



MHDiscs



ÉTIENNE MARTEL

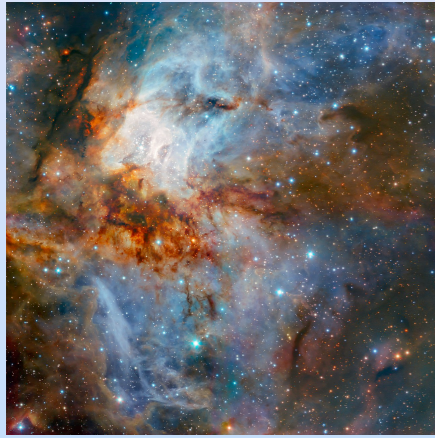
JCAD - 14/12/21

MAÎTRE DE THÈSE :
GEOFFROY LESUR

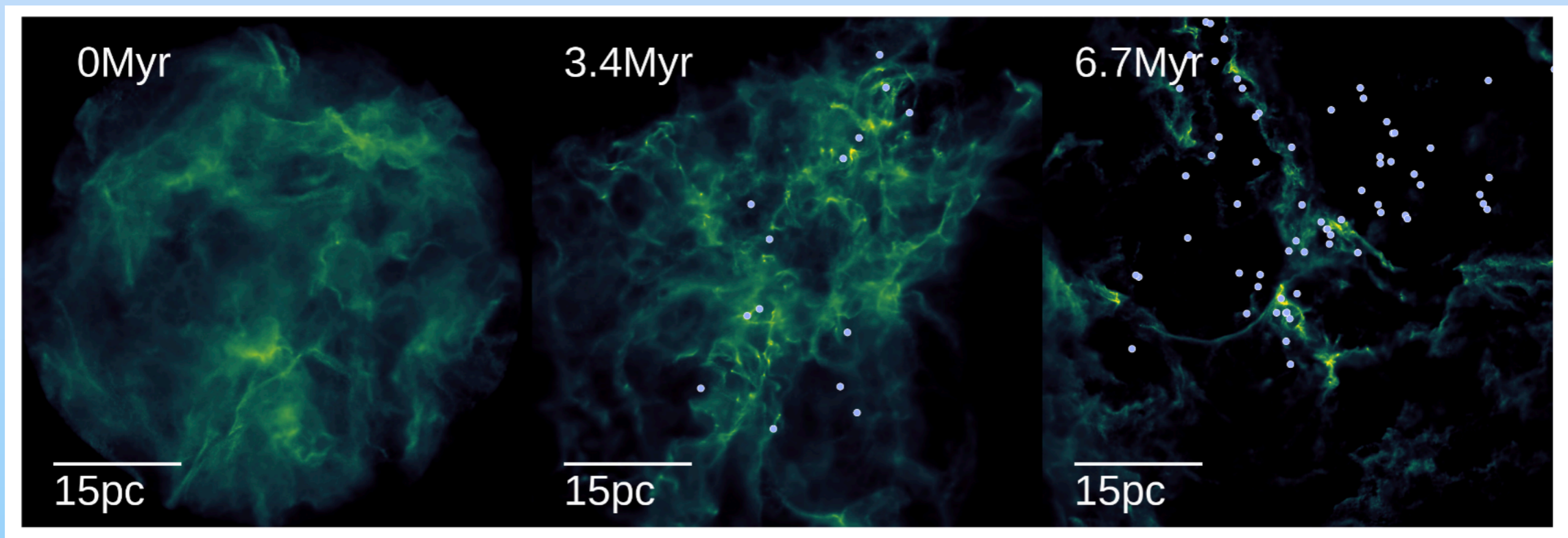
VENTS MAGNÉTOHYDRODYNAMIQUES ET DISQUES DE TRANSITION



Nuage moléculaire RCW 38 (région HII, ESO/K. Muzic).



