

**L'amas de galaxies du Phénix.** Les galaxies (en jaune) sont superposées à l'image en rayons X (en bleu) obtenue par le télescope Chandra, révélant un énorme nuage de gaz à plus d'un million de degrés.

8

La galaxie du Sombrero est une galaxie massive comportant un gros bulbe fait d'étoiles vieilles et un mince disque de gaz, de poussières et d'étoiles jeunes.

**A gauche:** une image dans le visible obtenue au télescope de 1,5m de l'ESO. **A droite:** une composition en fausses couleurs. En rouge: image infrarouge obtenue par le télescope spatial Spitzer; en bleu: image dans le visible obtenue par le télescope spatial Hubble.



## L'Univers dans ma poche



**Grażyna Stasińska**  
Observatoire de Paris

3

3

4

**Images en lumière invisible**

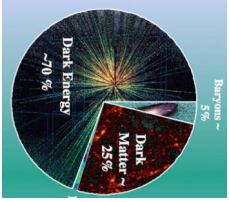
En observant les astres en « lumière invisible » (ondes radio, microondes, ondes infrarouges, ultraviolettes, rayons X ou gamma) les astronomes peuvent mieux comprendre de quoi ces astres sont faits.

Par exemple, les particules de poussière interstellaire sont chauffées par les étoiles à des températures plus faibles que le corps humain. Elles émettent donc surtout dans l'infrarouge, alors que les étoiles dont les températures varient entre 3.000 et 50.000 degrés émettent dans le visible.

Par contre, le gaz diffus intergalactique chauffé à des températures de plus d'un million de degrés n'est visible qu'en rayons X.

9

12



Selon les estimations actuelles, l'énergie sombre constituerait 70% de l'Univers, la matière sombre 25% et l'univers connu (les galaxies avec toutes leurs composantes ainsi que le milieu intergalactique) seulement 5%.



IRG 3-757, un mirage gravitationnel. L'anneau bleu est l'image déformée d'une galaxie bleue qui se trouve derrière la grosse galaxie rouge.

**Matière sombre et énergie sombre**

Certains propriétés de l'Univers suggèrent qu'il existe une grande quantité de matière non encore détectée, appelée matière sombre, qui agit sur les astres visibles par sa gravité. Les astronomes pensent qu'il ne peut pas s'agir de petites étoiles ou de planètes, ni de nuages sombres, ni de trous noirs, ni d'antimatière.

Les observations de galaxies distantes montrent que l'expansion de l'Univers s'accélère. L'interprétation standard est que cette accélération est due à une forme d'inconnue d'énergie, appelée énergie sombre.

Certains théories alternatives n'ont pas besoin de matière sombre ni d'énergie sombre, mais il leur faut expliquer toutes les observations, comme le fait la théorie standard.

13

**Les débuts de la spectroscopie**

En 1665, Isaac Newton, celui-même qui plus tard découvrit les lois de la gravitation, montra que la lumière du Soleil était composée de différentes couleurs.

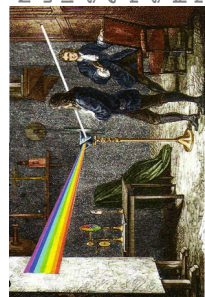
Cependant, bien des années passèrent avant que les astronomes n'utilisent cette propriété pour étudier la lumière émise par les astres.

Un spectre - c'est le nom donné par Newton à la lumière décomposée par un prisme - contient énormément d'information sur la composition, la température et la densité de la source qui l'émet.

Les premiers spectres d'objets célestes ont été pris plus de 200 ans après la découverte de Newton.

5

Newton fit un trou dans son bureau et dirigea le rayon du soleil à travers un prisme. Il recueillit sur un drap blanc la lumière qui avait traversé le prisme. Celle-ci présentait les belles couleurs de l'arc-en-ciel. En plaçant un deuxième prisme devant le drap et en jouant avec son orientation, il reconstitua la lumière blanche du Soleil.



Le premier spectre de nébuleuse, obtenu par Huggins en 1860, montrant 3 raies intenses.

Le spectre d'une autre « nébuleuse », pris par Edwin Hubble vers 1920. On y voit des raies sombres sur un fond brillant, comme pour les étoiles. C'est donc cette « nébuleuse » n'est pas faite de gaz mais d'étoiles. De tels objets sont maintenant nommés « galaxies ».

4

Les petites astériques représentent les étoiles invisibles à l'œil nu.

La première photo de la Nébuleuse d'Orion par Henry Draper en 1880 (50 minutes d'exposition avec un télescope de 28 cm de diamètre).



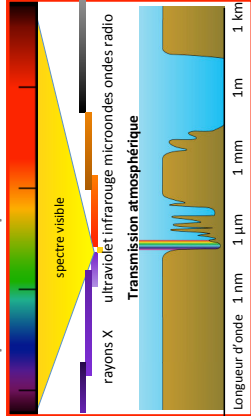
Dessein de Gaillée montrant les Pléiades telles qu'il les voyait dans son télescope.



Une photo de Wally Pacholka montrant la constellation des Pléiades, visible à l'œil nu. Pour les aborigènes du nord de l'Australie, les Pléiades sont un groupe de kangourous poursuivis par une meute de dingos.

