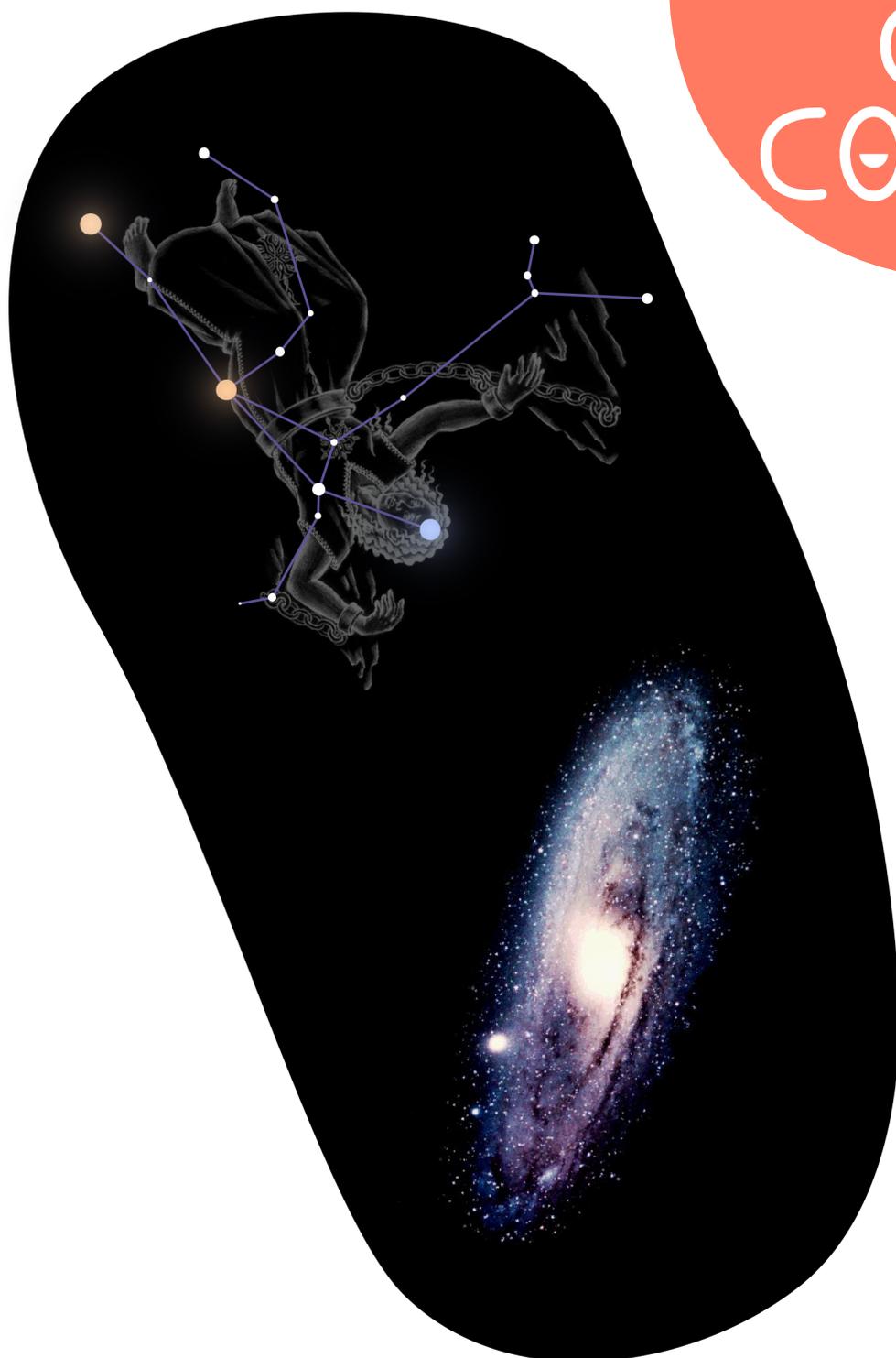


LA GALAXIE D'ANDROMEDE

# ASTRES

## EN COURS



N°4

## EDITO

Ce numéro de la gazette  
*Astres en cours* s'adresse aux  
enseignants, aux éducateurs  
mais également à tous les  
curieux des choses du ciel.

Ce quatrième numéro de la gazette *Astres en cours* vous propose de découvrir une des merveilles de la voûte céleste, la galaxie d'Andromède.

Nous débuterons par son repérage à l'œil nu et verrons comment la figure la plus remarquable du ciel d'automne, le carré de Pégase, nous permet d'atteindre la constellation d'Andromède, hôte de la célèbre galaxie... bien que celle-ci, aussi appelée M31, soit des dizaines de milliers de fois plus éloignée que les étoiles qui constituent cette constellation et qui, elles, se trouvent dans notre proche environnement galactique !

Attention, les photographies fascinantes qui circulent sur Internet ne doivent pas vous faire miroiter l'impossible : aux jumelles comme au télescope, vous ne verrez jamais M31 sous l'aspect somptueux qui vous est offert à l'écran. Ne cédez toutefois pas à la déception ! En effet, rien n'égale l'émotion procurée par l'observation directe d'un objet si lointain que sa lumière a mis... plus de deux millions d'années pour vous parvenir.

En route !

Département Éducation et Formation  
Universcience  
[educ-formation@universcience.fr](mailto:educ-formation@universcience.fr)

