

**VOYAGE
DANS
L'ESPACE**

Épisode

11

LA VOIE LACTÉE



Notre terrain de jeu

Le balado et les fascicules

Depuis janvier 2018, Claude Lafleur et Mathieu Rancourt produisent un balado consacré à l'exploration de l'espace. Intitulé *Voyage dans l'espace*, il est diffusé sur la plate-forme soundcloud.com. Chaque épisode vous fait parcourir une dimension particulière, qu'il s'agisse de l'exploration d'une planète, de la recherche de vie dans l'Univers ou de l'aventure des astronautes et de ceux et celles qui rêvent d'espace.

Pour chaque balado, ils préparent un exposé détaillé, sous forme de questions/réponses. Ils publient ces exposés sous forme de fascicules pdf, comme celui-ci. Il s'agit donc d'une conversation entre l'animateur de *Voyage dans l'espace*, Mathieu, et le passionné d'espace, Claude.

Notez que le balado diffusé s'inspire librement des questions/réponses préparées à cet effet. Le texte qui suit n'est pas un verbatim de l'émission, mais plutôt une autre version; le balado et ce fascicule se complètent l'un et l'autre.

Tous les fascicules sont offerts aux abonnés du balado *Voyage dans l'espace*, abonnement au coût de 5\$/mois, via la plate-forme patreon.com.

Mathieu Rancourt est géographe et professionnel de recherche au Centre de recherche du CHUM. **Claude Lafleur** est journaliste scientifique qui suit au quotidien depuis cinquante ans les péripéties de l'exploration spatiale.

L'équipe des fascicules:
Rédaction: Claude Lafleur
Couverture: Mathieu Rancourt
Illustrations: NASA, Robert Gendler

Balado: <https://soundcloud.com/voyage-danslespace/>
Abonnement:
<https://www.patreon.com/voyagedanslespace>
Facebook: <https://www.facebook.com/voyagedanslespace/>

Courriel: claude-lafleur1@videotron.ca

© Copyright, Claude Lafleur, 2018

Nous vous encourageons à diffuser ce document (fichier .pdf ou imprimé) en autant que celui-ci soit diffusé dans son intégralité et que cette diffusion n'implique pas d'échange d'argent (vente ou autre).

Nous encourageons particulièrement les enseignants à utiliser ce document en classe, en tout ou en partie. Nous désirons ainsi les encourager à partager les merveilles de la science et du monde dans lequel nous vivons.

ISBN 978-2-923275-52-9 (pdf)
ISBN 978-2-923275-53-6 (kindle)
Dépôt légal: Bibliothèque du Canada,
2018



La Voie lactée

Notre terrain de jeu

Écoutez le balado *La Voie lactée* diffusé le 24 juin 2018.

Les beaux jours d'été approchant, on imagine que vous aurez bientôt le bonheur d'observer le firmament. Avec un peu de chance et de bonnes conditions météo, vous verrez plusieurs centaines d'étoiles briller au ciel. Quel spectacle enchanteur, n'est-ce pas?

Depuis la nuit des temps, nous sommes fascinés par ce qui brille au-dessus de nos têtes (photo ci-haut). De tout temps, on se pose mille et une questions, notamment à quelle distance se trouvent les étoiles. Ce n'est que depuis deux siècles seulement qu'on connaît la réponse à cette question, n'est-ce pas Claude?

Pour sûr que le ciel nous fascine depuis toujours... Ça fait toujours rêver d'admirer la voûte céleste par un beau soir d'été. Aujourd'hui, on sait que ce

qu'on y observe, ce sont des étoiles semblables au Soleil, mais qui sont formidablement loin de nous.

Et voilà qu'à présent, on se questionne quant à la présence de planètes autour de ces étoiles. Il se pourrait même qu'il y ait des planètes habitées autour de certaines des étoiles qu'on voit briller par un beau soir d'été... mais lesquelles?!

Le firmament n'a donc jamais fini de nous fasciner. Et tout ce qu'on y voit fait partie de notre galaxie, la Voie lactée.



Notre galaxie, la Voie lactée, un îlot cosmique composé de centaines de milliards d'étoiles.

On sait aussi – mais que depuis très peu de temps – que notre galaxie ne constitue qu'une infime parcelle de l'Univers, puisque celui-ci se compose de *milliards* de galaxies... sinon même de centaines de milliards!

Ce n'est que depuis peu qu'on a pris conscience de ce fait, vraiment?

Eh oui. Il est étonnant de penser que si on retournait cent ans en arrière – si vous consultez des manuels d'astronomie publiés avant 1925 – vous découvrirez

qu'à l'époque, on considérait que l'Univers n'était formé que d'*une* galaxie, la nôtre.

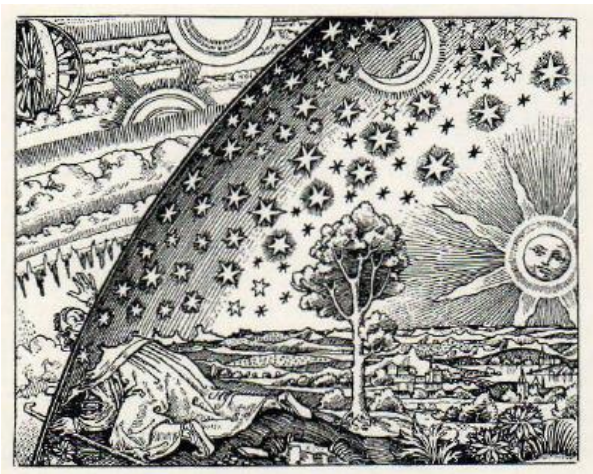
C'est dire les bonds prodigieux qu'ont fait nos connaissances astronomiques en moins d'un siècle. Le fait est que nos grands-parents n'imaginaient pas l'immensité de l'Univers dans lequel nous sommes.

Et c'est de cela dont nous allons parler aujourd'hui: de notre tout petit coin d'Univers qu'on appelle la Voie lactée.

Thème 1

Une traînée de lait

Comme nous le disions en début de balado, on s'est longtemps demandé à quelle distance se trouvent les étoiles qu'on observe au firmament. Se trouvent-elles toutes à la même distance, telles de petites lumières de Noël piquées sur une toile – sur une voûte céleste – comme on l'a longtemps imaginé? Ou se trouvent-elles à des distances différentes les unes des autres et par rapport à nous?



Durant des millénaires, on a imaginé que les étoiles qu'on voit au firmament étaient piquées sur une sorte de dôme, la voute céleste, telle que représentée ici sur cette ancienne gravure.

En fait, la question qu'on s'est longtemps posée était: s'agit-il de petits points lumineux pas très hauts dans le ciel, ou des objets de grande taille mais situés à grande distance de nous?

Évidemment, nous, nous savons que les étoiles sont de gigantesques astres situés à grande distance. Mais avez-vous *une idée* – un ordre de grandeur – quant à la distance qui nous sépare des étoiles qu'on observe à l'œil nu?

Oui, nous vous posons la question: à quelle distance, *grosso modo*, estimez-vous que se trouvent les étoiles qu'on voit? Si on prend comme unité de mesure la distance Terre-Soleil, d'après vous, les autres étoiles se trouvent-elles... à des *milliers* de fois plus loin, à des *millions* de fois ou à des *milliards* de fois plus loin de nous que le Soleil?

Pensez-y deux secondes...

Qu'en penses-tu Claude? À quelle distance se trouvent les étoiles qu'on voit briller au firmament?

Je serais bien curieux de savoir combien d'auditeurs et d'auditrices ont esquissé la bonne réponse... (Et rassurez-vous, je ne connaissais pas la réponse avant de l'avoir calculé pour les besoins de ce balado.)

Grosso modo, on peut considérer que les étoiles qu'on observe au firmament se trouvent un million de fois plus loin de nous que le Soleil.

