

L'astronomie dans le monde

SS433: trop léger pour un trou noir?

Selon le communiqué de presse
ESO PR 07/91 du 24 septembre

Un groupe d'astronomes européens, observant au New Technology Telescope (NTT) de 3m60 de l'Observatoire Européen Austral (ESO), ont montré que l'objet compact situé au cœur de l'énigmatique binaire SS433, est selon toute vraisemblance une étoile à neutron, et non un trou noir comme le pensaient la plupart des astrophysiciens. Les progrès des techniques d'observation ont permis de déterminer de façon précise la masse de l'astre : il « pèse » moins que le Soleil et n'est donc pas assez massif pour un trou noir.

SS433, un astre peu commun

En 1977, les astronomes américains C. Bruce Stephenson et Nicholas Sanduleak publiaient une liste d'étoiles à raies d'émission. Ces raies spectrales sont produites à proximité des étoiles très chaudes, dans leur atmosphère ou dans une nébuleuse qui les enrobe. Comme des astres très chauds ne vivent que peu de temps, et sont donc peu nombreux, on comprend l'intérêt de leur étude.

L'objet n°433 de cette liste (SS433) est une étoile de 14^{ème} magnitude dans la constellation de l'Aigle (Aquila). On s'aperçut bientôt qu'elle était à la même position qu'une source ponctuelle déjà observée en ondes radio, et qu'elle coïncidait également avec une source X détectée par le satellite UHURU en 1976. De plus elle était entourée d'une source étendue d'émission radio, W50.

Mais c'est dans le domaine visible que la nature particulière de SS433 est apparue. On y décèle d'intenses raies d'émission de l'hydrogène indiquant (par l'effet Doppler) des vitesses énormes, variables, atteignant au maximum 50.000 kilomètres par seconde (soit 17% de la vitesse de la lumière) dans une direction (éloignement par rapport à nous) et

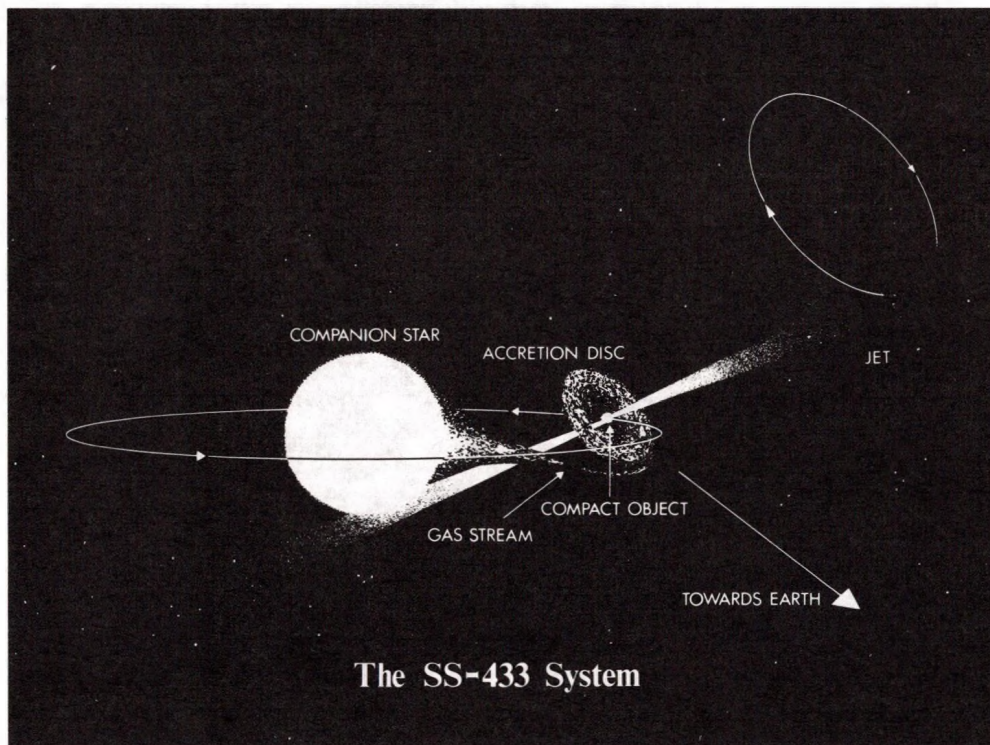
30.000 km/sec dans l'autre (rapprochement). La période de variation de cette vitesse est de 163 jours.

La mesure de la quantité de lumière émise par SS433 montrait aussi des variations périodiques, et même des éclipses régulières, indiquant que l'objet responsable de l'émission passe derrière un autre tous les 13 jours. On s'aperçut aussi que certaines raies spectrales varient avec cette même période de 13 jours.

