

# Des galaxies aux planètes :

## Structuration de la matière dans l'univers

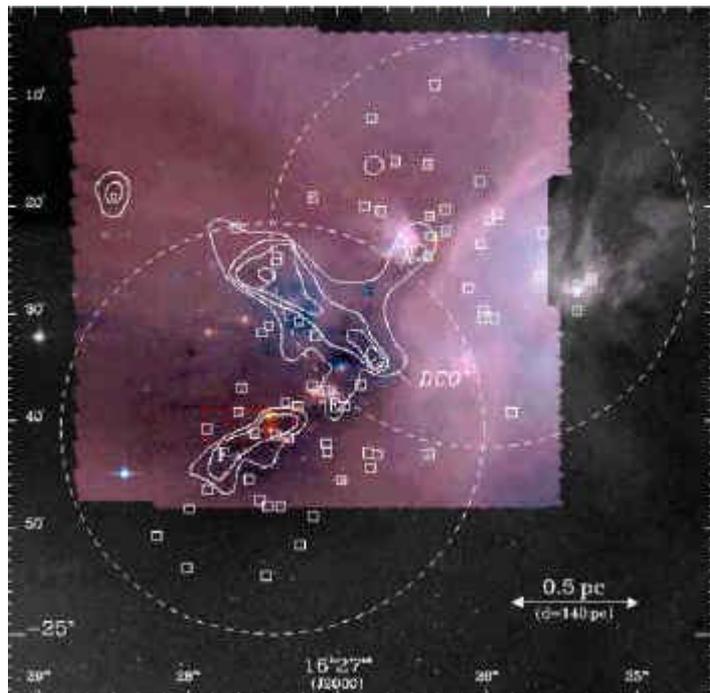
*L'effondrement de la matière, clé de la formation des structures*

La formation des étoiles, composantes lumineuses des galaxies agissant sur leur évolution, est un acteur essentiel de la structuration de la matière dans l'univers. Elle est habituellement associée à des phénomènes "froids", observables principalement dans les domaines IR et (sub)millimétriques, puisque les nuages moléculaires ont des températures typiques de quelques dizaines de K, et que les « coeurs denses » au sein duquel naissent les étoiles se condensent en enveloppes protostellaires atteignant quelques centaines de K. Longtemps étudiée seulement dans notre galaxie pour des raisons de sensibilité et de résolution spatiale, la formation stellaire commence à être également étudiée en détail dans les galaxies proches, résolues à l'échelle de quelques secondes d'arc.

Dans notre galaxie, la répartition des masses des divers coeurs « pré-stellaires » présents dans les nuages moléculaires a fait l'objet d'une étude approfondie, et le SAP a pu montrer pour la première fois que cette répartition était identique à la « fonction initiale de masse » des étoiles ; également, la structure en densité des enveloppes protostellaires a pu être déterminée. Ces deux résultats imposent des contraintes fortes aux modèles de formation d'étoiles, en particulier ceux développés au SAP.

Une fois l'effondrement gravitationnel achevé, il reste des étoiles dites « T Tauri » (ou soleils jeunes), entourées d'un disque d'accrétion. Comme l'a montré le SAP, il se forme ultérieurement des disques de poussières « de deuxième génération », dont la structure spatiale peut révéler la présence de planètes. A plus petite échelle, l'étude de la structure des anneaux des planètes géantes conduite au SAP permet de mieux comprendre les mécanismes de confinement et d'accrétion de matière dans ce type de disques

Ces disques constituent des analogues intéressants des disques d'accrétion protostellaires mais, beaucoup plus proches, ils sont observables dans le détail.



*Image multi-longueur d'onde du nuage de  $\rho$  Ophiuchi. Contours : matière dense vue en C180. Images de fond : optique (Digital Sky Survey), et IR en avant-plan (ISOCAM). Carrés : sources X (ROSAT HRI) (Grosso et al. 2000).*

Enfin, le SAP a montré que toutes les étoiles jeunes, y compris les protoétoiles, émettent fortement en rayons X, que l'on peut observer jusque dans les profondeurs des nuages moléculaires. De plus, ces rayonnements durs vont réagir sur le milieu dense environnant, donnant lieu le cas échéant à des phénomènes d'irradiation intéressants. Le SAP a également étudié les conséquences sur le milieu

interstellaire du passage d'une onde de choc (provoquée par exemple par la perte de masse d'une étoile jeune).

En ce qui concerne les galaxies, les observations du satellite IRAS avaient révélé l'importance de l'infrarouge pour comprendre l'histoire de la formation des étoiles massives. Le satellite ISO, avec ISOCAM et ISOPHOT a permis de mieux comprendre l'évolution des galaxies, et ce jusqu'à des décalages vers le rouge élevés. Un programme d'observation cohérent a été bâti avec le concours du SAp dans le cadre du temps garanti ISOCAM. Ce programme s'articule autour de deux volets : une partie, décrite ci-dessous, dévolue à l'observation détaillée des galaxies proches, pour mieux comprendre les mécanismes d'émission infrarouge par les grains de poussière interstellaire dans différentes régions de ces galaxies, et une deuxième partie, décrite au chapitre « Cosmologie observationnelle », consacrée à des sondages profonds, où les galaxies ne sont plus résolues spatialement.

## ● **Formation et évolution des étoiles de type solaire dans notre galaxie**

- [Condensations pré-stellaires au seuil de l'effondrement dans les nuages interstellaires](#)
- [L'effondrement des nuages protostellaires : modélisation](#)
- [Disques circumstellaires de seconde génération et anneaux planétaires](#)
- [Phénomènes à haute énergie dans les régions de formation d'étoiles](#)
- [Les chocs interstellaires](#)
- [Projets](#)

## ● **Formation d'étoiles dans les galaxies proches**

- [ISOCAM et l'émission infrarouge des galaxies spirales proches](#)
- [Les galaxies naines](#)
- [« Starbursts » et galaxies en interaction](#)