

Nouveaux regards sur le cœur des AGN grâce au VLBI et à Gaia

Etudes publiées dans Astronomy and Astrophysics : Liu N, Lambert S, Charlot P, Zhu Z, Liu JC, Jian N, Wan XS, Ding CY 2021, Comparison of multifrequency positions of extragalactic sources from global geodetic VLBI monitoring program and Gaia EDR3, Astronomy and Astrophysics, 652, 87 et Lambert S, Niu L, Arias EF, Barache C, Souchay J, Taris F, Liu JC, Zhu Z 2021, Parsec-scale alignments of radio-optical offsets with jets in AGNs from multifrequency geodetic VLBI, Gaia EDR3 and the MOJAVE program, Astronomy and Astrophysics, 651, 64.

Les positions données par l'astrométrie absolue (e.g. l'ICRF3 et Gaia) sont actuellement disponibles à 4 fréquences (8, 22, 32 GHz et optique) pour un échantillon de quelques centaines de radiosources extragalactiques grâce aux travaux conjugués du consortium Gaia et du groupe de travail de l'ICRF3 et dans lesquels le SYRTE contribue activement. Rappelons que ce sont ces objets célestes, autrement appelés AGN ou quasars, abritant des trous noirs supermassifs et situés jusqu'à des milliards d'années-lumière, qui forment le repère de référence céleste. Ils sont donc d'un intérêt astrophysique certain et d'un intérêt géodésique avéré.

Les précisions des positions optiques de la dernière version de Gaia (EDR3) sont comparables à celles à 8 GHz (erreur médiane de 0,2 mas sur les sources communes). Les centroïdes optiques et radios ne coïncident toutefois pas exactement et il faut se poser la question du pourquoi. Dans une étude avec Niu Liu (qui a fait une année collaborative au SYRTE pendant sa thèse à l'université de Nankin et actuellement en postdoc à Nankin), nous avons montré que les positions sont tributaires d'erreurs systématiques, surtout en VLBI et plus particulièrement en bandes K et Ka (22 et 32 GHz). Ces erreurs systématiques sont causées par l'asymétrie nord-sud du réseau VLBI et, dans le cas de la bande Ka, un réseau trop faible. Dans une étude plus récente, nous avons recherché des causes intrinsèques aux sources en comparant les écarts radio-radio et radio-optiques avec les structures radio données par le VLBA dans le cadre du projet américain MOJAVE. Cette étude a permis de dresser un premier tableau général que voici :

- Les centroïdes radios X, K et Ka sont proches les uns des autres (< 0.1 mas) et rangés en ordre de fréquences croissantes vers l'intérieur du jet, i.e. vers le trou noir central, et de façon cohérente avec un effet d'opacité dépendant de la fréquence ;
- Les centroïdes optiques sont « dans le jet » en général vers l'extérieur et significativement éloignés des centroïdes radios (> 0.1 mas jusqu'à plusieurs mas) ;
- Il arrive que ces centroïdes optiques coïncident avec une composante radio dans le jet. Cette composante, souvent stationnaire, peut posséder un degré élevé de polarisation linéaire en radio, témoignant d'un champ magnétique bien organisé typique d'une émission synchrotron. Un degré de polarisation optique élevé a aussi été enregistré pour ces cas par Yuri Kovalev et ses collègues dans une étude indépendante ;
- Par ailleurs, lorsque le centroïde Gaia est à l'intérieur du jet vis-à-vis du radio, on a plutôt une polarisation optique faible appelant à penser qu'on voit la signature du tore d'accrétion.

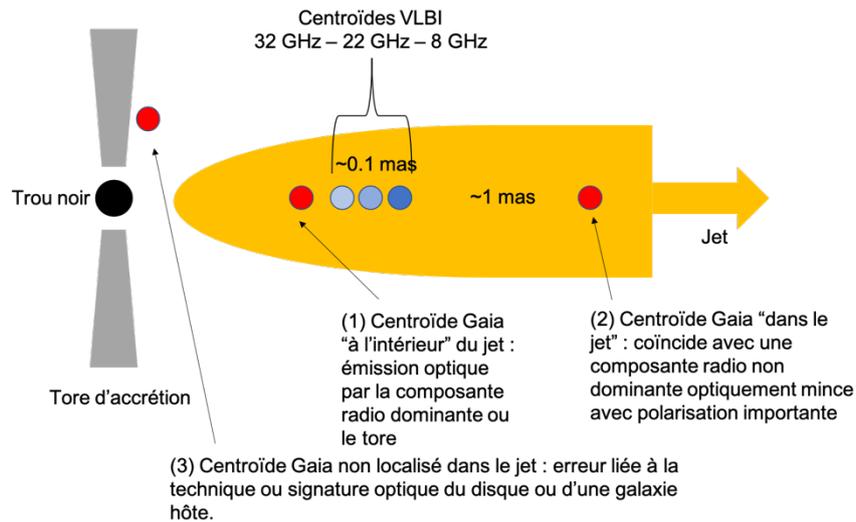


Figure 1. Schéma général d'une radiosource extragalactique.

