

N° 181  
NOVEMBRE  
2025

# LE CIEL DE RHUYS



## Comètes visibles en 2025 : observez 2 comètes encore brillantes en novembre 2025.

Petit rappel : 2 Comètes qui étaient visibles en Octobre 2025, Lemmon et SWAN, facilement visibles aux jumelles, et une troisième, la comète ATLAS, peut être observée avec un petit télescope.

Comment réaliser les observations des comètes en octobre-novembre :

Commencez vos observations environ une heure après le coucher du Soleil. Au-dessus de l'horizon ouest, vous trouverez la [comète Lemmon](#), la "star" du mois, qui pourrait devenir visible à l'œil nu vers la fin octobre. N'attendez pas une spectaculaire "comète de Halley" : à l'œil nu, elle ressemblera plutôt à une petite étoile floue. Aux jumelles, sa queue et son halo apparaissent beaucoup plus distinctement.

En direction du sud-ouest, toujours dans le ciel du soir, cherchez la [comète SWAN](#). Elle est moins brillante que Lemmon mais reste facile à repérer avec des jumelles. Sous un ciel sombre et sans Lune, autour du 21 octobre, vous verrez une faible lueur brumeuse avec une courte queue orientée à l'opposé du Soleil — environ la largeur de deux Pleines Lunes côte à côte.

Les lève-tôt munis d'un télescope pourront chercher une troisième cible avant l'aube : la comète ATLAS (C/2025 K1, et non le "[vaisseau extraterrestre](#)" qui fait le buzz dans les médias). Actuellement, elle est basse dans le sud-est, mais elle montera plus haut d'ici la fin du mois. Elle est faible, donc un petit télescope est nécessaire pour l'observer. Utilisez la brillante Vénus, proche de l'horizon, comme repère : cherchez juste au-dessus pour trouver la comète.

## Comète de fin octobre – début novembre 2025 : C/2025 A6 (Lemmon)

Périhélie : 8 novembre 2025 (mag 4)

Plus proche approche de la Terre : 21 octobre 2025 (mag 4.5)

Où observer : Hémisphère nord

## La C/2025 A6 (Lemmon) sera-t-elle visible depuis la Terre ?

À la fin d'octobre 2025, la [comète Lemmon](#) passera à seulement 0,6 UA de la Terre, **parfaitement placée dans le ciel du soir pour les observateurs de l'hémisphère nord**. En octobre et novembre, elle pourrait atteindre une magnitude d'environ 5 et devenir **visible aux jumelles**. Il est même possible que C/2025 A6 (Lemmon) **devienne encore plus brillante (autour de la magnitude 4)**, car ces comètes ont tendance à s'illuminer fortement près du périhélie. Croisons les doigts !

## Quand C/2025 A6 (Lemmon) a-t-elle été découverte ?

C/2025 A6 (Lemmon) est une [comète dynamiquement ancienne](#), ce qui signifie qu'elle est déjà passée plusieurs fois près du Soleil. Elle a été découverte le 3 janvier 2025 par des astronomes de l'observatoire du Mont Lemmon, en Arizona, États-Unis. Elle a d'abord été désignée [CCNG6P2](#), puis confirmée comme comète et nommée C/2025 A6 (Lemmon) un mois et demi plus tard.

## Comète fin novembre 2025 : 210P/Christensen

- Périhélie : **22 novembre 2025 (mag 8,3)**
- Rapprochement maximal avec la Terre : **8 novembre 2025 (mag 8,1)**
- Où observer : **Hémisphère nord**

## La comète 210P/Christensen sera-t-elle visible depuis la Terre ?

**Fin novembre 2025**, la comète 210P/Christensen pourrait être suffisamment brillante pour être observée aux jumelles. Elle apparaîtra basse dans le ciel de l'est avant l'aube — regardez près de l'horizon dès que le ciel devient sombre. Avant cela, elle restera trop faible et trop proche de l'éblouissement solaire pour être visible.

## Quand 210P/Christensen a-t-elle été découverte ?

210P/Christensen est une comète périodique de la famille de Jupiter, découverte par l'astronome américain Eric Christensen le 26 mai 2003 sur des images de la Catalina Sky Survey. Elle a une période orbitale de 5,7 ans. Son noyau mesure environ 1,7 km de diamètre.

## Comète fin novembre – décembre 2025 : 3I/ATLAS ou C/2025 N1 (ATLAS)

- Périhélie : **29 octobre 2025 (mag 12)**
- Rapprochement maximal avec la Terre : **19 décembre 2025 (mag ?)**
- Où observer : **Deux hémisphères**

## La comète 3I/ATLAS sera-t-elle visible depuis la Terre ?

[3I/ATLAS](#), également désignée [C/2025 N1 \(ATLAS\)](#), est une rare visiteuse interstellaire qui deviendra visible à partir de la fin novembre 2025. Dans les scénarios les plus optimistes, elle pourrait atteindre une magnitude de 8, devenant visible à l'aube avec de petits télescopes ou même des jumelles depuis les deux hémisphères. **Des estimations plus conservatrices (et réalistes) prévoient un pic autour de la magnitude 12, nécessitant un télescope de 20 cm sous un ciel sombre.** Près du périhélie, elle ne sera pas visible — la Terre et la comète seront de part et d'autre du Soleil.

## Quand 3I/ATLAS a-t-elle été découverte ?

Découverte le 1er juillet 2025 par le relevé ATLAS à Río Hurtado, au Chili, il s'agit du **troisième objet interstellaire confirmé** — après 1I/Oumuamua (2017) et 2I/Borisov (2019). Son noyau est estimé entre 320 m et 5,6 km de diamètre — avec une **taille la plus probable inférieure à 1 km**. Ainsi, 3I/ATLAS pourrait être comparable en taille à 'Oumuamua (100–1 000 m) et à la comète Borisov (~975 m).

# Le ciel du mois de novembre

## Sommaire:

- Edito 2 comètes
- Le ciel du mois
- Essaims, étoiles filantes, Planètes
- La Lune
- Carte du ciel
  - Eudoxe de Cnide
  - La parallaxe
  - Bernard Le Bouyer de Fontenelle
- Biographie de : Aryabhata
- Constellation : Les Poissons
- Légende Gaïa
- Le saviez-vous ?
- Enigmes
- Galaxie M63
- Loisirs

2025 11 02 09:11 Rapprochement entre Vénus et Spica (dist. topocentrique centre à centre =  $3,5^{\circ}$ )

2025 11 05 05:59 Pluie d'étoiles filantes : Taurides S. (7 météores/heure au zénith; durée = 71,0 jours)

2025 11 05 06:11 Transits simultanés sur Jupiter : un satellite et deux ombres de satellites.

2025 11 05 14:19 PLEINE LUNE

2025 11 05 18:02 Opposition de l'astéroïde 12 Victoria avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,291 UA; magn. = 9,9)

2025 11 05 23:29 Lune au périgée (distance géoc. = 356833 km)

2025 11 10 06:41 Rapprochement entre la Lune et Pollux (dist. topocentrique centre à centre =  $3,1^{\circ}$ )

2025 11 10 16:03 Opposition de l'astéroïde 471 Papagena avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,232 UA; magn. = 9,0)

2025 11 12 05:19 Pluie d'étoiles filantes : Taurides N. (5 météores/heure au zénith; durée = 51,0 jours)

2025 11 12 06:28 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE

2025 11 13 04:46 Rapprochement entre Mercure et Mars (dist. topocentrique centre à centre =  $1,2^{\circ}$ )

2025 11 17 10:54 Pluie d'étoiles filantes : Léonides (10 météores/heure au zénith; durée = 24,0 jours)

2025 11 18 15:26 Rapprochement entre Mars et Antarès (dist. topocentrique centre à centre =  $4,0^{\circ}$ )

2025 11 19 03:34 Rapprochement entre la Lune et Vénus (dist. topocentrique centre à centre =  $5,7^{\circ}$ )

2025 11 20 03:48 Lune à l'apogée (distance géoc. = 406691 km)

2025 11 20 07:47 NOUVELLE LUNE

2025 11 20 10:23 CONJONCTION INFÉRIEURE de Mercure avec le Soleil (dist. géoc. centre à centre =  $0,5^{\circ}$ )

2025 11 20 14:52 Opposition de l'astéroïde 68 Leto avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,525 UA; magn. = 10,0)

2025 11 21 02:33 Transits simultanés sur Jupiter : deux ombres de satellites.

2025 11 21 03:36 Transits simultanés sur Jupiter : un satellite et deux ombres de satellites.

2025 11 21 11:16 Pluie d'étoiles filantes : Alpha Monocerotides (durée = 10,0 jours)

2025 11 21 13:24 OPPOSITION de Uranus avec le Soleil

2025 11 22 17:42 Comète 210P Christensen à son périhélie (dist. au Soleil = 0,525 UA; magn. = 9,3)

2025 11 23 12:00 Mercure à son périhélie (distance au Soleil = 0,30749 UA)

2025 11 28 07:59 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE

2025 11 30 02:17 Rapprochement entre la Lune et Neptune (dist. topocentrique centre à centre = 2,3°)

## Etoiles filantes, essaims et comètes.

### Calendrier 2025 des pluies météoriques

Tout au long de l'année, la Terre rencontre des zones plus denses de poussières libérées de petits objets du Système solaire comme les comètes ou les astéroïdes, ce qui donne naissance aux [pluies météoriques](#). Ces dernières, plus ou moins actives, se succèdent et se répètent d'une année sur l'autre avec plus ou moins de stabilité. Les paramètres des principales d'entre elles sont résumées dans le tableau ci-dessous, largement inspiré du [calendrier de pluies météoriques actives 2025](#) de l'[International Meteor Organization](#).

| <u>Pluie de<br/>météo-<br/>rites</u> | <u>Trigr.</u> | <u>#UAI</u> | <u>Période</u>                                           | <u>Maximum</u> | <u>Radiant</u> | <u>V<sub>inf</sub></u> | <u>r</u> | <u>ZHR</u> |
|--------------------------------------|---------------|-------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------------------|----------|------------|
|                                      |               |             | ζ<br>,<br>-<br>ξ<br>ξ<br>ζ<br>t<br>i<br>λ<br>i<br>t<br>ξ |                |                |                        |          |            |
| Source anti-hélique                  | ANT           | —           | 10 déc.-20 sept.                                         | —              | —              | 30 km/s                | 3.0      | 4          |

| <u>Pluie de<br/>météo-<br/>rites</u> | <u>Trigr.</u> | <u>#UAI</u> | <u>Période</u>      | <u>Maximum</u>                                                                       | <u>Radiant</u>                            | <u>V<sub>inf</sub></u> | <u>r</u>            | <u>ZHR</u>          |
|--------------------------------------|---------------|-------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
|                                      |               |             |                     | ζ<br>,<br>-<br>ε<br>ζ<br>t<br>i<br>λ<br>i<br>t<br>ε                                  |                                           |                        |                     |                     |
| <u>Quadran-<br/>tides</u>            | QUA           | 010         | 28 déc.-12<br>janv. | 03/01, 15h<br>TU                                                                     | $\alpha = 230^\circ ; \delta = +49^\circ$ | 41 km/s                | 2.1                 | 80                  |
| kappa-<br>Cancrides                  | KCA           | 793         | Indétermi-<br>née   | 09/01, 16h<br>TU                                                                     | $\alpha = 138^\circ ; \delta = +09^\circ$ | 47 km/s                | Ind.                | Inc.                |
| gamma-<br>Ursae Mino-<br>rides       | GUM           | 404         | 10-22 janv.         | 18/01                                                                                | $\alpha = 228^\circ ; \delta = +67^\circ$ | 31 km/s                | 3.0                 | 3                   |
| iota-<br>Centaurides                 | ICN           | 919         | 21-26 janv.         | Indéterminé                                                                          | $\alpha = 199^\circ ; \delta = -39^\circ$ | 64 km/s                | Ind.                | Ind.                |
| alpha-<br>Centaurides                | ACE           | 102         | 31 janv.-20<br>fév. | 08/02                                                                                | $\alpha = 211^\circ ; \delta = -58^\circ$ | 58 km/s                | 2.0                 | 6                   |
| <u>Lyrides</u>                       | LYR           | 006         | 14-30 avr.          | 22/04,<br>13h30 TU                                                                   | $\alpha = 271^\circ ; \delta = +34^\circ$ | 49 km/s                | 2.1                 | 18                  |
| pi-Puppides                          | PPU           | 137         | 15-28 avr.          | 23/04, 19h<br>TU                                                                     | $\alpha = 110^\circ ; \delta = -45^\circ$ | 18 km/s                | 2.0                 | Var.                |
| <u>êta-<br/>Aquariides</u>           | ETA           | 031         | 19 avr.-28<br>mai   | 06/05, 03h<br>TU                                                                     | $\alpha = 338^\circ ; \delta = -01^\circ$ | 66 km/s                | 2.4                 | 50                  |
| êta-Lyrides                          | ELY           | 145         | 03-14 mai           | 10/05                                                                                | $\alpha = 291^\circ ; \delta = +43^\circ$ | 43 km/s                | 3.0                 | 3                   |
| Ariétides<br>diurnes                 | ARI           | 171         | 4 mai-24<br>juin    | 07/06                                                                                | $\alpha = 043^\circ ; \delta = +24^\circ$ | 38 km/s                | 2.8                 | 30                  |
| Bootides de<br>juin                  | JBO           | 170         | 22 juin-02<br>juil. | 27/06, 11h<br>TU                                                                     | $\alpha = 224^\circ ; \delta = +48^\circ$ | 18 km/s                | 2.2                 | Var.                |
| Pégasides<br>de juillet              | JPE           | 175         | 04-14 juil.         | 10/07                                                                                | $\alpha = 347^\circ ; \delta = +11^\circ$ | 63 km/s                | 3.0                 | 3                   |
| gamma-<br>Draconides                 | GDR           | 184         | 25-31 juil.         | 28/07, 07h<br>TU                                                                     | $\alpha = 280^\circ ; \delta = +51^\circ$ | 27 km/s                | 3.0                 | 5                   |
| delta-<br>Aquariides<br>Sud          | SDA           | 005         | 12 juil.-23<br>août | 31/07                                                                                | $\alpha = 340^\circ ; \delta = -16^\circ$ | 41 km/s                | 2.5                 | 25                  |
| alpha-<br>Capricor-<br>nides         | CAP           | 001         | 03 juil.-15<br>août | 31/07                                                                                | $\alpha = 307^\circ ; \delta = -10^\circ$ | 23 km/s                | 2.5                 | 5                   |
| Eridanides                           | ERI           | 191         | 31 juil.-19<br>août | 07/08                                                                                | $\alpha = 041^\circ ; \delta = -11^\circ$ | 64 km/s                | 3.0                 | 3                   |
| <u>Perséides</u>                     | PER           | 007         | 17 juil.-24<br>août | 12/08,<br>13h15 TU<br>12/08, 15h<br>TU-13/08,<br>03h TU<br>13/08,<br>après 04h<br>TU | $\alpha = 048^\circ ; \delta = +58^\circ$ | 59 km/s                | Inc.<br>2.2<br>Inc. | Inc.<br>100<br>< 50 |

| <u>Pluie de<br/>météo-<br/>rites</u> | <u>Trigr.</u> | <u>#UAI</u> | <u>Période</u>            | <u>Maximum</u>                                                                          | <u>Radiant</u>                            | <u>V<sub>inf</sub></u> | <u>r</u>    | <u>ZHR</u>                                 |
|--------------------------------------|---------------|-------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|-------------|--------------------------------------------|
|                                      |               |             |                           | ζ<br>,<br>-<br>ε<br>ζ<br>t<br>i<br>λ<br>i<br>t<br>ε                                     |                                           |                        |             |                                            |
| kappa-<br>Cygnides                   | KCG           | 012         | 03-28 août                | 16/08                                                                                   | $\alpha = 288^\circ ; \delta = +54^\circ$ | 23 km/s                | 3.0         | 3                                          |
| Aurigides                            | AUR           | 206         | 28 août-05<br>sept.       | 01/09, 03h<br>TU                                                                        | $\alpha = 091^\circ ; \delta = +39^\circ$ | 66 km/s                | 2.5         | 10                                         |
| Perséides de<br>septembre            | SPE           | 208         | 05-21 sept.               | 09-10/09                                                                                | $\alpha = 048^\circ ; \delta = +40^\circ$ | 64 km/s                | 3.0         | 8                                          |
| epsilon-<br>Eridanides               | EER           | 209         | <i>Indétermi-<br/>née</i> | 12/09,<br>20h43 TU                                                                      | $\alpha = 052^\circ ; \delta = -15^\circ$ | <i>Ind.</i>            | <i>Inc.</i> | <i>Inc.</i>                                |
| Sextantides<br>diurnes               | DSX           | 221         | 09 sept.-09<br>oct.       | 27/09                                                                                   | $\alpha = 156^\circ ; \delta = -02^\circ$ | 32 km/s                | 2.5         | 5                                          |
| Camelopardalides<br>d'octobre        | OCT           | 281         | 05-06 oct.                | 05/10                                                                                   | $\alpha = 164^\circ ; \delta = +79^\circ$ | 47 km/s                | 2.5         | 5                                          |
| <a href="#">Draconides</a>           | DRA           | 009         | 06-10 oct.                | 08/10, vers<br>15h07-<br>15h18 TU<br>08/10, 19h<br>TU                                   | $\alpha = 263^\circ ; \delta = +56^\circ$ | 21 km/s                | 2.6         | 100-150 (?)<br>5                           |
| delta-<br>Aurigides                  | DAU           | 224         | 10-18 oct.                | 11/10                                                                                   | $\alpha = 084^\circ ; \delta = +44^\circ$ | 64 km/s                | 3.0         | 2                                          |
| epsilon-<br>Géminides                | EGE           | 023         | 14-27 oct.                | 18/10                                                                                   | $\alpha = 102^\circ ; \delta = +27^\circ$ | 70 km/s                | 3.0         | 3                                          |
| <a href="#">Orionides</a>            | ORI           | 008         | 02 oct.-07<br>nov.        | 21/10                                                                                   | $\alpha = 095^\circ ; \delta = +16^\circ$ | 66 km/s                | 2.5         | 20+                                        |
| Leonis Mi-<br>norides                | LMI           | 022         | 19-27 oct.                | 24/10                                                                                   | $\alpha = 162^\circ ; \delta = +37^\circ$ | 62 km/s                | 3.0         | 2                                          |
| Taurides<br>Sud                      | STA           | 002         | 20 sept.-20<br>nov.       | 05/11                                                                                   | $\alpha = 052^\circ ; \delta = +15^\circ$ | 27 km/s                | 2.3         | 7                                          |
| Taurides<br>Nord                     | NTA           | 017         | 20 oct.-10<br>déc.        | 12/11                                                                                   | $\alpha = 058^\circ ; \delta = +22^\circ$ | 29 km/s                | 2.3         | 5                                          |
| <a href="#">Léonides</a>             | LEO           | 013         | 06-30 nov.                | 09/11, 22h<br>TU<br>15/11, 03h<br>TU<br>17/11, 10h<br>ou 18h TU<br>17/11, 18-<br>23h TU | $\alpha = 152^\circ ; \delta = +22^\circ$ | 71 km/s                | 2.5         | <i>Ind.</i><br><i>Ind.</i><br>15<br>Faible |
| alpha-<br>Monocéro-<br>tides         | AMO           | 246         | 15-25 nov.                | 21/11,<br>23h30 TU                                                                      | $\alpha = 117^\circ ; \delta = +01^\circ$ | 65 km/s                | 2.4         | Var.                                       |
| Orionides<br>de no-<br>vembre        | NOO           | 250         | 14 nov.-06<br>déc.        | 28/11                                                                                   | $\alpha = 091^\circ ; \delta = +16^\circ$ | 41 km/s                | 3.0         | 3                                          |

