

N° 185

MARS
2026

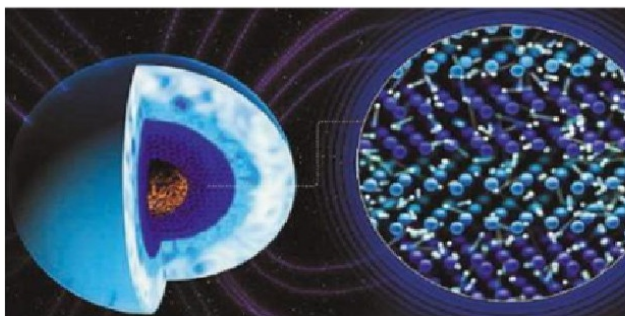
LE CIEL DE RHUYS



12/02/2026 10:42

Ouest-France - Le journal

Quelle est cette eau superionique aux propriétés solides et liquides ?



L'eau superionique serait présente sur les planète géantes glacées.

Greg Stewart, SLAC National Accelerator Laboratory

Nicolas Blandin

L'eau se rencontre à l'état solide, liquide ou gazeux. Mais une autre « forme » dite « superionique » a été caractérisée dans une récente étude parue dans la revue Nature Communications.

Menée par une soixantaine de scientifiques internationaux, elle est portée notamment par le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et l'École polytechnique. L'étude a établi finement la structure cristalline (l'arrangement des atomes) de cette eau. « **Plutôt que de parler de « forme » de l'eau, on parle de phase** », corrige Alessandra Ravasio, directrice de recherche CNRS au Laboratoire pour l'utilisation des lasers intenses (LULI) et coautrice de l'étude. Les composantes atomiques de l'eau (H_2O) y agissent différemment. « **L'oxygène (O) garde les propriétés d'un solide, et les atomes d'hydrogène (H), sous forme d'ions, sont « libres » comme dans un liquide. Sa structure se situe entre l'état solide et l'état liquide.** »

Deux mégabar de pression

Cette phase superionique, théorisée dès les années 1980 et observée pour la première fois en 2018, apparaît dans des « **conditions extrêmes** ». Inutile de la chercher au détour d'une rivière. Cette eau se façonne à des

températures de plusieurs milliers de degrés et sous des pressions d'un à quatre millions de fois l'atmosphère terrestre. Mais il est possible de la créer expérimentalement en laboratoire. « On a encapsulé 30 microns d'eau entre deux diamants », détaille Alessandra Ravasio. Avec un laser puissant, on a généré une onde de choc qui rebondit entre les deux diamants, comprimant l'eau jusqu'à obtenir la pression suffisante (deux mégabar). L'expérience ne dure que quelques nanosecondes, soit 10^{-9} secondes ! » Pour l'observer, il faut se hâter. Et être équipé. Avec des rayons X ultra-rapides pour étudier comment s'arrangent les atomes. La structure est bien plus complexe qu'attendu : de multiples motifs d'empilement atomique coexistent et se superposent.

Cette nouvelle phase pourrait exister au cœur des planètes géantes de glace comme Uranus et Neptune. Une glace chaude, noire et conductrice d'électricité ! « Les propriétés de conduction électrique particulières pourraient influencer sur le puissant champ magnétique de ces planètes. » Difficile pour autant de vérifier la théorie sur Uranus ou Neptune, planètes les plus lointaines du système solaire. « On ne sait pas non plus comment cette phase évolue si l'on ajoute de l'ammoniac ou du méthane, présents en quantité sur ces planètes. »

Le ciel du mois de mars

Sommaire:

- **Edito**
- **Le ciel du mois**
- **Essaims, étoiles filantes,**
- **Planètes**
- **La Lune**
- **Carte du ciel**
- **- Hipparque**
- **- Effet Doppler-Fuzeau**
- **- John Locke**
- **Biographie de : F W Bessel**
- **Constellation : Le centaure**
- **Légende Les centaures**
- **Le saviez-vous ?**
- **Enigmes**
- **Galaxie M 51**
- **Loisirs**

2026 03 03 12:38 PLEINE LUNE (éclipse totale de Lune non visible à Nantes)

2026 03 07 12:02 CONJONCTION INFÉRIEURE de Mercure avec le Soleil (dist. géoc. centre à centre = $3,6^\circ$)

2026 03 07 12:27 Rapprochement entre Vénus et Neptune (dist. topocentrique centre à centre = $0,1^\circ$)

2026 03 08 14:15 Rapprochement entre Vénus et Saturne (dist. topocentrique centre à centre = $0,9^\circ$)

2026 03 10 14:43 Lune à l'apogée (distance géoc. = 404384 km)

2026 03 11 10:38 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE

2026 03 15 11:59 Rapprochement entre Mercure et Mars (dist. topocentrique centre à centre = $3,4^\circ$)

2026 03 17 20:47 Transits simultanés sur Jupiter : deux satellites.

