

Thèmes prioritaires PNPS : 2019-2023

La communauté de Physique Stellaire, réunie sur Montpellier du 26 au 28 Mars 2018 pour établir le bilan (2015-2018) de ses activités scientifiques et d'animation/formation a aussi entériné les Thèmes Prioritaires qui serviront de repère pour la période 2019-2023.

Ainsi, quatre thèmes scientifiques, fédérateurs, et deux thèmes méthodologiques structurants et transverses aux thèmes scientifiques ont été retenus.

Thèmes prioritaires PNPS : 2019-2023

Quatre grands thèmes scientifiques :

1. Origines : formation stellaire et disques protoplanétaires
2. Champ magnétique et activité stellaire
3. Evolution/Intérieurs/Atmosphères : transport, oscillations, paramètres fondamentaux, perte de masse, multiplicité
4. Interaction : étoile-planète; étoile-disque; étoile-étoile.s; étoile-environnement (Circumstellaire ou Galactique)

Deux thèmes transverses structurants scientifiques et/ou méthodologiques :

5. Astrophysique de laboratoire: expérience de labo/simulations numériques/big data
6. Synergies de méthodes : focus sur objets prototypiques, *benchmarks*, ...

Parmi les quatre thèmes scientifiques, on retrouve reconduits à l'identique deux thèmes de la précédente période (2015-2018):

1- Origines : formation stellaire et disques protoplanétaires

et

2- Magnétisme : Champ magnétique et activité stellaire.

Sur ces dernières années, ces deux thèmes ont en effet vu de très nombreux travaux de premier plan se concrétiser, sous tendus par un positionnement extrêmement compétitif de la communauté française sur des instruments en pointe : ALMA et SPHERE, pour le thème Origines ; les spectropolarimètres ESPaDOnS, Narval et HARPSpol, pour le thème Magnétisme. La synergie et la complémentarité des observations interprétées à la lumière de simulations multi-D massives, effectuées grâce aux moyens nationaux, ont conduit à des avancées importantes pour ces deux thèmes.

Sur la période de référence (2019-2023), ces deux thèmes vont disposer de nouveaux fleurons instrumentaux - proposés/développés par une contribution importante de la communauté française - MATISSE au VLTI pour dévoiler les disques protoplanétaires, NOEMA au Pic de Bure pour explorer la formation stellaire, et SPIRou au CFHT, Néo-Narval puis SPIP au TBL, pour révéler le magnétisme de surface des objets froids, rouges et/ou enfouis.

Il était donc logique et attendu de prolonger l'action sur ces deux thèmes qui sont aussi particulièrement actifs sur la production et l'exploitation de simulations numériques remarquables car parfaitement complémentaires à la démarche observationnelle.

Sur ces thèmes Origines et Magnétisme, une interface active sera maintenue avec le PCMI (formation stellaire), le PNP (exoplanètes et disques de débris), le PNST (connexion Soleil-Etoiles) et l'ASHRA (disques protoplanétaires avec MATISSE, étude de l'activité stellaire par interférométrie, ...).

Le troisième thème scientifique,

3- Evolution, Intérieur et Atmosphère

est un élargissement du thème (2015-2018) *Structure et Evolution*. Les travaux sur les atmosphères stellaires (qu'ils portent sur le développement de codes numériquement performants et intégrant les données atomiques et moléculaires les plus récentes, ou sur leur utilisation pour déterminer les paramètres stellaires) se positionnent souvent au contact étroit avec les modèles d'évolution stellaire, pour leur fournir des contraintes fortes par exemple sur les abondances chimiques en surface, le transport convectif, la rotation, la perte de masse ainsi que les conditions aux limites à la photosphère.. Il semblait ainsi logique de regrouper dans un même thème fédérateur centré sur l'objet *Etoile* toutes les démarches visant à mieux connaître l'objet physique, pour mieux en appréhender son fonctionnement et son évolution.

