

Astronomie

Québec

Vol. 1 • No. 2 • Juillet-août 2012

Vénus

- Deux passages
- Son « baiser »

Détecter

les aurores boréales

Cratère Gale

La destination de Curiosity

Filtres interférentiels

Deuxième partie de trois

La photosphère solaire

Première partie



*Filtres
interférentiels
pour nébuleuses planétaires*

Deuxième partie

par Gilbert St-Onge

Collaboration spéciale (révision) : Dr. Pierre Bastien,
Département de physique, Université de Montréal, OMM, CRAQ

Poursuivons maintenant⁽¹⁾ notre compréhension des captures d'images avec filtres interférentiels dans le but de saisir certaines propriétés des sources célestes visées. Examinons d'abord une autre nébuleuse planétaire, soit Messier 57, la nébuleuse annulaire de la Lyre. Celle-ci nous permettra de confirmer nos observations et nos conclusions du document précédent, qui traitait de Messier 27. Par des courtes poses à l'aide des mêmes filtres utilisés que pour M 27, on obtient des résultats similaires.

Les deux images suivantes confirment nos observations de Messier 27 présentées en juin⁽²⁾.

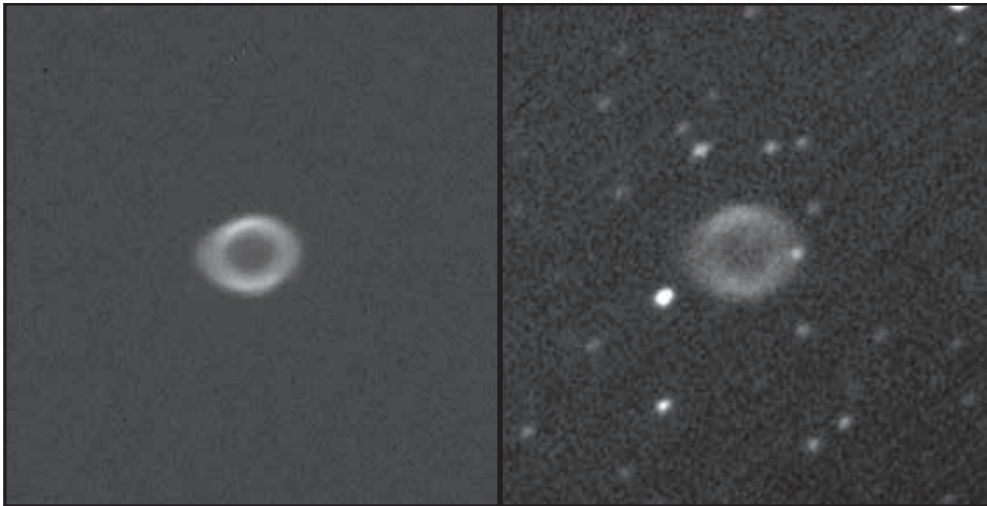


Image 2a • Messier 57 imagée à l'aide d'un filtre hydrogène alpha (H α) par courte pose. La structure en forme d'anneau est bien visible dans ce domaine d'émission. Par contre, l'étoile centrale est absente; peu d'étoiles sont détectables sur l'ensemble de cette image!

Image 2b • Messier 57 en filtre (i), ~ continuum proche infrarouge. La structure en forme d'anneau est à peine visible, pâle et diffuse sur un ciel assez étoilé. L'étoile centrale n'est pas détectée, mais une étoile sur le côté ouest (droit) de la nébuleuse est très intense.

Comme on peut le constater, ce type d'observation peut permettre de détecter et d'isoler certaines sources en émission H α , qui sont normalement difficiles à détecter sur des images sans filtre. Donc l'utilisation d'un filtre spécialisé (comme le H α) peut être avantageuse pour certains types de détection; par exemple, l'un d'eux a permis de confirmer que certaines nébuleuses planétaires cachées par des régions denses du disque de notre Galaxie sont plus facilement détectées en H α qu'en visible⁽³⁾. Sylvie F. Beaulieu et ses collègues ont étudié la détection de nébuleuses planétaires projetées sur la partie sud du bulbe de notre Galaxie, là où elles sont difficiles à détecter à travers la grande quantité de matériaux de notre Galaxie. Ils ont effectué des images en continuum et avec filtre H α pour produire des images réduites qui permettaient de détecter plus spécifiquement l'émission H α de certaines nébuleuses planétaires. Ces travaux ont permis à l'équipe de Sylvie F. Beaulieu de détecter plus de 50 nouvelles nébuleuses planétaires!