**1** LE CIEL D'AUTOMNE  
Page 4

**2** ANDROMEDE, LA CONSTELLATION  
ET LA GALAXIE  
Page 6

**3** QU'EST-CE QU'UNE  
GALAXIE ?  
Page 7

**4** OBSERVER  
LA GALAXIE  
D'ANDROMEDE  
Page 10

**5** L'IMPORTANCE  
HISTORIQUE DE M31  
Page 13

**6** ANDROMEDE DANS  
LA MYTHOLOGIE  
Page 14

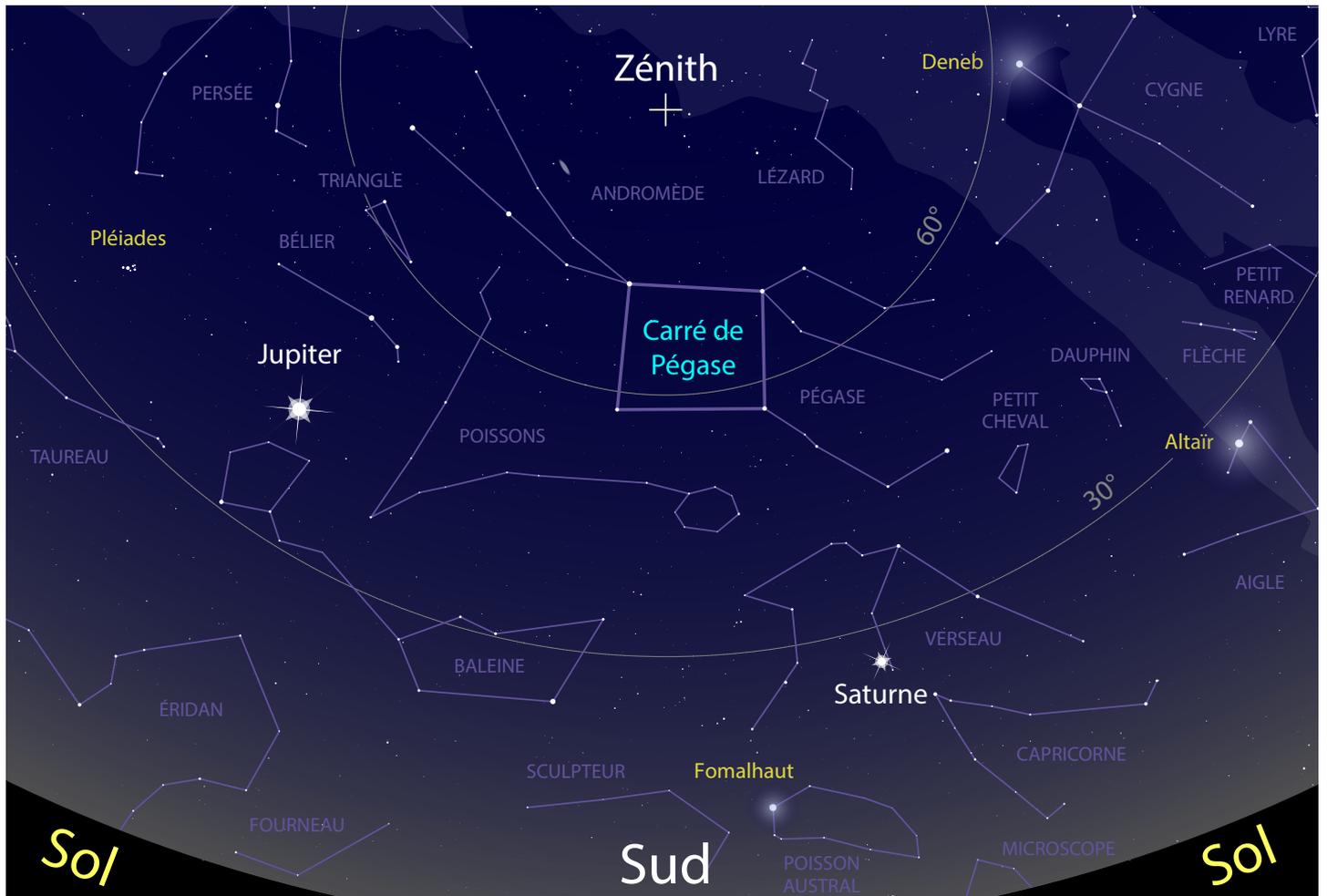
**7** RESSOURCES  
ET ACTIVITES  
Page 15

# 1

# LE CIEL D'AUTOMNE

L'automne est une saison propice à l'observation du firmament. La nuit tombe rapidement, et ce, d'autant plus que la saison est avancée. De plus, les températures sont généralement clémentes... au moins jusqu'en octobre.

On qualifie souvent le ciel d'automne de « ciel de transition », comme s'il n'était qu'un temps mort coincé entre les merveilles qu'offrent les ciels estival et hivernal. Il a pourtant beaucoup à offrir !



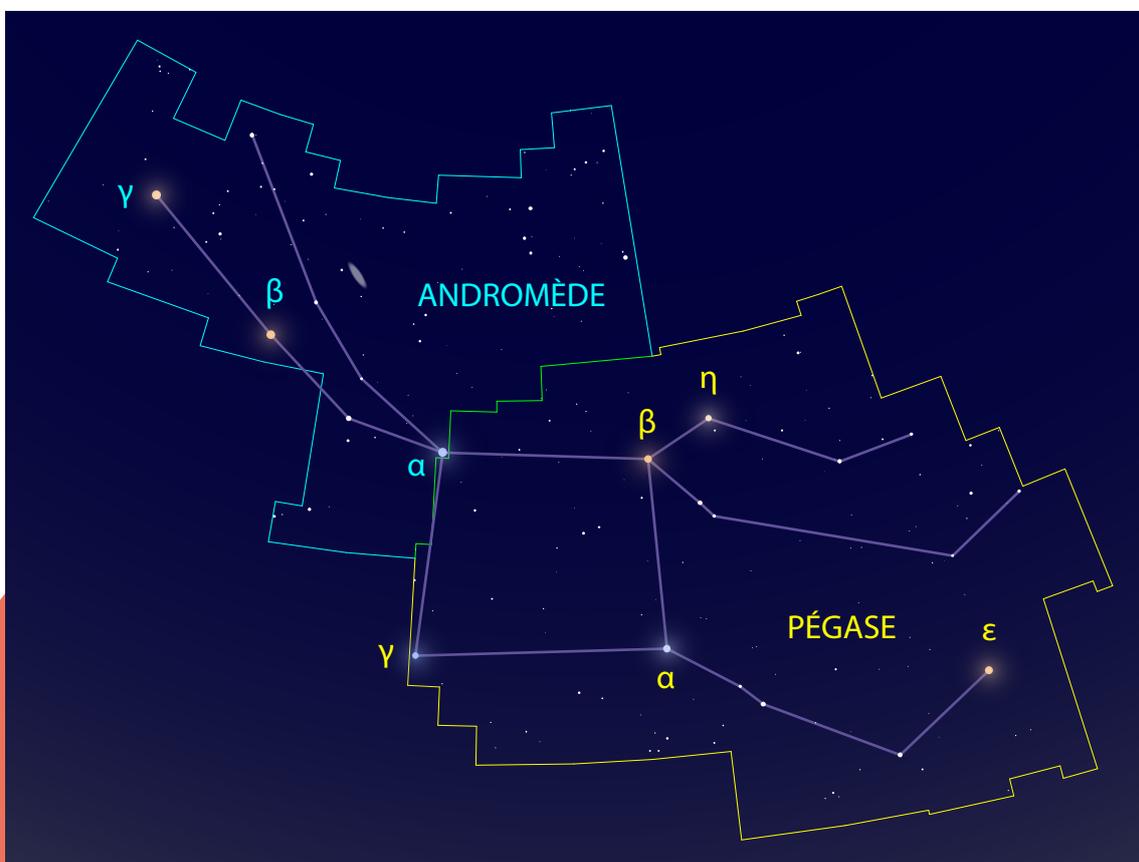
**Le ciel d'automne. Aspect du ciel observable en France métropolitaine début octobre vers 1 h du matin, début novembre vers 22 h et début décembre vers 20 h. La traînée blanchâtre qui apparaît en haut et à droite de l'illustration est la Voie lactée.**