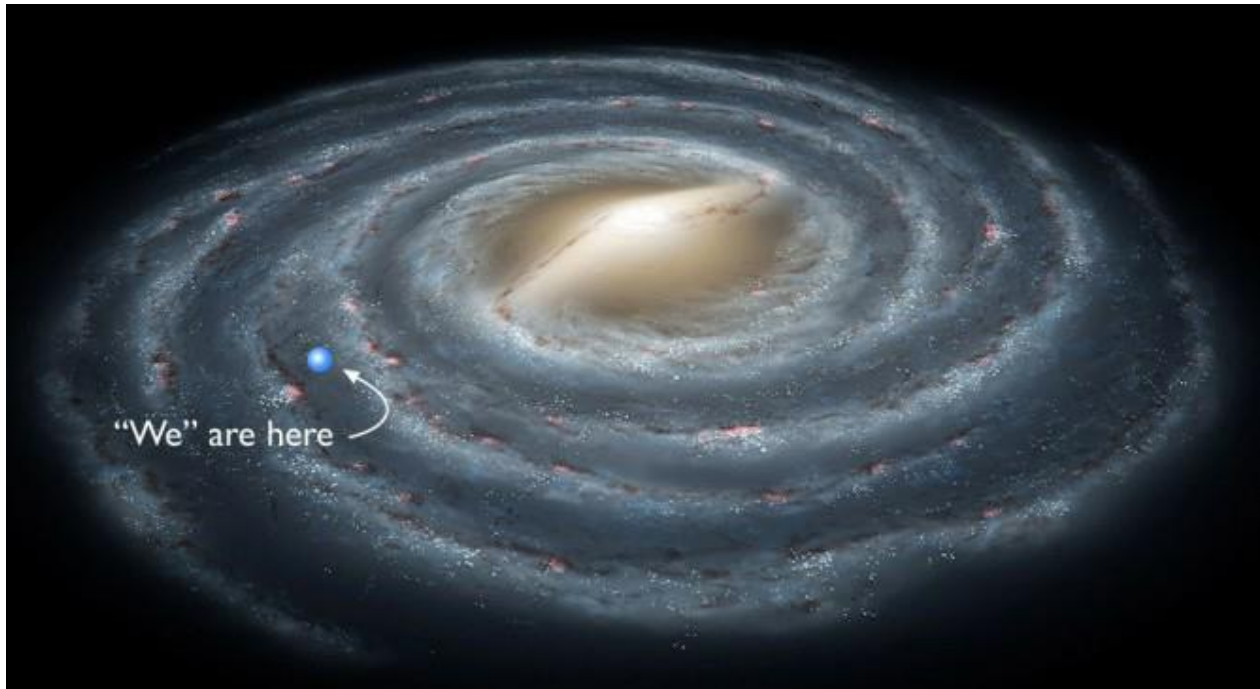
En fait, l'étoile la plus proche, Proxima du Centaure, se trouve 300 000 fois plus loin de nous que le Soleil. Mais ça, c'est pour la plus proche, puisque les autres se trouvent aisément à un million de fois ou plus de nous que le Soleil.

En pratique, on calcule la distance nous séparant des étoiles en termes d'année-lumière. C'est-à-dire: la distance que parcourt un photon de lumière durant une année, en filant à l'incroyable vitesse de 300 000 kilomètres à *la seconde*. Ce qui équivaut à près de 10 000 milliards de kilomètres.

Proxima du Centaure se trouve à 4,2 années-lumière de nous, tandis que la plupart des étoiles du firmament se trouvent à une dizaine, voire à des dizaines d'années-lumière de nous.

C'est tout de même épatant de penser que les étoiles qu'on voit briller au firmament sont des millions de fois plus loin de nous que le Soleil. Et ça, c'est pour les étoiles les plus proches de nous, n'est-ce pas?

Eh oui, car il faut savoir que notre galaxie se compose de centaines de milliards d'étoiles. Il y a donc quantité d'étoiles beaucoup plus distantes de nous, qui se trouvent à des centaines, voire à des milliers de fois plus loin que celles qu'on voit à l'œil.



Notre galaxie est un disque plat formé de centaines de milliards d'étoiles qui constituent de longs bras spiralés. Nous, nous habitons l'un de ces bras (celui d'Orion), en périphérie.

Et ces étoiles font toujours partie de notre galaxie. Mais qu'est-ce au juste qu'une galaxie, comment la définit-on?

Bonne question. Ce qu'on a découvert au cours du dernier siècle, c'est que l'Univers se compose de ce qui ressemble à des «îles cosmiques» flottant dans une immensité de vide sidéral.

La plupart de ces îles prend la forme d'un disque, d'un disque qui a plus ou moins les proportions d'un CD. C'est ainsi que, dans le cas de notre galaxie, ce disque mesure environ 150 000 années-lumière de diamètre mais n'a qu'une épaisseur de 1000 années-lumière.

Notre galaxie est cent fois plus mince que large. Il s'agit donc d'une structure circulaire extrêmement mince, comme un CD. Et ce disque, cette structure, se compose de milliards d'étoiles, n'est-ce pas?

En effet, on estime que notre galaxie comporte au moins 200 milliards d'étoiles, peut-être même 400 milliards ou plus.

J'ouvre ici une parenthèse: au cours de ce balado, nous allons souvent parler de «gros nombres»: de mille, de million et de milliards (d'étoiles, d'années-lumière, etc.). Il n'est toutefois pas facile de se représenter la différence qu'impliquent ces nombres.

Évidemment, un sait qu'un million, c'est mille fois plus grand que mille et qu'un milliard, c'est mille millions. Mais cela représente quoi au juste?

Pour vraiment réaliser la différence entre mille, million et milliard, retenez bien ceci:

- mille secondes correspondent à un quart d'heure,
- un million de secondes correspondent à deux semaines, et
- un milliard de secondes correspondent à 32 ans.

Mais nous, nous n'en voyons que quelques milliers à l'œil nu! Où sont les autres?

Le problème, c'est que les autres étoiles se trouvent beaucoup trop loin de nous pour être visible à l'œil nu. Bien sûr, si on utilise des jumelles ou un télescope, on en verra bien davantage ... un nombre d'étoiles d'autant plus grand que nos jumelles ou notre télescope sera puissant.

Et il y aussi la bande blanchâtre que, dans de bonnes conditions d'observation, on voit traverser le firmament d'un horizon à l'autre (du nord-est jusqu'au sud-ouest). De quoi s'agit-il?

Les Grecs de l'Antiquité pensaient qu'il s'agissait d'une coulée de lait maternel, du lait qui aurait jadis coulé du sein d'une déesse. (On avait beaucoup

d'imagination dans l'Antiquité!) Les Grecs ont donc baptisé cette bande blanchâtre la Voie lactée – la coulée de lait.

Et ce n'est qu'en 1610 que le célèbre astronome Galilée a eu l'idée d'observer cette «traînée de lait» au télescope. Il a alors découvert qu'elle était faite d'un nombre incalculable d'étoiles – toutes trop loin de nous pour être perceptibles à l'œil nu. Ces étoiles constituent l'essentiel de la galaxie, et se comptent en réalité en termes de milliards. Il s'agit du disque de la galaxie qu'on observe de côté... comme lorsqu'on regarde un CD par la tranche.

On a d'ailleurs une image formidable qui montre ce disque, n'est-ce pas?

Oui. L'article de Wikipédia sur la Voie lactée présente une image très impressionnante de la Voie lactée:



Lorsque vous et moi, on regarde le ciel, on ne perçoit qu'une portion de cette bande. Et puisque la Voie lactée traverse le ciel du pôle nord jusqu'au pôle sud, il faut parcourir les deux hémisphères pour la voir dans sa totalité. Ici, Wikipédia publie un photomontage recréant toute la Voie lactée. On distingue alors clairement la forme de disque que prend notre galaxie.

Nous habitons donc une galaxie nommée Voie lactée aux proportions d'un gigantesque CD. Et comme on en a déjà parlé dans des balados précédents, la Terre gravite autour du Soleil, formant avec les autres planètes le Système solaire. Où donc le Système solaire se situe-t-il sur ce CD?

Bien sûr, nous habitons au cœur de la Voie lactée, mais les étoiles sont si dis-

tant les unes des autres qu'on a l'impression d'être dans un espace quasiment vide.

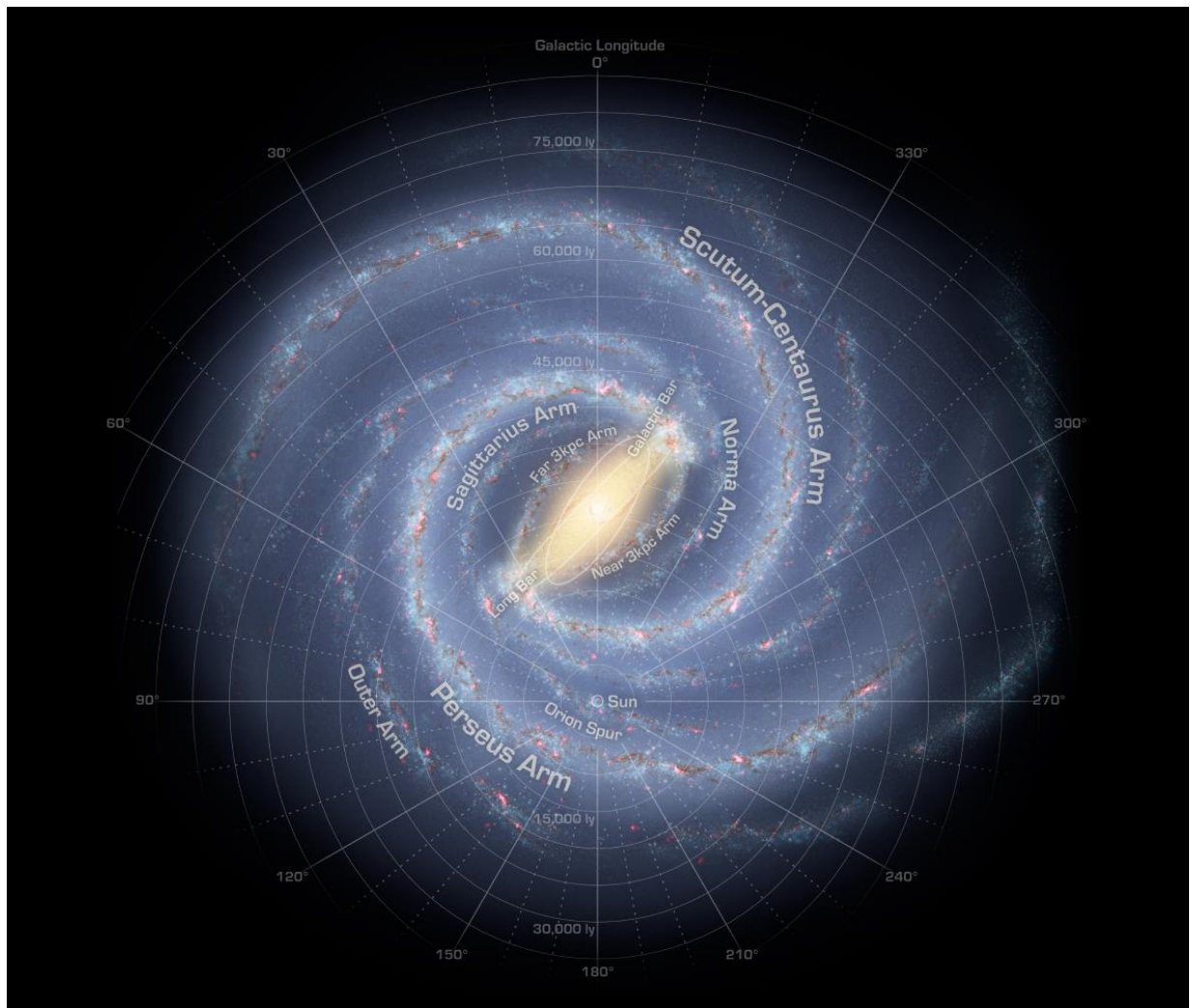
En réalité, nous habitons en périphérie du centre du disque – à peu près à mi-chemin entre le centre et le bord – où il y a relativement peu d'étoiles. En fait, plus on s'approche du centre, plus la densité d'étoiles augmente.