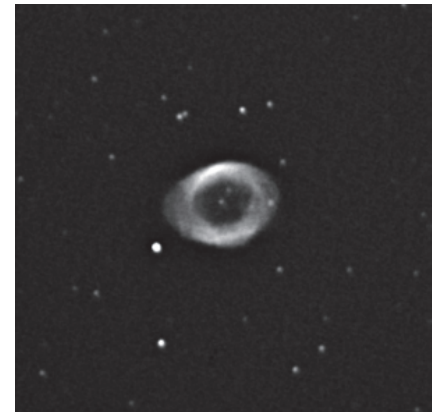
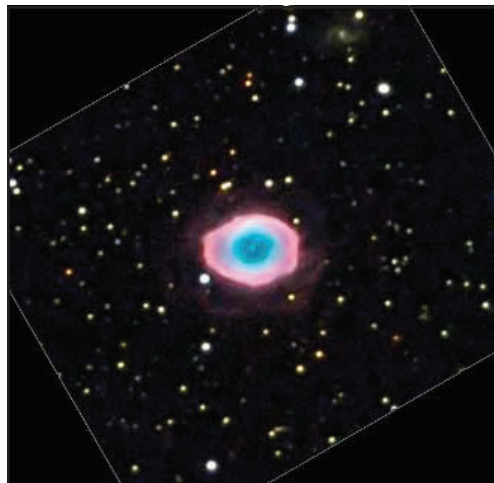


Image 1 • Messier 57 sans filtre (~400 nm à ~1100 nm). On y observe l'aspect habituel de la nébuleuse annulaire: l'étoile centrale et la nébuleuse en anneau tout autour.

- 1 La première partie de cet article a paru dans *Astronomie-Québec* de juin 2012.
- 2 ST-ONGE, Gilbert. « Filtres interférentiels pour nébuleuses planétaires », *Astronomie-Québec* 1, No. 1 (2012): 14–18. <http://astronomie-quebec.com>

Fiche technique

Messier 57

| | |
|--------------------|----------------------|
| $\alpha_{(J2000)}$ | 18 h 53 min 35,079 s |
| $\delta_{(J2000)}$ | +33° 01' 45.03" |
| Dist. | 1 600 à 3 800 a.-l. |
| Mag. | 8,8 |
| Dim. | 230" × 230" |
| Const. | Lyre |

Image 3 • Photo prise par Yves Tremblay le 3 juin 2011, avec un télescope CPC11 (280 mm/11") ouvert à f/6,3 (F = 1840 mm), et une caméra QHY9 monochrome. Il s'agit d'une combinaison d'images, dont une sans aucun filtre (luminosité) et les autres avec des filtres Baader H α , R, G, et B — on parle donc d'image LRGBH α .

