

Etude sur les phases précoces de la formation des étoiles et les mécanismes de désorption non-thermiques

Auteurs: Angèle Taillard, Valentine Wakelam, Pierre Gratier, Daniel Harsono, Jacqueline Keane, Adwin Boogert, Jennifer Noble, E. Dartois, Marin Chabot

Laboratoire: Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux

Les étapes de l'effondrement des nuages moléculaires pour laisser place à une proto-étoile sont comprises dans les grandes lignes mais il reste des incertitudes sur certains mécanismes. Les modèles doivent être confrontés aux observations, désormais bien plus précises, avec une résolution spatiale et une sensibilité bien meilleures grâce à la nouvelle génération de télescopes interférométriques. L429 est un coeur dense froid dans l'Aquila Rift qui a été étudié à de multiples reprises pour des propriétés très intéressantes: sa dynamique interne pourrait présenter les signes d'un effondrement et c'est l'un des rares nuages où des glaces de méthanol ont été observées par le satellite Spitzer. C'est ce dernier point qui a motivé notre étude.

Grâce à l'interféromètre NOEMA et à l'antenne millimétrique du 30m de l'IRAM (situé en Espagne), nous avons cartographié l'émission de différentes raies moléculaires dans ce nuage. Une des molécules cibles est le méthanol, de façon à pouvoir comparer l'abondance de cette espèce dans le gaz par rapport à ce qui a été observé dans les glaces. En effet, le but de notre étude est de contraindre l'efficacité des mécanismes de désorption non-thermique qui permettent à des molécules exclusivement formées dans les glaces (le méthanol en est le meilleur exemple) de se retrouver dans la phase gazeuse à des températures très basses. Le développement de nouveaux outils informatiques (Python) ont permis la création de cartes d'abondance des molécules gazeuses, observées par le télescope 30m (Espagne). Ces cartes sont capitales pour comprendre la répartition des gaz et les déplétions de certaines molécules, comparées aux cartes de densité de H₂ et de température. Nos résultats préliminaires montrent que le nuage présente une structure dynamique très complexe et n'est pas forcément en train de s'effondrer, remettant en question le stade d'évolution de la source.

Nous avons ensuite étudié la chimie de la région étudiée à l'aide du modèle d'astrochimie Nautilus, développé dans notre équipe. Nous avons calculé la composition chimique théorique attendue pour les conditions physique locale en chaque point d'espace de nos observations (utilisant donc les contraintes sur les densités et températures locales). Les résultats montrent déjà un bon accord avec les régions de densité moyenne (jusqu'à quelques $1e5 \text{ cm}^{-3}$). A plus haute densité cependant, le modèle sous-estime la quantité de méthanol observée dans le gaz. Le méthanol étant produit exclusivement sur les surfaces (et présent en grande quantité dans les glaces du modèle), ce désaccord semble indiquer un processus de désorption non thermique plus efficace à haute densité que ce qui est fait dans le modèle. Une piste que nous explorons est un processus d'érosion par les rayons cosmiques plus efficace que considéré pour le moment. En parallèle, nous travaillons sur le développement d'outils Python de simulation de spectres synthétiques de glace à partir de modèles astrochimiques afin de préparer l'analyse des prochaines observations du JWST.