

LES TRAVAUX DE L'OBSERVATOIRE D'ASTROPHYSIQUE DE BURAKAN ⁽¹⁾

par V. A. AMBARTSUMIAN

*Directeur de l'Observatoire de Burakan
Ancien président de l'Union Astronomique Internationale*

et N. L. IVANOVA

L'OBSERVATOIRE DE BURAKAN

CITÉ scientifique de l'Académie des Sciences de la RSS d'Arménie, l'Observatoire d'astrophysique de Burakan est situé à 35 km au nord-ouest d'Erevan, sur le versant méridional de l'Araghats.

Cet emplacement, particulièrement bien adapté pour les recherches prévues, fut choisi par les astronomes pour les raisons suivantes : une altitude de 1 400 m au-dessus du niveau de la mer, un nombre important de nuits claires par année, un horizon largement découvert vers le sud.

La construction débuta en 1946. Le premier télescope avec lequel des observations photographiques furent effectuées dès 1946 était un astrographe double de 12 centimètres. Jusqu'à la fin des années 40, les instruments suivants furent mis progressivement en exploitation : l'astrographe double de 15 centimètres avec des objectifs Zeiss, utilisé pour des observations en deux couleurs des étoiles variables ; le télescope de 25 centimètres équipé d'un spectrographe à prisme de quartz permettant d'étudier les étoiles de divers types dans la région ultraviolette du spectre ; le télescope de 20-25 centimètres avec des prismes objectifs, utilisé primitivement pour l'étude des amas et des associations stellaires puis, par la suite, pour l'étude des nébuleuses planétaires.

Depuis l'installation en 1950 du télescope de 40 centimètres à photomètre photo-électrique installé au foyer Cassegrain, l'Observatoire effectue des études photo-électriques (polarimétriques et colorimétriques) intensives des étoiles. Ces travaux se poursuivent actuellement sur une plus vaste échelle à l'aide du réflecteur de 50 centimètres fabriqué par l'Union d'Optique et de Mécanique de Léninegrad (LOMO) ⁽²⁾.

La majeure partie des observations colorimétriques des amas, des nébuleuses cométaires, ainsi qu'une partie importante des travaux sur les galaxies, sont effectuées à l'aide du télescope Schmidt de 53 centimètres, installé en 1954, qui possède un miroir et une lame correctrice de même diamètre. Il

(1) Cet article a été publié dans le numéro de juillet 1966 de *La Nature* (Priroda) et traduite par J. R. Germain avec l'autorisation de l'auteur.

(2) Initiales en russe du nom de la firme : Léninegradskoe Optiko-Mekhanitcheskoe Obiednenié. (*N.d.T.*).

V. A. AMBARTSUMIAN ET N. L. IVANOVA

peut être équipé d'un prisme-objectif permettant d'obtenir simultanément le spectre de plusieurs centaines d'étoiles. Cet instrument, construit par la même usine, fut, en son temps, le télescope Schmidt le plus important d'U.R.S.S.

Le télescope Schmidt de un mètre, très lumineux, installé à Burakan depuis quelques années seulement, donne des images des étoiles remarquables par leur qualité. Cet instrument possède un miroir sphérique d'un diamètre de 131 cm et est équipé d'une lame correctrice (lentille de Schmidt) d'un mètre. Ce télescope est équipé de trois prismes-objectifs de dispersions différentes. On peut obtenir des images directes des étoiles jusqu'à la 21^e grandeur ainsi que les spectres simultanés de quelques milliers d'étoiles jusqu'à la 16^e grandeur et même plus. Le fonctionnement du télescope est entièrement automatique : il est équipé d'un système de guidage photo-électrique automatique, ce qui facilite grandement la tâche de l'observateur. Ce télescope est surtout utilisé pour les observations des galaxies, alors qu'il l'est moins pour les étoiles et les nébuleuses. La création de cet instrument unique constitue la plus importante réalisation de l'industrie optique et mécanique soviétique. Actuellement les usines LOMO préparent pour l'Observatoire de Burakan un puissant réflecteur moderne muni d'un miroir de 2,6 m, dont le fonctionnement sera lui aussi entièrement automatique. Une installation spéciale maintiendra une température constante dans la tour, ce qui améliorera considérablement la qualité des images.

La mise en service de ce télescope dans un proche avenir permettra aux astronomes de Burakan d'étendre leurs recherches aux galaxies très éloignées et d'étudier plus en détail notre Galaxie et les étoiles qui la composent.

Pour observer les radiosources cosmiques discrètes, l'Observatoire dispose de radio-interféromètres permettant d'effectuer des recherches sur les longueurs d'onde de 0,5 m, 1,5 m, et 4,2 m. Les observations sont effectuées à l'aide des méthodes interférométriques compensatrices. En particulier la méthode de la commutation en phase de l'interféromètre est largement utilisée. Pour l'observation dans la gamme métrique, un grand radio-interféromètre d'une surface réfléchissante de 5 000 m² (des cylindres paraboliques) a été construit.

ÉTUDES DE LA GALAXIE

La structure de notre Galaxie, et l'étude de la métagalaxie qui a été l'objet d'un développement considérable au cours de ces dernières années, constituent les principales orientations des travaux de l'Observatoire de Burakan.

