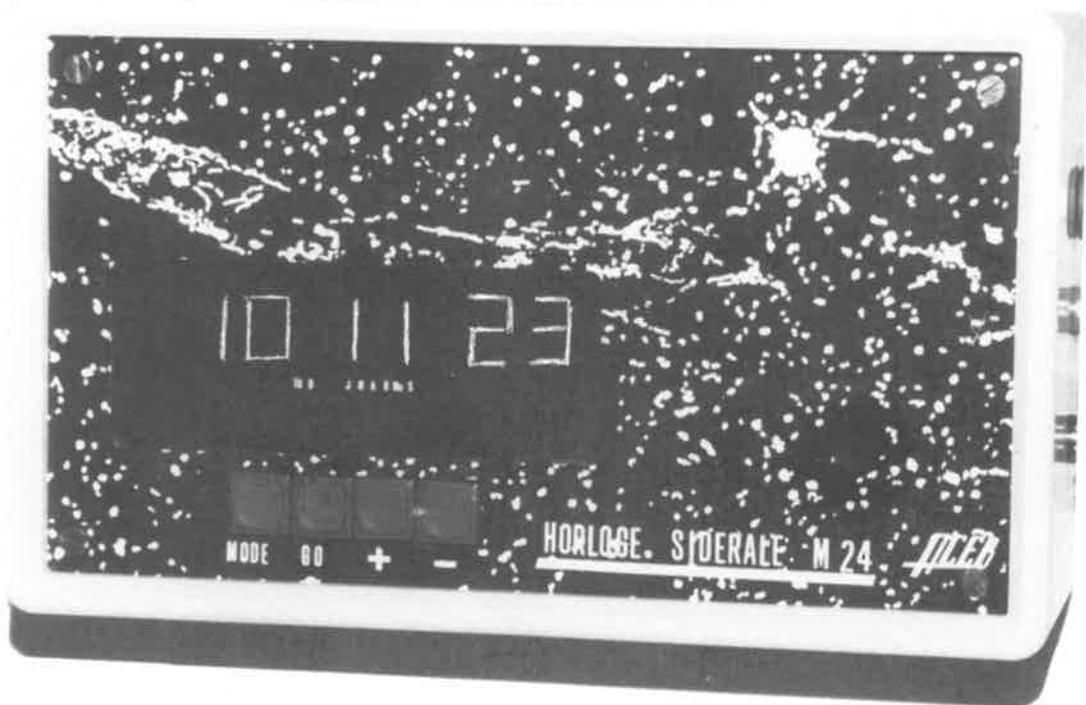


**SOCIETE  
ASTRONOMIQUE  
DE LYON**



**Photo de couverture :**

**Horloge numérique sidérale conçue par D. Dubet et M. Rouxel**

# RECHERCHE APPLIQUÉE – HORLOGE NUMÉRIQUE SIDÉRALE

(D. Dubet)

Les applications variées des horloges à microprocesseurs, mises au point par le laboratoire électronique de l'Observatoire de Lyon, dépassant largement le cadre de l'Astronomie, ont conduit à la recherche d'un partenaire industriel pour leur utilisation.

La société ACEB Electronique, spécialisée dans l'industrialisation des problèmes horaires, est chargée de développer sous licence ce savoir-faire. Ainsi, une horloge pour applications astronomiques donne la date (jour, mois, année), l'heure universelle ainsi que l'heure sidérale calculée au méridien de Greenwich.

L'utilisation du microprocesseur a permis la création d'une horloge électronique dite de la nouvelle génération, évolutive dans le temps, présentant d'excellentes qualités au niveau de la fiabilité et de l'évolution. Par simple changement de programmation, il est possible d'adapter l'horloge à son environnement (longitude du lieu) ou à de nouveaux besoins.

Cette horloge devient un équipement précieux pour l'astronome qu'il soit amateur ou professionnel.

## **Concepteurs :**

D. Dubet et M. Rouxel

Observatoire de Lyon – 69230 Saint-Genis-Laval

Téléphone : 78.56.07.05

## **Fabrication sous licence :**

ACEB Électronique

31, rue de l'Union – 78600 Maisons-Laffitte

Téléphone : (1) 39.62.05.75.

# LA STRUCTURE DE L'UNIVERS A GRANDE ÉCHELLE

G. Paturel, Observatoire de Lyon

Ce sujet aurait été traité très différemment selon l'époque, car la conception de l'Univers a varié beaucoup au cours des âges. Trois cents ans avant Jésus Christ la structure de l'Univers se limitait à celle du système solaire. La description héliocentrique due à Aristarque de Samos (300 av. J.C.) était très proche de la description moderne ; elle fut cependant abandonnée au profit de la description géocentrique de Ptolémée (IIe siècle) et il fallut attendre Copernic (1473-1600) pour qu'elle fût redécouverte.

Giordano Bruno (1548-1600), avec une clairvoyance géniale, comprit que le Soleil n'était qu'une étoile parmi d'autres semblables, peuplant l'Univers ; sa conception, jugée hérétique, le conduisit sur le bûcher. Galilée (1564-1642) conforte cette vision en montrant, grâce à sa lunette astronomique, que la Voie Lactée était constituée d'étoiles individuelles.

Messier (1730-1817) et, plus tard, Herschel et son fils entreprirent de recenser les objets d'aspect nébulaire visibles avec les grands télescopes. Ils venaient, sans trop le savoir, de faire une percée dans le monde fascinant des galaxies. Notre conception de l'Univers allait alors suivre ces découvertes jusqu'à celles d'aujourd'hui :

## Des étoiles à notre Galaxie.

Après la découverte de Galilée, il fallut attendre le XVIIIe siècle pour qu'un programme scientifique fût entrepris pour étudier la répartition des étoiles autour de notre Soleil. Le travail était difficile puisqu'il fallait avoir les distances d'un grand nombre d'étoiles. C'est à William Herschel que revient le mérite de s'attaquer à ce vaste problème.



