

Historique : les astronomes capturent l'image d'un trou noir

Un consortium international d'astronomes de 40 pays a combiné la puissance de huit observatoires pour réussir à « voir » le corps hypermassif caché au coeur de la galaxie M87.

Le Figaro · 11 apr. 2019 · TRISTAN VEY @veytristan

Un consortium international rassemblant des chercheurs de 40 pays a réussi l'exploit d'observer la silhouette d'un trou noir hypermassif, au coeur d'une galaxie située à plus de 50 millions d'années-lumière.



ASTRONOMIE Au premier regard, c'est une image qui pourrait sembler banale, pour ne pas dire ratée. Un simple halo de lumière jaune orangé, flou et asymétrique, se détache sur un fond noir. Ce que l'on est en train de regarder est pourtant l'une des choses les plus fascinantes qu'il nous sera peut-être jamais donné de contempler: nous avons devant les yeux, pour la première fois de l'histoire, le portrait d'un trou noir. Un vrai. Pas une simulation ni une vue d'artiste, mais un objet bien réel situé au coeur de la galaxie M87, à 50 millions d'années-lumière. Le fruit d'une observation simultanée par huit radiotélescopes dans le monde entier en avril 2017, dans le cadre de la grande collaboration internationale Event Horizon Telescope (EHT).

C'est un résultat si exceptionnel qu'il vient de faire mercredi l'objet de six conférences de presse coordonnées dans le monde entier: à Bruxelles (Belgique), Washington (États-Unis), Tokyo (Japon), Santiago (Chili), Shanghai (Chine) et Taipei (Taïwan). C'était probablement

devenu ces dernières semaines le secret le plus difficile à garder de toute la communauté scientifique. Six publications sont parues au même moment sur le site de la revue *The Astrophysical Journal Letters* pour détailler les méthodes et les conclusions de ces observations.

Commençons peut-être par rappeler en préambule de quoi nous parlons exactement. Un trou noir se forme lorsqu'une masse devient si concentrée qu'elle déchire l'espace-temps, formant un puits gravitationnel sans fond. Rien de ce qui s'en approche de trop près, pas

même la lumière, ne peut alors s'en échapper. La limite au-delà de laquelle tout reste piégé dans un trou noir, sans possibilité d'en ressortir, définit ainsi une sphère parfaite d'un noir absolu. Les astronomes parlent d'« horizon des événements» (d'où le nom de la collaboration). Cette frontière immatérielle ne peut évidemment se voir que par contraste sur un fond lumineux. En l'occurrence, les théoriciens espéraient que le gaz qui s'enroule autour du trou noir juste avant d'y être avalé pourrait fournir une sorte d'écran naturel sur lequel se dessinerait sa silhouette. Pari réussi !

« Nous observons très exactement ce qui était prévu, c'en est presque décevant », plaisante Frédéric Gueth, directeur adjoint de l'Institut de radioastronomie millimétrique (Iram), dont l'antenne de 30 mètres perchée au sommet du Pico Veleta, près de Grenade, en Espagne, a participé aux campagnes d'observations. «La véritable surprise, c'est que nous ayons obtenu cette image aussi rapidement. Le défi technologique était insensé. » Un trou noir est par définition un objet nécessairement petit. Celui qui se niche au centre de notre galaxie a beau être hypermassif, 4 millions de fois la masse de notre Soleil, son horizon ne mesure pas plus de 20 fois le diamètre de notre étoile ! C'est une tête d'épingle sombre perdue dans l'immensité du centre galactique. Il faudrait en théorie une antenne de la taille de la Terre pour arriver à en discerner les contours! Comme il est évidemment impossible de construire un tel engin, les astronomes ont recours à une ruse : ils utilisent des télescopes répartis sur la planète et combinent les signaux obtenus pour reconstituer une antenne virtuelle dont la résolution est équivalente. C'est ce qu'on appelle la technique d'interférométrie à très longue base, ou VLBI en anglais.