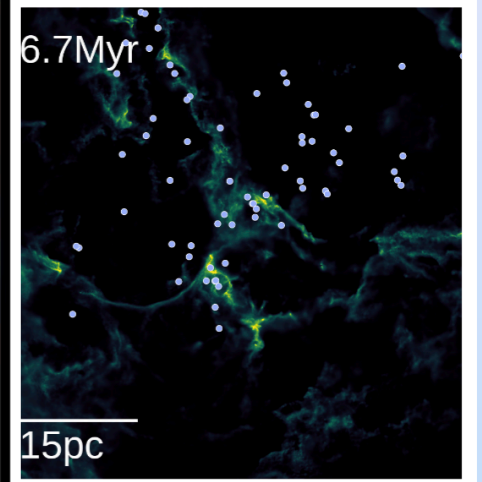
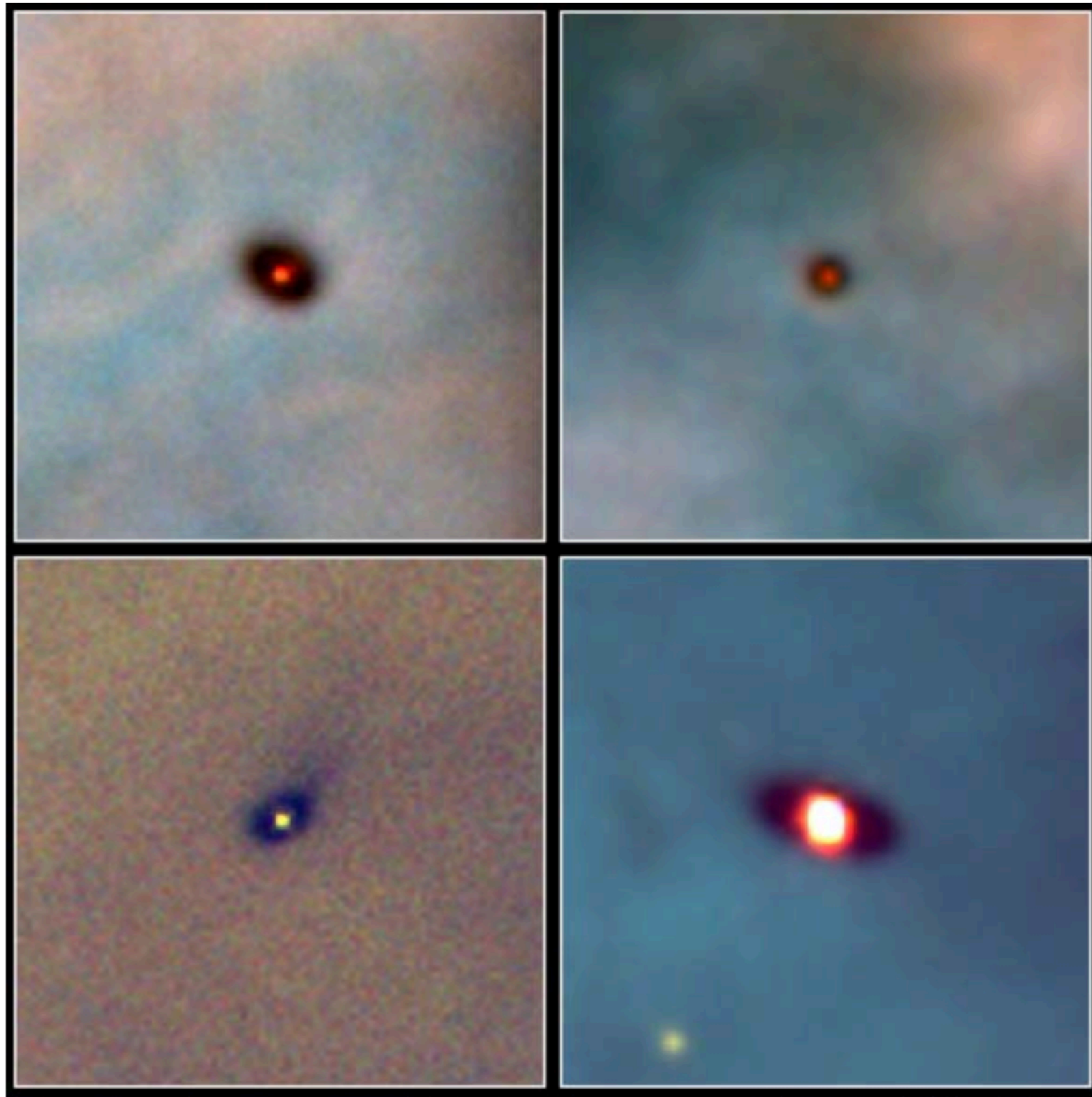
Nuage moléculaire



Simulation d'un nuage en effondrement (Grudić *et al.* 2018).