Figure 1 : Notre Galaxie selon Herschel

De l'éclat apparent des étoiles, il tira une estimation des distances. Le résultat fut surprenant. Le Soleil semblait occuper une position centrale dans la Voie Lactée. En 1904, Kapteyn reprit ce travail avec une méthode statistique plus raffinée portant sur des régions soigneusement sélectionnées (les « Selected Areas »). Le résultat fut assez semblable à celui trouvé par Herschel. La densité d'étoiles décroissait au fur et à mesure que l'on s'éloignait du Soleil qui semblait occuper le centre de ce que Kapteyn appela alors « the Typical Universe ».

Cependant, à la même époque, Shapley (1885-1972), un ancien reporter, s'attachait à déterminer la répartition des amas globulaires. Il trouva que ces amas formaient un système sphérique centré loin du Soleil, à quelques 32 000 a.l. Des études cinématiques ultérieures confirmèrent cette description nouvelle de notre « Typical » Univers.

Le résultat de Herschel ou de Kapteyn s'explique par le fait que l'absorption interstellaire dans le plan de notre Galaxie n'avait pas

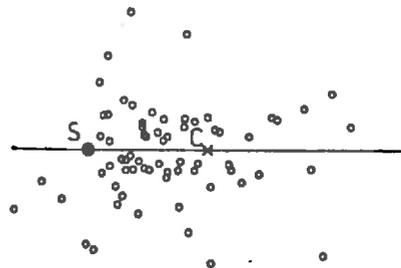


Figure 2 : Le centre de notre Galaxie trouvée par H. Shapley

été prise en compte. La description fine vint beaucoup plus tard, vers les années 1960, quand la radio-astronomie permit de « voir » directement la structure spirale de notre Galaxie grâce au pouvoir pénétrant des ondes radio.

## **De notre Galaxie aux galaxies.**

Les astronomes connaissaient l'existence de nébuleuses depuis fort longtemps. La nébuleuse d'Andromède fut découverte dès l'an 964 par l'astronome arabe Abd-alrahman al-Sûfi. En 1784, Charles Messier dressa une liste d'une centaine de nébuleuses. La nébuleuse d'Andromède porte le numéro 31 dans le catalogue de Messier. William Herschel et son fils John terminèrent, en 1838, l'observation de plus de 5000 nébuleuses avec un télescope de 45 cm d'ouverture. Ces observations furent complétées par Parsons et Dreyer et republiées en plusieurs catalogues : le « New General Catalogue » (NGC) et l'« Index Catalogue » (IC). La dénomination NGC et IC est encore une des plus usitées aujourd'hui. La nébuleuse d'Andromède porte le numéro NGC 224. Certains hommes clairvoyants comme Kant pensaient que les nébuleuses étaient des systèmes analogues à notre Galaxie, des « Univers-îles ». Cependant, on découvrit que beaucoup de nébuleuses connues étaient des amas globulaires ou des nébuleuses gazeuses de notre Galaxie. L'idée des Univers-îles fut abandonnée car il était difficile d'imaginer que les nébuleuses étaient des objets de nature variée. Des mesures erronées de mouvements propres dans des nébuleuses vinrent accroître la confusion. C'est Hubble qui montra, le premier, en 1925, que certaines nébuleuses (M31, NGC 6822) étaient situées au-delà des limites de notre Galaxie. Pour y parvenir, il détermina la distance des étoiles Céphéides reconnaissables dans les nébuleuses les plus proches. Au début, Hubble lui-même se montra très prudent ; en 1925, il désigna la galaxie NGC 6822 comme un système lointain d'étoiles, sans employer le terme de galaxie ou d'Univers-îles. C'était la première ouverture en direction du monde extragalactique, même si les distances déterminées par Hubble eurent à subir quelques révisions après les travaux de Lundmark, Mineur et Baade.

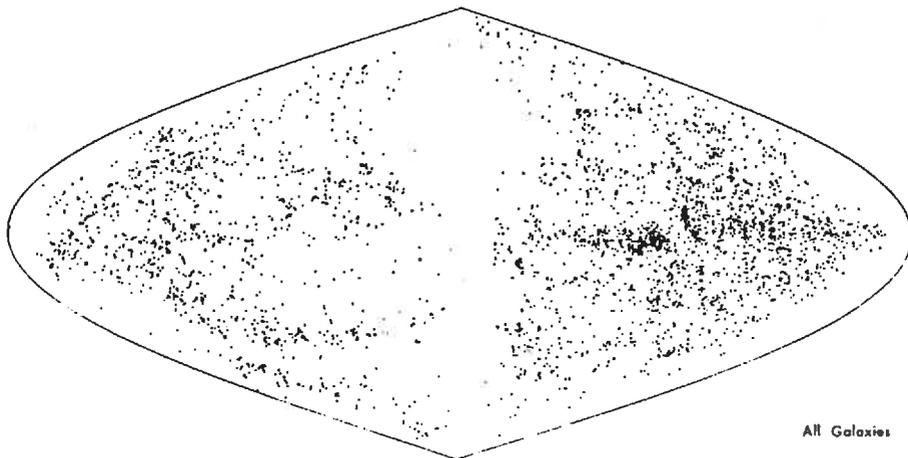
En abordant le domaine extragalactique les astronomes venaient d'accroître la dimension de l'Univers connu d'au moins un ordre de grandeur, mais la structure de cet Univers n'était pas encore comprise.

