

Observations polarimétriques et simulations de tore de poussière dans les noyaux actifs de galaxie

Lucas Grosset, Daniel Rouan, Damien Gratadour, Frédéric Marin, René Goosmann, Didier Pelat, Jan Orkisz, Yann Clénet, Anthony Boccaletti
 Contact : lucas.grosset@obspm.fr

I Contexte

Grâce aux progrès de l'instrumentation, les noyaux actifs de galaxie (NAG) dévoilent petit à petit des indices sur leur structure interne, jusqu'alors inaccessible. Le modèle unifié des NAG, détaillé par Antonucci (1993) stipule en particulier qu'un tore de poussière entourerait la source centrale, la masquant des observateurs qui observeraient le NAG par la tranche. Celui-ci est représenté en marron sur l'image ci-contre. Sa profondeur optique, sa température relativement froide et sa faible extension, autour de 10 à 100 pc, en font un objet dont la détection est difficile. De plus en plus de signatures de ce tore sont finalement observées, particulièrement en infrarouge moyen comme Raban et al. (2009), à l'aide d'interférométrie, et en radio avec le développement d'ALMA et la détection d'un disque moléculaire d'une dizaine de parsecs par García-Burillo et al. (2016). Nous avons pu depuis fin 2015 profiter des capacités très haut contraste de SPHERE pour obtenir des images polarimétriques de NGC 1068, l'une des galaxies de Seyfert de type 2 les plus proches (14 Mpc) et la plus étudiée. Nous analysons ces données à l'aide des codes de transfert radiatif MontAGN et STOKES.

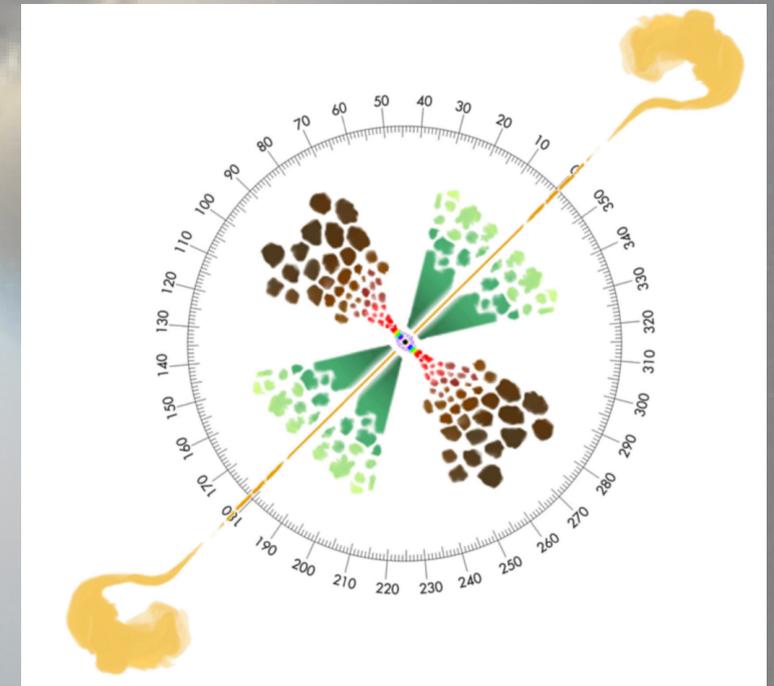
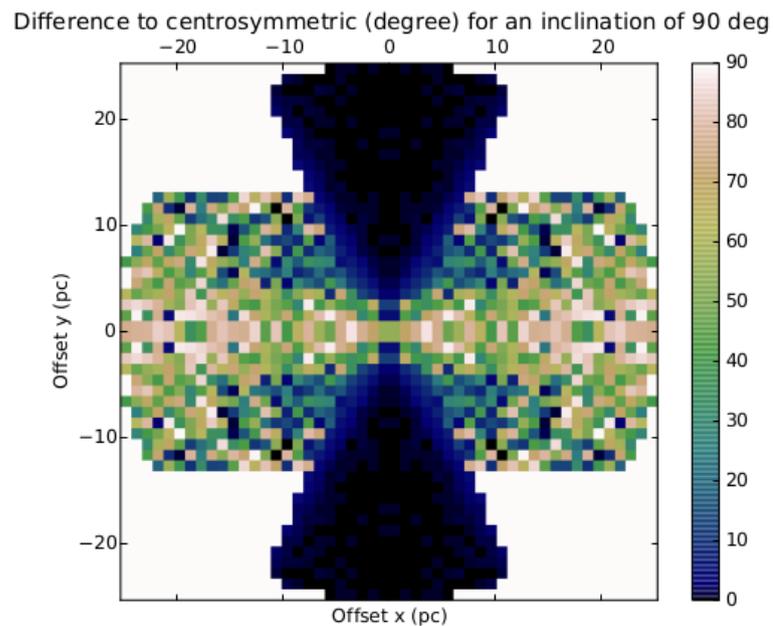


