J'aimerais savoir, le ciel et l'espace

…avec Gilbert St-Onge

…et Geneviève Dufresne

Nous présentons ici une première approche du format questions/réponses. Il s'agit de présenter à des débutants des explications de base concernant certaines connaissances que nous avons du monde céleste.

Les questions proviennent de personnes de tous âges.

La première question, double, provient de Geneviève Dufresne : *Quelle est la différence entre les galaxies et un univers ?* et *Combien peut-il y avoir de galaxies ?*

Pour débuter disons que les galaxies se trouvent à l'intérieur de l'Univers ; les premières galaxies s'y seraient formées à la fin du premier milliard d'années d'existence de notre Univers. Elles sont donc des composantes physiques de l'Univers observable.

Il y a plusieurs types de galaxies : on observe de belles galaxies elliptiques et spirales (ci-dessous, en haut et en bas, respectivement) dans notre environnement céleste, mais il existe aussi des galaxies dites irrégulières. Celles-ci ne sont peuvent être classées dans les deux autres principaux types. De nos jours, des études très pointues mettent en évidence de nouveaux types de galaxies.

Par définition, on peut dire qu'une galaxie est un objet céleste très étendu qui contient un grand nombre d'étoiles. Elles sont aussi composées de **matière interstellaire** (voir encadré page suivante), entre autres sous forme de grands nuages de gaz et de poussières. Comme exemple, prenons notre cas : nous vivons sur une planète, la Terre, qui se situe dans un système planétaire local associé à une étoile, le Soleil. Le Soleil se trouve dans une galaxie, la Voie lactée. Les étoiles se forment en grand nombre dans les galaxies ; notre propre galaxie, la Voie lactée, semble pouvoir contenir une ou deux centaines de milliards d'étoiles.

On peut observer la Voie lactée lors des belles nuits d'été, dans de **bonnes conditions** (voir encadré ci-dessous). Elle est la grande lueur pâle et mince qui traverse le ciel étoilé des campagnes, loin des lumières des villes. Il est difficile pour nous de saisir la forme et l'étendue de notre Galaxie, puisque l'on l'observe de l'intérieur ; elle est en fait une galaxie

Geneviève Dufresne est une horticultrice de métier. Elle a effectué des études universitaires en écologie, en biologie, et en administration des affaires. Sa participation à la chronique *J'aimerais savoir, le ciel et l'espace* vise à répondre aux questions d'un public tout-âge, tout-intérêt dans le domaine de l'astronomie.

◁ **Page précédente :** Messier 33, une superbe galaxie de type spirale, un peu comme la notre, par Yves Tremblay. Lunette EON120 de 120 mm (4¾") de diamètre ouverte à *f*/7,5 (F = 900 mm) sur monture HEQ5. Composition d'images prises avec une caméra QHY9 monochrome (capteur KAF8300) équipée de filtres Baader L, Hα, R, G et B. Le guidage fut assuré avec une caméra QHY5 installée sur un chercheur 9×50 mm à chaque 5 sec. La résolution de l'image originale est de 1,4"/pixel.

À gauche, image du haut : La galaxie NGC 4438, par Yves Tremblay. Image à grand champ d'une région de l'amas de galaxies de la constellation de la Vierge ; on voit aussi les galaxies des Yeux (NGC 4435 et NGC 4438, aussi désignées Arp 120). Mêmes données que pour l'image de M33, mais sans filtre Hα. Cliquer sur l'image pour voir une version plus grande ainsi qu'une version annotée.

À gauche, image du bas : Messier 82, une galaxie irrégulière, par Gilbert St-Onge et Lorraine Morin. Télescope Celestron C11 de 280 mm (11") de diamètre ouvert à *f*/10, le 16 novembre 1996.

