

HISTOIRE

Les galaxies, histoire des découvertes

Pierre Causeret, Esbarres

Voici un court résumé des étapes importantes dans l'évolution des idées sur les galaxies au cours des siècles.

La Voie lactée dans l'Antiquité grecque

Pour Aristote, il s'agissait d'un phénomène atmosphérique, plus proche que la Lune, pour Démocrite, c'était une multitude d'étoiles... On peut noter que les termes de Voie lactée et de galaxie ont la même origine, gala, galaktos signifiant lait en grec.

Deux légendes de la Voie lactée

En Grèce, la légende dit que Zeus avait déposé Hercule sur le sein d'Héra, endormie, pour le rendre immortel. Mais celle-ci, se réveillant, arrache Hercule de son sein et une traînée de lait se répand dans le ciel, formant la Voie lactée.

En Chine, la légende du Bouvier et de la Tisserande met en scène Véga, Altaïr et la Voie lactée. Elle est répandue dans de nombreux pays asiatiques et il en existe différentes versions. Altaïr est un bouvier, tombé amoureux de Véga, la fée tisserande. Ils vivent heureux ensemble jusqu'à ce que la déesse du ciel découvre qu'un mortel a épousé une fée. Elle décide alors de les séparer par un grand fleuve, la Voie lactée, qu'elle trace dans le ciel. Heureusement, chaque année, la 7^e nuit du 7^e mois lunaire, des pies forment un pont au-dessus de la Voie lactée permettant aux deux amoureux de se retrouver.

Époque arabe

Dans son superbe catalogue d'étoiles, al-Sufi représente la galaxie d'Andromède sur son Traité des étoiles fixes, recopié une multitude de fois pendant plusieurs siècles. Il observe aussi les nuages de Magellan. Aux alentours de l'an 1000, al-Biruni imagine que la Voie lactée est constituée d'étoiles nébuleuses. À la même époque, al-Haytham (Alhazen) montre qu'elle n'a pas de parallaxe et conclut qu'elle est donc très éloignée, hors de l'atmosphère, réfutant ainsi la théorie d'Aristote.

Europe puis USA

1610. Galilée publie le Sidereus Nuncius faisant part de ses premières observations à la lunette.

« Nous avons observé la substance, ou matière, de la Voie lactée elle-même à la lunette. Grâce à elle, les observations réalisées feront taire toutes les querelles qui ont torturé les philosophes pendant tant de siècles, et nous nous sommes libérés des discussions verbeuses. Car la Galaxie n'est rien d'autre qu'un groupement innombrable d'étoiles réunies en amas »¹. Il parle ensuite d'autres « luminosités laiteuses » apparaissant à la lunette comme des groupements d'étoiles serrées avec en exemple Praeseppe (dans le Cancer) et la nébuleuse d'Orion qu'il croit avoir résolue en étoiles, il ne cite pas de galaxie.

1750. Thomas Wright explique la Voie lactée comme « un effet d'optique dû à notre immersion dans ce qui ressemble localement à une couche peu épaisse d'étoiles ».

Quelques années plus tard, Emmanuel Kant imagine que certains des objets nébuleux visibles dans le ciel sont d'autres « univers-îles » semblables à notre Voie lactée : « (...) tout concorde pour que nous considérions ces figures elliptiques comme de tels ordres de mondes et, pour ainsi dire comme des Voies Lactées »².

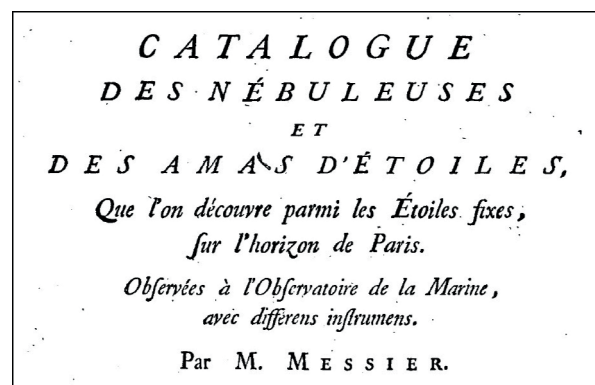


Fig. 1a. Extrait du premier catalogue de Charles Messier publié en 1771 dans l'Histoire de l'Académie royale des sciences. Il ne comptait que 45 objets.

