

# Proposition d'action scientifique pour l'Action Fédératrice Étoile (AFE)

**Titre du projet :** Opacité de Rosseland et accélérations radiatives : Calcul, implémentation, comparaison et validation

**PI :** Franck Delahaye

**Liste des membres :** F. Delahaye (LERMA), G. Alecian (LUTH), M. Deal (LESIA/Pôle Etoile)

**Durée du projet :** 2 ans

**Projet :** Le calcul des accélérations radiatives ( $g_{rad}$ ) et des opacités correspondant à la composition chimique d'une étoile nécessite des données atomiques et d'opacités précises et exhaustives. Il existe à l'heure actuelle plusieurs tables d'opacité disponibles ainsi que plusieurs méthodes permettant de calculer des accélérations radiatives .

Le projet vise dans un premier temps à l'amélioration du temps de calcul des routines de détermination de l'opacité de Rosseland pour un mélange donné à partir des opacités monochromatiques.

Notre point de départ sera les données et routines proposés dans le package OPCD v3.3 du project The Opacity Project (OP). Il s'agit du seul package du genre, librement disponible à la communauté scientifique. Il permet une implémentation simple dans les codes d'évolution stellaire de routines de calculs détaillés d'opacités. Cette diminution du temps de calcul est cruciale pour les modèles, notamment lorsqu'ils prennent en compte les  $g_{rad}$ . L'optimisation du temps est motivé entre autres par le besoin de calculer de nombreuses grilles de modèles pour la mission spatiale PLATO (PLANetary Transits and Oscillations of stars). Ces modèles doivent prendre en compte les  $g_{rad}$  et les opacités détaillées à chaque pas de temps et chaque couche des modèles, sachant que la composition chimique dans ces couches change par diffusion au cours de l'évolution.

Dans un deuxième temps nous souhaitons évaluer les différentes données et méthodes utilisées pour la détermination des opacités et accélération radiatives. L'étude des prédictions d'observables provenant de différents modèles stellaires permettra de déterminer l'impact des incertitudes liées aux données et de les distinguer des incertitudes de méthodes. Pour les opacités les données OPAL, OP2005 et les nouveaux calculs OP seront évaluées. Pour les accélérations radiatives, nous avons à notre disposition la méthode SVP développée par Georges Alecian et Francis LeBlanc (univ. Moncton-NB, Canada), le calcul à partir des données OP (Franck Delahaye) et à partir des données OPAL. Les codes utilisés pour les comparaisons sont CESTAM, développé à Meudon qui inclue la méthode SVP et les tables d'opacités OP monochromatiques, le code TGEC (SVP+OP) et le code d'évolution de Montréal/Montpellier (données OPAL). Ces trois codes sont utilisés par Morgan Deal qui participe aussi à leur développement. Il y aura aussi le code YREC qui inclura les opacités et accélérations radiatives OP et dont l'implémentation est prévue au début du projet. Le code MESA sera inclus à ces comparaisons de méthodes/données.

La collaboration LESIA (MD) - LUTH (AG) - LERMA (FD) permettra de réunir toutes les compétences indispensables au calcul de modèles stellaires avec diffusion microscopique pour des applications en astérosismologie et bien au delà.

**Les routines optimisée seront libres d'accès pour la communauté.**

**Budget :**

- Collaboration/meeting F. Delahaye (ou post-doc) - M.Pinsonneault - G. Somers (YREC) :
  - Transport FD to USA : 1300 euros
- M. Deal - F. Delahaye (ou post-Doc) at Summer school MESA :
  - Transport + (inscription + logement) : 1400+650 euros (x2)
- Collaboration/meeting G. Alecian - Francis Leblanc :
  - Transport AG vers Moncton (NB, Canada) : 1000 euros

Total année I : 6400 euros