2026 03 17 22:00 Transits simultanés sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite.

2026 03 19 02:23 NOUVELLE LUNE

2026 03 20 08:54 Rapprochement entre la Lune et Vénus (dist. topocentrique centre à centre = 3,2°)

2026 03 20 15:46 ÉQUINOXE DE PRINTEMPS

2026 03 21 15:42 Opposition de l'astéroïde 20 Massalia avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,286 UA; magn. = 8,9)

2026 03 22 12:20 CONJONCTION entre Neptune et le Soleil (dist. géoc. centre à centre = 1,3°)

2026 03 22 12:40 Lune au périgee (distance géoc. = 366857 km)

2026 03 25 09:56 CONJONCTION entre Saturne et le Soleil (dist. géoc. centre à centre = 2,1°)

2026 03 25 11:44 Opposition de l'astéroïde 15 Eunomia avec le Soleil (dist. au Soleil = 3,061 UA; magn. = 9,8)

2026 03 25 20:18 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE

2026 03 26 08:00 Mars à son périhélie (distance au Soleil = 1,38126 UA)

2026 03 27 03:53 Rapprochement entre la Lune et Pollux (dist. topocentrique centre à centre = 3,9°)

2026 03 29 19:10 Début de l'occultation de 32-alpha Leo, Régulus, (magn. = 1,36)

2026 03 29 19:46 Rapprochement entre la Lune et Régulus (dist. topocentrique centre à centre = 0,0°)

2026 03 29 20:21 Fin de l'occultation de 32-alpha Leo, Régulus, (magn. = 1,36)

Etoiles filantes, essaims et comètes.

Calendrier 2026 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.

01.-03.01.2026	Quadrantides 2026
16.-26.04.2026	Lyrides 2026
19.04. - 28.05.2026	Êta aquarides 2026
22.-23.04.2026	Lyrides - Activité maximale 2026
05/05/2026	Êta aquarides - Activité maximale 2026
22.05. - 02.07.2026	Ariétides 2026
07/06/2026	Ariétides - Activité maximale 2026
20.07. - 25.08.2026	Perséides 2026
12/08/2026	Perséides - Activité maximale 2026
20.10. - 10.12.2026	Taurides Du nord 2026
12/11/2026	Taurides Du nord - Activité maximale 2026
15.-20.11.2026	Léonides 2026
18/11/2026	Léonides - Activité maximale 2026
01.-31.12.2026	Géminides 2026
12.-14.12.2026	Géminides - Activité maximale 2026

Visibilité des planètes

Mercure : N'est pas observable (Aqr, Psc)

Vénus : Bien visible dans le crépuscule (Aqr, Psc, Ari)

Mars : n'est pas visible (Aqr)

Jupiter : observable au crépuscule (Gem)

Saturne : timide dans le ciel du matin(Psc)

Uranus : visible au crépuscule mais basse (Tau)

Neptune : inobservable (Psc)

Les planètes à l'échelle en mars 2026

Nord céleste vers le haut.

Échelle 0" 10" 20" 30" 40" 50" 60"