Au conditionnel…

De bonnes conditions d'observations sont atteintes alors que le ciel est très sombre et sans nuages ou brume, donc très transparent et stable. Il faut donc éviter les lumières locales ou des villes et laisser le temps à nos yeux de s'habituer au noir — il faut demeurer environ 15 minutes dans un endroit sans lumières et bien sombre pour pouvoir vraiment apprécier le spectacle de la Voie lactée. On n'utilise pas de lampe de poche blanche ; on la couvre plutôt d'un couvercle rouge, juste assez transparent pour laisser passer un peu de lumière, et on l'utilise seulement au besoin, toujours pointée vers le sol.

Si la Lune est présente dans le ciel, elle contamine évidemment celui-ci de lumière ; il devient alors difficile de voir la Voie lactée avec la présence d'une grosse Lune.

La matière interstellaire

Dans le milieu interstellaire, on retrouve des éléments physiques sous forme atomique, parfois ionisée, et sous forme moléculaire. Certains éléments sont aussi présents sous forme de poussière. Le milieu interstellaire est aussi habité par des rayons cosmiques très énergétiques, par des champs magnétiques dont ceux des galaxies elles-mêmes, par le rayonnement électromagnétique dont la lumière des étoiles, etc.

Le terme « matière interstellaire » désigne les matériaux qui occupent l'espace entre les étoiles dans les galaxies et même l'espace autour, tout près des galaxies. On en détecte principalement dans les galaxies de types spirales et irrégulières, mais très peu dans les galaxies elliptiques. Ces matériaux sont très dominants sous forme de gaz, et d'un peu de poussière (environ 1 %). Les principaux gaz, comme l'hydrogène et l'hélium-4, proviennent des premiers moments de l'univers, alors que régnaient des températures extrêmes ; on nomme ce processus la nucléosynthèse primordiale. Les éléments (gaz) plus lourds (~2 %) ont comme principale origine les mécanismes d'évolution des étoiles, qui par des vents stellaires enrichissent le milieu interstellaire d'éléments plus complexes. Les étoiles en fin de vie, principalement les supernovas, jouent aussi un rôle de fabrique et de distributeur d'éléments lourds dans l'espace environnant ; le mouvement local de la galaxie fait ensuite migrer ces matériaux ailleurs dans la galaxie.

Les poussières sont de toute petite taille ; moins de un micron (un millionième de mètre). Elles sont souvent composées de carbone, de silicium, d'oxygène, etc. Elles proviennent de l'environnement des étoiles, principalement celles en phase géante ou supergéante rouge en fin de vie. À ce stade de leur évolution et aux stades qui suivent, les étoiles évacuent des poussières dans l'espace interstellaire immédiat ; celles-ci migrent par la suite avec les mouvements locaux de la galaxie parente.

Pour terminer, signalons que le milieu interstellaire est l'hôte de plusieurs phénomènes, dont certains peuvent être reliés au champ magnétique de la galaxie, aux nébuleuses de tous types, ou même — comme dans le cas de la formation des étoiles — aux grands nuages moléculaires dans les disques de galaxies, etc.

Amas de galaxies

Dans l'univers on détecte à grande échelle, des groupes de galaxies, comme notre groupe local qui contient ~30 galaxies. Puis il y a des amas de galaxies qui contiennent parfois des milliers de galaxies. Les galaxies d'un même amas sont tous reliés par les effets de la gravité qui tend à les regrouper. Les groupes et les amas de galaxies peuvent se regrouper en de grands ensembles qui peuvent atteindre des tailles de centaines de millions d'années-lumière, on parle alors de superamas de galaxies.

de type spirale, d'une très grande surface, et de l'ordre de 100 000 années-lumière de diamètre.