Comme on le sait, notre Galaxie, système stellaire auquel le Soleil et son système planétaire appartiennent, est composée de plus de cent milliards d'étoiles en révolution autour d'un centre de gravité commun. Parmi cette multitude de membres de la Galaxie, en excluant les étoiles solitaires, on

TRAVAUX DE L'OBSERVATOIRE D'ASTROPHYSIQUE DE BURAKAN
trouve des étoiles doubles, triples, multiples, ainsi que des amas stellaires
pouvant être divisés en deux types distincts : les amas ouverts et les amas
globulaires.



Fig. 41. — Les amas ouverts η et χ Persei, amas jeunes riches en naines et supergéantes bleues.

Les amas ouverts

Les amas ouverts composés de quelques centaines ou dizaines d'étoiles sont, en fait, des systèmes dont tous les membres sont liés entre eux par les forces de gravitation. Chaque étoile de l'amas participe à son mouvement autour du centre de la Galaxie, et, simultanément, sous l'effet des autres étoiles de l'amas, effectue un déplacement à l'intérieur de celui-ci. A la suite de rapprochements réciproques et fortuits, certaines étoiles de l'amas acquièrent l'énergie cinétique suffisante pour s'en échapper. C'est ainsi qu'un amas se désagrège au cours du temps. Le temps nécessaire à cette désagrégation s'évalue en milliards d'années, et, dans le cas d'amas stellaires pauvres, en quelques dizaines de millions d'années. Des étoiles de faible masse, les naines, s'échappent plus rapidement des amas qui deviennent alors relativement pauvres en étoiles naines.

Des amas ouverts comme η et χ Persei (fig. 41), relativement riches en étoiles naines, peuvent être considérés comme plus jeunes que les autres. On a remarqué aussi que des amas de ce genre étaient riches en étoiles chaudes de grande luminosité, étoiles du type O et B, en étoiles à raies brillantes du type P Cygni. Or, comme on sait qu'il se produit à partir de ces étoiles un écoulement continu de matière susceptible de les épuiser toutes en quelques millions d'années, leur présence montre indirectement la jeunesse de ce genre d'amas stellaire.

Associations stellaires

En 1947, l'attention fut dirigée à Burakan vers l'existence de groupes dispersés d'étoiles chaudes habituellement concentrées autour d'un seul ou de plusieurs amas de ce type. Ces groupes se révélèrent composés de membres faiblement liés entre eux, tout à fait instables, et devant probablement se désagréger, à la suite d'effets dynamiques, en quelques dizaines de millions d'années. Ces groupes d'étoiles instables, formés depuis peu et se dispersant actuellement, reçurent le nom d'*associations stellaires*.

Des études plus approfondies montrèrent qu'il existe deux types d'associations stellaires : les associations O — groupes dispersés d'étoiles de type spectral O et B (contenant même des étoiles de type spectral plus tardif), et les associations T — groupes d'étoiles variables du type T Tauri, avec des variations irrégulières de l'éclat et des raies brillantes dans leur spectre.

Les associations composées d'étoiles de grande luminosité peuvent contenir dans leurs noyaux sous l'aspect d'amas ouverts, des étoiles multiples et des chaînes stellaires. Comme des études ultérieures l'ont montré, ces dernières sont bien souvent des formations instables.

Comme la rotation différentielle de la Galaxie désagrège les associations, il est possible d'évaluer la limite supérieure de leur âge. Cette limite s'est avérée être de l'ordre de quelques dizaines de millions d'années, ce qui est

TRAVAUX DE L'OBSERVATOIRE D'ASPROPHYSIQUE DE BURAKAN

une faible valeur en comparaison de l'âge de la Galaxie (plusieurs milliards d'années). Mais si l'on suppose qu'il existe des forces autres que les forces de marée pour provoquer la dispersion des étoiles, on obtient pour les associations stellaires un âge ne dépassant pas 10 à 20 millions d'années. Ainsi, les associations stellaires sont des formations extrêmement jeunes. La dynamique a montré que ces associations n'ont pu se former à la suite de rencontres fortuites d'étoiles, les étoiles composant les associations O et les associations T sont liées par une origine commune et sont extrêmement jeunes. Les puissantes éjections de matière depuis leurs surfaces peuvent parfois montrer l'extrême jeunesse de ces étoiles.

La formation des étoiles

Les astronomes de Burakan tirèrent de ces faits et de beaucoup d'autres, ainsi que de calculs théoriques, la conclusion fondamentale suivante : la formation des étoiles se poursuit actuellement dans la Galaxie, la naissance des étoiles se produisant par groupes, par associations.

L'étude ultérieure plus approfondie des associations permit de faire toute une série de déductions sur l'évolution des étoiles et des systèmes stellaires. On s'est demandé, en particulier, à partir de quelle matière pouvaient se former les étoiles. Comme dans presque toutes les associations les nébuleuses coexistent avec les étoiles, on a pu supposer que les associations d'étoiles trouvent leur origine dans ces nébuleuses. L'observation des faits prouve cependant le contraire : beaucoup d'étoiles appartenant à des associations stellaires éjectent dans l'espace de la matière diffuse et l'on observe souvent des masses nébulaires s'éloignant du centre des associations.