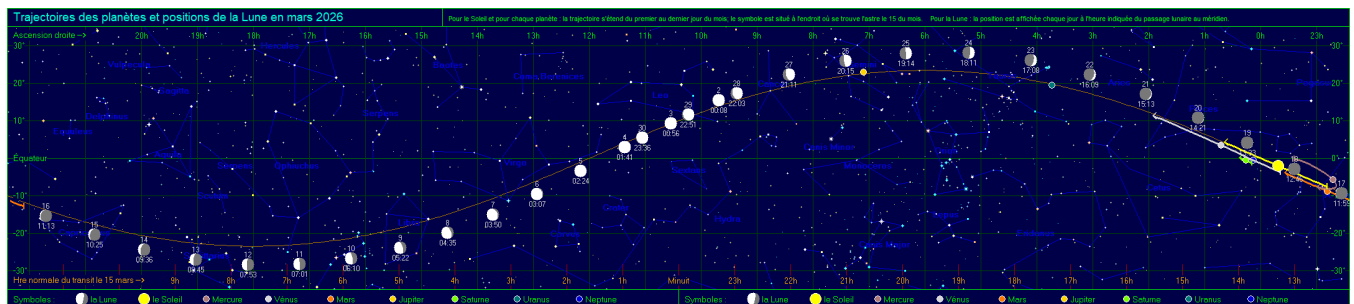
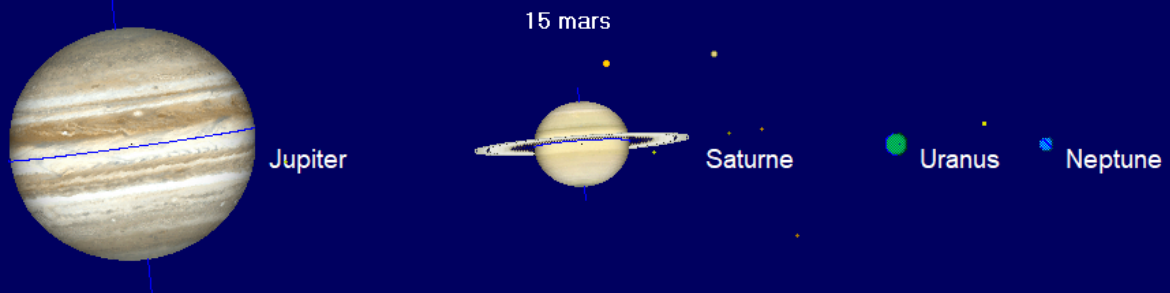
Mercure



Mars



Vénus



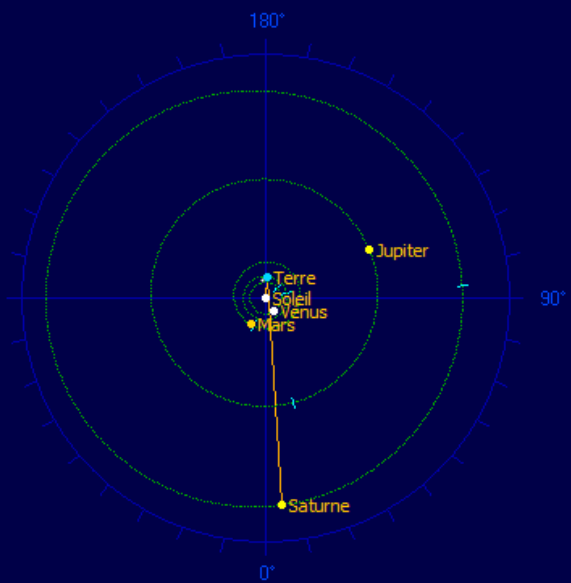
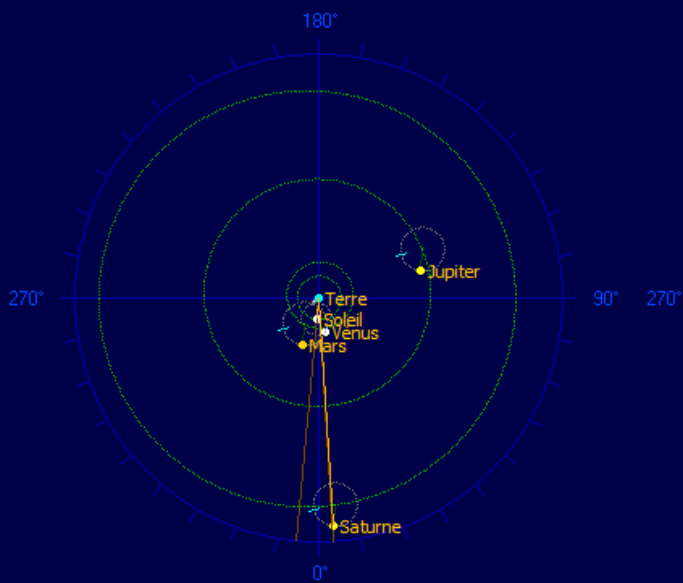
Système solaire géocentrique