Le premier astre qui saute aux yeux en soirée est un point très brillant que l'on trouve à mi-hauteur vers le sud-est : la planète **Jupiter**. Plus bas vers l'ouest, une autre planète, moins lumineuse, se dévoile. Il s'agit de **Saturne**.

Alors que vers l'ouest descendent déjà les constellations d'été comme le Cygne et l'Aigle, de l'horizon est commencent à émerger les constellations d'hiver, annoncées

par l'amas d'étoiles des Pléiades et le Taureau.

Plein sud, à une soixantaine de degrés de hauteur, il y a la figure la plus remarquable du ciel d'automne : le **carré de Pégase**. Attention, ce n'est pas une constellation mais un astérisme, c'est-à-dire un regroupement arbitraire d'étoiles brillantes pouvant appartenir à des constellations différentes.



Trois étoiles du carré de Pégase appartiennent à la constellation du même nom. Ce sont Scheat ( $\beta$ ), Markab ( $\alpha$ ) et Algenib ( $\gamma$ ). Ni Matar ( $\eta$ ) ni Enif ( $\epsilon$ ), l'étoile la plus lumineuse de la constellation, n'en font partie. La quatrième et dernière étoile du carré de Pégase relève de la constellation d'Andromède. Il s'agit d'Alpheratz ( $\alpha$ ), son étoile la plus brillante. Mirach ( $\beta$ ) et Almach ( $\gamma$ ) complètent la scène. Les lignes jaunes délimitent la constellation de Pégase et les lignes bleues fixent les limites d'Andromède. Leur frontière commune est en vert.

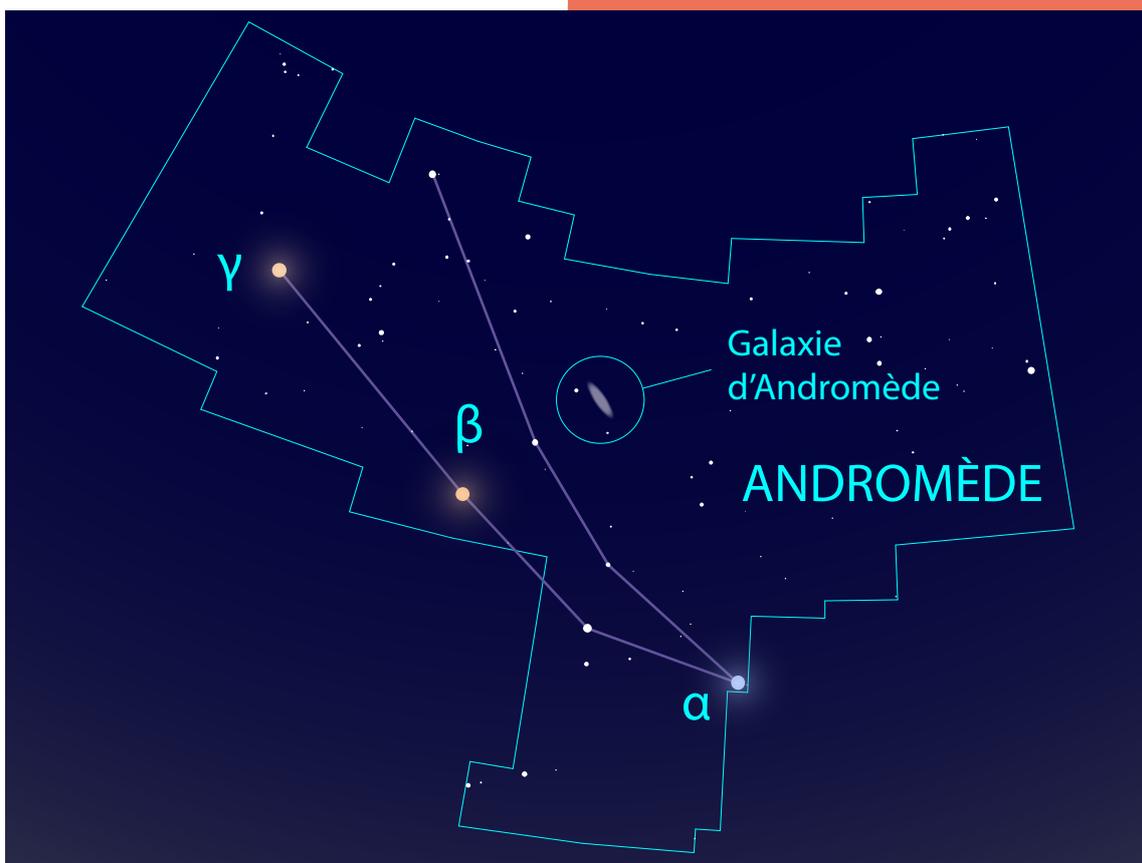
# 2

## ANDROMEDE, LA CONSTELLATION ET LA GALAXIE

Andromède est une constellation assez connue, non pas en raison de son aspect spectaculaire ni de l'éclat intense de ses étoiles, mais d'abord parce qu'elle est l'hôte d'une galaxie célèbre : la galaxie d'Andromède.

