

d'observation sur chaque site, fortement sollicités par ailleurs), et, surtout, météorologique puisque étaient indispensables des conditions clémentes en la matière simultanément sur chaque site. Certes chaque installation astronomique avait été choisie entre autres pour sa situation avantageuse, mais bénéficier d'une fenêtre météo favorable partout en même temps résulte d'une coïncidence plutôt heureuse... qui du reste ne fut pas complètement répétée lors de la campagne d'observation de l'année suivante.

Au final, les chiffres relatifs à la prise de données donnent un peu le vertige : chaque nuit, pendant plusieurs heures, chaque site enregistra des données à raison de plusieurs gigaoctets par seconde, chaque bit enregistré devant, pour pouvoir être traité ultérieurement, être accompagné de l'heure précise d'enregistrement calée sur des horloges atomiques. En tout, 4 pétaoctets de données (soit 4 millions de gigaoctets) furent précieusement sauvegardées, puis rapatriées au même endroit. La campagne d'observation de 2017 s'intéressa à deux cibles : Sgr A*, dans notre Galaxie et le trou noir géant de la galaxie M87, une des plus grosses galaxies de l'univers local. Situé à 50 millions d'années-lumière du Soleil, soit 2000 fois plus loin que Sgr A*, il est aussi 1 500 fois plus massif, donc 1 500 fois plus gros.

De ces deux trous noirs, seul celui de M87 donna des résultats exploitables, car ceux de Sgr A* étaient brouillés par la variabilité de l'aspect du disque, fruit de celle du flux de matière sur le trou noir. Ces écarts dépendent de la masse du trou noir. Étant 1 500 fois moins massif, Sgr A* est une source qui peut varier sur des échelles de temps de quelques minutes, contre plusieurs jours au pire pour le trou noir de M87 (désormais baptisé M87*).

UN AN DE TRAITEMENT

Au bout de près d'un an de traitement, les données rendirent leur verdict : la silhouette du trou noir se découpe effectivement sur le fond lumineux du disque d'accrétion, légèrement plus brillant d'un côté que de l'autre, comme on s'y attendait, puisque la lumière émise par la partie du disque qui s'approche de nous sera plus intense que celle du côté opposé. En fait, la mesure de ce contraste renseigne sur l'inclinaison sous laquelle est vu ce disque, à savoir une vingtaine de degrés.

Alors bien sûr, puisqu'on se trouve à la limite de résolution des instruments, l'image peut paraître un peu floue pour qui a en tête les images du télescope spatial *Hubble*, mais c'est aussi ce qui fait sa beauté. Elle est belle non pas malgré le fait qu'elle soit floue, mais précisément parce qu'elle est floue, signe des efforts extraordinaires qui ont été consentis pour atteindre un objectif jugé inaccessible il y a seulement quelques décennies.

L'exploit désormais accompli, que peut-on espérer de plus dans le futur ? Tout d'abord étoffer le réseau d'observation, en ajoutant d'autres antennes comme celles du plateau de Bure, en France, et une autre au Groenland,

Les futures campagnes d'observation de M87* devraient permettre de passer de la première image... au premier film

afin d'obtenir une image moins bruitée. Des observations à des longueurs d'onde encore plus basse, en l'occurrence 0,8 millimètre, sont aussi possibles, mais sans garantie de succès, car l'atmosphère terrestre est de moins en moins transparente à mesure que l'on s'enfonce dans le domaine submillimétrique.

DE L'IMAGE AU FILM

Une autre piste concerne la dimension temporelle. Pour l'heure, la physique des disques d'accrétion n'est qu'imparfaitement connue, et si la variabilité du disque est un fait établi, nous l'avons vu, on ne sait pas encore à quelle échelle de temps elle se produit. Les campagnes d'observation futures de M87* devraient permettre d'en savoir plus et de passer de la première image... au premier film.

Enfin, sur le très long terme, on peut imaginer agrandir encore la taille du réseau, en envoyant des radiotélescopes en orbite. C'est dans ce contexte que s'ébauche l'*Event Horizon Imager*, version spatiale de l'EHT. Avec seulement trois radiotélescopes orbitant autour de la Terre à des distances différentes, les instruments bougeront naturellement les uns par rapport aux autres par le jeu de la mécanique céleste. Et l'on espère une résolution de quelques microsecondes d'arc à peine, un chiffre qui fait rêver... à condition de résoudre un nombre considérable de nouveaux problèmes, à commencer par le volume de données à rapatrier depuis l'espace. Impossible ? L'histoire des trous noirs a déjà montré que l'impossible d'un jour ne le reste pas toujours. ■

BIBLIOGRAPHIE

THE EHT COLLABORATION ET AL., First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole, *ApJL*, vol. 875, p. 1. 2019.

A. BRODERICK ET A. LOEB, Portrait d'un trou noir, *Pour la Science*, n° 389, mars 2010.