



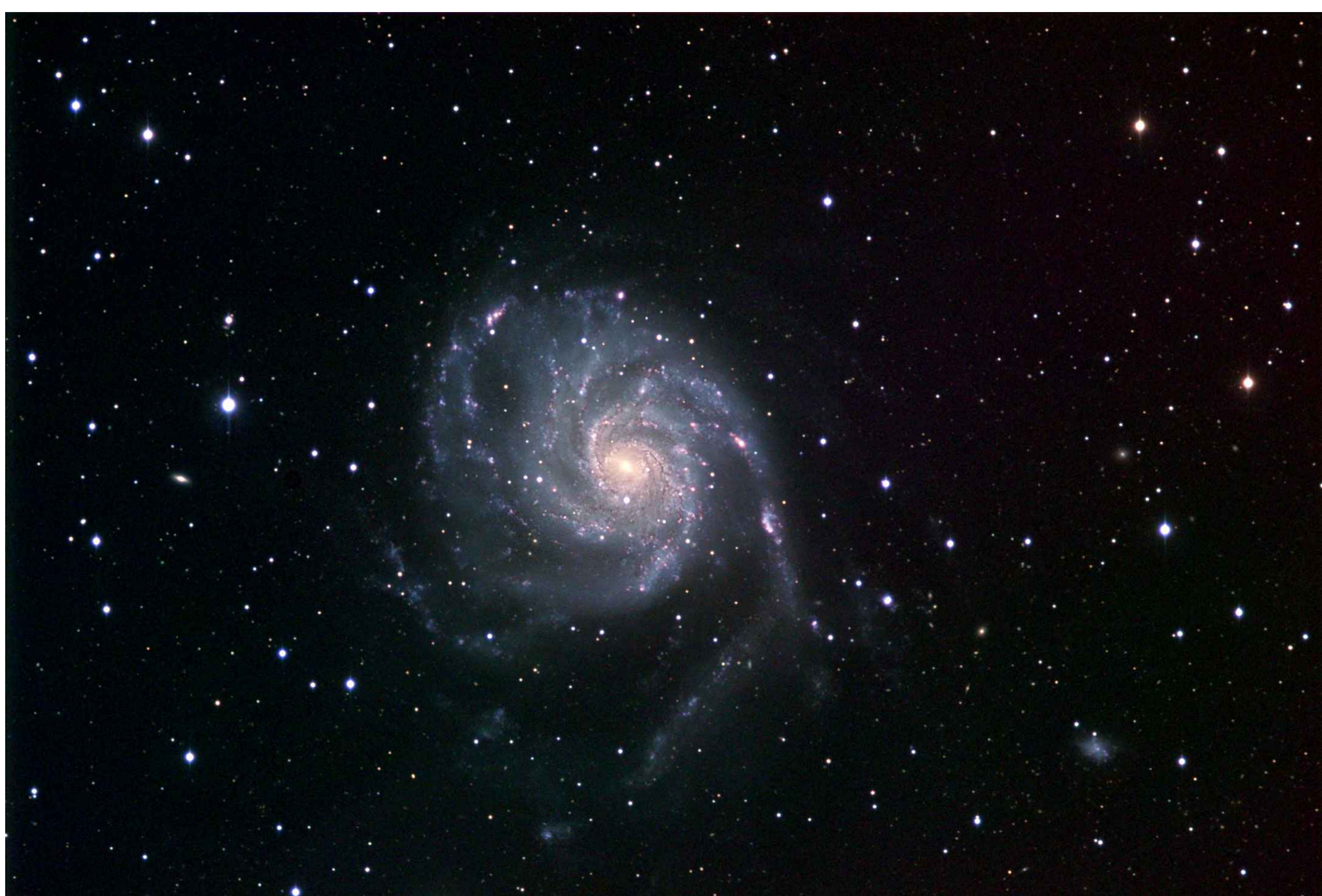
TRIO DE GALAXIES NGC 3628, M 65 & M 66 (Lion)



GALAXIES MESSIER 81 & MESSIER 82 (Grande Ourse)



GALAXIE MESSIER 33 (Triangle)



GALAXIE MESSIER 101 (Grande Ourse)

### COMMENT SE FORMENT LES GALAXIES ?

Selon la théorie du Big Bang, la matière et l'énergie composant l'Univers ont jailli dans une gigantesque expansion, il y a 13,7 milliards d'années. 380 000 ans après cet événement initial, suite à la baisse de la température du milieu, les atomes d'hydrogène et d'hélium se sont formés par recombinaison (les électrons se sont combinés aux premiers noyaux atomiques pour former les premiers atomes). Les étoiles ne s'étaient pas encore formées, il n'y avait pas de lumière. On appelait cette période *l'Age Sombre*.

Plus tard, les grandes structures de la matière commencèrent à se former à partir des fluctuations de densité et se condensèrent pour devenir les premières galaxies. Les télescopes étant des « machines à remonter le temps », les astronomes ont aujourd'hui observé un grand nombre de galaxies nées environ 700 millions d'années après le Big-Bang.

