

Études multi-longueurs d'onde des microquasars

Les microquasars sont des binaires X où un trou noir, qui accrete la matière de son étoile compagnon par le truchement d'un disque d'accrétion, suscite l'éjection de jets de matière à des vitesses proches de celle de la lumière. Découverts à la suite d'une campagne multi-longueurs d'onde conduite de 1991 à 1992 coté rayons gamma, par l'équipe SIGMA du SAp et côté rayonnement radio, au Very Large Array, par Félix Mirabel, les microquasars sont analogues morphologiquement aux quasars, mais sur des échelles de longueur et de masse considérablement inférieures (voir [Figure 6](#)). Les progrès scientifiques qui s'ensuivent (Mirabel & Rodriguez, 1999) tiennent surtout à une série de campagnes multi-longueurs d'onde auxquelles le SAp fut étroitement associé, les plus fructueuses d'entre elles concernant GRS 1915+105, le premier microquasar connu pour manifester des éjections à des vitesses apparemment superluminiques. Félix Mirabel et ses collaborateurs ont ainsi mis en évidence pour la première fois le lien entre phénomènes d'accrétion et d'éjection de matière se produisant dans GRS 1915+105 au voisinage même de l'astre compact. Dans une première étape, ils ont observé l'expansion de nuages de plasma relativistes après leur éjection, détectée sous la forme de rayonnement synchrotron tout d'abord en infrarouge puis en radio. Dans une deuxième étape, les observations menées à la fois dans les rayons X, l'infrarouge et la radio ont montré la connexion entre le vidage de la partie interne du disque d'accrétion et l'éjection de nuages de plasma relativistes ([Figure 7](#)). Ces observations montrent à l'envi que les analogies morphologiques entre quasars et microquasars sont sous-tendues par les mêmes phénomènes dynamiques et physiques (Mirabel et al. 1998). Les physiciens du SAp ont également participé à de nombreuses campagnes multi-longueurs d'onde pour le suivi d'autres microquasars et pour la découverte de nouveaux spécimens.

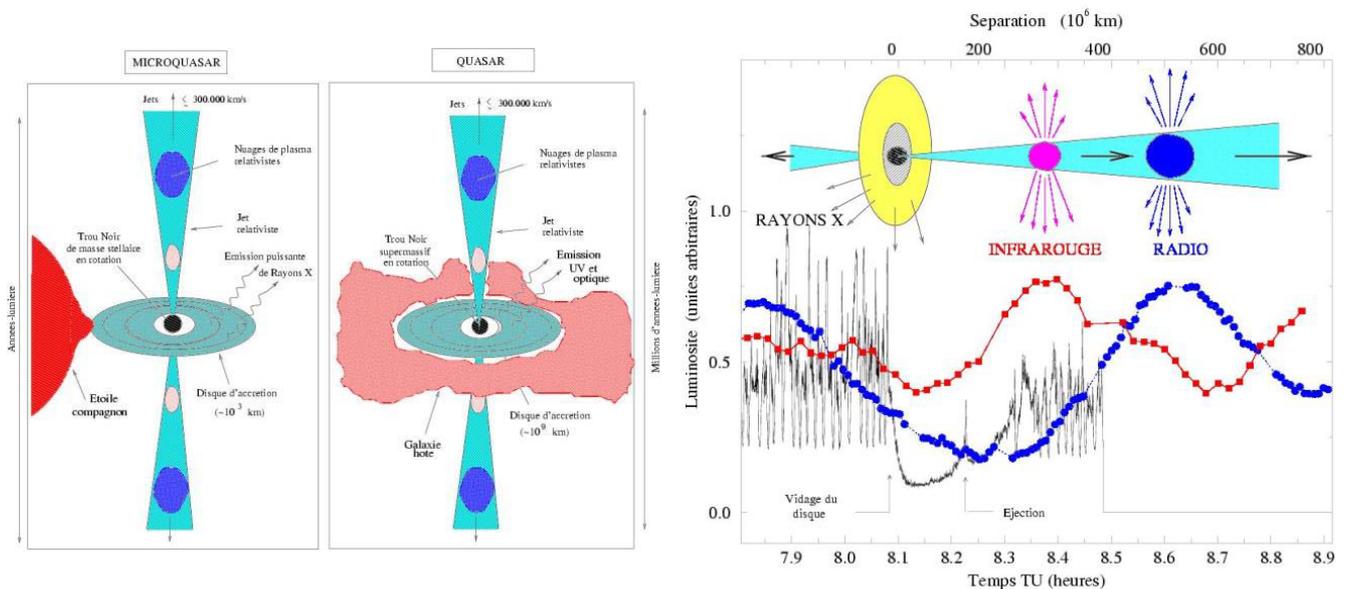


Figure 6: Représentation schématique d'un microquasar, la réplique miniature à l'échelle stellaire d'un quasar. Figure 7: Observation multi-longueurs d'onde d'une séquence typique d'éjection de plasma relativiste par le microquasar GRS 1915+105.

