Sur la densité de masse dans un amas stellaire

Autor(en): **Bouvier, Pierre**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **13 (1960)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-738496

Séance du 17 mars 1960

Pierre Bouvier. — *Sur la densité de masse dans un amas stellaire.*

Envisageons un amas d'étoiles réparties symétriquement autour d'un centre; c'est le cas des amas globulaires et aussi, d'une manière aproximative de plusieurs amas galactiques. A la distance r du centre, le potentiel $\varphi(r)$ est alors déterminé par la densité de masse $\rho(r)$ selon l'équation de Poisson

$$\frac{1}{r^2}\frac{d}{dr}\left(r^2\frac{dV}{dr}\right) = 4\pi G \rho \tag{1}$$

où G est la constante de gravitation et $V = \varphi(r) - \varphi(0)$.

En examinant l'ordre de grandeur de temps de relaxation particuliers [1] ou de l'échange d'énergie par rencontres entre étoiles de l'amas [2], on est amené à penser qu'une certaine relaxation est réalisée dans la région centrale d'un amas suffisamment dense; la situation peut alors être dépeinte schématiquement à l'aide d'un modèle constitué par une sphère de rayon R entourée d'une région extérieure. A l'intérieur de la sphère règne un équilibre statistique caractérisé par une vitesse quadratique moyenne constante $(\overline{v^2})^{1/2}$ alors qu'à l'extérieur où la relaxation n'est pas réalisée car l'échange énergétique y est négligeable, on ne trouve que des étoiles provenant de la région intérieure par évaporation.

Désignons par $\nu(r, m)\,dm$ la concentration, à la distance r du centre, des étoiles de masse comprises entre m et $m + dm$; l'équilibre de la région intérieure se traduit par le principe de Boltzmann [3]

$$\nu(r, m) = \nu(0, m)\ \text{exp.}\left\{-3V(r)/v_m^2\right\} \tag{2}$$

qui implique une distribution « isotherme » si $v_m^2 = \text{const.}$, où v_m^2 est le carré de la vitesse quadratique moyenne des étoiles de masse m.

Suivant le principe d'équipartition d'énergie, nous pouvons écrire

$$m v_m^2 = \overline{m}\, v^2 \tag{3}$$

où $\overline{m}$ est la masse moyenne arithmétique des étoiles de la région interne et v leur vitesse quadratique moyenne.

Considérons un petit intervalle fini Δm de masse; nous aurons

$$\int_{\Delta m} \nu(r, m)\, dm = \nu(r, m_0)\, \Delta m$$

où la valeur moyenne m_0 en Δm est sensiblement indépendante de r lorsque Δm est assez petit.

Intégrons les deux membres de (2) sur Δm, et tenant compte de (3) dérivons par rapport à r; nous trouvons:

$$\frac{dV}{dr} = -\frac{\overline{m}\,v^2}{3\,m_0\,G}\,\frac{d}{dr}\,ln\,\nu\,(r,\,m_0)$$

d'où, par intégration de (1) de 0 à r, la masse

$$M_r = \frac{r^2}{G}\,\frac{dV}{dr} = -\frac{\overline{m}\,v^2}{3\,m_0\,G}\,r^2\,\frac{d}{dr}\,ln\,\nu\,r,\,m_0) \qquad (4)$$

contenue dans la sphère de rayon r. Il s'agit de toute la masse responsable du potentiel V (r), aussi bien celle des étoiles observées que celle des objets invisibles (étoiles inobservées parce que trop faibles, gaz interstellaire).

(4) donne ainsi la répartition globale de masse au facteur constant $\overline{m}\,v^2/m_0$ près, à partir de la concentration ν $(r,\,m_0)$ d'étoiles de masse donnée m_0. La densité ρ (r) se tire immédiatement de là:

$$\rho\,(r) = \frac{1}{4\,\pi\,r^2}\,\frac{dM_r}{dr}$$

et pourra être comparée à la densité observée $\overline{m}_r\,.\,\nu\,(r)$ où m_r est la masse moyenne des étoiles se trouvant à distance r, grandeur d'ailleurs inconnue mais sur laquelle renseignera la répartition des luminosités. Quant à la concentration spatiale ν (r), elle est en principe observable dans la mesure où la région intérieure d'équilibre s'étend jusqu'à des distances du centre où la concentration relevée sur cliché tombe à une très faible fraction de sa valeur centrale.

Nous reprendrons prochainement ces considérations avec plus de détails et une application à l'amas galactique de Praesepe.

Observatoire de Genève.

1. Woolley, R. v. d. R. and D. A. Robertson, *M.N.R.A.S.*, *116*, 288 (1956).

2. v. Hoerner, S., *Ap. J.*, *125*, 451 (1957).

3. Rocard, Y., *Thermodynamique.* Masson, Paris, 1952, p. 288.