

Bulles de Gaz Ionisé Balayées par des Vents Stellaires dans la Galaxie Spirale NGC 628

En octobre dernier, nous avons obtenu des observations PALILA de la galaxie spirale NGC 628. Le but du programme est d'étudier le taux de formation d'étoiles massives dans les galaxies de type tardif (Sc-d). La riche population de régions HII de ce type de galaxie, nous sert à sonder l'influence de l'amas excitateur, formé d'étoiles massives très jeunes. La luminosité dans la raie d'émission H α d'une région HII nous permet de dériver le flux ultraviolet émis par les étoiles excitatrices, alors que le champ de vitesse et/ou le profil de la raie H α nous fournit des indices sur les phénomènes physiques ayant une grande probabilité d'avoir lieu, comme par exemple explosion de supernovae, accélération du gaz par des vents stellaires, effet champagne etc. Les observations présentées ici seront utilisées afin d'étudier les corrélations entre les paramètres intégrés des régions HII d'une même galaxie.

La raison d'être de cet article est plutôt de présenter une analyse préliminaire de la morphologie H α des régions HII de NGC 628. Des observations PALILA sont composées d'une série d'interférogrammes, pris avec un espacement différent entre les miroirs d'un interféromètre de Fabry-Pérot. L'information prend la forme d'un cube de données ayant 2 dimensions spatiales et une dimension spectrale. Pour un pixel donné, la variation d'intensité en fonction de l'interférogramme représente le profil de la raie H α , chaque profil ayant une longueur d'onde différente au premier canal (ou interférogramme) ce qui nécessite une correction de phase. L'addition de tous les interférogrammes donne une image H α de l'objet ayant une bande passante équivalente au filtre interférentiel utilisé (dans le cas présent 10 Å). L'image H α de NGC 628 présentée dans cet article a été obtenue de cette façon. La configuration du réducteur focal PALILA donne un échantillonnage spatial de 0.56"/pix.

L'image H α permet de visualiser plusieurs régions HII ayant une structure filamenteuse en particulier en forme d'arc de cercle. Certaines régions HII sont distribuées sur des cercles très bien définis. Ces morphologies typiques ne sont pas sans rappeler les scénarios théoriques de formation de bulles interstellaires balayées par les vents des étoiles excitatrices. Le champ de vitesse d'une telle structure permet de façon non équivoque de tester cette hypothèse. Cependant, nous devons attendre le dépouillement complet des données PALILA pour ce faire. Il est tout de même intéressant de considérer la dimension de ces structures ainsi que l'énergie nécessaire à leur formation et de voir comment cela se compare à ce qui a été observé dans d'autres galaxies par exemple la Voie Lactée, les Nuages de Magellan, M 31 et M 33.

Le diamètre des bulles varie de 140 à 700 pc ce qui se situe dans un intervalle de valeurs tout à fait raisonnable. Les bulles

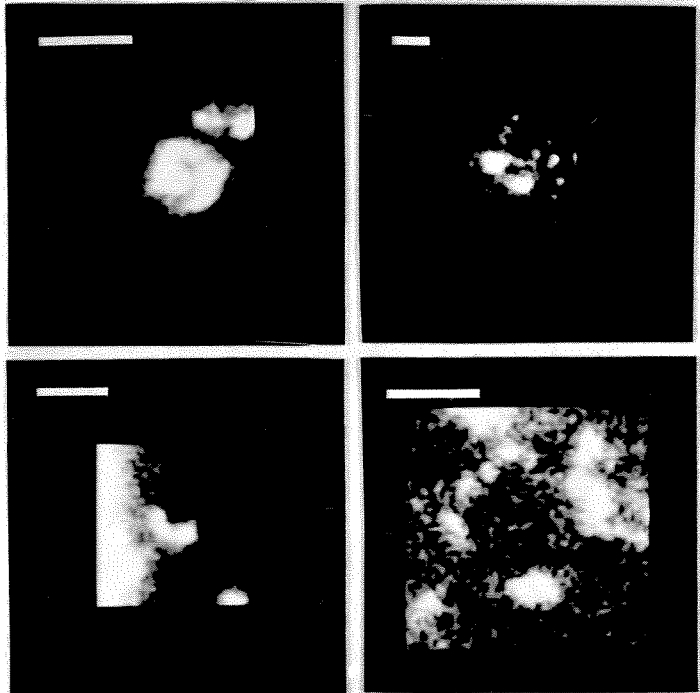


Fig. 13: Différentes morphologies des régions HII de NGC 628. Les marques horizontales indiquent une dimension de 500 pc. NGC 628 est situé à 8.2 Mpc.