Gaillée montre au doge de Venise comment se servir de son télescope (travaux de Giuseppe Bertini).

## Le spectre complet de la lumière



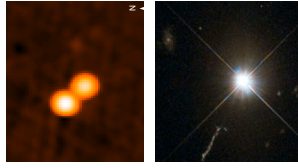
La longueur d'onde de la lumière va de moins de 1/1.000.000.000 m pour les rayons X jusqu'à plus de 1 km pour les ondes radio. Le spectre visible couvre une toute petite partie du spectre total: de 0,4 à 0,7 microns. Les images astronomiques sont en général en fausses couleurs, représentant les parties invisibles du spectre avec des couleurs visibles. L'atmosphère de la Terre laisse passer la lumière visible, les ondes radio et une partie de la lumière infrarouge. Pour observer les rayons ultraviolets ou les rayons X émis par les astres, il faut des satellites.

6

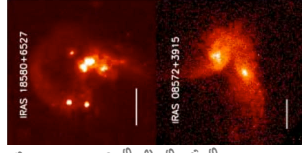
## Découvertes en lumière invisible

Certains astres étaient totalement inconnus à ce qu'on les observait avec des télescopes sensibles à la « lumière invisible ». Les astres très froids ou très chauds émettent surtout dans les parties invisibles du spectre et ont été découverts grâce à leur lumière invisible. Ce n'est que plus tard, quand les astronomes observèrent les mêmes zones du ciel avec de très grands télescopes optiques, qu'on a vu une grande surface collectrice et sont donc très sensibles, qu'ils ont finalement pu voir ces astres en lumière visible. Cela a été le cas des quasars, par exemple, découverts en radio, ainsi que des sursauts gamma, détectés avant que les galaxies qui les abritaient aient été découvertes.

11



3C273 « vu » par le radio-télescope VLA. En 1963, Martin Schmidt montra qu'au centre de l'image radio se trouve un astre bleu d'apparence ponctuelle situé à très grande distance. C'est le premier quasar qu'on ait découvert. Une image obtenue en lumière visible par le télescope spatial Hubble montre un jet de gaz émergeant du quasar.



Deux galaxies, découvertes par le satellite IRAS dans l'infrarouge, vues par le télescope spatial Hubble dans le visible. Ces galaxies, 100 fois plus lumineuses dans l'infrarouge que dans le visible sont appelées ULIRGs (galaxies infrarouges ultralumineuses, en anglais). De nombreux ULIRG montrent des signes d'interaction avec des galaxies voisines.

10

Une image de la Nébuleuse de l'Œil du Chat obtenue par le télescope Hubble en lumière visible et post-traitée

Image de la galaxie M31 prise en ultraviolet à bord du vaisseau spatial Swift de la NASA

Image infrarouge composite d'un nuage interstellaire, prise par le télescope spatial Spitzer: les points rouges sont les zones où se forment les étoiles

Une image de la radiogalaxie 3C353 obtenue avec le radiotélescope VLA

Image composite en rayons X (bleu) et en radio (rose) de l'amas de galaxies Abell 400: des jets radio émergent du cœur de la galaxie centrale.

## L'aube de l'astronomie

Anciennement, la connaissance de l'Univers était limitée à ce que l'homme pouvait voir à l'œil nu. Mythes et légendes complétaient cette vision de l'Univers.

Au début du 17<sup>e</sup> siècle, les premiers télescopes permirent aux astronomes de détecter des objets bien moins brillants que les objets les plus faibles visibles à l'œil nu. Des certaines étoiles furent découvertes. Vers la fin du 19<sup>e</sup> siècle, la photographie astronomique permit une exploration plus profonde de l'espace. On pouvait suivre un objet au télescope et enregistrer sa lumière sur une plaque photo pendant plusieurs heures. Ainsi furent détectés de fins détails sur la surface des planètes et dans de nombreux objets nébulaires.

3

## L'Univers dans ma poche N° 2

Ce mini-livre a été écrit en 2017 par Grazyna Stasińska de l'Observatoire de Paris (France).

Image de couverture: une portion du ciel observée par le télescope spatial Chandra en rayons X. On y distingue des centaines de quasars situés à des distances allant jusqu'à 12 milliards d'années-lumière. La plupart des photons de ce mini-livre ont été obtenus grâce aux télescopes spatiaux Hubble, Spitzer and Chandra, ainsi qu'au grand radiotélescope VLA.



Pour en savoir plus sur cette collection et sur les thèmes présentés dans ce mini-livre tu peux visiter <https://www.tuimp.org>

TUIMP Creative Commons



## La lumière invisible

La lumière visible (la lumière que l'œil humain peut détecter) représente une petite portion de l'ensemble du spectre. La lumière peut être décrite par sa longueur d'onde. En partant des grandes longueurs d'ondes, on peut distinguer:

- les ondes radios (comme celles reçues par nos postes de radio et de télévision),
- les microondes (celles qui réchauffent les plats dans nos fours à microondes),
- l'infrarouge (émis par les corps tièdes, détectable avec des lunettes spéciales),
- le visible (la lumière du Soleil, les lampes),
- l'ultraviolet (le rayonnement invisible du Soleil qui fait bronzer),
- les rayons X (qui permettent de « voir » nos os).

Plus un corps est chaud, plus courte est la longueur d'onde de sa lumière.

7