

Projet de thèse :

Couplage gaz-étoiles dans les galaxies actives

Il est admis aujourd'hui que la plupart des galaxies de l'Univers proche contiennent en leur centre un trou noir supermassif de quelques millions à quelques milliards de masses solaires [1],[2]. Par contre les modes de formation et l'évolution de ces objets sont encore mal connus. Après qu'un trou noir se soit formé, il lui est possible d'accréter de la masse de provenance diverses : du gaz ayant perdu son moment angulaire, de la matière stellaire provenant d'étoiles en orbite radiale, etc... A terme, cette accréation peut donner lieu à une activité nucléaire, qui s'illustre par le rayonnement d'une énorme quantité d'énergie et l'éjection de matière sous forme de vents ou de jets. Les facteurs conduisant au déclenchement de l'activité dans une galaxie et déterminant sa durée et son arrêt font l'objet d'un débat actif, entre autres dans le cas des galaxies actives proches et peu lumineuses comme les galaxies de Seyfert. Ces galaxies représentent environ 10 à 20% des galaxies proches, et elles détiennent certainement des clés importantes pour comprendre les processus mis en jeu dans les noyaux actifs de galaxie (AGN). En particulier, leur proximité permet une étude détaillée, spatialement résolue, des régions s'étendant de quelques dizaines de parsecs à un kilo-parsec du noyau, qui jouent un rôle fondamental dans de nombreux scénarios essayant d'expliquer le transfert du gaz des régions externes vers les régions internes des galaxies. Plusieurs études précédentes en imagerie (optique ou infr-rouge) n'ont pas réussi à différencier les galaxies de Seyfert des galaxies non actives sur des échelles spatiales de l'ordre des échelles d'interactions entre galaxies ou de celles des barres galactiques [3], [4], [5]. Une étude cinématique de ces galaxies peut avoir plus de succès en révélant les signatures de perturbations ayant eu lieu dans le passé (interaction faible avec un compagnon, effet de marée...) et de révéler des mécanismes de remplissage du gaz dans le kilo-parsec central (transport du gaz après des chocs...) [6],[7],[8].

De telles études, autant observationnelles que numériques, du kilo-parsec central des galaxies se heurtent à plusieurs difficultés :

- la nécessité de prendre en compte à la fois les composantes gaz et étoiles,
- la nécessité d'avoir accès non seulement aux informations morphologiques (imagerie) mais aussi aux informations dynamiques (spectroscopie) sur les étoiles et le gaz,
- la complexité des régions qui limite la portée des observations classiques en spectroscopie longue fente,
- la coexistence dans certains objets des phénomènes d'éjection (vents, jets...) avec les phénomènes d'accréation dont la signature est recherchée.

Le groupe au CRAL Observatoire de Lyon qui m'accueille en thèse possède une combinaison unique d'expertises : en dynamique stellaire, en dynamique du gaz dans le kilo-parsec central des galaxies actives, en modélisation de la dynamique du gaz et des étoiles et enfin dans l'observation de galaxies à l'aide des techniques de

spectrographie intégrale de champs bien adaptées à ces environnements complexes (obtention de spectres sur un champ 2D). Ainsi, un programme d'observations spectroscopie 3D avec l'instrument SAURON, monté au télescope WHT a été initié pour étudier le kilo-parsec central des galaxies de Seyfert. Le principal objectif de ce projet SAURON/Seyfert est d'étudier la morphologie, la dynamique et le couplage du gaz et des étoiles dans le kilo-parsec central d'un échantillon regroupant des galaxies actives et des galaxies non actives de contrôle (environ 50 galaxies au total). Les deux objectifs scientifiques principaux de ce projet est de savoir si les galaxies actives et non actives diffèrent à des échelles de 100 à 1000 parsecs et de rechercher les signatures des différents mécanismes d'accrétion du gaz, afin à terme, d'identifier ou éliminer des mécanismes proposés.

En parallèle de ce programme d'observation optique, l'ensemble des galaxies de l'échantillon a été (ou va être) observé par Carole G. Mundell (U John Moores, Liverpool) en HI avec le VLA. Ces observations radio vont nous donner accès à la morphologie et à la dynamique du gaz dans les régions extérieures au noyau actif (distances typiquement supérieures au kilo-parsec. Une grande partie de du travail de thèse s'effectuera à l'Astrophysics Research Institute (ARI), à Liverpool, sous la direction de Carole G. Mundell. Des techniques efficaces de calibrations et d'analyses de données optiques sont en place au CRAL, par contre il n'y a aucune expérience sur les données radio. Mon travail au ARI concerne l'étude de ces données radio obtenues avec le VLA : calibration, analyse, obtention de la cinématique dans les régions externes. Les méthodes de calibration des données radio sont très différentes de celles des données optiques. je vais donc apprendre de nouvelles méthodes pour calibrer et analyser ces données. Cette étude nous permettra d'obtenir la morphologie et la cinématique du gaz neutre HI dans les régions externes des galaxies observées. Ce gaz est très sensible aux interactions externes entre galaxies (interaction de marées, rencontre avec un compagnon...) et il nous permet de connaître avec précision le potentiel gravitationnel à grande échelle (et de déterminer par exemple les déviations par rapport à un potentiel axisymétrique...).

Finalement, la corrélation des données radios (dynamiques des régions externes) et des données optiques (dynamique des régions internes des galaxies) permettra d'obtenir la dynamique du disque entier des galaxies, et ainsi de contraindre le potentiel gravitationnel total de chaque galaxie. Nous pourrions alors comparer les structures du disque HI et du disque optique de chaque galaxie, rechercher les corrélations entre les propriétés du disque HI et la présence du l'AGN... et tenter de répondre à la question : les galaxies de Seyfert diffèrent-elles ou non des galaxies non actives sur des échelles inférieures au kilo-parsec ?

Références

- [1] Gebhardt et al. 2000, ApJ, 543, L5
- [2] Merrit & Ferrarese 2001, ApJ, 547, 140
- [3] Mulchaey & Regan, 1997, ApJ, 482, L135

- [4] Fuentes-Williams & Stocke, 1988, AJ, 96, 1235
- [5] Martini et al. 2003, ApJ 589, 774
- [6] Mundell & Shone, 1999, MNRAS, 304, 475
- [7] Emsellem, Goudfrooij, Ferruit, 2003, MNRAS, 345, 1297
- [8] Ferruit et al. 2004, MNRAS, 342, 1180