

DOSSIER CULTUREL

EXPOSITION

L'UNIVERS LOINTAIN



Cette exposition de panneaux est issue de la réflexion de l'équipe du planétarium du Jardin des sciences, au sujet des images de l'univers qui la touchent, la stimulent et enrichissent sa médiation scientifique. Nous espérons que ce regard subjectif sur les données recueillies par les scientifiques, pour faire progresser les connaissances sur l'univers, intéressera les publics de tout âge.

Cette exposition montre des images de notre cosmos qui sont imperceptibles aux yeux mais qui transforment, grâce aux outils d'observations modernes, notre connaissance de l'environnement céleste qui nous a donné naissance.

A propos du Jardin des sciences, un service dédié au partage des savoirs à l'Université de Strasbourg

Au cœur de l'Université de Strasbourg, le Jardin des sciences contribue à rendre accessible à un large public le monde de la recherche dans toute sa diversité et à renforcer le dialogue entre les acteurs de la recherche et les citoyens. Ses missions sont la médiation culturelle des sciences à Strasbourg et sur le territoire alsacien, la gestion du planétarium en lien avec l'Observatoire astronomique, l'action en direction des publics scolaires, la conservation, l'inventaire et la valorisation du patrimoine de l'Université et la formation continue en médiation scientifique. Ses actions visent à permettre l'appréhension des sciences de manière ludique et créative en valorisant leur dimension culturelle. A travers son site internet collaboratif Oscahr <https://oscahr.unistra.fr>, le Jardin des sciences invite chercheurs et citoyens à dialoguer autour des sciences et du patrimoine scientifique de l'Université de Strasbourg. Le Jardin des sciences a été labellisé par la Région Grand Est comme acteur reconnu de la culture scientifique, technique et industrielle (CSTI) en Grand Est et bénéficie à ce titre de soutiens pour mener ses actions.

<http://jardin-sciences.unistra.fr/>

Panneau 2



Crédits : ESO

La nébuleuse de la tête de cheval est en fait une superposition de différentes densités de poussières et de gaz interstellaires. Dans le voisinage de cette nébuleuse se trouve une étoile très lumineuse, 30 000 fois plus brillante que notre Soleil. Ne la cherchez pas sur l'image, elle est hors-champs. Son intense rayonnement agit sur le gaz d'hydrogène qui émet la lueur rose, visible en arrière-plan. Par contre, au premier plan, se trouve une masse de gaz et de poussière plus épaisse qui assombrit le fond rose. On peut y voir la silhouette d'une tête de cheval.

Quel beau spectacle...

Sachez que cette forme va changer dans le temps. Les poussières et gaz sont en mouvement et le rayonnement des étoiles pousse la matière légère et les grains de poussières. La tête de cheval se métamorphosera, comme un nuage dans notre ciel, et se dissipera probablement d'ici un million d'années. Cette nébuleuse a été découverte en 1888. C'était les débuts de l'astrographie, la photographie à l'aide de télescopes. Les images obtenues n'étaient alors qu'en noir et blanc mais cela a permis de faire de grandes découvertes. En fixant l'image sur une plaque de verre et en y accumulant la faible luminosité de ces objets célestes, les astronomes découvraient de grandes variétés de nébuleuses.

Cette nébuleuse a été découverte par l'astronome Williamina Fleming. Et elle a fait beaucoup d'autres découvertes dans sa carrière professionnelle. Maintenant à vous de jouer, sur cette très belle photo couleur en très haute résolution... il reste encore bien des choses insoupçonnées que vous pourriez découvrir. Regardez bien, ouvrez l'œil !

Panneau 3



Crédits : ESO/ T. Preilbisch

La nébuleuse de la Carène n'est pas observable depuis la France métropolitaine. Cette image a été produite avec un télescope européen, installé dans le désert chilien, en Amérique du Sud. La nébuleuse se trouve dans la direction de la constellation de la Carène, qui avec la constellation de la Poupe et de la Voile forme un mythique navire grec.