Quelques nébuleuses possèdent une forme symétrique ou parfois même annulaire, et se dispersent avec des vitesses du même ordre que les groupes d'étoiles des associations. Tout ceci témoigne en faveur d'une origine commune des étoiles et des nébuleuses à partir de formes pré-stellaires de la matière, dénommées proto-stellaires à Burakan. La matière des proto-étoiles pourrait avoir des caractéristiques inhabituelles et posséder en particulier de grandes réserves d'énergie, une masse importante, un petit rayon, c'est-à-dire avoir une densité énorme, peut-être proche de celle des noyaux atomiques.

En octobre 1951, à Burakan, eut lieu une conférence consacrée aux associations stellaires à laquelle la majorité des astronomes soutinrent les idées nouvelles des astronomes de Burakan sur la naissance des étoiles dans les associations. Ces idées reçurent par la suite une large diffusion et furent confirmées par d'innombrables travaux d'astronomes soviétiques et étrangers.

L'Observatoire de Burakan rassembla et édita une nouvelle classification des amas, *l'atlas des amas stellaires ouverts de types divers*, à l'aide de nombreuses photographies d'amas stellaires ouverts, comprenant même ceux qui constituent le noyau des associations.

Les étoiles T Tauri

L'étude des associations stellaires a montré qu'il existe une relation entre les associations O et T : un grand nombre de variables du type T Tauri se retrouvent dans la composition des associations du type O. Mais, que sont en fait ces étoiles ?

Les étoiles du type T Tauri sont des objets non stables dont les variations d'éclat sont caractérisées par des raies brillantes, une émission continue et une forte température de couleur. L'émission continue est un type intéressant de rayonnement qui se superpose au spectre habituel de l'étoile et atténue les raies d'absorption. Parfois, l'émission continue devient très forte, plus particulièrement dans la partie ultraviolette du spectre.

Étoiles instables

Il se trouve que ce même phénomène constitue aussi une caractéristique des étoiles variables d'une luminosité plus faible, du type UV Ceti, des étoiles éruptives et des objets de Herbig-Haro apparentés à celles-ci (corps nébuleux susceptibles de renfermer des étoiles non encore complètement formées).

Ce phénomène de l'émission continue des étoiles instables suscita un grand intérêt à Burakan, et une étude plus détaillée de cette question permit de reconsidérer la nature des sources d'énergie stellaire. En effet, pendant les éruptions d'étoiles du type UV Ceti, la quantité d'énergie libérée dans l'espace est tellement importante que la luminosité est capable, parfois en quelques minutes, d'augmenter des dizaines ou même des centaines de fois. La courte durée, étonnante, de ces éruptions ne peut pas s'expliquer par une élévation de la température d'une région de la photosphère à la suite d'un apport de chaleur provenant de l'intérieur de l'étoile : le temps que cela nécessiterait serait beaucoup trop long. Il faut alors supposer que l'émission continue se produit dans les couches superficielles de l'étoile, ou peut-être au-dessus de la couche renversante, et qu'une grande partie de l'énergie des éruptions est produite par un mécanisme inconnu (les échanges de chaleur, ou les transferts de rayonnement étant exclus) depuis les couches internes de l'étoile vers les couches superficielles de l'atmosphère. Il se produit ainsi depuis les couches internes de l'étoile une éjection d'une certaine partie de la matière intrastellaire, source d'énergie intrastellaire, dont le processus de libération est peut-être lié à la formation de nouveaux noyaux atomiques instables se désintégrant rapidement.

En 1956, eut lieu à Burakan une conférence sur les étoiles instables à laquelle de nombreux savants soviétiques et étrangers participèrent. Le problème du rayonnement non thermique des étoiles fut la principale question examinée à cette conférence.

La Nébuleuse du Crabe

Au nombre des découvertes importantes réalisées à l'Observatoire de Burakan, ayant eu une certaine influence sur le développement de l'astrophysique contemporaine, il convient de noter les délicates observations photométriques de la forte polarisation de la lumière de la Nébuleuse du

