



Filaments d'hydrogène dans la Voie lactée

Basé sur un communiqué MPIA

Les astronomes ont découvert un réseau complexe de filaments d'hydrogène s'étendant dans toute la Voie lactée. Leur orientation par rapport au disque prouve que la structure conserve l'empreinte des processus dynamiques induits par la rotation de la Galaxie et le feedback des anciennes supernovæ.

L'hydrogène est l'ingrédient clé pour former de nouvelles étoiles. Pourtant, bien qu'il soit l'élément chimique le plus abondant dans l'Univers, la question de savoir comment ce gaz s'assemble en nuages à partir desquels les étoiles finissent par se former, reste ouverte. Les astronomes ont maintenant franchi une étape importante pour y répondre.

L'enquête THOR (The HI/OH/recombination line) qui rassemble des observations obtenues avec l'interféromètre radio VLA (Jansky Very Large Array) basé au Nouveau-Mexique, fournit des cartes du gaz dans les régions internes de la Voie lactée avec une résolution de 40 secondes d'arc, soit la plus haute résolution obtenue à ce jour.

Les observations ont été effectuées à la longueur d'onde de la fameuse raie spectrale de l'hydrogène atomique HI¹, soit 21 cm. Ces données fournissent la vitesse du gaz dans la

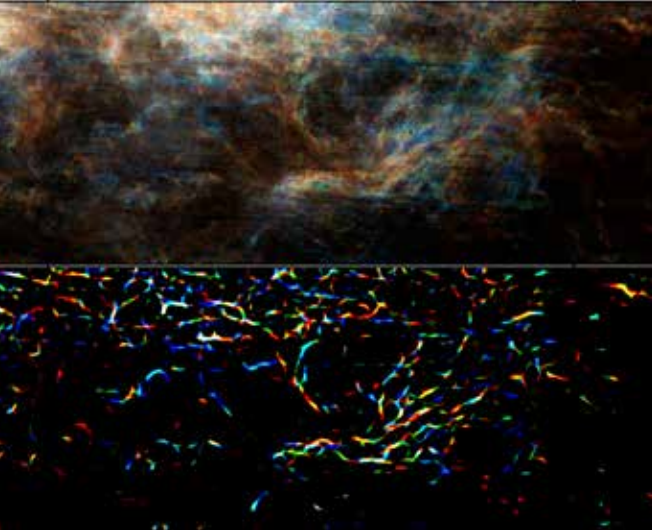
direction de l'observation. En combinant ces mesures de vitesse radiale avec une modélisation de la rotation du disque de la Voie lactée, on obtient des distances. C'est une méthode classique utilisée depuis le milieu du siècle passé². Elle avait permis de cartographier pour la première fois notre système stellaire et de montrer que la Galaxie était bien une spirale. La résolution sans précédent des observations THOR a évidemment permis des études totalement nouvelles.

La distribution atomique de l'hydrogène gazeux a été calculée par un algorithme mathématique du type de ceux utilisés dans des applications telles que la reconnaissance de caractères et l'analyse d'images satellites. Cela a permis de mettre en évidence un réseau étendu et complexe de filaments d'hydrogène. La plupart d'entre eux sont parallèles au disque de la Voie lactée. Certains forment un courant d'hydrogène long de 3 000 années-lumière (surnommé Magdalena par un astronome colombien en l'honneur du plus long fleuve de son pays).

Il pourrait s'agir du plus grand objet cohérent connu de la Voie lactée. Ces dernières années, les astronomes ont étudié de nombreux filaments moléculaires, mais Maggie semble

¹ I est ici le chiffre 1 et non la lettre i majuscule : l'hydrogène ionisé est désigné par HII.