Nuage moléculaire

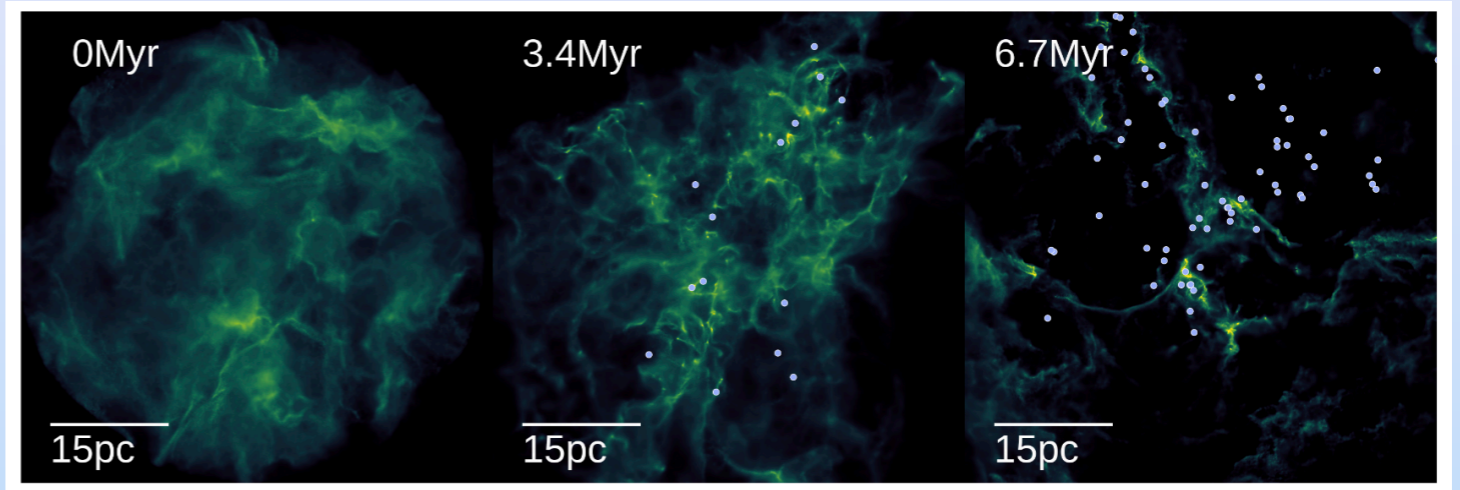


effondrement

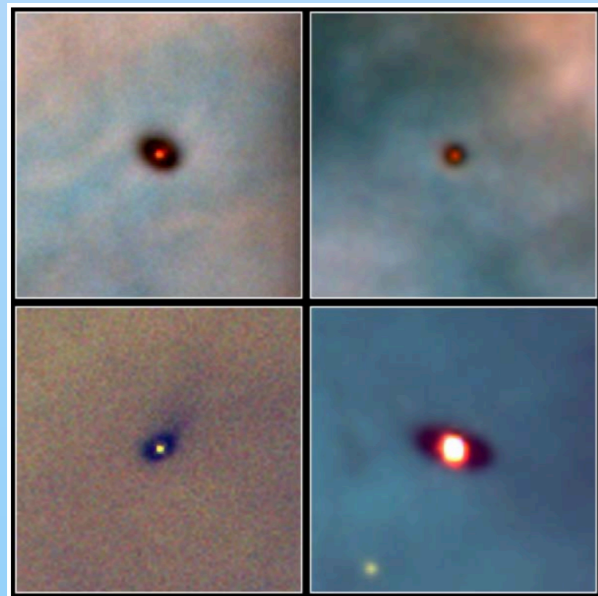
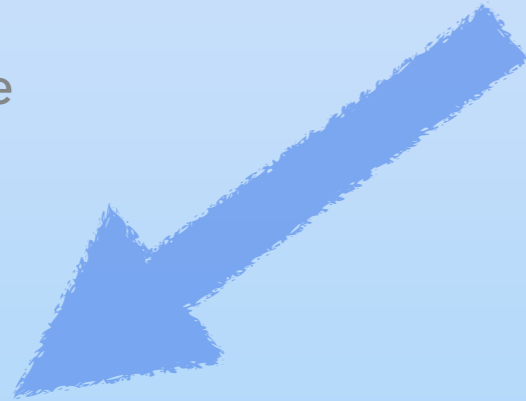
Disques protoplanétaires dans la nébuleuse d'Orion (NASA).



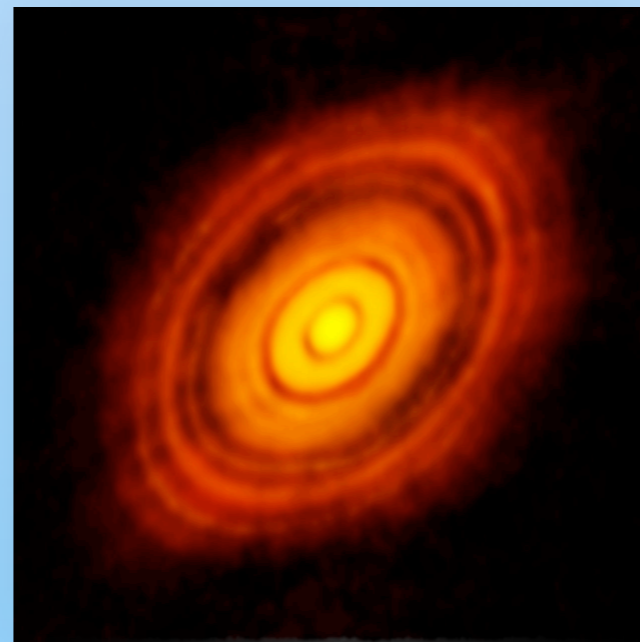
Nuage moléculaire



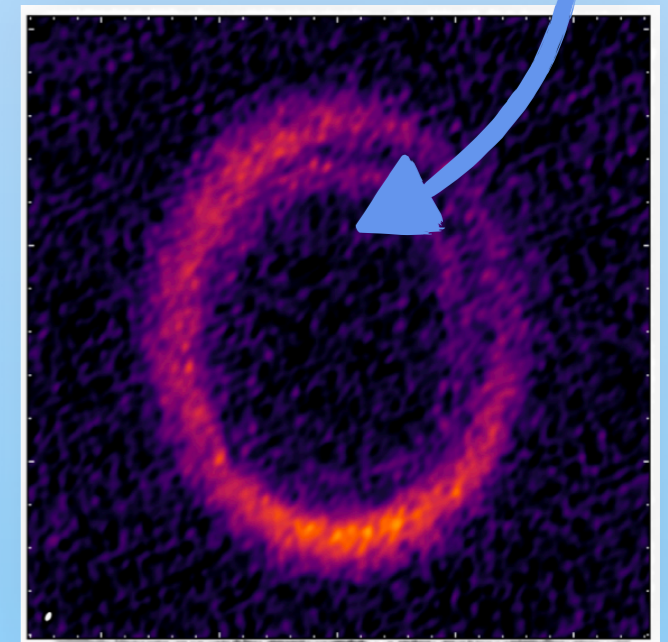
Simulation numérique d'un nuage en effondrement (Grudić *et al.* 2018).