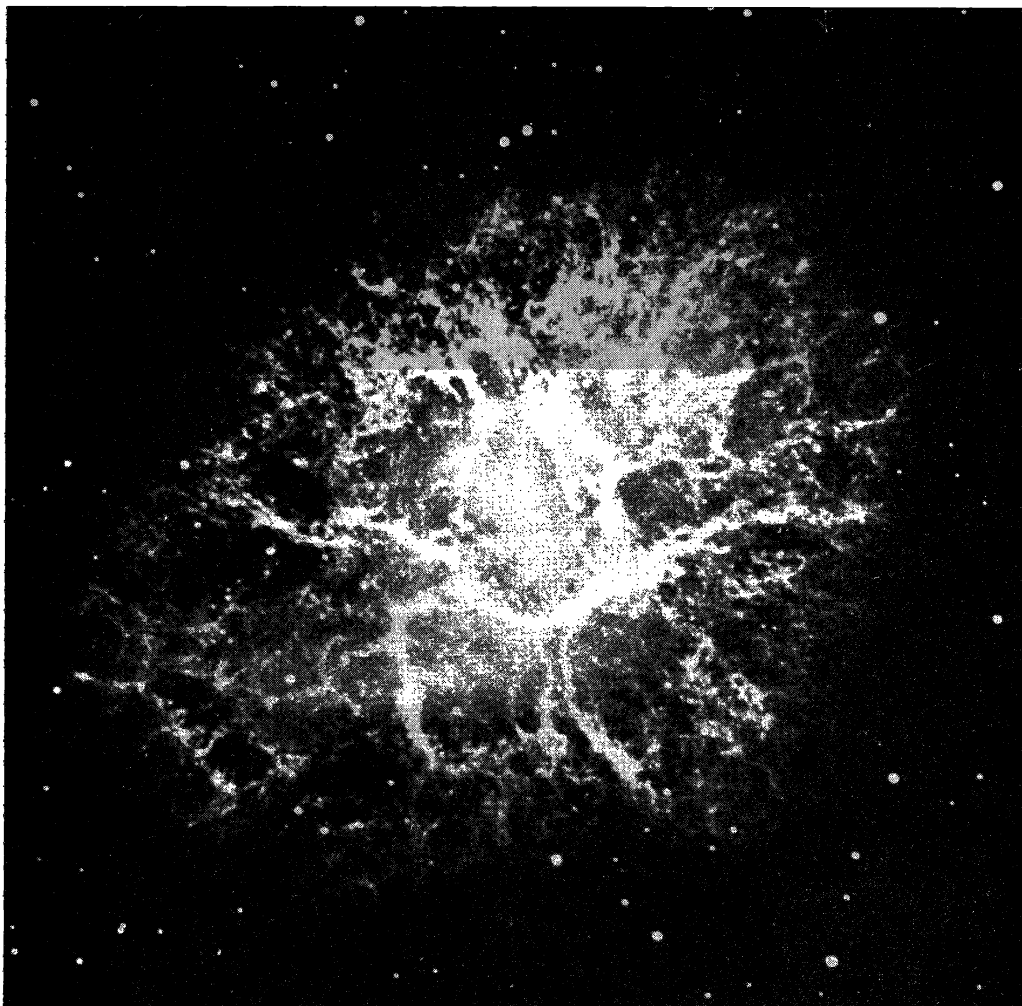


Fig. 42. — La Nébuleuse du Crabe, par W. Baade.

Crabe (fig. 42). On sait que cette nébuleuse s'est formée à la suite de l'explosion survenue en 1054 d'une supernova, enregistrée à l'époque dans les annales chinoises. Cette découverte s'est avérée être en accord avec l'idée selon laquelle le rayonnement de la Nébuleuse du Crabe est produit par des électrons à grande vitesse évoluant dans un champ magnétique. Phénomène appelé aussi rayonnement synchrotron. Par la suite, d'autres études du rayonnement émis par diverses régions de cette nébuleuse furent entreprises par nos astronomes.

LA MÉTAGALAXIE

Au cours de ces vingt dernières années, grâce à l'accumulation d'une multitude d'observations et à l'apparition de toute une série de travaux théoriques, l'astronomie extragalactique fut l'objet d'un extraordinaire développement, principalement grâce à l'exploitation de nouveaux réflecteurs et radiotélescopes puissants. Les astronomes purent enfin obtenir de précieuses informations sur les objets célestes éloignés de nous à des distances de plusieurs milliards d'années de lumière.

Le but de l'astronomie extragalactique consiste à mieux comprendre les lois de l'évolution des galaxies et des amas de galaxies, et, à partir de cette connaissance, à en déduire la structure de l'Univers et les lois de l'évolution de la matière qui le constitue.

Le résultat le plus important de l'astronomie extra-galactique montre que la majeure partie de la matière de notre Galaxie est concentrée dans les étoiles et que la grande majorité des étoiles de l'Univers fait partie de gigantesques systèmes stellaires, les galaxies.

Les galaxies

Que connaissons-nous actuellement sur les galaxies ?

Les galaxies diffèrent entre elles aussi bien par l'ensemble des populations stellaires que par leurs structures et leurs dimensions. Il existe des galaxies naines et sous-naines se composant seulement de quelques millions ou même de quelques milliers d'étoiles et ayant un diamètre de l'ordre de quelques années de lumière. Le système nain du Sculpteur peut servir d'exemple. Au contraire, il existe des galaxies géantes et super-géantes d'un diamètre de 150 000 années de lumière environ, contenant des centaines de milliards d'étoiles. Les deux galaxies brillantes, se trouvant au centre de l'amas de la Chevelure de Bérénice, NGC 4874 et 4889, constituent des représentants caractéristiques de ce type de galaxies. Notre Galaxie comprend par exemple plus de 100 milliards d'étoiles, alors que la galaxie voisine, M 31 (la Nébuleuse d'Andromède) a plus de 400 milliards d'étoiles.

