

Équipe Astrophysique Stellaire

Stellar Astrophysics Team



Membres de l'équipe Astrophysique Stellaire

1. Présentation de l'équipe



Morgan DEAL - CR



Quriaky GOMEZ - IR



Fabrice MARTINS - DR



Ana PALACIOS - AST



Bertrand PLEZ - PR



Olivier RICHARD - MCF



Marin VIDAL



Thomas VOJE

Postdoc (1)

CNRS (3)

OREME (3)

Université (6)

Doctorant.e.s (4)

Ingénierie (1)



Manon DIEZ



Éric JOSSELIN - MCF



Agnès LÈBRE - AST



Julien MORIN - MCF



Henri REBOUL* - MCFE

Autres membres 2021-2025

8 doctorant.e.s

2 post-doc

1 collaborateur externe

1 IR sur projet équipe



Isabelle CHERCHNEFF



Joachim KNAPIK



Mathéo SEGAUD



Yohann SCRIBANO - PR



Dahbia TALBI - DR



Hervé WOZNIAK - AST

Thématiques de Recherche

1. Présentation de l'équipe

Physico-chimie des molécules et des grains dans les milieux stellaires et interstellaires

Modèles
d'atmosphère

Modèles de structure
et d'évolution

Observation des surfaces stellaires et de leur environnement



Modèles/simulations

Observations



Répartition des personnes par thèmes de recherche

1. Présentation de l'équipe

Physique moléculaire pour l'astrochimie

Yohann Scribano [✉]
Dahbia Talbi
Isabelle Cherchneff
Joachim Knapik
Mathéo Ségaud

Évolution stellaire : Intérieurs et atmosphères

Morgan Deal Fabrice Martins

Ana Palacios* Bertrand Plez

Olivier Richard

Marin Vidal

Thomas Voje

Magnétisme stellaire

Éric Josselin Agnès Lèbre

Julien Morin*

Manon Diez



Dynamique Galactique

Hervé Wozniak



[✉] responsable d'équipe (2021-2023)

* co-responsables d'équipe depuis 2024

Projets 2021-2025

1. Présentation de l'équipe

Thématiques scientifiques

- transport et évolution
- transfert radiatif NLTE
- cycles magnétiques des étoiles froides
- évolution chimique des populations stellaires
- détection d'exoplanètes
- évolution des étoiles massives – impact de la perte de masse
- propriétés de surface des étoiles massives et très massives
- dynamique des réactions moléculaires – approche hydrodynamique
- dynamique électronique sous l'effet de rayonnements énergétiques
- formation de poussières oxygénées dans les restes de SNe

Projets instrumentaux



avec service
instrumentation



avec équipe EMAC

Services Nationaux d'Observation

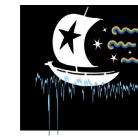
INSU-AA-AN02

INSU-AA-AN05



OREME

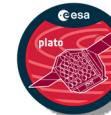
Relevés spectroscopiques et spectropolarimétriques



1. Présentation de l'équipe

Projets 2021-2025

- transport et évolution
- transfert radiatif NLTE
- cycles magnétiques des étoiles froides
- évolution chimique des populations stellaires
- détection d'exoplanètes
- évolution des étoiles massives – impact de la perte de masse
- propriétés de surface des étoiles massives et très massives
- dynamique des réactions moléculaires – approche hydrodynamique
- dynamique électronique sous l'effet de rayonnements énergétiques
- formation de poussières oxygénées dans les restes de SNe



Recrutements / Promotions

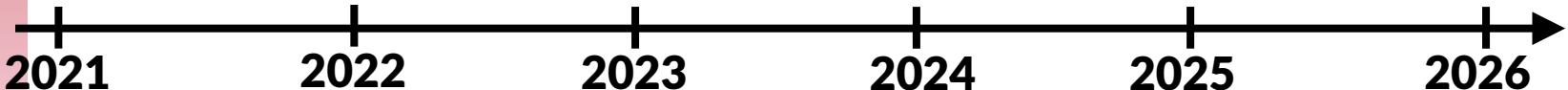
M. Deal (postdoc IN2P3)
I. Cherchneff (postdoc O-DUST)

J. Sahoo (postdoc HYTRAJ)

M. Deal → CRCN S17

Y. Scribano → PR UM
D. Talbi → DR1 S19
J. Wang (CDD IR UM)

Q. Gomez (CDD IR UM)



Thèses soutenues

T. Dumont (UM & UniGe)
S. Georgiev (UM)

L. Dupuy (UM)

S. Bellotti (UPS)

K. Sommer (UM)
N. Moedas (U. Porto)

J. Knapik
T. Voje

1. Présentation de l'équipe

Projets 2021-2025

- transport et évolution
- transfert radiatif NLTE
- cycles magnétiques des étoiles froides
- évolution chimique des populations stellaires
- détection d'exoplanètes
- évolution des étoiles massives – impact de la perte de masse
- propriétés de surface des étoiles massives et très massives
- dynamique des réactions moléculaires – approche hydrodynamique
- dynamique électronique sous l'effet de rayonnements énergétiques
- formation de poussières oxygénées dans les restes de SNe



Recrutements / Promotions

M. Deal (postdoc IN2P3)
I. Cherchneff (postdoc O-DUST)

J. Sahoo (postdoc HYTRAJ)

M. Deal → CRCN S17

Y. Scribano → Pr UM
D. Talbi → DR1 S19
J. Wang (CDD IR RAS)

Q. Gomez (CDD IR RAS)

Thèses soutenues

T. Dumont (UM & UniGe)
S. Georgiev (UM)

L. Dupuy (UM)

S. Bellotti (UPS)

K. Sommer (UM)
N. Moedas (U. Porto)

J. Knapik
T. Voje



Projets financés

ANR POPSYCLE (FM, AP, OR, TD)

MAGEVOL UM (AL, EJ, SG)

ANR PEPPER (AL, EJ, JM, SG)

ANR HYTRAJ (YS, JS, LD)

ANR RUBI (DT)

Tremplin ERC UM (MD, MV, JW, QG)

ANR O-DUST (DT, IC)

