

Automatisation de la caractérisation de structures morphologiques dans les galaxies.

La quasi-totalité des galaxies à disque montre des structures morphologiques remarquables, conséquence de processus gravitationnels : barres, structures spirales, anneaux internes/externes, etc. Ces structures informent sur l'environnement visible ou non (matière noire) immédiat de la galaxie. Elles donnent également des informations sur l'évolution des galaxies mais l'interprétation ne peut être que statistique car l'évolution individuelle d'un objet dépend aussi de l'évolution de son contenu (étoiles, milieu interstellaire, etc.). Il est donc crucial de pouvoir établir des statistiques précises sur la fréquence d'apparition des structures mais aussi d'étudier l'évolution des caractéristiques de ces structures en fonction de l'époque à laquelle on observe les objets. Cette époque est datée par le décalage vers le rouge (redshift).

Au-delà de la détection des structures, il faut en mesurer les caractéristiques, le tout sur des relevés très larges afin d'échantillonner correctement dans l'espace (pour tenir compte des effets d'environnement amas/champs) et dans le temps (espace de redshift). Un des outils de détection et de caractérisation quantitative des structures, très utilisé pour les galaxies barrées depuis les années 90, consiste à décomposer la brillance de surface des galaxies en ellipses par ajustement. Technique introduite initialement pour les galaxies elliptiques, rapidement étendue aux galaxies barrées (Wozniak & Pierce 1991), elle a montré sa puissance sur la détection de structures à peine deux fois plus grandes que le seeing (galaxies à double-barres, Wozniak et al. 1995). Plus récemment, une comparaison de différentes techniques a montré qu'il est possible de lier le résultat des ajustements d'ellipse aux résonances de Lindblad, dont l'impact est majeur pour l'évolution des galaxies (Michel-Dansac & Wozniak 2006).

Certaines étapes de la chaîne de traitement restent cependant liées à une inspection visuelle des résultats de l'ajustement d'ellipses (cf. Diaz-Garcia et al. 2016) et/ou des images. Il est impossible alors de traiter de gros volumes d'images comme ceux prévus pour LSST. Récemment, des tentatives d'automatisation ont été proposées (Consolandi 2016) mais présentent des défauts dans la phase finale de caractérisation des structures et sous-structures.

L'objet du stage est de tester quelques éléments critiques d'une future automatisation pour LSST en utilisant des cas test provenant d'un relevé ancien (SDSS) et/ou de simulations numériques N-corps. Il s'agira en particulier d'améliorer l'étape finale de caractérisation grâce à l'expérience acquise sur les galaxies proches et les simulations numériques. Cette phase est critique car d'elle dépend l'interprétation astrophysique.

Compétences acquises : traitement de données en workflow/pipeline, évolution et propriétés morphologiques des galaxies, notions de machine learning.

Références :

Consolandi, G., 2016 arXiv:1607.05563 "Automated bar detection in local disc galaxies from the SDSS - The colors of bars".

Diaz-Garcia S. et al., 2015 A&A 587, A160 “Characterization of galactic bars from 3.6 μm S⁴G imaging”

Michel-Dansac L., Wozniak H., 2006, A&A 452, 97–112 “The length of stellar bars in SB galaxies and N-body simulations”

Wozniak H., Pierce M.J., 1991, A&AS 88, 325 “CCD surface photometry of early-type barred galaxies I. Data reduction and results”

Wozniak H. et al. 1995, A&A 1995, A&AS 111, 115 “Disc galaxies with multiple triaxial structures: I. BVRI and H α surface photometry”

Lieu du stage : LUPM, équipe AS.

Encadrant : Hervé Wozniak (Astronome) et Johann Cohen-Tanugi (Chargé de recherche CNRS).

Durée : 4 mois