## Pluie de météo- rites

| <u>météo-<br/>rites</u> | <u>Trigr.</u> | <u>#UAI</u> | <u>Période</u> | <u>Maximum</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <u>Radiant</u> | <u>V<sub>inf</sub></u> | <u>r</u> | <u>ZHR</u> |
|-------------------------|---------------|-------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|----------|------------|
|                         |               |             |                | ♄<br>,<br>♅<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄<br>♄< |                |                        |          |            |

## Légende

- *Ind.* : Indéterminé(e)
- *Inc.* : Inconnu(e)
- *Var.* : Variable
- TU : Temps Universel
- **en gras**, les pluies météoriques régulières les plus actives de l'année (hors sursaut)

## Glossaire

- **Pluie météorique** : nom officiel de la pluie de météores, généralement associé à la position céleste du radiant dans le ciel lors du maximum d'activité ;
- **Trigr.** : trigramme officiel désignant de manière unique la pluie météorique, utilisé également pour désigner l'appartenance d'un météore une pluie donnée ;
- **#UAI** : numéro officiel de la pluie météorique donné par l'Union astronomique internationale (UAI) ;
- **Période d'activité** : période au cours de laquelle les météores issus de la pluie peuvent être observés ;
- **Maximum** : date(s) et heure(s) du maximum et des potentiels sursauts d'activité/augmentations exceptionnelles d'activité ;
- **Radiant** : position en ascension droite ( $\alpha$ ) et déclinaison ( $\delta$ ) du radiant lors du maximum d'activité de la pluie météorique ;
- **V<sub>inf</sub>** : vitesse d'entrée atmosphérique des météoroïdes ;
- **r** : indice de population de la pluie météorique qui donne une idée de la luminosité des météores. En moyenne, l'indice est de  $r = 3.0$ . S'il est inférieur à 3.0, c'est que les météores sont plus brillants que la moyenne, et inversement. Cet indice peut cependant varier au cours de la période d'activité ;
- **ZHR** : taux horaire zénithal maximal de la pluie météorique, c'est-à-dire le nombre de météores d'une pluie de météores donnée lors du maximum, si elle était observée dans des conditions optimales (horizon dégagé, ciel dégagé et bien noir et radiant localisé au zénith). Le nombre réellement observé est généralement inférieur au ZHR.

## Visibilité des planètes

**Mercure** : trop près du Soleil pour être visible (Lib, Sco)

**Vénus** : n'est pas observable ( Vir, Lib)

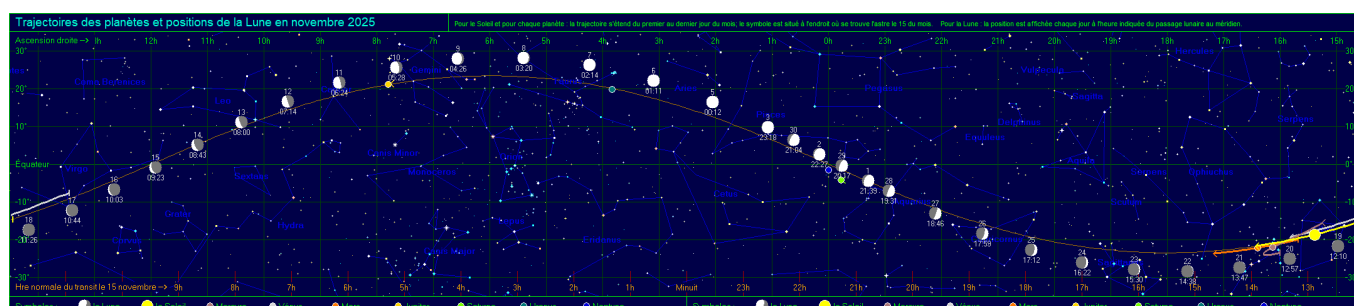
**Mars** : n'est pas visible( Lib, Sco, Oph)

**Jupiter** : observable en seconde partie de nuit(Gem)

**Saturne** : parfaitement placée en milieu de nuit (Aqr)

**Uranus** : visible une grande partie de la nuit à l'opposition(Tau)

**Neptune** : bien placée en première partie de nuit (Psc)





## Les planètes à l'échelle en novembre 2025

Nord céleste vers le haut.

Échelle 0" 10" 20" 30" 40" 50" 60"

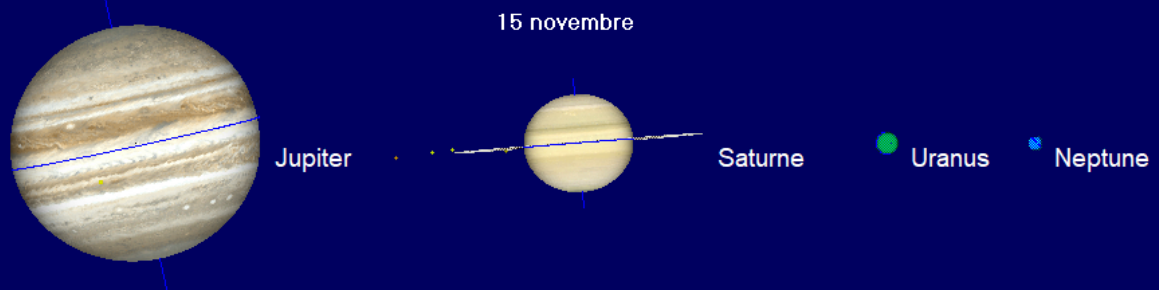
### Mercure



### Mars



### Vénus



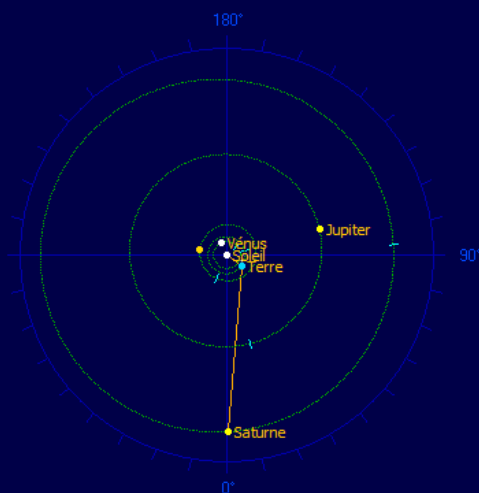
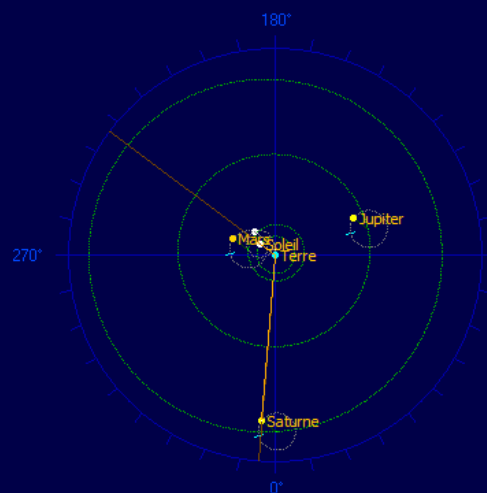
### Système solaire géocentrique

Ptolémée, Héraclides, Tycho

### Système solaire héliocentrique

Copernic, Kepler, Newton

Planète visée : Saturne



### Orbites de Vénus jusqu'à Saturne

Cliquez sur une planète pour l'identifier.

Le 2025 11 15 à 11:23:21,5 heure normale

Coordonnées géocentriques  
Longitude du Soleil = 233,31°  
Longitude de Saturne = 355,30°  
Élongation de Saturne = 121,99° E

## Phases lunaires pour novembre 2025

Les phases sont affichées pour 0 h, heure normale de Nantes. Les traits jaunes indiquent l'orientation des pôles lunaires.

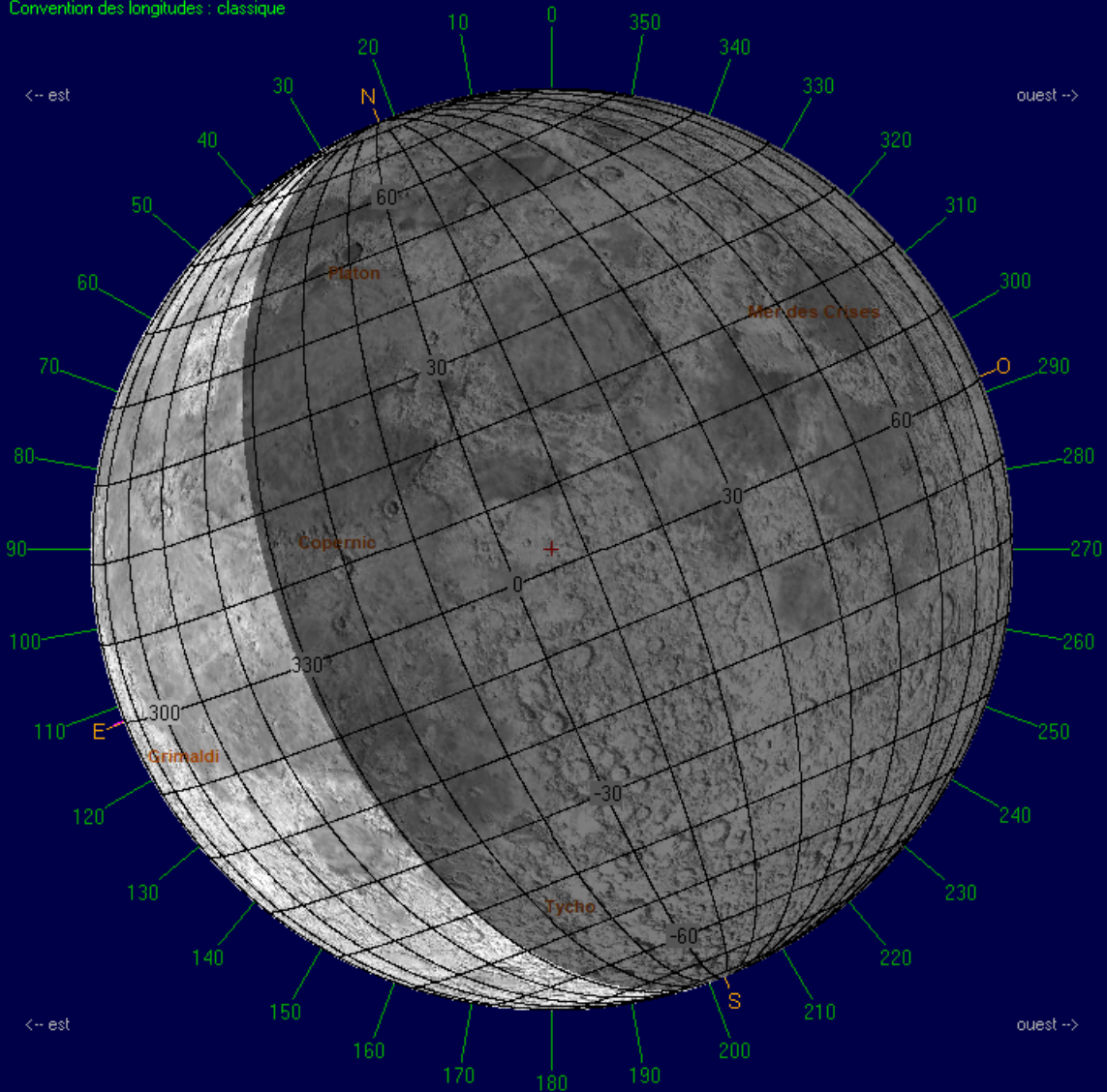
Le trait rouge montre la direction de la libration. Sa longueur est proportionnelle à l'intensité de la libration. Le Nord lunaire est vers le haut.

| Dimanche | Lundi  | Mardi  | Mercredi                | Jeudi                   | Vendredi | Samedi |
|----------|--------|--------|-------------------------|-------------------------|----------|--------|
|          |        |        |                         |                         |          | 1<br>  |
| 2<br>    | 3<br>  | 4<br>  | 5<br><br>PL à 14:19 HN  | 6<br>                   | 7<br>    | 8<br>  |
| 9<br>    | 10<br> | 11<br> | 12<br><br>DQ à 06:28 HN | 13<br>                  | 14<br>   | 15<br> |
| 16<br>   | 17<br> | 18<br> | 19<br><br>NL à 07:47 HN | 20<br>                  | 21<br>   | 22<br> |
| 23<br>   | 24<br> | 25<br> | 26<br>                  | 27<br><br>PQ à 07:59 HN | 28<br>   | 29<br> |
| 30<br>   |        |        |                         |                         |          |        |

## Carte de la Lune (vue topocentrique)

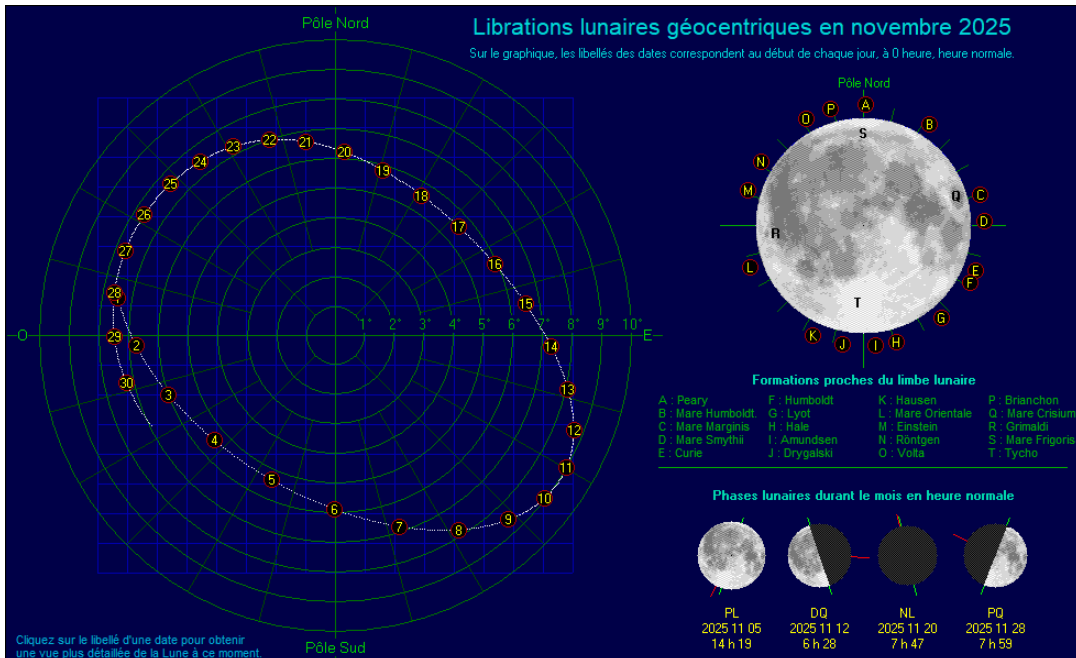
Angle de position du pôle Nord = 21,96°  
Angle de position du limbe éclairé = 111,95°  
Pourcentage d'illumination = 20,00%  
Convention des longitudes : classique

Longitude sélénographique du centre du disque = 5,90°  
Latitude sélénographique du centre du disque = 2,48°  
Longitude du terminateur du soleil couchant = 329,06°

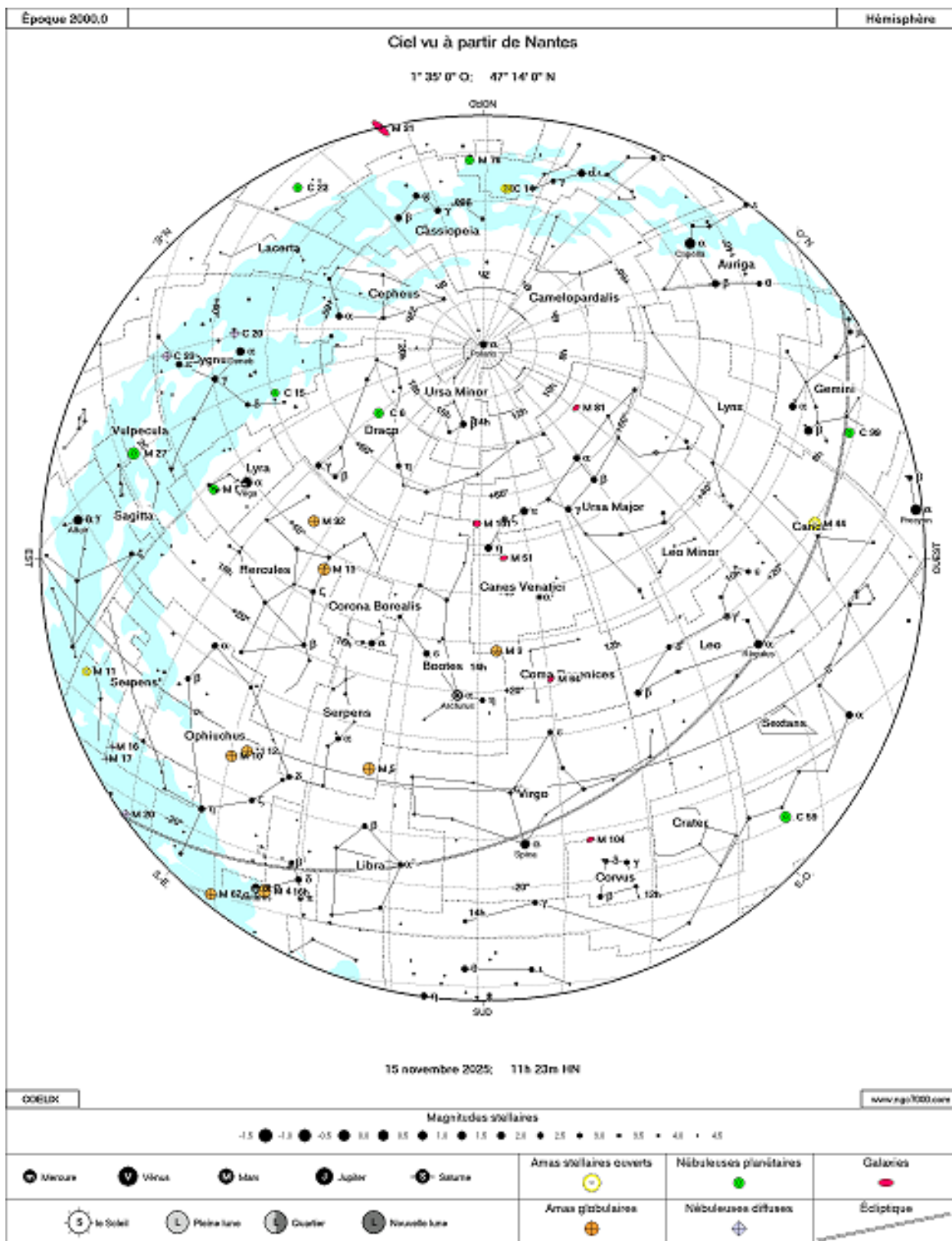


## Librations lunaires géocentriques en novembre 2025

Sur le graphique, les libellés des dates correspondent au début de chaque jour, à 0 heure, heure normale.



