

BIENTÔT, le voisinage des trous noirs révélé

PAR CARINE SOUPLLET



RAYMOND BLUNDELL est directeur du radiotélescope Submillimeter Array (ci-dessus) situé sur le volcan Mauna Kea, à Hawaï. © R. Blundell/J. Weintroub

Un projet d'interférométrie à l'échelle planétaire permettra bientôt d'en savoir un peu plus sur le voisinage d'objets parmi les plus mystérieux de notre Univers : les trous noirs.

Ils sont issus de l'effondrement d'étoiles massives ou bien tapis au cœur des galaxies, et n'ont jamais été directement observés : ce sont les trous noirs, zones de l'Univers où la gravité est telle que tout, même la lumière ne peut s'en échapper. Il est très complexe d'arriver à montrer directement leur existence, car ce sont des objets dont les dimensions varient de quelques kilomètres pour un trou noir typique à plusieurs millions de fois cette taille pour un trou noir supermassif, le problème étant leurs dimensions angulaires perçues depuis la Terre du fait de l'éloignement. Pour en savoir un peu plus, le seul moyen est d'étudier leur voisinage proche, mais cela reste impossible dans la lumière visible : il serait nécessaire d'avoir un télescope de plusieurs kilomètres de diamètre ! En revan-

che, le domaine radio offre des possibilités en utilisant la technique de l'interférométrie, qui simule un télescope virtuel de grand diamètre en assemblant les données d'instruments situés à distance les uns des autres et connectés en réseaux. Et le projet international Event Horizon Telescope piloté par Shep Doeleman, qui a pour vocation d'étudier en détail les trous noirs, utilisera cette technique et va permettre la création d'un radiotélescope virtuel de... 10 000 kilomètres de diamètre !

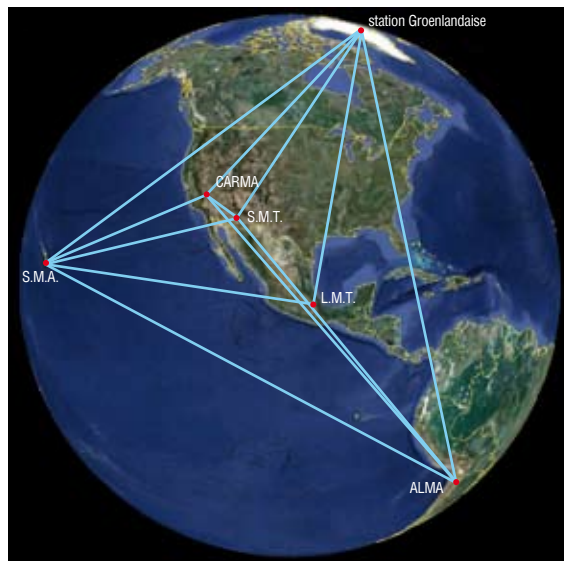
COLLABORATION PLANÉTAIRE

Raymond Blundell est partie prenante dans ce grand projet. Directeur du radiotélescope S.M.A. (Submillimeter Array) à Hawaï, il présente les grandes lignes de ce projet qui permettra de faire ce qu'on appelle de la

V.L.B.I. (Very Long Base Interferometry, pour Interférométrie à très longue base) dans les longueurs d'onde de 1,3 et 0,85 mm (fréquences 230 et 345 GHz). "Ce télescope aura des stations éloignées de presque 10 000 kilomètres, qui formeront des lignes de base 10 000 fois plus longues que tout ce qui existe aujourd'hui : par comparaison, le plus grand interféromètre actuel, ALMA, a pour l'instant une ligne de base de 1 km, qui sera portée à 15 km à terme." L'instrument dont il est le directeur, le S.M.A., est l'une des composantes du projet, qui concernera aussi l'interféromètre ALMA (Atacama Large Millimeter Array) et le radiotélescope APEX (Atacama Pathfinder EXperiment) au Chili, le S.M.T. (Submillimeter Telescope) en Arizona, le CARMA (Combined Array for Research in Millimeter-wave Astronomy) en

Californie, les stations de l'IRAM (Institut de radioastronomie millimétrique) du plateau de Bure en France et du Pico Veleta en Espagne, le L.M.T. (Large Millimeter Telescope) au Mexique, et sans doute encore quelques autres. A tous ces instruments, on ajoutera selon la situation australe ou boréale de la cible, une antenne déjà installée en Antarctique ou une autre prochainement installée au Groenland (voir encadré). "Nous avons besoin de lignes de base très longues dans les sens Nord-Sud et Est-Ouest pour atteindre une résolution suffisante. Les stations à Hawaï, au Groenland et au Chili sont essentielles pour avoir ces longues bases", précise Raymond Blundell.