Deux projets phares de la discipline sont au centre de ce thème: PLATO et Gaia (dans sa préparation amont pour PLATO, et son exploitation scientifique pour Gaia) pour lesquels la communauté française est très fortement impliquée, de même qu'une orientation résolue vers l'exploitation scientifique des instruments spectroscopiques de l'E-ELT, notamment de type MOS, pour aborder et servir des études de populations stellaires. Ces relevés fourniront par exemple des paramètres stellaires des géantes dans un grand volume, qui reliés aux rayons et âges issus de l'astérosismologie, permettront d'utiliser les géantes comme nouvelle horloge cosmique et de tracer l'évolution des populations stellaires.

Sur ce thème, une interface forte est identifiée avec le PNCG, autour de la structure et de la dynamique galactique et des populations stellaires. De même une interface avec le PNP est identifiée à travers les démarches de caractérisation d'étoiles hôtes d'exoplanètes (notamment dans le cas de la préparation à la mission PLATO). L'étude des phases finales explosives de l'évolution stellaire se situe à l'interface avec le PNHE. Enfin, ce thème se situe à l'interface avec l'ASHRA avec l'apport essentiel de la haute résolution angulaire pour la détermination de certains paramètres stellaires tels que le rayon angulaire.

Le quatrième thème scientifique

4.Interaction : étoile-planète ; étoile-disque ; étoile-étoile.s ; étoile-environnement (Circumstellaire ou galactique)

a clairement émergé au cours de la période (2015-2018). A titre d'exemple, les mesures de transits planétaires de PLATO vont imbriquer les paramètres fondamentaux de l'étoile et de la planète : une connaissance du rayon de l'étoile à 1% est effectivement nécessaire pour déduire le rayon de la planète avec la même précision. Ce thème se veut une déclinaison large du phénomène d'interaction entre l'étoile et une (ou plusieurs) composante(s) de son environnement (ou son environnement lui-même pris au sens large).

Sur ce thème aussi, une interface majeure est attendue avec le PNP (sur les interactions étoile-planète ; étoile-disque), avec le PNCG (sur le contexte extragalactique d'études stellaires : formation stellaire dans les différents type de galaxies ; premières étoiles ; incidence des étoiles sur l'évolution chimie des galaxies), avec PCMI (sur les aspects astres jeunes enfouis, régions de formation stellaire) et avec l'ASHRA (sur la caractérisation de l'environnement, transfert de masse, etc.) .

Deux thèmes transverses complètent ce panorama. Davantage axés sur la méthodologie, ils se veulent fortement structurants pour servir des objectifs scientifiques parmi les thèmes mentionnés ci-dessus.

Prolongement de l'action engagée sur la période 2015-2018, le thème transverse

5. Astrophysique de laboratoire: expérience de labo/simulations numériques/Big Data

s'entend au contact étroit des besoins de la Physique Stellaire comme réponse expérimentale ou numérique à des études souvent portées par l'observation et la modélisation. Les expériences de laboratoire sont donc au cœur de ce thème et doivent demeurer à vocation astrophysique stellaire (ex. jets/chocs, lasers de puissance, détermination de paramètres nucléaires, atomiques et moléculaires ...). Les expériences numériques (développement de simulations numériques ou de codes multi-D) relèvent aussi de ce thème, dès lors qu'elles visent à produire des outils de référence communautaires. Enfin les activités autour du Big Data, encore discrètes dans le périmètre de la Physique Stellaire, sont à encourager, notamment dans le contexte de projets pourvoyeurs d'énormes quantités de données (ex. Gaia).

Nouveauté sur la période 2019-2023, le thème transverse

6. Synergies de méthodes : focus sur objets prototypiques , *benchmarks*, ...

identifie des démarches observationnelles ou numériques se focalisant sur des objets prototypiques (par ex. d'une classe d'étoile, d'un processus ...) pour en explorer la Physique. Cette démarche complétant donc résolument l'approche statistique, nécessite la coordination de moyens divers et qui ne sont pas forcément complémentaires en 1ère perception. Les approches observationnelles multi longueurs d'onde et/ou multi échelles de temps/espace sur des objets prototypiques, ou encore la mise en synergie d'approches méthodologiques différentes (ex. astérosismologie/interférométrie ; imagerie directe/interférométrique/Doppler ; etc.) pour servir un objectif scientifique précis seront au centre de ce thème. De même les approches de type *Benchmark* visant à établir les performances comparées de plusieurs outils numériques pour en faire émerger un qui pourrait s'imposer à la communauté relèvent de ce thème.