Enfin, les galaxies sont souvent regroupées en **amas de galaxies** plus ou moins importants. Notre propre Galaxie fait partie d'un petit amas que l'on nomme Groupe local et qui contient environ une trentaine de galaxies. Certaines de ces galaxies (nommées les Nuages de Magellan) sont des satellites de la Voie lactée ; elles sont un peu comme la Lune qui est le satellite naturel de la Terre…

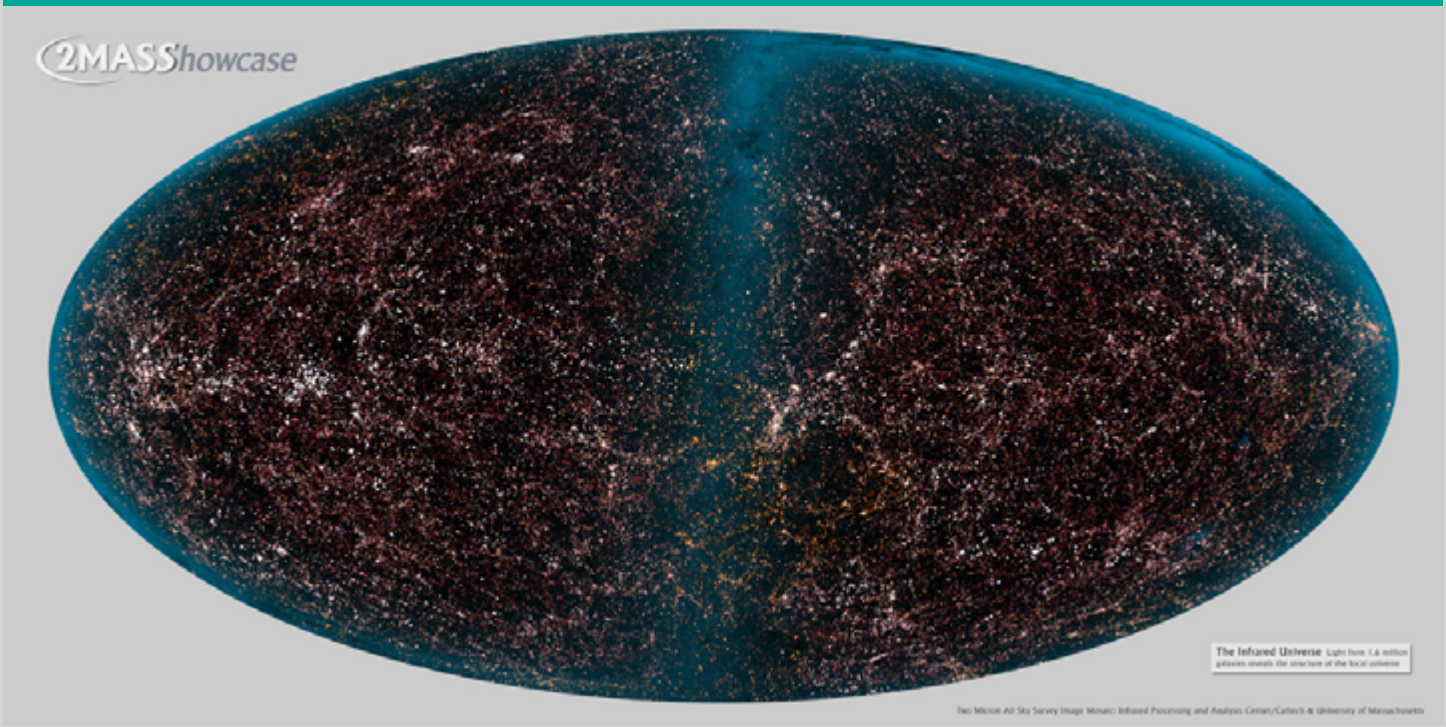
Il existe de très grands amas de galaxies, qui contiennent un très grand nombre de galaxies : des centaines, voire même des milliers de galaxies. Des simulations informatiques et des observations ont permis de mettre en évidence qu'à grande échelle, les amas de galaxies sont distribués dans l'Univers sur des patrons qui forment de grandes structures filamenteuses un peu comme des toiles d'araignée. Certains ont estimé que l'Univers pourrait contenir plus de cent milliards de galaxies !

