

L'ÉTOILE R MONOCEROS ET NGC 2261

Par Gilbert St-Onge, 2008

*** Remerciement : Réviseur du document Dr. Pierre Bastien U. Mtl, OMM ***

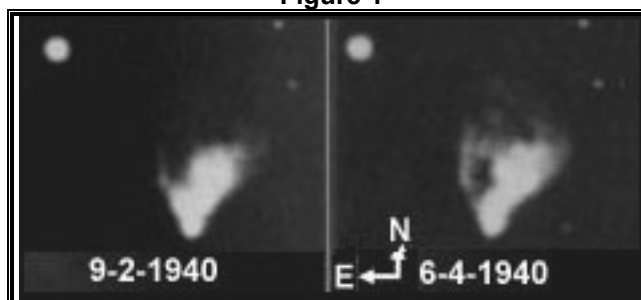
Correction du texte : Lorraine Morin

L'étoile jeune R Monoceros est associée à la nébuleuse NGC 2261. Cette nébuleuse fascinante est certainement l'une des plus photographiées, on peut en trouver des images qui ont été faites au début du siècle passé, j'en ai trouvées qui datent de 1908.

Cette nébuleuse NGC 2261 est connue des premiers observateurs, puisque du temps de "Sir William Herschel" on l'aurait observée selon Cantó et al. (1981). Par contre la variabilité de l'étoile R Mon aurait été signalée par Schmidt (1861), on y observait des variations irrégulières qui atteignaient jusqu'à ~4 magnitudes. Puis Hubble (1916) s'aperçut que la nébuleuse pouvait varier sur des périodes de seulement quelques mois et depuis, NGC 2261 est identifiée comme la "nébuleuse variable de Hubble". Et c'est Lightfoot (1989) qui proposait que les changements rapides d'apparence de la nébuleuse seraient causés par des matériaux circumstellaires (assez denses) qui circulent près de l'étoile R Mon, et qui causeraient des projections d'ombres sur les parois observables de la nébuleuse.

R Mon est une étoile active de type Herbig Ae/Be (Finkenzeller & Mundt 1984). Elle est considérée comme une étoile de type B (Hamann & Persson 1992).

Figure 1



On peut voir ces deux images de 1940 dans le : *Burnham's Celestial Handbook An Observer's Guide to the Universe Beyond the Solar System, Volume 2.*

Il s'agit de deux images de la collection du Lowell Observatory.

La figure 1, nous permet de constater avec quelle rapidité certains déplacements des matériaux circumstellaires peuvent se produire. En 1940, l'observatoire Lowell capte sur photos le déplacement nord-sud d'une masse obscure qui est observable sur la section est de la nébuleuse NGC 2261.

Figure 2



Figure 2B

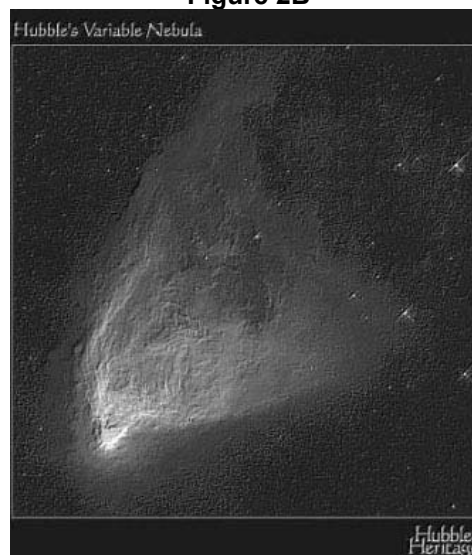


Figure 2
HST1

<http://heritage.stsci.edu/1999/36/big.htmlNGC2261> :

Hubble's Variable Nebula "Astronomy picture of the day" Credit: William Sparks (STScI), Sylvia Baggett (STScI) et al., & the Hubble Heritage Team (AURA/ STScI/ NASA)

La Hubble's Variable Nebula est faite de gaz et de poussières éjectés lors du processus de formation de l'étoile jeune R Monocerotis. La nébuleuse a près d'une année-lumière (AL) d'envergure à une distance de 2500 AL dans la constellation de la Licorne. La principale étoile responsable de cette nébuleuse "bipolaire" est R Mon. Il s'agit d'une étoile binaire jeune Ae/Be de Herbig.