## **Des galaxies au Superamas local.**

Avant que l'on connaisse la nature des nébuleuses extragalactiques, des astronomes comme Charlier ou Reynolds, en 1921, avaient noté la dissymétrie de leur distribution sur le ciel. Lundmark, en 1927, remarqua que les galaxies formaient une bande presque perpendiculaire au plan de notre Galaxie. Zwicky, en 1938, montra que l'amas de la Vierge, un amas de galaxie très riches de l'hémisphère nord, atteignait le groupe de galaxies auquel appartenait notre Galaxie. C'est l'astronome G. de Vaucouleurs qui comprit, en 1953, que toutes ces observations s'expliquaient en admettant que les galaxies se rassemblaient en un système gigantesque, le Superamas Local. L'idée ne fut pas admise immédiatement, mais aujourd'hui le fait est acquis : le Superamas Local est une formation centrée approximativement sur l'amas de la Vierge ; la forme est celle d'un disque un peu aplati et le plan quasiment perpendiculaire au plan de notre Galaxie.

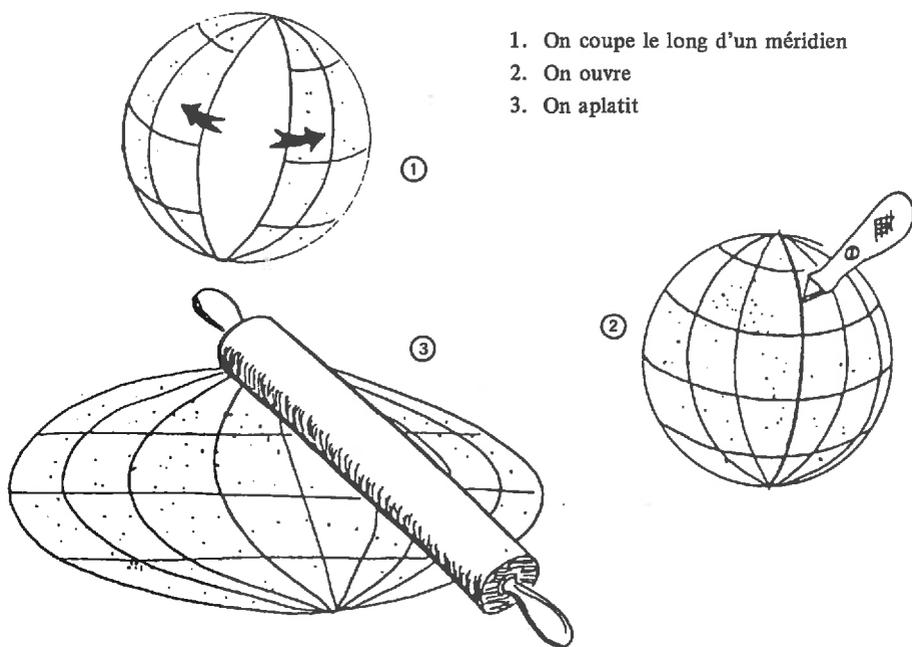
Le rayon du disque mesure près de 48 millions d'années-lumière. En utilisant une projection de Flamsteed (voir page suivante), il est possible de reconnaître la trace de notre Superamas Local, tel que G. de Vaucouleurs l'a mis en évidence.

Très récemment (1983), l'astronome B. Tully a représenté notre Superamas Local en trois dimensions et a trouvé une structure en étoile. Des études cinématiques



All Galaxies

Figure 3 : Mise en évidence du Superamas Local par G. de Vaucouleurs



1. On coupe le long d'un méridien
2. On ouvre
3. On aplatit

#### Projection de Flamsteed

La projection de Flamsteed permet de représenter toute la sphère céleste sur une carte. Le procédé est décrit dans une suite de dessins qui parlent d'eux-mêmes

menées indépendamment par plusieurs groupes de recherche, tant en France qu'à l'étranger, ont montré que notre Galaxie et ses galaxies voisines (ce qu'on désigne comme le Groupe Local) tombent en direction du centre de l'amas de la Vierge. C'est la preuve cinématique que l'amas de la Vierge est bien le centre du Super Amas Local. On ne peut s'empêcher de faire le parallèle avec la confirmation de la découverte du centre galactique par Shapley. Depuis la découverte de G. de Vaucouleurs, d'autres super amas ont été découverts comme celui de Persée ou d'Hercule. Ces super amas sont-ils isolés les uns des autres ou sont-ils eux-mêmes reliés entre eux comme le suggérait la conception hiérarchique de Lambert (1761) ?

### Des super amas aux grandes structures.

En 1967, Shane avait compté les galaxies aussi loin que le permettait les clichés à sa disposition. Les variations de densité en différents points de la sphère étaient mises en évidence par des lignes d'isodensité. La répartition des galaxies n'était pas uniforme. Les comptages de Shane ont été ré-utilisés en 1980 par Soneira et Peebles pour reconstruire l'apparence sur le ciel des galaxies. Le résultat montre que certaines régions vides se projettent sous forme de disques. Dans l'espace ce serait des bulles sphériques.

Effectivement, en 1981, l'astronome américain R. Kirshner découvrit une région immense absolument vide de galaxies, une bulle de près de 250 millions d'années de lumière de diamètre située dans la région du Bouvier. D'autres observations allaient s'ajouter à ces premiers éléments pour conduire à la description actuelle de l'Univers. En 1961, l'astronome G. Abell avait catalogué plus de 2000 amas de galaxies. Il soupçonnait que certains pouvaient être les éléments de structures plus grandes mais il n'avait pas assez de déterminations de distances pour en donner la preuve. Depuis lors, de nombreuses mesures de vitesses radiales ont permis, grâce à la relation distance-vitesse (loi de Hubble), de combler cette lacune. En 1978, Grégory, Thomson et Tift ont, pour la première fois, découvert une chaîne reliant deux amas d'Abell. Les distances permettaient de montrer que ce n'était pas un simple effet de projection. D'autres chaînes reliant des superamas furent découvertes ultérieurement.

