Toujours à l'affut...

Messier 15

(plus qu'un amas globulaire)

et Pease 1

...avec Gilbert St-Onge

Messier 15 (aussi désigné NGC 7078) est un amas globulaire situé à ~40 000 années lumière de nous dans la constellation de Pégase. Les amas globulaires associés à notre Galaxie sont de forme plutôt sphérique, et peuvent contenir de quelques centaines de milliers à quelques millions d'étoiles d'âge mature ; ces objets célestes auraient un âge de près de 12 milliards d'années. Ils évoluent souvent à l'extérieur du disque de la Galaxie, effectuant des orbites à peu près autour du centre de celle-ci — certains d'entre eux traversent même directement le disque lors de leur passage à son niveau dans leur orbite ! On compte environ 150 amas globulaires connus pour notre Galaxie, la Voie lactée.

NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) • Hubble Space Telescope WFPC2 • STScI-PRC00-25

Messier 15 est une cible facile ; on peut le voir même à l'aide de simples jumelles dans un ciel de banlieue. Au télescope d'amateur, on peut en résoudre plusieurs étoiles autour d'un centre bien défini. En imagerie, il devient rapidement visible, et il faut même se méfier de ne pas le saturer sur les images prises avec les détecteurs modernes. De bonnes images permettent d'isoler plusieurs étoiles près de son globule central plus dense. Il se présente sur les images sous l'apparence d'un noyau très dense d'étoiles, autour duquel s'éloignent d'autres étoiles sur le ciel. Les étoiles individuelles les plus intenses de M15 ont une magnitude avoisinant 12,6. Cet amas globulaire contient plus de 112 étoiles variables, presque toutes identifiées comme étant de type RR Lyrae.

Messier 15 a un noyau d'étoiles des plus denses ; il semble avoir le noyau le plus dense que l'on puisse observer dans les quelque 150 amas globulaires associés à la Voie Lactée. Des chercheurs ont observé en son centre ce qui semble être des mouvements d'étoiles en effondrement vers une région plus centrale. Cet amas possède-t-il un trou noir intermédiaire en son cœur[1] ? Ou la masse des étoiles massives, très serrées dans cette région de l'amas, suffit-elle à expliquer ces effondrements stellaires ? On sait maintenant qu'il contient au moins neuf pulsars[2] (des restes très denses d'étoiles massives).

[1] ASTROPOLIS.fr. « Messier 15, amas globulaire ». Apprendre & comprendre l'astronomie facilement ! · http://www.astropolis.fr/catalogue-Messier/articles/M15/astronomie-messier-M15.html#caractéristiques

[2] FROMMERT, Hartmut et Christine KRONBERG. *Globular Star Cluster M15 and its Planetary Nebula Pease 1* · http://messier.obspm.fr/more/m015_h2.htm

Messier 15

NGC 7078, GCl 120

Ascension droite :
21 h 29 min 58,33 s

Déclinaison :
+12° 10′ 01,2″

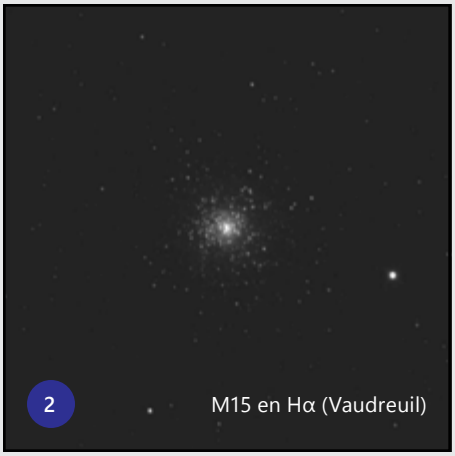
Distance :
33 000 a.-l. (10 kpc)

Magnitude apparente :
6,2

Diamètre :
18′

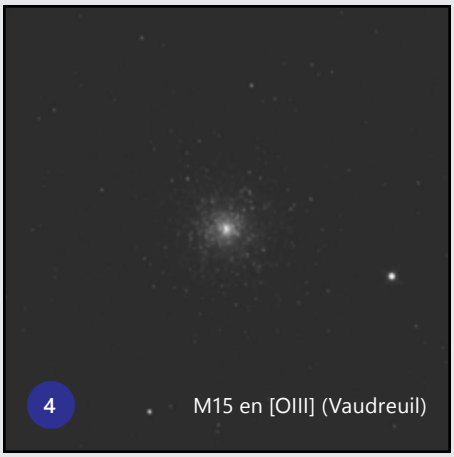
Source : GOLDSBURY, R., et coll. « The ACS Survey of Galactic Globular Clusters. X. New Determinations of Centers for 65 Clusters ». The Astronomical Journal *Vol. 140, No. 6 (2010): 1830–1837. http://adsabs.harvard.edu/abs/2010AJ....140.1830G*