Disques protoplanétaires dans la nébuleuse d'Orion (NASA).



HL Tau ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

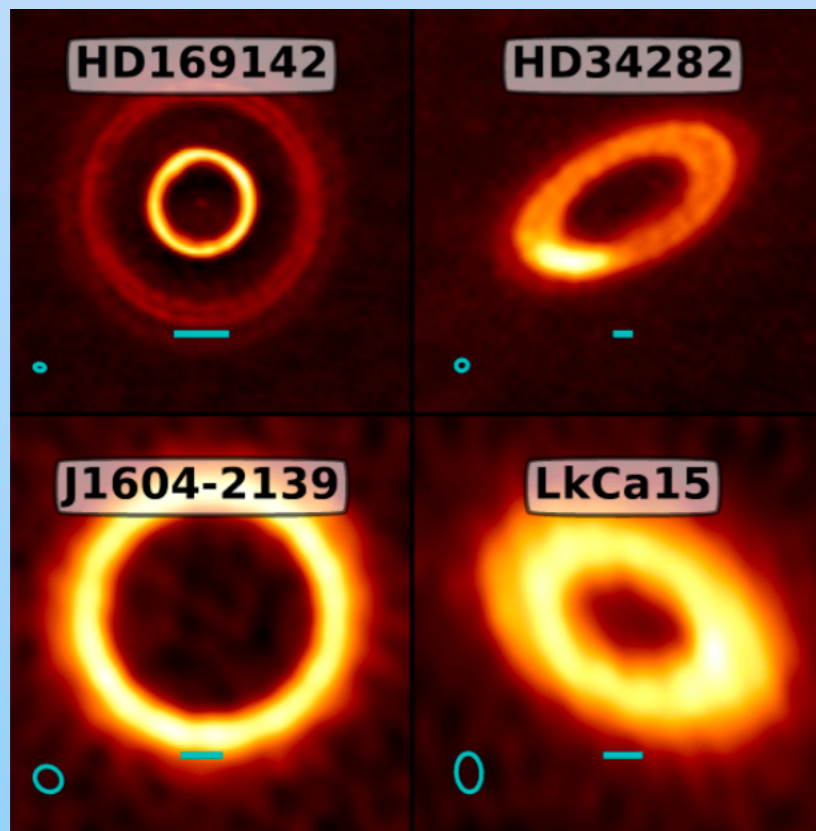
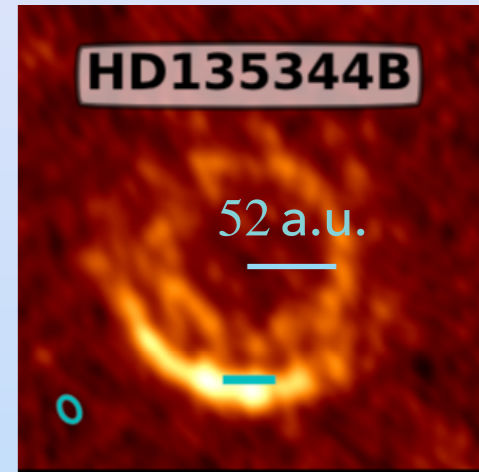


