



023

2. LA GALAXIE ELLIPTIQUE CENTAURUS A abrite un trou noir central dont la masse est estimée à 55 millions de fois celle du Soleil. Il est à l'origine de ces immenses jets de matière qui s'échappent du centre galactique et qui sculptent de gigantesques bulles dans le milieu interstellaire, visibles en rayons X (*en bleu*) et en infrarouge (*en orange*). Le disque de poussière (visible en infrarouge) qui barre la galaxie témoigne de l'absorption récente d'une galaxie.

centraux ont étouffé la formation de nouvelles étoiles ; les ondes de pression de leurs bulles d'éjectats empêchent le milieu interstellaire de se refroidir et de se condenser en étoiles et en planètes. Pendant ce temps, la Voie lactée continue d'avancer à son train de sénateur.

Un trou noir ni trop actif ni trop endormi

Le fait que nous vivions dans une grande galaxie dotée d'un bulbe stellaire peu développé et d'un trou noir central modeste suggère que les galaxies les mieux adaptées à la vie sont celles qui n'ont pas passé leur temps à faire croître des trous noirs colossaux et à subir les effets des forces déchaînées par le processus. De nouvelles étoiles continuent à se former dans notre Galaxie, mais pas avec la même vigueur que dans d'autres. La plupart des nouvelles étoiles se forment sur les bords des bras spiraux, sous l'effet des ondes de pression à grande échelle qui balayent le disque de gaz et de poussière. Les étoiles se forment également plus loin du centre galactique que dans le passé. Nous vivons dans une région de formation stellaire modérée. Une formation stellaire intense produit un environnement très chaotique. Des étoiles massives naissent, qui épuisent rapidement leur combustible et meurent bientôt dans de colossales explosions de

supernovæ. Les atmosphères planétaires peuvent être soufflées par le rayonnement intense de ces étoiles, et les particules énergétiques accélérées peuvent pilonner la surface des planètes. Même le flux de neutrinos libérés par les explosions d'étoiles suffirait à porter atteinte à la vie. Et ce ne sont que les effets modérés : trop près d'une supernova, un système planétaire risque d'être purement et simplement vaporisé.

Et pourtant, ces mécanismes sont aussi ceux par lesquels le riche mélange chimique engendré au sein des étoiles est disséminé dans le cosmos. Ce matériau est celui dont sont faites les étoiles et les planètes. Il s'agit de planètes comportant des hydrocarbures et de l'eau, brassés par la chaleur produite par les radio-isotopes, ayant devant elles des milliards d'années d'évolution géophysique. Ainsi, quelque part entre la région où les jeunes étoiles se forment à foison et celle où dorment les vieilles étoiles, il y a un endroit « juste comme il faut », suffisamment éloigné du centre galactique vieillissant, mais pas trop près des zones agitées de formation stellaire. Notre Système solaire s'y trouve.

La contrainte que font peser les trous noirs supermassifs sur la possibilité de la vie est simple : une galaxie contenant un trou noir de taille modérée qui s'alimente de façon régulière et sans excès a plus de chance d'abriter une zone « tempérée » qu'une galaxie dotée d'un colosse autre-

fois vorace, mais assoupi depuis longtemps. L'existence de galaxies telles que la Voie lactée est intimement liée aux processus contraires d'accrétion et d'éjection de matière par les trous noirs centraux. Trop d'activité, et la formation d'étoiles serait faible. La production d'éléments lourds cesserait alors. Trop peu d'activité, et les jeunes étoiles explosives seraient trop abondantes, ou au contraire, le milieu interstellaire ne serait pas assez brassé pour donner naissance à quoi que ce soit. Si l'on modifie un tant soit peu cet équilibre, on modifie tout le processus de formation d'étoiles et d'évolution des galaxies.

La chaîne d'événements qui a conduit à la vie serait différente, voire inexistante, sans la coévolution des galaxies avec les trous noirs supermassifs et leur effet régulateur. Le nombre d'étoiles, la proportion de petites et de grosses étoiles, la forme des galaxies, leur structure, les régions stérilisées ou au contraire dynamisées par le rayonnement et les ondes de pression – tout cela serait différent sans les trous noirs supermassifs.

Notre petit coin fertile du cosmos a subi les influences de tout ce qui s'est passé autour de lui, y compris du comportement du trou noir niché au centre de la Voie lactée. Ces objets, eux-mêmes coupés du reste de l'Univers, ont joué un rôle majeur dans son évolution. Nous leur devons beaucoup. ■

L'art de la construction chez les insectes sociaux

Guy Theraulaz, Andrea Perna et Pascale Kuntz

Les termitières et les fourmilières sont des prouesses architecturales. Pourtant, chaque ouvrier bâtisseur n'a qu'une perception locale du nid qu'il construit. Des modèles simples révèlent leurs secrets.

1. DES TERMITES de l'espèce *Hopliitermes hospitalis* (Sarawak, Malaisie) transportent des boulettes de lichen et de mousse qui leur serviront de nourriture ou de support pour cultiver des champignons. Comme tous les insectes sociaux, les termites coopèrent pour se nourrir, mais aussi pour bâtir des nids à l'architecture étonnante. Les éthologues étudient les mécanismes coopératifs conduisant à ces structures.