



www.alsace.cnrs.fr

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

COMMUNIQUÉ DE PRESSE REGIONAL | STRASBOURG | 05 septembre 2011

Les premières étoiles de la Voie lactée et la mort des galaxies satellites

Deux chercheurs de l'Observatoire de Strasbourg (CNRS-INSU, Université de Strasbourg) ont révélé pour la première fois l'existence d'une nouvelle signature de l'apparition des premières étoiles de notre Galaxie. Voilà plus de 12 milliards d'années, ces étoiles auraient dispersé le gaz des galaxies satellites de la Voie lactée par leur intense rayonnement. C'est en étudiant les conséquences observables de ce processus, que Pierre Ocvirk (CNRS) et Dominique Aubert (Université de Strasbourg) ont mis en évidence leur rôle prépondérant. Ce résultat confirme la place de la réionisation comme processus essentiel du modèle cosmologique standard qui décrit l'évolution de l'Univers et la formation de ses structures. L'étude, menée à bien au sein de la collaboration LIDAU (*Light In the Dark Ages of the Universe*)¹, paraît en octobre dans les lettres de la revue *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

Les toutes premières étoiles de l'Univers sont apparues environ 150 millions d'années après le Big Bang. Le gaz d'hydrogène et d'hélium qui emplit l'Univers était alors suffisamment froid pour que les atomes qui le composent soient, en majorité, électriquement neutres. Lorsque l'intense lumière des premières étoiles s'est propagée à travers ce gaz, elle a cassé les atomes d'hydrogène, transformant ces derniers en plasma et le ramenant à l'état ionisé qui était le sien dans les premiers instants de l'Univers. Cette réionisation s'accompagne d'un échauffement parfois lourd de conséquences : le gaz devient tellement chaud qu'il échappe à la faible gravité des galaxies les moins massives, les privant ainsi du matériau qui leur permettait de former des étoiles. Il est aujourd'hui admis que c'est ce mécanisme de photo-évaporation qui explique le faible nombre et le grand âge des étoiles appartenant aux galaxies naines satellites de la Voie lactée, résolvant ainsi le problème des satellites manquants². Réciproquement, cette sensibilité au rayonnement fait des galaxies satellites, qui sont proches de nous de 30 000 à 900 000 années-lumière, de précieuses sondes de l'époque de la réionisation. En particulier, l'étude de leur contenu stellaire en fonction de leur position peut nous renseigner sur la structure locale du champ de rayonnement pendant la réionisation aidant ainsi à la compréhension de cette époque reculée et de la formation de la Voie lactée.

¹ LIDAU est un projet financé par l'Agence nationale pour la recherche (ANR). La collaboration comprend les deux chercheurs de l'Observatoire de Strasbourg ainsi que Benoît Semelin, Patrick Vonlanthen et Kenji Hasegawa du LERMA (Observatoire de Paris).

² Le problème des satellites manquants a été mis en évidence il y a environ 10 ans. Il résulte d'un désaccord entre théorie et observations sur le nombre de galaxies satellites de la Voie lactée. Alors que les simulations numériques standard en prédisaient plus de 500, seule une vingtaine sont connues actuellement. Ceci signifie que soit ces galaxies n'existent pas, infirmant les théories cosmologiques les plus répandues, soit qu'elles sont bien présentes mais invisibles pour une raison inconnue. Ce problème trouve une solution élégante dans la prise en compte du fond ultra-violet qui envahit l'Univers au moment de la réionisation. Il semble que son intensité soit suffisante pour disperser le gaz des galaxies satellites de faible masse et mettre fin très tôt à l'activité de formation d'étoiles. C'est ce déficit d'étoiles qui rend les galaxies les moins massives indétectables aujourd'hui, et explique donc le faible nombre de galaxies satellites observées autour de la Voie lactée.



