

Les grandes questions de l'astronomie contemporaine

Autor(en): **Schatzman, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **51 (1993)**

Heft 254

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898168>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



Les grandes questions de l'Astronomie contemporaine¹

E. SCHATZMAN

J'éprouve un sentiment d'humilité devant le sujet qui m'est proposé. J'espère que vous voudrez bien me pardonner de mes insuffisances et de mes ignorances. Il est vrai que le titre de cet exposé est moins prétentieux que celui qui avait été envisagé au début: l'avenir de l'astrophysique. S'interroger sur les grandes questions, conduit tout de même à se demander où mèneraient les réponses. Il n'en reste pas moins qu'un peu de prudence s'impose. Dans un article récent de «Physics Today», on apprend comment une commission de physiciens, faisant des prédictions sur 5 ans, n'a prévu aucune des découvertes qui ont été faites durant cette période. Aussi bien, je ne chercherais nullement à faire des prédictions sur les découvertes à venir. Cela me semble d'un parfait ridicule, car cela reviendrait à faire les découvertes elles mêmes! Tout au plus est-il possible de s'interroger sur les questions qui sont encore sans réponse. C'est peut-être là que dorment les découvertes à venir. Harwitt dans «Cosmic discoveries» comptait en 1981 au moyen d'une méthodologie que je ne discuterai pas ici 43 découvertes déjà faites d'objets ou phénomènes astronomiques et environ 80 à venir. Choses curieuses, il ne tenait pas compte de la découverte des processus physiques, même majeurs, qui interviennent dans les phénomènes observés.

Avant même d'aborder le problème lui-même, je voudrais me livrer à quelques réflexions que j'appellerai d'ordre philosophique, à défaut d'une autre façon de la nommer. Je sais bien qu'en milieu scientifique la philosophie n'est pas très appréciée, et il faut bien dire que cela est dû au fait que les philosophes s'intéressent plus aujourd'hui à l'ontologie qu'à la théorie de la connaissance. Or le centre de l'activité des scientifiques est de chercher à connaître. Et que signifie cette connaissance?

Hypothèse explicite ou implicite, la représentation que nous nous donnons des processus qui expliquent les phénomènes correspond à une réalité. On peut bien sûr mettre en doute la validité de cette représentation et s'en tenir aux données expérimentales ou observationnelles – essentiellement observationnelles en Astrophysique – et chercher à constituer un corps de données dont la qualité serait au-dessus de toute critique. J'allais dire au-dessus de tout soupçon. Mais l'expérience des cinquante dernières années, les développements instrumentaux, le choix des grandeurs observées montrent que l'on ne peut échapper à la présence latente d'une interrogation: quel est le sens des données? Que nous apportent-elles à la connaissance des objets d'étude? On voit ici pointer ce qui a été ma préoccupation constante, celle du lien entre observation et théorie, entre le phénomène et les processus qui le produisent, avec ce va-et-vient constant des données à la représentation, avec le besoin de réduire, et si possible de faire disparaître l'inévitable conflit entre ce que produit le modèle imparfait et les données quantitatives.

¹ Communication présentée le 22 octobre 1992 à l'Observatoire de Genève à l'occasion de la cérémonie en l'honneur du professeur Marcel Golay. M. Golay, qui prend ainsi sa retraite, a été président de notre société de 1958 à 1960.

L'histoire de la physique nous a donné quelques exemples extraordinaires où le besoin de cohérence de la théorie a conduit à la démonstration expérimentale de l'existence de phénomènes nouveaux et inconnus jusque là. Qu'il s'agisse de Maxwell et de la théorie électromagnétique de la lumière, d'Einstein et de la relativité ou de Louis de Broglie et de la diffraction des électrons, les exemples sont nombreux, et nul doute qu'astronomes et astrophysiciens aimeraient bien réaliser la même performance. Mais il faut croire que la chose est plus difficile dans notre discipline. L'histoire de l'astronomie et de l'astrophysique nous montre en effet que dans la plupart des cas les découvertes observationnelles n'avaient fait l'objet d'aucune prédiction. Parfois, faites trop tôt, les prédictions basées sur une physique bien établie ont été en général complètement ignorées. Deux exemples célèbres en cosmologie sont la prédiction de l'expansion d'un univers newtonien infini, par Neumann et Seeliger à la fin du XIX^e siècle, et la prédiction par Gamow en 1946, de l'existence du rayonnement du fond du ciel. Le monde visible qui nous entoure est un système à 10^{80} particules, un système de N-corps où N est vraiment très grand. Il faut vraiment se trouver dans un cas où la description des propriétés d'un système se réduit à l'emploi de quelques paramètres seulement pour avoir quelques chances de faire une prédiction valable. Encore faut-il qu'il n'y ait pas quelque nouvelle physique cachée derrière les données que l'on veut interpréter, ou derrière les conditions que l'on décrit. On sait qu'Eddington, avant la découverte de la dégénérescence des gaz d'électrons, avait prévu une température centrale des naines blanches de l'ordre du milliard de degrés.

