

UN PAS DE TROIS STELLAIRE

Dans les simulations numériques, les amas ouverts continuent à s'étendre lentement pendant des centaines de millions d'années. L'auteur suggère que cette expansion aurait pour moteur les systèmes binaires, des paires d'étoiles en orbite l'une autour de l'autre, fréquentes dans les amas stellaires (ci-dessous). Lorsqu'une étoile s'approche du système binaire, un ballet gravitationnel compliqué s'engage. Puis la plus légère des trois étoiles est éjectée à grande vitesse du système. L'étoile expulsée rencontre d'autres étoiles de l'amas, transférant au passage son énergie. Cet échange accélère les autres étoiles, ce qui élargit leurs orbites et repousse les frontières de l'amas plus loin dans l'espace.

Étoile éjectée, communiquant son énergie à d'autres étoiles

Système binaire

Étoile à l'approche

Orbites perturbées

Nouveau système binaire

Malcolm Godwin

T Tauri – se comportent au fil du temps. Celles-ci sont de masse comparable à celle du Soleil et aussi lumineuses que ce dernier. Mais au lieu de briller grâce à la fusion nucléaire, elles rayonnent la chaleur produite par leur contraction gravitationnelle. Au fil du temps, le rythme de leur contraction ralentit, tandis que leur température de surface continue d'augmenter. En vieillissant, les étoiles deviennent ainsi plus pâles et plus chaudes, selon un schéma connu (voir l'encadré page 55).

En mesurant la température de surface et la luminosité d'une étoile T Tauri, il est possible de déterminer depuis combien de temps l'étoile se contracte : en pratique, on obtient son âge. L'ensemble des âges de toutes les étoiles au sein d'un amas donné révélerait l'historique de formation stellaire du groupe, c'est-à-dire quand et à quel rythme les étoiles membres se sont formées.

J'ai appliqué cette méthode aux amas les plus proches, sur lesquels nous disposions de données. Avec F. Palla, nous avons trouvé que, pour tous les groupes d'étoiles ayant encore des nuages de gaz bien fournis, le rythme de formation stellaire augmente au fil du temps. En 2000, nous avons montré que le rythme des naissances stellaires dans

l'amas de la nébuleuse d'Orion a augmenté pendant des millions d'années avant que le nuage précurseur ne se disperse. Mon hypothèse était correcte : au début de leur histoire, tous les nuages formant des amas se contractent.

Simuler la dynamique des amas

Certains éléments de la théorie se confirmaient, mais l'ensemble donnait-il bien des amas tels que nous les observons ? En 2007, avec Eric Huff, maintenant à l'Université de l'Ohio, nous avons construit un modèle théorique du nuage précurseur de l'amas de la nébuleuse d'Orion. Notre modèle incluait les forces de contraction et d'expansion postulées par ma théorie. Dans les simulations numériques fondées sur ce modèle, le nuage se contractait comme je l'avais prévu. Nous avons alors appliqué une recette empirique, connue sous le nom de loi de Schmidt-Kennicutt, qui relie l'augmentation de densité dans une petite région du nuage et le rythme local de formation stellaire.

Notre modélisation a mis en évidence une accélération de ce rythme, qui correspondait à ce que F. Palla et moi avions observé dans l'amas de la nébuleuse d'Orion. Ce

résultat supplémentaire confortait encore davantage l'hypothèse de la théorie d'équilibre des forces, selon laquelle les nuages précurseurs se contractent aux stades premiers de l'évolution des amas.

Malheureusement, les méthodes que nous avons utilisées pour mesurer le rythme de formation précoce dans les amas tels que le groupe de la nébuleuse d'Orion ne s'appliquent pas aux amas ouverts. La plupart de ces amas sont trop vieux ; leur durée de contraction et de formation stellaire (quelques millions d'années) ne représente qu'une minuscule fraction de la vie de ces amas. Les outils permettant de discerner l'âge des étoiles n'ont pas la précision nécessaire pour déterminer si le nuage précurseur s'est contracté. En outre, nous ne savons pas encore simuler les nuages précurseurs de ces amas ouverts. Les nuages se sont dispersés il y a si longtemps que nous ne pouvons même pas deviner leur masse ou leur comportement. Pour l'instant, les premières étapes de l'évolution des amas ouverts restent inaccessibles, même aux observations indirectes.

Il est cependant possible de modéliser l'évolution d'un amas ouvert, dont le nuage précurseur a déjà disparu, grâce à des simulations dites « à N corps ». Dans ces simulations, l'ordinateur résout les