
L'astronomie dans le monde

Jean Manfroid

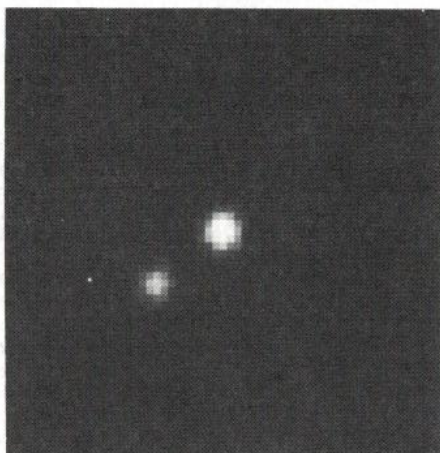
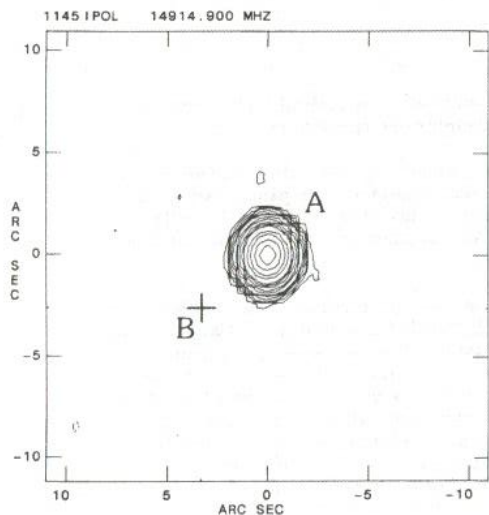
Découverte d'un quasar binaire

La découverte de ce qui pourrait bien être le premier véritable quasar binaire a été annoncée par une équipe d'astronomes européens et américains sur la base d'observations dans un vaste domaine de longueurs d'onde. La paire de quasars, séparés de 4,2 secondes d'arc, a un redshift de 1,345, correspondant à une distance cosmologique de 12 milliards d'années-lumière environ, et est apparemment associée à la radio-source PKS 1145-071 dans la constellation de la Coupe.

Des images de l'objet obtenues le 29 décembre 1986 au télescope de 2,2m de l'Observatoire Européen Austral (ESO), à La Silla, Chili, ont confirmé sa nature binaire. Des observations spectrographiques ont été obtenues au Multiple Mirror Telescope Observatory (MMTO) en Arizona. Les spectres confirment la présence de deux quasars, presque identiques, et pratiquement à la même distance de nous.

Au début les astronomes crurent être en présence d'un autre exemple du phénomène de lentille gravitationnelle: l'image d'un quasar distant est multipliée par le champ gravitationnel d'une galaxie s'interposant sur la ligne de visée. Cependant l'examen attentif des spectres a montré des différences subtiles, signes de conditions physiques légèrement différentes dans les deux quasars, ainsi qu'un léger écart de vitesse. Ceci suggère qu'il s'agit bien de deux quasars distincts et non des images d'un même objet. Cependant l'idée de lentille gravitationnelle ne put être écartée d'office sur cette base. Les quasars sont rares et en trouver deux si proches l'un de l'autre est a priori peu probable.

L'observation cruciale fut faite au Very Large Array (VLA), réseau gigantesque de radio-télescopes, près de Socorro, Nouveau-Mexique, le 9 janvier 1987. On ne détecta qu'un seul quasar, le plus brillant de la paire optique. Or les ondes radio auraient dû subir le phénomène de lentille gravitationnelle de la même manière que les ondes visibles. Il fallait donc bien conclure que la paire était réelle.



The Binary Quasar QQ 1145-071

Le quasar binaire PKS 1145-071

Carte radio et image en lumière visible. Les deux composantes sont dénotées A et B. La photo de droite, obtenue avec un détecteur CCD constitue la première indication de la nature binaire de l'objet. A droite se voit uniquement la composante A, en ondes radio. (Cliché European Southern Observatory)

Cette découverte offre aux astronomes des indications importantes sur l'origine de l'activité des quasars, et sur les nuages de gaz intergalactiques situés entre eux et la Terre. Il est possible que le quasar binaire soit situé dans un amas de galaxies extrêmement lointain, témoin des premiers temps de l'univers, ce qui est d'un grand intérêt cosmologique.