Nous voici donc au coeur du problème. Lorsque l'on regarde les problèmes de l'astrophysique, nous pouvons penser que, dans un grand nombre de cas, nous nous trouvons devant des processus physiques que l'on connaît, mais qu'il faut étudier de façon plus raffinée, qu'il faut approfondir, et surtout mettre en jeu dans des systèmes à N-corps, qui ne sont pas toujours réductibles à un petit nombre de paramètres. Mais la question se pose lorsqu'une nouvelle physique intervient. Le problème de la masse invisible a été aperçu par les astronomes dès 1932 (Oort, Zwicky) et Sinclair Smith en donne dès 1936 une vision impressionnante, mais ce sont les physiciens qui depuis une dizaine d'années (colloque d'astrophysique relativiste à Baltimore en 1981) espèrent apporter l'interprétation des données observationnelles par l'introduction d'une nouvelle physique.

Deux éléments méthodologiques viennent se mêler.

Le premier, vient de ce que les objets d'étude sont des systèmes comportant un grand nombre de particules, et qu'ils sont le siège de nombreux processus physiques, allant de processus élémentaires à des processus collectifs souvent complexes, et même encore incompris. On ne peut échapper à la nécessité de considérer ces objets globalement, et c'est toujours la question qui se présente lorsqu'une étude nécessairement réductionniste arrive aux limites de sa validité.

Le deuxième vient de la tentation de tenir compte des derniers développements de la physique théorique. Les physiciens cherchent avec raison à lever les contradictions



logiques des fondements théoriques de la physique des particules. On imagine des particules nouvelles, ayant une interaction faible avec les particules que nous connaissons et il est tentant de chercher si les objets astronomiques ne peuvent pas être le siège de phénomènes, indétectables dans les laboratoires terrestres, mais que l'énorme dimension des objets astronomiques rendrait perceptible. L'exemple le plus frappant que je connaisse est celui des WIMP's, ces mystérieuses Weakly Interactive Massive Particles introduites en théorie de la structure interne pour expliquer le déficit de neutrinos solaires dans la fameuse expérience de Davis à Homestake Goldmine (déficit d'environ 70%). On a envie ici de rappeler le fameux principe dit du rasoir d'Occam: «ne pas introduire de nouvelle entité en dehors de toute nécessité». Les données théoriques d'il y a dix ans n'étaient pas suffisamment bonnes pour croire à la validité du modèle solaire et l'introduction de ces cosmions par Faulkner et Gilliland en 1981 (publié en 1988) et par Spergel et Press en 1985 m'a toujours paru violer le principe du rasoir d'Occam. Puisque nous en sommes aux neutrinos, permettez moi d'évoquer ici les derniers résultats de Gallex. Avec $83 \pm 18 \pm 9$ SNU, l'expérience du Gran Sasso nous donne un résultat inférieur d'environ 36% aux prédictions théoriques. La seule réduction de température envisagée par Faulkner et Gilliland et par Spergel et Press ne permet pas d'expliquer les résultats conjugués de Homestake Goldmine et du Gran Sasso. Les modèles solaires calculés en tenant compte des WIMPs sont en désaccord avec les données de l'hélioséismologie. De plus de nouvelles expériences de laboratoire imaginées par Sadoulet pour détecter les cosmions qui se baladeraient dans la Galaxie n'ont pas donnée jusqu'à présent d'indications de la présence des cosmions tant attendus, en tous cas pas avec les propriétés nécessaires aux modèles solaires avec WIMP's. Je passe sur les problèmes d'évolution stellaire évoqués par Renzini. On peut dire une fois de plus me semble-t-il que le rasoir d'Occam a encore tranché – ou rasé! Cependant, la liste des particules inventées par les physiciens est longue et la question de la preuve de leur existence est importante. A défaut d'expériences de laboratoire, on peut chercher si les conditions astrophysiques ne permettraient pas de les mettre en évidence, ou, à la limite d'imposer des contraintes à leur propriétés physiques. Les axions, particules très légères, inventées en 1977 pour empêcher de façon «naturelle» l'interaction forte de briser la symétrie CP, ont fait récemment leur apparition dans la littérature astrophysique. Elles pourraient contribuer au refroidissement des naines blanches et expliquer ainsi la lente croissance de la période d'oscillation d'une ZZ Ceti (G117-B15A). Je m'étonne que les auteurs n'aient pas immédiatement contrôlé leur hypothèse en l'appliquant au problème général du refroidissement des naines blanches, et en particulier à la fonction de luminosité de ces étoiles. Comme on le sait depuis les travaux de Hugh Van Horn et de Robert Mochkovitch, on manque plutôt de réserves de chaleur dans les naines blanches, et l'addition d'une source de pertes supplémentaires me paraît *a priori* augmenter la difficulté à expliquer la fonction de luminosité des naines blanches. Nous n'avons pas fini d'aiguiser la lame du rasoir d'Occam.