www.alsace.cnrs.fr

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

Jusqu'à présent, les modèles d'évolution de galaxies-satellites supposaient que le rayonnement ultraviolet, responsable de leur photo-évaporation, était produit collectivement par les grandes galaxies voisines ou par l'amas de galaxies de la Vierge, formant ainsi un fond quasi-uniforme à l'échelle de la Voie lactée. Construit par les chercheurs strasbourgeois, un nouveau modèle d'évolution des galaxies satellites vient mettre à mal cette hypothèse. Celui-ci est basé sur une simulation numérique à haute résolution qui décrit la dynamique des halos de matière noire ayant peuplé notre Galaxie et son proche voisinage au cours de toute son histoire. Ce calcul est complété par une description de la formation d'étoiles à partir du gaz piégé dans ces halos, et de sa réaction au rayonnement UV.

C'est la première fois qu'un modèle prend en considération l'effet du rayonnement des premières étoiles nées au centre de la Voie lactée en formation, sur la population de galaxies satellites qui l'entoure. En effet, contrairement aux modèles précédents, le champ de rayonnement produit dans une telle configuration n'est pas uniforme, mais diminue en intensité à mesure que l'on s'éloigne de la source. Les galaxies satellites qui sont proches du centre voient leur gaz s'échapper très rapidement. Elles forment si peu d'étoiles qu'elles en deviennent indétectables avec les télescopes actuels. A l'inverse, celles qui sont plus lointaines subissent une irradiation moindre, et parviennent à garder leur gaz plus longtemps. Elles forment ainsi un plus grand nombre d'étoiles au cours de leur vie. C'est pourquoi elles sont plus facilement détectables aujourd'hui et paraissent plus nombreuses.



La galaxie naine de Fornax fait partie de la vingtaine de galaxies satellites connues de la Voie lactée et utilisées dans cette étude. Elle orbite à environ 450 000 années lumières du centre de notre Galaxie.
Copyright : ESO/Digitized Sky Survey 2



www.alsace.cnrs.fr

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

Les anciens modèles postulaient un fond ultra-violet uniforme pendant la réionisation. En comparaison, l'influence des premières étoiles de la Voie lactée se traduit par un déficit de galaxies satellites dans les parties internes de notre galaxie, et un excédent dans les parties externes. En confrontant la distribution spatiale mesurée à celle prédite par le nouveau modèle, il apparaît que ce dernier est en bien meilleur accord avec les observations, ce qui suggère que les premières étoiles de la Voie lactée ont effectivement joué un rôle prépondérant dans la photo-évaporation du gaz de ses galaxies satellites. C'est donc bien la Voie lactée, et non pas les grandes galaxies voisines, qui aurait comme asphyxié ses trop proches sœurs cadettes par son rayonnement.

Ce scénario inédit a des conséquences importantes sur notre compréhension de la formation des galaxies et l'interprétation des grands relevés astronomiques à venir. En effet, soumises aux forces de marée exercées par notre galaxie, les galaxies satellites se sont progressivement dissoutes dans son halo stellaire, ou se sont étirées en de fins filaments appelés courants stellaires. Ceux-ci seront au cœur des objectifs scientifiques de la mission spatiale Gaia, qui doit être lancée en 2013. Il est donc essentiel de comprendre dès aujourd'hui comment ils sont affectés par les processus radiatifs lors de la réionisation. Le modèle produit par les deux astronomes strasbourgeois pourra être appliqué aux données du prochain télescope spatial JWST et du futur très grand télescope européen E-ELT et devrait permettre de cartographier l'histoire locale de la réionisation jusqu'aux grandes galaxies voisines.

Référence

A signature of the internal reionisation of the Milky Way, Pierre Ocvirk, Dominique Aubert, à paraître en octobre dans Monthly Notices of the Royal Astronomical Society - Letters : <http://arxiv.org/abs/1108.1193>

Contact

Contact chercheur | Pierre Ocvirk | Tél. 06 08 75 56 39 ou 03 68 85 24 40 | pierre.ocvirk@astro.unistra.fr