On est comme en banlieue d'une grande ville; et plus on s'éloigne du centre-ville, plus la densité de population diminue?

Exactement. On pourrait presque dire qu'on habite dans la deuxième cou-

ronne d'une grande ville! Pour ceux et celles qui sont familiers avec la région de Montréal, disons que notre Système solaire se trouve au nord de Laval ou au sud de Longueuil (dans ce qu'on appelle la deuxième couronne)!

Une vision exceptionnelle de la Voie lactée



Ce n'est que depuis une vingtaine d'années que nous possédons une idée assez précise de la forme de notre galaxie. Il s'agit d'un disque qui fait quelques 150 000 années-lumière de diamètre et constitué de 200 à 300 milliards d'étoiles. Ces étoiles forment de majestueux bras spiralés. Le centre de la galaxie est un noyau d'une dizaine de milliers d'années-lumière de diamètre et au cœur duquel se trouve un trou noir super massif (et une kyrielle de plus petits). Et nous, nous habitons en banlieue, à quelques 26 années-lumière du centre (le cercle en dessous du noyau).

Thème 2

De la science par la fenêtre

Claude, Wikipédia nous indique que: «La Voie lactée, aussi nommée la Galaxie (avec un G majuscule), est une galaxie spirale barrée dont le diamètre est le plus souvent estimé à entre 150 000 et 200 000 années-lumière. Elle comprend de 100 à 400 milliards d'étoiles.»

Voilà des imprécisions qui m'étonnent un brin: diamètre *estimé* à entre 150 000 et 200 000 années-lumière d'une galaxie qui serait formée de 100 à 400 milliards d'étoiles...

Comment se fait-il qu'on ne connaisse pas notre galaxie avec plus de précision?

C'est une bonne question, d'autant plus qu'on connaît souvent mieux les galaxies voisines que la nôtre. Ces imprécisions viennent du fait que nous cherchons à décrire quelque chose à l'intérieur duquel nous nous trouvons.

Le défi qui se pose à nous – le défi que doivent relever les astronomes – est le suivant: imaginez que vous habitez une maison, une maison de laquelle vous ne pourrez jamais sortir. Vous regardez à l'extérieur par une fenêtre de la maison, en tentant d'imaginer le monde qui vous entoure.

Bien sûr, vous voyez assez facilement les maisons voisines. Vous voyez aussi des arbres, votre rue, des piétons et des véhicules qui passent... Avec le temps, vous comprenez qu'il y a autour de vous des centaines, voire des milliers de maisons (que vous ne pouvez voir)... Vous comprenez aussi que vous habitez une rue faite de maisons en rangée... Vous comprenez

qu'il existe quantité d'autres rues... Vous en venez même à concevoir que vous habitez une ville... une ville qui se trouve en banlieue d'une autre grande ville...

Mais jamais, jamais vous ne pourrez sortir de votre maison pour aller explorer les environs. Jamais vous ne pourrez explorer les autres rues, et encore moins parcourir l'ensemble de la ville où votre maison se trouve... et encore moins la grande ville que vous savez exister au loin.

Or, c'est la situation dans laquelle nous nous trouvons lorsque, depuis la Terre, nous cherchons à déterminer à quoi ressemble notre galaxie.

Mais heureusement, les astronomes sont des gens astucieux et ils possèdent une foule d'outils. Ils n'ont pas que leurs yeux – leurs yeux nus, comme nous – pour étudier le voisinage depuis leur fenêtre astronomique.

En fait, ça été le cas durant des millénaires; les astronomes de l'Antiquité n'avait aucun instrument pour observer l'Univers (autrement que leurs yeux) et c'est pourquoi ils n'avaient qu'une vague idée de l'Univers qu'ils avaient sous les yeux.

Ce n'est que très récemment – que depuis quelques siècles, sinon même que depuis un siècle seulement – que nous disposons de puissants outils pour parvenir à cerner l'Univers autour de nous.



La Voie lactée vue depuis la Terre; les Grecs pensaient qu'il s'agissait d'une coulée de lait.

Et quels sont ces instruments? De puissants télescopes sans doute...

Oui, bien sûr des télescopes, et des télescopes de plus en plus puissants. Mais je dirais surtout que l'instrument le plus puissant que nous possédons, c'est la Science, c'est-à-dire notre capacité à analyser objectivement le monde qui nous entoure. D'abord notre capacité à observer le monde autour de nous, puis celle de concevoir des hypothèses pour rendre compte de nos observations, et enfin, pour vérifier si nos hypothèses concordent avec la réalité qu'on perçoit.

Or, on prend la Science pour acquise de nos jours – la méthode scientifique nous semble souvent complexe et même parfois un peu «casse-pied» –, pourtant c'est un formidable outil pour cerner le monde dans lequel nous vivons.

Et parmi les outils concrets que la science met à notre disposition, il y a les mathématiques...

Ah oui, les mathématiques, ça aussi, c'est un peu «casse-pied»! Mais c'est surtout un formidable outil pour comprendre le monde dans lequel nous vivons.

Ainsi, dans le cas de l'étude de notre place dans l'Univers, les astronomes ont bénéficié des formidables travaux réalisés par Copernic, Kepler, Newton, Einstein... et j'en passe. Mathématiques et

astronomie vont toujours de pair, aujourd'hui encore.

Retenons surtout que c'est grâce à ces outils qu'on peut, tout en demeurant enfermés à jamais dans notre maison cosmique (la Terre), décrire la galaxie dans laquelle nous nous trouvons... et que jamais nous verrons.

Il faut dire aussi que nous avons largement bénéficié de l'observation des autres galaxies pour comprendre comment est faite la nôtre. Mais cela, c'est très récent, n'est-ce pas?

Étonnamment récemment, en effet. Pour comprendre, il faut remonter à trois siècles.

Ainsi, au cours des années 1700, les télescopes devenant de plus en plus puissants, les astronomes ont progressivement compris que ce qui brille au firmament, ce sont des étoiles semblables au Soleil. Ils ont compris que ces étoiles formaient une vaste structure qu'ils ont appelé la Galaxie (avec un G majuscule).

Les astronomes de l'époque notaient aussi ça et là – et c'est important de le dire – qu'il y avait des «nébuleuses». C'est-à-dire des taches floues qui n'avaient pas l'apparence d'étoiles. Même aux yeux des plus puissants télescopes de l'époque, on n'arrivait pas à distinguer de quoi étaient faites ces nébuleuses.



Une trentaine de la centaine des nébuleuses répertoriées par Charles Messier, telles que photographiées par le télescope Hubble. À l'époque de Messier, on ne voyait que des taches floues.

Un astronome français, Charles Messier, les a répertoriées soigneusement en 1777. Il faut savoir que Messier s'intéressait à l'étude et à la découverte de nouvelles comètes que souvent on les confondait avec les nébuleuses – toutes deux ayant des apparences floues. Il a donc conçu une liste d'une centaine de nébuleuses afin d'éviter de les prendre pour de nouvelles comètes. (Pour lui, les nébuleuses étaient une nuisance.)