Cette digression ne doit pas m'empêcher de revenir sur cette question des neutrinos solaires. Nous disposons maintenant des résultats de trois expériences différentes: Kamiokande, qui détecte directement le passage des neutrinos dans une piscine d'environ 2000 m³ d'eau et trouve un déficit d'environ 50%, GALLEX et SAGE et Davis à Homestake Goldmine. On peut regarder les résultats de GALLEX (avec lesquels s'accordent

maintenant ceux de SAGE) de deux façons différentes. Dans l'expérience avec le gallium ⁷¹Ga 55% des neutrinos proviennent de la réaction proton-proton. Ce flux ne dépend que de la luminosité solaire et ne dépend pratiquement pas du modèle solaire: on peut dire que trouver expérimentalement 64% du flux prévu par les modèles est parfaitement satisfaisant, que le neutrino n'a pas de masse et que l'on se débrouillera bien pour arranger les modèles solaires afin de les rendre en accord avec les mesures. On peut aussi s'interroger sur la signification de ce désaccord avec les résultats expérimentaux, chercher où la physique de l'intérieur du Soleil est défailante, et essayer de vaincre les difficultés rencontrées. Nous savons que les données théoriques sur les opacités, perfectionnées récemment par le groupe de Livermore et par le groupe «Opacity Project» de Seaton, ont déjà rendu possible un accord entre les données de l'évolution et la relation période-densité des Céphéides et que de nouveaux progrès sont encore à attendre; nous savons que les données sur le taux des réactions nucléaires ne sont pas définitives; nous savons que des progrès importants ont été faits dans l'expression de l'équation d'état; mais nous savons aussi que la théorie de la zone convective et la théorie de la pénétration convective en sont encore au niveau de la phénoménologie et d'une phénoménologie très élémentaire. Les tentatives pour faire une théorie cohérente de la zone convective ont encore un caractère très préliminaire. Les premières applications à la construction d'un modèle solaire (D'Antona et Mazzitelli) viennent d'être faites et elles souffrent encore d'un désaccord avec les données de l'hélioséismologie en ce qui concerne la profondeur de la zone convective. Il reste bien entendu la possibilité de tenir compte de l'interaction des neutrinos (supposés avoir une masse) avec le plasma solaire (effet Mikheyev-Smirnov-Wolfenstein), mais compte tenu de toutes les contraintes, le domaine possible des paramètres physiques décrivant la propriété de ces neutrinos est si petit, si dépendant de la barre d'erreur des données expérimentales, qu'on peut réellement se demander si cette hypothèse est valable.

L'importance de l'effort à faire tient à ce que les données sur le Soleil, plus riches que sur aucune autre étoile, servent à calibrer la théorie que l'on applique ensuite à toutes les autres étoiles, et que parfois les observateurs utilisent aveuglément. Je soulignerai en particulier la détermination de l'âge des systèmes stellaires, qui joue un très grand rôle en cosmologie, alors qu'il y a encore de grandes incertitudes sur la validité des modèles qui les fournissent: nous avons passé l'âge des ordres de grandeur. Ayant employé le mot «aveuglément» je ne peux m'empêcher de rappeler un souvenir. En Décembre 1944 Kuiper, colonel dans l'armée américaine passait par Paris, revenant d'Allemagne où il dirigeait la copie sur microfilms de millions de brevets. Chalonge m'a invité à le rencontrer à l'hôtel Royal Monceau, Avenue Hoche. Fort intimidé, je lui ai expliqué dans mon très mauvais anglais de l'époque et avec l'aide de Chalonge mon travail sur les naines blanches. Kuiper, très gentiment m'a expliqué qu'il ne fallait pas prendre les résultats des observateurs trop au sérieux! Quelques années m'ont suffi ensuite pour penser la même chose des résultats des théoriciens.