1. Présentation de l'équipe

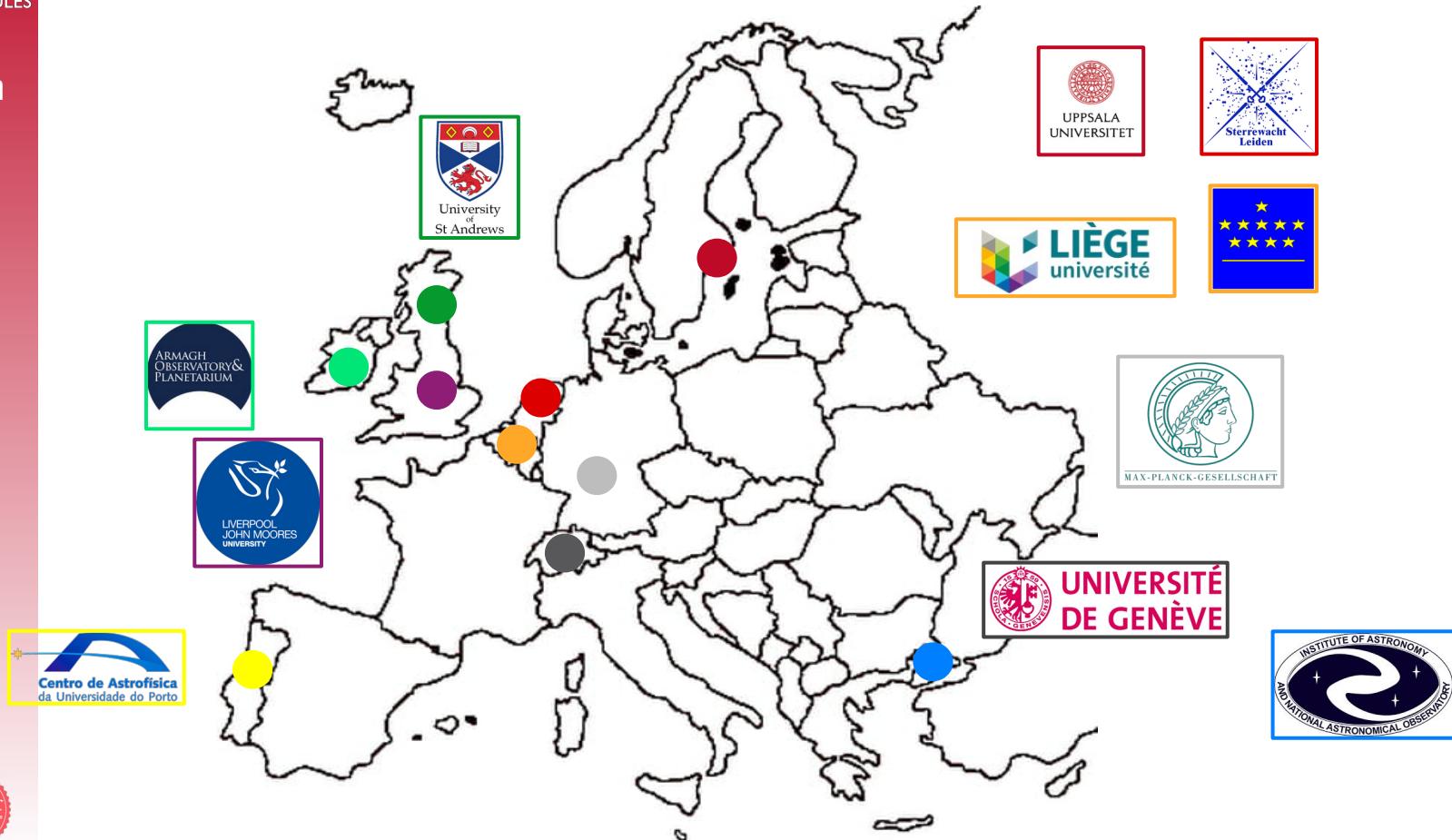
Réseau très développé au plan national



Réseau de collaborations

Réseau solide au plan international

1. Présentation de l'équipe



Réseau de collaborations

1. Présentation de l'équipe



Réseau solide au plan international

Implications locales, nationales et internationales

1. Présentation de l'équipe

Membres de l'équipe très visibles dans la communauté INSU

- comité de la section Astronomie- Astrophysique du CNAP
- présidence comité experts INSU-AA-AN05
- direction OSU OREME
- membres élus CST et CA de l'OSU OREME
- direction du PNPS et ATPS
- membres CS programmes nationaux
- présidence TAC et CS télescopes nationaux
- responsabilité SNO

Implications locales, nationales et internationales

1. Présentation de l'équipe

Forte implication dans la vie locale mais également dans les instances nationales et internationales

- responsables de formations à l'UM
- équipe direction FdS
- membre élu conseil de l'ED
- membres sections de recrutement UM sections CNU 29-34
- direction adjointe de l'INSPE

- membres élus section 17 du CoNRS et section 34 du CNU
- conseil scientifique de l'HCERES panel STU
- expertises MESRI
- membre conseil de la SF2A

- membres TAC CFHT
- membre élu commission G2 UAI
- membre comité ONU CUPEEA

PLATO – SNO INSU-AA-ANO2



PLATO → mission de classe M de l'ESA – Lancement prévu début 2027

Objectif principal : caractériser les systèmes exoplanétaires et les étoiles-hôtes
Mission incluant un satellite (26 télescopes) + un suivi sol des cibles principales

Équipe impliquée dans la Préparation Scientifique de la mission (PLATO Science Management).
→ sera également impliquée dans la phase d'opération (phase E2) après le lancement

Production de grilles de **modèles stellaires** pour les pipelines de caractérisation des étoiles

Production de **modèles d'atmosphères** pour la détermination précise des paramètres stellaires par spectroscopie

Caractérisation du **magnétisme** des étoiles de type solaire (cœur de cible PLATO) via suivi sol en **spectropolarimétrie**

Personnel AS impliqué

Ana Palacios, AST, 20%, Resp. locale

Resp WP121 – Stellar Models

Bertrand Plez, PR,

Resp WP 122100 – 1D model atmospheres

Morgan Deal, CR,

Resp W P121200 – Transport processes

Agnès Lèbre, AST

Eric Josselin, MCF

Olivier Richard, MCF

Julien Morin, MCF

Marin Vidal, Doctorant

Manon Diez, Doctorante

POLLUX – SNO INSU-AA-AN05 et Master Projet IN2P3

1. Présentation de l'équipe

POLLUX= base de données publique de spectres stellaires théoriques développée et maintenue au LUPM (OSU OREME)
 Service Labellisé de l'INSU (labellisation renouvelée en 2024)
 Utilisé au niveau international



2. Projets

Collecte plus de 20 000 spectres couvrant un large domaine de paramètres stellaires.
 Releases très régulier (V13 prévue en février 2026)
 Service en évolution permanente (ouverture à la distribution de données produites par des consortia, des projets ANR, ...)
 Service entièrement interopérable et banc de test pour les protocoles **IVOA**



THE SYNTHETIC STELLAR SPECTRA DATABASE POLLUX

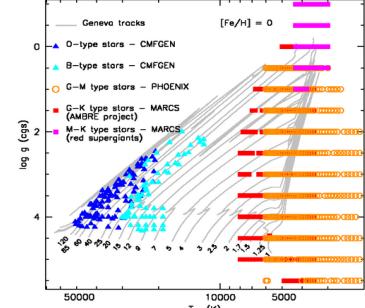
WELCOME TO THE POLLUX WEBSITE!

POLLUX is a stellar spectra database proposing access to theoretical data. It mainly provides high resolution stellar synthetic spectra in the optical, the infrared and the ultraviolet spectral domains based on state-of-the-art 1-D ATLAS, CMFGEN, MARCS, PHOENIX and 3-D (STAGGER) radiative transfer codes, and performant spectral synthesis codes (SYNSPEC48, CMF_FLUX, TURBOSPECTRUM, PHOENIX, OPTIM3D). Spectral types from O to M are represented for a large set of parameters: Teff, logg, [Fe/H], [alpha/Fe], specific abundances. Spectral energy distributions are also made available for early spectral types (O and B type stars).