Certaines situations physiques peuvent affecter l'apparence des galaxies. Simplement à cause du fait qu'elles sont souvent regroupées en amas, et sont donc assez près les unes des autres, certaines d'entre elles sont parfois perturbées au point de se déformer l'une et l'autre ! Bien sûr, il s'agit de distances immenses à l'échelle humaine, mais les galaxies ont des tailles et des masses gigantesques, donc à leur échelle la gravité peut agir avec efficacité et ainsi permettre des structures spectaculaires comme des ponts de matériaux et d'étoiles entre deux disques de galaxies en interaction gravitationnelle ; la galaxie **Messier 51 et son compagnon NGC 5195** (ci-dessus) en sont un bel exemple.

À nos latitudes nordiques, sous un bon ciel noir, loin des lumières des villes qui sont grandement responsables de la pollution lumineuse qui dégrade la qualité du ciel, on peut certainement voir deux galaxies à l'œil nu, et bien d'autres avec de simples jumelles. Il y a bien sûr notre propre galaxie, la Voie lactée, facile à voir par de belles soirées d'été. Plus tard à l'automne, la grande galaxie de la constellation d'Andromède, Messier 31, est bien visible. Il s'agit d'une galaxie spirale, observable sous la forme d'une tache pâle plutôt allongée dans la constellation d'Andromède. Pour les observateurs situés plus au sud, il est aussi possible d'observer les fameux

△ **Interaction entre deux galaxies ·** La galaxie Messier 51 et son compagnon, NGC 5195, par Yves Tremblay. Lunette EON120 de 120 mm (4¾") de diamètre ouverte à *f*/7,5 (F = 900 mm) sur monture HEQ5. Composition d'images prises avec une caméra QHY9 monochrome (capteur KAF8300) équipée de filtres Baader LRGB. Le guidage fut assuré avec une caméra QHY5 installée sur un chercheur 9×50 mm à chaque 5 sec.

▽ **Un million de galaxies ·** Cette image est un montage de plus d'un million de sources intenses sur le ciel; il s'agit de la distribution des galaxies dans notre environnement. Ces données proviennent du grand projet d'observation du ciel entier en infrarouge à la longueur d'onde de deux microns, le Two Micron All Sky Survey (2MASS). Sur cette figure, on peut bien voir la distribution des galaxies en amas et superamas, et les grandes structures en filaments de galaxies entre celles-ci. Crédit : 2MASS, T.H. Jarrett, J. Carpenter, et R. Hurt, Two Micron All Sky Survey. Atlas Image mosaic obtained as part of the Two Micron All Sky Survey (2MASS), a joint project of the University of Massachusetts and the Infrared Processing and Analysis Center/California Institute of Technology, funded by the National Aeronautics and Space Administration and the National Science Foundation.



