

dépasse pas un millième de celle de la galaxie principale. En appliquant cette méthode à la Voie lactée, notre équipe a conjecturé qu'une galaxie non encore découverte, et peut-être sombre, se tapis dans le plan même de la Voie lactée, à environ 300 000 années-lumière du centre galactique. Des projets sont maintenant en cours pour observer cette galaxie dans le proche infrarouge à l'aide du télescope spatial *Spitzer*.

Trop peu de lumière

Outre le défi que représente leur recherche, les galaxies ultrafaibles et sombres du voisinage de la Voie lactée posent le problème de la quantité de matière qu'elles contiennent. La quantité de matière d'une galaxie est habituellement mesurée par le rapport entre la masse totale de la matière et la quantité de lumière qu'elle émet. Par définition, le Soleil a un rapport masse-luminosité égal à un. Dans la Galaxie, l'étoile moyenne est un peu moins

massive et beaucoup moins brillante que le Soleil, si bien que le rapport masse-luminosité de la matière classique est proche de trois. Cependant, si l'on inclut la matière noire, le rapport masse-luminosité total de la Voie lactée s'approche de 30.

Josh Simon, maintenant à l'Institut Carnegie de Washington, et Martha Geha, maintenant à l'Université Yale, ont mesuré les vitesses des étoiles de huit galaxies naines ultrafaibles pour déterminer la masse de ces galaxies et la comparer à leur luminosité : le rapport masse-luminosité dépasse 1 000 dans certains cas ! Ce sont de loin les valeurs les plus élevées de toutes les structures connues dans l'Univers. En analysant les fluctuations de température dans le fond diffus cosmologique, on estime le rapport masse-luminosité de l'Univers dans son ensemble à quasiment cinq. Pourquoi le rapport masse-luminosité de la Voie lactée est-il plus élevé, et celui des galaxies ultrafaibles encore plus ?

Cette différence pourrait s'expliquer si les galaxies ayant des rapports masse-

luminosité plus élevés que la moyenne ont en réalité plus de masse que prévu, ou émettent moins de lumière. Les astronomes pensent que c'est ce dernier facteur qui est en cause. Une grande quantité de matière ordinaire ne rayonne pas assez pour être vue, soit parce qu'elle n'a jamais pu se fixer dans des galaxies et se transformer en étoiles, soit parce qu'elle a été éjectée dans l'espace intergalactique, où elle réside sous une forme ionisée, indétectable par les télescopes actuels. Les galaxies de moindre masse, ayant une gravité plus faible, perdent davantage de gaz, si bien que leur émission lumineuse est réduite de façon disproportionnée.

Il est quelque peu ironique que les problèmes posés par la matière invisible (la matière noire) fassent apparaître ceux liés à la matière ordinaire, mais non détectée ! Quelle que soit en fin de compte sa nature, l'existence de la matière noire n'est pas un problème, mais une réponse à une large gamme de questions en astronomie. ■



france culture

VOYAGER DANS LE TEMPS

La marche des sciences
Aurélie Luneau
14h/15h - jeudi
En partenariat avec *Pour la Science*

franceculture.fr

Photo: Marc Donaghy © Philippe Renaudie. Couverture: Jeanne Lippard - KOCOS - Paris 2011

La forêt des cristaux géants

Giovanni Badino et Paolo Forti



Dans une mine du Nord du Mexique, une série de grottes abrite les plus grands cristaux de gypse du monde.

Leur étude est en cours, avant qu'ils ne disparaissent à jamais...

Dans le désert de Chihuahua, au Nord du Mexique, le village de Naica s'est développé autour de l'une des plus grandes mines d'argent au monde. En 1910, cette mine est devenue célèbre, car les travaux d'excavation ont mis au jour, 130 mètres sous le niveau de l'entrée de la mine (située à 1385 mètres d'altitude) la « Grottes des épées » (*Cueva de las Espadas*), une cavité qui renfermait des cristaux de gypse atteignant deux mètres de hauteur, parmi les plus grands jamais découverts (les plus grands étant alors ceux de Mazan, dans le Vaucluse, atteignant 2,50 mètres). Cette grotte a malheureusement été presque entièrement pillée et ses cristaux sont aujourd'hui exposés dans les plus grands musées minéralogiques du monde.

Après la Seconde Guerre mondiale, l'activité minière s'est intensifiée et a atteint l'aquifère thermal sous-jacent, à 130 mètres de profondeur. Pour permettre aux mineurs de travailler, d'énormes pompes ont été installées. À l'heure actuelle, les pompes évacuent toujours du fond de la mine plus d'un mètre cube par seconde d'eau à 54 °C, et le niveau de l'aquifère a baissé de 700 mètres environ.

En 2000, à 290 mètres de profondeur, on découvrit trois autres grottes, ressemblant à d'énormes géodes, qui abritent des cristaux de gypse incroyables. Dans la plus grande d'entre elles, nommée Grotte aux cristaux (*Cueva de los cristales*), se trouve une forêt de cristaux aux dimensions gigantesques : la plupart d'entre eux mesurent quatre à six mètres, et le plus grand cristal atteint 11 mètres ! Les autorités condamnèrent immédiatement les grottes avec des grilles pour empêcher tout pillage.

Entre 2001 et 2005, des visites ponctuelles furent organisées, mais il apparut rapidement qu'il était

impossible d'explorer et d'étudier efficacement les grottes de Naica de cette façon, en raison des conditions environnementales extrêmes. La température, notamment dans la Grotte aux cristaux, y atteint 46 °C. En effet, si la température augmente toujours avec la profondeur, les grottes de Naica se situent dans une ancienne zone volcanique, de sorte que la température augmente plus vite qu'ailleurs avec la profondeur. De surcroît, l'humidité relative y est proche de 100 pour cent. Dans ces conditions, le corps ne peut refroidir par évaporation de la sueur. La peau se réchauffe jusqu'à la brûlure. En outre, après à peine cinq minutes, inspirer l'air brûlant et humide devient un calvaire, et les poumons sont rapidement saturés en eau, tandis que le cœur travaille plus fort.

On peut quantifier l'hostilité de cet environnement par l'indice humidex, qui tient compte de la température et de l'humidité. Le corps humain souffre lorsque cet indice dépasse 35, et au-delà de 55, le danger est réel. Les grottes de Naica ont des index humidex compris entre 95 et 105. Elles sont donc très dangereuses ! *A posteriori*, maintenant que nous en savons plus sur ce milieu, nous sommes heureux d'en être sortis vivants à chaque fois !

En 2006, pour mener des recherches sur ces grottes, la Société *Peñoles*, propriétaire de la mine, la Société de production audiovisuelle mexicaine *C/Producciones* et l'Association italienne d'exploration géographique

La Venta ont mis sur pied le Projet Naica. La première action a été d'organiser un suivi médical en temps réel des explorateurs et des chercheurs. Nous nous sommes attachés ensuite à mettre au point des combinaisons et des respirateurs spéciaux pour permettre un séjour prolongé à l'intérieur de la grotte.

L'ESSENTIEL

✓ En 2000, dans la mine de Naica, au Mexique, trois grottes abritant des cristaux de gypse géants ont été mises au jour. L'une contient des cristaux allant jusqu'à 11 mètres, sans doute les plus grands du monde.

✓ L'humidité et la température extrêmes qui y règnent rendent l'exploration de ces grottes difficile.

✓ Plusieurs expéditions ont cependant permis d'étudier ces cristaux géants.

✓ Ils seront engloutis à brève échéance par la remontée des eaux si rien n'est fait.