ACCESS TO THE POLLUX DATABASE BY:

- SPECTRA COLLECTIONS
- STELLAR PARAMETERS
- EXTERNAL TOOLS:
 - SPECFLOW
 - CASSIS

When using POLLUX data for scientific publication, please quote the reference:
 Palacios A., Gebran M., Josselin E., Martin F., Péz B., Belmas M., Lèbre A., 2010, *A&A* 516, A13
 and mention the following sentence:
 This research was achieved using the POLLUX database (pollux.oreme.org) operated at LUPM (Université de Montpellier - CNRS, France) with the support of the PNPS and INSU



Personnel LUPM impliqué

Ana Palacios, AST, 15%, PI
 Hervé Wozniak, AST 30%, IVOA
 Fabrice Martins, DR, production de données
 Eric Josselin, MCF, production de données
 Bertrand Plez, PR, production de données
 développeur MARCS et Turbospectrum

Stella Maria Renucci (CDD IE) et Michèle Sanguillon (IR)
 responsabilité technique

StarDICE – Master Projet IN2P3 dans le cadre du LSST

1. Présentation de l'équipe

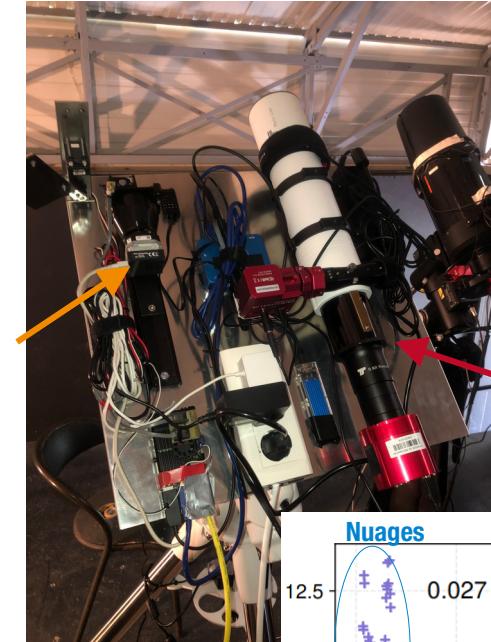
2. Projets

Projet de calibration de la précision d'une caméra IR non-refroidie

Projet impliquant AS et EMAC (thèse en codirection)



Caméra IR



Caméra visible

Mesure de l'absorption grise des nuages :

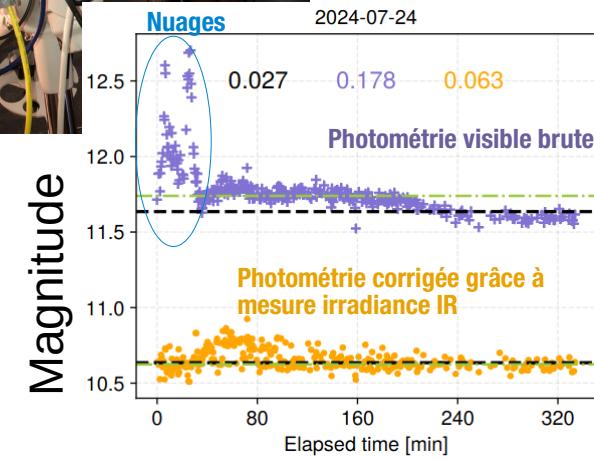
Surveillance à 10 µm de la radiance du ciel permet une correction précise de la photométrie visible

Contribution au CBP (Collimated Beam Projector) pour la mesure de transmission du télescope (version de voyage)

Personnel LUPM impliqué

Bertrand Plez, PR

Eric Nuss, PR, J. Cohen-Tanudji, DR, K. Sommer Doctorant



ANDES – Projet d'instrument pour l'ELT



1. Présentation de l'équipe

2. Projets

ANDES : ArmazoNes high Dispersion Echelle Spectrograph

Objectifs scientifiques

- Exoplanètes* : études des atmosphères en transmission et réflexion
- Physique fondamentale et cosmologie* : variation des constantes fondamentales et test de Sandage
- Étoiles, galaxies, système solaire

Spécifications et architecture

- $\lambda=0,35-2,40 \mu\text{m}$ $R=10^5$
- vélocimétrie précise $< 1 \text{ m/s}$
- mode SCAO+IFU+Coronographe

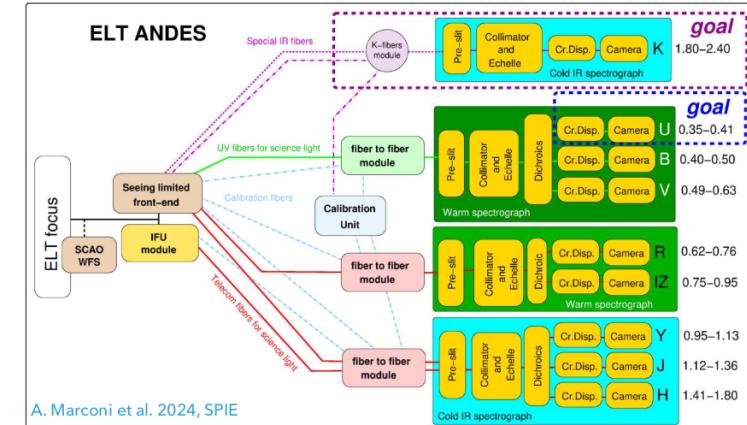
Consortium

- 13 pays / 35 instituts
- PI : A. Marconi (INAF)
- FR : LUPM + labos CNRS-TU
- GTO : 125 nuits

Implication du LUPM

- Unité calibration (2021-2025)
- Coronographe (2026-2033)
- Equipe scientifique FR

INSTRUMENT ARCHITECTURE



Personnel LUPM impliqué

Julien Morin, MCF

Omar Gabella, IE IN2P3

Magnétisme stellaire à travers le diagramme HR

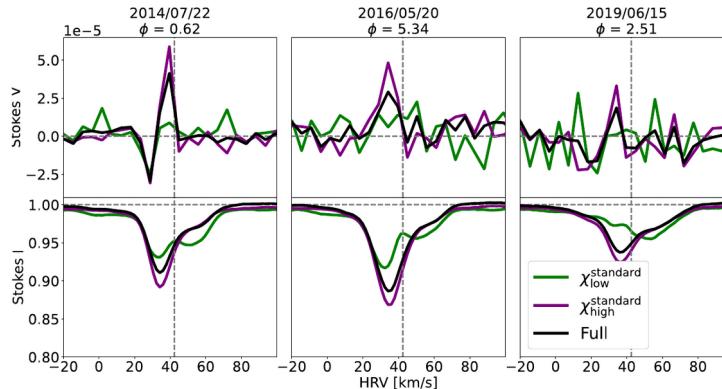
Magnétisme et dynamique de surface des étoiles froides évoluées

Objectifs

- Comprendre le lien entre le champ magnétique et la dynamique des régions externes de ces étoiles
- Identifier le rôle du champ magnétique dans la perte de masse de ces étoiles

Méthodes

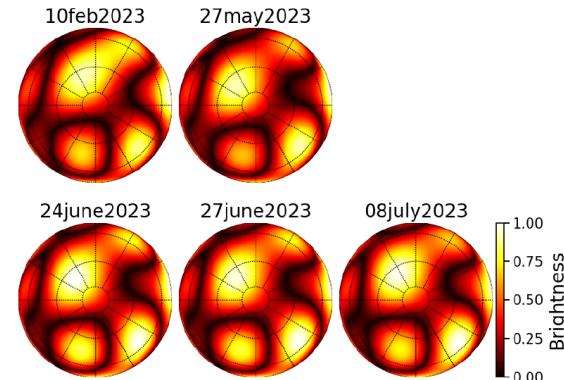
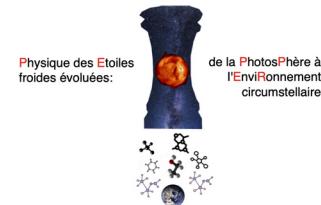
- Spectropolarimétrie haute-résolution circulaire ($B \sim 1G$) + linéaire (asymétries photosphériques)



Georgiev, Lèbre, Josselin et al. (2023)

Détection d'un champ magnétique associé à la propagation d'un choc radiatif dans les couches externes de R Scuti (RV Tauri)