¹ Galilée, observations astronomiques, traduction et commentaires du Sidereus Nuncius (CRAL-CLEA-SAL)

² Emmanuel Kant, Histoire générale de la nature et théorie du ciel, cité sur <https://media4.obspm.fr>

1771. Premier catalogue de Charles Messier contenant 45 objets. Il sera ensuite complété pour arriver à 110 objets. On sait maintenant que 40 d'entre eux sont des galaxies. Les plus lumineuses sont M31 (dans Andromède), M33 (Triangle) et M81 (Grande Ourse).

Charles Messier, grand découvreur de comètes, voulait éviter de confondre une nouvelle comète avec un objet nébuleux déjà connu.

ANNÉE & JOURS.	ASCENSION droite.	DÉCLINAISON.	DIAM.	INDICATION DES NÉBULEUSES & des amas d'étoiles.
	D. M. S.	D. M. S.		
3	7. 26. 32	39. 9. 32. B.	o. 40	la belle nébuleuse de la ceinture d'Andromède.
3	7. 27. 32	38. 45. 34. B.	o. 2	petite nébuleuse sans étoile, qui est au-dessus & peu éloignée de celle de la ceinture d'Andromède.
25	20. 9. 17	29. 32. 25. B.	o. 15	nébuleuse sans étoile, entre la tête du Poisson boréal & le grand Triangle, à peu de distance d'une étoile nouvelle de 6. ^e grandeur & de l'étoile β du Triangle, suivant Flamsteed.

Fig. 1b. Les objets du catalogue de Messier sont classés par ordre chronologique d'observation. Les 31^e, 32^e et 33^e ont été observés les 3 et 25 août 1764. Ce sont les seules galaxies de ce premier catalogue. On les nomme maintenant Messier 31, Messier 32 et Messier 33 (ou M31, M32 et M33). On peut remarquer que les ascensions droites sont données en degrés. (crédit BnF)

1785. William Herschel avec sa sœur Caroline, sonde plusieurs centaines de zones de la Voie lactée. En supposant que les étoiles ont toutes la même luminosité, il déduit leur distance de leur éclat apparent. La Voie lactée apparaît à Herschel comme une meule en grès centrée sur le Soleil (figure 2).

Ils recensent aussi près de 2 500 nébuleuses et amas stellaires. Il faut préciser qu'à cette époque, le terme de nébuleuse recouvrait aussi bien ce qu'on appelle aujourd'hui galaxie que les actuelles nébuleuses.

Le General catalogue of nebulae and clusters of stars, publié par son fils John en 1864, regroupe plus de 5 000 objets observés par le père, la sœur et le fils. Il est complété en 1888 par John Deyer qui publie le New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars (en abrégé NGC) avec 7 840 objets du ciel profond classés par ascension droite croissante. Ce catalogue est toujours utilisé aujourd'hui. M31 est aussi NGC 224.

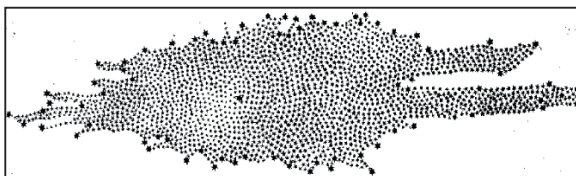


Fig. 2. La Voie lactée vue par William et Caroline Herschel. Selon les cas, cette image est légendée « Représentation de la Voie Lactée selon Caroline Herschel » ou « Notre Galaxie vue par William Herschel ».