## CARTE DU CIEL



Comment utiliser la carte du ciel : si par exemple vous observez vers l'ouest, tenez la carte devant vous en plaçant le mot ouest vers le bas. Les constellations dessinées au-dessus de l'horizon Ouest vous font face sur le ciel. Le centre de la carte correspond au zénith, le point situé au-dessus de votre tête. Une constellation représentée à mi-distance du centre et du bord de la carte est donc à égale distance de l'horizon et du zénith.

## Eudoxe de Cnide (-408 à -355)

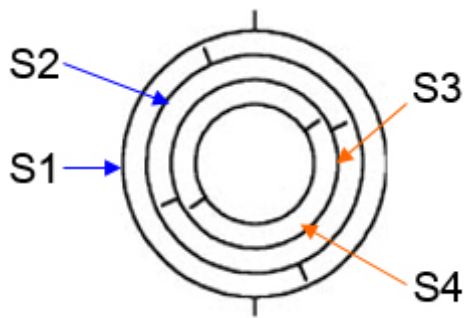
Auteur : [Philippe Garcelon](#)



Eudoxe de Cnide (-408 à -355) est astronome, législateur, mathématicien, médecin et philosophe. Disciple et ami de Platon, il se rend en Égypte où il séjourne douze années selon Strabon, ou seulement seize mois d'après Diogène Laërce. Une chose est certaine, il s'y est bien rendu vers -362, «37 ans après que Platon n'ait visité la contrée » et s'est plié aux coutumes des Égyptiens en se laissant pousser le barbe et en rasant sa chevelure. Revenu à Knidos (en Turquie, sur l'actuelle presqu'île de Datça), il y construit un observatoire. D'Égypte, il rapporte une connaissance plus exacte de la révolution lunaire qu'il évalue à 29j 12h 43' 38" (durée réelle: 29j 12h 44' 12.8"), ainsi que de la tétraétéride, période de quatre années de 365  $\frac{1}{4}$  J, avec un jour intercalaire (durée de l'année bissextile du calendrier Julien). Il fut le premier à introduire en Grèce la connaissance égyptienne de la course des planètes. Il écrit plusieurs ouvrages d'astronomie et de géométrie dont les deux principaux, "*Le miroir*" et "*Les phénomènes célestes*", traitent de la forme, de la position, de la configuration des constellations, de leur lever, de leur coucher et, singulièrement, de leurs plus remarquables étoiles. Archimède, qui a lu les travaux d'Eudoxe, confirme même son évaluation du diamètre du Soleil à neuf fois celui de la Lune.

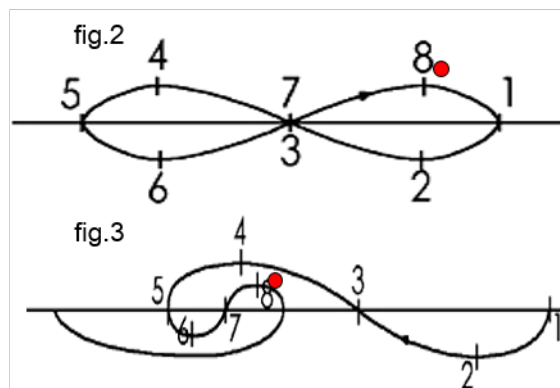
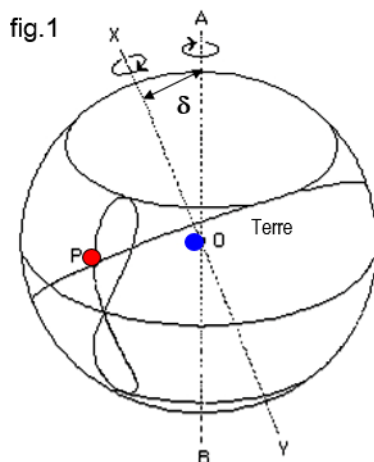
Bien que cette valeur soit fausse, elle nous indique qu'Eudoxe connaissait la raison des éclipses et surtout, qu'il fut un des premiers à évaluer la taille d'un astre grâce à la géométrie. Ses prédécesseurs ont imaginé des systèmes de sphères pour justifier les observations effectuées sur les astres errants. Eudoxe ne s'en satisfait pas et élabore sa propre représentation de l'Univers. Pour la rapprocher des faits observés, il met au point un système de trois sphères supportant le soleil. La première permet une révolution complète en 24 h, la deuxième tourne autour de l'élévation de l'écliptique d'ouest en est, en 365  $\frac{1}{4}$  jr, rendant compte du mouvement annuel, enfin, la troisième explique un mouvement très lent et de faible amplitude (qui pourrait être une prise en compte de la précession des équinoxes, pourtant inconnue en tant que telle). J'arrête mon énumération en précisant que la Lune disposait également de trois sphères, chaque planète en possédait chacune quatre, auxquelles venait se rajouter la sphère des fixes, soit un total vingt sept sphères diversement imbriquées. Ce système sophistiqué, fut adopté par les générations d'astronomes, qui succédèrent à Eudoxe. On doit cependant convenir que ces sphères ont probablement contribué à l'enlisement de l'astronomie dans la voie fausse du géocentrisme.





Pour illustrer la trajectoire d'une planète vue par Eudoxe, je reprends ici les travaux du Dr A. Grégory. Les premières sphères S1 et S2 (à droite) servent à tracer la position moyenne de la planète, alors que les deux dernières S3 et S4 apportent autour de cette position moyenne la « petite circulation » qui rendra compte de la rétrogradation. Leurs axes dessinent (fig1 ci-dessous) un angle aigu ( $d$ ), elles tournent toutes deux à la même vitesse, mais en sens inverse. Dans ces conditions, s'il n'y avait que ces deux sphères (en faisant abstraction des deux premières) la planète P (point rouge) décrirait un « 8 », (fig.2). P étant un point de l'équateur de la sphère d'axe XY, elle-même entraînée par la sphère d'axe AB. Eudoxe appelle cette figure une hippopède. En géométrie, il s'agit de l'intersection d'un cylindre et d'une sphère. Si maintenant on considère le système complet (croquis ci-dessus), dans lequel ces deux sphères sont entraînées par les deux premières, on passe de la fig.2 à une figure présentant un mouvement rétrograde proche de la réalité. Projeté sur un plan, cela donne la figure 3.

Le système des sphères homocentriques porte en lui un défaut sans remède, car il suppose que les planètes sont à distance fixe de la Terre. Or, du vivant même d'Eudoxe, on s'aperçoit que la luminosité des planètes Vénus et Mars n'est pas constante. Les Grecs ont expliqué fort justement cette variation par le rapprochement et l'éloignement au cours du temps de ces planètes par rapport à la Terre.



Auteur : [Philippe Garcelon](#)

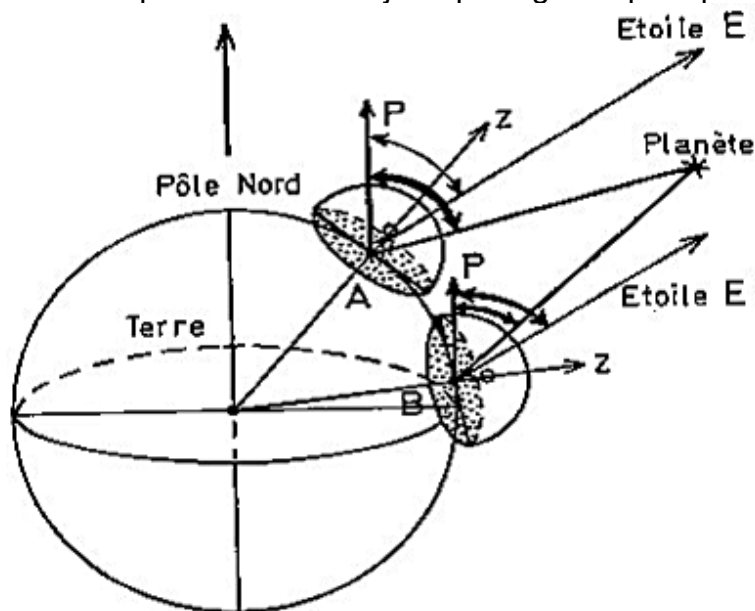
# La parallaxe

Auteur : [Philippe Garcelon](#)

Pour comprendre simplement comment fonctionne la parallaxe, il suffit de faire l'expérience qui consiste à tendre le bras en levant le pouce devant un objet et de regarder ce dernier successivement en fermant un œil puis l'autre. On constate alors que l'objet situé en arrière plan semble ne pas avoir la même position par rapport à notre pouce, selon qu'on le regarde avec l'œil droit ou avec l'œil gauche.

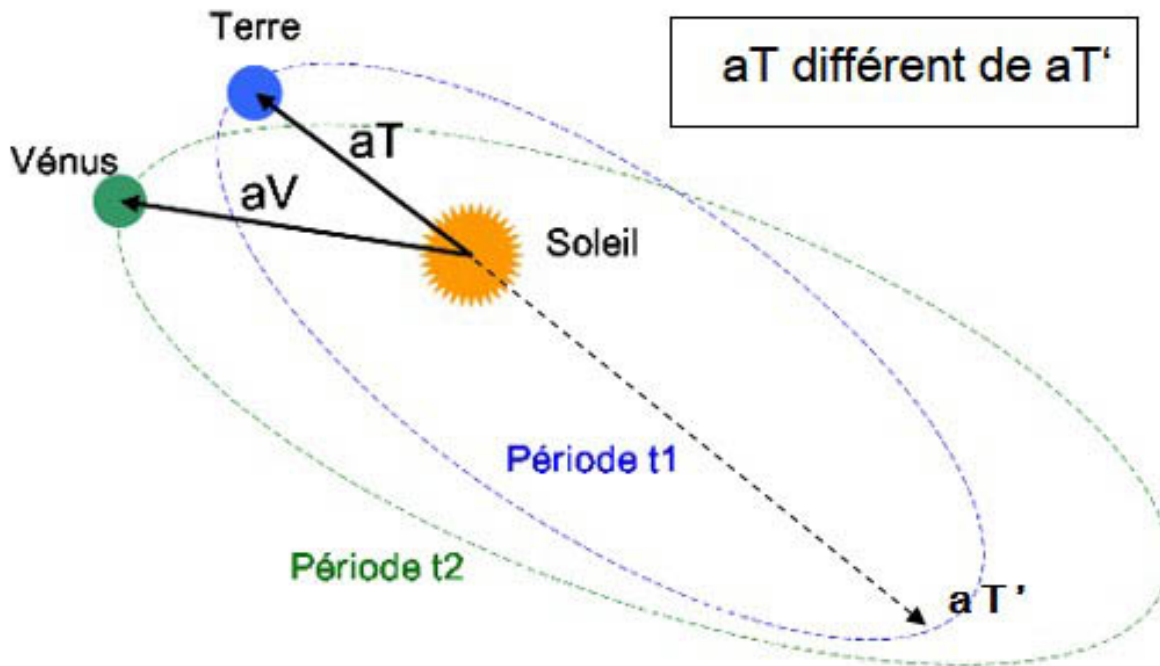
Ce phénomène dépend de plusieurs facteurs, en premier lieu, de la distance de notre pouce à nos yeux, puis de la distance à laquelle se trouve l'objet visé et enfin de la distance qui sépare notre œil droit de notre œil gauche. Si on connaît deux de ces trois distances, on peut, grâce à de simples calculs en déduire la troisième. C'est précisément ce phénomène connu des Grecs qui servit aux premières expériences de mesure de distance de la Terre aux étoiles.

La parallaxe, comme un moyen de mesure des grandes distances, fut utilisée depuis Thales au V<sup>ème</sup> siècle avant notre ère pour mesurer des distances terrestres. C'est Jean Dominique Cassini, qui le premier a évalué avec cette méthode la distance d'une planète (Mars) à la Terre. Le schéma ci-dessous, en reprend le principe. A et B représentent deux observateurs situés sur un même méridien, à des latitudes différentes. Pour chacun de ces observateurs, l'angle que fait la direction du Pôle P et l'étoile E est le même:  $b = b'$ , en effet, dans le cas des étoiles, leurs distances à la Terre gigantesques permettent d'admettre que l'effet de parallaxe est négligeable, avec pour conséquence que AE et BE qui sont assimilables à des parallèles, ne permettent donc pas de mesurer un quelconque écart angulaire. Si maintenant, on effectue la même mesure avec une planète, beaucoup plus proche qu'une étoile, on peut supposer que les écarts angulaires ne seront plus négligeables, bien que très faibles, à supposer également que les instruments disponibles à la fin du XVII<sup>ème</sup> siècle soient assez précis. La valeur de l'angle que fera la planète avec une direction de référence va donc varier suivant les points d'observation. C'est cet écart angulaire qui se nomme l'effet parallaxique. En réalité, les astronomes ne pourront mesurer par ce procédé que la distance de la Terre à Mars et à Vénus, les autres planètes étant déjà trop éloignées pour pouvoir obtenir un écart angulaire significatif.



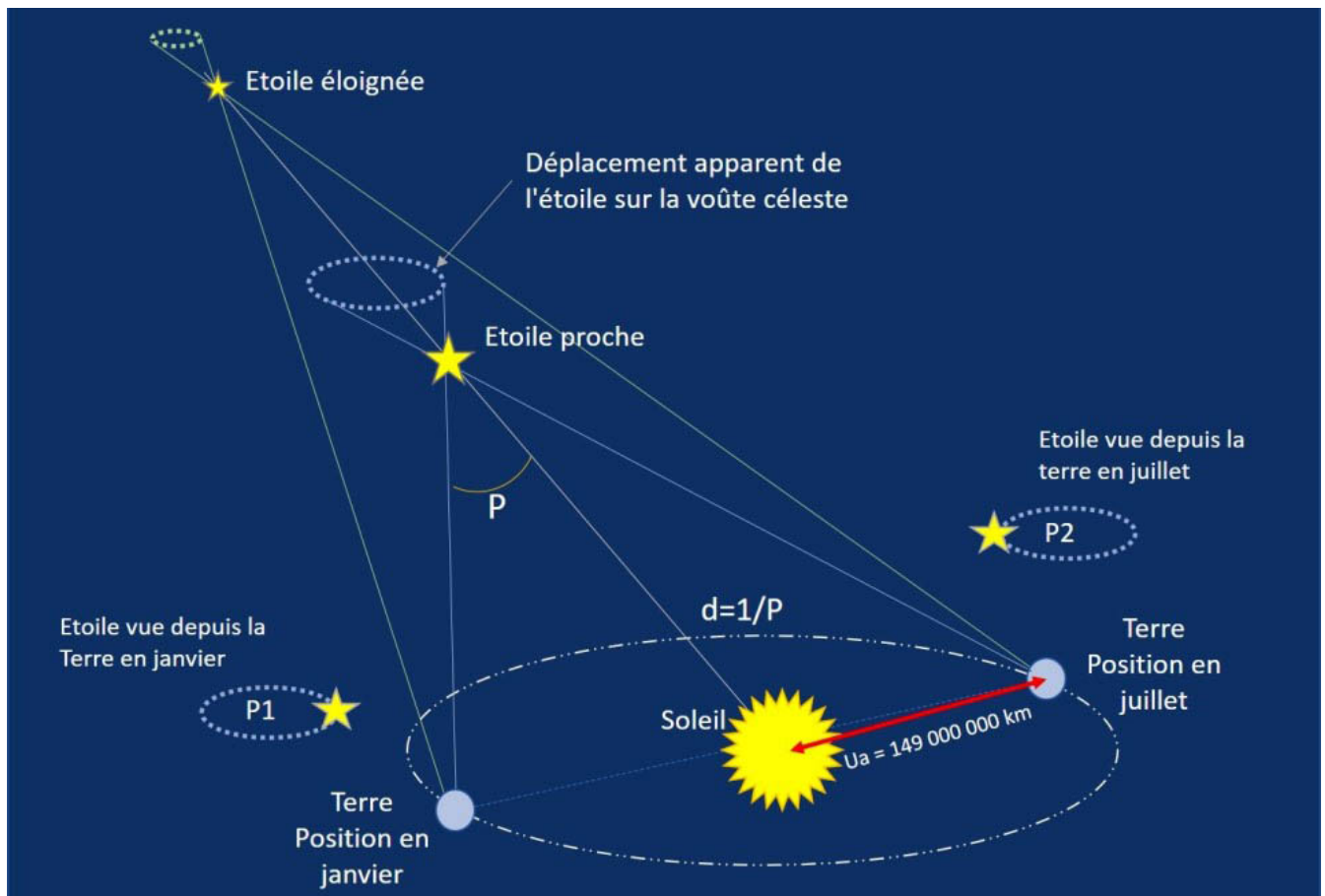
Heureusement les lois de Kepler donnent à ces mesures un champ d'application beaucoup plus vaste. Grâce à sa première loi qui énonce que les orbites des planètes sont des ellipses, on sait que les distances Terre-Vénus et Terre-Soleil vont varier au cours du temps, selon la position des planètes sur leur orbite.