Ces découvertes conduisirent, en 1980, les astronomes Einasto, Joeveer et Saar à proposer une description cellulaire de l'Univers. Selon cette description, l'Univers serait

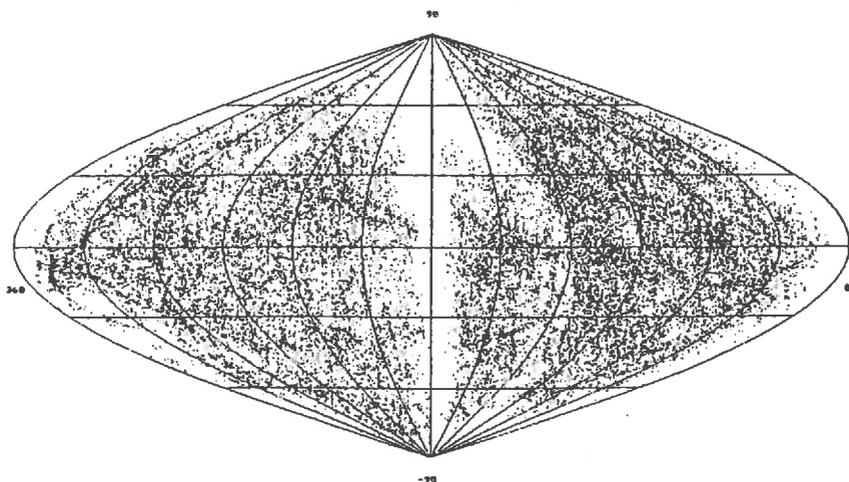


Figure 4 : Projection de Flamsteed en coordonnées supergalactiques

fait de cellules vides sur les parois desquelles seraient situées les galaxies. L'intersection de ces parois formeraient les filaments ; l'intersection des filaments formeraient les amas ou les super amas. L'Univers aurait la structure d'une éponge. Telle est la description actuelle que les astronomes donnent à **notre** Univers.

En rassemblant toutes les observations des grands catalogues construits par Zwicky, Vorontsov-Velyaminov, Nilson, Lauberts et Corwin, il est possible de voir directement ces grandes structures sur une projection de Flamsteed. Plusieurs astronomes indépendamment ont trouvé qu'il y avait un plan privilégié de formation des galaxies... Ce résultat est trop récent pour être développé. Gageons que la structure de l'Univers à encore quelque surprise à nous faire. Mais heureusement, « si la Nature est complexe, elle n'est pas malveillante ».

## UN ÉVÉNEMENT EXCEPTIONNEL : LA SUPERNOVA DU GRAND NUAGE DE MAGELLAN

(D. Sondaz)

Le début de l'année 1987 a vu un événement astronomique d'une grande importance : Ian Shelton et Oscar Duhalde, à l'Observatoire de Las Campanas au Chili, ainsi qu'Albert Jones, astronome amateur à Nelson en Nouvelle-Zélande, ont découvert une supernova dans le Grand Nuage de Magellan, au cours de la nuit du 23 au 24 février 1987. D'une magnitude apparente égale à environ 4,4, c'était la première supernova visible à l'œil nu depuis celle de Képler, en 1604, dans notre Galaxie. On l'a nommée 1987 A, pour indiquer que c'était la première à avoir été découverte en 1987.

Rappelons que le Grand Nuage de Magellan est une petite galaxie proche de la nôtre (elle est à 170 000 années de lumière). Comme le Petit Nuage de Magellan, autre petite galaxie proche, elle est bien visible, à l'œil nu, dans l'hémisphère Sud.

Une supernova est une étoile dont, brusquement, l'éclat croît énormément, puis décroît pendant les mois qui suivent. L'examen des courbes de lumière des supernovæ (courbes donnant la variation de l'éclat en fonction du temps) et celui de leur spectre montre que l'on peut classer les supernovæ en deux groupes : celles de type I (SN I) ont une magnitude absolue visuelle au maximum égale à  $-18,5$  et elles se rencontrent dans les galaxies elliptiques, irrégulières et spirales ; celles de type II (SN II) ont une magnitude absolue visuelle au maximum égale à  $-16,5$  et elles se rencontrent dans les galaxies spirales. Le spectre des SN II montre des raies de l'hydrogène tandis qu'elles sont absentes de celui des SN I. Il s'agit d'un phénomène relativement rare : Zwicky pensait qu'il y en avait une par galaxie, tous les quatre ou cinq siècles ; actuellement, on estime qu'il y en a une tous les vingt ou trente ans. Dans notre Galaxie, on sait qu'il y en eut en 1054 (notée par les Chinois), en 1572 (découverte par Tycho-Brahé) et en 1604 (observée par Képler). Une partie des supernovæ de notre Galaxie doit nous être cachée par les poussières interstellaires. La première supernova à avoir attiré l'attention des astronomes, à l'époque moderne, est celle qui a explosé dans la galaxie d'Andromède, en 1885. C'est Baade et Zwicky qui commencèrent à les rechercher systématiquement, à partir de 1926. On en connaît actuellement environ cinq cents.

Essayons de voir comment on peut expliquer les supernovæ. Une étoile se forme lorsqu'un nuage d'hydrogène se contracte sous l'effet de la force de gravitation. Cette contraction a pour conséquence une augmentation de la température au centre du nuage, ce qui permet aux réactions de fusion de l'hydrogène en hélium d'avoir lieu (à partir de 5 millions de degrés). Dans une étoile stable, la force de gravitation qui tend à faire s'effondrer l'étoile sur elle-même est équilibrée par les forces de pression dues, en particulier, à l'agitation thermique des électrons. Au bout d'un certain temps, on a, au centre de l'étoile, un cœur d'hélium. Les réactions de fusion de l'hydrogène en hélium continuent d'avoir lieu dans les couches extérieures au cœur d'hélium, tandis que celui-ci se contracte sous l'effet de la force de gravitation, ce qui augmente sa température jusqu'à plus de cent millions de degrés. Alors peuvent commencer les réactions de fusion de l'hélium en carbone. Les étoiles de faible masse (moins de trois masses solaires) finissent calmement leur vie en se refroidissant sous forme de naines blanches après avoir perdu de la matière lors du stade de géante rouge. Chandrasekhar a montré qu'il ne saurait exister de naine blanche stable ayant une masse supérieure à environ 1,4 masse solaire. L'évolution des étoiles plus massives (qui est d'ailleurs beaucoup plus rapide que celle des précédentes) se poursuit : il se forme un cœur de carbone, puis d'oxygène, entouré d'une couche d'hélium, elle-même entourée