1 M15 en lumière visible (Vaudreuil)



2 M15 en Hα (Vaudreuil)

3 M15 en *IR pass* (Vaudreuil)



4 M15 en [OIII] (Vaudreuil)

M15 est donc particulièrement intéressant à cause de l'extrême densité de son noyau, mais aussi parce qu'il fut le premier d'une liste de quelques rares amas globulaires dans lesquels on puisse détecter une nébuleuse planétaire ; celle-ci a été identifiée sur des images du Mont Wilson en 1927 [1]. Il s'agit de la nébuleuse planétaire Kuestner 648 (ou K 648), aussi appelée Pease 1 ; c'est une nébuleuse de gaz associée à une vieille étoile en fin de vie. Sur la très belle image de la page précédente, produite par le Télescope spatial Hubble (HST), on peut voir K 648 ; la petite nébuleuse planétaire, de magnitude ~14, se situe dans le haut, un peu à gauche — avec ce codage de couleurs, on la voit de couleurs rouge et bleue [3].

[3] NASA. « M15: Dense Globular Star Cluster ». Astronomy Picture of the Day 2000 August 4 · http://apod.nasa.gov/apod/ap000804.html

Comme on peut le constater, la nébuleuse planétaire K 648 est tout près du cœur de l'amas globulaire M15. Bien peu d'astronomes amateurs ont eu l'occasion de l'observer ; un grand nombre ignore même son existence.

Pour nous, le défi commençait ici. Il nous a fallu monter un programme d'observation de M15 dont les principaux objectifs étaient les suivants : comment peut-on détecter K 648 dans l'amas M15, et est-il possible de le faire dans un ciel de la banlieue de Montréal ? Il s'agissait de mettre en pratique les techniques qui vous ont été présentées concernant principalement la détection des gaz en émission de l'hydrogène alpha (Hα) et de l'oxygène doublement ionisé ([OIII]) dans les nébuleuses planétaires [4].

Pour se faire, nous avons utilisé deux points d'observation : comme souvent, nous avons communiqué avec notre très bon collaborateur Yves Tremblay, qui est situé à Vaudreuil (banlieue éloignée ouest de Montréal), et pour faire des tests dans une pollution lumineuse plus intense, nous avons décidé de faire aussi l'expérience de Dorval, qui n'est à pas plus d'une quinzaine de minutes à l'ouest du centre-ville de Montréal.

La méthode mise en place fut la suivante :

A) Faire des poses courtes de M15 dans le but d'éviter de saturer les images.

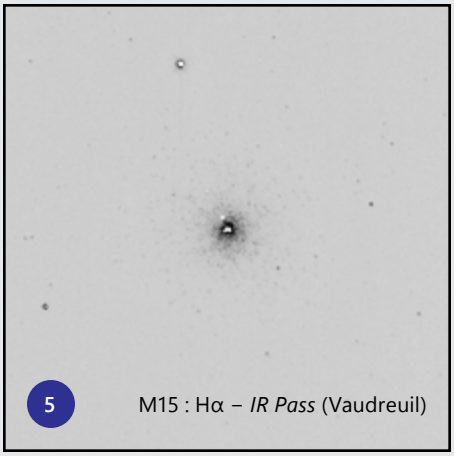
[4] ST-ONGE, Gilbert. « Filtres interférentiels pour nébuleuses planétaires » — Première partie, *Astronomie-Québec* Vol. 1, No. 1 (juin 2012), p. 14 ; Deuxième partie, *Astronomie-Québec* Vol. 1, No. 2 (juillet-aout 2012), p. 20. Voir http://astronomie-quebec.com

B) Faire de telles images de M15 en n'utilisant aucun filtre (~400 nm à 1100 nm), en lumière de l'hydrogène alpha (~656,3 nm ± 3), en lumière de l'oxygène doublement ionisé ([OIII]; ~500 nm ± 3), ainsi qu'en lumière proche infrarouge (*IR pass*, ~700 nm à ~1100 nm, la limite du détecteur) dans le cas des images d'Yves Tremblay à Vaudreuil. Pour effectuer ce travail, Yves a utilisé son télescope Astro-Tech AT8RC et sa caméra CCD (QHY9) dans une configuration qui donne ~1"/pixel d'échantillonnage par pixel, le 9 septembre 2014.