Cavité

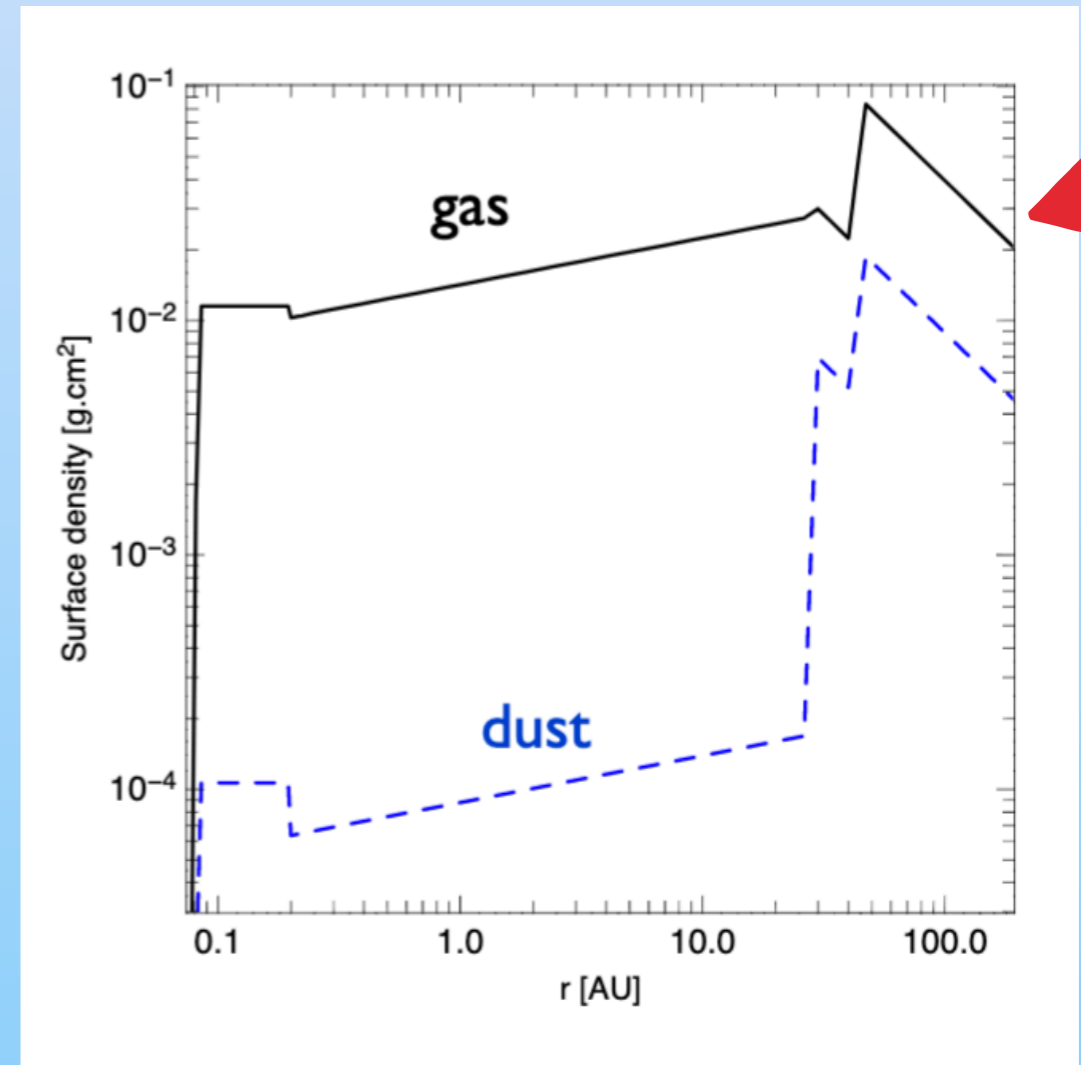
TDs around ISO-Oph 2 (González-Ruilova *et al.*, 2020)

DISQUE DE TRANSITION = DISQUE + CAVITÉ

- ▶ Profil de densité radial de poussière appauvri.
- ▶ Taille typique de la cavité : d'1 AU à 100 AU.