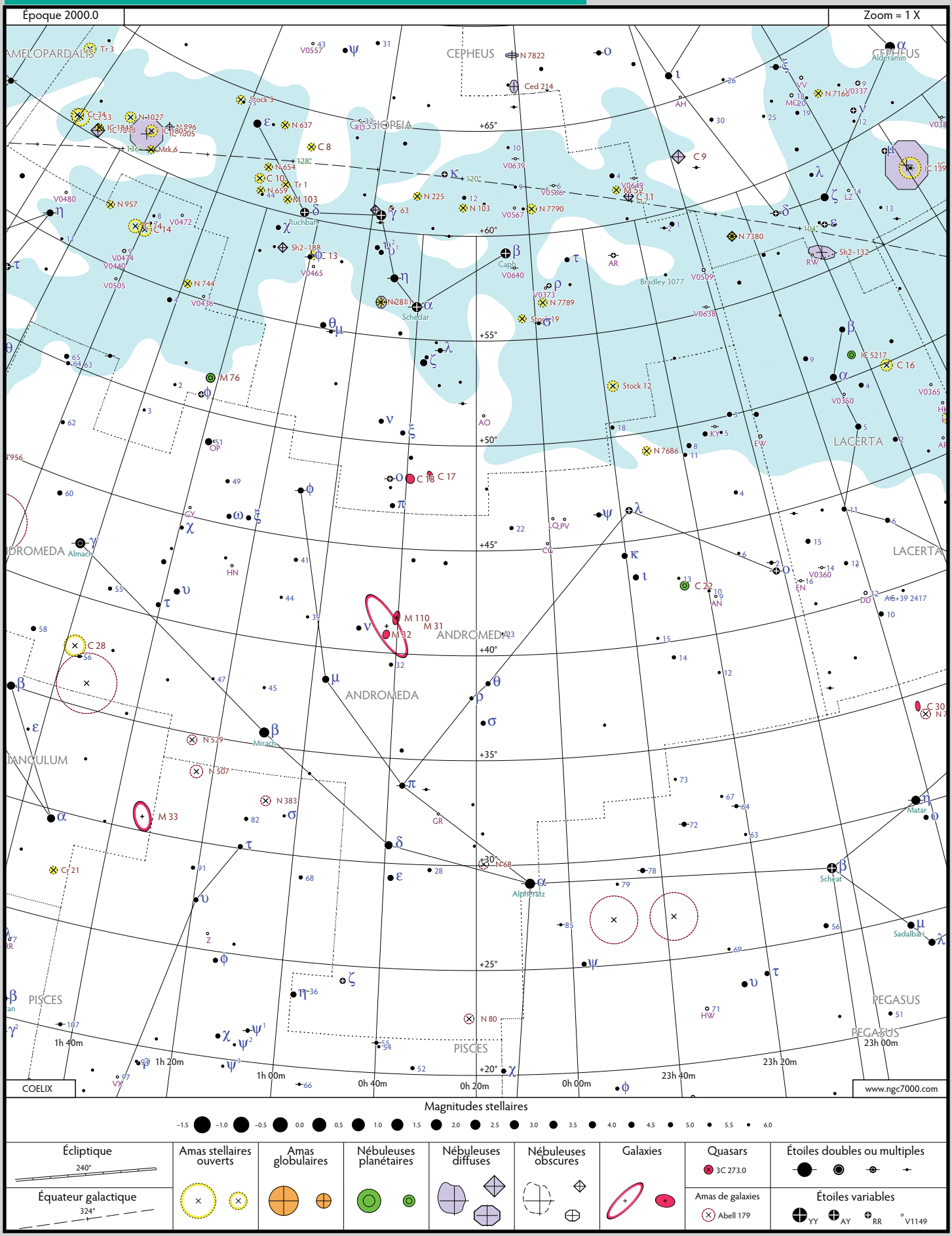
Δ La galaxie d'Andromède, Messier 31, par Yves Tremblay. Lunette SV80ED de 80 mm (3⅛") de diamètre ouverte à *f*/7 (F = 560 mm) sur monture HEQ5. Composition d'images prises avec une caméra QHY9 monochrome (capteur KAF8300) équipée de filtres Baader L, Hα, R, G et B. Le guidage fut assuré avec une caméra QHY5 sur un chercheur 9×50 mm à chaque 5 sec. La résolution de l'image originale est de 2"/pixel.

Nuages de Magellan, qui sont des galaxies satellites de la nôtre.

L'observation de cette région du ciel est possible tôt à l'automne, alors que la région d'Andromède se lève tôt à l'est en soirée ; à la fin d'aout, on peut déjà l'observer un peu après 21 h. Au début de la saison froide, en soirée, il est facile de reconnaitre le grand carré de Pégase. Celui-ci est haut dans le ciel dès 22 h à la fin d'octobre, et de plus en plus tôt en soirée alors que l'hiver arrive. Déjà à la fin de novembre, il est possible d'observer la galaxie d'Andromède très haut dans le ciel dès 19 h. La galaxie et la constellation d'Andromède peuvent s'observer jusqu'en février, alors qu'elle descendent à l'ouest vers 19 h.