Couramment appelée M31 (c'est le 31<sup>e</sup> objet du catalogue astronomique de Messier), elle est visible à l'œil nu sous la forme

d'une petite tache grisâtre... à condition d'avoir un ciel très sombre, sans pollution lumineuse. Attention, M31 n'a aucun lien physique avec les étoiles de la constellation : elle est beaucoup plus lointaine. À titre d'exemple, la distance qui nous sépare de M31 est près de 30 000 fois supérieure à celle d'Alpheratz ( $\alpha$ ) !



En 964, l'astronome Perse Al-Soufi (903-986) fut le premier à mentionner par écrit, dans son « Livre des étoiles fixes », la présence de cet objet céleste qu'il qualifie de « tache nébuleuse ».

# 3

## QU'EST-CE QU'UNE GALAXIE ?

Sous l'effet de la gravitation, les étoiles ne se répartissent pas au hasard dans l'Univers : elles sont rassemblées au sein de gigantesques concentrations appelées **galaxies**. Nous-mêmes, c'est-à-dire le Soleil, son cortège de planètes et toutes les étoiles que vous voyez briller dans le ciel, faisons partie d'une galaxie, la **Voie lactée**. Elle possède la forme d'un disque que nous observons

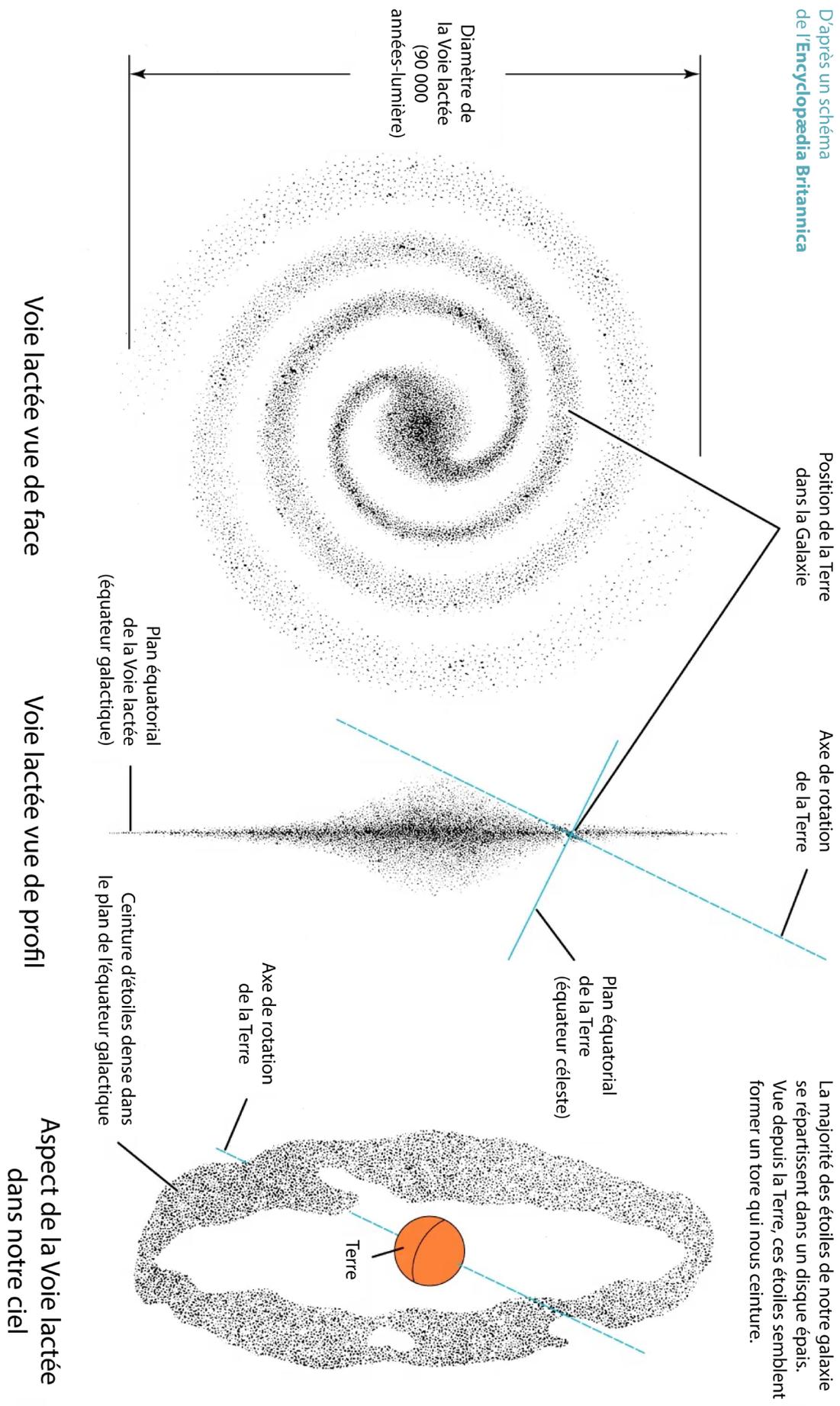
depuis l'intérieur et par la tranche. Il s'agit d'une galaxie spirale barrée qui héberge plus de 200 milliards d'étoiles. Son diamètre s'élève à 90 000 années-lumière. Le Soleil se trouve à 27 000 années-lumière de son centre, occupé par un trou noir supermassif de 4 millions de masses solaires. Des centaines de milliards de galaxies peuplent l'Univers observable.



La Voie lactée vue depuis l'observatoire de Cerro Paranal au Chili. Le trait rouge est ce qu'on appelle une étoile guide laser. Elle point ici directement vers le centre galactique et équipe *Yepun*, le 4<sup>e</sup> télescope du *Very Large Telescope*. Elle permet de corriger en direct les défauts d'images dus à la turbulence atmosphérique. Les zones sombres qui parsèment la Voie lactée sont dues à la poussière interstellaire qui absorbe la lumière des étoiles en arrière-plan. Le temps de pose de ce cliché est de 5 minutes et, comme le suivi a été fait sur les étoiles, les coupes sont légèrement floues. Crédit : ESO / Y. Beletsky

(<https://web.archive.org/web/20081121184421/http://www.eso.org/gallery/v/ESOPIA/Paranal/phot-33a-07.tif.html>).