Un colloque sur la supernova 1987A

Le premier colloque général sur la supernova du Grand Nuage de Magellan (GNM), s'est tenu dans les locaux de l'Observatoire Européen Austral (ESO), près de Munich, les 6, 7 et 8 juillet 1987. Le choix de l'endroit était naturel au vu des nombreuses études de SN 1987A réalisées à l'Observatoire ESO de La Silla.

Après trois jours de discussions détaillées, et de longues sessions de travail, les deux cents participants venus du monde entier ont conclu que les 4 premiers mois d'observations et d'études théoriques intensives avaient

été riches d'enseignement. Personne ne doutait cependant que beaucoup devait encore être fait pour résoudre d'importantes questions.

L'occasion était historique: pour la première fois, des observations par satellites, fusées, ballons, ainsi que des observations plus conventionnelles à partir du sol, purent être corrélées à des mesures d'anti-neutrinos dans d'immenses détecteurs souterrains. Astronomes et physiciens s'associèrent ainsi pour leur plus grand bénéfice.

Résumant les principaux résultats de la conférence, le Professeur Sidney van den Bergh (Dominion Astrophysical Observatory, Canada) se dit impressionné par la quantité et la qualité des données présentées. Il ajouta: *"Ce fut très intéressant pour tous; nous avons été les témoins d'un exemple classique montrant comment les problèmes d'observation et d'organisation, lors d'un événement inattendu, peuvent être surmontés lorsque tous les scientifiques impliqués unissent leurs efforts en une collaboration internationale, ouverte et totale. Nous pouvons être fiers de ce qui a été réalisé pour SN 1987A, et l'efficacité avec laquelle cela a été fait devrait servir d'exemple dans d'autres domaines de l'activité humaine."*

Qu'avons nous appris jusqu'ici de la supernova?

Globalement quatre domaines de l'astrophysique sont reliés directement à l'interprétation de l'explosion de l'étoile:

les théories de l'évolution stellaire qui expliquent comment une étoile atteint un état d'instabilité,

la physique de l'effondrement qui traite de l'implosion des parties internes de l'étoiles lorsque de grandes quantités de neutrinos sont émises, et qui explique la création d'un objet extrêmement compact (étoile à neutrons ou trou noir) en son centre,

la physique de l'explosion qui étudie la collision des couches internes, en expansion rapide, avec les couches externes, ainsi que l'éjection d'une enveloppe de matière, et enfin

la nucléosynthèse, avec la création d'éléments lourds durant les brefs instants où règnent des conditions physiques extrêmes, uniques dans tout l'univers.

Dans chacun de ces domaines des problèmes ont été résolus grâce aux données précises de SN 1987A et, ainsi que le dit un orateur, *"un grand pas en avant"* a été réalisé dans les interprétations théoriques. Néanmoins il reste beaucoup de caractéristiques inexplicables que l'on espère pouvoir comprendre par la poursuite de l'interaction entre observateurs et théoriciens.

De l'avis général c'est bien Sanduleak -69 202 qui a explosé (*voir plus loin*). Le calcul a montré que cette étoile, de 15 à 20 fois plus massive que le Soleil, a pu passer par le stade de supergéante rouge, mais que, peu avant l'explosion, elle a perdu une quantité de matière importante en devenant un supergéante bleue. La faible teneur en éléments lourds du Nuage de Magellan aurait pu contribuer à ce phénomène. D'autres étoiles bleues analogues du GNM montrent une surabondance en hélium et en azote, ce qui indique une étape avancée de l'évolution où le carbone se consume.

La supernova SN 1987A peut être classée dans le type II, sur base de son spectre, de sa couleur bleue prononcée juste après l'événement, et de l'aspect général de sa courbe de lumière. Cependant il ne s'agit pas du type II classique car, d'une part la luminosité a augmenté beaucoup trop lentement, d'autre part la vitesse initiale d'expansion (mesurée à plus de 30.000 km/s pour certaines raies ultraviolettes) était trop élevée, et enfin parce que le maximum de brillance est resté trop faible de 1,5 magnitude par rapport à ce que l'on attend d'une supernova de type II normale.

A partir de statistiques dans d'autres galaxies, on estime que la fréquence des supernovae dans le GNM est de deux par millénaire. Nous avons donc beaucoup de chance de pouvoir observer cet objet.

