
Vents Magnétiques et Disques de Transition : Simulations Numériques Globales

Résumé : Les disques protoplanétaires abritent la naissance des exoplanètes autour des étoiles jeunes. Ces objets denses, froids et magnétisés présentent une grande diversité de structures (spiraales, anneaux brillants, vortex). En particulier, de nombreux disques sont caractérisés par la présence d'une cavité centrale dans leur profil de densité de gaz et de poussières et s'étendant sur quelques UA voire quelques dizaines d'UA. Ces disques protoplanétaires sont regroupés sous le terme de disques de transition.

Étonnamment, une part considérable de ces disques possèdent un taux d'accrétion similaire à ceux typiquement observés dans des disques protoplanétaires pleins (de l'ordre de $\dot{M}_{\text{PPD}} \sim 10^{-8} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$), contrastant avec les prédictions obtenues avec un modèle de disque visqueux. Plus précisément, il semble que le modèle standard de formation des cavités basé sur des vents photoévaporés couplés à la présence de planètes ne suffise pas à expliquer l'observation des plus hauts taux d'accrétion mesurés dans les disques de transition (Ercolano & Pascucci 2021). Afin d'obtenir une accrétion intense dans une cavité appauvrie en masse, une hypothèse novatrice consiste à supposer la présence de vents magnétohydrodynamiques contrôlant une accrétion supersonique (Combet & Ferreira 2008, Wang & Goodman 2017).

L'objectif de mon travail est de tester un modèle de disque de transition dont la cavité est soutenue par un vent magnétique, dans le cadre de la magnétohydrodynamique (MHD) non-idéale et avec l'aide de simulations numériques globales.

Je présenterai l'impact de la présence d'une telle cavité sur la fraction d'ionisation d'un disque avant de présenter les résultats de simulations 2.5D permettant de décrire la structure générale d'un tel disque de transition et du vent magnétique associé. Enfin, je détaillerai la stabilité de la cavité vis-à-vis d'instabilités hydro- et magnétohydrodynamiques en me basant sur des simulations 3D.

Mots-clé : *Disques protoplanétaires, disques de transition, vents MHD, MHD non-idéale, simulations numériques (2.5D et 3D)*

Présentation par :

Étienne Martel

etienne.martel@univ-grenoble-alpes.fr

Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble,

IPAG

414, rue de la piscine,

38400 Saint-Martin-d'Hères,

France

Magnetic Winds in Transition Discs : Global Numerical Simulations

Abstract :

Protoplanetary discs (PPDs) have been widely observed around young stars and are the birth cradle of planets. They are cold, dense and magnetised objects among which stand the transition discs (TDs) characterised by a dust cavity in the inner regions that extends from a few AU to a few hundreds AU and whose formation remains yet unexplained. Not only are such cavities seen in the dust profiles, but they are also detected in the gas profiles.

A striking observation that challenges intuition states that despite their diminished surface density profile, TDs accrete at a rate similar to the accretion rates of full PPDs ($\dot{M}_{\text{PPD}} \sim 10^{-7} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$), suggesting a fast inward motion of matter in their cavity. A possible explanation for these high accretion rates is the presence of magnetised winds that would allow matter to fall onto the star at high radial velocity (Combet & Ferreira 2008, Wang & Goodman 2017).

The aim of this work is to tackle this observational discrepancy using magnetohydrodynamic (MHD) winds to account for accretion in TDs with the help of global numerical simulations.

I will show the impact of the depleted gas repartition on the ionisation fraction before presenting the results of 2.5 D and 3 D simulations modelling TDs with non-ideal magnetic winds. I will in particular focus on mass accretion through the cavity and on the 3 D stability of this cavity against hydro and magneto-hydrodynamic instabilities.

Keywords : *Protoplanetary discs, transition discs, MHD winds, non-ideal MHD, 2.5 D and 3 D numerical simulations*

Talk presented by :

Étienne Martel

etienne.martel@univ-grenoble-alpes.fr

Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble,

IPAG

414, rue de la piscine,

38400 Saint-Martin-d'Hères,

France