D'après un schéma de l'Encyclopædia Britannica



La majorité des étoiles de notre galaxie se répartissent dans un disque épais. Vue depuis la Terre, ces étoiles semblent former un tore qui nous ceinture.

La Voie lactée n'est pas isolée dans l'espace et possède des galaxies satellites, comme le Grand Nuage de Magellan et le Petit Nuage de Magellan, visibles à l'œil nu dès que l'on franchit le Tropique du Cancer. Avec la galaxie d'Andromède, située à 2,55 millions d'années-lumière, et quelques dizaines d'autres galaxies plus petites, la Voie lactée constitue

un amas d'une cinquantaine de membres, le **Groupe local**. La Voie lactée et M31 se rapprochent l'une de l'autre avec une vitesse supérieure à  $100 \text{ km.s}^{-1}$ . Elles pourraient entrer en collision d'ici 3 à 4 milliards d'années, avec un risque de collisions entre étoiles extrêmement faible, pour former une galaxie elliptique géante.



La galaxie UGC 12158 photographiée par le télescope spatial *Hubble* en 2010. Située à près de 400 millions d'années-lumière, elle présente sans doute un aspect similaire à celui que pourrait exhiber la Voie lactée... si nous pouvions l'observer de très loin !  
Crédit : ESA / Hubble & NASA  
(<https://esahubble.org/images/potw1035a/>)

**La Voie lactée**  
diamètre :  $\approx 90\,000$  années-lumière  
Masse :  $\approx 1000$  milliards de masses solaires

Distance : 2 550 000 années-lumière

**Galaxie d'Andromède (M31)**  
diamètre :  $\approx 150\,000$  années-lumière  
Masse :  $\approx 1500$  milliards de masses solaires



Cette illustration montre la distance qui sépare la Voie lactée et la galaxie d'Andromède ainsi que leur taille respective, à l'échelle. Si, dans une même galaxie, les collisions entre étoiles sont rarissimes - les distances entre elles étant gigantesques comparées à leur taille - ce n'est plus du tout le cas lorsque l'on passe à l'échelle spatiale supérieure : les rapprochements et les collisions entre galaxies sont des facteurs essentiels de l'évolution galactique.

# 4

# OBSERVER LA GALAXIE D'ANDROMEDE

La galaxie d'Andromède est l'objet le plus lointain qui puisse être observé à l'œil nu. Pensez, au moment où vous l'observerez, que les photons qui frappent vos yeux ont été émis à une époque où *Homo habilis* n'avait pas encore posé le pied sur Terre... il y a quelque 2,55 millions d'années.

Malgré sa distance faramineuse, elle présente une taille apparente importante sur la voûte céleste et s'inscrit dans une ellipse de 3° sur 1°. Son grand axe fait donc six fois le diamètre apparent de la pleine lune ! Toutefois, sa luminosité par unité de surface est faible. Aussi,

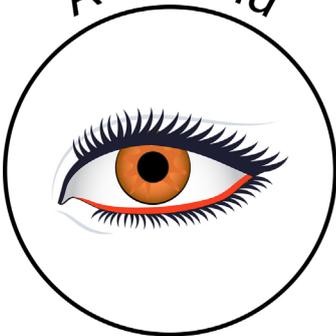
pour l'observer avec succès, suivez ces quelques conseils :

1. Fuyez toute source de pollution lumineuse, comme les lumières des villes et la présence d'une Lune proche de sa plénitude ;
2. Laissez vos yeux s'habituer à l'obscurité pendant une vingtaine de minutes ;
3. Pratiquez la vision décalée, qui permet de voir les objets peu lumineux et qui consiste à ne pas les regarder directement... mais un peu sur le côté. Plus d'informations sur cette technique ici :

<https://starwalk.space/fr/news/averted-vision>.

Ces conseils sont à suivre, si possible, pour toutes les observations, qu'elles soient faites à l'œil nu, aux jumelles ou au télescope.