d'une couche d'hydrogène donnant ainsi à l'étoile une structure en pelure d'oignon. Envisageons le cas où l'étoile a une masse comprise entre 5 et 8 masses solaires. L'intensité de la contraction du cœur est telle que la matière de celui-ci devient dégénérée. La physique montre alors que l'augmentation de la température (due à la réaction de fusion du carbone) n'entraîne plus un accroissement de la pression. La contraction se poursuit et les réactions nucléaires s'accroissent : c'est l'explosion, la température dépasse le milliard de degrés, des éléments lourds sont synthétisés en quelques secondes et l'onde de choc détruit complètement l'étoile. C'est une explication possible pour les SN I ; elle a l'inconvénient de ne rien laisser subsister comme étoile résiduelle. On peut aussi tenter d'expliquer les SN I de la manière suivante. Après avoir perdu de la matière durant le stade de géante rouge, notre étoile devient une naine blanche d'une masse légèrement supérieure à la limite de Chandrasekhar : c'est possible parce que, l'étoile étant encore très chaude, la pression due à l'agitation thermique des noyaux n'est pas négligeable et s'ajoute à celle due aux électrons pour équilibrer la force de gravitation. Lorsque l'étoile se refroidit, la pression des noyaux décroît et celle des électrons ne peut plus s'opposer à la gravité qui fait s'écrouler brutalement l'étoile sur elle-même, laissant comme résidu une étoile à neutrons et transformant l'énergie gravitationnelle libérée par cet effondrement en rayonnement. Les étoiles à neutrons sont des étoiles de très petite taille (quelques kilomètres de rayon), formées de matière dégénérée hyperdense ( $10^{14}$  à  $10^{16}$  g/cm<sup>3</sup>). Prévues théoriquement dès 1933 par Baade et Zwicky, elles ne furent découvertes par l'observation qu'en 1967, par leur rayonnement radio reçu sous forme d'impulsions très brèves se succédant périodiquement, avec une très grande régularité (c'est ce que l'on appelle un pulsar).

Supposons maintenant que l'étoile dont nous suivons l'évolution ait une masse supérieure à 10 masses solaires. Des processus analogues à ceux décrits plus haut continuent à se dérouler : contraction du cœur sous l'effet de la gravité, d'où l'élévation de la température et fusion du cœur en éléments plus lourds. La structure en pelure d'oignon se complète : de l'extérieur vers l'intérieur, nous trouvons successivement des couches d'hydrogène, hélium, carbone, azote, oxygène, silicium et, enfin, un cœur de fer. La nucléosynthèse ne va pas au-delà car le fer est l'élément le plus stable de la nature. Il ne peut donc plus se dérouler de réactions nucléaires dans le cœur. Par conséquent, celui-ci s'effondre sous l'effet de la force de gravitation et l'on a une supernova de type II. Pour expliquer de façon plus détaillée l'explosion d'une SN II, divers scénarios ont été imaginés. L'effondrement du cœur s'effectue extrêmement rapidement. Vers les années 1960, S.A. Colgate et M.L. Johnson ont pensé que, lorsque la densité atteint presque celle de la matière nucléaire (de l'ordre de  $10^{14}$  g/cm<sup>3</sup>), l'effondrement s'arrête brusquement et les diverses couches de l'étoile qui tombent en chute libre sur le centre rebondissent sur celui-ci, ce qui engendre une onde de choc éjectant l'enveloppe de l'étoile. En 1966, S.A. Colgate et R.H. White ont élaboré un autre modèle faisant intervenir les neutrinos. Rappelons qu'un neutrino est une particule de masse très petite ou, peut-être, nulle comme celle du photon ; il ne porte pas de charge électrique et interagit très peu avec la matière, ce qui lui permet, par exemple, de pouvoir traverser la Terre de part en part sans perturbation. Pour Colgate et White, les neutrinos – très abondants dans les supernovæ – transporterait l'énergie gravitationnelle libérée par le cœur en effondrement aux couches externes provoquant leur expulsion. Ce scénario n'est pas satisfaisant, comme d'ailleurs le premier : en effet, lorsque la densité augmente et atteint environ  $5 \times 10^{11}$  g/cm<sup>3</sup>, les neutrinos sont piégés par la matière et ne peuvent plus communiquer leur énergie aux couches externes. Le modèle d'explosion des SN II, actuellement en faveur chez les spécialistes, est intermédiaire entre les deux précédents : il utilise les ondes de choc du modèle à rebond tout en tenant compte des neutrinos. Quoiqu'il en soit, l'effondrement est excessivement

rapide, la température lors de l'explosion extrêmement élevée (de 10 à 100 milliards de degrés au centre) et, au cours du cataclysme, des éléments plus lourds que le fer se forment (par un processus de capture de neutrons dit « processus r »).

Que reste-t-il à la place de la SN II ? Une petite étoile hyperdense (étoile à neutrons) dont la masse doit être de l'ordre du dixième de celle de l'étoile-mère et toute la matière éjectée qui forme une nébuleuse en expansion rapide qui rayonnera intensément pendant plusieurs siècles, voire plusieurs milliers d'années. Telle est la célèbre nébuleuse du Crabe, résidu de la supernova de 1054. La Dentelle du Cygne est aussi un reste de supernova. Si le noyau qui s'effondre a une masse supérieure à une limite dite d'Oppenheimer-Volkoff (2,5 masses solaires), il ne deviendra pas une étoile à neutrons mais un trou noir.

