

des galaxies proches. En combinant les mesures de distance et de luminosité des céphéides observées par *HIPPARCOS*, Michael Feast et Robin Catchpole, de l'Observatoire de Cambridge, ont récemment amélioré la relation entre période et luminosité intrinsèque, avec une précision de cinq pour cent. Selon leurs calculs, l'échelle des distances de l'Univers devrait être augmentée de dix pour cent par rapport aux valeurs admises jusqu'à présent.

Ce résultat a été confirmé par une autre utilisation des mesures de parallaxe d'*HIPPARCOS*. Neill Reid, de l'Institut de technologie de Californie, en tire une conséquence rassurante : les amas globulaires, regroupements très anciens de plusieurs centaines de milliers d'étoiles, ne sont pas plus âgés que l'Univers lui-même. Les étoiles des amas globulaires sont surtout constituées d'hydrogène et d'hélium, les deux éléments primordiaux : elles se seraient formées avant que les éléments chimiques plus lourds ne soient synthétisés dans d'autres étoiles. Des étoiles de notre Galaxie, de composition semblable, seraient issues de tels amas. Les parallaxes mesurées par *HIPPARCOS* pour une trentaine d'entre elles indiquent que leur distance est plus grande de 10 à 15 pour cent que ce que l'on croyait. Ces étoiles, et toutes celles des amas globulaires, sont donc aussi plus lumineuses. Par conséquent, elles sont plus jeunes que ne le pensaient les astronomes : elles auraient moins de 13 milliards d'années.

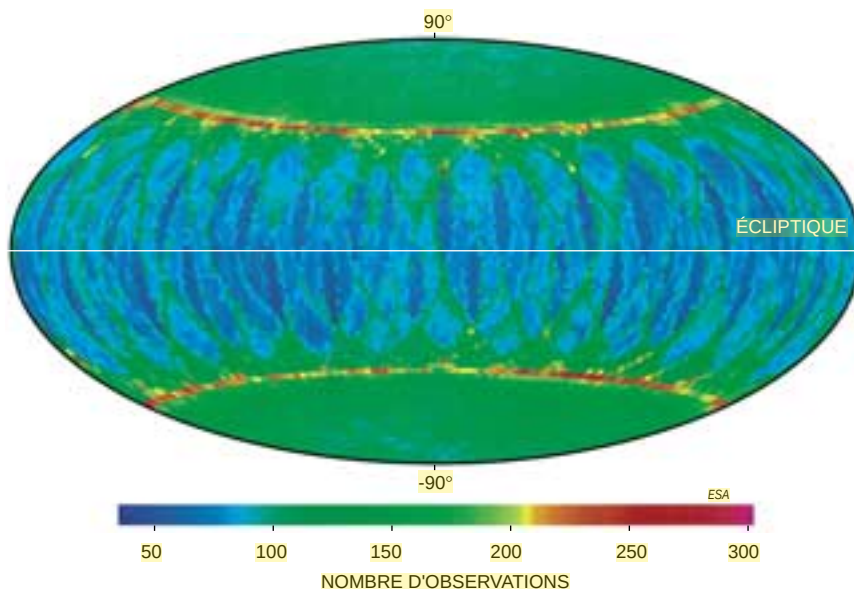
La plupart des étoiles passent par une phase d'instabilité au cours de leur vie, qui se traduit par des pulsations et des variations périodiques ou irrégulières de la température de surface, donc de la luminosité. Les observations de chaque étoile, distribuées sur trois ans, indiquent si la luminosité de l'étoile est variable ou constante, tout au moins dans les limites de la sensibilité du détecteur. Parmi les 11 600 étoiles reconnues variables ou probablement variables par *HIPPARCOS*, 8 300 étaient tenues jusqu'alors pour constantes. L'étude des étoiles dont la luminosité présente une variabilité à longue période a aussi confirmé un phénomène que l'on avait entrevu lors de mesures au sol : des sauts de luminosité sur des intervalles de temps de quelques heures, signes d'événements violents dans l'atmosphère de ces étoiles.

Dédoubler les étoiles

HIPPARCOS a aussi détecté des étoiles doubles, couples d'étoiles associées par les forces de gravitation. Le catalogue contient la position relative des deux étoiles et une mesure de chacune des luminosités pour plus de 12 000 couples d'étoiles doubles, dont près de 3 000 étaient jusqu'à présent considérés comme des étoiles isolées, sans compagnon. Le caractère double de 8 000 autres systèmes stellaires est aussi suspecté, mais les mesures sont encore insuffisantes pour conclure. Plusieurs

équipes européennes et américaines s'apprennent à démarrer des campagnes d'observation spécifiques de ces astres afin de trancher.

Nous avons caractérisé ces couples d'étoiles grâce à des algorithmes mis au point avec Michel Froeschlé et Jean-Louis Falin, du CERGA, et des équipes de Turin et de Frascati. *HIPPARCOS* n'examine pas des images du ciel, mais reçoit un signal variable en fonction du temps lorsque l'objet observé avance sur la grille placée au foyer du télescope. Pour une étoile isolée, sans compagnon, la représentation mathématique de ce signal est



6. L'INTÉGRALITÉ DU CIEL a été observée par le satellite *HIPPARCOS*. Toutefois, les observations ne sont pas réparties de manière homogène : les plus grandes densités sont concentrées à 47 degrés de l'écliptique, plan de l'orbite de la Terre autour du Soleil. Cette répartition résulte d'un compromis entre le balayage régulier et systématique du ciel et la nécessité de ne pas braquer le télescope en direction du Soleil.

	HIPPARCOS	TYCHO
Nombre d'étoiles	118 218	1 058 332
Magnitude limite	12,5	11,5
Densité moyenne (en étoiles par degré carré)	3	25
Précision médiane des étoiles plus brillantes que la magnitude 9 (en secondes d'angle)	0,0008	0,007
Nombre moyen de mesures de la luminosité	110	130
Précision moyenne de la luminosité des étoiles plus brillantes que la magnitude 9 (en magnitude)	0,0015	0,013
Nombre d'étoiles doubles résolues	12 195	

7. LE CATALOGUE *HIPPARCOS* et le catalogue *TYCHO*, réalisé avec un détecteur auxiliaire du satellite, sont les plus complets et les plus précis des catalogues stellaires.