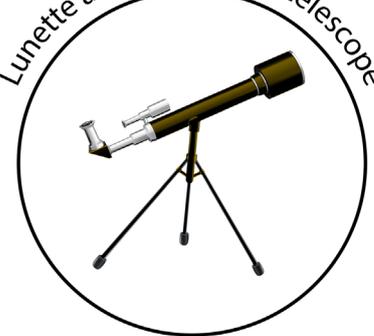
À l'œil nu



Aux jumelles

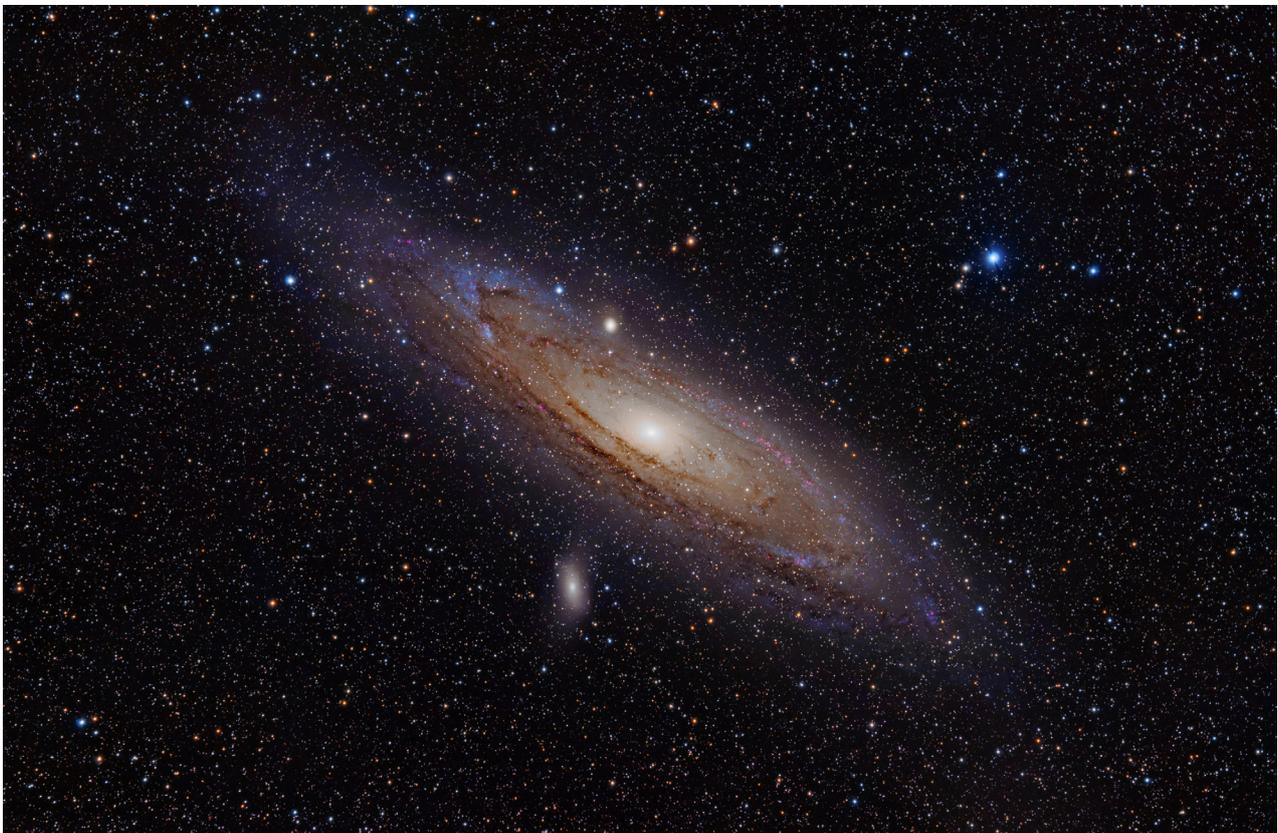


Lunette astronomique / télescope



En raison de leur champ de vision bien plus élevé que celui d'un télescope, les jumelles sont l'instrument idéal pour observer M31. Mais que voit-on avec un tel instrument ? Le noyau de la galaxie, sous la forme d'une tache floue allongée, baignant dans un halo constitué par les spirales - totalement inaccessibles aux jumelles - qui s'enroulent autour du noyau.

Alors que l'on s'attend à être stupéfait par la beauté de M31 vue à travers un télescope, c'est souvent la déception qui l'emporte sur l'émerveillement. Il faut vraiment avoir un ciel très pur et sombre pour espérer déceler, dans le halo, de petits chenaux sombres dus aux bandes de poussières dans la galaxie elle-même.

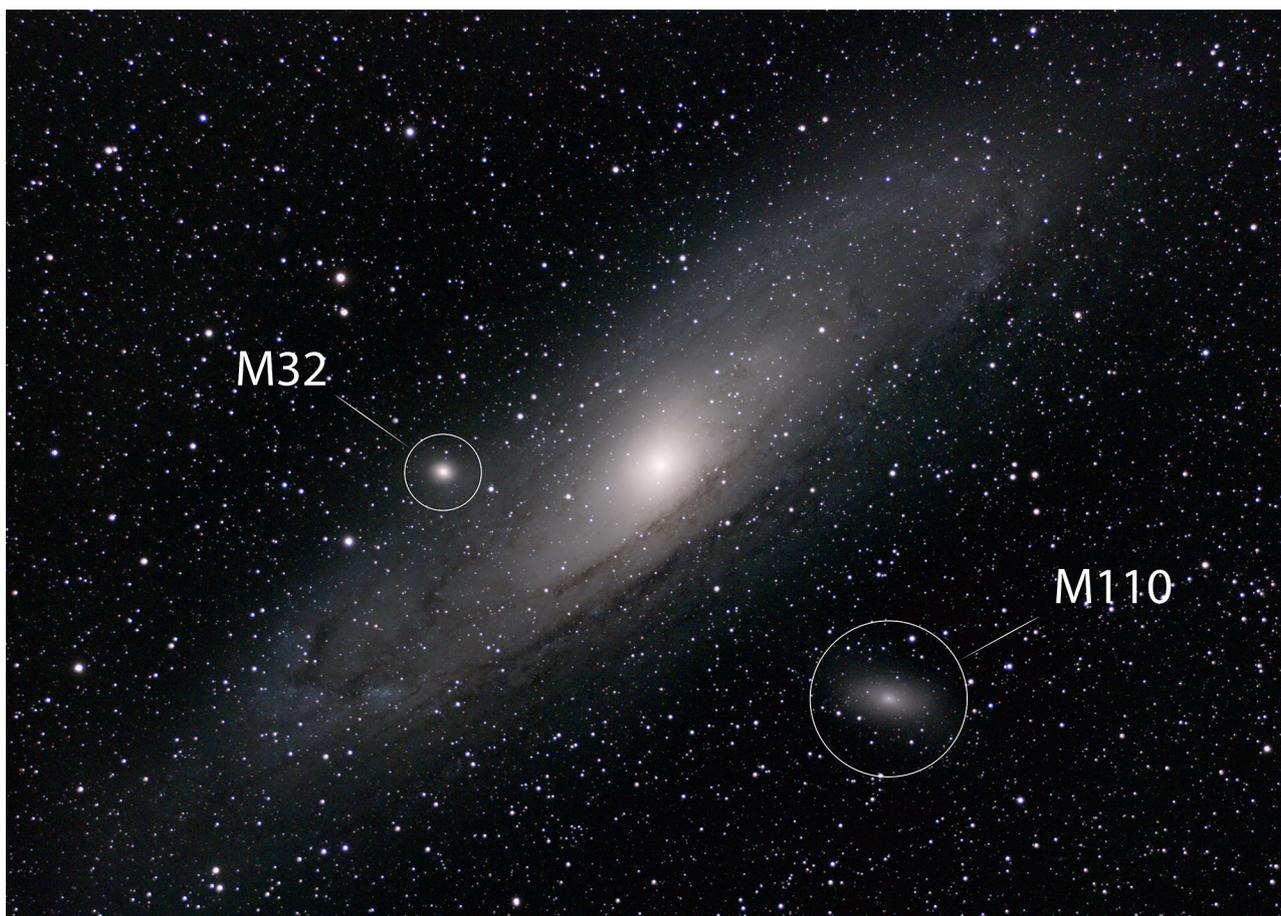


L'œil vissé à l'oculaire du télescope, vous ne verrez JAMAIS la galaxie d'Andromède avec un tel luxe de détails. L'obtention de ce cliché a nécessité un temps de pose cumulé de près de 5 h avec un capteur photographique très sensible. Les images obtenues ont été traitées à l'aide de logiciels spécialisés pour améliorer leur rendu.

