

## Titre/Title : **Couplage accrétion-éjection dans les microquasars.**

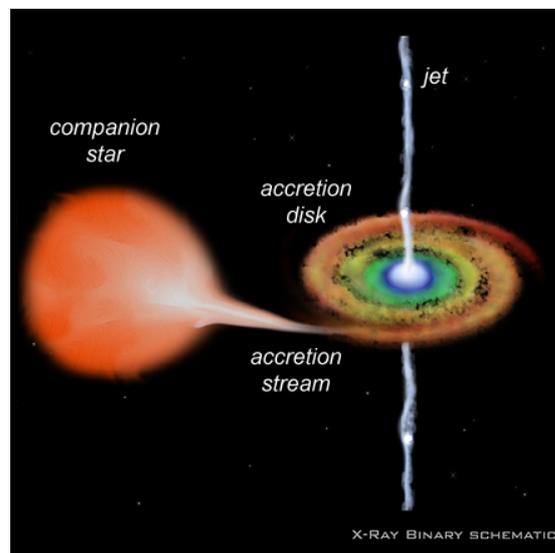
### Directeurs :

Stéphane Corbel (Professeur à l'Université Paris Diderot, AIM-UMR 7158 / AIM - Laboratoire d'études des phénomènes cosmiques et haute énergie)

### DESCRIPTION ET PROBLEMATIQUE

Les systèmes binaires X à jet (nommés microquasars) représentent d'excellents laboratoires pour tester les phénomènes physiques dans des environnements extrêmes. Ils sont composés d'une étoile compagne «normale» et d'un astre compact pouvant être un trou noir ou une étoile à neutrons. Les travaux que nous avons réalisés ces dernières années nous ont permis de démontrer que les jets relativistes emportent une fraction considérable de l'énergie d'accrétion. Ce résultat a été rendu possible par la découverte de l'émission large bande (bien au delà du domaine radio) des jets. La compréhension finale de la physique de ces objets passe donc nécessairement par une approche multi-longueurs d'onde, et implique donc une grande diversité de travaux à réaliser.

L'accrétion est la source d'énergie la plus efficace dans l'Univers et se retrouve à la base de multiples phénomènes physiques, allant de la formation des étoiles aux noyaux actifs de galaxie. De part leurs variabilités extrêmes sur des échelles de temps humainement accessibles (seconde à jours), les microquasars permettent une étude dynamique des couplages accrétion/éjection. Au vu de l'universalité de ces phénomènes, comprendre l'accrétion-éjection au sein des microquasars permettra, par extension, de comprendre un large panel d'objets célestes.



**Figure 1 :** « Vue d'artiste d'un microquasar mettant en évidence les différentes composantes d'émission. La matière aspirée par l'objet compact s'enroule en un disque d'accrétion et se retrouve éjectée par l'intermédiaire des jets relativistes.»

Le but de cette thèse est donc d'étudier les activités de trous noirs binaires récemment découverts

dans notre Galaxie. Notre groupe a été aux avant-plans de campagnes d'observations multi-longueurs d'onde (notamment radio, X et gamma), et l'objectif principal de la thèse sera donc d'étudier les connexions possibles existant entre ces différents domaines (et donc les processus physiques associés). Notamment nous nous focaliserons sur les corrélations éventuelles entre les propriétés des jets relativistes (puissance des jets) avec celles du flot d'accrétion interne (émission thermique et non thermique, variabilité temporelle et oscillations quasi-périodiques) et la modélisation de ces objets.

#### DESCRIPTION GROUPE/LABO/ENCADREMENT

Le travail se déroulera dans le laboratoire d'étude des phénomènes cosmiques de haute énergie du service d'astrophysique, avec éventuellement une collaboration avec les laboratoires IPAG et IRAP de Grenoble et Toulouse. La direction sera assurée par S. Corbel avec une collaboration très poussée avec J. Rodriguez. Ces deux personnes sont spécialistes des binaires X à trous noirs et chacun apportera un aspect original au programme. S. Corbel est radioastronome et est très actif dans la promotion de la radioastronomie en France. Il appartient aussi à la collaboration Fermi, satellite d'observation en rayons gamma de très haute énergie ( $> \text{GeV}$ ). J. Rodriguez est spécialiste des observations en rayons X mou et gamma mou, et membre de la collaboration INTEGRAL. Des collaborations avec l'Université de Berkeley (J. Tomsick), l'Université de Curtin (Australie), l'Université d'Oxford (R. Fender) et l'Université d'Amsterdam (S. Markoff) sont actuellement en place.

#### TRAVAIL PROPOSE

Le travail de thèse consistera précisément à la caractérisation d'un ensemble de trous noirs accrétants à partir de:

1. L'analyse spectral et temporelle en X (RXTE, Swift, Integral, Nustar) des propriétés du flot d'accrétion,
2. Une étude des données radio (ATCA, VLA) disponibles simultanément afin de contraindre les caractéristiques des jets relativistes,
3. Une modélisation multi-longueurs d'onde en  $\gamma$  ajoutant des données millimétriques (ALMA), optique, infrarouge et gamma (Fermi), lorsque disponibles
4. Une confrontation avec les modèles théoriques disponibles.

#### FORMATION ET COMPETENCES REQUISES

Un master 2 en astrophysique, plus un goût prononcé pour l'observation et la réduction des données. Quelques connaissances en astrophysique des hautes énergies et/ou radioastronomie.

#### COMPETENCES ACQUISES

- Formation à la recherche en astrophysique ;
- Analyse de données et esprit critique ;
- Techniques de mesure de rayonnement de sources astrophysique dans diverses longueurs d'onde ;
- Observations dans les domaines radio et X ;
- Toutes compétences associées à un travail de recherche : autonomie, synthèse des résultats, écriture de rapport, et présentations orales ;
- Travail en équipe dans un environnement international. Gestion et conduite de projet ;
- Eventuellement, missions d'enseignement.

## COLLABORATIONS/PARTENARIATS

Des collaborations avec l'Université de Berkeley (J. Tomsick), l'Université de Curtin (Australie), l'Université d'Oxford (R. Fender) et l'Université d'Amsterdam (S. Markoff) sont actuellement en place. De plus, il est probable qu'une interaction forte soit mise en place avec les précurseurs SKA ASKAP et MeerKAT.

Collaboration possible avec les nœuds de l'ANR Chaos: Observatoire de Grenoble et IRAP/Toulouse

## CONTACTS

**Stéphane Corbel** [stephane.corbel@cea.fr](mailto:stephane.corbel@cea.fr)

Tel : 01 69 08 45 62