ANR PEPPER



Pilate, Josselin, Lèbre et al. (2025)

→ Polarisation linéaire associée à la dépolarisation du continu pour la RSG Antarès (cf. Bételgeuse)

→ Cartographie dynamique de la convection

Magnétisme stellaire à travers le diagramme HR

Cycles magnétiques des étoiles froides de séquence principale

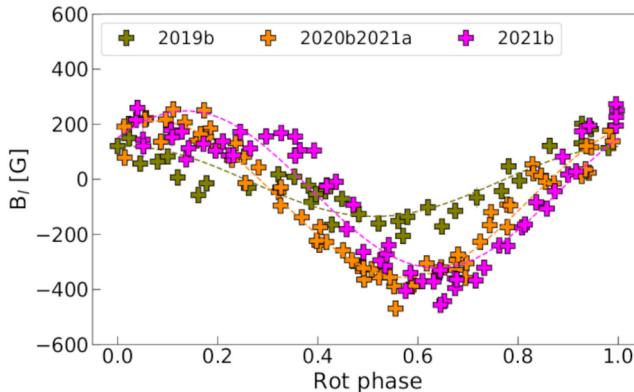
1. Présentation de l'équipe
2. Projets
3. Recherches

Objectifs

- Établir le lien entre les propriétés des cycles magnétiques et les paramètres stellaires
- Évaluer l'effet de l'activité magnétique sur la détection d'exoplanètes et leur habitabilité

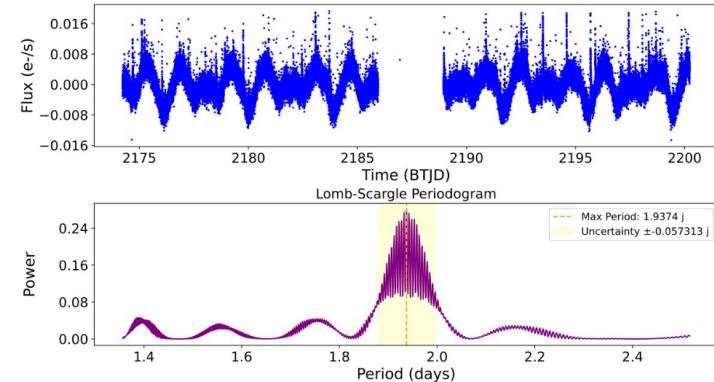
Méthodes

- Spectropolarimétrie haute-résolution circulaire + imagerie Zeeman-Doppler (ZDI)
- Photométrie haute-précision



Bellotti, Morin et al. (2024)

Évolution du champ magnétique de l'étoile naine M active EV Lac sur la durée du SPIRou Legacy Survey



Diez, Morin et al. en préparation

Analyse de la photométrie TESS de l'étoile naine M active L 449-1 du champ PLATO sud, sélectionnée pour un suivi long-terme

Evolution stellaire et propriétés de surface

1. Présentation de l'équipe

2. Projets

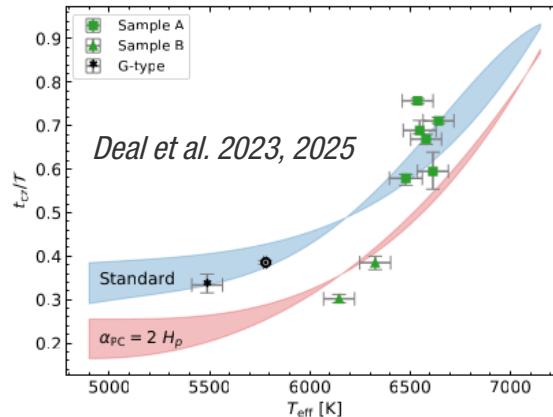
3. Recherches

Questions

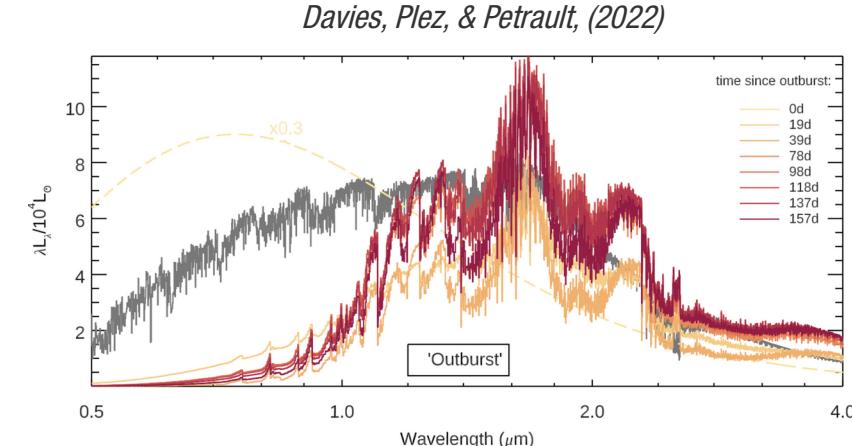
- Origine de la diversité chimique des étoiles de faibles masses au cours de leur évolution
- Propriétés des étoiles massives à divers stades évolutifs et dans divers environnements
- Evolution du moment cinétique dans les étoiles et processus dominant cette évolution
- Processus microphysiques majeurs dans les intérieurs stellaires

Méthodes

- développement de codes d'évolution stellaire dédiés (STAREVOL, MoMo, Cesam2k20 – public)
- développement de codes de transfert radiatif et de synthèse spectrale (MARCS, TurboSpectrum)
- modélisation des atmosphères d'étoiles chaudes (CMFGEN)
- confrontation modèles évolutifs et paramètres observationnels (spectro et sismo)



Mesure de la position de la base de l'enveloppe convective à l'aide de signatures sismiques



Prédiction de spectres de pre-SNIp : RSG + supervent ou outburst

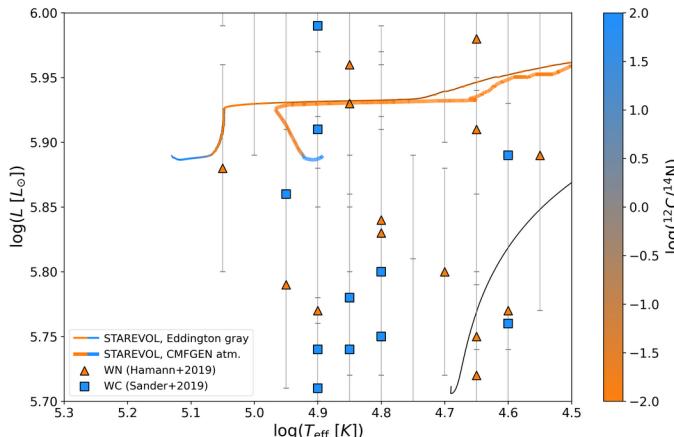
Evolution stellaire et propriétés de surface

