

## **Journées PNPS – 20 & 21 Juin 2022, Jussieu-Paris – Liste des interventions (et abstracts)**

**Baptiste Klein:** SPIRou scrute la jeune rebelle AU Mic: Activité magnétique, masses planétaires et interactions étoile-planètes

Close-in planets orbiting low-mass pre-main-sequence stars are primordial targets, not only to understand the formation and evolution of planetary systems, but also to search for signatures of magnetic star-planet interactions, which offer a direct window on planetary magnetic fields. However, such stars exhibit intense magnetic activity inducing spectroscopic signals that overshadow potential planet signatures. As a result, only a handful of planetary systems younger than 25 Myr have been revealed so far without any detection of star-planet interaction in these systems.

In this presentation, I propose to dive into the 22-Myr-old planet-hosting system AU Mic, intensively monitored with the new-generation near-infrared spectropolarimeter SPIRou and the velocimeter HARPS over the past few years. By combining this profusion of high-precision data with various state-of-the-art statistical techniques to model stellar activity radial velocity signals, we obtain statistically-reliable mass measurements for AU Mic b and c. Surprisingly, planet c is found significantly denser than planet b, despite orbiting at larger orbital distance and, thereby, being less sensitive to stellar irradiation flux. Additionally, we detect a significant modulation of AU Mic's non-radiative chromospheric flux at the period of AU Mic b from the HARPS spectra. By coupling magneto-hydrodynamical simulations with SPIRou spectropolarimetric observations of the star's large-scale magnetic field, we show that magnetic interactions between this planet and its host star's wind can produce the observed modulated emission power. Although more observations are needed, this could constitute the first direct detection of star-planet interaction in a young system.

**Patrick Hennebelle:** La formation des disques protoplanétaires

La formation des disques protoplanétaires est une étape décisive pour comprendre celle des systèmes planétaires. Les études récentes ont conclu que le champ magnétique joue un rôle essentiel ici du fait du freinage magnétique qui transporte le moment cinétique du disque vers l'enveloppe du coeur pré-stellaire parents. Au cours de l'exposé, je présenterai tout d'abord des modèles de coeurs isolés permettant de comprendre en détails la formation d'un disque unique, puis je décrirais des simulations de *clumps* massifs permettant d'obtenir des populations de disques et de comparer statistiquement aux observations.

**Catherine Dougados:** Origine et impact des flots protostellaires à l'ère d'ALMA et JWST

**Ludovic Biener :** *Expériences de laboratoire : chocs et poussières*

**Ludovic Petitdemange:** Modélisation des dynamos stellaires

## **Evelyne Alecian** : Vers la caractérisation du magnétisme proto-stellaire

Les proto-étoiles sont des objets pré-stellaires, enfouis dans un nuage dense de gaz et poussière, en croissance, et accréant de la matière depuis leur enveloppe ou disque. La structure interne de ces objets n'est pas encore bien contrainte, mais semble suffisamment chaude pour que des mouvements de convection à grande échelle soient présents. Il est donc fort probable que des champs magnétiques intenses générés par dynamo soient présents à la surface de ces objets. D'autre part, on observe dans les proto-étoiles de classe 0 et I des rayonnements X intenses, et des flots et jets collimatés, suggérant la présence de champs magnétiques intenses dans les parties internes. Nos connaissances actuelles sur les propriétés magnétiques de ces objets sont quasi-nulles. Je présenterai les perspectives à court terme pour combler ce manque que ce soit d'un point de vue observationnelle que théorique, grâce à la nouvelle instrumentation qui s'offre à nous (SPIRou et CRIREs+), mais aussi grâce aux progrès dans la modélisation 3D des effondrements des nuages moléculaires, et des dynamos stellaires.

## **Sophia Sulis**: Détecter et caractériser des exo-Terres en présence d'activité stellaire

Au cours des 25 dernières années, l'amélioration des spectrographes et des relevés spatiaux photométriques a permis de découvrir des exoplanètes de plus en plus petites. Cependant, dans la quête de la détection de planètes semblables à la Terre, nous sommes maintenant confrontés à une nouvelle barrière: celle de l'activité stellaire. Elle agit comme un bruit et complique la détection car elle peut imiter ou cacher les signaux des exoplanètes et perturber leur caractérisation.

