

## LES POTINS DE LA VOIE LACTEE

### LES CÉPHÉIDES ET LE TELESCOPE SPATIAL HUBBLE

Il a déjà été question du Telescope Spatial Hubble (ci-après HST) dans les Cahiers Clairaut (cf n° 51 et n° 54). Tout récemment, des résultats nouveaux concernant des céphéides dans une galaxie située à environ 5 Mpc (1 Mpc =  $10^6$  parsecs =  $3,26 \cdot 10^6$  années de lumière) ont été annoncés. Il s'agit là d'un des programmes clés du HST, fondamental pour préciser l'échelle des distances extragalactiques à partir des étoiles "chandelles standards" que sont les étoiles variables périodiques céphéides. Ces étoiles obéissent à une relation établie en 1912 par Henrietta Leavitt, qui est bien établie dans sa version moderne à la fois du point de vue théorique et du point de vue observationnel. Cette relation permet de prévoir la magnitude absolue moyenne  $\bar{M}$  d'une céphéide (c'est-à-dire sa puissance intrinsèque moyenne dans l'échelle des magnitudes) pourvu que l'on ait mesuré sa période de variation d'éclat apparent ; elle constitue l'indicateur de distance le plus solide pour établir l'échelle des distances extragalactiques. L'observation d'une céphéide dans une galaxie en fournissant la période et la valeur moyenne de l'éclat (caractérisé par la magnitude apparente moyenne  $\bar{m}$ ), conduit directement à la distance  $d$  de la céphéide, qui est aussi la distance de la galaxie, par la relation:  $\bar{m} - \bar{M} = 5 \log d + 25$  (avec  $d$  en Mpc). Cette méthode est limitée pour l'observateur au sol à moins d'une dizaine de galaxies, situées à moins de 5 Mpc environ, à cause du seuil de sensibilité et de la difficulté d'isoler des images stellaires individuelles qui sont élargies par la turbulence atmosphérique (effet du pouvoir de résolution effectif).

Les observations récentes du HST concernent 27 céphéides dont les périodes vont de 2 à 50 jours, appartenant à la galaxie spirale de type magellanique IC 4182, située dans la direction de la constellation des Chiens de Chasse. Des clichés CCD ont été réalisés avec une pose de 70 minutes et à différentes époques. L'intérêt du HST est ici, malgré le défaut du miroir, son aptitude à séparer des étoiles et à reconnaître leur variabilité dans un champ riche de quelques 5000 étoiles. Cette analyse a bien sûr nécessité un traitement très élaboré des données CCD. A noter que les observations ont été réalisées dans le domaine du visible (bande 5000-6000 Å), domaine où le CCD est plus sensible.

La galaxie IC 4182 a été localisée à une distance de  $4,94 \pm 0,11$  Mpc. Il s'agit d'une galaxie assez proche de nous pour que le HST amoindri puisse être efficace pour la détection de céphéides. L'objectif initial plus ambitieux du HST était la détection de céphéides dans les galaxies de l'amas Virgo, situé à environ 16 Mpc. Cet objectif sera peut-être réalisable si la mission de réparation prévue à la fin de 1993 se déroule normalement.

La détermination précise des distances des galaxies proches est importante parce qu'elle constitue la base de la construction conduisant au taux d'expansion de l'Univers caractérisé par la constante de Hubble  $H$ , mesurée par le rapport de la vitesse de récession des galaxies lointaines à leur distance. La détermination de  $H$  est encore incertaine avec des estimations qui sont comprises entre 50 et 100  $\text{km s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$ . La signification cosmologique de  $H$  est importante compte tenu de ce que l'on sait de l'âge de l'Univers ( $t = 15$  à 18 milliards d'années) et de sa densité moyenne (caractérisée par le rapport  $\Omega$  de la densité à la densité critique de fermeture de l'Univers). Dans les modèles cosmologiques simples, la durée  $1/H$  est proportionnelle à  $t$ , avec un coefficient de proportionnalité supérieur à 1 et d'autant plus grand que  $\Omega$  est élevé. Ainsi une valeur de  $H$  plus élevée que 85 conduirait à introduire dans les modèles cosmologiques une constante cosmologique  $\Lambda$  non nulle; une valeur de  $H$  aussi faible que 45 permettrait  $\Lambda = 0$  même si  $\Omega = 1$ ; enfin une valeur  $H$  voisine de 60 permettrait  $\Lambda = 0$  seulement si  $\Omega$  était très inférieur à 1.

La galaxie IC4182 est aussi très intéressante par le fait que F.Zwicky y a observé en 1937, une supernova qui est le prototype de la catégorie appelée "type Ia". Ce type de supernova est le résultat de la désintégration explosive d'une étoile naine blanche qui capture la masse d'une étoile compagnon et dépasse ainsi la limite de stabilité connue sous le nom de limite de Chandrasekhar, soit 1,4 fois la masse du Soleil. Ce scénario implique que la puissance intrinsèque d'une telle supernova à son maximum est une constante bien définie; cette propriété constitue un indicateur de distance pour les galaxies lointaines dans lesquelles le phénomène de supernova de type Ia est observé. La détermination précédente de la distance de IC4182 a permis de calibrer directement cet indicateur de distance à partir des céphéides. Cette calibration appliquée au cas de 35 galaxies lointaines dans lesquelles une supernova de type Ia a été observée à son maximum, conduit à une valeur  $H = 51 \pm 10$ . Cependant le débat sur la valeur de  $H$  est loin d'être clos. IC 4184 est une spirale magellanique (riche en gaz et en étoiles jeunes) alors que les autres galaxies lointaines à supernova sont essentiellement des elliptiques (pauvres en gaz et en poussières); des effets différentiels de métallicité et d'extinction interstellaire peuvent fausser les résultats. A suivre... L.Bottinelli