Ptolémée, Héraclides, Tycho

Système solaire héliocentrique

Copernic, Kepler, Newton

Planète visée : Saturne



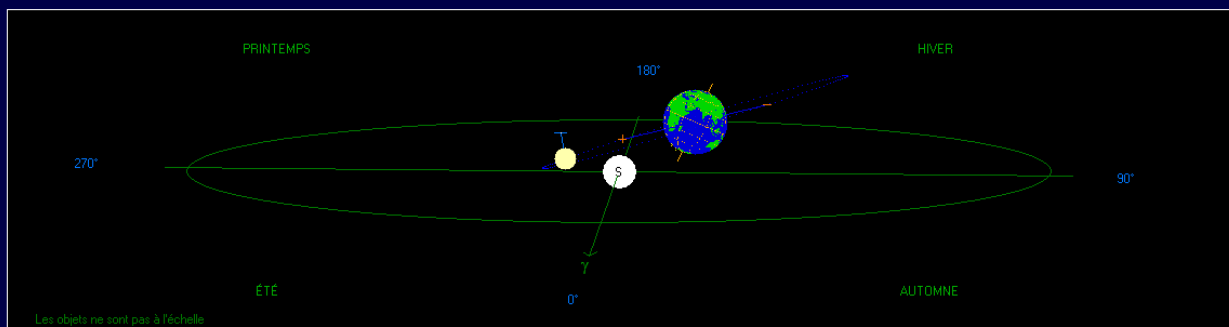
Orbites de Vénus jusqu'à Saturne

Cliquez sur une planète pour l'identifier.

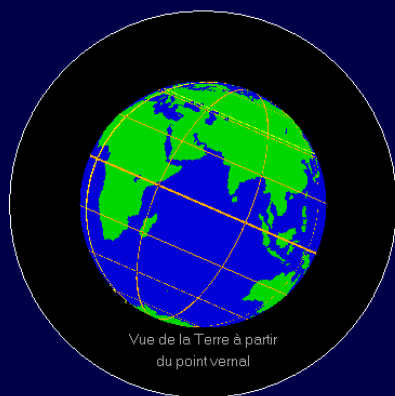
Le 2026 03 15 à 08:54:58,6 heure normale

Coordonnées géocentriques
Longitude du Soleil = 354,75°
Longitude de Saturne = 3,47°
Élongation de Saturne = 8,72° E

Système Soleil-Terre-Lune



Les objets ne sont pas à l'échelle



Vue de la Terre à partir
du point vernal



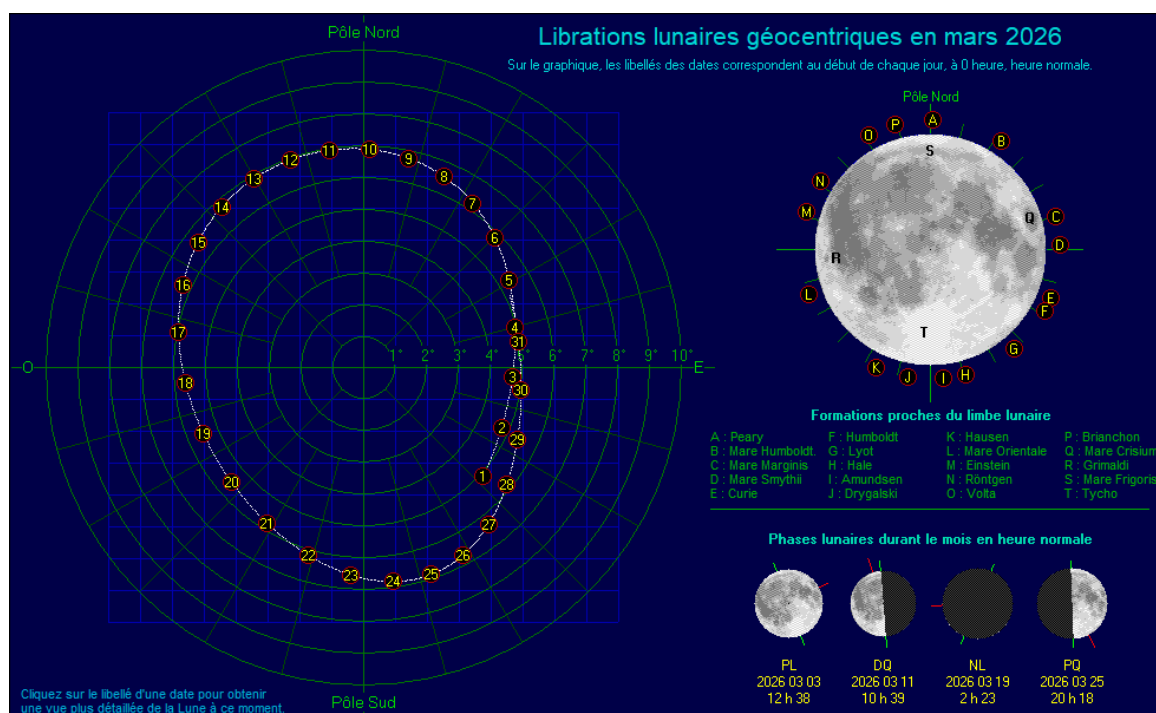
Vue de la Lune à partir de
Nantes

Phases lunaires pour mars 2026

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.