A côté des supergéantes et des naines, il existe des galaxies de dimension moyenne, se composant de quelques centaines de millions ou de milliards d'étoiles.

Les différences de structure des galaxies sont frappantes : certaines sont sphériques, d'autres ellipsoïdales ou spirales, avec une morphologie très variée.

Il est extrêmement important de constater que la grande majorité des étoiles existantes est concentrée dans un petit nombre de galaxies géantes et supergéantes, ce qui fait que ces dernières constituent la partie principale de la masse de l'Univers.

A l'image des étoiles qui font partie de galaxies, ces dernières forment des systèmes galactiques : amas de galaxies, groupes de galaxies, galaxies mul-

TRAVAUX DE L'OBSERVATOIRE D'ASTROPHYSIQUE DE BURAKAN
tiples. Les riches amas des constellations de la Vierge et de la Chevelure de
Bérénice peuvent servir d'exemples (fig. 43).

Les amas de galaxies se divisent en deux groupes : les amas sphériques
avec une distribution symétrique autour d'un centre, constitués principale-



Fig. 43. — Amas de nébuleuses dans la Chevelure de Bérénice.

(Cliché de Kérolyr.)

ment de galaxies elliptiques, et les amas de forme irrégulière, constitués de
galaxies spirales.

Galaxies en interaction et radiogalaxies

Il semble en première approximation que les galaxies sont des systèmes
isolés les uns des autres. Dans certains cas cet isolement n'est pas respecté.
Ainsi, il existe des galaxies en interaction (fig. 44 et 45), soit disposées

V. A. AMBARTSUMIAN ET N. L. IVANOVA

dans une enveloppe commune, soit liées entre elles par des ponts ou des linteaux apparemment formés lors de leur genèse commune. De vastes travaux sur l'étude des galaxies en interaction ont été menés à l'Institut astronomique d'état P. K. Sternberg. Il y a aussi des radiogalaxies, petit nombre de galaxies dont la puissance du rayonnement radio est presque comparable à celle du rayonnement lumineux. On a supposé qu'il pouvait être émis à la suite de la rencontre fortuite de deux galaxies, et que la source du rayonne-