Grâce à la deuxième loi, on sait aussi que les planètes vont plus vite sur leur orbite quand elles sont près du Soleil, ce qui servira à connaître la vitesse angulaire apparente de Vénus (mesurable par exemple lors d'un transit solaire). Enfin, la troisième loi nous permet de connaître le rapport entre les distances au Soleil de toutes les planètes de telle sorte qu'en connaissant une seule distance dans le système solaire, on saura trouver toutes les autres. Sur le schéma ci-dessous, on peut voir que la valeur du demi axe de l'ellipse  $a_T$  varie au cours du temps. Sa valeur  $r_T$  (à un instant donné), est donnée par la formule:  $r_T = a_T(1 - e \cdot \cos E)$ , où  $(e)$  est l'excentricité de l'orbite et  $(E)$  la variable nommée « anomalie excentrique » qui caractérise l'emplacement de la planète sur son orbite. Inutile d'insister sur le fait que les calculs permettant de traiter ces données sont très fastidieux. Les astronomes employaient donc un personnel de calculateurs dont la seule tâche consistait à effectuer ces opérations et qui souvent n'entendaient rien à l'astronomie.



Aujourd'hui la parallaxe est applicable aux étoiles. Mais les valeurs angulaires mesurées dans ce cas sont toujours très faibles. Par exemple la plus grande parallaxe sur une étoile est mesurée avec Alpha du Centaure, étoile la plus proche de nous à une distance de 4.3 al, elle ne fait que 0,76 secondes. Compte tenu des distances, seulement quelques centièmes de secondes angulaires d'erreur correspondent à une approximation de 20% sur la distance. Cependant ces mesures effectuées par le satellite européen Hipparcos ont permis de répertorier plus de 180.000 étoiles avec une précision voisine de 0.002 ". Il existe enfin de nombreuses variantes à la mesure parallactique trigonométrique, par exemple la parallaxe des points de convergence, utilisées sur des amas stellaires comme les Pléiades. Citons aussi les parallaxes spectroscopiques, photométriques, dynamiques, séculaires et surtout la parallaxe annuelle dont la particularité est illustrée dans une mesure à 6 mois d'intervalle sur le schéma ci-dessous.





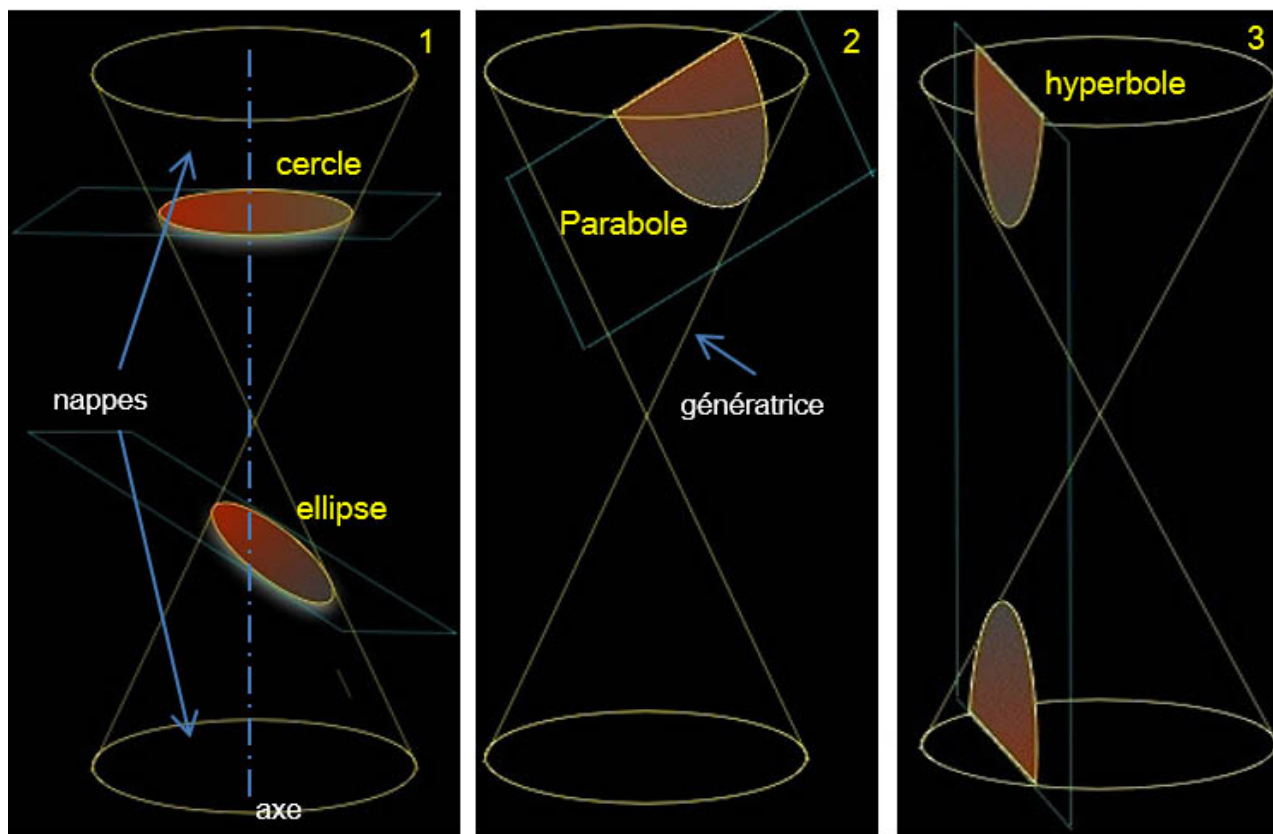
Cette figure montre comment la révolution annuelle de la Terre sur son orbite, fait apparaître la trajectoire d'une étoile comme décrivant une ellipse sur fond de voute céleste fixe dans son ensemble. L'expérimentation de cette méthode a permis d'en fixer les limites. On sait aujourd'hui que la mesure des distances d'étoiles situées au-delà de 200 années lumière n'est plus possible en raison de la petitesse des angles mesurés. En fait, l'ellipse de la parallaxe n'est autre que la projection du mouvement annuel de la Terre. La mesure de l'angle de la parallaxe doit être effectué à six mois d'intervalle comme le montre les deux petits schémas (P1) et (P2).

Auteur : [Philippe Garcelon](#)

# Les coniques

Auteur : [Philippe Garcelon](#)

Il me semble utile de passer très sommairement en revue les différentes figures géométriques qui découlent de l'intersection d'un plan avec un cône de base circulaire. L'étude du mouvement des astres ne peut faire l'économie de cette partie de la géométrie qui fut remarquablement étudiée par les grecs anciens, notamment le géomètre et astronome grec Apollonius de Perge (245 av. J.-C.) à qui l'on doit les premiers théorèmes relatifs à ces figures que l'on nomme « sections coniques ».



De nombreux mathématiciens ont étudié ces figures dont les multiples propriétés furent exploitées par les géomètres, les architectes, les astronomes, les opticiens et même les jardiniers qui imaginèrent chacun des moyens techniques pour reproduire leurs différentes figures. Au XVII<sup>ème</sup> siècle, René Descartes mit en place les bases de la géométrie analytique, le terme de coniques cède alors sa place à celui de courbes du second degré. De son côté, Pascal travailla sur la géométrie pure pour mettre en place les fondements de l'étude projective des coniques. Ces sections coniques, ainsi définies par les grecs mettent en évidence différents types de courbes que l'on peut classer suivant quatre grandes familles:

- 1) **Le cercle**: Résulte de l'intersection d'un plan perpendiculaire à l'axe d'un cône.
- 2) **L'ellipse**: Résulte de l'intersection d'un plan incliné par rapport à l'axe du cône.
- 3) **La parabole**: Résulte de l'intersection d'un plan parallèle à un plan tangent au cône.
- 4) **L'hyperbole**: Résulte de l'intersection d'un plan incliné ou parallèle à l'axe du cône.

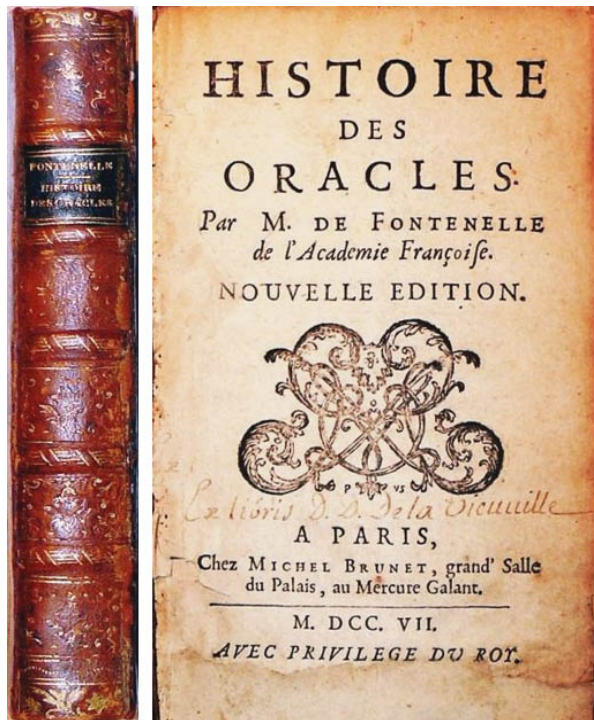
Le cercle caractérisé par son centre et son rayon, fut par exemple utilisé pour la réalisation des sphères armillaires qui permettaient de représenter certains mouvements apparents des astres par le biais d'une modélisation de la sphère céleste. Ainsi Ptolémée parvint à déterminer l'heure de l'équinoxe en utilisant une sphère armillaire constituée de deux cercles perpendiculaires. Cette sphère également nommée astrolabe sphérique ne cessa d'être améliorée au cours des siècles. La découverte du mouvement orbital par Kepler fit de l'ellipse une des figures les plus étudiées en astronomie. En effet, tous les corps qui gravitent autour du Soleil: planètes, comètes, astéroïdes, etc.... possèdent une orbite elliptique. Cette figure est définie par ses deux foyers, son grand axe (distance maximale entre deux points d'une ellipse) et son excentricité «  $e$  » (chiffre entre 0 et 1 qui donne l'aplatissement de l'ellipse). Les trajectoires paraboliques ou hyperboliques sont des trajectoire elliptiques particulières: Si «  $e$  » = 0, la trajectoire est un cercle. Si  $0 < e < 1$ , la trajectoire est une ellipse. Si  $e = 1$ , la trajectoire est une parabole et si  $e > 1$ , la trajectoire est une hyperbole. Les relevés de positions d'objets célestes comparés aux équations de ces figures géométriques permettent ainsi de déduire la nature de leurs trajectoires. Les éventuelles anomalies constatées entre les relevés des astronomes et les équations définissant les positions ou mouvement théoriques des astres observés (tenant également compte des interactions gravitationnelles connues, comme la proximité d'autres planètes), ont permis par exemple de mettre en évidence la présence de corps célestes, sans même les avoir aperçus. Le cas le plus célèbre en astronomie, fut la découverte, grâce au seul calcul, de la planète Neptune par Urbain Le Verrier. Les calculs de trajectoires complexes et fastidieux imposaient aux astronomes d'interminables heures de travail dont ils s'acquittaient souvent en confiant ces corvées à leurs assistants. A cette occasion, nombre de femmes firent leur entrée dans une discipline auparavant réservée aux hommes.

Auteur : [Philippe Garcelon](#)

## A Suivre

# Fontenelle - Histoire des oracles

Auteur : [Philippe Garcelon](#)



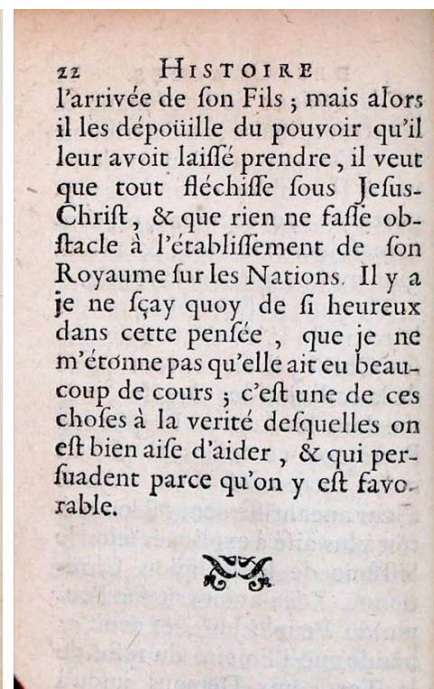
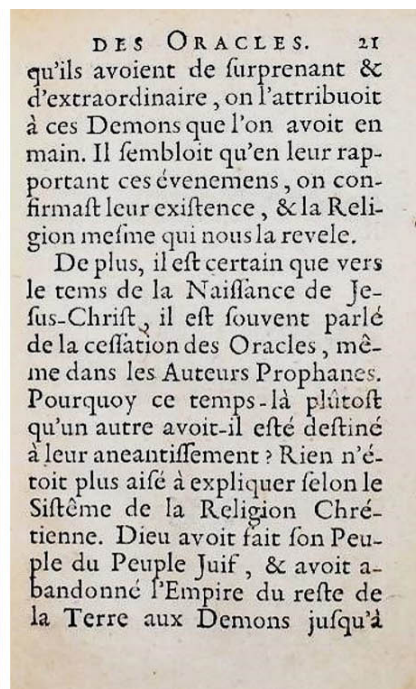
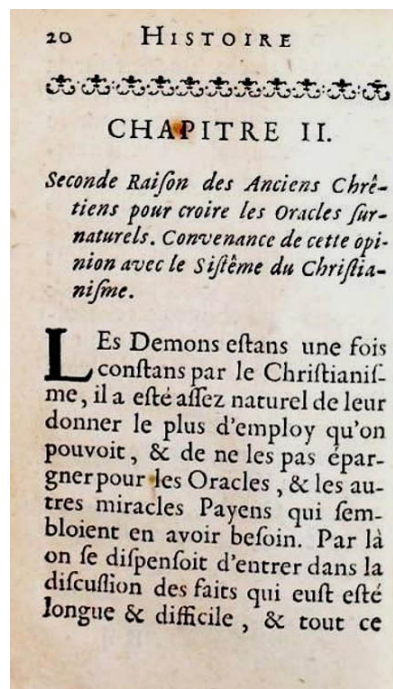
Histoire des oracles dont la première édition date de 1687, reprend, adapte et complète deux dissertations sur les oracles datant de 1683, "*Oraculis ethnicorum*", écrites en latin par l'allemand Antonius Van Dale (1638-1708), qui fut médecin à Haarlem en Hollande, avant de se consacrer à l'étude de la littérature théologique. Van Dale y fait apparaître, entre autres, le scepticisme scientifique et réitère le principe que, dans l'analyse d'un cas donné, on doit en premier lieu étudier un fait et ensuite seulement sa cause. J'ai choisi d'évoquer *Histoire des oracles* car, tout comme les "*Entretiens sur la pluralité des mondes*", il porte en lui les prémices de la pensée des Lumières, en ce sens qu'il rompt avec l'avilissement de l'esprit à une quelconque croyance.

Ce qui le rend digne d'intérêt, c'est qu'il ne propose pas de substituer une croyance à une autre, mais, *postulant sur la faiblesse de la raison humaine* (revoir article précédent), il propose de procéder méthodiquement à une analyse rationnelle. L'acceptation de la fable ne saurait donc être, en soi, une démarche satisfaisante. Elle ne saurait en outre renfermer quelque vérité sur laquelle Fontenelle reproche à la religion de s'appuyer. Désormais on ne devrait affirmer ou croire ce qu'on n'est pas en mesure d'étayer à partir de faits ou événements bien réels. Fontenelle dénonce sur ce point une certaine conformité entre le christianisme et le paganisme. Lorsqu'il évoque la « fable », il parle de « l'esprit humain dans une de ses plus étranges productions... » et affirme: « l'imagination humaine a enfanté les fausses divinités ». Histoire des oracles combat donc les fausses divinités, les superstitions, les oracles et autres miracles, en dénonçant la crédulité et la bêtise humaine.