Au centre de l'image se trouve un amas d'environ 2 000 étoiles bleutées, étincelantes, comme des diamants. Ce sont de très jeunes étoiles, bien plus jeunes que notre Soleil âgé lui, de 5 milliards d'années. Ces étoiles n'ont en fait que 300 000 ans.

Savez-vous qu'une étoile est un Soleil ? Oui, car les étoiles et le soleil produisent de l'énergie et de la lumière. Mais chaque étoile reste unique avec sa masse, sa taille, sa luminosité et son histoire. Par exemple, en bas, à gauche de l'image se trouve l'étoile Eta Carina. Cette étoile difficilement observable à l'œil nu dans le ciel, a produit un sursaut lumineux en 1843. Elle fut alors classée dans le ciel, seconde étoile plus brillante, juste après l'étoile Sirius de la constellation du Grand chien (qui reste encore aujourd'hui l'étoile la plus brillante du ciel nocturne).

Que lui était-il arrivé ? Il s'agirait probablement d'un système de deux ou trois étoiles massives qui dansent en orbite serrée et instable. Ainsi, la luminosité ne cesse de changer et parfois, de façon imprévisible, devient éclatante. Alors quand se produira le prochain sursaut de ce système ?

Si l'on regarde attentivement l'image, on remarque de tous petits volumes noirs, comme des tâches d'encre. Ce sont des nuages de matière très opaque. Des étoiles pourraient s'y allumer (et des planètes s'y former), mais le puissant rayonnement et vent solaire des jeunes étoiles de l'amas risque à terme de dissiper les nuages...



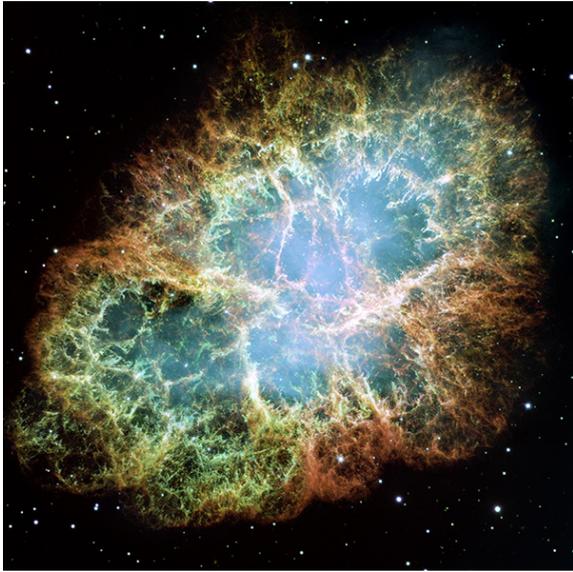
Crédits : ESO

La nébuleuse de l'Hélice est une nébuleuse planétaire, résultat de la fin de vie d'une étoile qui perd ses enveloppes de gaz, en rouge de l'hydrogène et en bleu de l'oxygène. Au centre de ces couches concentriques, il reste le noyau stellaire, petit et blanc : une naine blanche. Le voyez-vous ? Il a la taille de notre Terre mais il est bien plus massif. Une cuillère à café de ce noyau pèse plus qu'un troupeau d'éléphants. Il s'agit ici d'une étoile qui a explosé, il y a 10 000 ans et dont nous observons sa lente décomposition.

Savez-vous que les étoiles fabriquent, fusionnent et produisent tous les atomes que nous connaissons ? Exceptés l'hélium et l'hydrogène déjà présents, avant la naissance des premières étoiles. Oxygène, carbone, or, uranium ... tous les éléments chimiques proviennent des étoiles.

Notre Soleil, par exemple, transforme tranquillement son hydrogène en hélium. Mais quand l'hydrogène de son noyau sera épuisé, il se dilatera lui aussi. Cet événement est prévu dans 5 milliards d'années.