Figure 2B
HST2

NGC 2261 : Cette même image que la HST1, de HST à laquelle on a appliqué quelques filtres "sharpening" et une convolution de "bas reliefs (ondelettes)" et d'une "Gaussienne floue". Ce qui nous permet de constater qu'il n'y a pas de patron filiforme comme dans la nébuleuse de RY Tauri !!! On y observe plutôt des structures allongées qui courbent et qui se tordent en s'éloignant de l'étoile R Mon dans la nébuleuse observable. On voit très peu de structures en patron commun, seule une petite région au centre de la nébuleuse (au nord de l'étoile R Mon) présente quelques petites structures alignées ? On peut aussi voir le mur à l'extrémité est (ligne de chocs ?) de la nébuleuse qui est une structure assez permanente.

Selon L. M. Close et al. (1997), R Mon est une étoile double dont la séparation est de 0.69" d'arc entre les deux composantes sur un angle de P.A. $\sim 29^\circ \pm 1^\circ$ (nord-ouest) de R Mon. Ce compagnon aurait ~ 1.5 M solaire, et est très jeune soit ($< 3 \times 10^5$ ans) de type Classique T Tauri (il est très rouge). Donc un couple très jeune, dont une composante est massive et l'autre est beaucoup moins massive. Selon eux, R Mon est à une distance de ~ 760 parsecs, soit à une distance très comparable à NGC 2244 !

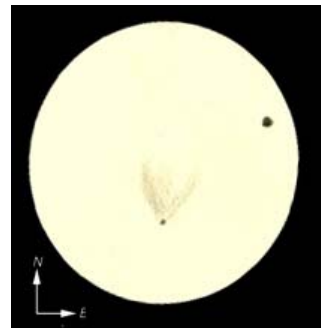
(L. M. Close et al. 1997) sur le web à:
"Adaptive Optics Infrared Imaging Polarimetry and Optical HST Imaging of Hubble's Variable Nebula (R Monocerotis/NGC 2261): A Close Look at a Very Young Active Herbig Ae/Be Star"

<http://www.journals.uchicago.edu/ApJ/journal/issues/ApJ/v489n1/36055/36055.html>

L'observation

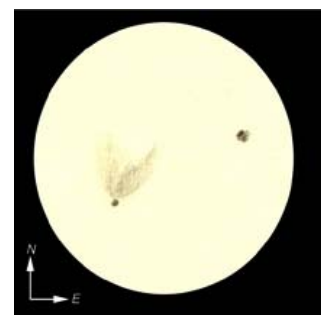
Comme amateur on peut observer NGC 2261 même de la banlieue; à l'aide d'un télescope de 20 cm d'ouverture on obtient d'excellents résultats. Elle est d'apparence cométaire (ne montrant qu'un seul lobe (1)), elle se situe à (J2000) AD : 06h 39m 01sec. et Déc : +08° 43', et l'étoile R Mon est de magnitude visuelle irrégulière variant de ~ 11 à ~ 13.8 .

L'œil à l'oculaire, il est possible de confondre la nébuleuse avec une comète ! Dans de bonnes conditions on peut voir assez bien la nébuleuse conique nord (un seul lobe) et bien sûr l'étoile R Mon. J'inclus deux dessins (à la suite) que j'ai effectués au foyer d'une lunette de 200 mm d'ouverture / F15 les 17 et 18 mars 1993 de Dorval.



Dessin 1

Le dessin de NGC2261 du 17 mars 1993



Dessin 2

Le dessin de NGC2261 du 18 mars 1993

L'idéal est d'utiliser l'imagerie CCD pour détecter de subtils changements de teintes dans la nébuleuse. Nous avons effectué une série d'observations imagerie CCD, de 1990 à 2000. En plus, nous avons utilisé plusieurs autres images beaucoup plus vieilles disponibles dans des livres ou sur le web. Cette étude présente les principales variations observées sur ces images CCD et photos selon l'époque.

De cette première étude, nous (G. St-Onge et L. Morin) voulons vous signaler deux paramètres intéressants observables par des amateurs (CCD).

Le premier paramètre concerne non pas les aspects variables d'assombrissements de certaines régions de la nébuleuse, tel que suggérés plus hauts par Lightfoot (1989), mais plutôt une région lumineuse variable juste au nord de la position observable de l'étoile R Mon. Cette région fut observée dès nos premières images de 1990; on nota un changement de sa position et de son intensité dès 1991. Elle passa du nord vers l'est de R Mon. Cette Masse Lumineuse s'amincit à l'extrémité sud-est de la nébuleuse et sur nos images du 10 novembre 1991 et du 1 février 1992 elle y est très lumineuse.