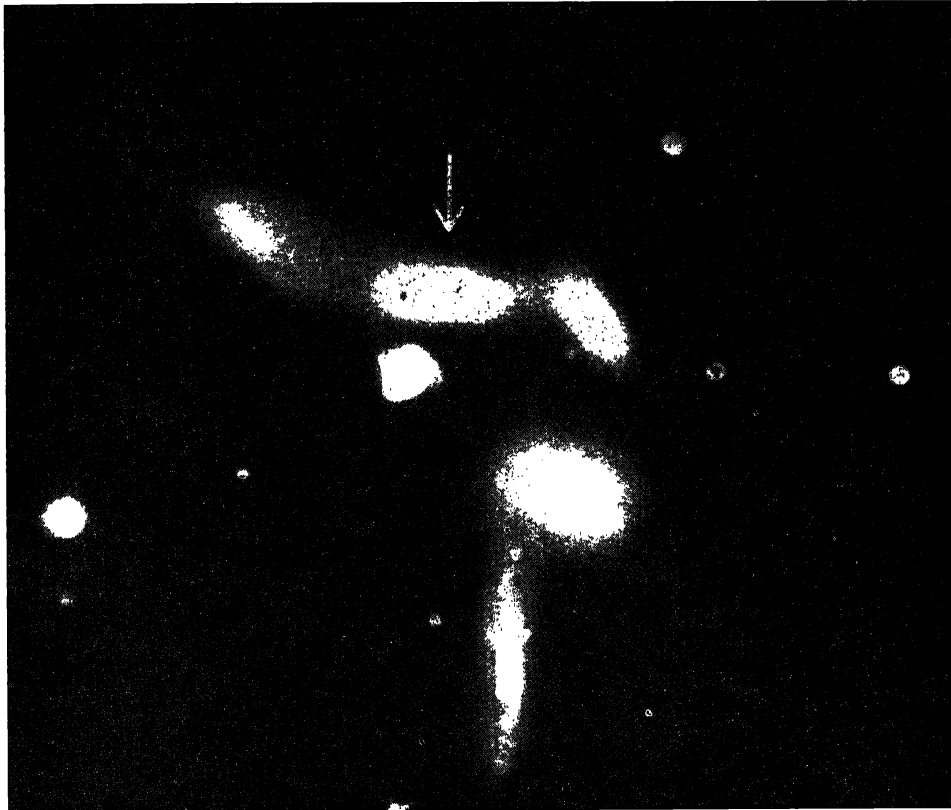


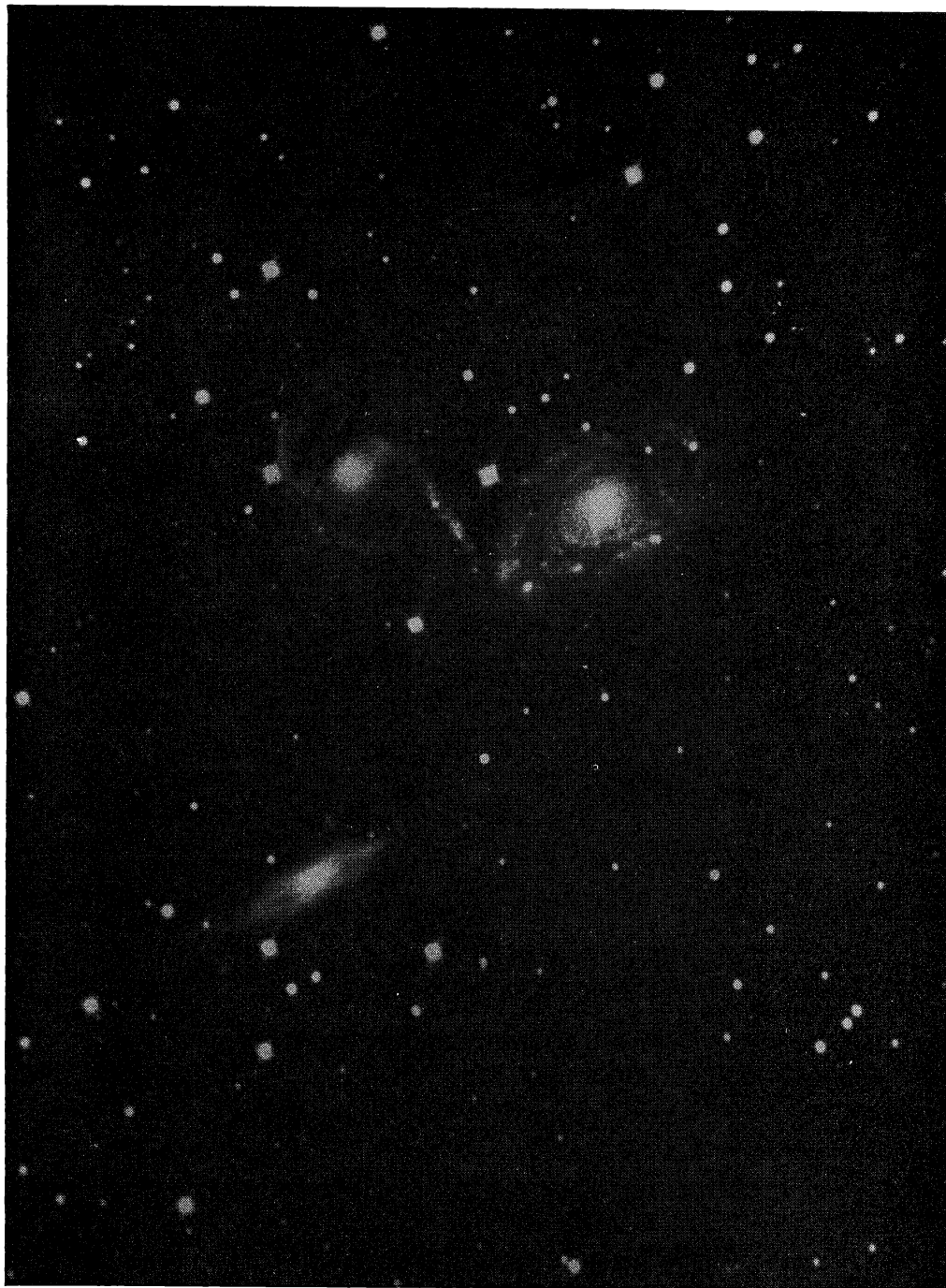
Fig. 44. — Groupe de six galaxies dit groupe de Seyfert.

Toutes ces galaxies, sauf peut-être une, sont reliées par un filament de matière diffuse que l'on distingue particulièrement sous la flèche.

ment radio est produite par l'énergie des deux masses gazeuses pénétrant dans chacune des galaxies. Une tout autre représentation de la nature des radiogalaxies fut échafaudée il y a plus de dix ans à l'Observatoire de Burakan.

Au cours des recherches il est apparu que toutes les radiogalaxies connues sont des supergéantes, ainsi que les galaxies les plus brillantes des amas auxquels elles appartiennent. On sait aussi que le nombre des galaxies naines est supérieur à celui des géantes et des supergéantes, ce qui explique pourquoi la probabilité de collisions est beaucoup plus importante pour les galaxies naines que pour les supergéantes. Il en résulte qu'il est absolument impossible, sur la base de la théorie des collisions, d'expliquer l'absence de radiogalaxies

TRAVAUX DE L'OBSERVATOIRE D'ASTROPHYSIQUE DE BURAKAN
chez les galaxies naines et moyennes. Ces faits et des considérations statis-
tiques permettent donc d'écarter l'hypothèse des collisions.



**Fig. 45. — NGC-6769-70 et 71 dans le Paon ; une interaction semble exister
entre 67 69 et 67 70.**

(Cape Phot. Atlas.)

Apparemment, les radiogalaxies constituent, en quelque sorte, une
étape très brève dans le processus d'évolution interne des galaxies super-

V. A. AMBARTSUMIAN ET N. L. IVANOVA

géantes : dans ces dernières les nuages de particules à haute énergie, responsables du rayonnement émis, perdent rapidement leur énergie et se dispersent. Dans ce cas, habituellement, une durée de l'ordre d'un million d'années est nécessaire, ce qui est peu en comparaison de la durée d'existence de cette galaxie. Il est tout à fait possible que la majeure partie des galaxies supergéantes, et peut-être même toutes les galaxies, passent par le stade de radiogalaxies, et il n'est pas exclu que ces phénomènes d'éruption radio se répètent.