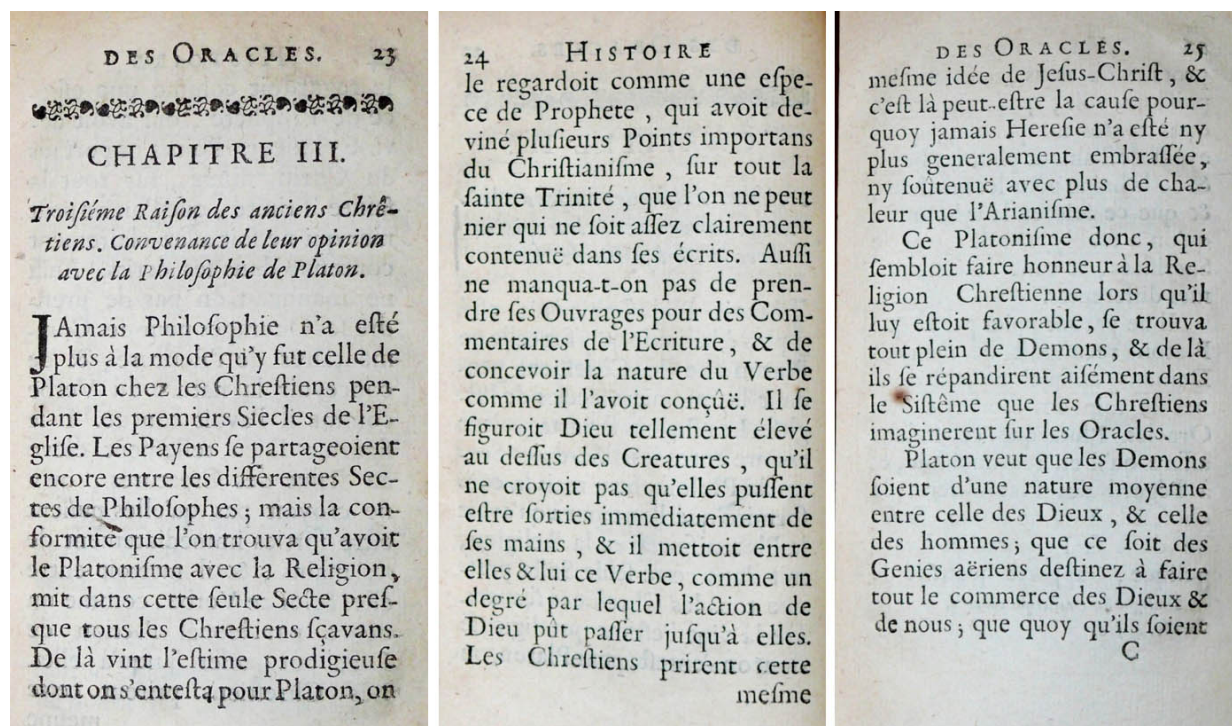


Bien que prenant des précautions, il ne pourra se soustraire à la vindicte des jésuites qui ver-  
ront (à juste titre) dans son texte une dénonciation de certains aspects de la religion catho-  
lique. D'ailleurs, dès le premier paragraphe de cet ouvrage, Fontenelle ne déclare t-il pas : « *mon dessin n'est pas de traiter directement l'Histoire des oracles; je ne me propose que de combattre l'opinion commune qui les attribue aux démons, et les fait cesser à la venue de Jésus Christ...* ». Il poursuit : « *Il n'est pas surprenant que les effets de la nature donnent bien de la peine aux philosophes. Les principes en sont si cachés, que la raison humaine ne peut presque sans témérité songer à les découvrir; mais quand il n'est question que de savoir si les oracles ont pu être un et un artifice de prêtres païens, où peut-être la difficulté? Nous qui sommes hommes, ne savons-nous pas bien jusqu'à quel point d'autres hommes ont pu être ou imposteurs ou dupes? Surtout quand il n'est question que de savoir en quel temps les oracles ont cessé, d'où peut naître le moindre sujet de douter? ...* »

A propos des précautions que j'évoque ci-dessus, Fontenelle est pourtant assez clair lorsqu'il écrit : « *j'avoue que les préjugés ne sont pas communs d'eux-mêmes à la vraie et aux fausses religions. Ils règnent nécessairement dans celles qui ne sont l'ouvrage que de l'esprit humain, mais dans la vraie, qui est un ouvrage de Dieu seul, il ne s'y trouverait jamais aucun, si ce même esprit humain pouvait s'empêcher d'y toucher et d'y mêler quelque chose du sien. Tout ce qu'il y ajoute de nouveau, que serait-ce que des préjugés sans fondement? Il n'est pas capable d'ajouter rien de réel et de solide à l'ouvrage de Dieu.* » Fontenelle, une fois de plus, nous fait part du peu de considération qu'il porte à l'homme en le décrivant avec tous ses travers. Il réaffirme pourtant sa croyance en Dieu et sa conviction que sa religion est juste. Simple-  
ment, il juge que cette dernière n'a aucunement besoin de prendre en compte des éléments aussi faux que sont les oracles, pour trouver grâce au yeux des peuples. Je ne développerai pas outre mesure cette présentation, qui n'a pour objet que de souligner l'indispensable prudence avec laquelle il faut recevoir toute affirmation qui ne serait pas démontrée. Il va donc de soi qu'en aucun cas, des références invérifiables ne sauraient être considérées et exploitées pour autres que ce qu'elles sont, et qu'en aucun cas, non plus, elle ne doivent apparaître comme éléments déterminants lorsqu'on cherche la vérité.



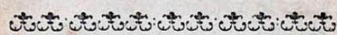
Dans la préface de cet ouvrage, à propos de la disparition des oracles, on peut lire: « *La véritable raison du silence imposé aux oracles, était que par l'incarnation du verbe divin, la vérité éclairait le Monde, et y répandait une abondance de lumières toutes autres qu'auparavant. Ainsi on se détrompait des illusions des augures, des astrologues, des observations des entrailles des bêtes, et de la plupart des oracles, qui n'étaient effectivement que des impostures, où les hommes se trompaient les uns les autres par des paroles obscures, et à double sens. Enfin s'il y avait des oracles où les démons donnaient des réponses, l'avènement de la vérité avait condamné à un silence éternel le père du mensonge.* » Dans l'extrait ci-dessus, Fontenelle montre comment la religion cautionne en quelque sorte les oracles, lorsqu'elle les intègre au récit biblique.



Fontenelle évoque l'influence des Grecs anciens sur la religion chrétienne dont il dénonce certains abus, quant aux éléments qu'elle en a retirés à son profit, en particulier sur l'existence des démons, issus de croyances païennes: « *Les chrétiens reçurent le tout avec joie, et y ajoutèrent même un peu du leur, par exemple que les démons dérobaient dans les écrits des prophètes quelque connaissance de l'avenir, et puis s'en faisaient honneur dans leurs oracles. Ce système des chrétiens avait cela de commode, qu'il découvrait aux païens, par leurs propres principes, l'origine de leurs faux cultes... Ils avaient toujours été persuadés qu'il y avait quelque chose de surnaturel dans leurs oracles, et les chrétiens qui avaient à disputer contre eux, ne songeaient point à leur ôter cette pensée.* »



Examinons presentement l'une après l'autre les raisons qu'on a eues de croire les Oracles surnaturels.



## CHAPITRE IV.

*Que les Histoires surprenantes qu'on debite sur les Oracles, doivent estre fort suspectes.*

IL seroit difficile de rendre raison des Histoires & des Oracles que nous avons rapportez ; sans avoir recours aux Demons, mais aussi tout cela est-il bien vray ? Assurons-nous bien du fait, avant que de nous inquieter de la cause. Il est vray que cette methode est bien lente

C iii j

32 HISTOIRE pour la plupart des Gens, qui courent naturellement à la cause, & passent par dessus la verité du fait ; mais enfin nous éviterons le ridicule d'avoir trouvé la cause de ce qui n'est point.

Ce malheur arriva si plaisamment sur la fin du Siecle passé à quelques Sçavans d'Allemagne, que je ne puis m'empêcher d'en parler icy.

En 1593. le bruit courut que les dents estant tombées à un enfant de Silesie, âgé de sept ans, il luy en estoit venu une d'or, à la place d'une de ses grosses dents. Horstius, Professeur en Medecine dans l'Université de Helmstad, écrivit en 1595. l'Histoire de cette dent, & prétendit qu'elle estoit en

partie naturelle, en partie miraculeuse, & qu'elle avoit esté envoyée de Dieu à cet Enfant pour consoler les Chrestiens affligés par les Turcs. Figurez-vous quelle consolation, & quel rapport de cette dent aux Chrestiens, ny aux Turcs. En la mesme année, afin que cette dent d'or ne manquast pas d'Historiens, Rullandus en écrivit encore l'Histoire. Deux ans après, Ingolsteterus, autre Sçavant, écrivit contre le sentiment que Rullandus avoit de la dent d'or, & Rullandus fait aussitost une belle & docte Replique. Un autre grand Homme nommé Libavius, ramassé tout ce qui avoit esté dit de la dent & y ajoute son sentiment parti-

L'auteur prône ici la méthode expérimentale qui s'appuie sur une observation des faits. Il met en garde contre toute conclusion hâtive et prend soin de situer son récit en usant de repères spatio-temporels. Dans cette petite histoire, connue sous le nom de "*La dent d'or*", Fontenelle fait intervenir des savants allemands, dont on notera les noms affublés de terminaisons en «*us*». C'était une pratique assez courante que de modifier les noms propres par ces terminaisons à consonances grecques ou latines, notamment lorsque les auteurs s'exprimaient en ces langues, était-ce dans le but d'octroyer davantage de crédit à leur propos\*? A ce sujet, dans ses Essais (livre premier, chap. XLVI), Montaigne déplore cet usage: «*J'ai souhaité souvent que ceux qui écrivent les histoires en latin, nous laissassent nos noms tous tels qu'ils sont, car en faisant de Vaudement, Vallemontanus, et les métamorphosant pour les garber (parer) à la grecque ou à la romaine, nous ne savons où nous en sommes et en perdons la connaissance*». Les savants dont il est question dans l'extrait ci-dessus émettent diverses conjectures et brodent à leur gré pour attribuer à cette dent d'or la marque d'une intervention divine.

\*Je ne peux m'empêcher ici de penser au Diafoirus de Molière. Ce dernier, en affublant ainsi son médecin d'une terminaison en "us" pensait-il lui donner une certaine légitimité, ou se moquait-il simplement de cet usage ?



34 HISTOIRE  
culier. Il ne manquoit autre chose à tant de beaux Ouvrages, sinon qu'il fust vray que la dent estoit d'or. Quand un Orfèvre l'eut examinée, il se trouva que c'estoit une feuille d'or appliquée à la dent avec beaucoup d'adresse; mais on commença par faire des Livres, & puis on consulta l'Orfèvre.

Rien n'est plus naturel que d'en faire autant sur toutes sortes de matieres. Je ne suis pas si convaincu de nostre ignorance par les choses qui sont, & dont la raison nous est inconnue, que par celles qui ne sont point, & dont nous trouvons la raison. Cela veut dire que non seulement nous n'avons pas les Principes qui menent au vray, mais

DES ORACLES. 35  
que nous en avons d'autres qui s'accrochent tres-bien avec le faux.

De grands Philosophes ont fort bien trouvé pourquoy les lieux souterrains sont chauds en hyver, & froids en esté; de plus grands Philosophes ont trouvé depuis peu que cela n'estoit pas.

Les discussions historiques sont encore plus susceptibles de cette sorte d'erreur. On raisonne sur ce qu'ont dit les Historiens, mais ces Historiens n'ont-ils esté ny passionnés, ny crédules, ny mal instruits, ny négligens? Il en faudroit trouver un qui eust esté spectateur de toutes choses, indifférent, & appliqué.

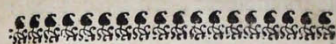
Sur tout quand on écrit des

36 HISTOIRE  
faits qui ont liaison avec la Religion, il est assez difficile que selon le Party dont on est, on ne donne à une fausse Religion des avantages qui ne luy sont point deus, ou qu'on ne donne à la vraye, de faux avantages dont elle n'a pas besoin. Cependant on devroit estre persuadé qu'on ne peut jamais ajouter de la vérité à celle qui est vraye, ny en donner à celles qui sont fausses.

Quelques Chrétiens des premiers Siècles, faute d'estre instruits ou convaincus de cette maxime, se sont laissez aller à faire en faveur du Christianisme, des suppositions assez hardies, que la plus saine partie des Chrétiens ont ensuite désavoué.

Fontenelle envisage la possibilité d'une erreur dans la méthode. Il en profite pour généraliser ce risque à toutes les disciplines. Superstition et obscurantisme sont le fait d'un manque de rigueur et l'explication purement religieuse d'un fait réel peut causer du tort à la vérité. Ce texte prolonge l'accusation envers les théologiens qui exploitent à des fins religieuses les superstitions et croyances populaires. Fontenelle y évoque les textes apocryphes: « *Quelques chrétiens des premiers siècles, faute d'être instruits de ce principe...se sont laissés aller à faire en faveur du christianisme, des suppositions assez hardies que la plus saine partie des chrétiens ont ensuite désavoué. Ce zèle considéré a produit une infinité de livres apocryphes...* »

DES ORACLES. 161



### CHAPITRE XIII.

*Distinctions de jours & autres  
Mysteres des Oracles.*

Les Prestres n'oublioient aucune sorte de précaution. Ils marquoient à leur gré de certains jours où il n'estoit point permis de consulter l'Oracle. Cela avoit un air mystérieux, ce qui est déjà beaucoup en pareilles matieres; mais la principale utilité qu'ils en retiroient, c'est qu'ils pouvoient vous renvoyer sur ce prétexte, s'ils avoient des raisons pour ne pas vouloir vous répondre, ou que pendant ce temps de silence ils prenoient

162 HISTOIRE  
leurs mesures, & faisoient leurs préparatifs.

A l'Occasion de ces prétendus jours malheureux, il fut rendu à Alexandre un des plus jolis Oracles qui ait jamais esté. Il estoit allé à Delphes pour consulter le Dieu; & la Pretresse qui prétendoit qu'il n'estoit point alors permis de l'interroger, ne vouloit point entrer dans le Temple. Alexandre qui estoit brusque, la prit par le bras pour luy mener de force, & elle s'écria, *Ah! mon Fils, on ne peut te résister. Je n'en veux pas davantage, dit Alexandre, cet Oracle me suffit.*

Les Prestres avoient encore un secret pour gagner du temps, quand il leur plaisoit. Avant

DES ORACLES. 163

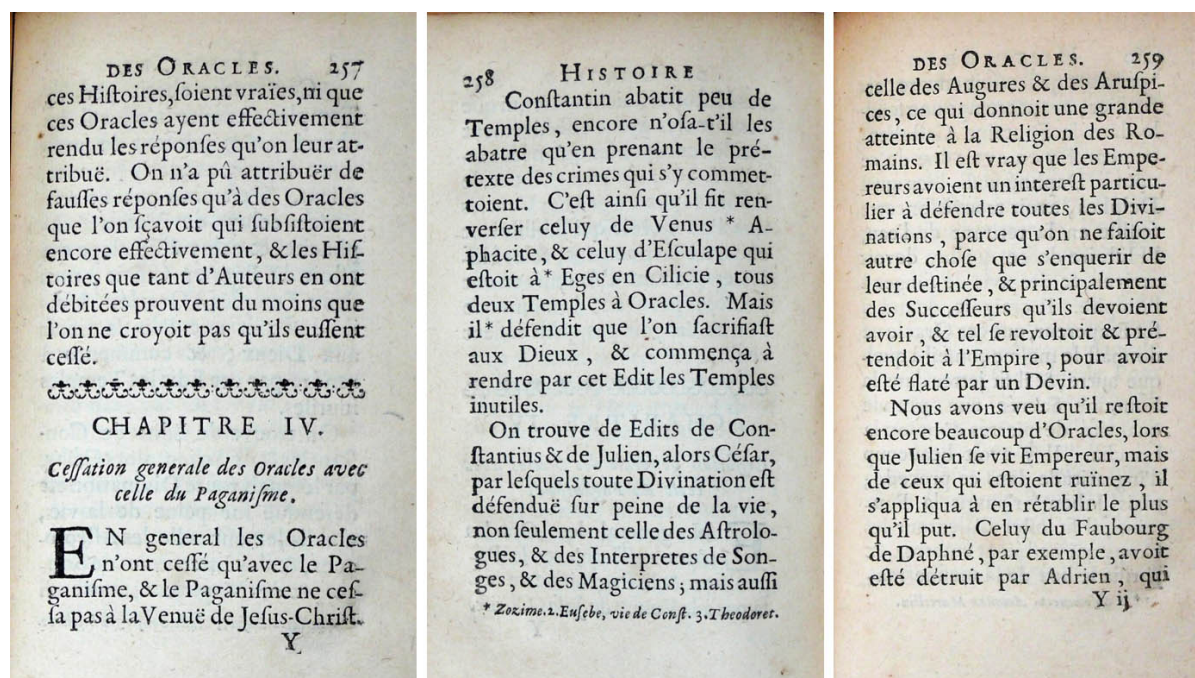
que de consulter l'Oracle, il falloit sacrifier; & si les entrailles des Victimes n'estoient pas heureuses, c'est que le Dieu n'estoit pas encore en humeur de répondre. Et qui jugeoit des entrailles des Victimes? Les Prestres, le plus souvent mesme; ainsi qu'il paroist par beaucoup d'exemples, ils estoient seuls à les examiner, & tel qu'on obligeoit à recommencer le Sacrifice, avoit pourtant immolé un animal, dont le cœur & le foye estoient les plus beaux du monde.

Ce qu'on appelloit les Mysteres & les Ceremonies secrètes d'un Dieu, estoit sans doute un des meilleurs artifices que les Prestres eussent imaginé pour

O ij



Les prêtres païens sont capables de calculs et de fourberies pour maintenir leurs peuples dans la crédulité. Effectivement, on comprend le parallèle à peine voilé de Fontenelle, qui ne manqua pas d'irriter les instances religieuses de l'époque. Je citerai encore Montaigne (Essais, Chap. XXXII) qui écrit: « *Le vrai champ et sujet de l'imposture sont les choses inconnues. D'autant qu'en premier lieu l'étrangeté même donne crédit; et puis n'étant point sujettes à nos discours ordinaires, elles nous ôtent le moyen de les combattre.* » Puis faisant référence au Critias de Platon: « *Est-il bien plus aisé de satisfaire parlant de la nature des Dieux que de la nature des hommes, parce que l'ignorance des auditeurs prête une belle et large carrière et toute liberté au maniement d'une matière cachée ... Il advient de là qu'il n'est rien cru si fermement que ce qu'on sait le moins, ni gens si assurés que ceux qui nous content des fables, comme alchimistes, pronostiqueurs, judiciaires, chiromanciens, médecins de toute engeance...* » Dans les chapitres suivants, Fontenelle poursuit sa dénonciation des oracles: « *Un des plus grands secrets des oracles... c'est l'ambiguïté des réponses, et l'art qu'on avait de les accommoder à tous les événements qu'on pouvait prévoir* ». Ce court extrait n'est pas sans nous rappeler les prévisions auxquelles s'appliquent nos actuels astrologues.



Fontenelle apporte des précisions historiques. Dans les chapitres suivants, que je ne développerai pas, il explique comment dans un premier temps et pour survivre, le paganisme dut s'attacher quelques principes de la religion dominante (chrétienne), comme par exemple, « *la charité pour les étrangers, le soin d'enterrer les morts ou encore la sainteté de la vie* ». « *Sainteté de la vie* », dont l'empereur Julien disait des chrétiens qu'ils savaient si bien la feindre. La lecture de cette Histoire des oracles, montre que Fontenelle est parvenu à construire un plaidoyer en faveur de la rigueur scientifique, sur la base d'un sujet traitant de fausses croyances et de superstitions, sans pour autant être entré dans le piège qui aurait consisté à faire un amalgame trop primaire de ce qu'il dénonce à travers les pratiques de la religion chrétienne.

Auteur : [Philippe Garcelon](#)

# Aryabhata



: Āryabhaṭa est le premier des grands astronomes de l'âge classique de l'Inde, auteur de l'*Āryabhaṭīya*. Il naît en 476 et passe probablement l'essentiel de sa vie à Kusumapura, que l'on identifie généralement comme Pāṭaliputra, l'actuelle Patna, dans l'état indien du Bihar.