Puis soudainement sur une image prise par Denis Bergeron du 21 mars 1992 cette masse lumineuse se retrouve au sud-ouest de la nébuleuse ? On a validé cette observation par des images du 8 avril 1992 qui confirmaient cette transformation. C'est alors que cette région fut baptisée "masse lumineuse (ML)".

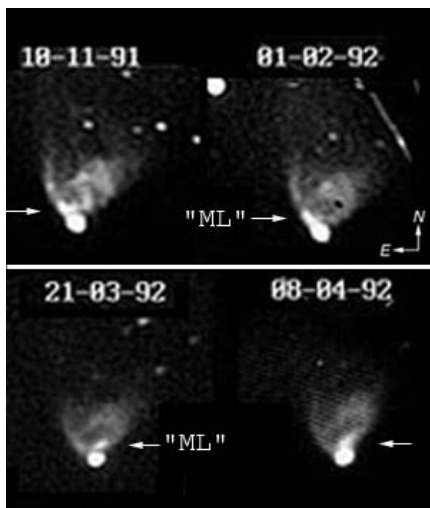


Figure 3 - La (ML) 1992

(ML) fut observée avec plus d'intérêt, et dans le document "L'observation de NGC 2261 / 1990-1999 / Par Gilbert St-Onge et Lorraine Morin" qui est disponible sur le web à :

http://astrosurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/xngc2261/x2261_b.htm

On y trouve, entre autres, un tableau qui commente nos observations de la (ML). Il nous a semblé d'intérêt de signaler une région lumineuse là où les observations sont généralement concentrées sur des masses qui assombrissent la nébuleuse.

Le deuxième paramètre est plus facile à détecter. Il s'agit d'une petite étoile juste au nord-ouest de la nébuleuse NGC 2261 qui se déplace sur le ciel. On peut mesurer son déplacement depuis le début du siècle passé. Nous avons utilisé des images de 1920 et de 1996 pour essayer d'estimer le déplacement de cette étoile vagabonde.



Figure 4 - L'étoile qui se déplace

En utilisant un axe de référence qui coupe en deux la nébuleuse NGC 2261 sur le plan nord-sud, on a pu estimer à l'époque le déplacement de cette étoile. Les estimations de l'époque allaient comme suit : pour la période 1920 l'étoile se situait à une distance de $\sim 115,4''$ d'arc au nord-ouest de R Mon, pour la période 1996, elle se situe à une distance de $\sim 107,9''$ d'arc et plus au sud. L'étoile montre un déplacement vers le sud-ouest de la nébuleuse, sur un angle de $\sim 201^\circ$. De 1920 à 1996 (il s'est écoulé 76 ans), le déplacement total de cette étoile est estimé à $\sim 15''$ d'arc. On peut donc conclure à un déplacement annuel de $\sim 0,2''$ d'arc. Quoiqu'il en soit, on peut facilement remarquer le déplacement de cette étoile sur les photos de différentes époques.

L'ensemble du projet sur le web à :

1) http://astrosurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/xngc2261/x2261_b.htm

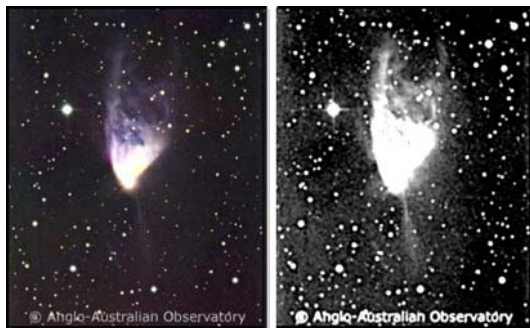
Les mieux équipés pourront tenter de détecter les nœuds de HH 39 au nord de la nébuleuse NGC 2261. Jones & Herbig (1982) ont déterminé que les nœuds de HH 39, qui sont à $\sim 7.5'$ au nord de l'étoile R Mon, s'en éloignent à $\sim 7.6''$ par siècle. Ces nœuds (HH 39) pourraient bien être apparentés à un jet d'une vitesse de ~ 100 km/s qui se dirige sur cet axe selon Brugel et al. (1984)

Du côté opposé, au sud, il existe une contrepartie à la nébuleuse NGC 2261, elle a été identifiée par Walsh & Malin (1985). Il nous est possible comme amateurs de la détecter en partie. Nous avons présenté quelques-unes de nos images CCD qui laissent voir certaines régions de cette contrepartie (qui est très polarisée, cachée par un milieu dense). Vous pouvez voir un dossier qui traite de la contrepartie sur le web à :