Les supernovæ ont une grande importance dans la vie de l'Univers, pour diverses raisons. Elles envoient, dans le milieu interstellaire, des éléments lourds, elles sont la principale source de rayonnement cosmique (particules – protons, électrons, etc. – animées d'une vitesse proche de celle de la lumière) et, enfin, leurs ondes de choc provoquent des compressions dans les nuages de matière interstellaire, dans lesquelles elles se propagent, favorisant ainsi la formation de nouvelles étoiles.

La supernova 1987 A est une SN II : son spectre présente des raies de l'hydrogène. Une étoile supergéante bleue, répertoriée sous le nom de Sanduleak – 69°, 202, se trouvait à moins d'une seconde d'arc de la supernova. Lorsque celle-ci aura diminué d'éclat, on pourra savoir si c'est vraiment cette étoile qui a explosé.

Cette supernova pose des problèmes : sa magnitude absolue visuelle au moment de l'explosion a été égale à  $-14,3$  au lieu de  $-16,5$  comme les autres SN II. De plus, sa courbe de lumière a montré un phénomène jamais observé : après un léger déclin après le maximum, l'éclat a augmenté et a dépassé le premier maximum !

On peut mesurer avec précision la vitesse de la matière éjectée par 1987 A, grâce aux raies de l'hydrogène présentes dans le spectre : chaque raie d'émission est accompagnée, du côté des courtes longueurs d'onde, par la même raie en absorption (raie due à l'enveloppe de matière éjectée en expansion). La mesure du décalage entre ces deux raies fournit, grâce à l'effet Doppler, la vitesse d'expansion de l'enveloppe. On a ainsi trouvé 18 000 km/s le 25 février, 10 000 km/s le 10 mars.

1987 A va pouvoir nous fournir des renseignements sur le milieu interstellaire ou intergalactique proche : si de la matière se trouve sur la ligne de visée, elle provoquera des raies d'absorption dans le spectre de 1987 A. Le décalage de ces raies nous donnera, par effet Doppler, la vitesse de cette matière et la grandeur de ces raies nous renseignera sur sa densité. Cela permettra de déceler un éventuel halo gazeux autour de notre Galaxie ou autour du Grand Nuage de Magellan et de détecter un hypothétique milieu intergalactique.

Trois groupes de scientifiques, un italo-soviétique, un américain et un japonais, ont détecté des neutrinos émis lors de l'explosion de 1987 A. On peut déjà en tirer quelques conclusions. Si le neutrino a une masse, il se propage à une vitesse inférieure à celle de la lumière et cette vitesse est d'autant plus petite que l'énergie du neutrino est plus faible. Les temps d'arrivée des neutrinos montrent que, s'ils ont une masse nulle, elle est au moins 43 000 fois inférieure à celle de l'électron. Ces détections prouvent aussi que la durée de vie du neutrino est au moins égale à  $10^5$  ans.

Le lecteur intéressé pourra trouver d'amples développements sur ces sujets dans les ouvrages ou articles suivants :

– *Astronomie*, Flammarion, pp. 827-833.

- J Audouze et S. Vauclair, *Astrophysique nucléaire*, chap. III et VI, Collection « Que sais-je », n° 1473, Ed. P.U.F.
- M. Dennefeld et R. Ferlet, *La supernova du GNM*, L'Astronomie, juin 1987.
- *Encyclopédie du Bureau des Longitudes, Les étoiles, Le système solaire*, pp. 246-247 et 283-284, Ed. Gauthier-Villars.
- R. Ferlet, *La supernova du Grand Nuage de Magellan*, L'Astronomie, avril 1987.
- *Histoire de l'Univers*, sous la direction d'A. Hayli, pp. 83-98, Ed. Hachette.
- M. Petit, *Les étoiles variables*, pp. 116-130, Ed. Masson.
- E. Surraud, *L'explosion des étoiles*, La Recherche, n° 186.
- L. Vigroux, *Les nuages de Magellan*, La Recherche, n° 99.

# CAMP D'ÉTÉ DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE LYON

(Claude Ferrand)

Comme chaque année, la Société Astronomique de Lyon a organisé un camp d'initiation. Des amateurs débutants, initiés et confirmés se sont donc réunis du mardi 18 au mercredi 26 août 1987, au lieu-dit Le Brûlé, près de Grandris (dans la vallée de l'Azergues, à environ 70 km de Lyon).

Le Brûlé, un lieu hors du temps... Nous y vivons une tranquillité inespérée dans deux bâtiments isolés en pleine campagne. A l'intérieur, plusieurs dortoirs et chambres individuelles, une cuisine, un réfectoire et une vaste pièce servant à entreposer les instruments et de salle de conférences. A l'extérieur, les prés et les bois offrent une grande détente lors des promenades et une vaste collection de fleurs, baies et champignons.

Les vingt personnes constituant notre groupe, cette année, établissaient un bon équilibre entre débutants, initiés et amateurs confirmés, ainsi qu'une plage d'âges étendue (14 à 70 ans). Malgré celle-ci (ou grâce à elle), l'ambiance se fait amicale et chaleureuse dès les connaissances faites. Les échanges furent excellents dans les deux sens. Du connaisseur expliquant le ciel au débutant posant à son professeur les questions simples et essentielles de l'Astronomie.

Les activités furent multiples. Dès le petit déjeuner et la toilette matinale terminés, chacun optait pour une des diverses occupations qui s'offraient à lui. Tandis que deux micro-ordinateurs calculaient avec précision la position de tous les astres à observer et montraient les cartes du ciel avec tous leurs objets à découvrir pour la nuit suivante, certains s'essayaient à dessiner les taches du soleil afin de suivre l'évolution de celles-ci de jour en jour et de comparer la résolution obtenue par chaque observateur. Un miroir de 150 mm était poli dans un coin de la salle de réunion, puis focaulté dans une pièce isolée à l'abri des perturbations diverses. Des discussions débutaient de part et d'autres sur divers sujets astronomiques, aussi bien techniques que philosophiques.

