

Impact de l'activité stellaire sur les vitesses radiales - Étude infra-rouge/optique de la naine M EV-Lac -

Contexte :

Notre voisinage solaire se compose essentiellement de naines M (72% dans un rayon de 10pc, Henry et al. 2006), qui sont d'excellentes candidates pour la recherche d'exoplanètes de faible masse en zone habitable, et donc pour la recherche de vie en-dehors de notre système solaire. En effet, ces étoiles ont le double avantage, de posséder de nombreuses exoplanètes de faible masse (Dressing & Charbonneau 2015, Gaidos et al. 2016), tout en présentant une détection facilitée par la relativement faible différence de masse planète-étoile, qui amplifie l'amplitude des signaux en vitesse radiale.

Toutefois, la grande majorité de ces exoplanètes n'ont pas encore été découvertes (Mignon et al., In prep.). Le principal obstacle à leur détection par vitesse radiale est la présence d'instabilités dans le spectre, provenant notamment de l'activité stellaire (e.g. Barnes et al. 2014). Cette activité stellaire est particulièrement présente et problématique sur les naines M, car elle peut produire des signaux en vitesse radiale qui peuvent brouiller, voire imiter, des exoplanètes telluriques orbitant dans leur zone habitable (e.g. Newton et al. 2016, Meunier et al 2021, entre autres).

Objectifs :

Dans ce contexte, être capable de distinguer les signaux képlériens de signaux d'activité devient un enjeu clé. Une différence notable entre ces deux types de signaux est leur chromaticité ; seuls les signaux d'activité dépendent de la longueur d'onde. Plus spécifiquement, chaque raie dans le spectre va être affectée différemment pour un processus d'activité donné, et cette activité provient de différents processus physiques (tâches, plages, convection, effet Zeeman, ...). Cette particularité de certaines raies spectrales à être ou non sensible à l'activité stellaire a commencé à être étudiée (e.g. López-Gallifa et al. 2021, Bellotti et al. 2022), car elle permettrait de filtrer l'activité stellaire dans les vitesses radiales, en sélectionnant les bonnes raies spectrales.

Méthode :

Le travail présenté ici (Larue et al., In prep.) cherche à poursuivre cette ambition, en approfondissant le lien entre le comportement observé de certains ensembles de raies, et l'origine des processus physiques qui les engendrent. Cela dans le but, non seulement d'établir des ensembles de raies sensibles/insensibles à l'activité, mais également d'approfondir notre connaissance des processus d'activité stellaire et leur impact sur les vitesses radiales.

Pour mener à bien cette étude, une naine M très active, sans planète détectée à ce jour, a été choisie pour isoler au mieux cette activité stellaire : il s'agit d'EV-Lac (GJ873).

L'étude repose sur l'utilisation d'un calcul des vitesses radiales raie-par-raie (i.e. « LBL », Artigau et al. 2022), appliqué sur deux spectromètres de haute résolution : SPIRou en infra-rouge proche, et SOPHIE en optique. Cette approche multi-longueur d'ondes permet une étude poussée de la chromaticité du signal d'activité, en exploitant le potentiel récent des spectromètres infra-rouge particulièrement adaptés aux naines M, plus brillantes à ces longueurs d'onde.

Résultats :

Les mesures optiques permettent d'établir le principal processus d'activité à l'œuvre sur EV-Lac, à savoir la présence de deux tâches en opposition de phase. Quant aux mesures infra-rouges, elles montrent sans ambiguïté l'importance des spectromètres infra-rouges, et leur capacité à filtrer l'activité stellaire. Toutefois, il est mis en avant que certaines raies subissent un effet important de l'activité même en infra-rouge, et leur lien avec des effets de contraste dus aux tâches, ainsi que leur sensibilité à l'effet Zeeman sur ces régions de fort champ magnétique, sont particulièrement explorés.

L'importance d'une approche combinée optique/infra-rouge est une fois de plus démontrée, et la connaissance acquise sur le comportement de certains ensembles de raies, et leurs processus physiques associés, ouvre des perspectives pour des applications à des étoiles qui présentent une activité plus subtile. C'est par exemple le cas de GJ581, observée avec le récent duo HARPS/NIRPS dont le sous-programme ACTIVITY, qui sera évoqué pendant la présentation, est dédié à cette thématique spécifiquement.