Charles Messier (1730-1817) et Edwin Hubble (1889-1953)

Durant longtemps, les nébuleuses sont donc demeurées des objets... nébuleux. Ce n'est que dans les années 1920 que l'astronome américain Edwin Hubble

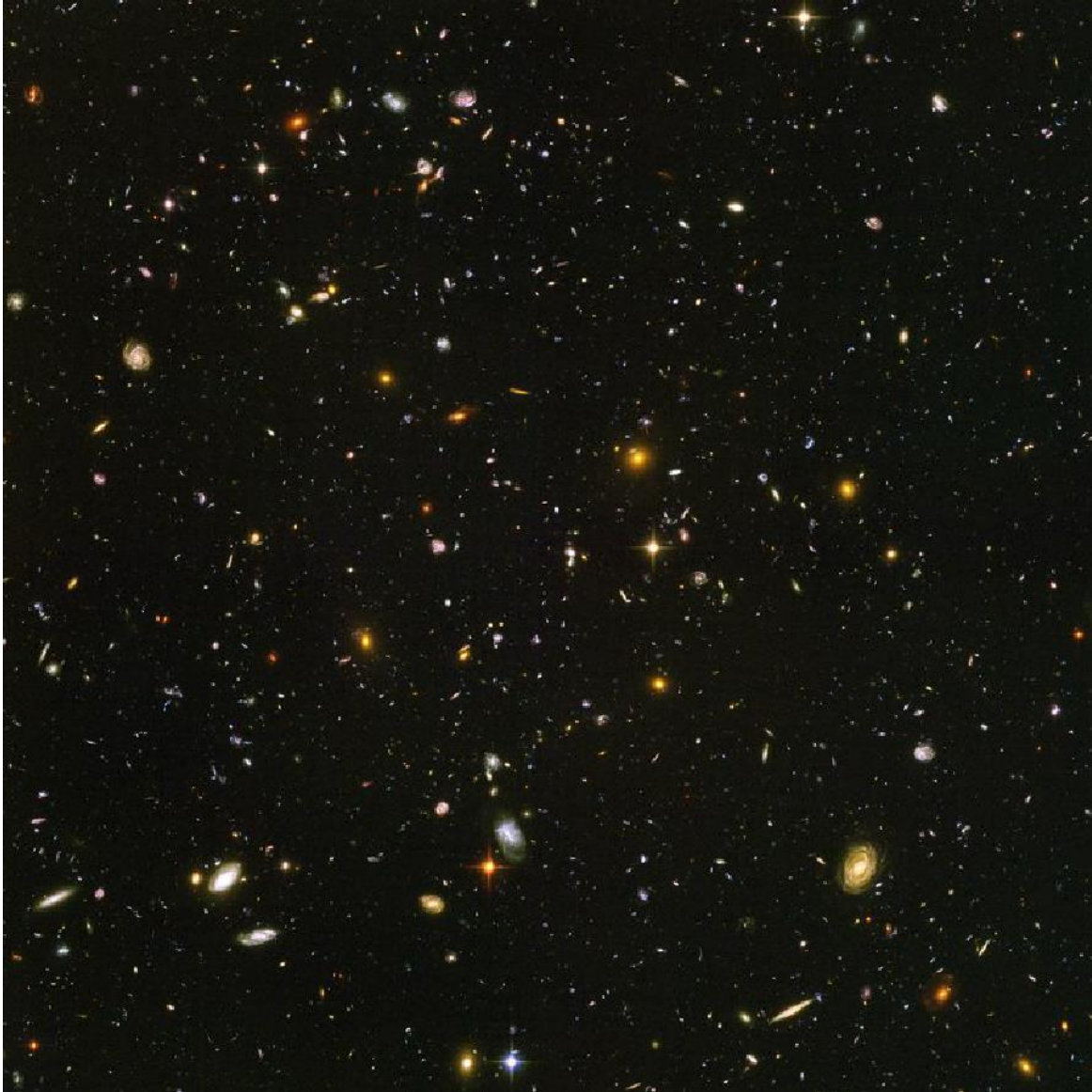
a finalement mis au jour leur véritable nature: plusieurs des nébuleuses répertoriées par Messier... sont en réalité des galaxies... donc des «îles cosmiques» faites de milliards d'étoiles et perdues dans l'immensité de l'Univers.

Du coup, l'Univers venait de prendre une prodigieuse expansion. Dans un premier temps, on a pensé que l'Univers était constitué d'un certain nombre de galaxies – des dizaines, des centaines, des milliers? Or, les plus récentes observations estiment le nombre total de galaxies constituant l'Univers à 200 milliards... sinon même dix fois plus!

Et tout ça, ça remonte à moins de 90 ans... grâce à M. Hubble?

Eh oui. Et pour ceux et celles qui se demanderaient s'il y a un lien entre monsieur Hubble et le télescope spatial du même nom; eh bien oui, le plus célèbre télescope du monde a été baptisé en l'honneur de l'astronome qui a fait éclater l'Univers.

10 000 galaxies dans une tête d'épingle



En 2004, le télescope Hubble a pris une photo de très haute résolution d'une parcelle du firmament qui correspond à la tête d'une épingle. Or, cette photo fait voir 10 000 galaxies de toutes tailles, de toutes formes, de toutes couleurs et de tous âges. Certaines existent depuis plus de 12 milliards d'années, d'autres depuis moins d'un milliard... Si l'Univers renferme un aussi grand nombre et une aussi grande diversité de galaxies dans une si petite portion de firmament, imaginez ce qu'il contient dans sa globalité.

Thème 3

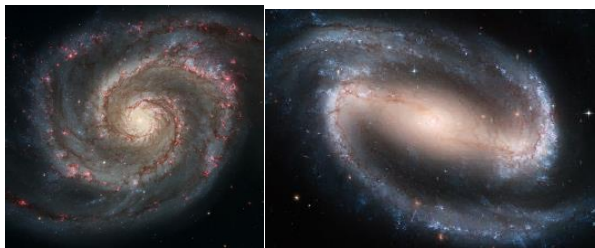
Anatomie de la Voie lactée

Nous avons tous à l'esprit, j'imagine, la forme type d'une galaxie: un disque plat qui revêt souvent les apparences d'une majestueuse spirale.

Est-ce le cas de notre Voie lactée, s'agit-il d'une galaxie spirale?

Il y a deux grands types de galaxie spirale. (Et d'autres formes de galaxie...) Il y a d'abord les galaxies qui ont un noyau central – un bulbe – duquel émanent des bras qui se recourbent pour former de belles spirales. Ce sont les galaxies spirales qu'on a généralement en tête.

Mais il y aussi les galaxies dites «barrées». C'est-à-dire que leur bulbe central est traversé par une immense barre duquel émanent, à chaque extrémité, des bras qui se recroquevillent en spirale.



Exemple de galaxies en spirale et barrée.

Ces barres, comme les bras en forme de spirale, sont constitués d'un nombre incalculable d'étoiles.

C'est apparemment la forme de notre galaxie; la Voie lactée serait une galaxie barrée. Je dis bien «serait apparemment» puisque, comme nous sommes à l'intérieur, on ne peut voir clairement cette barre d'où origineraient des bras

spirales. C'est dire qu'au sein de la communauté astronomique, certains doutent de la forme exacte de notre galaxie.

Ce n'est d'ailleurs que très récemment – dans les années 1990 – que les astronomes ont convenu que la Voie lactée serait une galaxie spirale barrée, plutôt qu'une galaxie spirale.

Les astronomes nous avertissent d'ailleurs que: «La structure en spirale de la Voie lactée est hypothétique et aucun consensus ne s'est dégagé sur la nature des bras spiraux.»

Et combien mesure tout ça?

Notre galaxie est un disque plat qui mesure environ 150 000 années-lumière de diamètre. Le noyau central (le bulbe) mesurerait 10 000 années-lumière.

Quant à la barre qui traverse le bulbe, on estime qu'elle mesurerait entre 16 000 et 32 000 années-lumière de long – cette imprécision témoigne bien de l'état de nos connaissances (ou plutôt: de notre ignorance).

Et nous, dans notre Système solaire, nous nous situons en périphérie. A quelle distance sommes-nous du centre de la galaxie?

Nous nous trouvons à environ 26 000 années-lumière du centre. Si on considère que le rayon de la galaxie mesure

environ 75 000 années-lumière – la moitié du diamètre de 150 000 a.l. de la galaxie –, on se situe donc à peu près au tiers entre le centre et le bord de la galaxie.

Évidemment, plus on se rapproche du centre, plus il y a «du monde» – plus les étoiles sont en quantité – alors que plus on s'éloigne, moins il y a d'étoiles. On se retrouve par conséquent dans une zone relativement peu peuplée de la galaxie.

Quel âge à notre galaxie?

Difficile à dire, puisque les étoiles qui composent la Voie lactée n'ont pas le même âge.

On aurait repéré, au centre de la galaxie, des étoiles vieilles de 13 milliards d'années, soit à peu près l'âge de l'Univers. Par contre, notre Soleil avoisine les 5 milliards d'années, alors qu'en ce moment même, de nouvelles étoiles sont en train de naître...

On a vu que la Voie lactée se compose de centaines de milliards d'étoiles, mais il y a aussi autre chose?