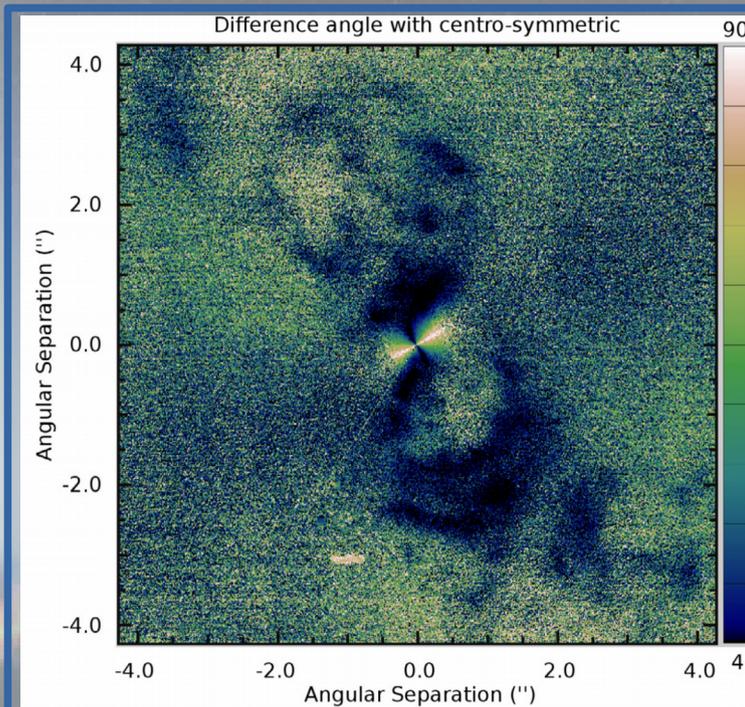
Schéma représentant le modèle unifié des NAG postulé par Antonucci & Miller (1985) – Crédit image et détails : Marin (2016a)

II Observations

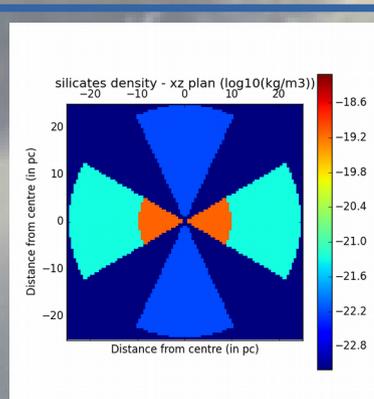
Trois séries d'images polarimétriques à haut contraste de la région centrale de NGC 1068 ont été obtenues entre fin 2014 et début 2017 avec SPHERE en proche infrarouge, bandes larges (voir Gratadour et al. 2015) et étroites (article en préparation) avec IRDIS ainsi qu'en bande R étroite avec ZIMPOL. Des cartes d'angle et de degré de polarisation ont été calculées à partir de ces données.



Carte de différence d'angle de polarisation dans le cœur d'un NAG (échelle de 0 à 90°) en bande H avec une inclinaison de 90°, simulée par MontAGN à partir du modèle ci-contre. Dans cette image, 1 pixel = 1 pc, pour un champ de vue de 50 pc soit environ 0,7'' correspondant à la partie centrale de la carte de SPHERE.



Carte de différence d'angle de polarisation dans le cœur de NGC 1068 (échelle de 4 à 90°) observée en bande H avec SPHERE. Dans cette image, 1 pixel = 0.01225'' = 0.9 pc. Le nord est en haut, l'est à gauche, pour un champ de vue de 8'' soit environ 600 pc (Gratadour et al. 2015).



Coupe verticale des densités (exprimées dans le cas de grains de silicates) correspondant en profondeur optique au modèle utilisé.