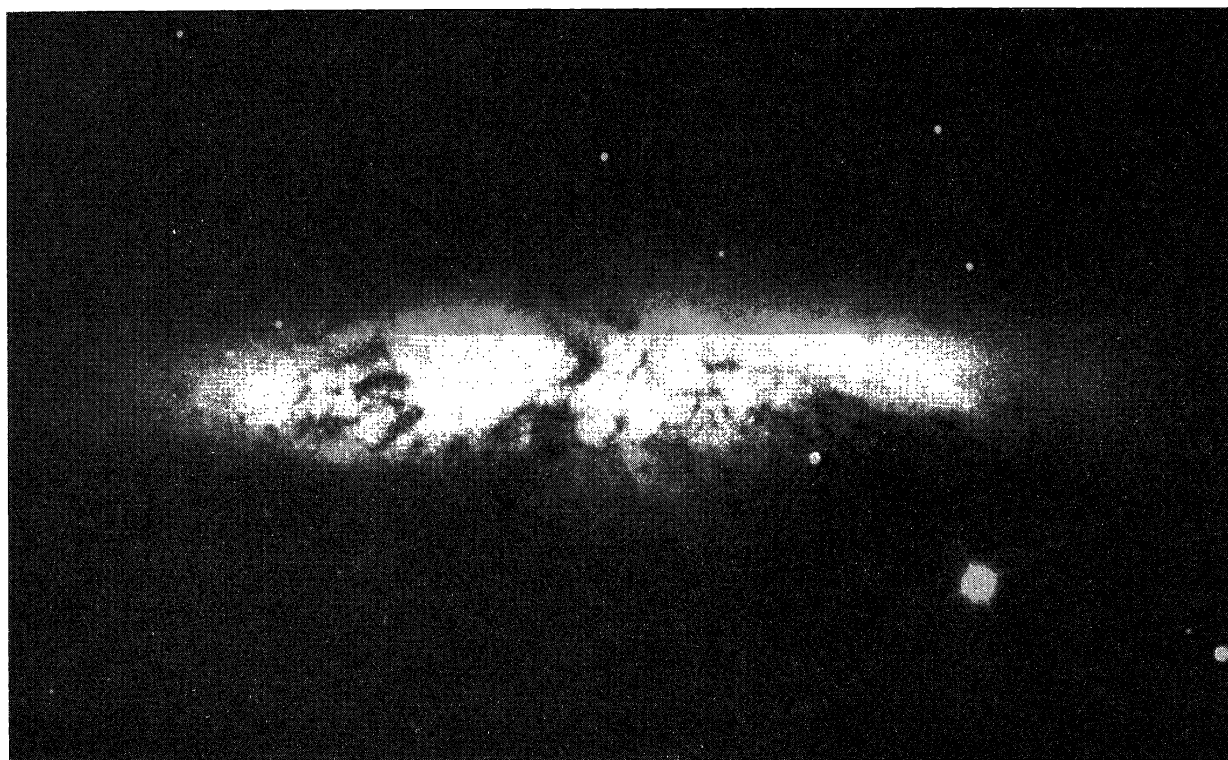


Fig. 46. — Galaxie irrégulière M-82.

Où se trouvent donc les sources d'énergie des éruptions radio de ces galaxies ? Il n'est pas difficile de prouver que ces sources ne résultent pas de l'activité de simples étoiles : l'énergie qu'elles seraient susceptibles de fournir est relativement faible. C'est pourquoi il est difficile de rechercher ces sources dans le champ stellaire général d'une galaxie. Il convient donc de les rechercher là où règnent des conditions inhabituelles. Ces conditions s'observent dans les noyaux galactiques. De plus, il est devenu évident, au cours de ces derniers temps, qu'en général le noyau est le siège d'autres processus particulièrement puissants, liés à la formation de contractions et de courants, des bras spiraux et même de nouvelles galaxies existant déjà dans ses profondeurs.

Ces circonstances, ainsi que beaucoup d'autres ont fait supposer à Burakan

TRAVAUX DE L'OBSERVATOIRE D'ASTROPHYSIQUE DE BURAKAN

que les nuages de particules à haute énergie sont éjectés du noyau des galaxies à la suite de puissantes explosions accompagnées de la libération de grandes quantités d'énergie pouvant atteindre, comme ordre de grandeur, 10^{58} à 10^{60} ergs.