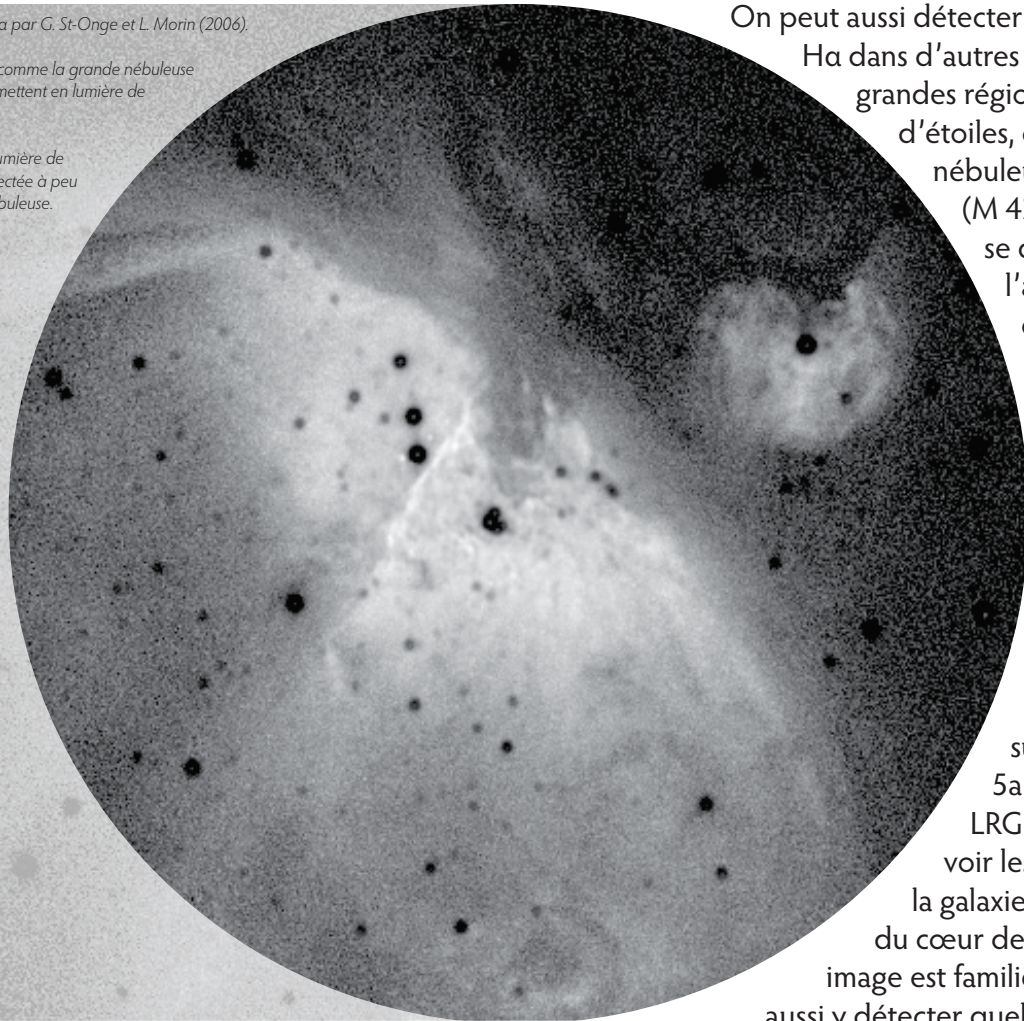
Résultant de longues poses, cette image montre un peu des régions H α les plus éloignées de l'étoile; on constate un étalement plutôt uniforme de ces premières éjections tout autour de la nébuleuse en anneau.

- 3 BEAULIEU, Sylvie F., Michael A. DOPITA et Kenneth C. FREEMAN. « A Survey of Planetary Nebulae in the Southern Galactic Bulge », *The Astrophysical Journal* 515, Issue 2 (1999): 610–632. <http://adsabs.harvard.edu/abs/1999ApJ...515.610B>

Image4 • Messier 42 en Ha par G. St-Onge et L. Morin (2006).

Il y a aussi des nébuleuses comme la grande nébuleuse d'Orion, Messier 42, qui émettent en lumière de l'hydrogène alpha.

On constate ici que cette lumière de l'hydrogène alpha est détectée à peu près partout dans cette nébuleuse.



On peut aussi détecter l'émission du H α dans d'autres galaxies, dans de grandes régions de formation d'étoiles, comme la grande nébuleuse d'Orion (M 42). Elles peuvent se détecter à l'aide d'un filtre qui transmet la lumière de l'hydrogène alpha. Regardons les images de la galaxie du Triangle, Messier 33, prises par Yves Tremblay (page suivante). L'image 5a est en couleurs LRGB ; on peut bien voir les bras spiraux de la galaxie s'étendre loin du cœur de celle-ci. Cette image est familière... On peut aussi y détecter quelques traces de régions plus sombres ; elles sont plus denses

et il s'y trouve probablement plus de poussière. Par contre, l'image 5b est moins familière ; il s'agit aussi d'une image de Messier 33, mais on y détecte principalement les sources qui émettent en domaine de l'hydrogène alpha. Il s'agit entre autres de plusieurs régions de formation d'étoiles, qui semblent être en relation avec les bras spiraux de la galaxie — leur distribution suit les bras spiraux de la galaxie Messier 33 tels que détectés sur l'image 5a (p. 23).