Crédit : Adam Evans (<https://www.flickr.com/photos/astroporn/4999978603/>).

Comme la Voie lactée, M31 possède des galaxies satellites. La plus brillante, M32, est située au sud du noyau de M31. Elle est facile à voir en ville avec une lunette de 100 mm d'ouverture et à l'aide

d'une paire de jumelles dans des sites plus sombres. Plus au nord et plus éloignée du noyau, on trouve M110, plus diffuse que M32. Elle est accessible aux instruments dont le diamètre est supérieur à 150 mm.



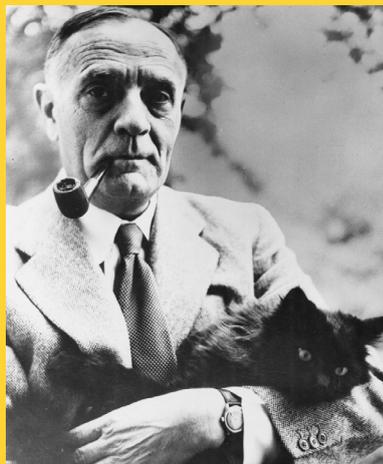
Un autre superbe cliché de la galaxie d'Andromède, mettant en valeur ses petites galaxies satellites M32 et M110. Plus de 3 h 30 minutes de pose ont été nécessaires à son obtention. Crédit : Torben Hansen (<https://www.flickr.com/photos/torbenh/6105409913>). Les objets M32 et M110 furent découverts respectivement par les astronomes français Guillaume le Gentil en 1749 et Charles Messier en 1773.

# 5

## L'IMPORTANCE HISTORIQUE DE M31

La galaxie d'Andromède est encore souvent appelée la nébuleuse d'Andromède. Cette expression fait écho à un passé, pas si lointain, où l'on ne connaissait ni la nature de cet objet diffus, ni sa distance. Montrait-il un système solaire en cours de formation ? Était-il un nuage de gaz proche ? Appartenait-il à la Voie lactée ou était-il, comme l'avaient écrit l'astronome Thomas Wright en 1750 et le philosophe Emmanuel Kant en 1755, un ensemble indépendant, semblable mais extérieur à la Voie lactée ? La réponse définitive fut apportée dans les années 1920 par l'astronome Edwin Hubble. Ayant eu la chance d'accéder au plus grand télescope du monde à son époque qui venait d'être achevé en Californie - un miroir de 2,5 m

de diamètre ! - Hubble détecta des étoiles variables de type *céphéides* dans la nébuleuse d'Andromède et dans d'autres nébuleuses. Ces étoiles, jeunes, massives et très brillantes sont visibles de très loin. Or, en 1908, Henrietta Leavitt avait montré que la période de variation de la luminosité d'une céphéide était fonction de son éclat intrinsèque. Hubble mesura donc cette période pour les céphéides qu'il avait détectées, en déduisit leur éclat intrinsèque et grâce à la connaissance de leur éclat apparent, en déduisit leur distance. Les conclusions s'imposèrent d'elles-mêmes : ces céphéides se trouvaient bien au-delà de la Voie lactée et les nébuleuses qui les hébergeaient étaient des galaxies semblables à la nôtre.



Henrietta Leavitt (1868-1921), Edwin Hubble (1889-1953) et son chat Nicolas Copernicus (!) ainsi que le télescope Hooker et son miroir de 2,5 m de diamètre (Crédit : Ken Spencer

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:100\\_inch\\_Hooker\\_Telescope\\_900\\_px.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:100_inch_Hooker_Telescope_900_px.jpg)).

# 6

## ANDROMEDE DANS LA MYTHOLOGIE



Sur la voûte céleste, les constellations de Céphée, de Cassiopée, d'Andromède, de Persée et de Pégase sont adjacentes, alors que la Baleine (parfois appelée le monstre marin) se tient en embuscade non loin de là. Ce fait trouve son explication dans la mythologie grecque, où les destins de ces êtres sont intimement liés.

Céphée et Cassiopée étaient roi et reine d'Éthiopie. Ils avaient une fille, Andromède. Vantant la beauté de celle-ci qu'elle déclarait supérieure à la beauté des Néréides (les nymphes qui forment le cortège de Poséidon), Cassiopée provoqua la colère du dieu des mers et des océans. En représailles, Poséidon envoya des tempêtes et un monstre marin dévaster les côtes du pays. Devant ces fléaux, le roi et la reine demandèrent conseil à l'oracle, qui leur révéla l'impensable : pour apaiser le courroux du dieu, leur fille devait être livrée en sacrifice au monstre marin ! Enchaînée à un rocher, Andromède attendait son supplice...

Au moment où tout semblait perdu surgit Persée, le fils de la princesse Danaé et du dieu suprême Zeus. De retour de son combat victorieux sur Méduse, l'une des trois Gorgones, dont le sang avait fait jaillir le cheval ailé Pégase, il vit Andromède et fut immédiatement séduit. Portant les sandales ailées que lui avaient données les Grées\*, Persée atteignit Andromède et utilisa la tête de Méduse pour transformer le monstre marin en pierre. Ayant libéré Andromède, il l'épousa avec l'accord bienveillant de Céphée et Cassiopée.

\* Les Grées sont les sœurs aînées de Méduse et des Gorgones, ainsi que leurs gardiennes.



La seconde *Méduse* du Caravage (1571-1610), conservée au Musée des Offices de Florence.

# 7

# RESSOURCES ET ACTIVITES

## Logiciels et applications

Les logiciels de planétarium vous permettent de simuler non seulement l'aspect du ciel à n'importe quel période de l'année et depuis n'importe quel endroit sur Terre.