Quelles conséquences pour des repères de référence célestes qui seront, désormais, multi-longueurs d'onde ? Si optique et radio sont émis par la même composante et que celle-ci correspond au noyau, près de la base du jet, sans mouvement propre, le lien est aisé. S'ils sont émis par deux composantes différentes mais toutes deux accessibles en radio, on aura un lien long mais accessible par deux techniques, moyennant une carte de structure comme celles proposées par MOJAVE. Dans les deux cas, les liens sont quantifiables source par source grâce à des observations de structure et de polarisation radio et optique. C'est ce qu'il faut encourager dans les programmes d'observations comme MOJAVE ou le projet FRAMEx de l'USNO.

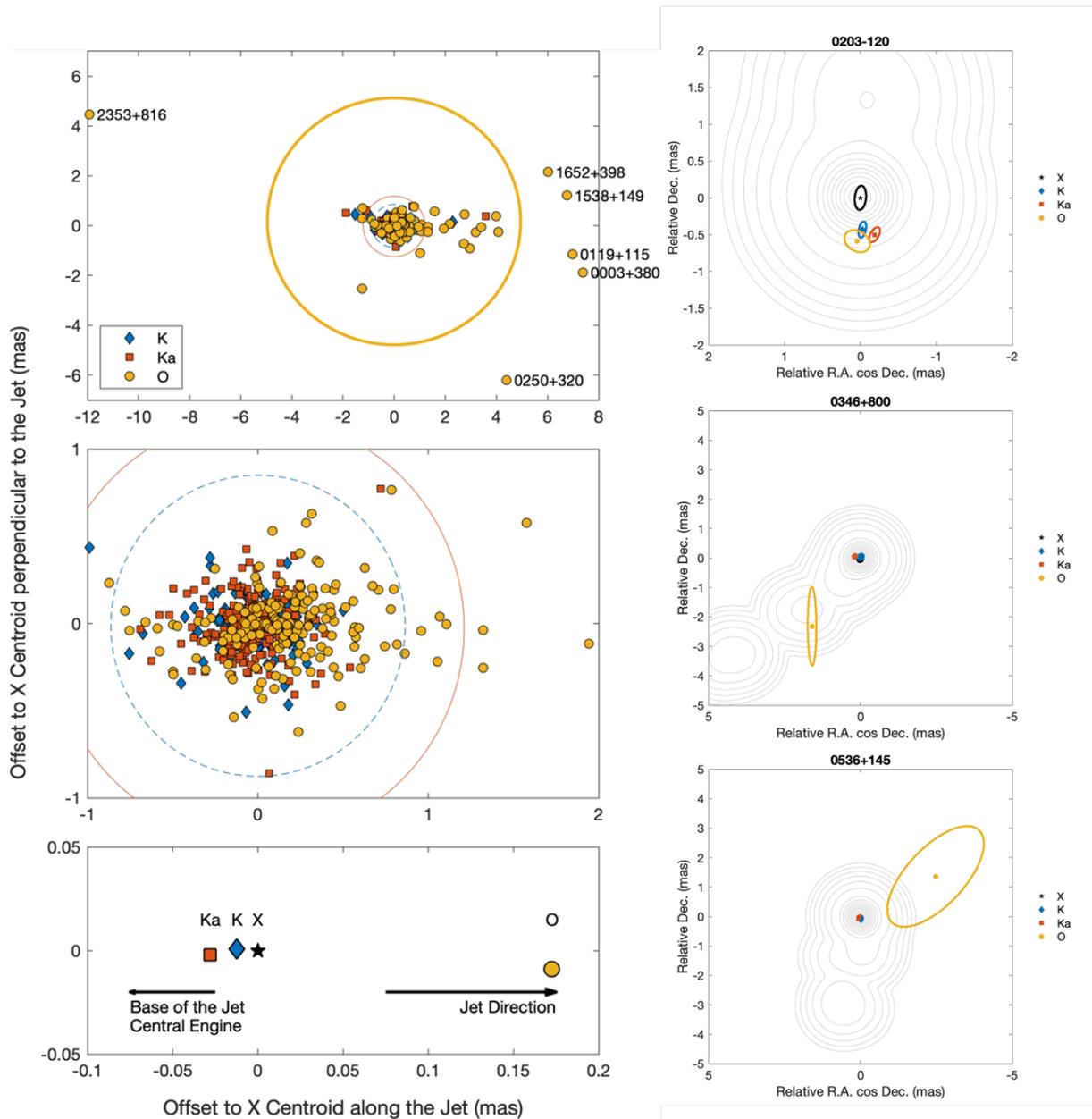


Figure 2. A gauche, la position des centroïdes optiques et radio par rapport au centroïde en bande X et projetée le long ou perpendiculairement à la direction du jet radio (en bas, les lieux médians pour chaque longueur d'onde). A droite, trois exemples de configurations observées dont une avec coïncidence entre Gaia et une composante MOJAVE dans le jet. 0203-120 correspond à la configuration (1) dans la figure 1 et 0346+800 au cas (2). 0536+145 pourrait être un cas (3).