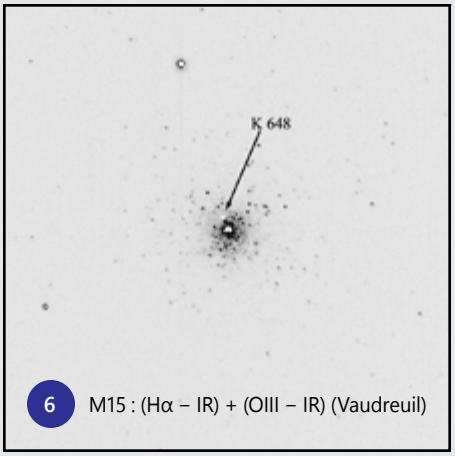
C) Faire d'autres images de M15 ainsi que de l'amas globulaire M13 en lumière de l'hydrogène alpha (~656,3 nm ± 4) et en lumière proche infrarouge (filtre « i », ~793 nm à ~1000 nm), mais cette fois-ci de Dorval. L'amas globulaire M13 nous servirait de standard pour valider nos résultats.

Nous avons utilisé un télescope Celestron HD de 200 mm d'ouverture et une caméra CCD ST7 de SBIG, dans une configuration qui donne un échantillonnage de ~0,7"/pixel.

L'objectif principal était de détecter la présence — subtile — de la nébuleuse planétaire à travers les nombreuses étoiles de l'amas M15. Pour se faire, nous espérions pouvoir capter un signal suffisamment fort de l'émission des gaz en expansion de la nébuleuse planétaire. Ceux-ci sont ionisés (excités) par le rayonnement ultraviolet de l'étoile centrale, très chaude à (~40 000 °C), qui a créé cette nébuleuse en éjectant ces couches externes il y a peut-être 4000 ans. Comme démontré dans les documents de référence [4], il semble possible d'isoler suffisamment la lumière de l'hydrogène alpha et de l'oxygène doublement ionisé ([OIII]) émise par la nébuleuse planétaire K 648 pour arriver à la distinguer dans l'amas d'étoiles… en autant que le signal soit suffisamment fort pour que nos petits instruments puissent le détecter !



5 M15 : Hα – *IR Pass* (Vaudreuil)



6 M15 : (Hα – IR) + (OIII – IR) (Vaudreuil)

Résultats

Commençons par les résultats obtenus sur les images d'Yves Tremblay (images 1 à 4, page précédente).

Déjà on peut saisir des différences dans l'apparence d'une image à l'autre. Il est toutefois difficile d'identifier la nébuleuse planétaire K 648 sur ces images; il faut donc effectuer des réductions différentielles de celles-ci. On utilise l'image *IR Pass* (image 3) comme étant l'image du continu proche IR, pour la soustraire aux images d'émission Hα et [OIII] (images 2 et 4, respectivement). Les résultats sont intéressants sur les images obtenues (images 5 et 6, ci-dessus).

On constate immédiatement la présence de la nébuleuse planétaire K 648 : elle est juste au-dessus du noyau sur la gauche; il s'agit de la tache qui reste lumineuse dans le cœur de l'amas. Le centre du noyau reste lumineux, parce qu'il est surexposé sur certaines images

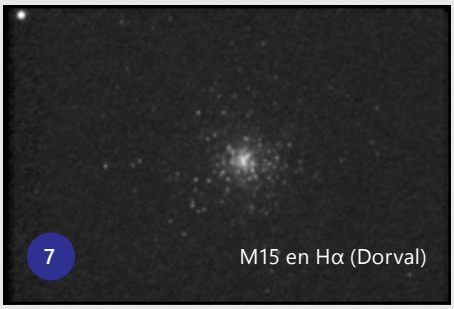
utilisées. Les bons observateurs vont constater que K 648 est aussi visible sur l'image visible (clair), et sur toutes les autres de cette série. Pour vraiment l'isoler, on a toutefois utilisé l'efficacité de l'imagerie différentielle sur des images qui présentent de l'émission particulière des gaz de cette nébuleuse.

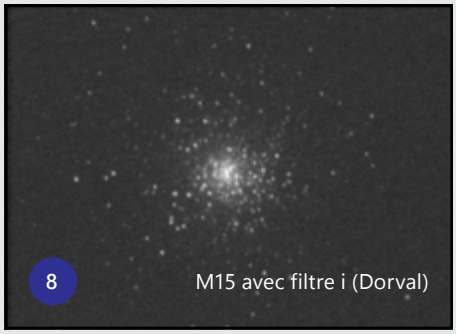
Passons maintenant au deuxième volet de expérience, réalisé à Dorval.