Oh oui. En fait, les étoiles constituent la portion la plus visible de la matière qui forme la galaxie – mais ce n'est que la pointe de l'iceberg, si je puis dire.

On retrouve aussi quantité d'immenses nuages de gaz et de poussière un peu partout à travers la galaxie, notamment des nuages d'hydrogène qui servent de réservoir pour la formation de nouvelles étoiles.

Surtout, on a de bonnes raisons de penser que la majorité de la masse de la Voie lactée se compose d'une «matière noire», c'est-à-dire d'une substance qui n'émet ni n'absorbe aucun rayonnement électromagnétique – aucune lumière, aucuns rayon X, infrarouge ou gamma – une

substance qui est donc parfaitement indétectable. Notons qu'il s'agit d'une substance hypothétique – un concept qui pourrait un jour être remplacé par une autre explication pour rendre compte de la masse manquante de la galaxie.

Mais sur quoi se base-t-on pour affirmer que la majorité de la masse de notre galaxie est composée d'une substance... absolument indétectable?!

C'est une question amusante, puisqu'à première vue, il est bizarre de penser qu'on puisse parler de la masse d'une matière indétectable.

Il faut cependant savoir qu'on peut évaluer la masse totale de notre galaxie simplement en mesurant la vitesse à laquelle se déplacent les étoiles. Je m'explique.

Dans notre galaxie, tout tourne autour de tout. On sait par exemple que les planètes gravitent autour du Soleil, que les lunes gravitent autour de leur planète et que nos satellites gravitent autour de la Terre. Il en est de même des étoiles, dont le Soleil, qui tournent autour du centre de la galaxie.

Or, la vitesse de révolution d'un astre dépend de la masse de ce autour de quoi il tourne. Par exemple, un satellite gravitant autour de la Terre se déplacera plus rapidement que s'il se trouvait en orbite autour de la Lune, puisque la masse de la Terre est plus importante que celle de la Lune.

De même, les étoiles – particulièrement celles qui se trouvent à la périphérie de la galaxie – évoluent à une vitesse qui dépend de la masse totale de celle-ci.

Or, les vitesses que mesurent les astronomes impliquent que notre galaxie a une masse nettement plus grande que celle qu'on calcule compte-tenu de toute la matière qu'on observe en elle.

Ça paraît toutefois incroyable de penser que la grande majorité de la matière qui constitue notre galaxie est impossible à observer, qu'importe de quelle façon! Se pourrait-il qu'on se trompe?

Je suis tout à fait d'accord avec toi. Peut-être y a-t-il une autre explication? Car il ne faut pas oublier que ce n'est pas la première fois que nous nous trouvons en face d'une situation semblable.

Ainsi, au 19^e siècle, les astronomes supposaient, pour de bonnes raisons de physique, que l'espace entre les planètes devait être rempli d'une matière tout aussi indétectable: l'éther. Mais nos connaissances physiques ont évolué pour en arriver à la conclusion que non, l'espace interplanétaire est tout simplement vide (ou presque). L'éther n'existe pas.

Peut-être qu'un jour, trouverons-nous une explication à la quantité de matière manquante qu'on attribue à notre galaxie... à moins qu'on finisse par détecter ce qui domine notre galaxie.

N'oublions pas que les astronomes ne sont jamais à court d'idées et d'astuces.

La science a encore du chemin à faire! Il y a là une autre leçon à retirer, dis-tu?

Tout à fait. Et c'est là un point important. On a souvent tendance à croire qu'à l'époque où on vit, on a à peu près

«tout découvert» ou, du moins, découvert l'essentiel de ce qu'il y a à savoir et qu'il nous reste maintenant qu'à parfaire nos connaissances, à les affiner... On imagine mal qu'on ignore encore des pans entiers de ce qu'il y a à connaître.

C'est vrai de nos jours comme ce l'était il y a un siècle alors qu'on avait l'impression d'avoir assez bien observé tout ce qu'il y a à voir dans l'Univers. Certes, il restait encore quantité de choses à étudier et il y avait ici et là quelques nébuleuses insignifiantes... mais, pour l'essentiel, on avait la conviction d'avoir cerné ce qu'était l'Univers – c'est-à-dire notre Galaxie.

Or, un bon jour est arrivé Edwin Hubble qui, dans les années 1920, a fait «éclater» l'Univers en observant que notre Galaxie n'est en réalité qu'une parmi... des centaines de milliards d'autres!

Étonnant tout de même de songer que si on avait fait notre balado en 1918, on aurait raté 99,9999...% de l'Univers!

Il est surtout amusant de penser qu'il y a cent ans, on n'avait ni radio, ni télé, ni cinéma parlant... ni Internet... et encore moins de balado!

Mais on aurait pu diffuser en code morse! Hi, hi.

Le monde fabuleux des galaxies

Lorsqu'on imagine des galaxies, on a généralement en tête de majestueuses spirales comme celles-ci. Toutefois, comme le montre les images suivantes, les galaxies adoptent une étonnante variété de forme.



(Galaxie M74)



(Galaxie du Grand tourbillon)



(Galaxie NGC 1275)



(Galaxie NGC 1015)



(Galaxie NGC 3081)



(«Fornax 3»)

Thème 4

Surprises dans notre galaxie

Comme on l'a déjà dit, notre Galaxie comprend de 200 à 300 milliards d'étoiles. Est-ce une grosse, une petite ou une galaxie de taille moyenne?

Notre galaxie figure parmi les petites, pas les plus petites, mais une petite

galaxie tout de même. À titre de comparaison, la galaxie d'Andromède, notre voisine, comprendrait de deux à cinq fois plus d'étoiles que la nôtre. Et il y a des galaxies encore beaucoup plus grandes.



Andromède, notre galaxie voisine, se situe à 2,5 millions d'années-lumière de nous. C'est dire que nous la voyons telle qu'elle était il y a 2,5 millions d'années, soit bien avant l'apparition de l'*homo sapiens* (notre espèce) il y a 200 000 ans seulement. D'un diamètre de 220 années-lumière, Andromède engloberait 1000 milliards d'étoiles. (Photo: © [Robert Gendler](#), que nous remercions.)

En plus des milliards d'étoiles, des nuages de poussière et de gaz et de la «matière manquante» (indétectable), notre galaxie recèle quantité d'autres choses, dont des pouponnières stellaires et des nébuleuses planétaires...

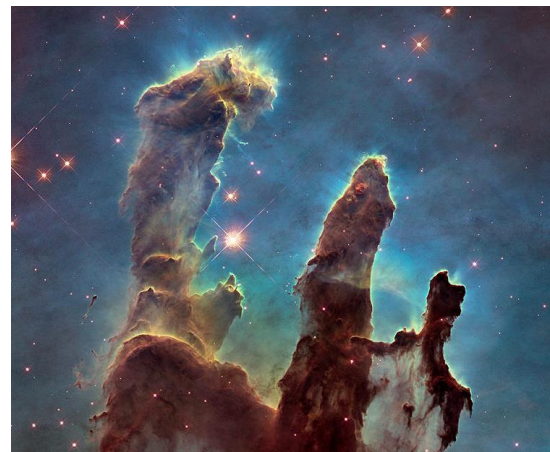
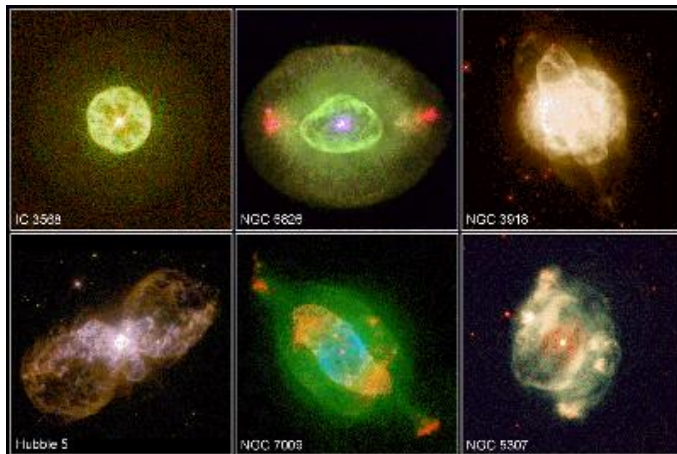
Eh oui. Les nébuleuses planétaires n'ont rien à voir avec des planètes, comme on pourrait le penser. Il s'agit plutôt des restes d'étoiles qui ont jadis explosés, les différentes couches de ces étoiles se répandant dans l'espace environnant. C'est ainsi qu'elles forment souvent de splendides et étonnantes structures, certaines en forme de fleur ou de papillon.

Les pouponnières stellaires sont des nuages de gaz éclairés par des étoiles naissantes. Cela donne lieu à des scènes

merveilleuses, dont la plus célèbre photo prise par le télescope Hubble: la tête de cheval d'où émerge deux 'cornes' semblables à une licorne (photo dite des «Piliers de la création», ci-dessous).

Incidemment, les nébuleuses planétaires et les pouponnières stellaires constituent certaines des plus belles photos prises par Hubble. Autrement dit: si vous avez en tête de belles images d'Hubble mais qui ne sont ni des planètes ni des galaxies, il s'agit probablement de nébuleuses planétaires ou de pouponnières stellaires qui se trouvent dans notre galaxie.