Pour les galaxies, toutefois, il faut faire attention d'utiliser un filtre à transmission assez large pour s'assurer que le H α soit bien présent sur l'image capturée. Les galaxies sont des sources se déplaçant à de grandes vitesses, alors le décalage de la raie de l'hydrogène ne doit pas excéder la plage de transmission du filtre utilisé.

Par exemple, la galaxie Messier 33 est tout près de nous dans le Groupe Local. Son écart de vitesse par rapport à nous est donc faible, et les raies de son spectre électromagnétique sont relativement peu affectées. Pour des objets plus éloignés, le décalage peut être important, par exemple lorsque dû à l'expansion de l'Univers, ou encore pour des objets rapprochés qui ont une vitesse de quelques centaines de kilomètres par seconde, comme des jets supersoniques près d'étoiles jeunes situées dans notre Galaxie. Ces jets peuvent parfois avoir une composante de vitesse importante sur la ligne de visée de l'observateur ; leur vitesse introduit donc directement un décalage

des raies spectrales, par effet Doppler. Il faut donc s'assurer d'avoir un filtre dont la plage de transmission est suffisante pour capter la raie visée.

Une petite équation simple nous permet de déterminer le décalage spectral d'une raie dû à l'action de la composante radiale de la vitesse :

$$\Delta\lambda \div \lambda = V_r \div c \quad \text{d'où} \quad V_r = (\Delta\lambda \div \lambda) \times c$$

où :

- λ est la longueur d'onde au repos de la raie visée, par exemple pour le H α , c'est 656,3 nm ;
- $\Delta\lambda$ est la différence entre la longueur d'onde observée et la longueur d'onde au repos, soit 656,3 nm. Si l'objet s'éloigne de nous, la raie est décalée vers le rouge et la longueur d'onde observée sera plus grande que la longueur d'onde au repos. Inversement, si l'objet se rapproche de nous, la raie est décalée vers le bleu et la longueur d'onde observée est plus petite que la longueur d'onde au repos ;
- V_r est la composante radiale (sur la ligne de visée) de la vitesse, positive si la source s'éloigne et négative dans le cas contraire ;
- c est la vitesse de la lumière, soit ~300 000 km/s.

Il faut comparer la différence entre la longueur d'onde observée et la longueur d'onde au repos, $\Delta\lambda$, et la mi-largeur de transmission du filtre afin de s'assurer que la raie pourra bien être observée.

Donc, une vitesse (V_r) de ~460 km/s crée un décalage de la raie vers le rouge de ~1 nm. Il est intéressant de constater que les filtres H α à 3 nm de transmission sont affectés très rapidement : ceux-ci ont une mi-largeur de transmission de 1,5 nm seulement, alors on peut perdre l'émission H α désirée avec le moindre décalage vers le rouge ! Il faut aussi tenir compte que le signal de la source H α a une certaine largeur, qui peut être de l'ordre de ~1 nm et même plus parfois. Par exemple, la largeur de la raie H α de l'étoile RY Tauri a varié entre 0,6 et 2,5 nm entre 1989 et 1996⁽⁴⁾, donc il ne reste pas grand place au décalage. L'utilisation de filtres à transmission plus large aide à éviter le problème du décalage des raies.

Référence additionnelle

ROUSSEL, Alain et Gilbert ST-ONGE. *Étude de la nébuleuse d'Orion (M42), 2009 / 2010+*, CDADFS / SAM. http://www.astrosurf.com/stog/xtravaux_recherches_2/m42_2009/etude%20de%20m42.pdf

Cette série se poursuivra dans la prochaine édition d'Astronomie-Québec.

- 4 PETROV, P.P. et autres. «Brightening of the T Tauri star RY Tauri in 1996. Photometry, polarimetry and high-resolution spectroscopy». *Astronomy & Astrophysics* 341, No. 2 (1999): 553–559.

Image 5a (à gauche) • La galaxie Messier 33 en LRGB, par Yves Tremblay. L = Light (Lumière); R = Rouge; G = Vert (Green); B = Bleu.

Image 5b (à droite) • La galaxie Messier 33 en lumière H α , par Yves Tremblay.