"L'étoile jeune R Monoceros et NGC 2261 nous dévoilent un jet et #2 "Les objets stellaires jeunes". Par G. St-Onge et L. Morin CDADFS"
http://astrosurf.com/stog/xtravaux_recherches_2/ngc2261/2261osj.htm

Et Pierre Bastien, U. Montréal et OMM, "La bonne interprétation des cartes de polarisation des étoiles jeunes",
<http://astrosurf.com/stog/archives/xpolarisation/polaris.htm>

Voici une très bonne image de l'observatoire anglo-australien qui nous permet de constater qu'il y a bien une contrepartie détectable sur des temps de pose CCD assez longs... Il s'agit d'une magnifique image de David Malin au télescope "Anglo-Australian Observatory".



Figures 5

Figure 5B

"David Malin"

Top left is NE. Image width is about 6 arc min. © 1993-2002, Anglo-Australian Observatory, photograph by David Malin.

<http://www.umanitoba.ca/faculties/science/astromy/cbrown/imaging/hvn/hvnmalinphoto.html>

À gauche (Figure 5), l'image telle que publiée et à droite (Figure 5B) nous avons ajusté l'image pour mettre en évidence des structures qui semblent bien appartenir au second lobe (contrepartie) du côté sud. On voit bien un mur dense du côté sud-ouest (droite vers le bas) et des structures tout près de l'étoile à l'est sud-est qui suggèrent le début du côté est du second lobe. On voit aussi des structures allongées sur l'intérieur du cône que suggèrent les angles d'ouverture des deux premières structures observées. Du côté ouest, la structure (mur dense) allongée semble courber vers l'est en son point le plus au sud.

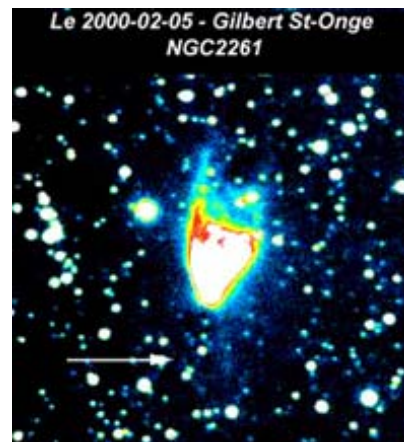


Figure 6

La figure 6 est une de nos images qui montre la contrepartie au sud de la nébuleuse NGC 2261 (indiquée par la ligne). L'image est au Celestron de 8 pouces (200 mm) d'ouverture à F10.

Les étoiles jeunes développent souvent un disque tout près de l'étoile sur le plan équatorial (perpendiculaire à l'axe de rotation). Ces disques sont dus à certains mécanismes de formation de l'étoile dont la conservation du moment cinétique (le nuage moléculaire parent est en rotation...). Donc on observe généralement un disque plus important près des étoiles plus jeunes. Ces disques (plus denses que la nébuleuse environnante) sont en partie accrétés par les étoiles tout au long de leur formation, les disques disparaissent graduellement alors que l'étoile atteint sa maturité. Les matériaux du disque qui ne sont pas accrétés par l'étoile lors de ce processus sont dispersés par des vents stellaires importants. Des planètes peuvent se former dans ces disques...

Un des modèles propose que les disques perdent des matériaux qui leur sont arrachés par l'étoile (accrétion), une certaine quantité de ces matériaux tombe sur l'étoile, mais le reste serait rejeté à grande vitesse sur les directions polaires (perpendiculaires au disque). Ces matériaux évacués par les pôles (bipolaires), sont accélérés et collimés rapidement à quelques Unités Astronomiques de l'étoile (modèle récent). Ils sont donc concentrés dans un espace ~ cylindrique où ils se déplacent à des vitesses pouvant atteindre des centaines de KM/s, un "jet" est alors né. Un autre modèle propose que les jets sont créés directement à partir des disques... (Il pourrait peut-être y avoir contribution des deux mécanismes, des vents qui proviennent de l'étoile et/ou du disque???) Quoi qu'il en soit, ces régions très actives (les jets) sont généralement détectables en lumière "Hydrogène alpha", puisqu'il s'agit de régions très ionisées.