Ces images illustrent non seulement la beauté de l'Univers mais le fait que notre galaxie bouillonne d'activités; pendant que des étoiles meurent, d'autres naissent...



À gauche, quelques exemples de nébuleuses planétaires. À droite, les splendides «piliers de la création», des structures hautes de plusieurs années-lumière d'où des étoiles sont en train d'émerger.

Si notre Voie lactée compte des milliards d'étoiles, y a-t-il aussi abondance de planètes?

Oh oui! Et ça, c'est l'une des grandes découvertes des dernières années: notre galaxie comprendrait probablement autant de planètes que d'étoiles — sinon même bien davantage. Chaque étoile ne possède pas nécessairement une planète

gravitant autour d'elle — bien qu'on pense que la plupart d'entre elles en ont — mais il y a bon nombre d'étoiles qui comptent plusieurs planètes — notre Système solaire en étant un bel exemple (le Soleil avec ses huit planètes principales). Il y a peut-être même, qui sait, deux ou trois fois plus de planètes que d'étoiles dans la Voie lactée.

Il pourrait donc y avoir quelque chose comme de 500 à 1000 milliards de planètes dans notre galaxie! Ça fait rêver...

Et comment donc! Mais ça ne veut pas dire qu'il s'agit de planètes habitables et habitées. En fait, on a de bonnes raisons de penser que la plupart des planètes ne sont pas habitables – à l'image du Système solaire, où seule la Terre l'est.

Mais l'idée de planètes habitables fait énormément rêver, comme on en a déjà parlé dans plusieurs balados et dont on parlera sans doute encore fréquemment.

On parle de planètes qui gravitent autour des étoiles, mais on a récemment découvert un autre type de planètes: des planètes solitaires. De quoi s'agit-il?

Il semble qu'il existe une grande quantité de planètes qui dérivent à travers la galaxie sans graviter autour d'une étoile. Ces planètes vagabondes sont extrêmement difficiles à repérer puisqu'elles ne reflètent aucune lumière ni autres radiations émanant d'une étoile.

Rappelons que la principale différence entre une étoile et une planète réside dans le fait que les étoiles produisent elles-mêmes quantité de lumière, de chaleur et autres radiations. On peut donc les détecter facilement. Tandis que les planètes ne font que refléter la lumière et les radiations en provenance de l'étoile autour de laquelle elles gravitent. Il faut aussi considérer que les planètes sont beaucoup plus petites que les étoiles, donc encore plus difficiles à détecter; ce qui constitue d'ailleurs l'immense défi que doivent relever les débusqueurs d'exoplanètes (comme on en a déjà parlé).

Par conséquent, il est extrêmement difficile de repérer des planètes qui n'orbitent pas autour d'étoile. Or, de récentes observations tendent à indiquer qu'il pourrait y avoir des milliards de planètes vagabondes entre les étoiles – des astres aussi mystérieux que difficiles à étudier. Encore là: un beau défi à relever pour les astronomes.

On retrouve aussi un peu partout dans notre galaxie des novas et des supernovas. De quoi s'agit-il au juste?

Nova est un mot latin qui signifie nouveau. Les novas sont donc des étoiles qui apparaissent nouvellement au firmament. Ce sont toutefois des étoiles qui existent déjà depuis longtemps mais qu'on découvre tout à coup lorsqu'elles se mettent à briller d'un très vif éclat. On voit alors apparaître une «nouvelle» étoile au firmament – bien qu'il ne s'agisse pas, à proprement parlé, d'une étoile nouvelle – ce qu'ont compris assez récemment les astronomes.

Une nova devient extrêmement brillante durant quelques jours, puis reprend son éclat habituel. Ce phénomène est généralement dû au fait que deux étoiles gravitent l'une autour de l'autre et qu'elles interagissent, parfois de façon brutale, en s'échangeant de la matière pour produire le super éclat d'une nova.

Certaines novas sont mêmes récurrentes, c'est-à-dire qu'elles se mettent à briller intensément quelques fois durant un siècle.

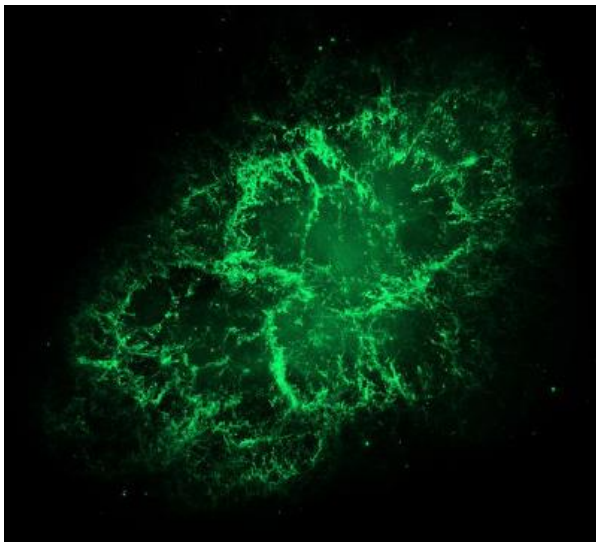
Et les supernovas, de «super étoiles» je suppose?

Oui. Une supernova, c'est une gigantesque étoile qui termine sa vie en explosant de façon magistrale. En fait, l'étoile s'effondre sur elle-même, ce qui génère

une augmentation prodigieuse de sa luminosité.

Par exemple, en 1054, l'éclat d'une supernova a été si grand que l'étoile est devenue visible en plein jour durant des semaines, puis par la suite uniquement la nuit durant deux ans, et ce à l'œil nu. Or, il faut savoir que cette étoile se trouvait à plus de 6000 années-lumière de nous — distance considérable.

Et ce qui reste de cette supernova forme à présent la belle nébuleuse du Crabe. Il s'agit en fait de la supernova la plus célèbre de toutes et qu'on appelle SN 1054 (pour: supernova 1054).

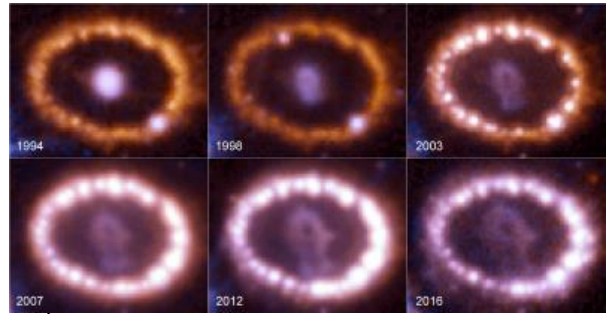


La nébuleuse du Crabe, tout ce qui reste de l'explosion d'une étoile il y a mille ans.

On estime qu'éclaterait environ de une à trois supernovas par siècle dans la Voie lactée, mais ça fait très longtemps qu'on n'en a pas observée une (dans notre galaxie). Peut-être y en a-t-il eu plusieurs mais à l'autre bout de la galaxie ou qui ont été cachées de nous par la présence de grands nuages de poussière.

On peut donc s'attendre à tout moment à assister à la fabuleuse explosion d'une supernova. Cela ne sera en aucun cas dangereux pour nous sur Terre, mais

ce sera un événement astronomique formidable. Il est à souhaiter que cela nous arrivera bientôt.



Évolution de la supernova détectée en 1987.

Il y a aussi des pulsars...

Ah, les pulsars, quel objet fantastique! Imaginez: il s'agit de tout ce qui reste de l'explosion d'une grosse étoile — justement une supernova: un noyau qui ne mesure que quelques dizaines de kilomètres de diamètre mais qui contient autant de matière qu'une étoile. La densité de la matière d'un pulsar est inimaginable: une simple cuillerée de la matière d'un pulsar pèse des milliards de tonnes!

Qui plus est, ce curieux objet tourne extrêmement rapidement sur lui-même — de l'ordre de la seconde; ce qui est époustouflant lorsqu'on songe que la Terre tourne sur elle-même en 24 heures. Qui plus est, le pulsar projette un puissant faisceau d'ondes qui balaie l'espace à la manière d'un phare maritime — un peu comme le phare de la Place Ville-Marie dont le jet de lumière balaie le ciel de Montréal.

La découverte des pulsars remonte précisément à cinquante ans. À l'époque, on a bien cru qu'il pouvait s'agir de balises cosmiques installées un peu partout dans notre galaxie par une civilisation extraterrestre très avancée. Ces extraterrestres, pensait-on, se serviraient de ces pulsars pour voyager, comme nous on se sert de balises radio pour guider nos

avons. Pour cette raison, les premiers pulsars ont été surnommés LGM, pour *Little Green Man* (Petits Hommes Verts) par les astronomes qui croyaient avoir détecté la présence d'une civilisation extra-terrestre.