Un autre petit détail de l'image pourra vous renseigner sur le destin de notre Terre. Voyez les traces pâles qui pointent vers la naine blanche. On dirait les rayons d'une roue de vélo. C'est de la matière solide qui est soufflée par le rayonnement de la naine blanche. Et cette matière pourrait être d'anciennes planètes...



Crédits : NASA/ESA/ J. Hester, A. Loll (ASU)

La nébuleuse du Crabe est le résultat de la fin d'une étoile massive. Nous savons que son explosion était visible dans le ciel en 1054, grâce aux témoignages écrits retrouvés en Chine. Ne cherchez pas de noyau stellaire, ni de naine blanche sur cette photo. Le noyau résiduel est trop petit. Quelques kilomètres seulement. Il est plus petit que la ville de Strasbourg. Mais attention, la matière y est très concentrée. Une cuillère de sa matière serait plus lourde que la Tour Eiffel ! Il n'y existe même plus d'atomes... qui sont écrasés en épaisse bouillie, formant cette minuscule « étoile à neutrons ».

Invisible à nos yeux mais pas ceux des astronomes, grâce à leurs instruments. L'étoile à neutrons émet des rayons X comme ceux qu'utilisent les médecins pour voir notre ossature. Dans l'espace, ces rayons excitent les gaz de la nébuleuse, en particulier l'hydrogène, qui émettent les couleurs vertes, jaunes ou orangées??

De plus, la minuscule étoile à neutrons, tourne à l'image d'une toupie et se comporte comme un aimant, une dynamo de vélo ou une éolienne. Cela produit un gigantesque champ magnétique qui donne son aspect déchiqueté à la nébuleuse.

Rien n'est éternel dans l'Univers, les étoiles explosent, éjectent leur matière. La matière se recompose dans l'espace, reformant grains de poussière, astéroïdes, planètes et étoiles. Dans le futur, la matière et les gaz de la nébuleuse du Crabe (ou de l'Hélice), répandus dans l'espace, pourraient reformer des étoiles et des planètes au sein de nouvelles nébuleuses. L'oxygène et l'hydrogène se recombinaient-ils alors pour former de l'eau ? H₂O, cette molécule qu'on pense indispensable à l'apparition de la vie sur Terre.

Panneau 6



Crédits : NASA/ESA/ R. O'Connell and the Wild Field Camera

L'amas d'étoiles au cœur de la nébuleuse de la Tarantule. Les astronomes sont des enquêteurs. Et pour mener l'enquête, ils remplacent évidemment la loupe du détective par des télescopes. Ils formulent des hypothèses, discutent des pistes de réflexion, et interrogent l'univers. Et savez-vous comment l'on se renseigne sur les lointaines étoiles? Par le biais de leur lumière. Chaque étoile produit sa propre lumière (aussi unique que nos empreintes digitales) et cette lumière est analysée en la décomposant avec un prisme. On obtient alors des « arc-en-ciel » très précis, appelés spectres lumineux. De là, l'astronome en déduit les éléments chimiques de l'étoile, sa vitesse dans l'espace, ou bien sa température : une étoile paraissant rouge ou jaune est, par exemple, moins chaude qu'une étoile bleue ou blanche. (Si si... vous avez bien lu, c'est l'inverse de nos robinets de salle de bain).

L'astronome peut aussi chercher la distance qui nous sépare des étoiles. Il ou elle utilisera alors une technique géométrique appelée parallaxe stellaire comme l'a fait récemment le satellite européen *Gaia* sur 1.5 milliards d'étoiles.

Ici donc, ce sont deux amas d'étoiles qui se mélangent à 160 000 années-lumière de la Terre, composés d'étoiles jeunes, brillantes et gigantesques. L'astronome peut retracer l'histoire de leur formation et mieux comprendre leurs liens dans la grande nébuleuse de la Tarantule.