Un problème majeur dans l'étude de SS433 est qu'il se trouve dans une région galactique où l'absorption par les nuages de poussières interstellaires est importante. Moins d'un pour cent des rayons lumineux parvient à les traverser. Mais cela n'empêcha pas SS433 de faire l'objet de nombreuses recherches au début des années 80, d'autant plus que l'on pensait que cet objet, relativement proche, pouvait bien abriter un mini-trou noir, version réduite des objets fantastiques que l'on suppose être à l'origine de l'énorme activité de certaines galaxies et des quasars.

La nature de SS433

Dix ans de recherches ont conduit à une description généralement bien admise du système de SS433, description qui est représentée dans le dessin ci-contre. L'astre se trouve à la distance de 5.000 parsecs (18.000 années-lumière) dans une région très peuplée de la Galaxie. C'est une étoile double dont les deux composantes, très différentes, tournent l'une autour de l'autre en 13 jours. La plus grosse étoile est très chaude, tandis que l'autre est un objet compact entouré d'un disque d'accrétion en rotation rapide. La grosse étoile perd rapidement de la matière : l'équivalent d'un millionième de masse solaire s'en échappe chaque année et est capturé par le disque d'accrétion. Ce processus ne durera au plus que quelques millions d'années, et peut-être beaucoup moins.



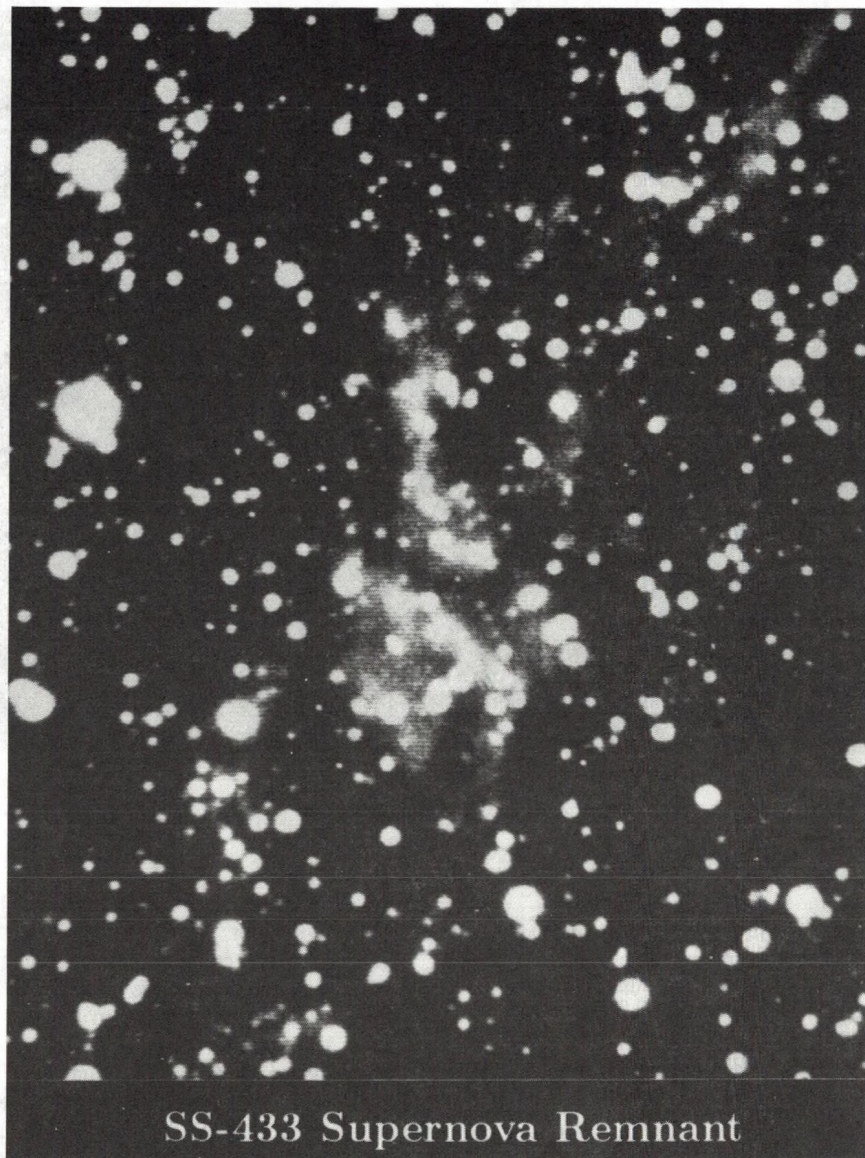
Modèle schématique de SS433.