Thèse T. Voje : Évolution des étoiles massives

Objectif

Expliquer l'évolution en phase Wolf-Rayet des étoiles massives

Méthode Modélisation évolution stellaire couplée à des atmosphères réalistes



Voje, Palacios & Martins, en préparation

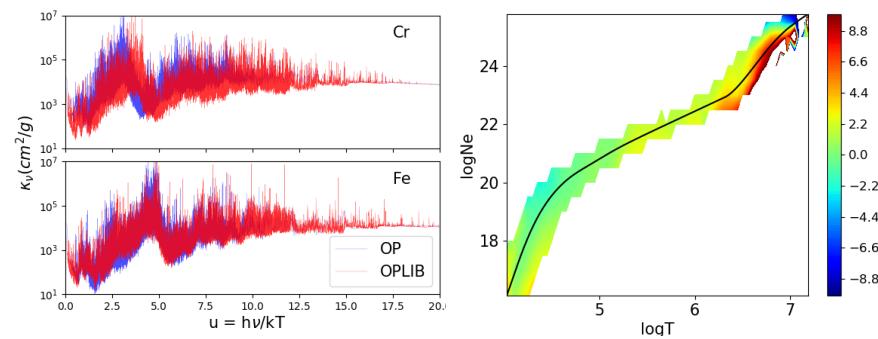
La prise en compte de modèles d'atmosphère plus réalistes dans les calculs d'évolution stellaire des étoiles massives permet de réduire les tensions existantes quant à la température effective des étoiles de type Wolf-Rayet

Thèse M. Vidal : Évolution chimique des étoiles de faible masse

Objectif

Comprendre les processus physiques contrôlant les abondances de surface des étoiles

Méthode Simulation numérique des accélérations radiatives à partir de nouvelles données d'opacités monochromatiques



Vidal et al. 2025 - Poster TASK

Comparaison entre les données OP et OPLIB sur l'opacité de Rosseland dans des modèles solaires calculés avec Cesam2k20. Les différences d'opacité constatées pourraient améliorer notre compréhension des pulsateurs classiques (mechanisme κ).

Approche multi-échelle de la chimie théorique

1. Présentation de l'équipe
2. Projets
3. Recherches

Comprendre la complexité moléculaire du MIS

Objectifs

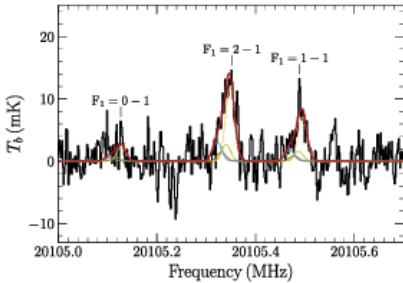
- Obtenir les propriétés chimiques, dynamiques et spectroscopiques des molécules.
- Enrichir les modèles astrochimiques de grandeurs physico-chimiques précises

Méthodes

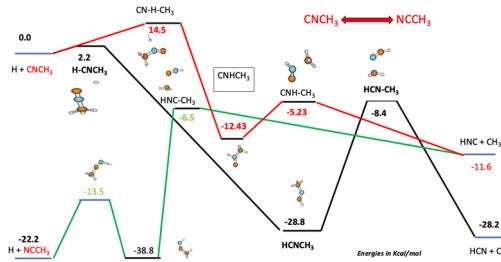
Résolution de l'équation de Schrödinger électronique du système

- Méthodes de la fonction d'onde et de la fonctionnelle de la densité

Tennis, Xue, Talbi et al. (2023)



Detection et modélisation de CH_3NC dans TMC1



Comprendre la formation de la poussière dans les étoiles en fin de vie

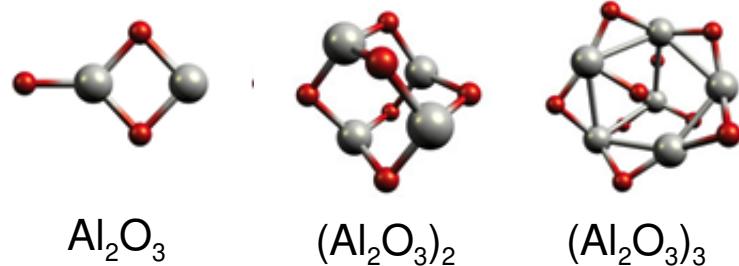
Objectifs

- Tester l'hypothèse de la formation de la poussière carbonée dans les AGB par agrégation de PAH.
- Tester l'hypothèse de la formation de poussières d'Alumine par agrégation d' Al_2O_3 (ANR ODUST)

Méthode

Mécanique classique pour suivre l'agrégation de molécules dans le temps, en fonction de la température

- Méthode de la dynamique moléculaire classique



Simulations atomistiques de l'agrégation de Al_2O_3 $T = 500K - 2000K$

- formation du dimère et trimère efficace

ANR RUBI (2020-2024) : Réactivité Ultrarapide des Biomolécules sous Irradiation

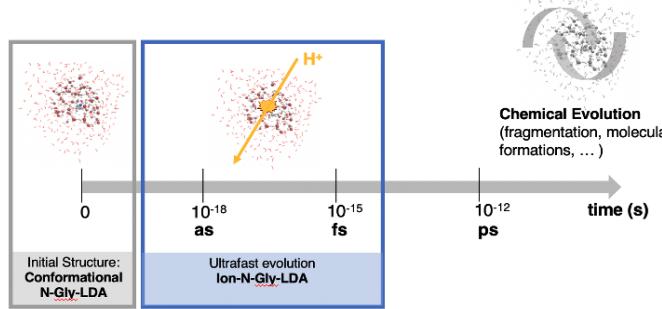
LUPM, ICG (Montpellier), LCPQ (Toulouse)

La glace d'eau interstellaire peut elle protéger la glycine du rayonnement cosmique ?

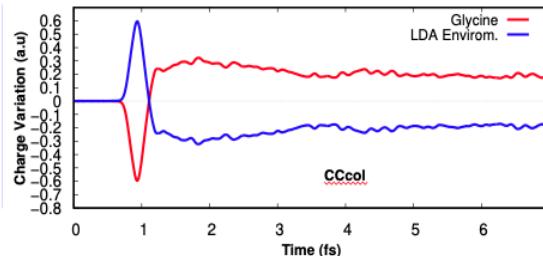
1. Présentation de l'équipe

2. Projets

3. Recherches



RT-TDFT
→ décrit la Dynamique ultra rapide des électrons



Le rayonnement cosmique traverse la glycine

H+ 1, 10, 100 KeV

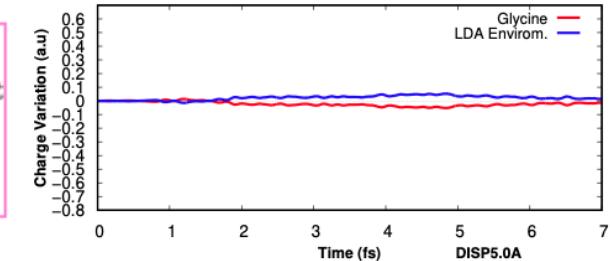
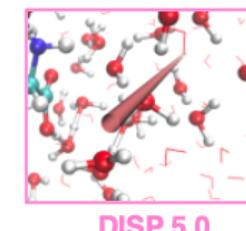
- pas d'ionisation de la glycine
- 10 et 100 KeV , suffisamment d'énergie déposée pour fragmenter la glycine

Ni¹¹⁺ 46 MeV

- triple ionisation de la glycine : explosion coulombienne

Le rayonnement cosmique passe à 5 Å de la glycine

➤ aucun effet sur la glycine : **la glace protège la glycine !**



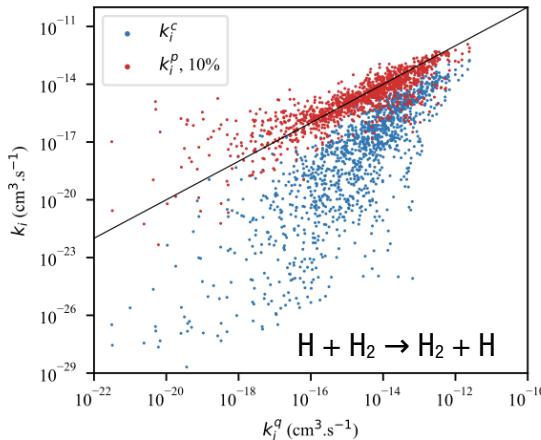
Astrophysique moléculaire de l'Univers primordial