Panneau 7



Crédits : ESO/ MR Cioni/ VISTA magellanic cloud/
Cambridge Astronomical Survey Unit

L'amas globulaire NGC104 s'est formé en même temps que notre galaxie, il y a environ 12 milliards d'années. Il est donc très âgé, constitué d'étoiles anciennes. Ce type d'amas a une forme de boule ou de globe, très différent des amas ouverts que vous avons vus précédemment, qui sont eux, composés d'étoiles jeunes et bleutées.

Il existerait 151 amas globulaires autour de notre galaxie. Ils marquent, comme des empreintes laissées dans l'espace, la zone dans laquelle notre galaxie s'est formée avant de s'aplatir en disque. Grâce à eux, les astronomes ont déduit la position du centre et les dimensions de notre galaxie : la Voie Lactée. Vous savez, cette bande blanche, qui ressemble à une rivière qui traverse le ciel ? C'est en fait notre galaxie, vue dans son épaisseur.

Cet amas est dépourvu de nébuleuse de gaz et ne produit presque plus de nouvelles étoiles. Ces amas peuvent contenir plusieurs millions d'étoiles qui bougent de façon désordonnée et dangereusement proche les unes des autres. D'inévitables accidents s'y produisent. Au milieu de toutes ces étoiles très anciennes, on a ainsi repéré d'étonnantes étoiles bleues et massives qui serait le résultat de collision entre étoiles anciennes. Elles ont ainsi retrouvé une seconde jeunesse. Ces étoiles atypiques sont appelées « trainarde bleue ».

On y trouve une vingtaine de pulsars. Des cœurs d'étoiles mortes, qui tournent comme des toupies et à chaque tour, plusieurs dizaines de fois par seconde, émettent un signal qu'on peut capter depuis la Terre.



Crédits : NASA, ESA and the Hubble Heritage Team

La galaxie M83, regroupe en elle tous les types d'objets que nous avons vus jusqu'à présent. Nébuleuses, amas, étoiles, sont ici mêlés dans leur milieu d'origine : la galaxie. Sur cette magnifique image, on repère très bien les gaz rose, rouge, magenta des nébuleuses et les couleurs bleutées des jeunes étoiles s'enroulant, entraînés par la structure des bras en spirale. On compte ici quatre bras. Vous les voyez ? Ils se rejoignent au centre, une zone teintée d'un jaune chaud appelé le bulbe galactique. Ce sont des étoiles anciennes qui vivront encore des milliards d'années.

Notre Soleil est également dans une galaxie de ce type. On compte environ 200 milliards d'étoiles dans une seule galaxie. Et il existe des centaines de milliards de galaxies dans l'univers.

Dans quelques centaines de millions d'années, la galaxie aura fait un tour sur elle-même. Elle aura, entretemps, produit quelques millions de nouvelles étoiles tandis que d'autres auront explosé en supernovæ.

On dit que ces galaxies sont stables et qu'elles tournent ainsi en équilibre sur elles-mêmes pendant des milliards d'années. La seule chose qui peut perturber cette stabilité galactique serait une rencontre avec une autre galaxie.