Je voudrais encore me livrer à une réflexion d'ordre philosophique, et qui concerne peut-être plus nos méthodes de travail. A défaut de pouvoir expérimenter sur les objets astronomiques, nous trouvons dans les objets qui remplissent le ciel la variation de paramètres analogue à celle que l'on pratique au laboratoire. La seule différence, et elle est fondamentale, est que la plupart du temps nous ne savons pas à



quels paramètres physiques attribuer la diversité des propriétés observées. Les théoriciens se basent sur les connaissances actuelles de la physique pour construire des modèles, et la chose peut-être la plus étonnante est de voir peu à peu le paysage théorique s'organiser et l'accord entre les données observationnelles et les modèles devenir meilleur. Mais, au fur et à mesure que la qualité des données s'améliore ou que des données nouvelles viennent enrichir le paysage observationnel, on voit se creuser le fossé entre données et modèles. A chaque fois, on comble souvent le fossé avec de la phénoménologie. On introduit un processus physique que l'on ne sait pas traiter théoriquement de façon correcte et on ajuste les paramètres qui le décrivent de façon à obtenir un accord avec l'observation. Je n'ai rien contre cette méthode d'approche, à condition d'appliquer la même description théorique au plus grand nombre d'objets possible, et non pas à un seul ou juste quelques-uns. L'universalité des lois de la physique doit toujours être présente à l'esprit. C'est de cette façon qu'un modèle basé sur une description phénoménologique peut être rejeté, ou peut, au contraire, mettre clairement en évidence la nature de notre ignorance.

On s'étonnera peut-être de toute cette introduction en faveur de la théorie, alors que Marcel Golay à qui nous rendons hommage aujourd'hui est peut être le moins théoricien des astrophysiciens, au moins tel que je l'imagine, dans la conscience qu'il a de lui-même. Cependant, avant de reprendre mon roman d'anticipation, je voudrais rapidement montrer à quel point l'oeuvre de Golay et de ses collaborateurs constitue un aliment presque inépuisable à la réflexion théorique sur les étoiles. La collecte des données est quelque chose qui n'est plus le seul fait des astrophysiciens. Actuellement, les physiciens des particules accumulent les mesures jusqu'à pouvoir donner les probabilités de branchement vers tel ou tel autre état. Un résultat remarquable, dû à l'étude de la durée de vie des particules Z_0 , et venu confirmer les études de nucléosynthèse primordiale, est d'avoir prouvé que le nombre d'espèces de neutrinos est égal à trois. Mais les astronomes, puis les astrophysiciens, ne pouvant faire d'expérimentation sur les étoiles, doivent se contenter de comparer les étoiles entre elles, et pour cela doivent constituer des catalogues réunissant des mesures faites sur le plus grand nombre d'objets possibles. C'est André Danjon qui au détour d'une phrase, me rapportant une discussion avec Alfred Kastler dont il était sorti très irrité, avait attiré mon attention sur l'importance des catalogues en astronomie. Le travail des astronomes n'apparaissait pas en effet aux yeux de Kastler, tout au moins tel que Danjon m'en a fait part, de la même valeur que celui des physiciens. Il est exact que la constitution d'un catalogue ne conduit pas inévitablement son auteur à la découverte de nouvelles lois de la nature, et que ce sont peut-être ceux qui lui succéderont qui mettront en évidence les connaissances nouvelles qui bouleverseront notre vision du monde. Ce type de travail demande perspicacité dans le choix des grands objets que l'on mesure, courage et opiniâtreté pour mener le travail à bien, rigueur inflexible afin que soit possible la comparaison des différents objets entre eux. L'ère des catalogues n'est certainement pas terminée, et les nouvelles performances instrumentales font plutôt penser qu'elle a encore de beaux jours devant elle.