## Biographie

On sait très peu de choses sur la vie d'Aryabhata, et les historio-graphes en sont souvent réduits aux conjectures. Aryabhata évoque son année de naissance dans un verset de son *Āryabhaṭīya* que l'on traduit en général par : « Quand soixante fois soixante années et trois quarts de la yuga se furent écoulées, 23 ans avaient passé depuis ma naissance ». Soixante fois soixante années et trois quarts de la yuga conduit à la date du 21 mars 499<sup>[1]</sup>, qui serait la date de composition de son *Aryabhaṭīya*. Ce qui donne l'année 476 pour la naissance d'Aryabhata. C'est la date la plus communément admise<sup>[2]</sup>, mais certains auteurs lisent différemment le verset et font de 499 la date de naissance du personnage et l'écriture de son traité 23 ans plus tard, en 522<sup>[3]</sup>.

Concernant son origine, rien n'est évoqué dans son texte. C'est un commentateur postérieur, Bhāskara I, qui le dit originaire d'Asmaka. Cette affirmation ouvre la porte à trois interprétations : une naissance dans l'ancienne région d'Assaka (en) au nord-ouest de l'Inde, aujourd'hui dans la région de Maharashtra, une naissance plus au sud, dans la région où une partie du peuple d'Asmaka aurait migré, sur les rives de Godavari et Narmada, et même, par le biais d'une traduction du terme Asmaka, une naissance à Kodungallur, dans la région de Kerala<sup>[4]</sup>. Aryabhata parle avec insistance dans son traité de la ville de Kusumapura, ville que Bhāskara identifie comme Pataliputra, actuelle Patna. Ceci laisse penser que c'est là qu'il vécut et qu'il écrivit son traité. Certains pensent même qu'il y fut formé et qu'il y est peut-être né<sup>[5]</sup>. Il a le titre de kulapati (en), ce qui signifie maître d'enseignement. Aryabhata aurait donc enseigné, peut-être au monastère bouddhiste de Nālandā, centre d'enseignement supérieur florissant proche de Pataliputra<sup>[6],[7],[8]</sup>, tandis que Kim Plofker<sup>[9]</sup> envisage un enseignement dans la région de Maharashtra. On lui connaît (selon Bhaskara I) trois élèves, dont un, Lāṭadeva, est également auteur d'un traité d'astronomie<sup>[10]</sup>.

Si l'on se réfère aux versets d'introduction des chapitres I et II de son *Āryabhaṭīya*, qui sont des versets d'obéissance à l'école de Brahma, Aryabhata aurait été un disciple de cette école d'astronomie et du dieu Brahmā<sup>[11]</sup>.

Son traité *Āryabhaṭīya* a eu une grande influence sur l'astronomie indienne. Il est à l'origine d'une « école » d'astronomie, l'Ārya-pakṣa<sup>[1]</sup>, dont les élèves se réclament « disciples » d'Aryabhata<sup>[12]</sup>, et a fait l'objet de très nombreux commentaires<sup>[13]</sup>, dont le premier encore accessible est celui de Bhāskara I. Cet ouvrage fut traduit en arabe sous le titre de *Zij al-Arjabhar*<sup>[1]</sup>. Certains auteurs<sup>[14]</sup> pensent que le nom de cet astronome est parvenu jusqu'en Europe sous le nom d'Andubarius par le biais du *Chronicon Paschale*, qui en fait un astronome indien enseignant au temps de la Tour de Babel. Cependant David Pingree<sup>[15]</sup> donne à ce nom un autre origine sémitique « abd al-Bari » ou « l'esclave du créateur ».

## Œuvre

On lui connaît deux traités.

Le premier, l'*Aryabhata-Siddhanta* (« *Siddhānta* ») est un nom générique donné aux ouvrages

astronomiques de l'Inde classique) n'est connu que par des traductions et commentaires<sup>[16]</sup>. Cet ouvrage, inspiré des Suryas Siddhantas, devait traiter d'instruments astronomiques et de calendriers<sup>[8]</sup>.

L'Āryabhaṭīya, quant à lui, est un ouvrage traitant de mathématiques et d'astronomie.

## Astronomie

Aryabhata met en place un nouveau système de mesure du temps sidéral. Au lieu de prendre le système de division du temps que l'on trouve dans les Suryas-siddhantas (1 kalpa = 14 manus, 1 manu = 71 yugas, 1 yuga (ou mahayuga) = 4 320 000 années) , il établit les divisions suivantes : 1 jour de Brahma ou kalpa = 14 manus ou 1 008 yugas. Chaque yuga est découpé en quatre yugas plus petits d'une durée de 1 080 000 années<sup>[17]</sup>. Il définit également le Kali Yuga, correspondant à 432 000 années<sup>[18]</sup>. Le commencement d'un yuga correspond à un moment où toutes les planètes sont en conjonction avec Eta Piscium<sup>[17]</sup>. Il assure qu'au commencement du dernier Kali Yuga toutes les planètes étaient en conjonction avec Aries<sup>[18]</sup>. La date qu'il donne correspond au 17/18 février de l'année 3102 avant notre ère<sup>[19]</sup>. Il évalue la longueur d'un mahayuga à 1 577 917 500 jours, ce qui conduit à une évaluation de l'année sidérale de 365 j 6 h 12 min 30 s<sup>[18]</sup>, une valeur trop grande de quelques minutes.

En cosmologie, il ne croit pas en une théorie de création et destruction du monde, pour lui le temps se déroule de manière continue sans commencement ni fin<sup>[20]</sup>.

Pour Aryabhata, la Terre est une sphère qui tourne sur elle-même. Il insiste sur cette rotation diurne même s'il reconnaît que la théorie d'une Terre immobile et celle d'une Terre tournant sur elle-même sont deux théories équivalentes pour l'observateur. Sa théorie de rotation de la Terre ne sera pas reprise par ses successeurs<sup>[21]</sup>, mais celle de sa sphéricité sera complètement admise<sup>[22]</sup>.

Le jour est considéré d'un lever de soleil au suivant, tandis que, dans son Ārya-Siddhānta, il le compte d'un minuit au suivant. Il évalue le jour sidéral à 23 h 56 min 4 s et 1 dixième (la valeur moderne est de 23 h 56 min 4 s et 91 millièmes)<sup>[23]</sup>.

Dans le modèle astronomique qu'il propose, les positions moyennes des planètes parcourent des cercles géocentriques (déférents), et la position réelle des planètes se détermine à l'aide d'épicycles et de cercles excentriques parcourus à des vitesses constantes<sup>[24]</sup>. Aryabhata n'est pas le premier à expliquer le mouvement des planètes à l'aide d'épicycles : les astronomes grecs Apollonios, Hipparque et Ptolémée en avaient déjà présentés<sup>[24]</sup>. Mais le modèle d'Aryabhata se révèle très différent<sup>[25]</sup> et plus simple que celui de ce dernier. Cela laisse supposer qu'il ne fut pas influencé par le modèle de Ptolémée<sup>[26]</sup>. La question est de savoir si des modèles antérieurs à celui de Ptolémée ne seraient pas parvenus jusqu'en Inde<sup>[25]</sup>.

Le mouvement d'une planète se calcule en donnant le nombre de révolutions sur le déférent et le nombre de révolutions sur l'épicycle durant la période d'un mahayuga. Ce calcul se fait à partir d'observations faites au temps d'Aryabhata<sup>[27]</sup>. Il se trouve que, dans le modèle d'Aryabhata, le nombre de révolutions sur l'épicycle par année sidérale des planètes extérieures est de 1 et pour les planètes inférieures est de 88 pour Mercure et 225 pour Vénus<sup>[18]</sup>, ce qui correspond à leur période héliocentrique. Cela fait dire à Bartel Leendert van der Waerden que le modèle d'Aryabhata était pensé de manière héliocentrique<sup>[28],[29]</sup>. Ce mathématicien est le premier à soutenir cette hypothèse, mais celle-ci est critiquée par de nombreux historiens<sup>[30],[31],[32]</sup>.

Les astronomes étaient toujours conduits à effectuer des corrections sur les calculs des positions des planètes pour les faire correspondre au mouvement réel de celles-ci. Aryabhata en diminue le nombre<sup>[33]</sup>.

Il est le premier astronome indien à donner une méthode correcte de calcul de latitude des planètes<sup>[27]</sup>.



Il propose une explication scientifique et non religieuse du phénomène des éclipses du Soleil et de la Lune<sup>[1]</sup>, jusque-là attribuées aux démons Râhu et Ketu<sup>[34]</sup>.

Il analyse la lumière émise par la Lune et les planètes comme celle du Soleil réfléchi par ces astres.

## Mathématiques

L'Aryabatiya étant conçu comme un poème où chaque propriété est contenue dans un verset, Aryabhata a cherché un moyen de nommer les nombres de manière condensée. Il a donc mis au point un système de numération multiplico-additif à l'aide des 33 consonnes de l'alphabet sanskrit lui permettant de nommer les nombres de 1 à 25 et les dizaines de 30 à 100. À ces nombres, on peut appliquer un « poids » qui est une puissance paire de 10, en leur associant un jeu de 9 voyelles, l'ordre des syllabes n'ayant aucune importance. Ceci lui permet de nommer de très grands nombres. Ainsi le nombre de rotations de la Lune dans un mahayuga est évalué par Aryabhata à : ca-ya-gi-yi-hu-su-chlṛ ce qui donne :  $6 \times 10^0 + 30 \times 10^0 + 3 \times 10^2 + 30 \times 10^2 + 5 \times 10^4 + 70 \times 10^4 + (7 + 50) \times 10^6 = 57\,753\,336$ .

Ce système diffère de la notation positionnelle utilisée par le système kaṭapayādi (en)<sup>[35]</sup>.

**En arithmétique**, il présente des algorithmes de calcul classiques (extraction de racines carrées et cubiques, règle de trois, calculs d'intérêts...). Il propose une méthode originale de résolution des équations indéterminées de degré 1 à deux inconnues ou plus dans le but de déterminer les dates de conjonction des planètes. Sa méthode se révèle plus efficace que celle des restes chinois<sup>[1]</sup>. Son traité contient également la méthode de calcul de la somme des termes d'une suite arithmétique, de la somme des premiers carrés, et de la somme des premiers cubes. Il présente une méthode pour déterminer, connaissant la somme des termes d'une suite arithmétique connue, le nombre de termes de cette somme<sup>[1]</sup>.

**En géométrie**, il redonne les calculs d'aire et de volume basiques (triangle, pyramide...). Aryabhata donne également une approximation précise de  $\pi$ . Dans l'Āryabhaṭīya, il écrit : « Ajoutez quatre à cent, multipliez ensuite le résultat par huit puis ajoutez alors soixante-deux mille. Le résultat est alors approximativement la circonférence d'un cercle d'un diamètre de vingt mille. Par cette règle, la relation de la circonférence au diamètre est donnée. » En d'autres termes,  $\pi \approx 62\,832/20\,000 = 3,141\,6$ , précision remarquable dont c'est la première occurrence dans les mathématiques indiennes<sup>[36]</sup>. L'approximation standard jusque-là était  $\pi \approx \sqrt{10}$ <sup>[36]</sup>. Il n'en donne aucune justification<sup>[1]</sup>, mais les historiens estiment vraisemblable qu'il l'ait obtenue en calculant le côté d'un polygone régulier inscrit à 384 côtés<sup>[36]</sup>.

Il fournit une table de sinus, plus exactement de demi-cordes<sup>[37],[38]</sup>, qui ne sont pas ramenées, comme nos modernes sinus, à un rayon 1. Aryabhata choisit un rayon de 3 438, ce qui est d'un intérêt comparable à celui de nos modernes radians<sup>[39]</sup>, quand la circonférence du cercle est divisée en 21 600 minutes d'arc (360 degrés de 60 minutes<sup>[40]</sup>) : pour un angle suffisamment petit, les mesures de la demi-corde et de l'angle sont alors presque identiques<sup>[39]</sup>.

Ce choix d'un rayon de 3 438 est étroitement lié à l'approximation  $\pi \approx 62\,832 / 20\,000 = 3,141\,6$ <sup>[36]</sup> : pour une circonférence  $C = 21\,600$ ,  $R = C/2\pi \approx C/6,283\,2 \approx 3\,437,738\,7$ <sup>[40]</sup>. L'Aryabatiya est le texte le plus ancien qui nous soit parvenu où il apparaît, mais il est probable qu'il ait déjà été utilisé en Inde avant Aryabhata<sup>[41],[42]</sup>, ce qui suppose également la connaissance antérieure de l'approximation  $\pi \approx 3,141\,6$ , ou d'une approximation d'une précision analogue<sup>[36]</sup>.

Aryabhata découpe un quart de cercle en 24 parties de  $3^\circ\,45'$  (soit  $225'$ ) et prend la longueur de l'arc comme approximation de la demi-corde interceptant un angle de  $225'$ <sup>[43]</sup>. Pour le calcul des sinus, Aryabhata propose deux méthodes, l'une s'appuyant sur le calcul du sinus de l'arc moitié et l'utilisation du théorème de Pythagore, l'autre utilisant le fait que les différences secondes<sup>[44]</sup> des sinus sont proportionnelles au sinus<sup>[1]</sup>. Il fournit pour la première fois une table des différences des sinus<sup>[45]</sup>. Concernant l'originalité de son travail et l'influence des tables de cordes d'Hipparque, le sujet est débattu<sup>[46],[47]</sup>.

## Hommages

## En astronomie

En son hommage, le [premier satellite indien](#), lancé le 19 avril 1975, ainsi qu'un [cratère lunaire](#), portent son nom.

## En littérature

En 1990, [Jean d'Ormesson](#) écrit une *Histoire du Juif Errant* dans laquelle le héros rencontre Aryabhata. Le héros révèle la légende du point d'Aryabhata au mathématicien [Al-Biruni](#), qui invente le zéro à cette occasion.

## Notes et références

[R.C. Gupta 2008](#), p. 244.

[Sarma 2001](#), p. 109.

[Chandra Hari 2002](#), p. 102.

[Sarma 2001](#), p. 110.

C'est le cas de Bhāu Dājī ([Dājī 1865](#), p. 406), et c'est une hypothèse envisagée par R.C.Gupta([R.C. Gupta 2008](#), p. 244).

[Shankar Shukla 1976](#), p. xix.

[Sarma 2001](#), p. 115.

[Razaullah Ansari 1977](#), p. 10.

[Plofker 2007](#), p. 399.

[Shankar Shukla 1976](#), p. xxii.

[Shankar Shukla 1976](#), p. xxvi.

[Shukla 1976](#), p. xxxiv.

(en) David Pingree, « *Āryabhaṭa* », dans *Complete Dictionary of Scientific Biography*, Détroit, [éditions Scribner](#), 2008 ([ISBN 978-0-684-31559-1](#), [lire en ligne](#) [[archive](#)]).

[Albrecht Weber](#) (*Histoire de la littérature indienne* sur [Google Livres](#)) ou [John Dowson](#) (en) (*A Classical Dictionary of Hindu Mythology and Religion, Geography, History* sur [Google Livres](#)) par exemple.

(en) David Pingree, *Census of the Exact Sciences in Sanskrit* (Series A, Vol. 1 & 2), American Philosophical Society, 1970 ([ISBN 978-0-87169-081-4](#), [lire en ligne](#) [[archive](#)]), p. 43

[Shankar Shukla 1976](#), p. xxiii.

[Shankar Shukla 1976](#), p. xxxi.

[Swerdlow 1973](#), p. 240.

[Razaullah Ansari 1977](#), p. 14.

[Shankar Shukla 1976](#), p. xxx.

[Plofker 2009](#), p. 111.

[Plofker 2009](#), p. 112.

[Shankar Shukla 1976](#), p. xxix.

[Razaullah Ansari 1977](#), p. 12.

[Plofker 2009](#), p. 115.

[Shankar Shukla 1976](#), p. xxxii-xxxiii.

[Shankar Shukla 1976](#), p. xxxii.

[Swerdlow 1973](#), p. 241.

Bartel Leendert van der Waerden, *Das heliozentrische System in der griechischen, persischen und indischen Astronomie*, Kommissionsverlag Leemann AG, 1970, [Présentation en ligne](#) [[archive](#)], p. 29-31.

Selon Swerlow ([Swerdlow 1973](#), p. 240-241), ses arguments ne sont pas convaincants et correspondent à une mauvaise compréhension de la description indienne du système planétaire.

Pour [Kim Plofker](#)([Plofker 2009](#), p. 111), il s'agit d'une surinterprétation du texte d'Aryabhata : donner quelques mouvements en référence au mouvement du soleil ne signifie pas que l'on pense héliocentrisme.

Pour R. Ansari([Razaullah Ansari 1977](#), p. 12), le modèle d'Aryabhata est absolument géocentrique.

[Shankar Shukla 1976](#), p. xxxiii.

[Razaullah Ansari 1977](#), p. 11.

[Plofker 2009](#), p. 73-75.

[Plofker 2009](#), p. 128.

Le terme indien signifie demi-corde([Plofker 2007](#), p. 407).

La demi-corde d'un cercle de rayon  $R$  interceptant un angle  $\alpha$  est égale à  $R \sin \alpha$ , on parle donc souvent des tables de  $R \sin$  d'Aryabhata ([Narahari Achar 2002](#)) ou des tables de Sin ([Plofker 2007](#), p. 408).

[Plofker 2009](#), p. 80.

[Gheverghese Joseph 2016](#), p. 398.

[Gheverghese Joseph 2016](#), p. 423, note 2.

[Plofker 2007](#), p. 409.

Jean Lefort, « *Aryabhata et la table des sinus* », *Bulletin de l'APMEP*, n° 473, 2007 ([lire en ligne \[archive\]](#)).

Dans une table donnant sinus ( $na$ ), les différences premières sont les valeurs  $\sin$ , et les différences secondes sont les valeurs  $\cos$ .

[Shankar Shukla 1976](#), p. xxviii.

[Narahari Achar 2002](#), p. 95-99.

[Hayashi 1997](#), p. 396-406.

#### Bibliographie

(en) Kripa Shankar Shukla, *Aryabhatiya of Arabathata*, New Delhi, Indian national science academy, 1976 ([lire en ligne \[archive\]](#)).