1845. William Parsons, comte de Rosse, observe le ciel depuis l'Irlande avec son Léviathan, télescope

de 183 cm de diamètre. Il découvre la structure spirale de la « nébuleuse » M51 (dans les Chiens de Chasse) puis de M99 (Chevelure de Bérénice).

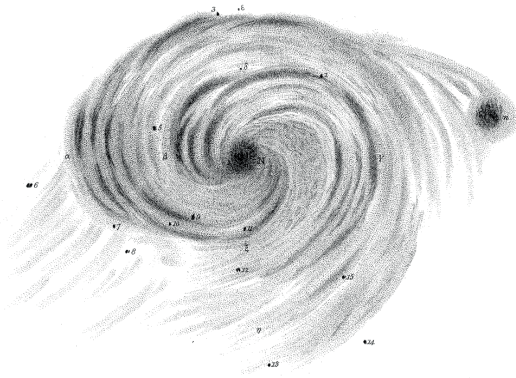


Fig. 3. La « nébuleuse » spirale M51 dans les Chiens de Chasse dessinée par William Parsons.

1860. Gustav Kirchhoff établit ses trois lois avec Robert Bunsen. Il y présente trois types de spectres : spectre continu pour un objet chaud, spectre d'émission pour un gaz chaud et spectre continu avec raies d'absorption pour un objet chaud entouré d'un gaz froid.

1864. William Huggins fait le spectre d'une nébuleuse planétaire et obtient un spectre de raies d'émission. Il s'agit donc de gaz excité. La même année, il obtient un spectre continu avec la « nébuleuse » d'Andromède.

Il y a donc plusieurs types de « nébuleuses » de natures différentes.

1904. Kapteyn s'aperçoit que les mouvements propres des étoiles ne sont pas aléatoires. Oort comprendra plus tard que ces mouvements sont liés à la rotation de la Galaxie qu'il met en évidence en 1927.

1908. Henrietta Leavitt découvre la relation entre la période de variation des Céphéides (type d'étoile variable) et leur luminosité intrinsèque. C'est cette relation qui permettra à Edwin Hubble de mesurer des distances de galaxies : la période donne la luminosité absolue qu'il suffit de comparer à la luminosité observée pour en déduire la distance.

1912. Vesto Slipher obtient des spectres de nébuleuses spirales se présentant comme un spectre continu entrecoupé de raies d'absorption, identique donc aux spectres stellaires. Problème, ces raies d'absorption étaient souvent décalées, parfois vers le bleu comme M31 (qui s'approche de nous), souvent vers le rouge (pour les nébuleuses spirales qui s'éloignent de nous), impliquant des vitesses très

élevées comparées aux vitesses des étoiles (par effet Doppler).

1917. Grâce au télescope de 2,50 m du Mont Wilson, Edwin Hubble pense avoir résolu en étoiles la « nébuleuse » d'Andromède M31.

1917. Harlow Shapley, en étudiant la répartition de 69 amas globulaires et leur distance, montre qu'ils sont répartis dans un halo de forme sphérique dont le centre est dans la direction du Sagittaire, à environ 60 000 années-lumière. Il fait la supposition que c'est aussi le centre de la Galaxie et en déduit que le Système solaire est situé sur un bord de la Galaxie. La surestimation de la distance (on donne plutôt 26 000 années-lumière actuellement) est due au problème de l'absorption interstellaire, négligée par Shapley.