La carte de la page suivante montre la région d'Andromède pour l'observation aux jumelles. Elle a été produite avec le logiciel Coelix de Jean Vallières (voir http://www.ngc7000.com/fr/coelix/index.htm) et son graphisme a été légèrement modifié pour utiliser la police de caractères Hypatia Sans Pro employée par *Astronomie-Québec*. Elle montre les étoiles jusqu'à la magnitude 6, qui est environ la limite qui peut être atteinte à l'œil nu sous un ciel bien noir, loin des lumières des villes, en l'absence de Lune, sans brouillard ni nuages.

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



On peut voir sur la droite de cette image, un peu au-dessus du centre, l'apparence qu'a la galaxie d'Andromède, Messier 31, dans un ciel bien noir lorsque observée à très grand champ.

L'image a été prise par Marjolaine Savoie au Domaine Saint-Bernard, près du mont Tremblant, le 27 septembre 2013 à 22 h 50. Caméra Nikon D90 en *piggyback* sur une monture guidée HEQ5, ISO 800, lentille 18 mm à *ƒ*/3,5, temps de pose de 5,6 minutes.

Commentaire de Geneviève Dufresne :

À la lecture de votre texte, je suis venue à la réflexion suivante. Il est vraiment intéressant de constater à quel point l'Univers est vaste. De plus, j'ai aimé apprendre qu'il existe différents types de galaxies et qu'il pourrait y en avoir jusqu'à 100 milliards ! C'est pour dire à quel point nous sommes petits dans cet Univers !

Références :

ST-ONGE, Gilbert et Lorraine MORIN. *Étude des bras spiraux des galaxies de type Sc, 1995-1996.* CDADFS de Dorval · http://www.astrosurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/xgalaxies/xgalaxies_sc.htm

Wikipédia. *Les grains de poussière interstellaire* · http://fr.wikipedia.org/wiki/Poussi%C3%A8re_interstellaire

ESSLINGER, Olivier. *Les poussières interstellaires.* Astronomie et Astrophysique · http://www.astronomes.com/la-voie-lactee/poussiere-interstellaire/

Observatoire de Paris. *Le milieu interstellaire.* Astronomie et Mécanique Céleste · http://media4.obspm.fr/public/AMC/pages_interstellaire/impression.html

Wikipédia. *Milieu interstellaire* · http://fr.wikipedia.org/wiki/Milieu_interstellaire

ESSLINGER, Olivier. *Les superamas et la structure à grande échelle.* Astronomie et Astrophysique · http://www.astronomes.com/les-galaxies/superamas-structure-grande-echelle/

ESSLINGER, Olivier. *La nucléosynthèse primordiale.* Astronomie et Astrophysique · http://www.astronomes.com/le-big-bang/nucleosynthese-primordiale/

ST-ONGE, Gilbert et Pierre BASTIEN. *Une étude des nébuleuses bipolaires associées aux étoiles jeunes, 1996-1997.* CDADFS de Dorval · http://www.astrosurf.com/stog/Travaux-Recherches-%c9tudes/xnebuleuses/xnebuleuses.htm

DUPLESSIS, Claude. *Projet d'observation : Parcourir le ciel* · http://www.cielnoir.net/

NASA. « Elliptical Galaxy M87 ». *Astronomy Picture of the Day* 2006 May 20 · http://apod.nasa.gov/apod/ap060520.html

NASA. « One Million Galaxies ». *Astronomy Picture of the Day* 2010 December 27 · http://apod.nasa.gov/apod/ap101227.html

Remerciement :

Merci à Claude Marcotte pour avoir produit la carte avec Coelix.

▽ L'Aigle et le cœur de la Voie lactée. L'image a été prise par Marjolaine Savoie au Domaine Saint-Bernard, près du mont Tremblant, le 4 septembre 2013 à 21 h 40. Caméra Nikon D90 en piggyback sur une monture guidée HEQ5, ISO 800, lentille 18 mm à *f*/3,5, temps de pose de 13,6 minutes.