À noter dans ce registre les observations du champ de GRS 1758-258 menées à l'Observatoire Européen Austral en un premier temps avec le télescope de 2,2 m puis ensuite avec le New Technology Telescope (voir [Figure 8](#)) dans le but de rechercher la contrepartie de ce microquasar tant dans le domaine visible que dans le proche infrarouge (Martí et al. 1998b). À signaler également la

découverte de la contrepartie radio de la binaire X massive LS 5039 (Martí et al. 1998c) dont la nature microquasar a été récemment démontrée.

En dépit de ces remarquables avancées, de nombreuses questions restent en suspens. En particulier, d'où vient l'énergie nécessaire pour accélérer de la matière à de telles vitesses ? Comment de plus expliquer le comportement du disque qui présente dans de nombreux cas des oscillations quasi-périodiques ? Répondre à ces questions passe par une modélisation théorique (voir plus bas) couplée à des études de l'évolution temporelle de l'émission des microquasars. C'est ainsi que Jérôme Rodriguez s'est attaché à corréler la taille du disque à la fréquence des oscillations quasi-périodiques dans le cas de GRS 1915+105 et GRO J1655-40, deux microquasars où les résultats d'observation confirmant les prédictions théoriques (Rodriguez et al. 2000). En savoir plus sur les processus à l'oeuvre dans les microquasars passe aussi par des observations comme celle menées par Yael Fuchs dans l'infrarouge avec la caméra ISOCAM sur le satellite ISO du lobe ouest de W 50, la nébuleuse entourant SS 433 (Fuchs et al. 2000). SS 433 est une binaire X à étoile à neutrons qui, à l'instar des microquasars, est source de jets, certes plus faiblement relativistes.

La cartographie à 15 microns de la partie occidentale de W 50 révèle plusieurs sites probables d'interaction des jets avec cette nébuleuse ; mais quelle est la nature de l'émission observée ? Serait-elle par exemple de nature synchrotron, comme dans le domaine radio ? On justifierait alors un mécanisme de ré-accélération des électrons extrêmement efficace pour émettre jusque dans l'infrarouge et donc une nouvelle facette de l'analogie entre quasar et microquasar, ce dernier processus ayant déjà été observé dans les radio-galaxies.

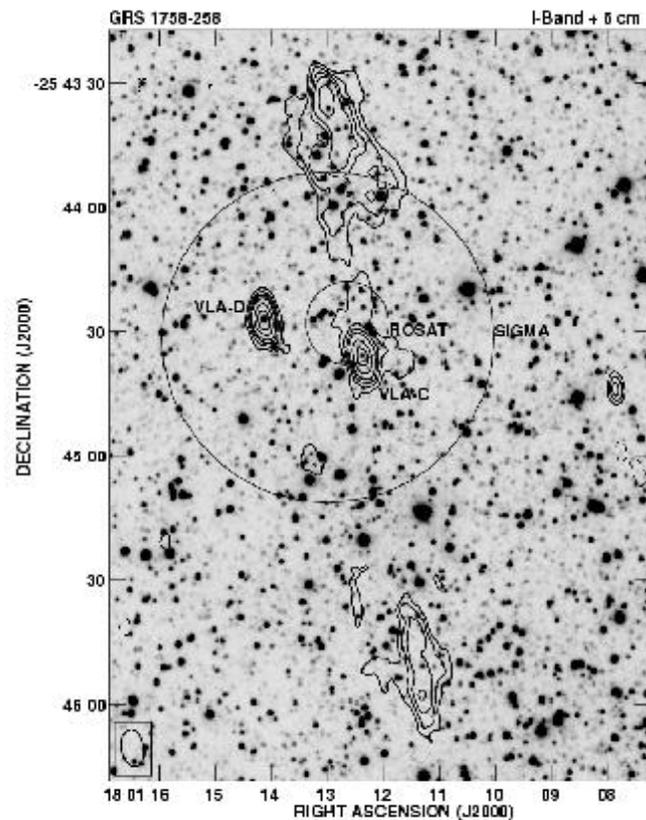


Figure 8. Image du champ du microquasar GRS 1758-258 enregistrée à la longueur d'onde de $0,9 \mu\text{m}$ avec la caméra SOFI du NTT. Les contours dénotent l'intensité de l'émission radio à 6 cm enregistrée avec le VLA. Les cercles d'erreur SIGMA et ROSAT sont indiqués.