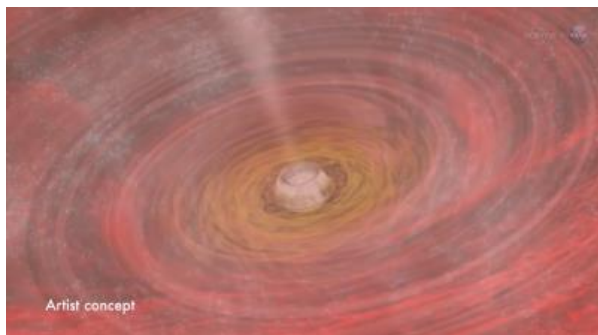
Eh non, a-t-on fini par comprendre, les pulsars ne sont qu'un phénomène naturel – à 100% naturel – qui n'a rien d'extra-terrestre. Mais c'est tout de même un phénomène naturel extra-ordinaire... à défaut d'être extraterrestre.

On suppose qu'il y aurait même au cœur de notre galaxie un trou noir. Est-ce possible?

Ça semble bien être le cas. Il y en aurait même peut-être... des milliers!

En effet, les astronomes estiment avoir repéré un trou noir super massif au centre de notre galaxie. Celui-ci pourrait avoir plus de 4 millions de fois la masse du Soleil – c'est comme s'il renfermait à lui seul quatre millions de Soleil!

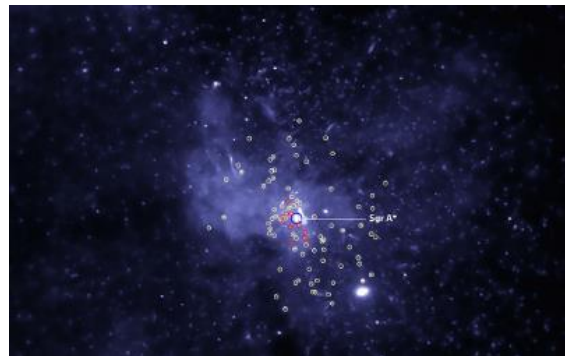
On lui a même donné un nom: Sagittaire A* («Sagittaire A étoile») puisqu'il est situé dans la direction de la constellation du Sagittaire – le centre de notre galaxie. L'utilisation du mot «étoile» dans son nom indique qu'il s'agit d'une source «ponctuelle», c'est-à-dire de la taille d'une étoile sinon même encore plus petite.



Représentation artistique du gigantesque trou noir au centre de notre galaxie.

Évidemment, comme tous les trous noirs, Sagittaire A* est extrêmement difficile à étudier, d'autant plus qu'il se trouve caché de nous par d'importants nuages de gaz et de matière. (On peut difficilement observer le centre de notre galaxie depuis la Terre, tant il y a de matière entre nous et celui-ci.)

Mais il y a mieux encore: les astronomes pensent avoir découvert des milliers de petits trous noirs au centre de la galaxie. La masse de ces trous noirs ne serait que de cinq à trente fois celle du Soleil – donc des trous noirs minuscules comparés à Sagittaire A*.



Le centre de notre galaxie contiendrait des milliers de minuscules trous noirs (les cercles).

Mais ne risque-t-on pas un jour de se faire avaler par l'un de ces trous noirs?

Non, puisqu'on se trouve très loin d'eux. Comme nous l'avons dit plus tôt, nous sommes à 26 000 années-lumière du centre de la galaxie. Or, le gros Sagittaire A* a sensiblement la taille d'un soleil alors que les milliers de petits trous noirs se trouveraient à quelques années-lumière seulement du centre. On est donc à plus de 25 000 années-lumière d'eux, une distance qui nous place à l'abri.

Mais retenons qu'il doit y avoir beaucoup d'activités – de fantastiques «feux d'artifice» – au 'centre-ville' de la Voie lactée!

Thème 5

Consternantes constellations

Il y a cependant quelque chose qui n'existe pas dans notre galaxie, dis-tu, ce sont les constellations. Explique-toi, Claude!

Lorsqu'on observe le ciel, à première vue, on voit ça et là des étoiles éparpillées un peu partout, «au hasard», pourrait-on dire. Cependant, en regardant plus attentivement le ciel, surtout soir après soir, on finit par repérer ce qui nous semble être de petites figures géométriques. On verra par-là trois étoiles qui forment un beau triangle, quatre autres qui forment un rectangle, quelques étoiles alignées d'une certaine façon qui nous font penser à quelque chose...



Cet ensemble de sept étoiles ne vous fait-il pas penser à une casserole? Il s'agit en fait de la constellation de la Grande Ourse.

C'est un peu comme lorsque, le jour, on regarde les nuages dans le ciel et qu'on s'amuse à imaginer des choses... comme la figure d'un bonhomme avec un gros nez!

Exactement. Les figures géométriques qu'on identifie au firmament peuvent servir à nous repérer. Petit à petit, grâce à elles, on commence à se reconnaître dans le ciel; les étoiles ne semblent plus dispersées à tout hasard, puisqu'on commence à discerner certaines régions du firmament.

Est-ce cela les constellations?

Oui et non. En fait, nos ancêtres, dans l'Antiquité, se sont 'amusés' comme nous à identifier des groupes d'étoiles et, pour s'en rappeler, ils leur ont donné des noms. Au lieu de parler d'un «petit rectangle» ou du «grand triangle», ils ont imaginé des figures beaucoup plus complexes qui leur permettaient de se repérer au firmament et auxquelles ils ont donné des noms évocateurs: lion, vierge, poisson...

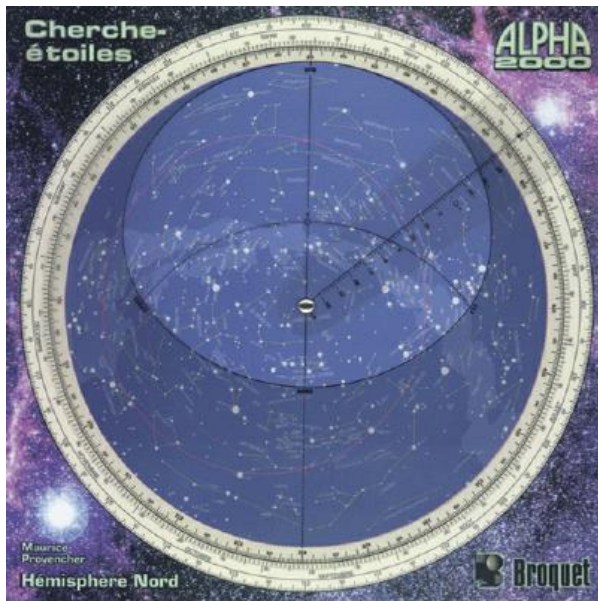


Sauriez-vous repérer au firmament l'ensemble des étoiles qui forment la constellation d'Orion (à gauche)? Y verriez-vous la figure d'un guerrier, comme on le faisait autrefois (à droite)?

Ce sont les constellations du Zodiaque. On peut donc nous aussi se repérer dans le firmament grâce à elles?

Pas vraiment, car si vous cherchez dans le ciel un groupe d'étoiles qui prend la forme d'un lion, d'une vierge ou d'un poisson, bonne chance! Vous ne les trouverez pas puisqu'il faut beaucoup, énormément d'imagination pour repérer les fameuses constellations du Zodiaque.

Je sais! Le truc, c'est de se servir d'une carte du ciel ou d'un cherche-étoiles pour repérer les constellations?



Un cherche-étoiles, l'outil indispensable pour se repérer dans le firmament.

Justement, à l'aide d'une carte du ciel ou d'un cherche-étoiles, vous parviendrez à repérer les constellations dont les noms nous sont familiers. Mais vous découvrirez en même temps qu'il faut avoir énormément d'imagination pour y voir là un lion, un poisson ou une vierge.

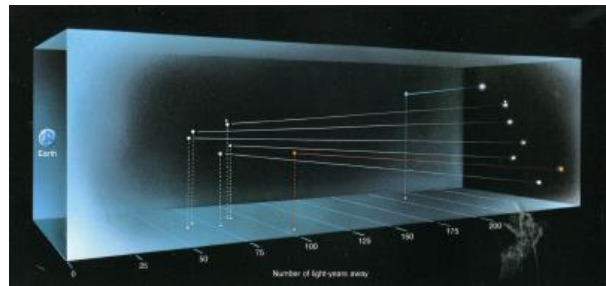
Et c'est pour cela que tu dis que les constellations n'existent pas?

Non. Elles n'existent pas pour une autre raison.

À l'époque où nos lointains ancêtres ont imaginé les constellations, ils

croyaient que toutes les étoiles se trouvaient à la même distance de nous, qu'elles étaient en quelque sorte piquées sur un dôme, sur une voûte céleste — c'est pourquoi on parle d'ailleurs de la voûte céleste (voir l'illustration de la page 4). Ils pensaient que la Terre se trouvait sous un immense dôme, comme le dôme d'un planétarium.

Or, nous, nous savons qu'il n'en est rien, que les étoiles se situent à différentes distances de nous. Certaines sont à 10 ou 12 années-lumière de nous, d'autres à 15 ou 20 et d'autres encore à 25 ou à 30 années-lumière, etc. Les étoiles qu'on voit briller au firmament ne sont surtout pas piquées sur un dôme!