1. Présentation de l'équipe
2. Projets
3. Recherches

Etudes théoriques de la réactivité chimique du gaz moléculaire primordial (H_2 , HD & HeH^+)

Objectifs

- Comprendre la formation/destruction des molécules primordiales impactant la formation des premières étoiles (Pop III)
- Amélioration des constantes de vitesse au moyen de l'apprentissage automatisé (machine learning)

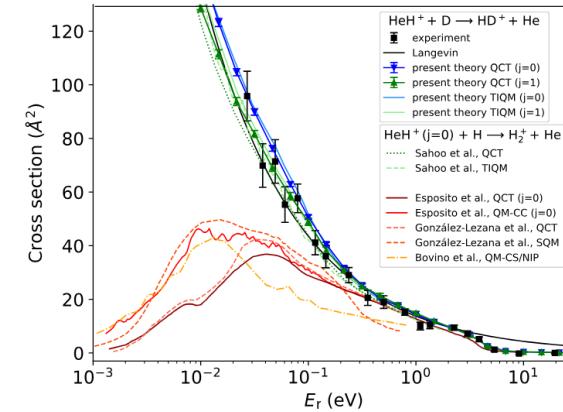


Bossion, Nyman & Scribano. (2024)

Constantes de réaction calculées avec QCT (bleu), et prédites par réseau de neurone (rouge). Accord parfait indiqué par ligne noire

Méthodes

- Développement en physique moléculaire théorique (dynamique & chimie quantique) → constantes de vitesse de réactions
- Contribution aux BDD (ex: KIDA, EMAA)
- Utilisation de niveaux théoriques combinés (class./quant.)
- Mesure de la section efficace par anneau de stockage cryogénique (CSR) – collab. MPI Heidelberg



F. Grussie, J. Sahoo, Y. Scribano et al. (2025)

Accord théorique/experimental corrigeant les résultats antérieurs et élucidant la réactivité de $H + HeH^+$

Astrophysique moléculaire

Les objectifs de cet axe de recherche concernent principalement les développements méthodologiques et numériques pour :

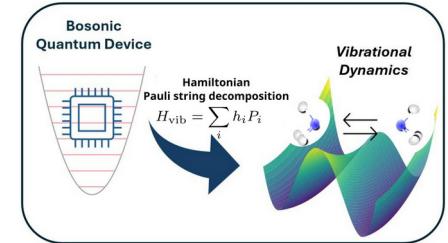
- Apporter une interprétation robuste des spectres moléculaires délivrés par les nouvelles générations de télescopes (ex : JWST)
- Contribuer à une meilleure compréhension à l'échelle moléculaire de l'émergence de la vie dans l'Univers : la complexification moléculaire

Problématiques concernées :

- Investiguer les possibilités/avantages des *algorithmes quantiques* (Quantum Computing) dans le traitement de la dynamique quantique moléculaire

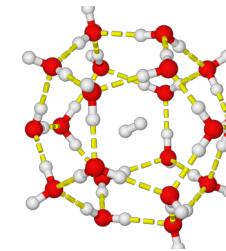
Thèse de J. Knapik (2023-2026)

Knapik et al. Theo. Chem. Acc. 2025



- Développer des outils numériques capables de traiter la spectroscopie moléculaire dans des environnements complexes

Thèse de M. Segaud (2025-2028)

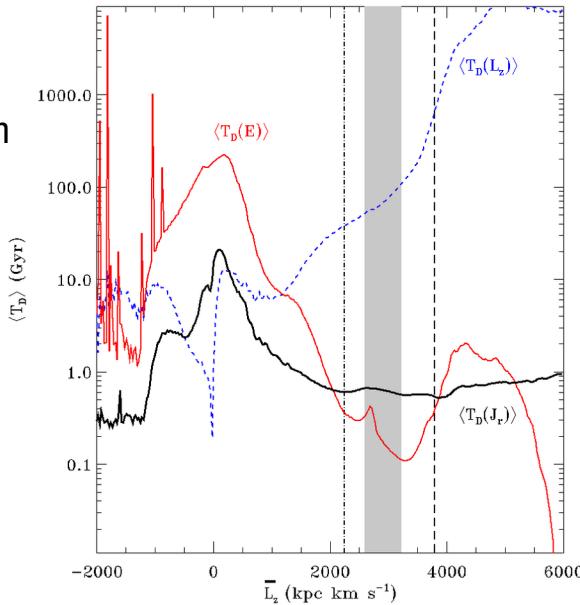


Évolution chemo-dynamique des galaxies

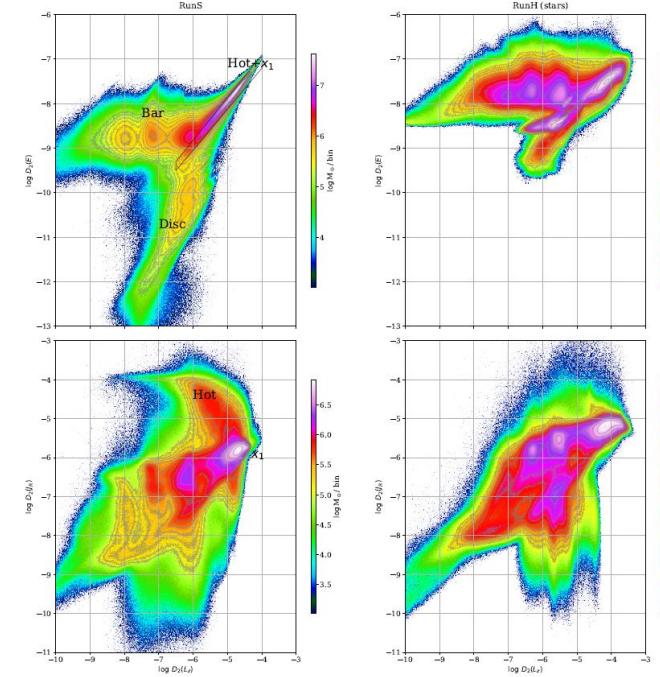
1. Présentation de l'équipe
2. Projets
3. Recherches

Exploration des processus de migration stellaire (diffusion de Chirikov)
 Développement nouveau code N-corps + hydro multi-grille hautement conservatif (2021+)

“slow” diffusion



“fast” diffusion



Wozniak H., 2020b A&A 642, A207 « Diffusion of radial action in a galactic disc »

Wozniak H., 2020a ApJ 889, 81 « Stellar migration in galaxy disks using the Chirikov diffusion rate »

Wozniak H., 2026 A&A en révision « Resonant and nonresonant diffusion in the connection between dark matter halo and stellar disc »

Ouverture sociétale

Équipe historiquement très investie dans le tissu local de diffusion des connaissances

Cours à l'Université du Tiers-Temps (UM et UPV)
Astrophysique et Cosmologie,
l'Observation en Astronomie,
Exoplanètes et Astres compacts



Interventions en milieu scolaire
- présentations astronomie maternelle, primaire
- ateliers spectroscopie lycée



Participation au projet ANR CROSS ContribueR au dialOgue Science-Société – CROSS



Conférences grand public

- partenariat VAONIS – club d'astronomie de Castelnau-le-Lez
- partenariat Planet'Ocean (via OSU OREME et/ou LUPM)
- conférences HiPhys (histoire et philosophie des sciences)

Participation à des actions de diffusion au niveau national
(conférences grand public)



ANA PALACIOS
Astrophysique à l'université de Montpellier, LUPM
Modèles d'étoiles ou comment comprendre ce qui échappe à l'expérience



Une parenthèse de l'astronomie offre une très belle occasion de parler des enjeux d'étude de l'espace à l'opérateur très banal, très grand... Le modélisme, un bon moyen de faire prendre conscience à l'opérateur que l'astronomie n'est pas qu'un jeu de mots, mais une science. Si on peut facilement décrire le ciel, on peut difficilement décrire le monde dans lequel nous vivons.