Nouvelles performances. Je désigne, sous ce terme, le fait que l'on atteint aujourd'hui de remarquables valeurs du rapport signal sur bruit. Cela veut dire qu'avec des valeurs S/N de l'ordre de 200 à 400 les données sont quasiment définitives. J'ai évoqué il y a quelques instants l'importance de la collecte

systématique de données. Un deuxième exemple qui me servira dans la démonstration que je veux donner est celui d'HIPPARCOS. Dynamique de la Galaxie, évolution chimique de la Galaxie, évolution stellaire, structure interne des étoiles sont quelques-uns des sujets qui feront sans aucun doute de grands pas en avant grâce aux données d'HIPPARCOS. Avec les nouvelles mesures de distance qui vont sortir d'HIPPARCOS, les données photométriques vont prendre une nouvelle signification. Ceci m'amène tout naturellement à insister sur le problème de la structure interne. Les données nouvelles sur les étoiles doubles vont nous permettre de connaître les masses et les luminosités avec une précision accrue, par presque un facteur 10. Gare aux conflits entre les données observationnelles et la théorie!

La question de la rotation stellaire se rattache à un problème de mécanique qui m'a semblé depuis mes études universitaires d'une importance fondamentale. Le moment cinétique possède cette propriété d'être indestructible et ne pouvant prendre aucune autre forme, à la différence de l'énergie, pour laquelle on connaît toute une variété de manifestations. On peut échanger du moment cinétique, mais on ne peut pas le transformer. Dans ces conditions, l'explication de la lente rotation du Soleil sur laquelle on s'interroge depuis le milieu du XIX^e siècle, joue un rôle essentiel. Les données sur les étoiles sont maintenant très importantes (CORAVEL). On connaît $V \sin i$, pour un nombre considérable d'étoiles. Les mesures photométriques de haute qualité du catalogue de Genève complétées par les mesures de $V \sin i$ doivent permettre une remarquable étude de la corrélation entre les différentes grandeurs. Je ne doute pas que lorsque l'on abordera la question de l'interprétation des données portant sur un grand nombre d'étoiles on ne tombe sur de nouvelles difficultés. Je voudrais en évoquer seulement deux qui se présentent immédiatement: l'une se rapporte au problème du taux de perte de masse sur lequel on n'a actuellement que des données observationnelles extrêmement limitées et dont on ne possède aucune théorie satisfaisante, même si l'on a une idée des processus physiques qui interviennent; l'autre se rapporte au problème du transfert de moment cinétique à l'intérieur des étoiles, dont la physique est encore balbutiante. Nous commençons à avoir une idée de la distribution de la vitesse de rotation à l'intérieur du Soleil, l'analyse du spectre de pulsation de deux étoiles de type delta Scuti nous donne une idée du problème pour deux autres étoiles, mais il faudra attendre les résultats des mesures des pulsations sur une dizaine d'étoiles du programme EVRIS dans quelques années, et dans une dizaine d'années s'il est accepté, les résultats du programme PRISMA pour en savoir plus long.

Si je soulève cette question, c'est que, en dehors de son intérêt propre, l'étude de la rotation conduit à un problème physique de base: celui des processus de transport à l'intérieur des étoiles. Or l'étude de l'évolution stellaire, sauf à Genève et à Yale, ignore l'importance des processus de transport. Ceux-ci jouent un rôle dans l'évolution stellaire, donc dans les problèmes d'âge et de chronométrie cosmique. Nous voici ramenés, si j'ose dire, au problème précédent.

Je voudrais maintenant présenter un autre aspect du problème de la rotation. Quelle est la vitesse de rotation des étoiles lorsqu'elles atteignent la séquence principale? Nous connaissons un exemple, celui de alpha Per, où se trouvent cinq étoiles riches en lithium et qui tournent avec une vitesse de rotation atteignant deux cent kilomètres par seconde à l'équateur. Les étoiles de même type spectral dans les Pléiades, à peine plus vieilles que celles de alpha Per, tournent



sensiblement plus lentement. On s'interroge sur les disques d'accrétion des étoiles de type TTauri, détectables photométriquement. Quel rôle jouent-ils dans le transfert de moment cinétique? Quelle est la distribution des vitesses de rotation à l'arrivée sur la séquence principale? L'idée d'une fonction de distribution monocinétique hante encore les théoriciens, alors qu'il n'y a aucune raison de supposer une distribution si particulière de la rotation dans les nuages protostellaires. Je me contente d'énumérer ici toute une série de questions dont il faudra bien trouver la réponse si l'on veut arriver à une analyse cohérente des processus de transport, qu'il s'agisse de l'abondance du lithium dans les étoiles de type solaire, de l'azote ^{14}N dans les étoiles O-B un peu évoluées ou du transfert de moment cinétique.