Dans cette présentation, je discuterai différents aspects de nos travaux soutenus par le PNPS portant sur

- 1) de nouvelles approches statistiques de détection d'exoplanètes en présence d'activité stellaire,
  - 2) de nouvelles estimations des biais et incertitudes attendues sur les rayons et masses d'exo-Terres en présence d'activité stellaire,
  - 3) de nouvelles campagnes d'observations dédiées à la caractérisation de cette activité stellaire.
- Pour ce dernier point, je porterai un regard particulier sur le phénomène de granulation stellaire dont nous avons analysé les signatures à travers des observations simultanées obtenues en photométrie avec CHEOPS et en spectroscopie avec ESPRESSO.

Je mettrai également en lien ces observations avec des simulations hydrodynamiques 3D de ces phénomènes stellaires et discuterai de nouvelles perspectives pour l'application de ces simulations 3D dans le contexte des exoplanètes.

## **P. Tisserand** : Coalescence de naines blanches et la création de supergéantes dépourvues d'hydrogène

La coalescence de naines blanches de masse totale sub-Chandrasekhar peut donner lieu à la production d'étoiles supergéantes dont l'atmosphère est principalement constituée d'Helium. Elles sont communément appelées HdC pour 'Hydrogen deficient and carbon-rich stars'. Leur durée de vie est estimée entre 10 et 100 mille ans avant qu'elles redeviennent des naines blanches massives, et on s'attend à qu'environ 500 existent actuellement dans notre galaxie. Je vais résumer les dernières recherches dans ce domaine et les progrès récemment obtenus grâce aux données GAIA eDR3.

**Arturo Lopez Ariste & Miguel Montarges** : Bételgeuse : clef de voûte pour la compréhension de la perte de masse des supergéantes rouges

Bételgeuse (alpha Ori) est considérée comme le prototype de la classe des supergéantes rouges. À 222pc, c'est la seconde supergéante rouge la plus proche, et de loin la plus observée. En 2019-2020, sa perte d'éclat historique a eu un retentissement mondial, bien au-delà du cercle des astrophysicien(ne)s. Même si nous nous doutions qu'elle n'allait pas exploser dans l'immédiat contrairement aux allégations de la presse, il est aujourd'hui impossible de dire quand sa supernova aura lieu, et même quel type d'objet compact elle engendrera. En effet, comme nous ne pouvons pas prévoir son taux de perte de masse, faute d'en connaître les mécanismes, son évolution demeure floue. Nous vous présenterons les résultats des campagnes d'observations à l'ESO et au TBL pendant la perte d'éclat, ainsi que les conclusions issues des modélisations numériques de nos équipes.

**Jean-Mathias Griessmeier** : Emission radio d'exoplanètes: considérations théoriques et observations avec LOFAR

La détection d'émission radio de planètes extrasolaires serait le meilleur moyen de détecter un champ magnétique exoplanétaire. Par contre, si la présence d'un champ magnétique est bien une condition nécessaire pour une émission radio du type maser cyclotron, elle n'est pas suffisante. Les conditions du plasma magnétosphérique ont un rôle important; elles dépendent, entre autre, de la masse planétaire et de sa distance par rapport à l'étoile. Nous allons examiner dans quels conditions l'émission radio peut avoir lieu de manière efficace, et nous allons comparer ces contraintes théoriques aux observations que nous avons effectuées avec le radiotélescope LOFAR.

**Nadège Meunier** : Comité exoplanètes transverse : bilan et résultat de l'enquête

Le comité exoplanètes transverse (CET) a été créé par l'INSU en septembre 2020. Une première partie sera consacrée à la présentation des missions du CET ainsi que de sa composition et de son organisation actuelle. Un bilan des activités sur les deux premières années de fonctionnement sera effectué. La deuxième partie de la présentation sera consacrée à un rendu sur l'enquête effectuée auprès de la communauté exoplanètes française par le CET. L'objectif de cette enquête était d'obtenir un panorama, factuel, le plus exhaustif possible de la communauté exoplanète française, notamment en termes d'activités de recherche et de moyens, ainsi que d'éléments de perspectives. Nous souhaitons également mieux identifier les interfaces entre cette thématique et d'autres activités. Enfin, un deuxième objectif de cette enquête était de récolter des retours de la part de la communauté sur le fonctionnement du CET et son évolution future.