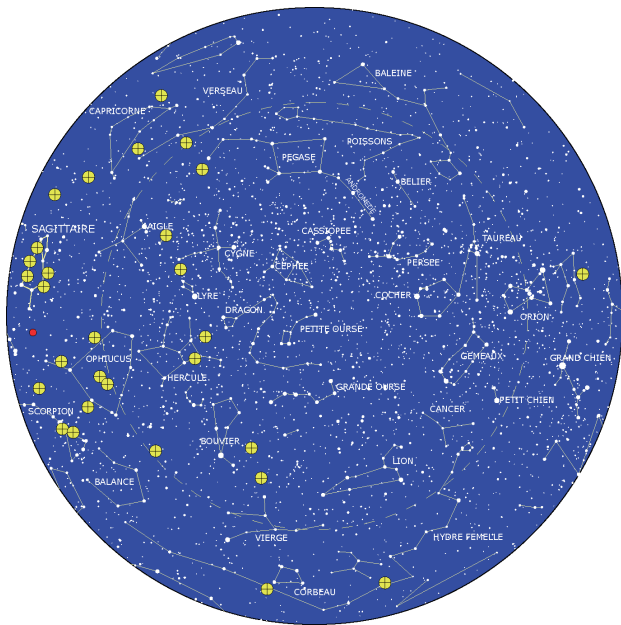


Fig. 4. Carte des amas globulaires du catalogue de Messier (ronds jaunes marqués d'une croix). On voit bien que leur distribution n'est pas aléatoire. Le point rouge indique le centre de la Galaxie.

1920. Le grand débat, à Washington. Au cours de nombreuses discussions, deux camps s'affrontent : Harlow Shapley défend l'idée d'une grande Galaxie incluant les nébuleuses spirales. Dans l'autre camp, Heber Curtis pense que les nébuleuses spirales sont d'autres galaxies, très éloignées. Parmi ses arguments, l'observation de plusieurs novae dans M31 (en fait des supernovae). Ce grand débat n'apporte pas de réponse définitive, faute d'argument décisif.

1924. Grâce à l'observation de Céphéides dans M31, la « nébuleuse » d'Andromède, Hubble parvient à estimer sa distance à 900 000 années-lumière, donc à l'extérieur de notre Galaxie.

Le grand débat est alors tranché. Les nébuleuses spirales sont d'autres galaxies, Kant avait raison. On réserve maintenant le terme de nébuleuses aux objets constitués de gaz et de poussières et on utilise le mot de galaxies pour les amas de milliards d'étoiles.



Fig. 5. La « nébuleuse » d'Andromède devient la galaxie d'Andromède. On voit aussi sur l'image M32 (au-dessus) et M110 (en dessous). Photo Adam Evans.

1930. Hubble, qui a mesuré de nombreuses vitesses radiales de galaxies énonce sa fameuse loi : la plupart des galaxies nous fuient avec une vitesse proportionnelle à leur distance.

1936. Edwin Hubble propose une classification des galaxies : spirales, spirales barrées, elliptiques, irrégulières (voir figure 1 page 13).

1952. W. Baade s'aperçoit qu'il existe deux types de Céphéides. La distance de M31 en est doublée.

1970. Vera Rubin et Kent Ford montrent que les étoiles tournent plus vite qu'elles ne devraient à grande distance du centre des galaxies : la courbe de rotation observée ne correspond pas à la courbe prévue par les lois de la gravitation avec la matière lumineuse observée. C'est ce qui amènera le concept de matière noire. On peut noter que Fritz Zwicky avait déjà suggéré l'existence d'une matière invisible dès les années 30 en étudiant les mouvements des galaxies dans les amas.

1976. Faber et Jackson découvrent une relation empirique entre la luminosité des galaxies elliptiques et la dispersion des vitesses de leurs étoiles, relation qui permet de déterminer la distance de ce type de galaxies.

1977. Tully et Fisher établissent une relation entre la luminosité d'une galaxie spirale et sa courbe de rotation. Ce sera un moyen d'obtenir la distance de certaines galaxies en obtenant la magnitude absolue à partir de la courbe de rotation et en comparant à la magnitude visuelle.

Nous arrêterons ici cette courte histoire des galaxies, la fin du xx^e siècle et le début du XXI^e sont trop riches en découvertes... ■