Pendant quatre journées en avril 2017, les radiotélescopes les plus modernes et les plus sensibles de la planète ont ainsi observé en même temps le trou noir central de notre propre galaxie et celui, mille fois plus gros et mille fois plus lointain, qui se cache au cœur de la galaxie M87, située à une cinquantaine de millions d'années-lumière de nous. «C'est simple, ce sont les deux seuls trous noirs pour lesquels nous avons une résolution suffisante avec le réseau EHT», précise Pablo Torne, jeune astronome à l'Iram, spécialiste de cette technique

d'observation. En d'autres termes, c'étaient ces cibles ou rien.

Les spécialistes pensaient que le trou noir de la Voie lactée, Sagittarius A*, serait la meilleure cible. Il y avait en effet une incertitude plus grande sur la masse, et donc la taille, du trou noir de M87. « Il fallait vraiment que nous soyons à la limite supérieure des estimations pour espérer

le voir», se souvient Heino Falcke, radioastronome à la Radboud University Nijmegen, aux Pays-Bas, l'une des deux grandes figures de la collaboration EHT avec Shep Doeleman, de l'université de Harvard. Mais le miracle s'est produit: le trou noir central de M87 pèse plus de 6 milliards de masses solaires ! Cela a d'ailleurs sauvé la session d'observation. Le trou noir central de notre galaxie s'est en effet montré impossible à voir pour le moment. Les chercheurs pensent que sa luminosité varie peut-être trop rapidement pour permettre d'en réaliser une image assez nette avec les temps de pose très longs choisis.

Pour le reste, les étoiles étaient parfaitement alignées, pourrait-on dire. La météo fut clémente au même instant sur les huit sites d'observation, de l'Antarctique au Chili, en passant par l'Arizona, le Mexique, les États-Unis et l'Espagne. Il fallait ensuite que chacun des

télescopes réussisse la récolte de données parfaites. À charge ensuite pour les deux super-calculateurs spécialement conçus pour cette tâche très particulière, situés à Bonn (Allemagne) et près de Boston (États-Unis), de rassembler les 4 000 téraoctets de données pour trouver comment les assembler, comment les « corrélérer ».

Le but de l'interférométrie est en effet de déterminer les petits décalages temporels entre les signaux en fonction de l'endroit du globe où ils ont été enregistrés. Mais comme on ne connaît pas la position des observatoires à la fraction de millimètre près (la précision requise pour ce travail), il a fallu tâtonner et tenter toutes les combinaisons possibles. « Le 23 décembre 2017, nous avons reçu les dernières données acheminées par bateau depuis le pôle Sud,

précise Helge Rottmann, spécialiste de la question à l'Institut MaxPlanck de radioastronomie. Nous les avons intégrées au calcul et cela s'est parfaitement emboîté. C'était un moment

assez magique, un très beau cadeau de Noël. » Il aura encore fallu plus d'un an de traitement complexe, mené en parallèle par quatre équipes indépendantes et avec trois logiciels d'imagerie différents, pour s'assurer que l'on disposait bien du premier portrait de trou noir jamais réalisé. « Tout a fonctionné dès la première année d'observation, commente avec émotion Heino Falcke.

Cela faisait vingt-cinq ans que j'attendais ce moment et je pensais vraiment qu'il faudrait attendre encore cinq années de plus pour que nous obtenions un tel résultat. » Preuve de l'extrême difficulté de l'opération, la campagne d'observations de 2018 n'a pour sa part rien donné d'exploitable. Celle de 2019 a quant à elle été annulée, notamment en raison de problèmes de sécurité à l'observatoire situé près de Mexico. Les astronomes visent désormais 2020. De nouvelles antennes, dont le réseau Noema de l'Iram, sur le plateau de Bure, dans les Alpes françaises, se joindront à la collaboration. Avec l'espoir de réussir cette fois-ci le premier portrait du trou noir de notre galaxie. Un nouveau défi.

“La vraie surprise, c'est que nous ayons obtenu cette image aussi rapidement. Le défi technologique était insensé ”

FRÉDÉRIC GUETH, DIRECTEUR ADJOINT DE L'IRAM