(en) [Noel Swerdlow](#), « Review: A Lost Monument of Indian Astronomy: Das he liozentrische System in der griechischen, persischen und indischen Astronomie by B. L.

van der Waerden », *Isis*, vol. 64, n° 2, juin 1973, p. 239-243 ([lire en ligne \[archive\]](#)), consulté le 24 avril 2017).

(en) [Kim Plofker](#), *Mathematics in India*, [Princeton University Press](#), 2009 ([présentation en ligne \[archive\]](#)).

(en) R.C. Gupta, « *Āryabhaṭa* », dans Helain Selin, *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*, Berlin Heidelberg New York, Springer-Verlag, 2008, p. 244-245.

(en) B.N. Narahari Achar, « *Aryabhata and the tables of Rsines* », *Indian Journal of history of sciences*, vol. 37, n° 2, 2002, p. 95-99

(en) Takao Hayashi, « *Aryabhata's rules and table of sine differences* », *Historia Mathematica*, vol. 24, n° 1, 1997, p. 396-406 .

(en) Eleanor Robson et Jacqueline Stedall, *The Oxford Handbook of the History of Mathematics*, coll. « OUP Oxford », 2009

(en) K Chandra Hari, « *Genesis and antecedents of Aryabhatiya* », *Indian Journal of History of Science*, vol. 37, n° 2, 2002, p. 103-113

(en) K.V. Sarma, « *Aryabhata : his name, time and provenance* », *Indian Journal of History of Science*, vol. 36, n° 3, 2001, p. 105-115

(en) S. M. Razaullah Ansari, « *Aryabhata I, His Life and His Contributions* », *Bulletin of the Astronomical Society of India*, vol. 5, 1977, p. 10-19

(en) [David Pingree](#), « *Āryabhaṭa* », dans *Complete Dictionary of Scientific Biography*, Détroit, [éditions Scribner](#), 2008 (ISBN 978-0-684-31559-1)

(en) Takao Hayashi, « *Aryabhata, Indian astronomer and mathematician* [archive] », sur Encyclopædia Britannica,

(en) [Kim Plofker](#), « *Mathematics in India* », dans [Victor J. Katz](#), *The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India, Islam, A source book*, Princeton University Press, 2007, p. 385-514.

Léon Rodet, *Leçon de calcul d'Aryabhata*, Imprimerie nationale, 1879

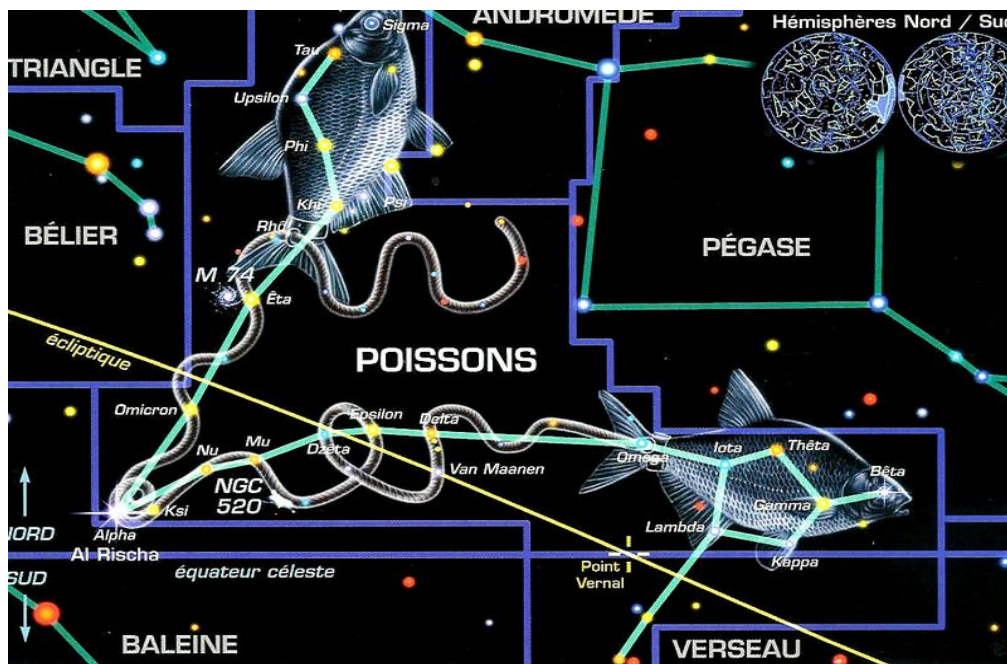
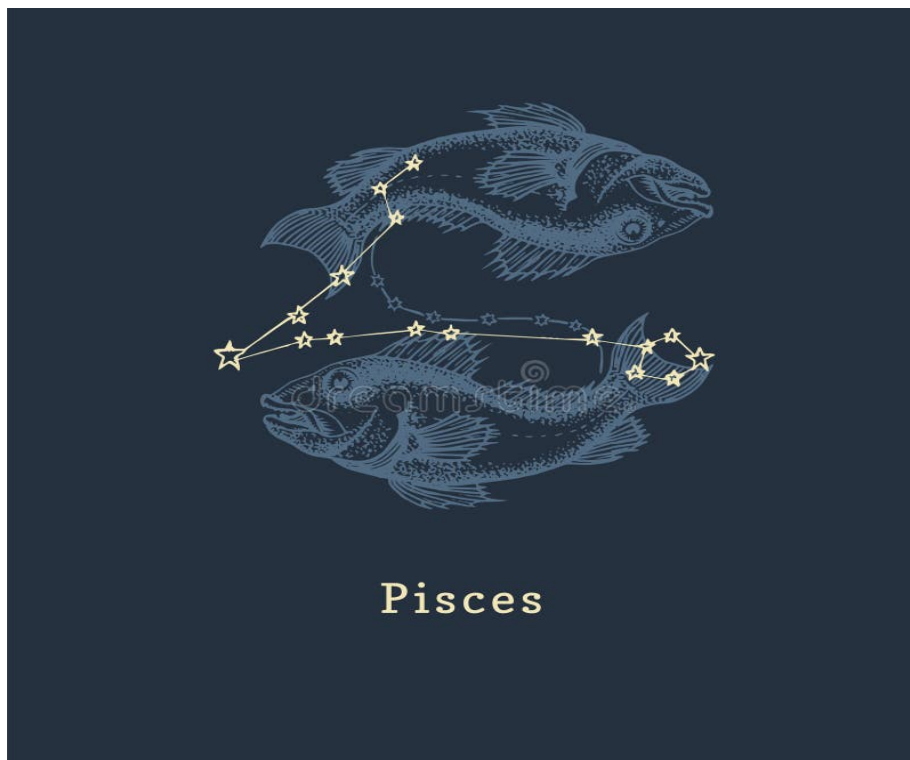
(en) Bhāu Dāī, « *Brief Notes on the Age and Authenticity of the Works of Āryabhaṭa, Varāhamihira, Brahmagupta, Bhaṭṭotpala, and Bhāskarāchārya* », *Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland*, janvier 1865

Gheverghese Joseph, « *Indian Trigonometry : From Ancient Beginnings to Nilakantha* », dans *Indian Mathematics : Engaging With The World from Ancien To Modern Times*, 2016 ( chap 11.

## La constellation de Novembre

### Les Poissons

La constellation des Poissons occupe une place particulière dans le ciel nocturne et dans la tradition astrologique occidentale. Discrète mais étendue, elle intrigue les astronomes amateurs et professionnels depuis l'Antiquité.



### Sa situation astronomique

Située dans l'hémisphère céleste nord, la constellation des Poissons (Pisces en latin) est l'une des constellations du zodiaque. Elle se trouve entre le Verseau à l'ouest et le Bélier à l'est. Bien que relativement vaste, elle est composée d'étoiles peu brillantes, ce qui la rend parfois difficile à repérer à l'œil nu, surtout dans les zones urbaines.

La constellation des Poissons couvre environ 889 degrés carrés, ce qui en fait la 14<sup>e</sup> plus grande constellation du ciel. Son étoile la plus lumineuse, *Eta Piscium* (aussi appelée Alpher), n'atteint qu'une magnitude apparente de 3,6, ce qui explique sa discrétion comparée à d'autres constellations majeures.

### Observation et repérage

La constellation des Poissons est visible principalement entre les mois de septembre et



novembre dans l'hémisphère nord, culminant à minuit autour du 6 octobre. Pour la repérer, il est conseillé de trouver le « carré de Pégase » et de suivre une ligne imaginaire vers l'est, où l'on pourra distinguer les étoiles formant deux arcs reliés par une faible étoile, symbolisant les deux poissons.

À cause de la faible luminosité de ses étoiles, l'observation de la constellation des Poissons est plus agréable depuis des lieux éloignés de la pollution lumineuse.

## Objets célestes remarquables

Bien que la constellation des Poissons soit composée d'étoiles peu lumineuses, quatre d'entre elles se démarquent par leur visibilité relative :

- **Eta Piscium (Alpherg)** : Il s'agit de l'étoile la plus brillante de la constellation, avec une magnitude apparente d'environ 3,6. Elle se situe à l'extrémité orientale de la constellation et marque le point de jonction des deux arcs représentant les poissons.
- **Gamma Piscium** : Cette étoile géante jaune, de magnitude 3,7, occupe une position centrale dans la constellation. Visible à l'œil nu dans de bonnes conditions, elle aide à repérer la portion sud du motif.
- **Omega Piscium** : De magnitude 4,0, Omega Piscium est une étoile blanche située à l'extrémité occidentale de la constellation, non loin de la frontière avec le Verseau. Elle contribue à dessiner l'un des arcs symbolisant les poissons.
- **Delta Piscium** : Avec une magnitude de 4,4, cette étoile orangée complète le groupe des étoiles principales. Elle occupe une place sur l'arc nord de la constellation et sert souvent de repère pour relier les autres étoiles.

Ces étoiles, bien que discrètes, permettent aux observateurs avertis de reconstituer la silhouette caractéristique de la constellation des Poissons, surtout lors des nuits claires et loin des lumières urbaines.

Outre ses étoiles, la constellation des Poissons abrite quelques objets célestes dignes d'intérêt pour les astronomes. On y trouve notamment la [galaxie spirale M74](#), parfois surnommée la « galaxie fantôme » en raison de sa faible brillance et de sa structure élégante. Cette galaxie est un objet de choix pour les amateurs d'astrophotographie équipés de télescopes puissants.

## Mythologie et histoire

La constellation des Poissons est associée à de nombreux mythes, notamment dans la mythologie grecque. Selon la légende la plus connue, elle représente Aphrodite et son fils Éros, qui se seraient transformés en poissons pour échapper au monstre Typhon. Afin de ne pas se perdre, ils auraient attaché leurs queues ensemble avec une corde, d'où l'image de deux poissons reliés, que l'on retrouve dans la représentation de la constellation.

Les Babyloniens associaient déjà cette constellation à deux poissons dès le III<sup>e</sup> millénaire avant notre ère. Dans l'astrologie, les Poissons constituent le douzième signe du zodiaque, symbolisant souvent la sensibilité, l'intuition et le rêve.

# • Aphrodite

**Aphrodite** (gr. Ἀφροδίτη, lat. Aphrodita) est la déesse de la Beauté, de l'Amour, du Plaisir et de la Procréation, sans oublier qu'elle est aussi une déesse de la mer de par sa naissance. C'est une divinité complexe à la fois céleste (Ourania) et terrestre (Pandemos) qui dispense sa loi sur la terre entière.

Elle était représentée comme une très belle jeune femme souvent accompagnée de divinités ailées (Eros, Charite, Heures) parfois dotée de ses attributs (colombe, pomme, coquille Saint-Jacques, miroir ...)

Elle fait partie des douze grands dieux [Olympiens](#) et elle a une place importante dans les récits mythologiques et poétiques.

Historiquement, son culte dans la Grèce antique fut été importé d'Asie, influencé par le culte d'[Astarté](#) en Phénicie et de la déesse [Ishtar](#) en Mésopotamie. Elle fut assimilée à [Vénus](#) chez les Romains et à Turan chez les [Etrusques](#).

## Etymologie.

L'étymologie de son nom n'est pas connue avec certitude. Hésiode l'a associé à aphrós (ἀφρός), "écume", l'interprétant comme "sorti de l'écume". Cette origine, cependant, a été classée comme étymologie populaire par plusieurs auteurs, et plusieurs autres étymologies alternatives, dont beaucoup dérivent de langues non grecques et en particulier orientales ont été suggérées par d'autres auteurs.

Elle porte aussi les noms de Cypris ou Cythérée pour rappeler les îles (Chypre et Cythère) où elle fut reçue à ses débuts.

## Fonctions.

Ses fonctions et ses épithètes étaient très variées et reflètent les trois principaux aspects de la déesse : terrestre, marine et céleste.

Elle était à la fois la déesse de l'amour céleste (Ourania) ; elle fut adorée sous ce nom à Argos, [Athènes](#) et Scyon. Elle y apparaît sous les traits d'une déesse digne et grave. Mais aussi la divinité de l'amour commun (Pandemos) plus physique et destiné à tout le monde;

- l'Aphrodite des fiançailles (Nymphia) dont le sanctuaire fut élevé par Thésée lorsqu'il prit Hélène pour femme, car elle veille à l'accomplissement des promesses des fiancés mais aussi protectrice des prostituées et des courtisanes (Hétaïra);

- l'Aphrodite marine (Pontia, Limenia, Nauarkhis), mais aussi protectrice des jardins (Cepoïs) en référence à la fertilité des jardins à Athènes.

- l'Aphrodite armée de Sparte citée par Pausanias (III, 15, 10) peut être en souvenir des femmes qui avaient pris les armes pour défendre leur ville. Ce paradoxe posait déjà question aux romains qui proposaient aux étudiants d'y réfléchir.

Aphrodite possède des surnoms qui donne une précision sur le lieu de son sanctuaire.

■ Cypris (Κυπρία) : de Chypre, île où elle aborda ; largement utilisé par les auteurs grecs.

■ Cythérée (Κυθηρεια) : du temple de Cythère, île où elle aborda en premier.

■ Erycina (Ερυκίνη) : du temple d'Eryx en Sicile (Pausanias VIII, 24, 6).

■ Golgia : du sanctuaire rural de Golgi à Chypre (Pausanias VIII, 5, 2).

■ Paphia (Παφια) : de son temple de Paphos à Chypre

Aphrodite possède de très nombreuses épiclèses qui reflètent les divers aspects de son culte,

de sa personnalité ou du lieu de son sanctuaire. Voici les plus connues mais certaines sont difficilement interprétables en dehors du contexte :

Aphrodite de Praxitèle ou de Richelieu



Ambologera (Ἀμβολογήρα) : qui ne vieillit jamais; se réfère à une statue placée à Sparte

Apostrophia (Ἀποτροφία) : celle qui fait oublier les amours malheureuses et qui écarte les désirs déréglés; vénérée à Thèbes.

Callipyge (Καλλίπυγος) : "Aux belles fesses". Statue d'Aphrodite callipyge offerte par deux sœurs de Syracuse qui avaient épousé deux riches garçons en leur demandant laquelle avait les plus belles fesses. (Athénée, repris par Lafontaine)

Catascopia (Κατασκοπία) : "espionne" du temple près du stade à Trézène où Phèdre venait voir en cachette Hippolyte s'exercer.

Cepoïs (Κηποις) : des jardins à Athènes

Chrysea (Χρυσή) : "dorée, en or"

Doliophron : "rusée"

Epistrophia (Επιστροφή) : "celle qui retourne les cœurs, celle qui incite"

Epithymia : "celle qui est au-dessus des tombes".

Epitragia (Ἐπιτραγία) : "celle qui chevauche un bouc"

Genetrix : déesse de la génération.

Glukeia (Γλυκεῖα) : douce et charmante

Glycymeillicos : "celle qui dit des paroles douces"

Hétaïra : protectrice des hétaires (femme éduquée et de haut niveau social qui offre compagnie à des hommes éminents).

Hélicoblépharos : "à la paupière qui cligne" ce qui renvoie à son côté aguicheur.

Kallistephanos (Καλλιστέ[φα]νος) : A la très belle couronne.

Katallaktèria (Καταλλακτηρία) : conciliatrice.

Mélaenis (Μελαινίς) : la Noire ou la Sombre.

Morpho (Μορφή) : aux formes galbées

Nymphia (Νυμφία) : des fiançailles. Sanctuaire fondé par [Thésée](#) lorsqu'il prit Hélène pour épouse.

Ourania ou Urania (Ουρανία) : Amour céleste en opposition à pandémós

Pandemos (Πανδημός) : l'incarnation de l'Amour commun.

Pasiphaessa : "celle qui brille de loin"

Pothon meter (Ποθων Μητηρ) : "mère du désir"

Porné : "protectrice des courtisanes".

Philommides (Φιλομμείδης) : "celle qui aime le rire."

Philopannyx : "celle qui aime la nuit."

Praxis (Πράξις) : "sexuellement active"

Scotia (Σκοτία) : De l'obscurité ; Qui vit à la maison.

Xenia (Ξενία) : "hospitalière".

Née de l'écume de la mer elle est naturellement favorable aux marins et apaise la mer agitée

Alegina : "née de la mer"

- Anadyomène (Ἀναδυομένη) : "Sortie des flots".
- Aphrogeneia : "née de l'écume"
- Euploia (Εὐπλοία) : "celle qui assure une heureuse navigation"
- Galenœe : "celle qui calme la mer"
- Limenia (Λιμενία) : "protectrice des ports"
- Nauarkhis (Ναυαρχίς) : Maitresse de la flotte.
- Pélagia : déesse de la navigation.
- Pontia (Ποντία) : de la mer

Mais c'est aussi une déesse guerrière et des lieux élevés en particulier à Sparte.

- Androphanos (Ἀνδροφόνος) : "tueuse d'hommes".
- Aeria (Ἀρεία) : guerrière représentée en armure complète, vénérée en particulier à Sparte.
- Akraia (Ἀκραία) : Protectrice des acropoles et des lieux élevés; vénérée à Chypre sur le mont Olympos accessible aux seuls hommes.
- Nikêphoros (Νικηφορος) : "celle qui donne la victoire". (Pausanias II, 19, 6.). Utilisé par d'autres déesses.
- Tymborychos (Τυμβωρύχος) : "celle qui creuse les tombes."
- Tymborychos (Τυμβωρύχος) : "celle qui creuse les tombes."
- 

Aphrodite sur son oie  
© Musée de Boston

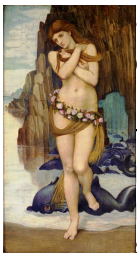


### Attributs.

Vénus sortant de l'onde  
John Roddam Spencer-Stanhope

Elle avait divers attributs pris dans le règne végétal ou animal :

- des plantes comme une couronne de myrte ou des fruits la pomme ou la grenade;
- des animaux de nature ardente ou prolifique, comme le bélier, le bouc, le lièvre, le cygne, l'oie, la tourterelle ou des colombes qu'elle utilisait pour tirer son char.



