

L'effondrement des nuages protostellaires : modélisations

Comment se forme la première "graine" d'étoile

En parallèle avec [les travaux observationnels](#), J.-P. Chièze et ses collaborateurs ont abordé la théorie de l'effondrement des fragments protostellaires en développant un modèle numérique à très haute résolution qui permet de suivre la dynamique de l'effondrement d'un nuage jusqu'à la formation d'une étoile, tout en tenant compte de son évolution chimique et thermique. Outre l'évolution de l'abondance de molécules mineures qui n'interviennent que dans le bilan thermique de l'enveloppe en effondrement, l'évolution de H₂ (formation, dissociation) et l'ionisation du gaz dans le coeur protostellaire sont traitées hors de l'équilibre. La formation des premier et second coeurs est également suivie d'une succession d'effondrements de moindre ampleur provoqués par les étapes successives d'ionisation de l'hydrogène et de l'hélium. Le rayonnement est traité en suivant l'évolution temporelle des deux premiers moments de l'équation de transfert, et le facteur d'Eddington variable est obtenu grâce à une relation de fermeture entropique développée dans le Laboratoire de Mathématiques Appliquées de Bordeaux, avec lequel l'équipe collabore étroitement. Cette méthode permet de capturer les fortes anisotropies du rayonnement qui se produisent au voisinage du choc d'accrétion (choc supercritique).

La convection et la semi-convection sont traitées selon une méthode dépendante du temps, fondée sur la théorie de Kuhfuß. La structure initiale choisie est constituée d'un nuage sphérique à l'équilibre thermique (non isotherme, présentant un gradient de température positif) au seuil de l'instabilité gravitationnelle (sphère d'Ebert-Bonnor critique). Ces conditions initiales naturelles, très différentes de celles adoptées par F. Shu et al. en 1987, conduisent à une évolution globale de type coeur-halo de la structure, jusqu'à la formation du premier coeur (voir [Figure 4](#)), se démarquant sensiblement de la cinématique de l'effondrement proposée par ces auteurs.

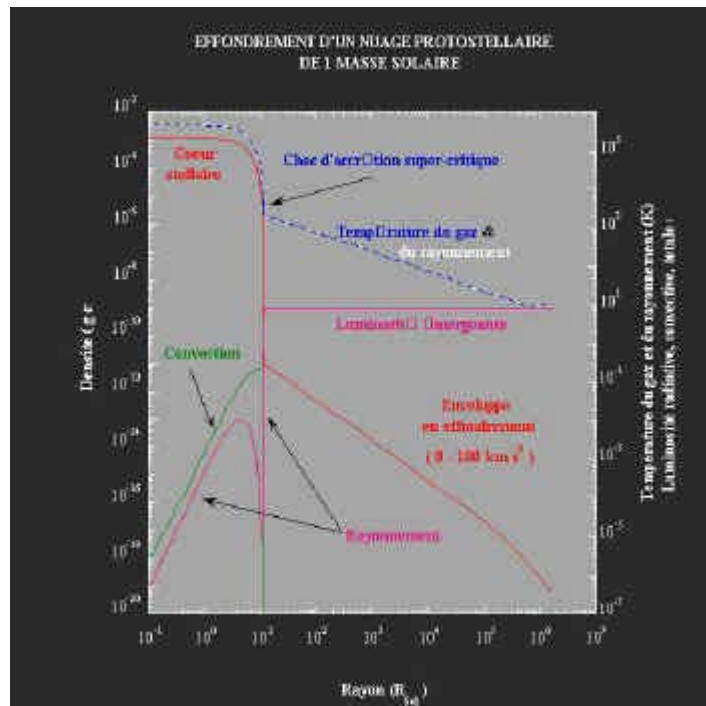


Figure 4 : Simulation de l'effondrement d'un nuage sphérique de 1 masse solaire. Le nuage est initialement au seuil de l'instabilité gravitationnelle et à l'équilibre thermique vis-à-vis des processus de chauffage et de refroidissement du gaz interstellaire dense. Plus de 90 % de la matière a été accrétée, dans cette phase postérieure à la formation du premier coeur hydrostatique. Les profils de densité, de température de la matière et du rayonnement, la luminosité transportée par le rayonnement et la convection sont représentés en fonction du rayon du nuage (en rayons solaires).

