

Modelling PDS 70: from multiplanetary dynamics to dust continuum emissions.

Philippine Griveaud, Clément Baruteau, Elena Lega, Michiel Lambrechts, Aurélien Crida

While viscosity levels in protoplanetary discs remains highly uncertain, it plays a crucial role in planet-disc interactions, especially when multiplanetary dynamics is involved. Given recent suggestions that protoplanetary discs may be less viscous than previously thought, we test this hypothesis on the famous PDS 70 system. While direct constraints on turbulence levels in this disc remain unknown, the system's planetary architecture and dust emission features could offer valuable indirect constraints.

Using 2D hydrodynamical simulations, we find that the migration patterns and eccentricity configurations of the two planets in PDS 70 vary significantly with the turbulent viscosity parameter, α . For high viscosity ($\alpha = 10^{-3}$), planets migrate rapidly inward, and their eccentricities exceed the observational estimates reported by Trevascus et al. (2025). Conversely, at low viscosity ($\alpha = 10^{-4}$), the planets' common gap widens, leading to slower—nearly stalled—migration. Through extensive parameter exploration, with both planetary masses ranging from 2 to 8 Jupiter masses, we find that the observed eccentricities are best reproduced when both planets exceed 5 Jupiter masses.

In addition to the multiplanetary dynamics, we include dust as a pressureless fluid in our hydrodynamical simulations. Combined with radiative transfer calculations using RADMC3D, we are able to produce synthetic observations of the dust continuum emission of our models.

Hence combining the dynamical constraints of the planetary system with the dust and gas substructures, we aim to ultimately provide newer theoretical constraints on this famous system.

Modélisation de PDS 70 : de la dynamique multiplanétaire aux émissions continues des poussières.

Philippine Griveaud, Clément Baruteau, Elena Lega, Michiel Lambrechts, Aurélien Crida

Bien que les niveaux de viscosité dans les disques protoplanétaires restent très incertains, celle-ci joue un rôle crucial dans les interactions planète-disque, enotamment dans les systèmes multiplanétaires. Compte tenu des suggestions récentes selon lesquelles les disques protoplanétaires pourraient être moins visqueux qu'on ne le pensait auparavant, nous testons cette hypothèse sur le célèbre système PDS 70. Bien que les contraintes directes sur les niveaux de turbulence dans ce disque restent inconnues, l'architecture planétaire du système et les caractéristiques d'émission de poussière pourraient offrir de précieuses contraintes indirectes.

À l'aide de simulations hydrodynamiques en 2D, nous constatons que la migration et les configurations d'excentricité des deux planètes de PDS 70 varient considérablement en fonction du paramètre de viscosité turbulente, α . Pour une viscosité élevée ($\alpha = 10^{-3}$), les planètes migrent rapidement vers l'intérieur, et leurs excentricités dépassent les estimations observationnelles rapportées par Trevascus et al. (2025). À l'inverse, pour une faible viscosité ($\alpha = 10^{-4}$), le sillon communs des planètes s'élargit, entraînant une migration plus lente, voire quasi-stagnante. Grâce à une exploration approfondie des paramètres, avec des masses planétaires comprises entre 2 et 8 masses joviennes, nous constatons que les excentricités observées sont mieux reproduites lorsque les deux planètes dépassent 5 masses joviennes.

Outre la dynamique multiplanétaire, nous intégrons la poussière en tant que fluide sans pression dans nos simulations hydrodynamiques. En combinant ces résultats avec des calculs de transfert radiatif réalisés à l'aide de RADMC3D, nous sommes en mesure de produire des observations synthétiques de l'émission continue de poussière de nos modèles.

En combinant les contraintes dynamiques du système planétaire avec les sous-structures de poussière et de gaz, nous cherchons à affiner les paramètres capables de reproduire le système PDS 70. À terme, ce travail vise à fournir de nouvelles contraintes théoriques sur ce système emblématique.