Les télescopes ne seront pas reliés entre eux directement, mais enregistreront leurs données avec un système de datation très précis utilisant des horloges atomiques (masers à hydrogène), données qui seront ensuite transmises à l'observatoire Haystack du Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.), chargé de les assembler pour constituer les images. Les premiers essais réalisés avec le S.M.A., le S.M.T. et APEX, déjà capables de fonctionner de concert, ont permis de valider la méthode d'observation en observant le quasar 3C279. Cet objet très éloigné a un aspect ponctuel et servira de source de calibration pour l'Event Horizon Telescope. D'autres travaux préliminaires ont également été réalisés sur la galaxie M 871, avec cette fois le S.M.T., CARMA et le S.M.A. couplé au James Clerk Maxwell Telescope (J.C.M.T., situé également à Hawaï), mettant en évidence des détails dans le jet de matière expulsé au cœur de la galaxie, à proximité de son trou noir. Des observations prometteuses, car elles ont permis d'atteindre des résolutions angulaires record avec des lignes de base de longueur moindre que celles de l'Event Horizon Telescope dans sa version finale.



AVEC LE FUTUR
RADIOTÉLESCOPE situé au Groenland, le V.L.B.I atteindra des dimensions encore jamais atteintes, à l'échelle de la planète. Ici, seule une partie des stations impliquées est représentée.
© Google Earth/Astronomie Magazine

VOIR UN OBJET INVISIBLE

Mais au fait, que verra-t-on sur les images de trous noirs supermassifs obtenues ? "Les modèles numériques permettent de prévoir qu'on ne verra rien du trou noir. Par contre, on sera capable de détailler toute la matière qu'il y a autour, des détails qui seront amplifiés par l'effet de lentille gravitationnelle du trou noir", explique Raymond Blundell. Toutefois, le nombre de cibles potentielles est restreint : "On a deux, ou peut-être trois candidats qui semblent assez grands pour qu'on puisse réaliser ce type d'image : les deux principaux sont celui situé au centre de notre Voie lactée et appelé Sagittarius A*, et celui au cœur de Messier 87 dans la Vierge". Deux trous noirs ayant la même taille apparente vue depuis la Terre, mais très différents l'un de l'autre : "Celui de M 87 est 1 000 à 2 000 fois plus grand, plus massif et plus éloigné que celui de notre Voie lactée. En conséquence, la période de la matière qui tourne autour du trou noir de

M 87 est à peu près 1 000 fois plus longue que celle de la matière qui tourne autour du trou noir de notre galaxie", précise Raymond Blundell. Une caractéristique importante, car les images du V.L.B.I. nécessiteront des poses d'environ huit heures. La matière tournant en moyenne en une demi-heure autour du trou noir de la Voie lactée, on obtiendra donc des images floues. En revanche, celle tournant autour du trou noir de M 87 ayant une période de 20 jours, chaque image posée huit heures devrait révéler des détails, et il pourrait même être possible, en faisant une image par jour, de réaliser une animation de la matière en rotation. Rendez-vous est donc pris pour ces premières images en 2015 avec à la clé, peut-être, de quoi mieux comprendre ces mystérieux trous noirs... ●

Site Internet de l'Event Horizon Telescope : www.eventhorizontelescope.org

1. www.sciencemag.org/content/338/6105/355.abstract



C'est **UNE ANTENNE** semblable à celle d'APEX au Chili qui sera installée au Groenland. © ESO

UN RADIOTÉLESCOPE AU SOMMET DU GLACIER GROENLANDAIS

Afin de donner à ce réseau interférométrique les plus grandes lignes de bases Nord-Sud possibles, un radiotélescope sera bientôt installé au centre du Groenland. Sur le glacier, à 3 200 mètres d'altitude et à une latitude de 72,5° N, une antenne de 12 mètres de diamètre semblable à celles composant ALMA sera acheminée par traîneau. A cette altitude, la transparence de l'atmosphère permettra d'utiliser, en plus de la longueur d'onde de 1,3 mm, celle de 0,85 mm qui donnera des images une fois et demie plus précises. L'antenne est en préparation par l'Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics de Taiwan pour lui permettre de supporter de rudes conditions climatiques (jusqu'à -70° C). Elle sera ensuite transportée en 2014 sur la base de Thulé, située sur les rives du Groenland, où elle sera testée et réalisera ses premières images à 1,3 mm de longueur d'onde début 2015. Puis elle sera à nouveau démontée et transportée avec des traineaux (chacun pouvant transporter 70 tonnes) sur près de 1 100 km jusqu'à sa destination finale, à quelques kilomètres au Nord de Summit Station (www.summitcamp.org), dont les installations sont en cours de conception.