Francis & van der Marel 2020



Profils observés (gaz et poussière) pour HD135344 B Carmona *et al*, 2014

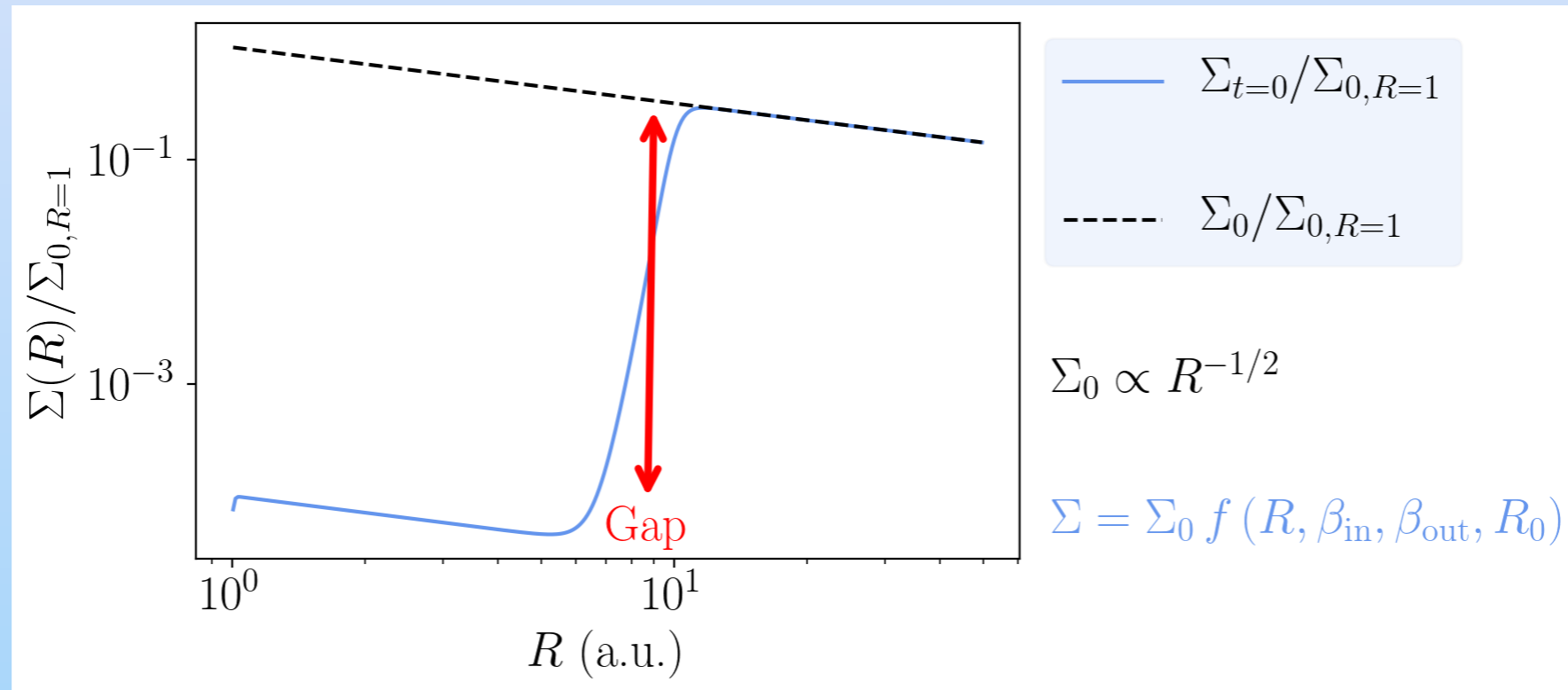
OBJECTIF

- ▶ Problème : disques de transition expliqués de manière incomplète par les modèles actuels (vents photoévaporés notamment).
- ▶ Objectif : mettre au point un modèle de disques de transition avec des vents MHD pour rendre compte de la forte accrétion observée dans ces disques, dans le cadre de la MHD non idéale.
- ▶ J'ai utilisé le code Pluto (Mignone *et al* 2007) qui résout les équations de la MHD avec un schéma type Godunov.

- Simulations numériques globales 2.5D avec Dahu (GRICAD)
- Simulations 3D avec Rome (TGCC, GENCI)



ÉTAT INITIAL



La cavité est ajoutée à la main lors de l'état initial. Σ est égal à un profil standard $\Sigma_0 \propto R^{-1/2}$ multiplié par une fonction qui construit la cavité.

Rayon de la cavité : $R_0 = 10 \text{ a.u.}$

STRUCTURE DU DISQUE

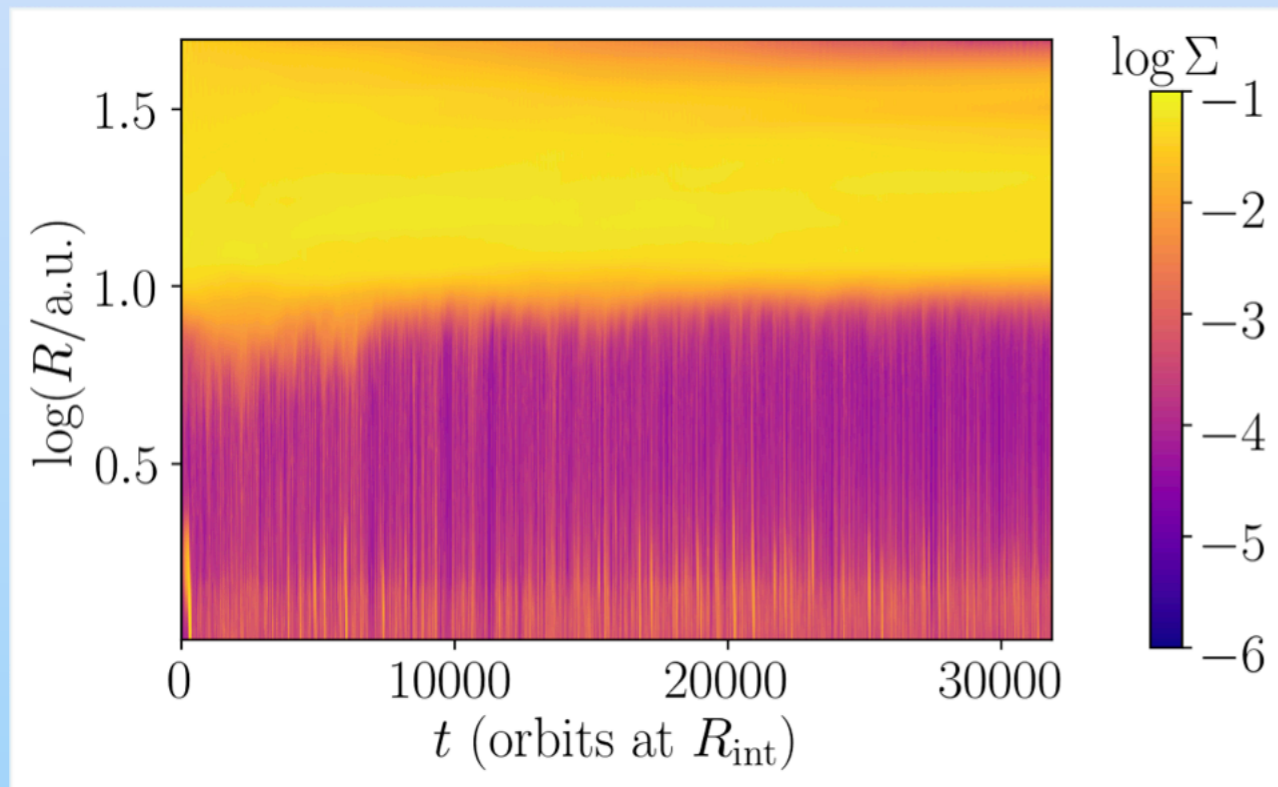
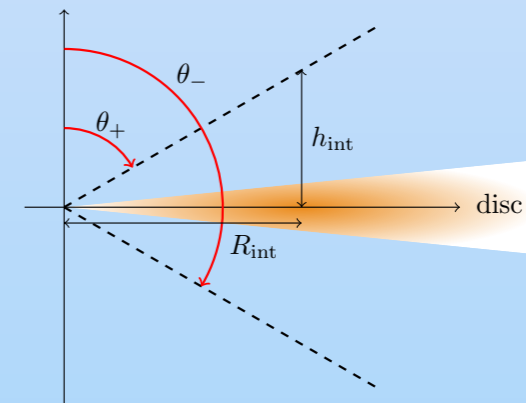