La curiosité de tous a pu être contentée par des conférences aux thèmes diversifiés. Cela débuta par une présentation du système solaire par Monsieur Prud'Homme, illustrée par une projection de diapositives. Puis arrivèrent Messieurs Dubet et Garnier, respectivement électronicien et ingénieur C.N.R.S. à l'observatoire de Lyon. Monsieur Garnier débuta par quelques mots sur l'histoire de l'Astronomie, puis Monsieur Dubet prit le relais pour nous expliquer le fonctionnement d'une horloge sidérale ; il nous montra plusieurs montages et enchaîna sur le fonctionnement des microprocesseurs qui comportent de tels circuits électroniques. Au fil des jours, d'autres exposés se succédèrent : physique de la lumière, photométrie et amplificateurs photométriques, spectroscopie. Grâce à l'imposant matériel aimablement amené par les conférenciers, nous pûmes assister et même participer à de nombreuses expériences : observation des raies d'émission de divers gaz, des raies d'absorption du soleil, construction d'un spectrographe, déviation de la lumière à l'aide de prismes et de rayons laser.

Tout le monde fut surpris par le nombre d'instruments disponibles la nuit venue, car nous en avons compté dix-sept pour vingt observateurs. Cela allait des lunettes de 50, 63, 80 aux télescopes de 115, 150, 200 et trois instruments de 260 mm de diamètre. chacun fit partager à l'autre son plaisir d'observer les étoiles doubles, les planètes, les amas, le ciel profond, etc. Rien ne fut oublié, ni personnes car les débutants furent bien conseillés quant à l'utilisation et la manipulation de leurs instruments dont ils purent tirer le meilleur.

La météo fut assez clémente. La fraîcheur de la nuit fut très douce, l'humidité pratiquement inexistante et seulement deux nuits de temps pluvieux. En résumé, un camp très réussi, dans une ambiance joyeuse, dont chacun s'en est tiré très enrichi. A l'année prochaine pour un nouveau camp aussi réussi.

## NOTICE NÉCROLOGIQUE

de Marie-Thérèse Martel, née Chossat, décédée le 30 décembre 1987

par P. Gravina, astronome à l'Observatoire de Lyon

Née le 29 août 1925, en Ardèche, elle entreprit ses études secondaires à Lyon. Après son baccalauréat, elle entre à la Faculté catholique de Lyon où elle prépare une licence en parallèle à la Faculté des Sciences de Lyon où elle suit les cours d'Astronomie professés par Monsieur Jean Dufay.

Elle passe avec succès tous ses certificats.

Entrée à l'Observatoire de Lyon sous la direction de Jean Dufay, le 1<sup>er</sup> octobre 1948, comme attachée de recherche, elle prépare sa thèse sur la polarisation de la lumière émise par les nébuleuses diffusantes. Elle soutient sa thèse le 4 mai 1957, puis est nommée chargée de recherche le 1<sup>er</sup> octobre 1958. Le 1<sup>er</sup> octobre 1960, elle est nommée maître de recherche.

Durant toute sa carrière passée à l'Observatoire, elle se consacre à l'étude de la polarisation de lumière émise par des objets particuliers : nébuleuses, matière interstellaire, comètes, novæ, novoides, nébuleuses planétaires.

Elle participe à de nombreux colloques.

Sous sa direction, elle fit construire, au début de sa carrière, un polarigraphe, puis, plus tard, deux polarimètres, le deuxième entièrement construit par les techniciens de l'Observatoire de Lyon.

M.T. Martel fut une des premières en France à observer des objets faibles dans des conditions parfois difficiles et à obtenir des résultats sur lesquels de nombreux astronomes français ou étrangers se sont appuyés.

Malgré sa maladie survenue en janvier 1974, elle continua son activité, avec des périodes pénibles, mais son courage et sa volonté l'emportaient. Elle encourageait ses collègues de travail toujours avec le sourire, se sentant elle-même diminuée de jour en jour. Elle quitta l'Observatoire le 1<sup>er</sup> octobre 1985 mais revint de temps en temps revoir ses anciens collègues.

Pour le cinquantenaire de l'Observatoire de Haute-Provence, elle fit un exposé sur la carrière de Jean Dufay.

Quelques mois plus tard, elle rentra en clinique pour y subir un traitement. Elle décéda le 30 décembre 1987.

Ses collègues et amis qui la connaissaient bien garderont un souvenir inoubliable de sa gentillesse et de son dévouement.

## MADAME MARTEL ET LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE LYON

*par P. Sogno, vice-président de la Société Astronomique de Lyon*

Pendant presque toute sa carrière à l'Observatoire, Madame Martel s'est dévouée pour la Société Astronomique de Lyon. Elle est entrée très tôt au conseil d'administration, au début de l'année 1949, et ne s'en est retirée que lors de son départ à la retraite, en octobre 1985. Elle fut aussi vice-présidente de notre société pendant plus de dix ans.

Elle a fait de nombreuses conférences et elle était toujours prête à remplacer, au pied levé, un conférencier empêché en dernière minute. Elle a toujours défendu la Société et les amateurs au cours des débats du conseil d'administration et des réunions d'observatoire.

Pour toutes ces raisons et aussi pour la gentillesse dont elle faisait preuve au cours des débats et des conversations, Madame Martel a droit à la reconnaissance de notre Société. Si elle a étendu ses activités en dehors des habituelles conférences, elle le doit en grande partie à Madame Martel.

Malgré sa maladie, depuis dix ans, elle n'a pas quitté la Société Astronomique de Lyon à laquelle elle était très attachée.