Panneau 9

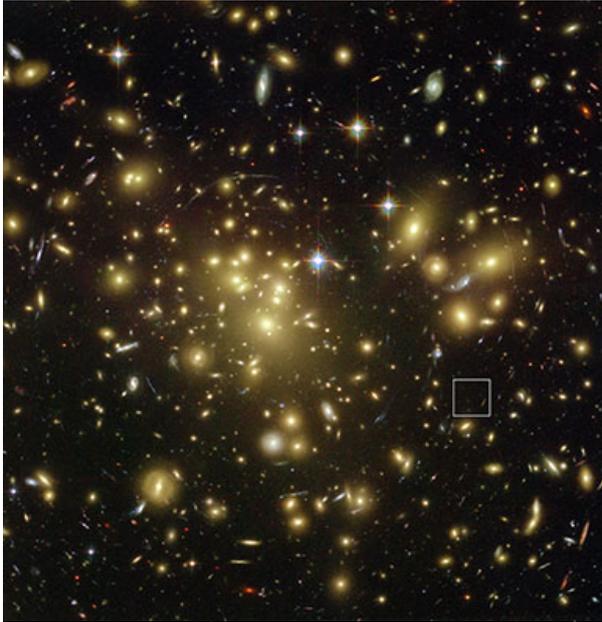


Crédits : NASA, ESA
and the Hubble Heritage Team

La galaxie NGC 1300, n'a que deux longs bras dont les spirales ne sont pas rattachées directement au bulbe galactique. Celui-ci est traversé par une longue barre droite. C'est la raison pour laquelle, on dit que cette galaxie est de type spirale barrée. Et dans son bulbe, vous trouverez peut-être une autre particularité. Parmi les brillantes étoiles jaunes du centre se dessine une petite spirale inattendue, comme un tourbillon.

Ces galaxies, spirales ou barrées, abritent de milliards d'étoiles et en produisent de nouvelles à partir des énormes quantités de gaz et de poussières qui y sont brassées. Elles sont larges de plusieurs centaines d'années-lumière et séparées les unes des autres de plusieurs millions d'années-lumière. Y aurait-il donc d'immenses espaces vides entre les galaxies ? En tout cas, il y a bien d'énormes espaces où l'on ne voit rien.

Mais les galaxies nous réservent une petite surprise. Elles tournent trop vite. Les étoiles, gaz et poussières d'une galaxie bougent à une vitesse trop grande. Elles devraient être éjectées dans l'univers, comme des gouttes d'eau d'un parapluie qu'on fait tourner. Et les astronomes s'accordent à dire qu'il manque un peu de colle pour que la galaxie garde sa structure. La « colle » de l'univers vous la connaissez ? C'est la gravité, celle qui nous maintient sur Terre et parfois nous fait tomber au sol. Cette « colle » provient de la matière. Et la matière qu'on voit briller dans une galaxie est très insuffisante. Il en faudrait cent fois plus pour que les galaxies gardent leurs formes. Mais alors où est-elle cachée, cette matière qu'on ne voit pas ?



Crédits : NASA, ESA , L. Bradley, R. Bouwens, H. Ford, G. Illingworth

L'amas de galaxies Abell, est un regroupement de plusieurs milliers de galaxies. Ces galaxies sont très lointaines et leur lumière (voyageant à la vitesse de 300 000km/s) met 2.2 milliards d'années pour nous parvenir. On ne peut plus en distinguer leurs spirales ou barres. Elles nous apparaissent comme des petites tâches floues, plus ou moins allongées.

Cet ensemble de galaxies, de par sa masse colossale, réalise un effet d'optique en déviant la lumière de galaxies encore plus lointaines, situées derrière lui. Vous remarquez sans doute de fins arcs-de-cercle visibles autour du centre de l'image. Ce sont des « images – mirages » déformées de ces galaxies.

Cet effet dit de « lentille gravitationnelle » est utilisé pour estimer et cartographier la quantité de matière que l'on ne voit pas.

« Les mouvements des étoiles nous apprennent que la majorité de la matière de l'univers est sombre. Quand nous voyons des étoiles dans le ciel, elles ne représentent qu'environ 5 à 10 pourcent de l'univers » Cette citation est de Vera Rubin, une astronome remarquable. Elle fut pionnière des questions de masse manquante. Peut-être avez-vous envie d'en savoir plus ? de devenir, comme elle, astronome ?

Sur la photo est représenté un petit carré. Dans celui-ci a été repéré l'image déformée d'une des galaxies la plus lointaine jamais vue. Sa lumière a mis 12.8 milliards d'années pour nous parvenir. Elle se serait donc formée 700 000 ans après la naissance de l'univers.