Diagramme spatio-temporel de Σ

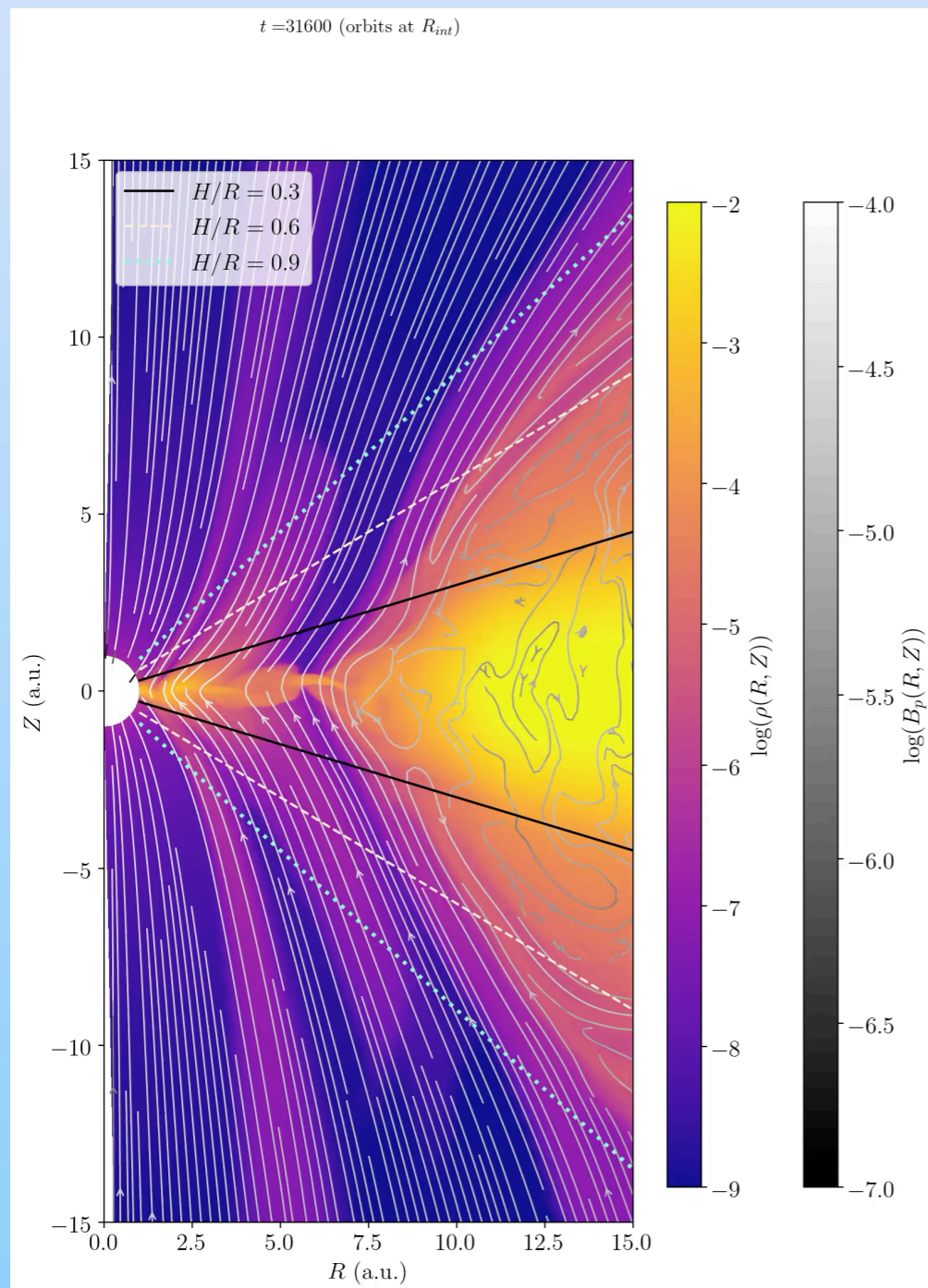
$$\Sigma(R, t) = R \int_{\theta_+}^{\theta_-} \rho(r, \theta, t) \sin \theta \, d\theta$$



- ▶ La cavité perdure à $R = 10$.
- ▶ Un **état stationnaire** est atteint.
- ▶ Une structure avec des rayures apparaît dans la cavité.