Des nœuds sont souvent observés, comme HH 39 (Herbig-Haro 39), le long des jets. On croit qu'ils peuvent être causés par l'interaction des matériaux de certaines régions du jet avec un milieu de densité différente (propriétés). Soit parce que le jet traverse un médium de densité particulière à cet endroit, ce qui peut créer des chocs en arc, ou parce qu'il se produit un croisement des matériaux à l'intérieur même du corps du jet ? Les matériaux seraient réfléchis sur les parois (membranes) à l'intérieur même du jet puis se recroiseraient à l'intérieur de celui-ci. Là où les matériaux se croisent on peut observer des nœuds lumineux.



Figure 7 : HH 39 L'image provient du DSS: Original Digitized Sky Survey

Au centre de l'image, alignés sur le grand axe de NGC 2261, on peut voir les petits nœuds de HH 39 qui ressemblent à des petites galaxies...

CONCLUSION :

Comme on le voit, il reste bien des choses à clarifier. C'est pourquoi il est essentiel de continuer à observer les objets tel que NGC 2261, dans l'espoir de détecter quelques signes nouveaux qui pourraient permettre de mieux comprendre les mécanismes de formation des étoiles, et peut-être éventuellement de mieux connaître notre propre origine terrestre et humaine ?

(1) : La nébuleuse observable de NGC 2261 est de forme parabolique. Cette nébuleuse est peut-être de cette forme parce qu'en partie influencée par les lignes de forces du champ magnétique du nuage parent qui peuvent se courber sous l'effondrement gravitationnel à l'origine de l'étoile. Une seule moitié de la nébuleuse "bipolaire" est facilement détectable, parce que l'autre composante est cachée par le milieu dense du côté sud. C'est un milieu plus sombre, très polarisé qui montre un patron de vecteurs centrosymétriques mis en évidence par "Warren-Smith, Draper, & Scarrott (1987)".

Un texte semblable, "L'ÉTOILE R MONOCEROS ET NGC 2261" par l'auteur (G. St-Onge), a été produit dans le numéro d'hiver 2007/2008 de la revue l'Observateur. On vous suggère d'aller voir cette belle revue sur le web à:

<http://astrosurf.com/duplessis/observateur/telecharge.html>

Références:

L. M. CLOSE et al, close@galileo.ifa.hawaii.edu
Adaptive Optics Infrared Imaging Polarimetry and Optical HST Imaging of Hubble's Variable Nebula (R Monocerotis/NGC 2261): A Close Look at a Very Young Active Herbig Ae/Be Star,

<http://www.journals.uchicago.edu/ApJ/journal/issues/ApJ/v489n1/36055/36055.html>

Hubble's Variable Nebula Introduction
Glenlea Astronomical Observatory, University of Manitoba
<http://www.umanitoba.ca/faculties/science/astronomy/cbrown/imaging/hvn/introduction.html>

Gilbert St-Onge et Lorraine, L'observation de NGC 2261 1990-1999

http://astrosurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/xngc2261/x2261_b.htm

Gilbert St-Onge et Lorraine, 1 L'étoile jeune R Monoceros et NGC 2261 nous dévoilent un jet, et #2 Les objets stellaires jeunes.

http://astrosurf.com//stog/xtravaux_recherches_2/ngc2261/2261osj.htm

Gilbert St-Onge (collaboration Pierre Bastien, 1996-1997), Une étude des nébuleuses bipolaires associées aux étoiles jeunes,

<http://astrosurf.com//stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/xnebuleuses/xnebuleuses.htm>

Pierre Bastien, U. Montréal et OMM, "La bonne interprétation des cartes de polarisation des étoiles jeunes",

<http://astrosurf.com//stog/archives/xpolarisation/polaris.htm>

© 1993-2002, Anglo-Australian Observatory, photograph by David Malin.

Il s'agit d'une magnifique image de David Malin au télescope "Anglo-Australian Observatory"

<http://www.umanitoba.ca/faculties/science/astronomy/cbrown/imaging/hvn/hvnmalinphoto.html>

NGC 2261: Hubble's Variable Nebula "Astronomy picture of the day"

Credit: William Sparks (STScI), Sylvia Baggett (STScI) et al., & the Hubble Heritage Team (AURA/ STScI/ NASA)

The Royal Astronomical Society of Canada, Observer's Handbook 2008, Editor : Patrick Kelly

Robert Burnham jr., Burnham's Celestial Handbook (An Observer's Guide to the Universe Beyond the Solar System) Volume 2.

G. St-Onge 2008