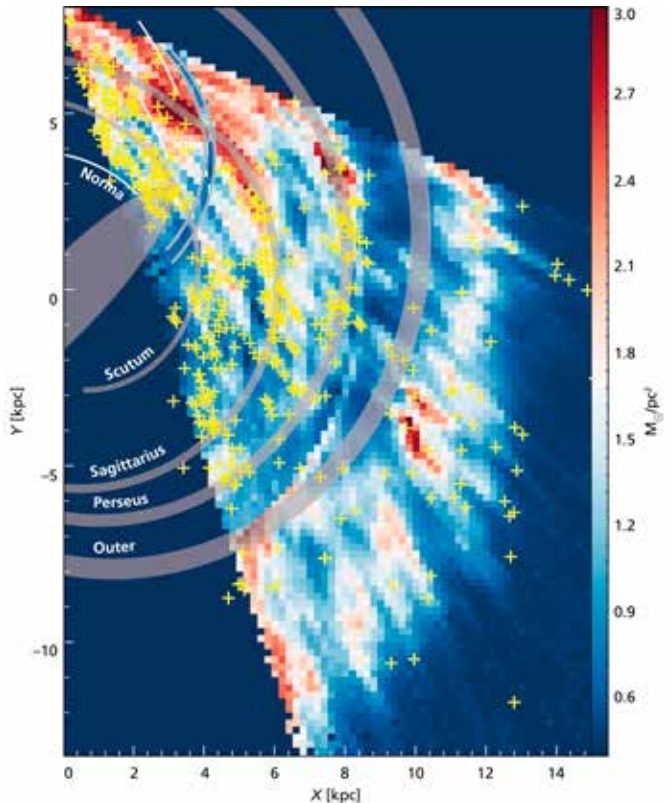
² voir note p. 611-615



Émission d'hydrogène atomique d'après un extrait du relevé THOR (en haut) et structures filamentaires associées autour du filament de Magdalena (en bas). Les couleurs représentent l'émission à trois vitesses radiales distinctes. (J. Soler et al. 2020)

Reconstitution de la distribution de l'hydrogène atomique dans une partie de la Voie lactée à partir des observations de l'enquête THOR.

Les couleurs correspondent à la densité du gaz. Les bandes grises indiquent les bras en spirale de la Voie lactée. Les croix localisent les nuages de gaz ionisé qui marquent les régions de formation d'étoiles massives. (Wang et al. 2020)



être purement atomique. C'est sa position privilégiée dans la Voie lactée qui a permis de la repérer.

Toute une population de filaments verticaux ont particulièrement attiré l'attention des chercheurs. Comme dans une pâte à pizza qui tourne, on s'attendrait à ce que la plupart des filaments soient parallèles au plan et étirés par la rotation. Les nombreux filaments verticaux qui se trouvent près de régions connues pour leur forte activité de formation d'étoiles ont donc fort intrigué les astronomes. Un processus quelconque a dû souffler de la matière hors du plan galactique, par exemple, les étoiles de masse élevée (plus de huit fois la masse du Soleil) qui injectent de grandes quantités d'énergie dans leur environnement sous forme de vents, de radiations ionisantes et, en fin de vie, d'explosions de supernovæ.

Dans le passé, les astronomes ont utilisé les observations de l'hydrogène atomique pour identifier des enveloppes autour des explosions de supernovæ qui ont jusqu'à quelques millions d'années. Les ondes de choc de ces explosions provoquent l'accumulation d'hydrogène dans des nuages denses, que les scientifiques soupçonnent d'être les premières étapes du processus de formation

des étoiles. Mais là, c'est différent. La plupart des filaments verticaux d'hydrogène atomique semblent concentrés dans des régions ayant un long passé de formation stellaire, au cours duquel plusieurs générations d'étoiles et d'explosions de supernovæ ont façonné l'environnement. Les chercheurs les ont donc liés à des événements antérieurs à l'expansion des enveloppes connues. On pense qu'ils sont associés aux restes d'enveloppes plus anciennes qui ont éclaté comme des bulles en atteignant le bord du disque galactique. Ces vestiges se sont accumulés pendant des millions d'années et ne se sont pas dispersés, grâce aux champs magnétiques.

Les astronomes sont arrivés à cette conclusion en utilisant des simulations numériques de la dynamique des explosions de supernovæ, des champs magnétiques et des mouvements galactiques.

Les résultats et les outils d'analyse de cette étude offrent un nouveau lien entre les observations et les processus physiques qui conduisent à l'accumulation de gaz qui précède la formation de nouvelles étoiles dans la Voie lactée et d'autres galaxies.

Les galaxies sont des systèmes dynamiques complexes et il est difficile d'obtenir de nouveaux indices : les archéologues reconstituent les civilisations à partir des ruines des villes ; les paléontologues reconstituent d'anciens écosystèmes à partir d'os de dinosaures ; les astronomes reconstituent l'histoire de la Voie lactée en utilisant les nuages d'hydrogène atomique.



*Une rangée d'antennes du VLA.
(Mihaiscanu ; Wikipedia)*