identifiées dans la galaxie M 33 par Courtès et al. (1987, A&A 174, 28) ont des dimensions variant de 40 à 280 pc. De telles structures peuvent être observées en H α et elles sont alors relativement jeunes encore ionisées par l'amas excitateur, ou encore on peut les détecter en HI (Heiles, 1979, Ap.J. 229,533). Dans ce dernier cas les diamètres observés sont supérieurs et l'amas excitateur est disparu, les étoiles ayant évoluées hors de la séquence principale, certaines ayant explosées en supernovae. Ce phénomène est très probablement à l'origine des trous HI observés dans M 31 par Brinks et Bajaja (1988, A&A 169,14).

Nous croyons que les plus grandes bulles observées dans NGC628 ayant un diamètre de l'ordre de 500 pc ou plus, sont de même nature que les bulles HI c'est-à-dire qu'elles sont plus vieilles et évoluées. Elles prennent la forme d'une série de régions HII distribuées sur un arc de cercle et même quelquefois définissant un cercle presque parfait. Une explication plausible est que le milieu interstellaire au centre ait été balayé et est donc de très faible densité, ce qui explique l'absence de formation d'étoile au centre de ces structures, et la densité élevée du gaz dans la coquille même a stimulé la formation d'étoile, résultant en une série de noeuds d'émission H α distribués sur un arc de cercle. Pour les bulles de ce type nous n'avons calculé le contenu énergétique que suivant l'hypothèse d'une coquille évoluée sans expansion, et trouvons que les énergies sont de l'ordre de 10^{52} - 10^{53} erg ce qui est typique pour les bulles HI aussi.

Les coquilles de diamètres plus faibles présentent une morphologie différente, l'émission H α étant plus homogène et les cercles ou arcs de cercle mieux définis. Le contenu

énergétique a été calculé suivant 2 hypothèses (sans expansion ou avec) (Tenerio-Tagle, 1988, ARAA 26, 150) quoiqu'il soit plus réaliste de penser que ces bulles soient plus jeunes et encore en expansion. Dans ce dernier cas nous avons supposé une vitesse d'expansion de 20 km/s ce qui est typique pour de tels objets. Les valeurs d'énergie obtenues sont réalistes, de l'ordre de 10^{52} erg. Pour ces objets il sera très intéressant d'étudier les champs de vitesse car ils sont très susceptibles d'indiquer une expansion.

En conclusion, la morphologie de plusieurs régions HII dans NGC 628 tend à démontrer que le milieu interstellaire est très inhomogène formé de bulles et filaments probablement du à l'action des vents stellaires d'étoiles jeunes et lumineuses. Ceci confirme plusieurs découvertes d'objets similaires dans la Voie Lactée et les galaxies du groupe local, quoiqu'à notre connaissance ce soit la première fois qu'on identifie des bulles dans une galaxie aussi éloignée que NGC 628.

*R. Arsenault, TCFH
J. Belley, et J.-R. Roy, Université Laval*

Deep High Resolution Galaxy Observations with an Infrared Array on CFHT

We recently had a very successful run on CFHT with a new Infrared Camera developed at the University of Hawaii. This instrument has been implemented by Klaus Hodapp and John Rayner at the Institute for Astronomy. It employs a 256x256 HgCdTe array manufactured by Rockwell as part of the NICMOS program (a 2nd generation instrument for HST). The array has 40 micron pixels which, with 1-to-1 re-imaging optics gives a plate scale of $0.29''/\text{pix}$ at CFHT's Cass focus. As well as its impressively large format, the array is characterized by low read-noise and dark-current. Together these make it an instrument whose operation from the astronomer's perspective, is remarkably similar to that of an optical CCD camera.