Merci chère Madame Martel pour tout ce que vous avez fait pour la Société Astronomique de Lyon. Vos amis du conseil d'administration ne vous oublieront pas et aurons souvent pour vous une pensée émue.

## NOTES DE LECTURE

*par Monsieur D. Sondaz*

### Les Quasars

Suzy Collin et Grazyna Stasinska, Collection Science et Découverte, Édition Le Rocher Prix (en 1987) : 35 F

Il n'est pas fréquent de voir paraître un ouvrage de vulgarisation accessible à tous, traitant d'une question très spécialisée d'Astronomie qui fait actuellement l'objet de recherches intensives. Si, de plus, cette question est l'une des plus passionnantes de toute l'Astronomie et si l'ouvrage est très bon marché, l'événement mérite d'être salué. Ces qualités sont celles du petit livre de S. Collin et G. Stasinska.

Le chapitre 1 relate l'histoire de la découverte des premiers quasars et des problèmes qu'ont posé, au début, leurs spectres dont on ne savait pas identifier les raies jusqu'à ce que l'on pense qu'il s'agissait de raies connues mais très décalées vers le rouge. On donne un aperçu de ce qu'ont été les tentatives d'explication de ce décalage autres que la loi de Hubble, pour en arriver à la conclusion que seule la loi de Hubble peut l'expliquer. Ce chapitre contient encore des renseignements sur la distance des quasars (tous sont très éloignés, les plus lointains à plus de dix milliards d'années de lumière), sur leur petite taille (par exemple quelques mois-lumière) au regard de la formidable puissance qu'ils rayonnent (3C273 rayonne dans le visible une puissance mille fois supérieure à celle de notre Galaxie) et sur les divers moyens employés pour les détecter (on connaît actuellement plusieurs milliers de quasars).

Le chapitre 2 commence par l'étude du rayonnement thermique : c'est celui qui nous est le plus familier (lampes à incandescence, étoiles, etc.) mais ce n'est pas celui des quasars, leur rayonnement est non thermique. On passe alors en revue le rayonnement synchrotron, les effet Compton et Compton inverse, le mécanisme synchro-Compton, le rayonnement gyromagnétique, etc. Toutes les explications données sont claires, détaillées et ne supposent pas de connaissances physiques ou mathématiques chez le lecteur.

Le chapitre 3 s'attache à construire un modèle de quasar capable de rendre compte de ce que l'on observe. Après avoir patiemment rappelé ce que sont l'énergie gravitationnelle et les trous noirs, les auteurs dressent le portrait robot plausible d'un quasar : très brièvement, c'est un trou noir entouré d'un disque de matière en accréation et situé au sein d'une galaxie.

Le chapitre 4 examine les « frères et faux-frères des quasars ». Les galaxies de Seyfert dont la découverte en 1943 n'avait pas fait beaucoup de bruit, ont fortement intéressé les astronomes par la suite, en particulier parce que celles de type 1 ont des propriétés très voisines de celles des quasars. Les radiogalaxies, découvertes en 1954, ont des propriétés radio identiques à celles des quasars qui rayonnent en radio. Enfin, les lacertides, découvertes dans les années 70, posent encore bien des problèmes.

Le chapitre 5 montre ce que les quasars, du fait que ce sont les astres les plus éloignés que l'on connaisse, peuvent apporter à la cosmologie. Ce chapitre se termine sur le phénomène des lentilles gravitationnelles : lorsqu'un astre très massif se trouve sur le trajet des rayons lumineux nous parvenant d'un astre très lointain, ceux-ci sont déviés par l'objet massif, conformément à la Relativité générale, et l'on peut voir deux images de l'objet lointain. Prévu dès les années 20, ce phénomène a été observé pour la première fois en 1979, l'astre lointain étant un quasar.

La collection "Science et Découverte" comprend encore deux autres ouvrages consacrés à des sujets astronomiques. Nous aurons peut-être l'occasion d'en parler dans un prochain bulletin.

## Les Galaxies

Timothy Ferris, Édition Magazine.

Ce livre mérite d'être signalé car il est actuellement (fin 1987) soldé dans diverses librairies à 70 F, soit moins de la moitié de son prix d'origine.

L'intérêt de cet ouvrage réside essentiellement dans ses belles photographies en noir et blanc et en couleurs : il y en a cent quarante-trois dont la plupart représentent des galaxies ou des nébuleuses de notre Galaxie.

Le texte constitue une honnête vulgarisation sur les galaxies. Malheureusement, il a été traduit par quelqu'un qui ignorait le vocabulaire technique astronomique. La plus grave erreur de traduction, parce que répétée assez souvent, est celle qui a consisté à traduire le terme anglais désignant les amas de galaxies par « amas galactiques ». En français, le terme « amas galactique » désigne, comme le sait quiconque s'intéresse à l'Astronomie, quelque chose n'ayant absolument rien à voir avec un amas de galaxies. Parmi les autres erreurs, citons « Univers isotropique » pour « Univers isotrope », « galaxie violente » pour « galaxie active », « pression irradiante » pour « pression de radiation », « rémanents de supernova » pour « restes de supernova ».



**Société Astronomique de Lyon**

69230 — *Saint-Genis Laval*

**S O M M A I R E**

- 1 Recherche appliquée – Horloge numérique sidérale  
*par Monsieur D. Dubet*
- 2 La structure de l'Univers à grande échelle  
*par G. Paturel, Observatoire de Lyon*
- 7 Un événement exceptionnel : la supernova du grand nuage de Magellan  
*par D. Sondaz*
- 11 Camp d'été de la S.A.L.  
*par C. Ferrand*
- 13 Notice nécrologique de M.T. Martel  
*par P. Gravina*
- 14 Madame Martel et la S.A.L.  
*par P. Sogno*
- 15 Notes de lecture  
*par D. Sondaz*

*PRIX : 10 F*