

# CINEMATIQUE ET DYNAMIQUE GALACTIQUES OBSERVATIONS RAVE ET PREPARATION à GAIA

16 février 2010 : sujet de thèse proposé par O. Bienaymé,  
Astronome à l'Observatoire de Strasbourg (olivier.bienayme@unistra.fr)  
Sous condition d'obtention d'une bourse de thèse attribuée par l'Ecole Doctorale

## 1. CONTEXTE

Le satellite Gaia permettra d'observer et de mesurer avec précision pour des millions d'étoiles, les positions, vitesses radiales et transverses, distances, métallicités et photométries. L'analyse de ces observations contribuera à des avancées majeures dans de nombreux domaines fondamentaux de l'astrophysique. Par ailleurs les projets RAVE et SEGUE ont déjà permis de mesurer plusieurs centaines de milliers de vitesses radiales d'étoiles, permettant ainsi de développer de nouvelles méthodes d'analyse apportant un nouvel éclairage sur la structure galactique et sur sa formation.

Le travail de la thèse consistera à développer deux nouvelles méthodes pour mieux définir les populations stellaires cinématiques et pour construire de nouveaux diagnostics quantitatifs. Ces outils seront utilisés pour l'analyse des observations existantes et pourront servir pour celle des observations Gaia.

## 2. CINÉMATIQUE

Pour comprendre l'histoire et l'évolution de la Galaxie, il est nécessaire d'identifier le plus clairement possible la notion de population stellaire, groupe homogène d'étoiles pour au moins un des paramètres suivants : âge, métallicité, abondance chimique et rapport d'abondance, distribution spatiale ou cinématique. Pour les distributions spatiales ou cinématiques, il n'est possible de définir qu'une appartenance statistique de chaque étoile à telle ou telle population comme le disque mince ou le disque épais par exemple ; dans cet exemple ces distributions ont en effet un fort recouvrement spatial et cinématique ; la séparation des populations est obtenue habituellement en construisant un modèle de synthèse incluant plusieurs populations et le modèle doit reproduire au mieux les observables.

A l'opposé, plutôt que de comparer directement les distributions vitesses/positions observées et modélisées, nous proposons dans le cadre de la thèse de mesurer les quantités qui différencient le plus les modèles de formation galactique. Une transformation inverse (en pratique du type TF de Laplace) permet d'identifier l'ensemble des

composantes gaussiennes sous-jacentes et de détecter par exemple s'il y a continuité entre le disque mince et le disque épais, ou bien au contraire une réelle discontinuité. L'analyse du contenu de simulations numériques N-corps et leur comparaison au relevé Rave ou SEGUE permettra de mieux identifier les scénarios de formation galactique : accréation de galaxies naines, chauffage cinématique du disque ...

### 3. DYNAMIQUE

Le potentiel actuel de la Galaxie est quasi-stationnaire (dans le référentiel tournant de sa barre centrale) et le mouvement de chacune des étoiles peut y être représenté par trois intégrales du mouvement (en dehors de quelques régions chaotiques proches de la barre). Réussir à décrire ces intégrales et à les calculer est un enjeu majeur pour comprendre la dynamique gravitationnelle de la Galaxie, pour mesurer son potentiel et comprendre les mécanismes de résonances. Connaître les intégrales est aussi nécessaire pour analyser correctement la cinématique stellaire et différencier les populations. De nombreux développements théoriques existent, cependant l'arrivée de très nombreuses observations de vitesses radiales stellaires (bientôt avec Gaia des 3 composantes des vitesses) pose le problème dans des termes nouveaux si on veut réussir une analyse directe des observations. Nous proposons une nouvelle méthode (basée sur une série d'outils classiques). Très schématiquement la méthode proposée consiste à représenter les intégrales par des développements en série bien choisis, à déterminer les histogrammes des intégrales, puis à ajuster les paramètres des développements en série en maximisant le 'contraste' ou le 'piqué' des histogrammes des intégrales du mouvement. Cette méthode sera appliquée au problème 1D du potentiel vertical galactique dans le voisinage solaire en utilisant les observations Rave. Elle sera développée à 2D et à 3D et testée sur des simulations numériques pour déterminer avec quelle précision le potentiel galactique peut être mesuré. Enfin en appliquant la méthode aux observations existantes, les intégrales du mouvement seront utilisées comme indicateur cinématique pour différencier les populations stellaires, retrouver des courants stellaires ou des restes d'accrétions de galaxies naines ou des queues de marée d'amas évaporés.

### 4. BIBLIOGRAPHIE

Wilson, M. ; Helmi, A. et al. 2010 , 2010arXiv1009.2052  
Testing formation mechanisms of the Milky Way's thick disc with RAVE

Binney, J. ; Tremaine, S. Galactic Dynamics