Programmes gratuits

### **C2A**

Windows, GNU-Linux, Mac OS X

<http://www.astrosurf.com/c2a/>

### **Cartes du ciel**

Windows, GNU-Linux, Mac OS X

<https://www.ap-i.net/skychart/fr/start>

### **Stellarium**

Windows, GNU-Linux, Mac OS X

<https://stellarium.org/fr/>

Programme commercial

### **Starry Night**

Windows, Mac OS

<https://www.starrynight.com/>

## Bibliographie

M.-F. Serre, *Les constellations et leurs légendes grecques*, éd. Vuibert, 2005.

D. Lindon, *Les Dieux s'amuse*, éd. Flammarion jeunesse, 2019.

## Applications pour smartphones et tablettes

**Sky Map, Cartes du ciel, Heavens above, Sky Tonight, SkySafari, SkEye, Stellarium Mobile, Constellation Map, Nightshift, WinStars 3, Star Walk 2, GoSkyWatch, SkyView...**

Certaines applications ne fonctionnent que sous Android, d'autres sous iOS, d'autres ont été développées sur les deux systèmes d'exploitation. D'aucunes sont disponibles en français, d'autres en anglais. Enfin, quelques applications sont payantes, d'autres comportent des achats intégrés et certaines sont entièrement gratuites.

## En podcast

Dans sa collection « savoirs » dédiée à la jeunesse, France culture vous propose de « repérer les constellations et de voyager dans l'espace avec Chloé, sa grand-mère un peu sorcière et l'astrophysicienne Françoise Combes. Un voyage initiatique en 12 nuits, à écouter en famille dès 8 ans ». La deuxième nuit est dédiée à Cassiopée.

<https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/les-mondes-de-chloe-a-la-belle-etoile/cassiopee-5660555>

## Sur le blob

Gratuit, sans abonnement et sans publicité, **le blob, l'extra-média** est un média de service public édité par Universcience, l'établissement public qui réunit la Cité des sciences et de l'industrie et le Palais de la découverte. Le blob propose une nouvelle vidéo à la une chaque jour, avec un fil d'actualité scientifique quotidien et des enquêtes mensuelles sur les grands enjeux contemporains, mêlant donc sujets de fond et actualité « chaude ». Plusieurs vidéos sont dédiées au ciel d'été.

Andromède et Voie lactée : une collision galactique ? (2019)

<https://leblob.fr/videos/andromede-et-voie-lactee-une-collision-galactique>

Il s'agit d'un documentaire provenant de la chaîne Youtube de vulgarisation scientifique Balade mentale :

<https://www.youtube.com/@BaladeMentale>

### Un épisode de la série « Infiniment grand »

Andromède (2009)

<https://leblob.fr/astro-espace/andromede>

### Un épisode de la série « Astronome gastronome »

Soupe cosmique (2021)

<https://leblob.fr/videos/soupe-cosmique>

Un voyage intersidéral... dans l'espace de ma cuisine.

**Dans le cadre de la série « ciel ! », qui présente à l'aide de courtes vidéos les principaux rendez-vous à ne pas manquer avec les astres et les clés d'observation de la voûte céleste.**

Les chevaux de l'automne (2020)

<https://leblob.fr/videos/les-chevaux-de-automne>

Du côté de Persée (2019)

<https://leblob.fr/videos/du-cote-de-persee>

Cassiopee et les galaxies de l'automne (2019)

<https://leblob.fr/videos/cassiopee-et-les-galaxies-de-automne>

Céphée et Cassiopee : le couple royal (2019)

<https://leblob.fr/videos/cephée-et-cassiopee-le-couple-royal>

Pégase, le cheval ailé (2018)

<https://leblob.fr/videos/pegase-le-cheval-aile>



## Au planétarium

Le projecteur numérique, installé sous la coupole du **planétarium des Étincelles du Palais de la découverte**, vous promet des voyages et balades immersifs et spectaculaires dans le Système solaire et jusqu'aux confins de notre galaxie. Chaque séance est commentée en direct par un médiateur ou une médiatrice de l'unité d'astronomie du Palais de la découverte.

Deux thèmes sont particulièrement adaptés à l'exploitation de ce document :

- Des étoiles aux galaxies ;
- Balade céleste.

Plus d'information ici :

<https://palais-decouverte.fr/fr/venir-nous-voir/les-etincelles/planetarium>.

Vous pouvez également assister à l'une des séances du **planétarium de la Cité des sciences et de l'industrie**. Grâce à ses dix vidéoprojecteurs, ce planétarium bénéficie d'un système de projection Laser Haute Définition en 8K. Le détail illimité du simulateur astronomique vous donnera une sensation de profondeur, d'immensité et rendra l'expérience impressionnante...

Plus d'information ici :

<https://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/activites-spectacles/le-planetarium>.

## La plateforme astroEDU

Soutenue par l'Union astronomique internationale, la plateforme astroEDU (<https://astroedu.iau.org/>) propose de nombreuses activités en rapport avec l'astronomie. Attention ! Le site est en langue anglaise.

Trois activités nous intéressent ici :

- Glitter your Milky Way (<http://astroedu.iau.org/en/activities/glitter-your-milky-way/>) pour les élèves de primaire. Il s'agit de réaliser un portrait artistique de la Voie lactée avec des pinceaux et des paillettes.
- Let's classify galaxies! (<http://astroedu.iau.org/en/activities/coma-cluster-of-galaxies/>) pour les lycéens. Les élèves mettent en place une classification des galaxies selon leur aspect, en utilisant des données astronomiques réelles du télescope spatial *Hubble*.
- Living in the Milky Way (<http://astroedu.iau.org/en/activities/living-in-the-milky-way/>) pour les élèves de primaire. Les élèves construisent un modèle de la Voie lactée et apprennent à quoi elle ressemble, où nous nous trouvons dans celle-ci, les objets qu'elle héberge et les distances qui les séparent.

Cette dernière activité a été traduite en français par un astronome. Elle est accessible ici :

<http://www.space-awareness.org/fr/activities/1611/vivre-dans-la-voie-lactee/>.

Département Éducation et Formation  
Rédaction et graphisme : J. KIEKEN  
D'après une maquette originale de H. MALCUIT  
Nous contacter :  
[educ-formation@universcience.fr](mailto:educ-formation@universcience.fr)