Elle portait une ceinture magique, brodée d'or. Pour son mariage Héphaïstos avait forgé de magnifiques bijoux, y compris un strophion (soutien-gorge) connu sous le nom de keston himas (κεστός ἱμάς), un sous-vêtement en forme de sautoir (généralement traduit par "ceinture" cestus), qui remontait les seins et la rendait tout à fait irrésistible pour les hommes. Elle la prêtait parfois à Héra pour raviver l'amour de son époux volage. (Iliade XIV, 188-223)





Athéna, dans le "Dialogue des dieux" de Lucien, se méfie de ce talisman.

Pâris. — Ce qu'il me plaît ? Il me plaît de les voir nues.

Hermès. — Déshabillez-vous, déesses : toi, examine ; moi, je détourne la tête.

Aphrodite. — Très bien, Pâris, et je serai la première à me déshabiller, pour que tu voies que je n'ai pas seulement les bras blancs, que je ne me vante pas outre mesure d'avoir de grands yeux, mais que je suis également belle en tout et partout.

Athéna. — Pâris, qu'elle ne se déshabille pas avant d'avoir enlevé sa ceinture : c'est un talisman à l'aide duquel elle pourrait bien te séduire ! En plus, il ne faut pas qu'elle vienne ainsi parée, le visage tout enluminé comme une courtisane, mais qu'elle montre sa beauté toute nue ! Elle entraînait à sa suite [Eros](#), les [Nymphes](#), les [Heures](#), les [Charites](#), les [Tritons](#) et les [Néréides](#) et des [personnages allégoriques](#) comme Peitho (la Persuasion), Pothos ou Himéros (le Désir).

### Naissance.

#### ► LES OLYMPIENS

Il y a autour de sa naissance des légendes contradictoires.

D'après Homère (Iliade V, 370) elle est la fille de [Zeus](#) et de Dioné.



Naissance d'Aphrodite avec d'Hermès, Eros et Poséidon

(© Musée archéologique Thessalonique)

Dans la Théogonie, elle est née de l'écume des flots (aphros = écume) après la mutilation d'[Ouranos](#) par [Cronos](#).



Mais son fils (Cronos) le saisit de la main gauche, et de la droite prend la terrible et immense serpe aux dents tranchantes. Et, brusquement, il fauche les testicules de son père pour les rejeter au hasard derrière lui. Et elles ne s'échappèrent point en vain de sa main ...

Quant aux testicules, dès qu'il les a tranchés avec le fer et lancés de la terre ferme dans la mer aux flots sans cesse agités, ils sont emportés au large et flottent longtemps. Tout autour une blanche écume jaillit du membre immortel, et de cette écume se forme une jeune fille, portée vers la divine Cythère, puis de là dans Chypre, entourée par les flots."

Hésiode, Théogonie (vers 180-193)

Aphrodite surgit nue de l'écume de la mer, chevaucha une conque aborda d'abord sur l'île de Cythère, mais comme c'était une toute petite île, elle se rendit dans le Péloponnèse et finalement s'installa à Paphos, dans l'île de Chypre, qui allait devenir son centre de culte principal. A Paphos, les Saisons, filles de Thémis, se hâtèrent de la vêtir et de la parer.

Aphrodite sortant de l'onde en présence des Heures

(© Museo nazionale romano, Roma)



Platon, dans le *Commentaire sur le Cratyle*, fait évoquer par Proclus cette double naissance :



1) Ouranos crée alors Aphrodite du sperme de ses organes génitaux, jetés dans la mer, ainsi que dit Orphée : d'en haut ses testicules tombèrent dans la mer, et comme ceux-ci flottaient de tout côté il y eut un tourbillon de blanche écume ; puis dans les saisons cycliques, Année enfanta la vierge digne de vénération...

2) Le désir (de Diônè) le saisit plus violemment, et du père tout-puissant la semence de l'écume jaillit de ses organes et la mer recueille la semence du grand Zeus. Et dans l'année accomplissant son cycle, lors de la belle saison des plantes nouvelles, il engendre Aphrodite née de l'écume, celle qui éveille le rire."

De cette double naissance provient peut-être la double personnalité d'Aphrodite, déesse de l'amour céleste et déesse de l'amour physique.

Cicéron énumère dans son "De Natura Deorum" plusieurs traditions rivales au sujet de la naissance d'Aphrodite / Vénus provenant de différentes régions :



Aphrodite



La première, Vénus [Aphrodite] est la fille de Caelus [Ouranos] et Dies [Hemera], j'ai vu son temple à Ellis. La seconde, elle a été engendrée à partir de l'écume, et comme on nous dit elle est devenue la mère de Mercure [Hermès] du deuxième Cupidon [Eros]. La troisième, elle est la fille de Jupiter [Zeus] et Dioné, et elle épousa Vulcain [Héphaïstos], mais on dit aussi qu'elle était la mère de Anteros par Mars [Ares]; la quatrième, nous vient de Syrie et de Chypre, où elle est appelée Astarté et il est dit qu'elle a épousé Adonis

Cicéron, "De Natura Deorum" livre III 21 - 23

Quand elle parut dans l'Olympe tous les dieux, mais beaucoup moins les déesses, furent stupéfaits d'admiration : jamais une telle beauté n'avait été admirée : sa peau était de la blancheur du lait, ses cheveux comme une rivière d'or liquide, ses yeux étincelaient comme des étoiles, ses formes étaient parfaites et elle exhalait un parfum suave de fleurs.

# LE SAVIEZ-VOUS ?

## 1) 1<sup>er</sup> novembre 1959

Il y a 65 ans, le physicien John H. Reynolds estime l'âge du système solaire à 4,5 milliards d'années dans son article « The Age of the Elements in the Solar System » publié par Scientific American. Un âge fourni par ses mesures isotopiques de gaz rares sur des roches terrestres et des météorites.

## 2) 11 novembre 1875

Visto Slipher arrive en 1901 à l'observatoire Lowell, à Flagstaff, en Arizona. Le jeune homme de 26 ans se passionne pour l'étude de la lumière des astres grâce à la spectroscopie. En 1914, il découvre que la plupart des « nébuleuses spirales » (d'autres galaxies, en fait) s'éloignent de nous. Une première pierre au futur modèle du Big Bang. Mais son rôle dans cette avancée majeure sera éclipsé par les travaux d'Edwin Hubble, qui indiquent que les galaxies s'éloignent d'autant plus vite qu'elles sont plus lointaines. Cet observateur méticuleux est né il y a 150 ans, le 11 novembre 1875.

## 3) Le 27 novembre

Le 27 novembre 1875, disparaissait Richard C. Carrington. Son nom reste associé à l'événement de Carrington, une tempête solaire majeure dont il observe les prémices en septembre 1859. Cet astronome britannique est également découvreur en 1863 de la rotation différentielle du Soleil : les régions de l'équateur tournent plus vite que celle à une latitude élevée.

**Ciel et Espace**

## **ENIGME**

**D'où viennent les noms donnés à la super Lune ?**

Envoyez vos solutions à :

[andrebourdet@gmail.com](mailto:andrebourdet@gmail.com)

## **Solution de l'énigme précédente**

**C'est quoi la lune rousse ?**



Qu'est-ce au juste que la lune rousse ? Eclairage sur ce phénomène parfois redouté des jardiniers...

### Lune rousse : gare aux froides nuits printanières !

Le phénomène de "lune rousse" renvoie à deux notions, souvent confondues. La première est celle qui intéresse les jardiniers : **la lune rousse correspond à la lunaison qui suit Pâques, elle est généralement comprise entre mi-avril et mi-mai**. A cette époque de l'année, les journées sont chaudes et la douceur des températures diurnes favorise l'éclatement des bourgeons et la montée de la sève dans les jeunes pousses. Ces jeunes pousses sont cependant fragiles : elles craignent le **froid nocturne (les gelées, bien sûr, mais aussi les gros écarts de température** entre le jour et la nuit) qui risque de les endommager, leur donnant un aspect brûlé, surtout par nuit claire, car un ciel dégagé accentue la chute des températures la nuit. On appelle donc traditionnellement cette période de l'année "lune rousse", en référence à cet **aspect roussi des jeunes feuilles**, et non à une éventuelle couleur rousse de la lune.

### Quand la lune est vraiment rousse...

En revanche, il y a bel et bien des moments où **la lune a un couleur rousse : lorsqu'elle est basse sur l'horizon**. La lumière qu'elle renvoie est alors filtrée par l'atmosphère terrestre, ce qui lui donne un aspect orangé. Ce phénomène est totalement indépendant du précédent et peut se produire à n'importe quel moment de l'année.



## M63 (NGC 5055)

**M63 (NGC 5055)** est une galaxie spirale relativement rapprochée et située dans la **constellation des Chiens de chasse**. Sa vitesse par rapport au fond diffus cosmologique est de  $704 \pm 14$  km/s, ce qui correspond à une distance de Hubble de  $10,39 \pm 0,76$  Mpc ( 33,9 millions d'al)<sup>[1]</sup>.

La classe de luminosité de M63 est II-III et elle présente une large raie HI. Elle renferme également des régions d'hydrogène ionisé. De plus, c'est une galaxie LINER, c'est-à-dire une galaxie dont le noyau présente un spectre d'émission caractérisé par de larges raies d'atomes faiblement ionisés<sup>[1]</sup>.

La luminosité de la galaxie NGC 5055 dans l'infrarouge lointain (de 40 à 400  $\mu$ m) est égale à  $1,02 \times 10^{10}$  ( $10^{10,01}$ ) et sa luminosité totale dans l'infrarouge (de 8 à 1 000  $\mu$ m) est de  $1,23 \times 10^{10}$  ( $10^{10,09}$ )<sup>[6]</sup>.

### Distance de M63

Cette galaxie est trop rapprochée du Groupe local et on ne peut utiliser son décalage vers le rouge pour déterminer sa distance. Mais, à ce jour, 27 mesures non basées sur le décalage vers le rouge (*redshift*) donnent une distance de  $7,711 \pm 1,582$  Mpc ( 25,2 millions d'al)<sup>[3]</sup>.

### Histoire

M63 a été découverte par l'astronome français Pierre Méchain en 1779. Charles Messier a

confirmé cette observation le même jour et il l'a inscrite à son catalogue comme M63<sup>[4]</sup>. On lui donne parfois le nom de **galaxie du Tournesol**. Sa structure en spirale fut l'une des premières spirales reconnues comme telles par Lord Rosse qui la cite comme l'une de 14 nébuleuses spirales découvertes à cette époque (1850)<sup>[7]</sup>.

## Supernova

La supernova SN 1971I a été découverte dans M63 le 24 mai 1971 par un dénommé Jolly Clark. Cette supernova était de type Ia<sup>[8]</sup>.



### Groupe de M51 et de M101 (repérage : constellation de la Grande Ourse)

Selon A.M. Garcia, la galaxie M63 (NGC 5055) fait partie d'un groupe de galaxies qui compte au moins 10 membres, le groupe de M51. Les autres membres du New General Catalogue de ce groupe sont NGC 5023, M51 (NGC 5194), NGC 5195, NGC 5229, IC 4263, UGC 8215, UGC 8308, UGC 8320 et UGC 8331<sup>[9]</sup>.



D'autre part, dans un article publié en 1998, Abraham Mahtessian indique que M51 fait partie d'un groupe plus vaste qui compte plus de 80 galaxies, le groupe de M101<sup>[10]</sup>. Plusieurs galaxies de la liste de Mahtessian se retrouvent également dans d'autres groupes décrit par A.M. Garcia, soit le groupe de NGC 3631, le groupe de NGC 4051, le groupe de M109 (NGC 3992), le groupe de NGC 4051, le groupe de M106 (NGC 4258) et le groupe de NGC 5457<sup>[9]</sup>.



Plusieurs galaxies de ces six groupes de Garcia ne figurent pas dans la liste du groupe de M101 de Mahtessian. Il y a plus de 120 galaxies différentes dans les listes des deux auteurs. Puisque la frontière entre un amas galactique et un groupe de galaxies n'est pas clairement définie (on parle de 100 galaxies et moins pour un groupe), on pourrait

qualifier le groupe de M101 d'amas galactique contenant plusieurs groupes de galaxies.

## Amas de la Grande Ourse et superamas de la Vierge

Les groupes de M101 et de M51 dont fait partie de l'amas de la Grande Ourse, l'un des amas galactiques du superamas de la Vierge.

## Galerie

M63 par le télescope spatial Hubble.

Le centre de M63 par le télescope spatial Hubble.

M63 en infrarouge par le télescope spatial Spitzer.

M63 en ultraviolet (GALEX).

La galaxie du tournesol M 63 prise depuis la France par l'astrophotographe amateur Anthony MICHEL<sup>[11]</sup>

## Notes et références

### Notes

Diamètre dans la bande POSS1 103a-O.

### Références

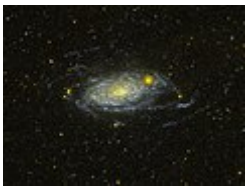
(en) « *Results for object NGC 5055* [archive] », NASA/IPAC Extragalactic Database (consulté le 15 mars 2023).

« *Les données de « Revised NGC and IC Catalog by Wolfgang Steinicke »*, NGC 5000 à 5099 [archive] », sur [astrovalleyfield.com](http://astrovalleyfield.com) (consulté le 6 janvier 2024)

« *Your NED Search Results* [archive] », sur [ned.ipac.caltech.edu](http://ned.ipac.caltech.edu) (consulté le 23 juin 2021)

(en) Courtney Seligman, « *Celestial Atlas Table of Contents, NGC 5055* [archive] » (consulté le 15 mars 2023).

(en) « *NGC 5055 sur HyperLeda* [archive] » (consulté le 23 juin 2021)



en) D. B. Sanders, J. M. Mazzarella, D. -C. Kim, J. A. Surace et B. T. Soifer, « *The IRAS Revised Bright Galaxy Sample* », *The Astronomical Journal*, vol. 126, n° 4, octobre 2003, p. 1607-1664 (DOI 10.1086/376841, Bibcode 2003AJ....126.1607S, lire en ligne [archive] [PDF])

« *Messier 63* [archive] » (consulté le 23 juin 2021)

(en) « *Other Supernovae images* [archive] » (consulté le 23 juin 2021)

A.M. Garcia, « *General study of group membership. II - Determination of nearby groups* », *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, vol. 100 #1, juillet 1993, p. 47-90 (Bibcode 1993A&AS..100...47G)

Abraham Mahtessian, « *Groups of galaxies. III. Some empirical characteristics* », *Astrophysics*, vol. 41 #3, juillet 1998, p. 308-321 (DOI 10.1007/BF03036100, lire en ligne [archive], consulté le 21 septembre 2018)

11e « *M 63 - La galaxie du tournesol* [archive] »

## Voir aussi

### Articles connexes

- Liste des objets de Messier
- Liste des objets du New General Catalogue (NGC)

### Liens externes

Notice dans un dictionnaire ou une encyclopédie généraliste

:

- Hrvatska Enciklopedija* [archive]

Ressources relatives à l'astronomie

- :
- Catalogue of Principal Galaxies
- New General Catalogue
- Simbad
- Uppsala General Catalogue
- (en) M63 [archive] sur la base de données *NASA/IPAC Extragalactic Database*
- (en) M63 [archive] sur la base de données LEDA
- M63 [archive] sur le site de SEDS
- (en) M63 (galaxie) sur WikiSky: DSS2 [archive], SDSS [archive], GALEX [archive], IRAS [archive], Hydrogène  $\alpha$  [archive], Rayon-X [archive], Photo [archive], Sky Map [archive], Articles et images [archive]
- (en) NGC 5055 [archive] sur le site du professeur C. Seligman
- (fr + en) « *Curly Spiral Galaxy M63* [archive] », sur Astronomy Picture of the Day, NASA, 22/05/2025 (consulté le 22 mai 2025) (traduction/adaptation française [archive])
-



# LOISIRS

## Résumé



La référence des observateurs du ciel depuis plus de 20 ans ! Le texte de cette vingt-quatrième édition est superbement illustré de photographies réalisées par l'auteur et par certains des meilleurs astrophotographes de la planète ; il passe en revue, de janvier à décembre, les plus beaux phénomènes astronomiques et les agrément de conseils pratiques, de rappels mythologiques sur les constellations, d'informations encyclopédiques sur les planètes et les étoiles et d'idées pour observer facilement le ciel en ville ou en pleine nature. Une sélection de rendez-vous avec les planètes, le Soleil et la Lune faciles à observer en 2026 : • Plusieurs dizaines de conjonctions entre la Lune et les planètes. • Des rapprochements très serrés entre les planètes Vénus et Jupiter, Mercure et Jupiter, Mars et Jupiter. • Une éclipse prati-

quement totale de Soleil (99 %) visible en France le 12 août (totale dans le nord de l'Espagne). • Une éclipse pratiquement totale de Lune (93 %) visible en France le 28 août. • Treize magnifiques Pleines Lunes à déguster au fil des mois. • Les arches et les piliers de la Voie lactée. • L'observation de la lumière zodiacale et des aurores boréales. Guidé par Guillaume Cannat, même le lecteur néophyte peut profiter de ces paysages célestes en ville et en pleine nature. Le Ciel à l'oeil nu est richement illustré avec plus de 140 images, cartes et schémas. Le site web associé permet aux lecteurs d'obtenir des informations complémentaires, des cartes du ciel à imprimer, des images des astres à haute résolution et des liens utiles pour la pratique du loisir astronomique.

[http://www.fripon.org/IMG/jpg/stations/RT\\_FRBR04.jpg](http://www.fripon.org/IMG/jpg/stations/RT_FRBR04.jpg)



## La caméra FRIPON



Château d'eau

**De Kersauz**

Rue Guillemette le Barbier  
56730 Saint Gildas de Rhuys

Renseignements :

Téléphone-répondeur :

09 53 52 85 63 / 07 66 90 13 56

Messagerie :

[clubastro56@gmail.com](mailto:clubastro56@gmail.com)

**Le club est ouvert à tous (adultes et enfants).**