Mardi 25 octobre 2022 de 17h30 à 19h30

Polytech Montpellier, Amphithéâtre Serge Petavi
Université de Montpellier - campus Triplet (bât. 31)

<https://astrophysique.umontpellier.fr/hiphi/>

Coordination : Delphine Bour (LUPM), Laurent Buron (CROSS), Valérie Bouc (Bureau LUPM), Thierry Lasserre (LUPM)

Perspectives : forces et faiblesses, évolution RH

1.
Présentation
de l'équipe

2. Projets

3. Recherches

4. Ouverture
sociétale

5.
Perspectives

Forces identifiées :

- Forte implication dans la FdS et très bonne attractivité vis-à-vis des étudiant.e.s
- Bon taux de succès en réponse aux AO pour des observations ou des financements
- Taux de collaboration intra-équipe très élevé, favorisé par la stratégie de recrutement
- Expertises très bien reconnues en modélisation et observations sur toutes les thématiques de l'équipe, au plan national comme international
- Forte visibilité au niveau de l'INSU

Perspectives : forces et faiblesses, évolution RH

1.
Présentation
de l'équipe

2. Projets

3. Recherches

4. Ouverture
sociétale

5.
Perspectives

Faiblesses identifiées

- **dépeuplement** de l'équipe dans les 7 ans à venir avec perte d'expertises uniques en FR
- 4 personnels permanents d'ici à décembre 2031 soit -36 % de l'effectif de l'équipe
 - 1 PR (transfert radiatif/ atmosphères)
 - 1 DR (physique moléculaire)
 - 2 AST (magnétisme/atmosphères et galaxies)
- besoin de renforcer soutien SNO / Master Projet **Pollux**
- **visibilité thématique** côté **IN2P3** → accès incertain aux ressources institut (hors sdb).

Perspectives : évolution RH, forces et faiblesses

1. Présentation de l'équipe
2. Projets
3. Recherches
4. Ouverture société
5. Perspectives

Physique moléculaire pour l'astrochimie

Yohann Scribano Dahbia Talbi

Évolution stellaire : Intérieurs et atmosphères

Morgan Deal Fabrice Martins

Ana Palacios* Bertrand Plez

Olivier Richard

Magnétisme stellaire

Éric Josselin Agnès Lèbre
Julien Morin*

Dynamique Galactique

Hervé Wozniak



Perspectives : évolution RH, forces et faiblesses

1. Présentation de l'équipe
2. Projets
3. Recherches
4. Ouverture sociétale
5. Perspectives

Physique moléculaire pour l'astrochimie

Yohann Scribano

Perte expertise physique molécules complexes / astrochimie

Évolution stellaire : Intérieurs et atmosphères

Morgan Deal

Ana Palacios*

Fabrice Martins

Olivier Richard

Perte expertise transfert radiatif / atmosphères étoiles froides

Magnétisme stellaire

Éric Josselin

Julien Morin*



Perte expertise magnétisme et dynamique atmosphérique étoiles froides évoluées

~~Dynamique Galactique~~

1.
Présentation
de l'équipe

2. Projets

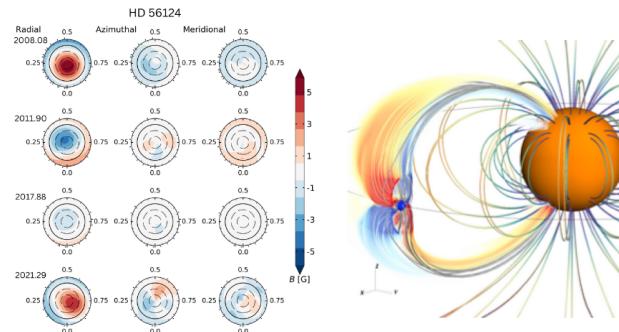
3. Recherches

4. Ouverture
sociétale

5.
Perspectives

Perspectives scientifiques : Co-évolution des étoiles froides et de leurs systèmes planétaires

Construire l'évolution des étoiles de type solaire et de leurs systèmes planétaires



Moyens physiques et astrophysiques

- Développements de modèles d'évolution stellaire
- Exploitation des données PLATO
- Suivis de cibles en spectropolarimétrie
- Développement de modèles de transfert de rayonnement magnétisé

Stratégie de développement

- Renforcement du SNO POLLUX dans la perspective de ré-organisation de l'ANO5 (SNO HRS)
- Pérennisation de l'expertise en transfert de rayonnement pour les étoiles froides
- Renforcement du lien avec la science exoplanétaire

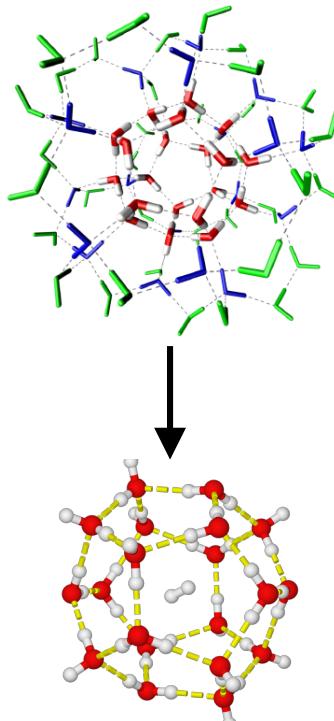


→ recrutement ASAD CNAP-AA ou CRCN S19 sur cet axe

Perspectives scientifiques : Astrophysique moléculaire

Interprétation robuste des spectres moléculaires

Meilleure compréhension de l'émergence de la vie dans l'Univers à l'échelle moléculaire :
→ la complexification moléculaire



Moyens méthodologiques et numériques

- Développement d'outils numériques capables de traiter la spectroscopie moléculaire dans des environnements complexes
- Exploration des possibilités/avantages des *algorithmes quantiques* (Quantum Computing) dans le traitement de la dynamique quantique moléculaire

Stratégie de développement

- Formation de doctorants et post-docs
- Rapprochement axe théorie de l'IN2P3 avec application des méthodes de la physique moléculaire théorique à la physique nucléaire (interactions à N-corps, processus de fusion, effet tunnel, ...)

