda = 375 - 10150$ nm, 4 Stokes, R = 65000
mode spectroscopie pure (V limite ~ 13.5) \rightarrow accompagnement GAIA
Mode service depuis 2009, ouverture (potentielle) 320 nuits par an
Membre du réseau OPTICON

2014 - 2018 :

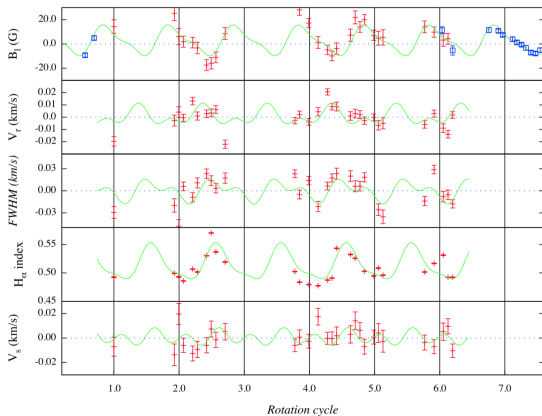
~ 10 demandes par semestre

Demandes "PNPS" dominantes, émergence de programmes PCMI & PNP
349 pubs. mentionnant Narval (211 referee), > 1700 citations

Cross-talk between linear and circular polarisation $< 3\%$ (Tessore et al. 2017)

Database : <http://polarbase.irap.omp.eu/> (VO compatible)

Modelling the RV jitter using Doppler imaging



(Hebrard et al. 2016)

"NARVAL est en moyenne 8.4 fois plus efficace que HARPS-Pol"

> 50% du temps alloué à des "large programmes" ...

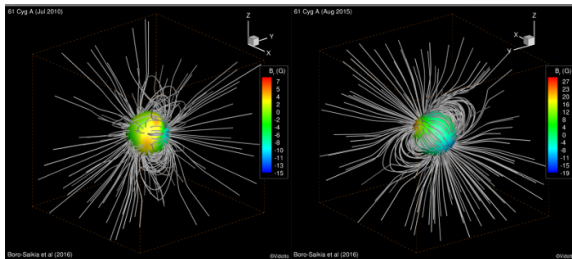
⇒ Exploration du magnétisme stellaire (et des processus de polarisation) partout dans le diagramme HR :

- MiMeS (Magnetism in Massive Stars, Wade et al. 2016) :
"over 4800 circularly polarized spectra of 560 O and B stars with ESPaDOnS, NARVAL & HARPSpol ...
the largest systematic investigation of massive star magnetism ever undertaken"
- "TOwards Understanding the sPIn Evolution of Stars" (TOUPIES) project (Folsom et al. 2016)
- Champ magnétique des étoiles de type solaire hôtes de planètes
A BCool survey of the magnetic fields of planet-hosting solar-type stars (Mengel et al. 2017)
"14 planet-hosting stars observed as part of the BCool magnetic snapshot survey + observations of 19 planet-hosting solar-type stars"
- MaTYSSE (Magnetic Topologies of Young Stars and the Survival of close-in giant Exoplanets, Donati et al. 2017)
- Spectropolarimetric monitoring of cool evolved stars (Tessore et al. 2017)
Detections at the (sub-)Gauss level!

Instrument unique monté en permanence

⇒ Zeeman Doppler Imaging, variations temporelles ... y compris longues !

Première observation d'un cycle magnétique de type solaire (61 Cyg A : Boro Saikia et al. 2016)



"The large-scale magnetic geometry of 61 Cyg A exhibits polarity reversals in both poloidal and toroidal field components, in phase with its chromospheric activity cycle. During the observational time span of nine years, 61 Cyg A exhibits solar-like variations in its large-scale field geometry as it evolves from minimum activity to maximum activity and vice versa."

(Activity cycle period = 7.2 ± 1.3 yr)

<http://www.insu.cnrs.fr/node/6046>



Emergence de programmes TBL (magnétisme) + OHP (vitesse radiale) :

- filter out the radial velocity activity jitter of M dwarf moderate rotators
- stars with rotation period = orbiting period
- detection and characterization of extrasolar planets vs variability of the host star caused by magnetic activity (e.g. star spots, faculae, magnetic cycles); PLATO context (ARIEL?)

⇒ **Neo-Narval** (PI T. Böhm)

Spectropolarimètre dans le visible stabilisé en vitesse (< 3 m/s)

Défi technique : stabilité en vitesse $\Rightarrow \Delta T < 0.01$ K; $\Delta P < 5$ μ bar!

Financement CPER

Première lumière en 2019

Conception optique :

1. Stabilisation de la pression autour du réseau avec une cuve isobarique.
2. Stabilisation de la température avec différentes enceintes thermiques + régulation active de la température.
3. Utilisation d'une source de référence pour ν_{rad} (Fabry-Perot), injectée simultanément à l'observation de l'objet.
4. Amélioration du brouillage de mode des fibres optiques.

calibration simultanée \Rightarrow abandon de la fibre ciel utilisée en mode spectro (qui disparaît).

Etat d'avancement

- Nouvelles enceintes thermiques installées
- Nouveau détecteur $4k^2$ en test : performances optimales!
R \sim 60,000, readout = 3s (Narval : 60s)
- Unité de calibration en cours (mécanique achevée)
- Nouvelle optique : en cours ...

SPIP ("SpectroPolarimètre Infrarouge au Pic du Midi) :
Copie de SPIRou @ CFHT : 0.98-2.35 μm , $R = 75\,000$
 $S/B \sim 100$ par pixel de 2.3 km/s @ $H=11.0 / 9.5$ (CFHT / TBL)

Principaux objectifs scientifiques :

- recherche et caractérisation des exo-Terres habitables en orbite autour des étoiles de (très) faible masse
- étude de l'impact du magnétisme sur la formation des étoiles de type solaire et des planètes

Première lumière en 2021 (?)

Articulation Neo-Narval / SPIP

N.B. : contraintes techniques :

- si fonctionnement en alternance, un changement par semaine max. !
- 2 polarimètres au foyer du TBL ? problème d'équilibrage ...

R&D en cours (Lopez-Ariste et al.) basée sur Cox et al. 1976
(the compensation of instrumental polarization by inclined mirrors)

En attendant ...

*Les programmes sur Narval sont toujours bienvenus !
(e.g. observations intensives de cibles)*