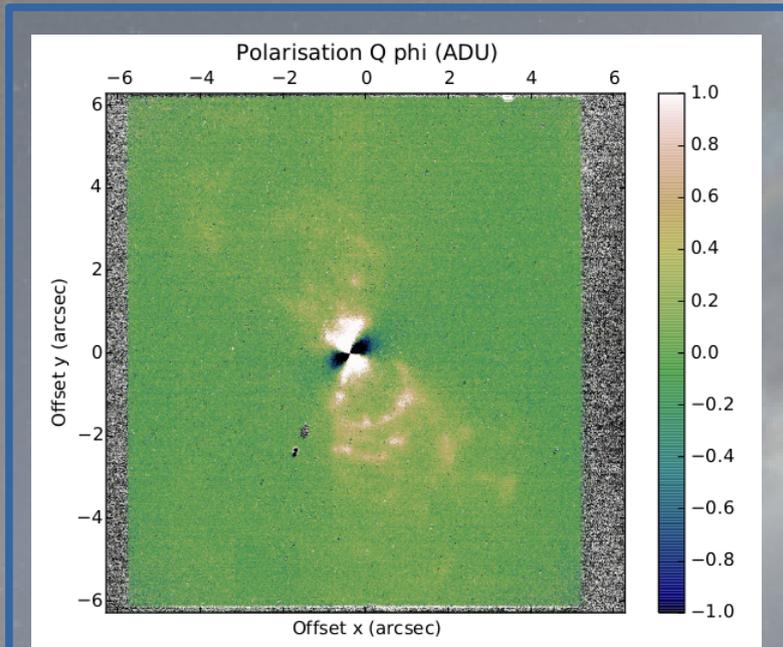
III Simulations

Nous avons interprété les données obtenues avec SPHERE à l'aide de simulations via MontAGN (Grosset et al. SF2A 2016, Grosset et al. soumis) et STOKES (Goosmann & Gaskell 2007; Marin et al. 2012, 2015 et Marin et al. SF2A 2016b). Un modèle simple d'AGN a été défini, avec un tore composé d'un mix de grains sphériques de graphites et de silicates et un cône d'ionisation contenant des électrons. Ces simulations ont permis l'obtention de cartes de polarisation pour différentes inclinaisons.

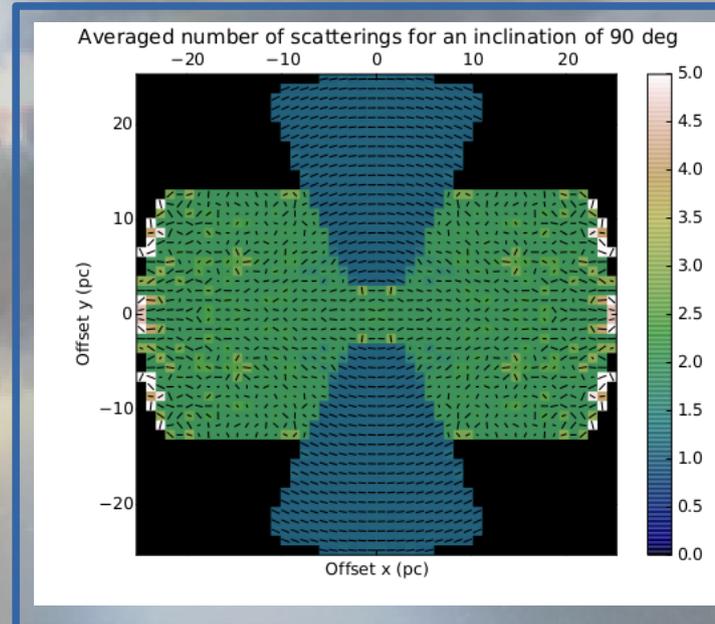
IV Analyse

Les simulations de NAG avec tore de poussière sont capable de reproduire assez précisément la carte d'angle de polarisation, même dans le cas de tores constitués uniquement de grains sphériques. Nos simulations indiquent qu'un tore d'une profondeur optique de 20 au minimum est nécessaire en bande K pour pouvoir obtenir de telles observations. Une autre contrainte est la présence d'une zone étendue et moins dense du tore, représentée sur la carte de la page précédente en bleu clair, requise pour reproduire la polarisation horizontale observée dans la région centrale, par des photons diffusés deux fois (voir figure ci-dessous en vert).

Ces simulations ne permettent cependant pas encore de reproduire l'accroissement du degré de polarisation observée dans les quelques parsecs centraux de NGC 1068. Nous sommes en train d'étendre l'étude à des grains allongés alignés - par un champ magnétique par exemple - ainsi que vers des structures plus complexes, fragmentées ou de densité continûment variable, plus réalistes.



Carte d'intensité centro-symétrique polarisée ($Q\phi$) observée en bande CntK1 avec SPHERE de NGC 1068. Dans cette image, 1 pixel = $0.01225'' = 0.9$ pc. Le nord est en haut, l'est à gauche, pour un champ de vue de $12''$ soit environ 900 pc (article en préparation).



Carte du nombre moyen de diffusions subis par les photons avec vecteurs polarisation (par MontAGN à partir du même modèle à $1,6 \mu\text{m}$). Dans cette image, 1 pixel = 1 pc = $0.012''$

VI Bibliographie :

- Antonucci and Miller 1985
- Antonucci 1993
- García-Burillo et al. (2016)
- Goosmann and Gaskell 2007
- Gratadour et al. 2015
- Grosset et al. SF2A 2016
- Grosset et al. Soumis
- Marin et al. 2012
- Marin et al. 2015
- Marin 2016a
- Marin et al. SF2A 2016b
- Raban et al. 2009