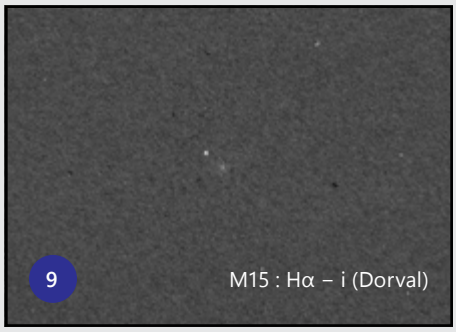
Nous avons utilisé la même stratégie, mais cette fois-ci un autre amas globulaire est pris comme témoin. L'amas globulaire M13 n'est pas réputé avoir de nébuleuses planétaires ; on estime donc qu'il ne devrait rien montrer sur des images différentielles semblables à celles prises pour M15.

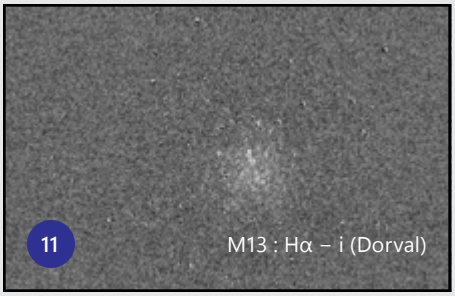
D'abord, il faut ici tenir compte du fait que l'orientation des images (prises de Dorval) est différente de celles prises par Yves Tremblay à Vaudreuil. Nous constatons encore une fois des résultats très impressionnants (images 7 à 9) ; ça ne fait aucun doute, la nébuleuse planétaire K 648 est bien détectée ! L'image en fausses couleurs (en bas à gauche, #10) nous permet de bien la situer (en rouge) sur les étoiles de fond de l'amas M15.

Notre amas globulaire de contrôle, M13, est bien sage ; on ne peut pas y distinguer de traces en émission d'une quelconque source du type de la nébuleuse planétaire K 648 de M15. L'image de l'amas M13 en hydrogène alpha, à laquelle on a soustrait le signal du filtre « i » (proche IR) en continuum, est l'image en bas à gauche (#11).


7 M15 en Hα (Dorval)


8 M15 avec filtre i (Dorval)


9 M15 : Hα – i (Dorval)


11 M13 : Hα – i (Dorval)

Conclusion

Les amas globulaires de notre galaxie, la Voie lactée, sont le siège des plus vieilles étoiles de la galaxie ; ces étoiles, âgées de près de 12 milliards d'années, sont presque aussi vieilles que l'Univers, dont on estime l'âge à ~13,7 milliards d'années. Les amas globulaires évoluent comme s'ils étaient des satellites de la Galaxie, dans le grand halo de celle-ci.

Notre cible, la nébuleuse planétaire Pease 1 (K 648), est une des rares NP que l'on puisse tracer dans des amas globulaires locaux, ce qui la rend encore plus intéressante à observer. Plusieurs difficultés rendent ces observations ardues. Pour nous, les contraintes étaient principalement la magnitude faible de K 648 et le grand nombre d'étoiles serrées dans le cœur de l'amas M15, qui le voile. Par contre, ce type d'objets gazeux émettent de la lumière qui leur est particulière, comme le [OIII] et le Hα, dont nous avons pu profiter.

Nos résultats sont donc concluants : nous sommes arrivés à détecter cette nébuleuse planétaire, même dans le ciel pollué de la banlieue de Montréal.

Références

La carte est produite par le logiciel Coelix de Jean Vallières : http://www.ngc7000.com/fr/coelix/

Merci à Claude Marcotte pour sa contribution à produire la carte de Pégase.

Carte générée avec le logiciel Cœlix de Jean Vallières · http://www.ngc7000.com/fr/coelix/

Époque 2000.0 | Zoom = 1 X

ANDROMEDA · PEGASUS · CYGNUS · DELPHINUS · EQUULEUS · AQUARIUS

Scheat · Matar · Sadalbari · Markab · Homam · Enif · Biham · Kitalpha · Sadachbia · Sadalmelik · Sadalsuud · Ancha

C 30 · N 7320 · C 33 · N 6995 · M 15 · M 2 · C 55 · M 73

+30° · +25° · +20° · +15° · +10° · +5° · 0° · −5° · −10° · −15°

350° · 340° · 330° · 320°

23h 20m · 23h 00m · 22h 40m · 22h 20m · 22h 00m · 21h 40m · 21h 20m

COELIX · www.ngc7000.com

Magnitudes stellaires

−1.5 · −1.0 · −0.5 · 0.0 · 0.5 · 1.0 · 1.5 · 2.0 · 2.5 · 3.0 · 3.5 · 4.0 · 4.5 · 5.0 · 5.5 · 6.0

Écliptique 240° · Équateur galactique 324° · Amas stellaires ouverts · Amas globulaires · Nébuleuses planétaires · Nébuleuses diffuses · Nébuleuses obscures · Galaxies · Quasars 3C 273.0 · Amas de galaxies Abell 179 · Étoiles doubles ou multiples · Étoiles variables YY AY RR V1149