A une époque où l'Univers n'avait qu'un ou deux milliards d'années, des petites structures riches en étoiles chaudes contenant beaucoup de gaz existaient. Puis, lorsque l'Univers était deux fois plus jeune qu'aujourd'hui, les galaxies présentaient des formes irrégulières et n'étaient pas encore regroupées. Elles se rassemblèrent ensuite en amas pouvant contenir jusqu'à un millier de ces structures. Au sein de ces amas, la gravitation attira une majorité de galaxies spirales, de structures complexes et évoluées avec un bulbe central et des bras spiraux s'étendant à travers l'espace. Ces galaxies sont le résultat de fusions de galaxies isolées et plus petites. Ce modèle d'évolution – appelé *hiérarchique* – explique que dans l'Univers, sous l'effet de la gravité exercée par la matière, les petites structures fusionnent petit à petit pour en former de plus grosses et plus élaborées. Dans ce scénario, il serait logique de considérer que la morphologie des galaxies dépende de plusieurs paramètres comme la masse, la taille, l'âge, la rotation, l'influence des autres galaxies, les taux de collisions etc.

En utilisant le Sloan Digital Sky Survey (un programme de relevé des objets célestes utilisant un télescope optique dédié de 2,5 mètres de diamètre situé à l'observatoire d'Apache Point dans le Nouveau-Mexique, USA), les astronomes ont observé en détails plus de 200 000 galaxies. Ils ont trouvé trois types principaux : les galaxies sur la « séquence rouge », qui sont plutôt elliptiques, celles sur la « séquence bleue », plutôt spirales, qui ont du gaz et forment encore des étoiles, et la « vallée verte » entre les deux.

En outre, plusieurs équipes ont réussi à observer, en haute résolution, grâce à l'effet de lentille gravitationnelle, des galaxies telles qu'elles étaient deux milliards d'années seulement après le Big Bang. Ils ont remarqué un disque en train de se mettre en place autour d'un bulbe central, comme dans les galaxies spirales actuelles. Cela semble indiquer que le facteur principal de croissance est l'accrétion de gaz, car la fusion avec d'autres protogalaxies aurait détruit cette structure en forme de disque. Il semblerait donc que le modèle hiérarchique doive être amélioré.

Comment expliquer que l'on trouve quelques galaxies elliptiques, qui sont des structures très évoluées, dans la prime enfance de l'Univers ? Le modèle hiérarchique n'explique pas tout. Un autre phénomène survient en plus : le gaz très ténu qui se trouve entre les galaxies est attiré par gravité par les petites structures déjà formées qui se trouvent ainsi « dopées » par accrétion. Donc, en résumé, dès la petite enfance de l'Univers, les collisions, les interactions et l'attraction du gaz intergalactique forment des objets de plus en plus gros. La gravité joue un rôle primordial pour assurer la cohésion de l'ensemble mais pas seulement.

Dans les années 1970, l'astronome américaine Vera Rubin, entreprit d'étudier la rotation des galaxies spirales, à partir de leur spectre. Elle s'aperçut, en étudiant le cas de la galaxie d'Andromède, que les étoiles à la périphérie de la galaxie allaient beaucoup trop vite que ne le prévoyait les lois de Newton. Après avoir étudié 200 galaxies, elle constata le même phénomène, à savoir que la vitesse des étoiles périphériques était beaucoup trop grande compte tenu de toute la masse visible dans les régions centrales : ces étoiles devraient donc logiquement s'échapper des galaxies. Il fallait donc supposer l'existence d'une matière cachée qui les retient par sa force gravitationnelle, la fameuse *matière noire* dont la masse serait 5 à 10 fois plus importante que celle des galaxies et qui n'a pas encore été détectée directement.

Pour lever ce mystère, plusieurs explications ont été proposées. Une petite partie (3,6 %) pourrait être constituée de matière ordinaire invisible située au cœur même des galaxies comme du gaz froid sous forme de molécules d'hydrogène, qui ne brille pas et qui reste indétectable, sauf par ses effets gravitationnels. On pensait, avant, qu'elle pouvait se présenter sous forme d'étoiles mortes ou de naines brunes en grand nombre mais cette idée fut éliminée par les expériences de micro-lentilles MACHOS et EROS. Une autre hypothèse prévoit l'existence de particules massives exotiques, les *WIMPs*, qui seraient très difficiles à détecter car elles réagiraient très peu avec la matière ordinaire : elles se trouveraient dans le halo des galaxies ou encore le long des filaments de gaz dans le milieu intergalactique. Enfin, une troisième hypothèse prévoit que la matière noire n'existe pas et que la rotation des galaxies pourrait s'expliquer par une modification de la loi de Newton. C'est la théorie Mond qui repose sur le fait que, loin du centre galactique, l'attraction gravitationnelle est minuscule et donc l'accélération est extrêmement faible. Dans ce cas, si cette dernière est inférieure à un seuil critique, la force de gravité deviendrait inversement proportionnelle à la distance et non plus à son carré. Elle diminuerait donc moins rapidement avec l'éloignement.

Concernant la formation des premières étoiles, des indices concrets ont été trouvés en observant l'une des galaxies les plus éloignées connue à ce jour : un quasar (c'est à dire une galaxie contenant un trou noir super-massif en son centre et qui émet beaucoup d'énergie, par accrétion de matière sur le trou noir) nommé J1148+5251, situé à 12,8 milliards d'année-lumière de nous. Les astronomes ont montré qu'il y avait un nombre gigantesque d'étoiles en son cœur, ce qui n'est pas très conforme avec la théorie qui stipulait que les premières étoiles se seraient formées de manière dispersée dans tout le volume des jeunes galaxies.

A suivre...