

## Naines bleues compactes

**L**es galaxies naines à flambée de formation stellaire, aussi connues sous le nom de galaxies naines bleues compactes, en raison de leur couleur et de leur morphologie, intriguent à plus d'un titre. D'abord, certaines d'entre elles, comme 1 Zwicky 18 ou SBS 0335-052, situées à moins de 200 millions d'années-lumière, ont une teneur en éléments lourds très faible. Chimiquement peu évoluées, elles semblent être des galaxies jeunes, voire primordiales. Ainsi Trinh Xuan Thuan, de l'Université de Virginie, et Yuri Izotov, de l'Observatoire d'Ukraine, leur attribuent un âge inférieur à 100 millions d'années. Si tel est le cas, les galaxies bleues compactes peu évoluées proches, accessible à nos instruments d'observation, pourraient être des galaxies en train de naître. Les galaxies en formation sont généralement cherchées dans l'Univers jeune, donc lointain et, compte tenu de leur distance, elle paraissent extrêmement faibles, même sur les images obtenues avec les télescopes les plus puissants.

La longue gestation de galaxies telles 1 Zwicky 18 ou SBS 0335-052, dont la naissance aurait été repoussée de plusieurs milliards d'années, laisse toutefois perplexe. Leur âge a d'ailleurs été récemment remis en question : le fait qu'elles soient peu évoluées chimiquement n'implique pas forcément qu'elles soient jeunes. Des astronomes de l'Institut d'astrophysique de Paris ont mis en évidence, dans l'une des galaxies prétendues jeunes, la présence d'étoiles plus vieilles qu'un milliard d'années, en contradiction avec leur âge supposé de 100 millions d'années. De surcroît, ils ont montré qu'une très faible teneur en éléments lourds restait compatible avec une histoire de formation stellaire qui s'étalerait sur une dizaine de milliards d'années, marquée par une alternance de périodes calmes et de sursauts d'activité stellaire.

**A**utre surprise dans ces galaxies bleues compactes : le gaz, l'un des constituants galactiques majeurs, y semble absent. Outre les populations stellaires, une galaxie possède le plus souvent des réserves de gaz sous forme d'hydrogène atomique et moléculaire. Or jusqu'à présent, cette composante moléculaire n'a jamais été détectée dans les galaxies à flambées les plus emblématiques. Dans notre propre Galaxie, les étoiles se forment dans de vastes complexes moléculaires. Les mécanismes de formation diffèrent-ils dans les naines les plus pauvres en éléments lourds et dans les galaxies spirales classiques ?

En plus de la matière lumineuse, les galaxies naines, plus encore que les galaxies plus massives, possèdent de grandes quantités de matière noire dont la présence est révélée de manière indirecte par des études dynamiques. Il a été envisagé qu'une partie de cette dernière composante soit constituée de gaz moléculaire diffus, difficilement décelable. Les dernières données d'Alfred Vidal-Madjar et de ses collaborateurs de l'Institut d'astrophysique et de l'Observatoire de Paris viennent d'infirmer cette hypothèse. Les astronomes devront chercher une autre forme de matière noire.

Enfin, comment se déclenchent ces flambées phénoménales observées dans les galaxies bleues compactes ? Une collision de galaxies est un mécanisme souvent avancé pour expliquer les sursauts de formation stellaire dans les galaxies massives. En raison de leur faible masse, les galaxies naines sont très fragiles. Une rencontre avec une galaxie compagnon a ainsi un impact majeur sur son évolution : si, dans un premier temps, cette rencontre peut engendrer un regain d'activité stellaire, à plus long terme, elle risque de lui être fatale. En 1994, une telle galaxie naine en cours de destruction a été découverte dans la constellation du Sagittaire, aux confins de notre Voie lactée.

Fossoyeurs de galaxies, les interactions entre galaxies peuvent aussi en créer. Ainsi les galaxies naines «de marées» se forment à partir de matériaux expulsés dans le milieu intergalactique par des effets gravitationnels qui s'exercent lors de collisions violentes. Toutefois, contrairement aux naines de marées ainsi qu'aux naines plus évoluées, les galaxies bleues compactes ont tendance à être isolées, même si certaines possèdent des compagnons peu massifs. Leur mode de formation et leur évolution demeurent largement méconnus.

Pierre-Alain DUC, Service d'astrophysique, CEA-CNRS, Saclay.

## Rencontres de naines

Les rencontres de galaxies peuvent également déclencher des sursauts stellaires, même dans les grandes galaxies. Les étoiles déjà formées ne sont pas perturbées, car elles entrent rarement en collision tant sont grandes les distances qui les séparent, même dans les zones galactiques les plus peuplées. Toutefois, les nuages de gaz sont spectaculairement modifiés : des ondes de choc ou des contraintes gravitationnelles les fragmentent et les aggrègent en étoiles. Ces mécanismes devraient fonctionner dans les galaxies naines aussi bien que dans les galaxies plus grosses.