**V. Hocde** : L'environnement des Céphéides avec MATISSE/VLTI. Prospective CHARA/SPICA.

**Stéphane Mathis** : Dissipation de marées dans les étoiles de faibles masses: le rôle clé des ondes de gravité

La découverte de plus de 3000 exoplanètes confirmées orbitant autour d'une grande diversité d'étoiles hôtes, dans des systèmes souvent compacts dont l'architecture est très différente de celle de notre système solaire, motive aujourd'hui d'avoir une compréhension complète et cohérente des interactions étoile-planètes. Dans ce cadre, la quantification de la dissipation des ondes de marées excitées dans les étoiles par les planètes proches et de sa variation au cours de leur évolution est un élément clé de la compréhension de la migration orbitale des planètes et de la structuration de leur population.

Dans cet exposé, nous ferons la revue des résultats que nous avons obtenus sur la dissipation des ondes de gravité se propageant dans le cœur radiatif des étoiles de type solaire et nous montrerons que leurs effets peuvent être aussi importants que ceux des ondes inertielles de marée dissipées dans leur enveloppe convective. La modélisation et la simulation de l'évolution des systèmes étoile-planètes doivent donc prendre en compte la dissipation de l'ensemble des ondes de marées dans les intérieurs stellaires et les interactions magnétiques.

**Rhita-Maria Ouazzani** : Ce que la sismologie des Gamma Doradus nous apprend du transport de moment cinétique dans les intérieurs stellaires.

**Ana Palacios**, : Réconcilier Li et rotation dans les modèles d'étoiles de type solaire

**Alessandra Recio-Blanco** : *GAIA DR3 : archéologie galactique et paramètres fondamentaux*

**C. Balança** : Données de laboratoire pour la physique stellaire : étude de spectres haute résolution d'atomes ionisés dans l'ultraviolet du vide

L'interprétation et la modélisation des plasmas stellaires observés font appel à une grande quantité de données spectroscopiques de laboratoire qui doivent être fiables. En ce qui concerne les ions lourds, comme les métaux de transition ou de terres rares, les données sont plutôt lacunaires à cause de la complexité de leurs spectres. Pour obtenir des grandeurs fondamentales de qualité, telles que des longueurs d'onde, des énergies de niveau et des probabilités de transition, nous poursuivons des études expérimentales et théoriques de spectres d'émission VUV à haute résolution d'ions modérément chargés, à l'aide du spectrographe de 10 mètres sous vide de l'Observatoire de Meudon. Des exemples d'études récentes seront décrits.

**F. Ménard** : Des expériences de laboratoire innovantes pour comprendre l'évolution des poussières dans les disques protoplanétaires.

Dans cette présentation je décrirai des expériences de laboratoire mises en place récemment avec l'aide initiale des programmes nationaux PNPS, PNP et PCMI. Le projet a pour but de mesurer les propriétés de *scattering* d'analogues des poussières attendus dans les disques protoplanétaires. Ces mesures permettront une comparaison fine avec les données et permettront de mieux cerner l'évolution des poussières dans les disques jeunes. Les techniques de l'analogie micro-onde sont utilisées pour les mesures ainsi que l'impression 3D pour la fabrication des particules analogues. Je décrirai rapidement le principe de l'analogie micro-onde; comment les particules sont fabriquées par stéréo-lithographie ou par construction additive; et comment les résultats de mesures en chambre anéchoïque peuvent être utilisés par les codes de transfert de rayonnement afin de comparer avec les meilleures données disponibles. J'insisterai, pour terminer, sur le rôle déterminant joué par les programmes PNPS et PNP comme déclencheur de ce projet interdisciplinaire d'envergure financé par la suite par la mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires du CNRS (MITI, projet 80|PRIME) et maintenant par l'ERC.