Cette illustration montre que les étoiles de la Grande Ourse se trouvent en réalité beaucoup plus éloignées les unes des autres qu'on le perçoit depuis la Terre. (Source: *National Geographic Picture Atlas of Our Universe*.)

Et ça change quoi?

Ça change que, deux étoiles qui paraissent assez proches l'une de l'autre peuvent être en réalité très distantes; par exemple, l'une peut se trouver à 8 années-lumière de nous et sa voisine immédiate à 25 années-lumière. Tandis que deux autres étoiles paraissant éloignées l'une de l'autre au firmament peuvent en réalité être assez proches l'une de l'autre.

Autrement dit, le firmament est quelque chose en trois dimensions, mais les

étoiles sont si distantes de nous qu'on a l'impression qu'il s'agit de quelque chose en deux dimensions... comme une photo.

Exactement. Il s'en suit donc que les figures qu'on imagine au ciel – les constellations – sont des rassemblements *apparents* d'étoiles, pas de véritables groupes d'étoiles, des étoiles qui se voisineraient les unes les autres.

Les constellations, ce sont des illusions. Pourtant, on les utilise, même les astronomes les utilisent encore de nos jours?

En effet, elles sont utiles parce qu'elles servent à se repérer, ce sont des points de repère commodes. Cet été, vous pourriez d'ailleurs inventer vos propres points de repère, vos propres constellations, simplement pour le plaisir d'apprendre à vous guider au firmament.

Un peu comme lorsqu'on se promène en campagne, en ville ou dans un boisé et qu'on se fixe des points de repère pour s'orienter.

Exactement.

Mais alors, c'est quoi le problème? Pourquoi tiens-tu tant à nous faire comprendre que les constellations n'existent pas, que ce ne sont pas de réels groupes d'étoiles, que des points de repère?

Le problème, c'est qu'un grand nombre de personnes ignorent totalement la notion de constellations — le fait qu'il ne s'agit que de points de repère. Elles pensent plutôt qu'elles déterminent notre personnalité!

Ah, je vois: je suis bélier et toi poisson?

Exactement. On s'est inventé avec le temps une mythologie basée sur notre date de naissance et dont se servent bien des gens de nos jours pour définir la personnalité des autres. Or, cette mythologie ne repose sur *absolument rien*, puisqu'on le sait désormais: les constellations n'existent pas, alors que les planètes ne sont pas des divinités qui gouvernent nos vies, comme le croyaient les Grecs et les Romains.

Là, tu parles d'astrologie, une vieille croyance.

Ce qui m'étonne, c'est de penser que si, durant des millénaires, on ne connaissait à peu près rien du ciel — on imaginait que les planètes étaient des dieux qui se promenaient au firmament — aujourd'hui, au 21^e siècle, on continue de croire en l'influence des planètes... qui ne sont pas des divinités.

Et on sait aujourd'hui que les constellations n'existent pas — que ce ne sont que des repères commodes... qui n'ont rien à voir avec la personnalité des gens... absolument rien à voir!

Mais Claude, qu'est-ce que ça fait que d'attribuer telle ou telle qualité ou défaut à quelqu'un qu'on dit bélier ou poisson?

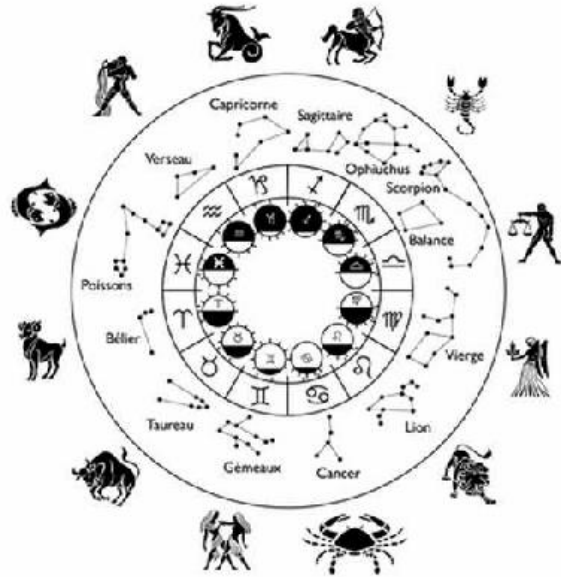
Eh bien, c'est une forme de discrimination. Dis-moi, quelle est la différence entre attribuer des défauts ou des qualités à une personne en fonction de la couleur de sa peau ou de ses cheveux? Car, à bien y penser, on sait bien que... les blondes sont..., que les rousses sont... et que les noires sont... que les béliers sont, que les poissons sont...

Ce que tu nous fais remarquer là, c'est que dire d'un bélier qu'il est entêté, ce serait comme dire d'un noir qu'il est...?

Exactement. C'est de la discrimination basée sur la date de naissance plutôt que sur la race ou la couleur des cheveux. C'est la même chose.

Sauf que la discrimination basée sur notre date de naissance est admise socialement, mais pas celle de la couleur de la peau!

Hélas oui.



Conclusion

100 000 années-lumière

Claude, au terme de ce balado, tu aimerais que nous retenions un chiffre: 100 000 années-lumière. Pourquoi ce chiffre?

Vous savez sans doute maintenant que 100 000 années-lumière correspondent à peu près à la taille de notre galaxie... le diamètre du «CD» dans lequel nous habitons.

Or, cette taille est importante à retenir puisqu'à l'avenir, lorsque vous entendrez parler de quelque chose qui se trouve dans l'Univers, si on mentionne une distance de moins de 100 000 années-lumière, vous saurez alors que ce quelque chose réside dans notre galaxie.

Par exemple, si on parle d'une exoplanète intéressante située, disons, à 500 années-lumière de nous, c'est qu'elle se trouve dans notre galaxie. De même, si on parle d'un trou noir situé à... 30 000

années-lumière de nous, on est toujours dans notre galaxie.

Par contre, si on parle de quelque chose qui se trouve à des millions ou à des milliards d'années-lumière, alors là, on est hors de notre galaxie, très loin de chez nous.

C'est dire que la prochaine fois qu'on entendra parler d'une planète découverte autour d'une étoile se trouvant à... 50 années-lumière de nous, on est toujours dans notre galaxie. De même pour une nébuleuse planétaire située à 6 000 années-lumière, n'est-ce pas?

Exact. Voilà pourquoi il est utile de retenir le chiffre de 100 000 années-lumière.

D'accord si on parle d'objets situés à moins de 100 000 années-lumière ou à

des millions d'années-lumière. Mais qu'en est-il de quelque chose se trouvant à 200 000 années-lumière, par exemple, on est encore dans notre galaxie ou pas?

En fait, par-delà 100 000 années-lumière, il n'y a à toute fin pratique plus rien... à une exception près.

Notre galaxie est accompagnée par deux petites galaxies satellites: les nuages de Magellan. Ces galaxies, on ne peut les voir que depuis l'hémisphère sud et elles se trouvent à 157 000 années-lumière de nous.

Mais à part ces nuages, il n'y rien jusqu'à la galaxie voisine d'Andromède, qui se situe à 2,5 millions d'années-lumière.

C'est pourquoi, on entend à peu près toujours parler d'objets qui se trouvent à moins de 100 000 années-lumière ou à des millions ou des milliards d'années-lumière...

Retenez que 100 000 années-lumière est une unité de mesure très commode pour se situer dans l'Univers.

Intéressante observation à retenir. En terminant, Claude, tu désires nous faire part d'une dernière découverte qu'on a faite relativement récemment, de quoi s'agit-il?

C'est qu'il y a en réalité *cinq fois plus d'étoiles* que celles qu'on voit briller au firmament! Je m'explique.

La prochaine fois que vous contemplez le firmament, vous verrez disons quelques centaines d'étoiles. Mais parmi ces étoiles, il y a quantité de plus petites qui brillent trop faiblement pour être visibles, même avec de puissantes jumelles ou télescopes. Ces étoiles sont des naines rouges, des étoiles au moins deux fois moins massives que le Soleil et qui brillent dix fois moins fort.

On ne les voit pas, mais elles sont là. Et elles sont très proches de nous, certaines à 10, 15 ou 20 années-lumière seulement. En fait, les naines rouges sont cinq fois plus abondantes que les étoiles qu'on voit briller au firmament.

Et autour de bon nombre de ces naines rouges, il y a probablement des planètes, et peut-être même des planètes habitables. Et puisqu'elles sont si nombreuses, ce sera probablement autour de l'une d'elles qu'on découvrira un jour les premières formes de vie extraterrestre.

Eh bien, l'Univers n'a pas fini de nous épater...

Oh que non, et on n'a pas fini d'en parler non plus!



Cette portion de l'illustration de la page 7 montre le Système solaire («sun») dans la galaxie. En réalité, le cercle qu'on voit ne correspond nullement à la taille du Système solaire mais plutôt à une centaine d'années-lumière. Or, c'est là le périmètre dans lequel on peut raisonnablement envisager repérer une civilisation avec laquelle nous pourrions échanger, puisqu'au-delà de 50 a.l., les échanges par ondes radio prendraient beaucoup trop de temps. Comme on le voit à la page 7, c'est là une infime portion de notre galaxie.

***** Fin ****