On retrouve le problème de chronométrie avec les mesures photométriques globales des galaxies. Vandekerckhove à l'Observatoire de Bruxelles avait essayé il y a plus de quarante ans de déterminer la population stellaire des galaxies au moyen d'une analyse des données de photométrie globale. Il faut bien dire qu'à l'époque cela n'avait pas éveillé beaucoup d'intérêt,

et je dois avouer que lorsqu'il m'en avait parlé j'étais resté très sceptique. Nous retrouvons aujourd'hui la tentative d'évaluer par cette méthode l'âge des galaxies dans les amas. La qualité des résultats dépend non seulement d'une bonne connaissance des propriétés photométriques des étoiles prises individuellement et dont on fait la somme, mais aussi de la qualité de la relation entre propriétés photométriques et âge des étoiles.

Il est bien évident que je n'ai pas pu m'empêcher de centrer cet exposé sur les problèmes de structure interne. J'ai essayé de montrer leur relation avec les données observationnelles, les problèmes de physique de base et les grandes questions de la physique extragalactique et de cosmologie. Aucune question d'astrophysique ne peut être isolée de l'ensemble de la discipline et c'est peut-être ce qui la rend si fascinante. On a toujours l'impression en astrophysique de toucher aux grands problèmes de l'évolution et des origines qui, depuis *la Genèse*, n'ont cessé de passionner l'humanité.

EVRY SCHATZMAN

Membre de l'Académie des Sciences
Observatoire de Paris-Meudon

Geminga dévoilée

La source gamma GEMINGA fut découverte en 1972 par des instruments placés à bord des satellites SAS-2 ET COS-B. Le nom de cet objet vient de «GEMINI GAMMA ray source». Mais ce nom signifie aussi en dialecte Milanais «elle n'est pas là»; Il est donc tout à fait à propos que des astronomes italiens (G.F. Bignami, P.A. Caraveo, S. Mereghetti) soient les premiers à identifier cette mystérieuse source dans le domaine spectral visible.

GEMINGA occupe le second rang parmi les sources astronomiques de rayonnement gamma. La faible résolution angulaire des télescopes gamma n'a pas permis, à l'époque, de l'identifier avec une source optique dans le champ stellaire correspondant, qui est voisin du plan galactique, et par conséquent densément peuplé. En 1983, G. Bignami et ses collaborateurs milanais parvinrent à identifier GEMINGA avec une faible source de rayonnement X détectée par le satellite EINSTEIN. Cette position, plus précise, a permis de cerner la recherche d'une source optique dans un champ de 10 secondes d'arc de diamètre. Des recherches faites par l'astronome français L. Vigroux en 1984 avec le télescope CFHT de 3.5m, et par les américains J. Halpern et D. Tyler en 1986 avec le 5m du Mont Palomar, permirent d'isoler trois candidates possibles. Une de celles-ci, appelée G» par ces chercheurs, était anormalement bleue et de magnitude visuelle 25.5. Sa couleur particulière la distingua comme étant la candidate la plus probable, mais une confirmation supplémentaire était encore nécessaire.

Cette confirmation vient d'être réalisée à l'aide de nouveaux clichés obtenus avec le télescope ESO de 3.6m (en 1987) et, en particulier, avec le télescope ESO-NTT de 3.5m en novembre 1992. Les photos présentées ici montrent le déplacement du candidat présumé de la source GEMINGA au cours des 8 dernières années; sa vitesse apparente est d'environ 0.2 secondes d'arc par année. L'élément clé de cette confirmation réside cependant dans le fait que des observations récentes montrèrent une pulsation des rayonnements gamma et X de ce même objet avec une période de 0.237 secondes. Cette période relativement «longue» et l'absence de nébulosités dans son

voisinage immédiat laisseraient supposer que GEMINGA serait en fait un pulsar ancien. Son grand mouvement propre reflète sa proximité du système solaire, soit quelque 300 années-lumière si on lui assigne une vitesse spatiale tangentielle de l'ordre de 100 km/sec, ce qui correspond à la moyenne observée pour d'autres pulsars. Cette proximité expliquerait aussi sa forte luminosité apparente dans le domaine des longueurs d'ondes gamma.

(Documents ESO)

N. CRAMER