Les atomes d'hydrogène responsables des intenses raies spectrales sont émis en deux jets étroits par l'objet compact, dans des directions opposées, à la vitesse de 80.000 km/sec. On pense que ces jets sont guidés et accélérés dans deux canaux symétriques creusés dans l'épais disque d'accrétion de part et d'autre de l'étoile.

Les jets sont animés d'un mouvement de précession, tout comme la Terre dont l'axe décrit un cône complet en 26.000 ans. Par comparaison, la précession de SS433 se fait en

163 jours seulement.

On a pu observer en ondes radio la structure des jets et leur mouvement de précession. On a observé, également en radio, mais aussi en rayons X, l'interaction des jets avec la matière de la nébuleuse W50 qui l'entoure (voir la photo ci-jointe). Il apparaît maintenant que la nébuleuse est constituée des débris d'une ancienne supernova et que l'étoile qui a explosé est l'objet compact de SS433.



SS-433 Supernova Remnant

Le reste de la supernova de SS433.

La nature de l'astre compact

Par quel processus des jets de matière peuvent-ils être accélérés à d'aussi grandes vitesses que 80.000 km/sec? On admet que deux types d'objets peuvent en être responsables : un trou noir ou une étoile à neutrons. Tous les deux peuvent être les résidus d'une supernova. Ils sont très petits et la matière du disque d'accrétion peut libérer une énergie considérable lorsqu'elle s'en approche.

Une façon de choisir entre les deux types d'objets est de les « peser ». En-dessous de trois masses solaires, on a très certainement affaire à une étoile à neutrons. Au-delà l'étoile devient instable et s'effondre en un trou noir.

La mesure de la masse des étoiles est en principe possible en déterminant le mouvement orbital d'une binaire. C'est ainsi que l'on a d'ailleurs déterminé la masse des planètes et des satellites. Mais les observations indispensables dans le cas de SS433 sont très délicates, et récemment encore, on arrivait à des masses s'échelonnant de 4 à 10 masses solaires, laissant ainsi la porte ouverte à l'existence d'un trou noir.

Les résultats de l'ESO

Profitant des derniers développements de l'instrumentation, une nouvelle détermination de la masse de l'objet compact de SS433 a été faite par quatre astronomes européens, S. D'Odorico, T. Oosterloo, T. Zwitter et M. Calvani. Les résultats ont été publiés dans la revue *Nature* du 26 septembre.

La façon habituelle d'accorder du temps d'observation aux grands télescopes empêche de suivre l'évolution d'un objet pendant plusieurs semaines. Cependant la période d'essai du nouveau ESO Multi-Mode Instrument (EMMI) au télescope NTT de 3m50 a été l'occasion de prendre d'excellents spectres de SS433 durant l'entièreté de la période orbitale de 13 jours.

Quinze spectres à haute résolution ont été ainsi obtenus dans la région bleue, centrée sur une raie de l'hélium ionisé qui est présent autour de l'objet compact. La haute qualité des spectres issus de cet instrument très performant a permis d'effectuer des mesures précises des variations de vitesse des ions d'hélium, et donc du disque d'accrétion et de l'objet compact. Le mouvement orbital de SS433, et par conséquent sa masse totale, sont ainsi beaucoup mieux connus. Connaissant le rapport des masses des deux composantes à partir des mesures photométriques et des observations X antérieures, il devenait possible de calculer la masse de chacune des composantes. On trouve 0,8 masse solaire pour l'objet compact et 3,2 masses solaires pour l'étoile chaude. SS433 est donc sans doute une étoile à neutrons, dont l'origine doit être recherchée dans une explosion ancienne de supernova. Le diamètre de cette objet doit être voisin de 10 kilomètres, ce qui lui donne une densité inimaginable.

Ce résultat, bien que peu enthousiasmant pour les partisans des trous noirs, est d'une grande importance pour les théoriciens de l'évolution stellaire. Il n'exclut pas naturellement l'existence de trous noirs dans d'autres astres.

* * *

Le VLT construit en Italie

L'ESO a décidé de confier la construction des structures mécaniques du Very Large Telescope de l'ESO à l'Italie. Chacun des télescopes de huit mètres de diamètre pèsera plus de 440 tonnes, et certaines de leurs pièces devront être usinées avec une précision inférieure au micron. Le premier télescope devra être installé en 1995 au Mont Paranal, dans le nord du Chili. Les miroirs sont fournis par l'Allemagne et polis en France.