**LE DISQUE ATTEINT UN ÉTAT
STATIONNAIRE**

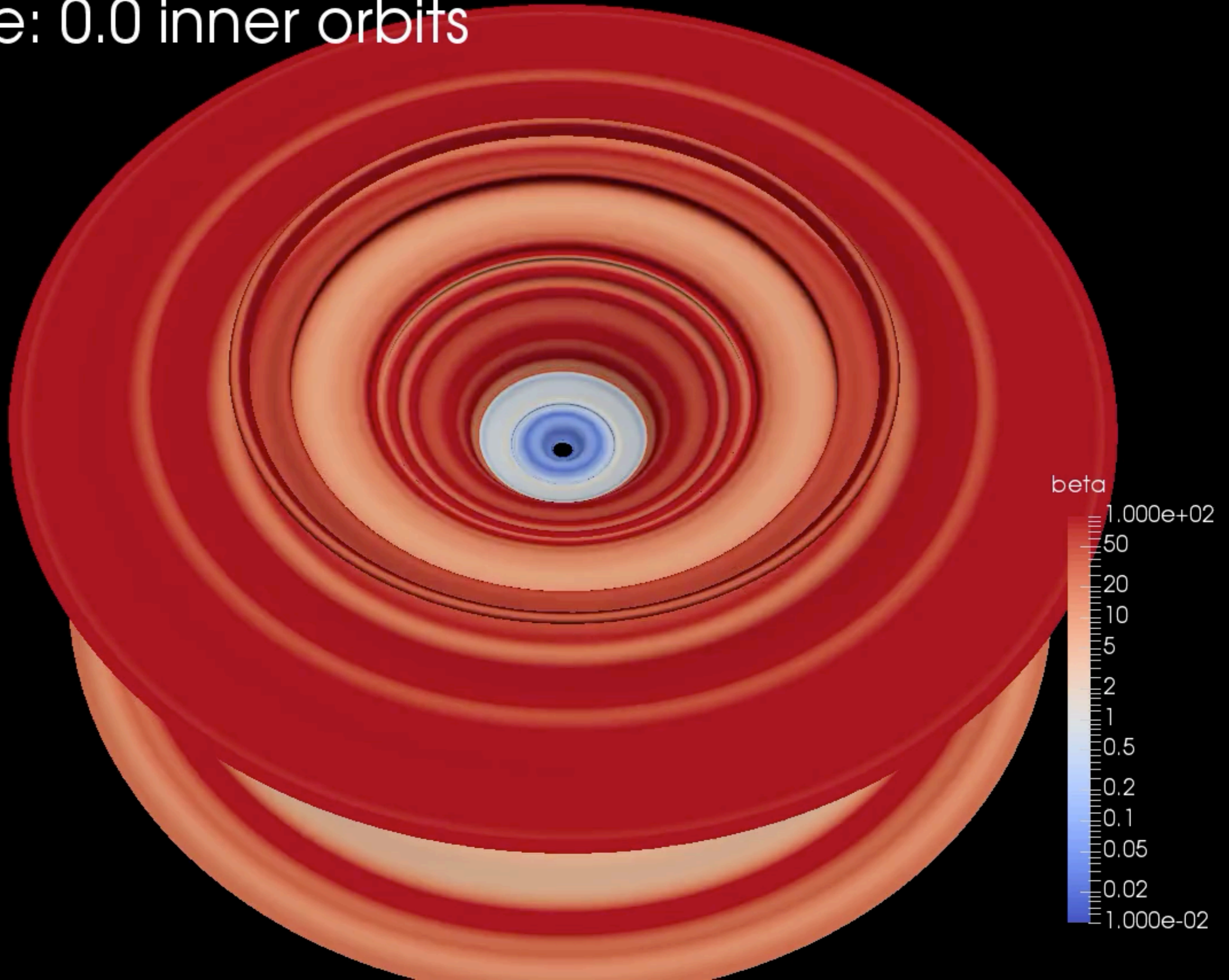
STRUCTURE DU DISQUE



- ▶ Des « bulles » de gaz tombent sur la cavité en générant de l'accrétion.
- ▶ Ces bulles empruntent une **structure en forme de coude** qui émerge à cause de ce phénomène.
- ▶ Ces bulles de matière sont probablement sujettes à une **instabilités MHD**.

**LES SIMULATIONS 2.5D PRÉSENTENT
UNE INSTABILITÉ MHD**

Time: 0.0 inner orbits



QUELQUES RÉSULTATS

- ▶ Les vents MHD permettent d'atteindre des états stationnaires.
- ▶ Les taux d'accrétion correspondent à ceux observés et sont constants dans la cavité.
- ▶ La cavité présente des instabilités MHD (spirales).

PERSPECTIVES

- ▶ Les simulations 2.5D permettent de tester la robustesse du modèle et de préparer celles 3D.
- ▶ La stabilité de la cavité est étudiée grâce aux simulations 3D avec la machine Rome (TGCC).
- ▶ Il reste à travailler sur le lien avec les observations.