Pour aller plus loin

Les grands observatoires

<https://www.eso.org/public/images/>

<https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/index.html>

Vera Rubin et Williama Fleming

https://fr.wikipedia.org/wiki/Vera_Rubin

<https://wolba.ch/gazette/the-first-computer-williamina-fleming-and-the-horsehead-nebula/>

Sur les images de cette exposition

https://fr.wikipedia.org/wiki/Blue_straggler

<https://www.fondation-lamap.org/fr/podcast-ciel>

<https://www.cidehom.com/sommaire-questions.html>

<https://www.cieletespace.fr/actualites/abell-1689-revele-sa-matiere-noire>

QUIZ : A vous de jouer !

PANNEAU 1 : comment a-t-on découvert les objets du ciel profond ?

1. En y expédiant des sondes spatiales
2. En les observant avec des télescopes
3. En faisant des expériences en laboratoire

PANNEAU 2 : où se trouve la nébuleuse de la tête de cheval ?

1. Dans notre système solaire
2. Vers la constellation d'Orion
3. En dehors de notre galaxie

PANNEAU 3 : quelle est la couleur dominante d'une nébuleuse ?

1. Le vert
2. Le bleu
3. Le rouge

PANNEAU 4 : la nébuleuse de l'Hélice se trouve à 650 années-lumière. Cela signifie :

1. qu'elle a explosé il y a 650 ans
2. que sa lumière met 650 ans à nous parvenir
3. qu'on peut l'observer tous les 650 ans

PANNEAU 5 : à quelle vitesse, l'étoile à neutron, tourne-elle sur elle-même?

1. 30 fois par seconde
2. 30 fois par année
3. 30 fois par jour

PANNEAU 6 : la nébuleuse de la Tarentule se trouve dans le Grand nuage de :

1. Marco Polo
2. Magellan
3. Vasco de Gama

PANNEAU 7 : dans quels endroits trouve-t-on généralement des amas globulaires ?

1. Au bord du système solaire
2. Au cœur des nébuleuses de gaz et de poussières
3. A la limite de notre galaxie, la Voie Lactée

PANNEAU 8 : quels renseignements peut-on tirer de la couleur des étoiles ?

1. Leurs distances à la Terre
2. Leurs âges et leurs températures
3. Leurs vitesses de rotation sur elles-mêmes

PANNEAU 9 : combien d'étoiles contient une galaxie ?

1. Une seule : le soleil
2. Jamais plus de 1300
3. Plusieurs centaines de milliards

PANNEAU 10 : Comment explique-t-on les petits arc-de-cercles que l'on voit sur la photo ?

1. Des petits défauts sur le miroir du télescope spatial Hubble
2. Des traces laissées par des extraterrestres
3. Un phénomène naturel appelé « lentille gravitationnelle »

CORRECTION

1. Comment a-t-on découvert les objets du ciel profond ?

2. En les observant avec des télescopes.

2. Où se trouve la nébuleuse de la tête de cheval ?

3. Dans notre galaxie

3. Quelle est la couleur dominante d'une nébuleuse ?

3. Le rouge

4. La nébuleuse de l'hélice se trouve à 650 années-lumière. Cela signifie :

2. Que sa lumière met 650 ans à nous parvenir

5. A quelle vitesse, l'étoile à neutron, tourne-elle sur elle-même ?

1. 30 fois par seconde.

6. La nébuleuse de la tarentule se trouve dans le grand nuage de :

2. Magellan

7. Dans quels endroits trouve-t-on généralement des amas globulaires ?

3. A la limite de notre galaxie.

8. Quels renseignements peut-on tirer de la couleur des étoiles ?

2. Leur âge et leur température

9. Combien d'étoiles contient une galaxie ?

3. Plusieurs centaines de milliards.

10. Comment explique-t-on les petits arc-de-cercles que l'on voit sur la photo ?

3. Un phénomène naturel appelé « lentille gravitationnelle ».