The normal method of observation for deep infrared imaging is to take a large number of individual exposures between which the telescope is moved in a mosaic pattern, ideally keeping the target object within the field of view of the array. Analysis of sequences of these independent images using conventional median sky-flattening techniques then allows the construction of a flat-field or background image as appropriate. If a windowing function is used through the sequence of images, then a time-varying background image can be generated. After sky-subtraction and flattening, the images are then co-registered and co-added. Experience with extremely long observations with the InSb arrays on UKIRT has been that flat-fielding of the final image to a few parts in 105 is possible.

In broad-band applications in J, H and K, the low noise characteristics of the new HgCdTe array means that the images are background-limited in less than one minute. This in turn allows the rapid acquisition of the independent images that go into the flat-field determination and, consequently, a more precise tracking of the flat-field pattern over time is possible. The wide field of view and small-pixel scale, coupled with CFHT's good seeing, also means that the coregistration of images, frequently a problem with small arrays in cases where the target object may not be visible on individual short exposure frames, is straightforward. There are almost always several field stars

visible on every image. The wide field of view allows relatively large steps in the mosaic pattern. This has the distinct advantage of reducing the effect of subtle negative ghosting of images introduced by the median flat-fielding process, since these are displaced much further from each object. We have found this aspect to be especially important in our work to determine the surface brightness profiles of very distant galaxies.

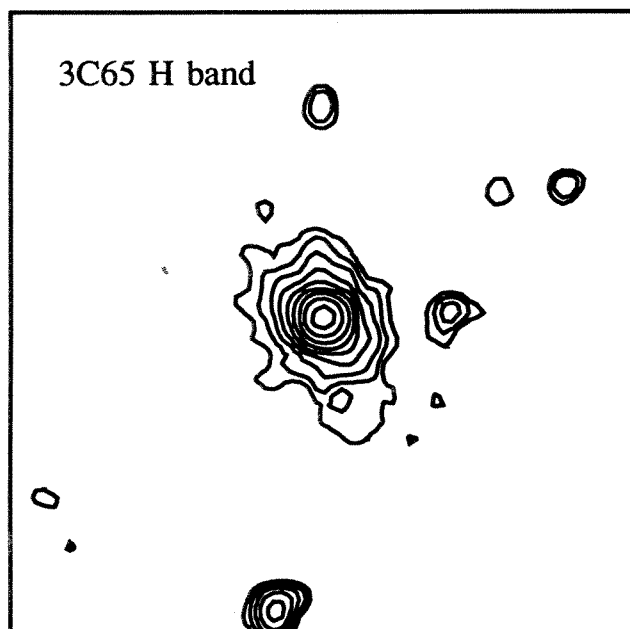


Figure 14: H-band (1.65 micron) image of 3C65 at $z = 1.175$. Total exposure was 74 minutes, integrated seeing is $0.75''$ FWHM. The image is $15''$ each side.

Despite conditions of intermittent fog and high humidity, we experienced conditions of good seeing during our run. As an example of the quality of our data, Figure 14 shows a 74-minute H-band image of the radio galaxy 3C65 ($z = 1.175$) obtained by coadding 37 individual 2-minute exposures. Even after the coregistration process the FWHM of this image is less than $0.75''$ and many of the individual images had $0.5''$ stellar images. The S/N in the central pixel close over 50, and the envelope of the galaxy may be traced out to beyond a radius of $4''$ (roughly 40 kpc for $H_0 = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$). The only frustration encountered in making these observations at CFHT was the necessity to stop auto-guiding at the end of each exposure, move the telescope to a new mosaic position, reacquire the guide star, restart auto-guiding and start a new exposure — to be repeated every 1-2 minutes. Telescopes such as UKIRT where this mode of observation is now commonplace have implemented schemes whereby these steps are automatically controlled by the camera itself. A similar set-up would be highly desirable at CFHT in the future, particularly when a facility infrared camera is available.

The image of 3C65 was obtained as part of a scientific program to study the morphology at near-infrared wavelengths of radio galaxies at high redshifts (i.e. at rest-wavelengths in the red-visual). The small dispersion and smooth continuity seen in the infrared K-z relation for radio galaxies out to redshifts $z = 2$ and beyond (despite a wide variation in optical-infrared color) argues that the infrared light is dominated by the light from an underlying massive gE-like galaxy. Such a conclusion has important consequences for our understanding of how and when massive galaxies form in the early Universe.