



Le 12 mai 2014

Naissance turbulente des étoiles dans le choc des galaxies

Grâce à des simulations numériques à très haute résolution, des astrophysiciens du CEA et du CNRS menés par Florent Renaud¹ ont pu analyser pour la première fois en détail les effets de la turbulence générée lors de la collision de deux galaxies. Ces simulations numériques, en résolvant les mouvements désordonnés du gaz contenu dans les galaxies jusqu'à de très petites échelles, expliquent enfin un phénomène observé par les astrophysiciens mais incompris jusqu'ici : les « flambées » de formation d'étoiles lors des collisions de galaxies. Un processus de turbulence compressif permet d'expliquer ces flambées, et pourquoi certaines galaxies forment plus d'étoiles que d'autres. Ces résultats sont publiés dans la revue *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Letters* le 12 mai 2014.

Les étoiles se forment lorsque le gaz contenu dans certaines régions d'une galaxie devient suffisamment dense pour s'effondrer sur lui-même (généralement grâce à la gravitation). Lors de la collision de deux galaxies, on observe en général une « flambée » de formation des étoiles, pour une raison jusqu'alors inconnue.

Une collision de galaxies augmente les mouvements désordonnés du gaz, et les tourbillons de turbulence générés devraient empêcher le gaz de se condenser par gravitation. On s'attendrait donc à ce que ces turbulences ralentissent, voire empêchent la formation des étoiles, or c'est l'inverse qui est observé.

Les simulations à très haute résolution ont pu montrer qu'en réalité la collision modifiait la nature-même de la turbulence à petite échelle : un mode de compression du gaz remplace l'effet tourbillonnaire. La turbulence contribue alors, contre toute attente, à l'effondrement du gaz sur lui-même en le comprimant. Ainsi, lorsque deux galaxies se percutent, c'est cet effet de turbulence compressive qui génère un excès de gaz dense et donc une flambée de formation stellaire, dans des régions couvrant un important volume des galaxies et non pas seulement dans leurs régions centrales. Ce processus apparaît désormais comme primordial pour déclencher la formation des étoiles.

Pour obtenir ces résultats, les chercheurs ont utilisé deux supercalculateurs des plus puissants de l'infrastructure de recherche européenne PRACE, dont la machine Curie de GENCI², pour modéliser une galaxie isolée comme la Voie Lactée et une collision de deux galaxies comme celle qui a donné

¹ CEA-Irfu

² Les simulations de la Voie Lactée ont été réalisées sur le supercalculateur Curie (utilisant 6 080 processeurs en parallèle) sur 300 000 années-lumière avec une résolution de 0,1 année-lumière et ont nécessité un temps équivalent de 12 millions d'heures de calcul sur 12 mois. Le supercalculateur Curie, mis à disposition par GENCI (Grand Équipement National de Calcul Intensif) auprès des chercheurs européens dans le cadre de PRACE (*Partnership for Advanced Computing in Europe*), est hébergé dans les locaux du Très Grand Centre de Calcul du CEA (TGCC).

Les simulations de la collision de galaxies ont été réalisées sur le supercalculateur SuperMUC (Leibniz-Garching, Allemagne – 4 096 processeurs en parallèle) dans un cube de 600 000 années-lumière avec une résolution de 3 années-lumière et ont nécessité un temps équivalent à 8 millions d'heures de calcul sur 8 mois.

naissance à la paire de galaxies dites "Les Antennes". Des travaux de modélisation de ces deux galaxies, bien connues, ont permis de développer des simulations au plus proches des objets observés jusque-là.

Ces nouvelles simulations ont pu atteindre une précision inédite, permettant de résoudre des structures de masse 1 000 fois plus faible qu'auparavant. Les astrophysiciens ont pu ainsi suivre l'évolution des galaxies sur plusieurs centaines de milliers d'années-lumière tout en explorant des détails de seulement une fraction d'année-lumière. Grâce à ce gain décisif, de nouveaux effets physiques sont apparus, révélant la nature complexe de la turbulence.

Simulation vidéo d'une collision de galaxies : <http://irfu.cea.fr/Sap/Phocea/Video/index.php?id=225>

Le même phénomène, zoomé : <http://irfu.cea.fr/Sap/Phocea/Video/index.php?id=227>

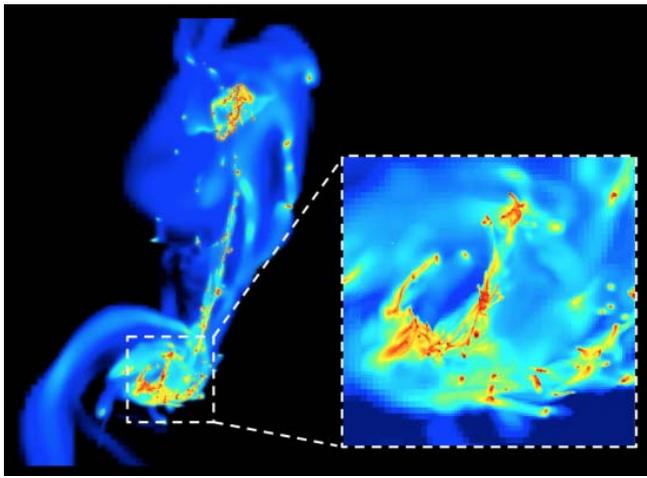


Figure 1 : Simulation d'une rencontre de deux galaxies. La simulation montre la déformation des galaxies après leur première rencontre (à gauche). Les simulations à haute résolution permettent de conserver les plus fins détails : sur le zoom (à droite) est représentée la densité du gaz. Les étoiles se forment dans les régions denses (en jaune et rouge) sous l'effet d'un processus de « turbulence compressive ». La formation d'étoiles y est plus efficace que dans la Voie Lactée.
© CEA-SAP

Qu'est-ce qu'une « flambée » de formation d'étoiles

Notre connaissance des galaxies repose sur la lumière émise par les étoiles qu'elles contiennent, notamment les plus jeunes. Les étoiles se forment lorsque le gaz des galaxies se condense. Elles émettent alors une lumière particulièrement intense en ultraviolet et infrarouge. Lors d'une collision de galaxies, beaucoup d'étoiles se forment rapidement, et les astronomes observent alors un pic de ce type de lumière, comme une "flambée".

Références : "Starbursts triggered by inter-galactic tides and interstellar compressive turbulence", Florent Renaud, Frédéric Bournaud, Katarina Kraljic & Pierre-Alain Duc, doi: 10.1093/mnrasl/slu050 *Mon. Not. R. Astron. Soc. Letters* (Oxford University Press), Mai 2014.

Contact Presse : CEA / Service Information-Media

Nicolas TILLY | T. +33 (0)1 64 50 17 16 |

nicolas.tilly@cea.fr

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Saclay | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex

CEA service information média | T. +33 (0)1 64 50 20 11