A partir des mesures polarimétriques et des spectres UV du satellite IUE, on sait que l'enveloppe en expansion s'est scindée en plusieurs fragments. On peut donc espérer voir bientôt ce qui subsiste au lieu même de l'explosion. La comparaison avec la nébuleuse du Crabe et son pulsar associé (restes d'une supernova apparue en 1054), ainsi qu'avec d'autres pulsars, indique qu'il pourrait bien y avoir eu formation d'un pulsar ayant une période de rotation de l'ordre de 10 millisecondes, mais de magnitude apparente 17 ou plus. Il faut donc attendre que SN 1987A faiblisse beaucoup avant que des observations optiques du pulsar ne deviennent possibles. Il est même très probable que se pulsar soit découvert auparavant en ondes radios ou X.

Des observations optiques et infrarouges à haute définition ont donné les premières images de l'enveloppe en expansion et ont montré un *point mystérieux*, objet non identifié, situé à 20 jours-lumière de la supernova. Ce point se meut à l'opposé de la supernova et n'est qu'environ 10 fois moins brillant. S'il avait été présent avant l'explosion il aurait été découvert depuis longtemps.

Une prédiction intéressante faite au meeting est qu'une quantité d'énergie électromagnétique importante (environ 1 erg par centimètre carré) a dû être déposée dans la couche E de l'ionosphère en un laps de temps très bref lors de l'explosion. Les physiciens de l'atmosphère ont donc entrepris de décortiquer toutes les mesures faites le 23 février 1987.

La présentation vedette de la conférence fut sans conteste celle de la détection des anti-neutrinos par plusieurs détecteurs, sous le Mont-Blanc, au Japon, aux USA et en URSS. C'est la première fois que l'on observe directement l'effondrement du noyau d'une étoile, et il pourrait s'écouler pas mal de temps avant qu'une autre occasion ne nous soit offerte par une supernova suffisamment proche.

Il n'était pas encore possible de déterminer de façon définitive lequel de ces événements correspond à l'effondrement du noyau, mais l'exacte coïncidence des détections à 7:36 TU au Japon et aux USA est en faveur de ces derniers. La détection russe est en retard de 20 secondes, peut-être à cause d'un problème de chronométrage. Mais alors que signifie l'événement du Mont Blanc, à 2:52 TU? Est-il possible que d'autres phénomènes cataclysmiques produisent des neutrinos avant l'effondrement? Ou l'émission détectée au Mont-Blanc correspond-elle à l'effondrement initial, et la suivante à la transformation de l'étoile à neutron nouvellement créée en un trou noir?

L'étude des instants d'arrivée des neutrinos individuels implique une limite supérieure de l'ordre de 15 à 20 électron-Volt (eV) pour leur masse. Une masse nulle n'est toujours pas exclue.

Malgré la complexité du spectre de SN 1987A, de nouveaux calculs de spectres synthétiques de supernovae sont en bon accord avec l'observation. De nombreux éléments, souvent très ionisés, ont pu être identifiés. Les équipes de théoriciens ont profité de l'échange mutuel des informations pour envisager d'importantes améliorations de leurs modèles afin d'arriver à une meilleure compréhension des phénomènes violents se déroulant dans l'enveloppe externe.

La spectroscopie à haute résolution a permis d'observer une quarantaine de nuages interstellaires et intergalactiques le long de la ligne de visée de la supernova. Selon certains astronomes ceci indique l'existence d'un *pont de matière* entre le GNM et notre Galaxie. Mais il est possible que certaines raies d'absorptions étroites observées soient dues à l'enveloppe de matière éjectée dans l'explosion, ou même à la matière perdue lors de l'évolution récente de l'étoile.

Les chercheurs ayant accès aux satellites et aux ballons pourvus de détecteurs de rayons X et gamma sont en alerte. Ils attendent le moment où l'enveloppe deviendra transparente. Les observations dans ces domaines de longueur d'onde n'avaient pas encore été fructueuses. En ondes radio la détection (par un observatoire brésilien) n'avait été possible que pendant peu de temps, le signal faiblissant rapidement. Des observations interférométrique sur de très longues base (VLBI) débiteront en Australie dès que l'émission s'amplifiera. Selon la théorie, cela pourrait ne pas tarder. Les mesures radio, comparées aux données optiques, permettront la détermination exacte de la distance de la supernova. Elles seront donc aussi d'une grande importance dans la calibration des échelles cosmiques.