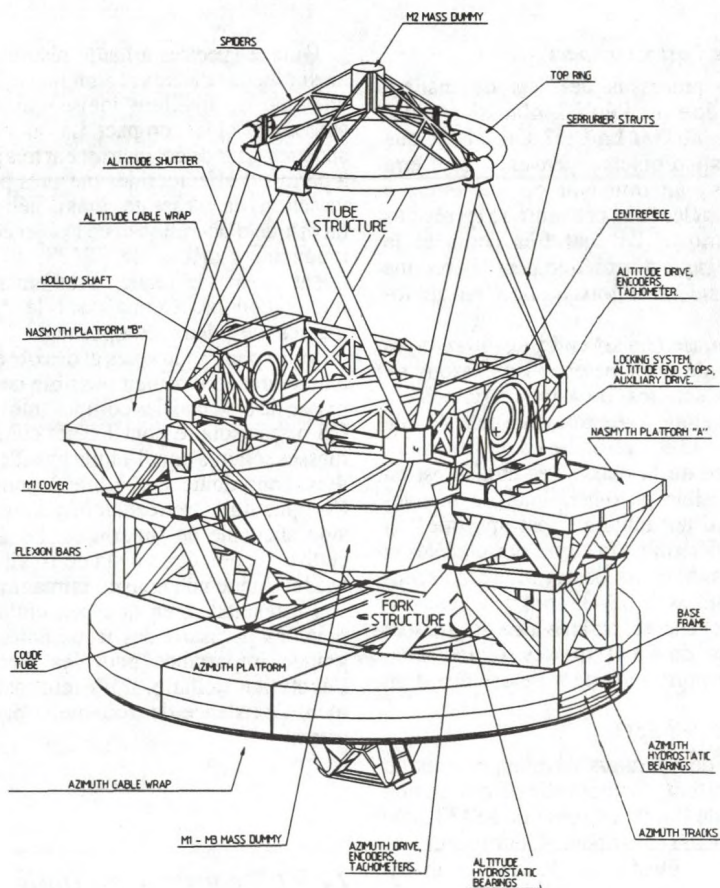


Schéma d'un télescope de 8 mètres du VLT.

Des éclairs sur Vénus

Vénus n'est pas vraiment la planète idéale pour observer des éclairs. Son atmosphère massive est stable et semble peu propice à développer des orages. Ce n'est pas le cas de Jupiter où l'on a détecté des éclairs cent fois plus intenses que leurs homologues terrestres. Les atmosphères de Saturne, Uranus et Neptune semblent aussi être prédisposées aux manifestations électriques. Mais ce que l'on conçoit pour Jupiter, disposant d'une atmosphère très turbulente, où se côtoient cyclones,

anticyclones et nuages de toutes tailles, est difficilement transposable à Vénus où l'atmosphère est beaucoup moins agitée.

La météo n'est pas la seule cause des éclairs. Il peut s'en produire en l'absence d'orage, dans les poussières éjectées par les volcans. C'est alors le frottement des particules volcaniques, et non pas les mouvements des particules d'eau dans les cumulo-nimbus, qui provoque le développement de champs électriques intenses. Les observations de la sonde Magellan, qui cartographie actuellement la surface de Vénus

au radar, montrent qu'il y a de nombreux volcans (voir *Le Ciel* de juin, pages 210 et suivantes). En réobservant certaines régions de Vénus pour la seconde fois, on s'est aperçu que des modifications s'étaient produites en l'espace de quelques mois. L'activité géologique de Vénus est donc peut-être encore bien réelle. En passant près de Vénus en février 90, la sonde Galileo avait fait de multiples observations, et avait entre autre enregistré six sursauts radio, qui paraissent dus à des éclairs. Tous ces éléments semblent donc confirmer que Vénus est en pleine activité volcanique.

Rappelons que c'est par une ironie du sort, à cause de la catastrophe de Challenger, que la sonde Galileo a été lancée avec beaucoup de retard, et que l'on a inclus Vénus dans son programme. En effet, on a renoncé à embarquer

dans la navette la fusée d'appoint Centaur, qui devait envoyer Galileo vers Jupiter. On a préféré un engin beaucoup moins puissant, qui a injecté Galileo dans une trajectoire compliquée, profitant de l'assistance gravitationnelle de Vénus et de la Terre, pour finalement atteindre la planète géante (voir schéma ci-dessous). Mais c'est aussi à cause du retard dû à Challenger que l'antenne de Galileo ne s'est pas déployée, et que la mission près de Jupiter est compromise (voir *Le Ciel* d'octobre). Il est donc heureux que Galileo puisse produire quelques résultats scientifiques tant qu'elle en a encore l'occasion.

On attend aussi beaucoup du survol de l'astéroïde Gaspra le 29 octobre de cette année, et peut-être de l'astéroïde Ida le 28 août 93. Ensuite...