La transformation d'une galaxie ordinaire en radio-galaxie n'est pas l'une des seules conséquences possibles de l'explosion : des explosions provoquant de tout autres changements peuvent se produire dans les noyaux galactiques. L'attention a été attirée à Burakan sur la nature physique inhabituelle de la galaxie irrégulière M-82 (fig. 46), et, sur la base de considérations dynamiques, on a émis l'avis que cet objet pouvait être un système stellaire jeune. Par la suite, A. Sandage et K. Lynds, ayant étudié en détail cette galaxie, trouvèrent dans ses régions extérieures un système de filaments composé de gaz. D'après le déplacement des raies d'émission de l'hydrogène par rapport à leurs positions normales dans le spectre, il est possible de conclure que ces filaments ont été éjectés depuis la région centrale du noyau il y a un million et demi d'années, c'est-à-dire qu'il s'est produit une explosion dans le noyau de la galaxie M-82 il y a un million et demi d'années.

La découverte des astronomes américains aura été une remarquable confirmation de la conception du rôle actif du noyau dans l'évolution des galaxies, développée auparavant à Burakan, selon laquelle les noyaux galactiques peuvent exploser, se diviser et éjecter une grande quantité de matière.

La découverte de l'éjection de grandes quantités de gaz par le noyau incite à reconsidérer le problème de l'origine des importantes masses de gaz interstellaire présentes dans les galaxies. Il est parfaitement possible que le noyau galactique soit le principal fournisseur de ces masses de gaz, et c'est pourquoi il convient de s'intéresser autant aux explosions qu'aux écoulements continus. Ainsi, par exemple, les astronomes hollandais ont montré l'existence d'un écoulement continu de matière depuis le noyau de notre Galaxie.

STRUCTURE DES GALAXIES ET DE LEURS NOYAUX

L'étude de la structure des galaxies en général, et de notre Galaxie en particulier, a permis d'établir la présence dans chaque galaxie d'un grand nombre de sous-systèmes en interpénétration les uns avec les autres, extrêmement diversifiés par la nature physique des populations stellaires. Ces particularités furent connues grâce aux travaux de l'astronome soviétique B. V. Kukarkine, de B. Lindblad (Suède) et de W. Baade (U.S.A.).

Notre Galaxie se compose ainsi des sous-systèmes suivants : les bras spiraux, le disque et le halo. L'évolution et l'origine de ces sous-systèmes sont dans une certaine mesure indépendants les uns des autres. En se basant sur de nombreuses études, il est possible de se représenter l'origine des diffé-

V. A. AMBARTSUMIAN ET N. L. IVANOVA

rentes parties d'une galaxie : en éjectant de temps à autre de grandes quantités de matière, le noyau crée progressivement autour de lui une galaxie dont la nature dépend des dimensions et de la vitesse initiale de l'éjection à partir des différents sous-systèmes. Si l'on adopte ce point de vue, il faudrait supposer qu'une galaxie, à son stade initial d'évolution, ne possède qu'un noyau et n'est pas entourée de sa population stellaire habituelle. S'il en est ainsi, de quoi alors sont constitués les noyaux, et quelle est leur nature ? Ce problème constitue actuellement une part importante des travaux de l'Observatoire de Burakan. Pour l'instant, les dimensions relativement faibles des noyaux et le pouvoir de résolution insuffisant de nos instruments ne permettent pas de résoudre directement ce problème. Une accumulation patiente et minutieuse des faits concernant l'activité et toutes les caractéristiques des noyaux est indispensable.

Il y a peu de temps encore on pensait que les noyaux galactiques étaient composés presque exclusivement d'étoiles. Or, du point de vue de la dynamique, la séparation spontanée de systèmes composés d'étoiles est impossible : il se produirait non seulement une division du noyau galactique, mais encore un écoulement de matière depuis les bras spiraux ainsi que des jets radiaux renfermant des condensations. Lorsque l'on observe, comme dans ce cas, un écoulement direct de matière depuis le noyau (par exemple les jets de NGC 4486 et 3561), on évalue leur importance en millions de masses solaires par millions d'années. Ceci met en jeu des masses colossales, ce qui ne correspond pas entièrement aux données sur les masses des noyaux obtenues par des considérations dynamiques. Ces difficultés ne peuvent être surmontées qu'en changeant notre représentation du noyau et du système stellaire. Il faut, en particulier, supposer que les noyaux galactiques contiennent parfois des corps de masse importante, capables non seulement de se séparer en plusieurs parties, mais aussi d'éjecter des « caillots » ⁽¹⁾ de matière d'une masse très supérieure à celle du Soleil. Après un certain temps, ces caillots peuvent, sous l'effet de leur propre gravitation, passer dans un état quasi stationnaire, c'est-à-dire se transformer en étoiles. Il n'est pas exclu non plus qu'il puisse se produire dans les noyaux d'autres processus physiques beaucoup plus importants, différents de ceux mis en jeu dans les théories contemporaines de la physique et de l'astrophysique.

Les noyaux ont de petites dimensions et sont d'une grande densité. Si les processus de genèse des nouvelles galaxies et des bras spiraux ne peuvent pas se produire à partir des populations stellaires ordinaires, comprises dans les noyaux, il faut alors supposer que les noyaux contiennent une quantité importante de matière pré-stellaire.

Ces considérations ne constituent que les premières hypothèses sur le processus de naissance des galaxies. De plus amples informations ne peuvent

⁽¹⁾ Mis entre guillemets par les auteurs dans le texte original. (*N.d.T.*)