La conférence ESO nous a certainement fait progresser beaucoup vers la compréhension des supernovae. Mais, comme le disait l'un des participants: *"Nous quittons ce meeting dans une atmosphère d'inspiration, mais je sais aussi qu'il y aura encore beaucoup de rudes efforts à faire pendant de nombreuses années."*

Le progéniteur de SN 1987A

L'identification du progéniteur de SN 1987A avec Sanduleak -69 202 a très probablement été démontrée par des observations faites avec le satellite International Ultraviolet Explorer (IUE). L'étude du spectre des diverses étoiles présentes aux environs de la supernova indiquent la disparition de celui de Sk -69 202. Le spectre UV actuel est totalement expliqué par deux étoiles de types B0V et B1.5V proches du lieu de l'explosion.

Scintillation interstellaire

On sait que l'atmosphère terrestre est à l'origine de la scintillation des étoiles. Les variations des propriétés optiques de l'air au gré de ses mouvements nous donnent le spectacle des fluctuations d'éclat des astres ponctuels.

Dans une étude de 36 source extragalactiques avec l'interféromètre de Green Bank, R.L. Fiedler et ses collègues avaient détecté des variations inhabituelles, avec des échelles de temps de quelques semaines à quelques mois. L'aspect curieux de ces variations (plusieurs pics assez larges) a fait penser à une scintillation due à des inhomogénéité du plasma interstellaire.

Les variations à longue échelle observées dans les quasars, les périodicités dans la scintillation des pulsars et des pics dans les courbes de lumière de ces derniers ont été aussi interprétés comme résultats de la réfraction variable par des nuages interstellaires.

VB 8B

Ces initiales que tout le monde avait sur les lèvres voici deux ans dénotaient la dixième planète (pour les journaux à sensation) ou, plus simplement, le compagnon quasi-planétaire de Van Biesbroeck 8, petite étoile rouge anodine. Ce compagnon était rangé dans la catégorie des *naines brunes* et constituait en fait leur seul et unique représentant.

La présence d'un corps d'une masse égale à quelques fois celle de Jupiter pouvait expliquer des irrégularités du mouvement de l'étoile VB8. Cependant une nouvelle étude détaillée des observations originales ainsi que de nouvelles mesures ne montrent aucune indication de ces irrégularités. La raison de l'erreur initiale n'est pas claire, mais pourrait être un effet atmosphérique. Plus directement des observations interférométriques au télescope de 3m60 de l'ESO ainsi qu'au télescope infrarouge de la NASA à Hawaii n'ont pas décelé de compagnon faible.

Outre l'étude de VB 8, une recherche plus systématique de compagnons de faible masse autour de soixante étoiles proches s'est révélée infructueuse jusqu'à une masse limite de 0,04 masse solaire. D'autre part des astronomes canadiens pensent avoir trouvé quelques compagnons peu massifs (moins de dix fois Jupiter) autour de certaines étoiles, en particulier Epsilon Eridan et Gamma Céphée. Il semble donc y avoir un trou dans la répartition des masses entre les plus grosses planètes et les plus petites étoiles.

Le sommet du monde

En 1852 le *Survey of India* établit que le Pic n°15 dans l'Himalaya était la plus haute montagne du monde. Ce que les Tibétains, qui l'avaient baptisée Chomolungma (déesse mère du monde) savaient depuis toujours. C'est ainsi que l'Everest (comme on l'appela plus tard) détrôna le Daulaghiri (ou Dhaulaghiri). Plus d'un siècle après, des mesures réalisées par l'intermédiaire de l'étude du mouvement orbital d'un satellite artificiel viennent tout remettre en question. Le Dapsang (ou Mont Godwin Austen ou encore K2) serait plus haut d'au moins une bonne dizaine de mètres. Selon l'auteur des observations, George Wallerstein, la hauteur du K2 était mal connue en raison de son éloignement de la mer, qui entraîne l'accumulation des erreurs de triangulation.

(Sources: *Sky & Telescope*, *Nature*, communiqués de presse ESO, *Circulaires du Bureau des Télégrammes Astronomiques*)