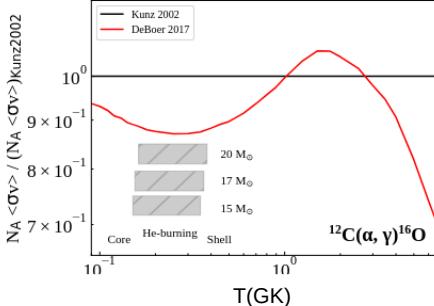
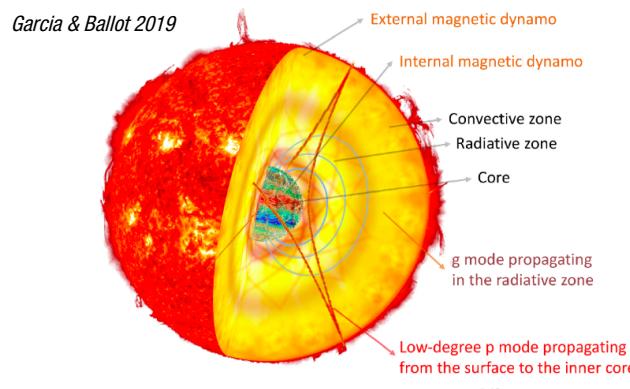
→ recrutement MCF ou PR CNU 34
→ recrutement CRCN S19/ S04 /CID 54

Perspectives scientifiques : Evolution stellaire et origine des éléments

Comprendre l'évolution chimique des étoiles et des populations stellaires

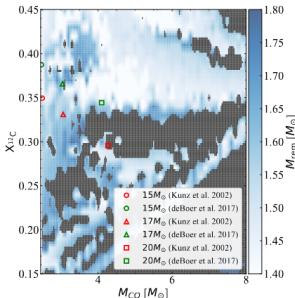
Combiner astérosismologie et physique stellaire pour étudier des processus fondamentaux

Garcia & Ballot 2019



Dumont et al. (2025)

Impact des taux de réactions de fusion du carbone sur la fin de vie des étoiles massives



Moyens physiques et astrophysiques

- Développement de modèles de transport pour l'évolution stellaire
- Exploitation combinée des grands relevés à venir
- Calcul de taux précis de réactions nucléaires dans le régime astrophysique
- Modèles d'évolution stellaire des phases avancées

Stratégie de développement

- Recrutement d'un post-doc puis d'un CR physique nucléaire
- Créer synergie transverse intra et inter-équipes au LUPM
- Renforcement des collaborations et nouvel ancrage au sein de l'IN2P3

→ recrutement CRCN S04 sur cet axe

1. Présentation de l'équipe

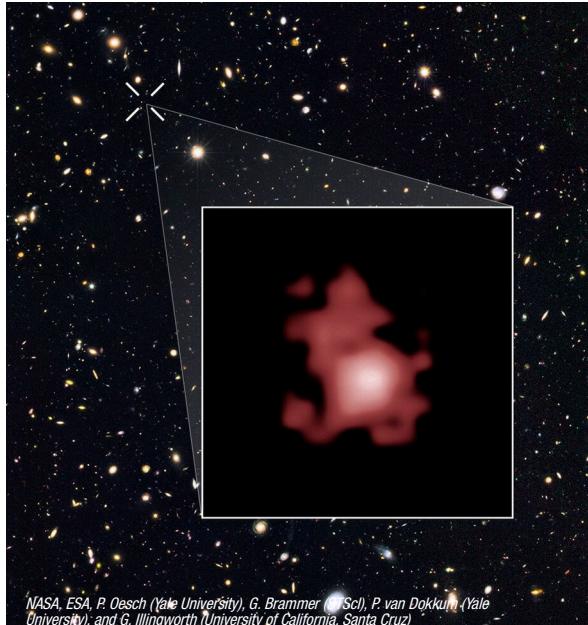
2. Projets

3. Recherches

4. Ouverture sociétale

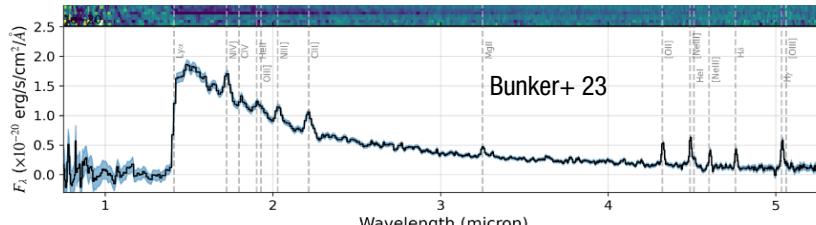
5. Perspectives

Perspectives scientifiques : Étoiles massives dans l'univers proche et lointain



NASA, ESA, P. Oesch (Yale University), G. Brammer (JHU), P. van Dokkum (Yale University), and G. Illingworth (University of California, Santa Cruz)

La galaxie GN-z11, suspectée de contenir la première génération d'étoiles massives



Compréhension des populations stellaires jeunes de l'Univers Local aux premières générations

Moyens astrophysiques:

- modèles d'évolution et d'atmosphères de faible métallicité
- modèles de synthèse de population incluant les étoiles très massives
- analyse spectroscopique de populations intégrées
- préparation aux observations ELT

Stratégie de développement:

- mobilité thématique, formation (personnelle et doctorant.e)
- renforcement de collaborations internationales

→ recrutement CRCN S19 sur cet axe

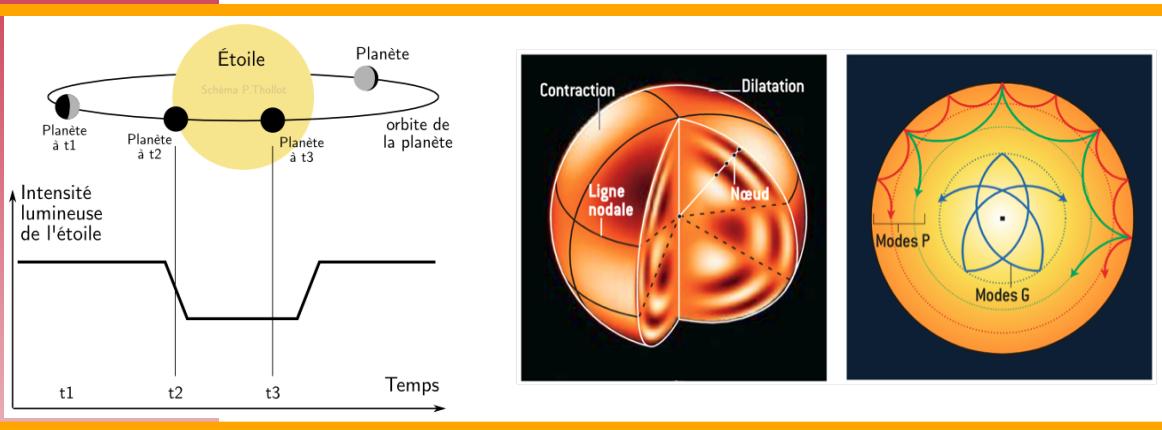
Résumé

- 1. Présentation de l'équipe
- 2. Projets
- 3. Recherches
- 4. Ouverture sociétale
- 5. Perspectives

- ★ Équipe sur thématiques scientifiques INSU
- ★ Dynamisme et attractivité au cours de la période d'évaluation
- ★ Travaux et expertises reconnus aux niveaux nationaux et internationaux
- ★ Consolidation réussie de l'axe évolution stellaire
- ★ Implication dans des projets instrumentaux et des SNO avec les services instru et info
- ★ Forte tension RH prévue d'ici 2031 avec besoin de recrutements pour
 - maintenir des expertises uniques en FR et à l'international
 - renforcer des thématiques fortes scientifiquement mais en sous-effectif
- ★ Proposition de créer un lien concret avec les thématiques de l'IN2P3 (Théorie et Nucléaire)

La mission PLATO de l'ESA

Pour atteindre les objectifs de la mission, il faut combiner plusieurs types de mesures ET caractériser précisément les étoiles-hôtes → originalité de la mission



Paramètres orbitaux
Paramètres stellaires $R_* < 2\%$, $M_* < 5\%$ et âge $< 10\%$
Paramètres planétaires : $R_p < 3\%$, $M_p < 10\%$, âge $< 10\%$