Toutefois la plupart des flambées d'étoiles dans les galaxies naines ne résultent pas d'une interaction avec une autre galaxie naine, mais plutôt de rencontres avec des systèmes plus petits et moins brillants. Si les galaxies naines sont les petits poissons de la mare céleste, de quelle friture se nourrissent-ils ? Certains astronomes pensent que les galaxies naines interagissent avec des nuages de gaz atomique (essentiellement de l'hydrogène) dont les masses sont comprises entre un million et dix millions de masses solaires. Par exemple, NGC 5253 pourrait avoir absorbé un petit nuage de gaz de un million de masses solaires. Les astronomes ont cherché, à l'aide de radiotélescopes très sensibles, des nuages de gaz intergalactiques qui émettraient la signature caractéristique de l'hydrogène atomique, plus facile à détecter que l'hydrogène moléculaire. Ils ont découvert que les galaxies naines à sursauts stellaires ont plus souvent de tels nuages comme compagnons que les galaxies naines sans sursauts.

L'hypothèse d'interactions galactiques pour expliquer les flambées stellaires corrobore les observations de sursauts sporadiques, très espacés dans le temps.

Pourquoi les sursauts cessent-ils ? On répondra peut-être à cette question en observant que la plupart des galaxies naines à sursauts renferment de grandes structures de gaz ionisé en forme de coquilles, de bulles, de halos ou de cheminées. Ces structures révèlent la grande activité des jeunes étoiles massives, qui évacuent quantité de gaz. Les plus massives passeraient par la phase Wolf-Rayet et mourraient alors sous

forme de supernovae. Les coquilles et les bulles des naines à sursauts sont très vraisemblablement des accumulations de vestiges de vents émanant d'étoiles de Wolf-Rayet et de matière éjectée par les supernovae.

Toutes les jeunes étoiles massives perdent violemment de la masse, qu'elles soient ou non dans des galaxies naines. Dans les grandes galaxies à sursauts, on observe également des bulles, des panaches et des filaments ionisés. Toutefois, dans les galaxies naines, ces structures sont plus étendues hors de la galaxie que dans les grands systèmes : la masse réduite – et la gravité inférieure – des galaxies naines permet au gaz rejeté de s'éloigner davantage de la galaxie, voire de s'en échapper complètement. Ainsi les flambées d'étoiles cessent parce que l'activité stellaire perturbe le gaz interstellaire qui alimente la formation des étoiles. Les moins massives des étoiles formées pendant le sursaut stellaire ne deviennent pas des supernovae, mais se mêlent aux étoiles rouges peu brillantes qui constituent l'enveloppe de la galaxie naine. La galaxie retrouve ensuite son calme : la naine active se transforme en une naine irrégulière ordinaire, en attendant la prochaine rencontre avec un nuage.

L'intérêt pour les galaxies naines à sursauts se renforce à mesure que les moyens d'observation se perfectionnent. Les grands télescopes en lumière visible et en infrarouge, dans l'espace ou au sol, les réseaux qui détectent les ondes millimétriques et radio, et les satellites d'observation des hautes énergies nous ont déjà montré la formation d'étoiles dans les galaxies naines avec une résolution sans précédent. En observant ces systèmes dynamiques, les astronomes étudient des phénomènes uniques dans l'Univers. Les petits paquets renferment parfois des trésors : les naines à sursauts en sont une excellente illustration.

Sara BECK est maître de conférences à l'École de physique et d'astronomie de l'Université de Tel Aviv et chercheur associé de l'Université de Boulder.

J. BARNES, L. HERNQUIST et F. SCHWEIZER, *Les collisions de galaxies*, in *Pour la Science*, n° 168, octobre 1991.

*Galaxies*, sous la direction de Karel A. van der Hucht et al., IAU series, vol. 193, Astronomical Society of the Pacific, 1999.

**Entrez dans l'ambiance orientale  
des mille et une nuits et laissez-vous  
charmer par l'imagination  
de Shéhérazade contant la science  
et les tribulations des savants**

**Philippe Boulanger**

## **Les mille et une nuits de la science**



**«Dans ce livre, Philippe Boulanger, Directeur de la revue Pour la Science, réussit le tour de force de vulgariser des concepts difficiles en charmant son lecteur par une subtile danse... des neurones».**

**Hervé Ponchelet  
Le Point**

**Code 2445 • 240 pages • Prix 100 F  
Voir bon de commande p.90**

**BELIN • POUR LA SCIENCE**