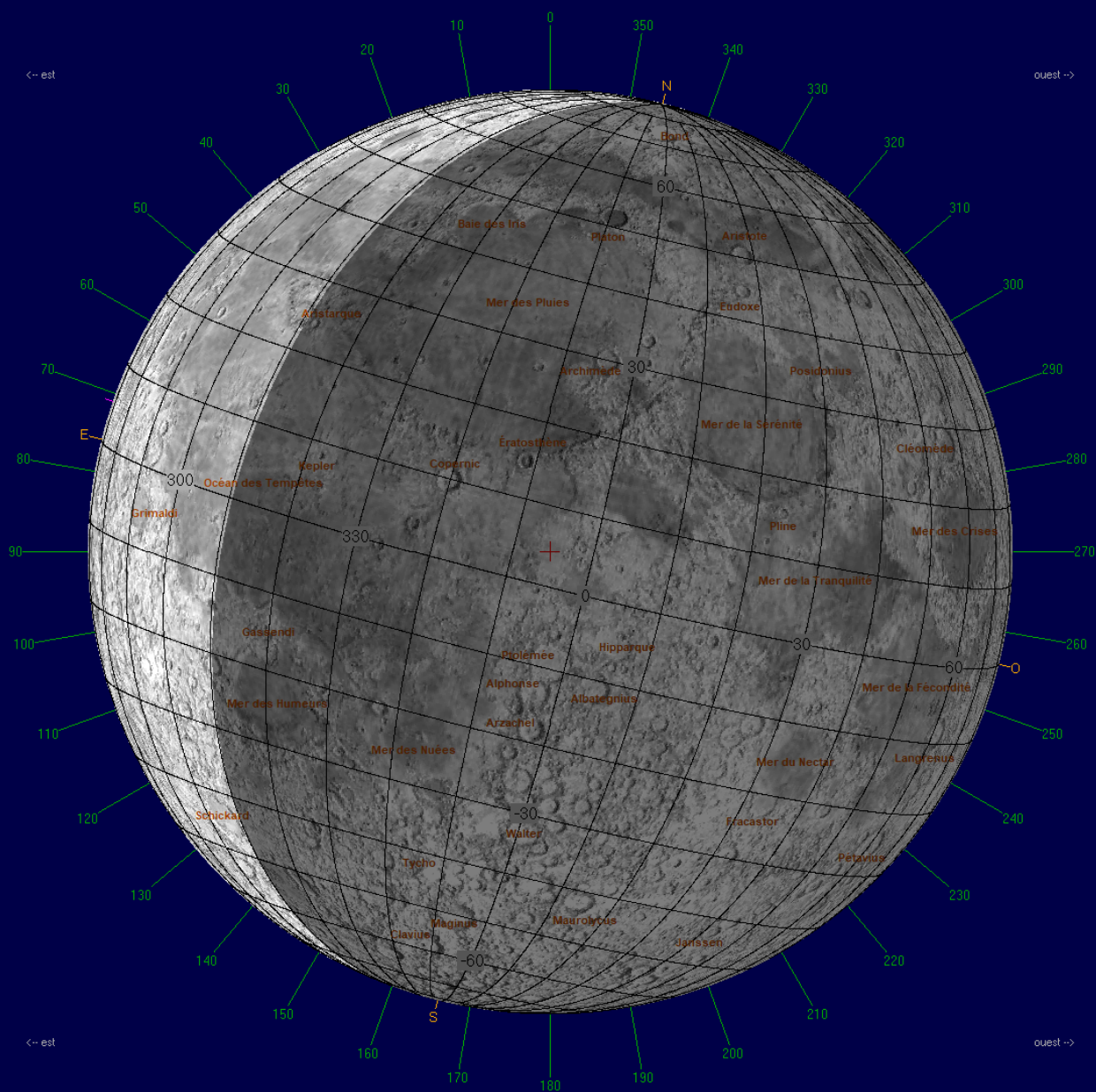
Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
1 	2 	3 éclipse PL à 12:38 HN	4 	5 	6 	7
8 	9 	10 	11 DQ à 10:39 HN	12 	13 	14
15 	16 	17 	18 	19 NL à 02:23 HN	20 	21
22 	23 	24 	25 PQ à 20:18 HN	26 	27 	28
29 	30 	31 				



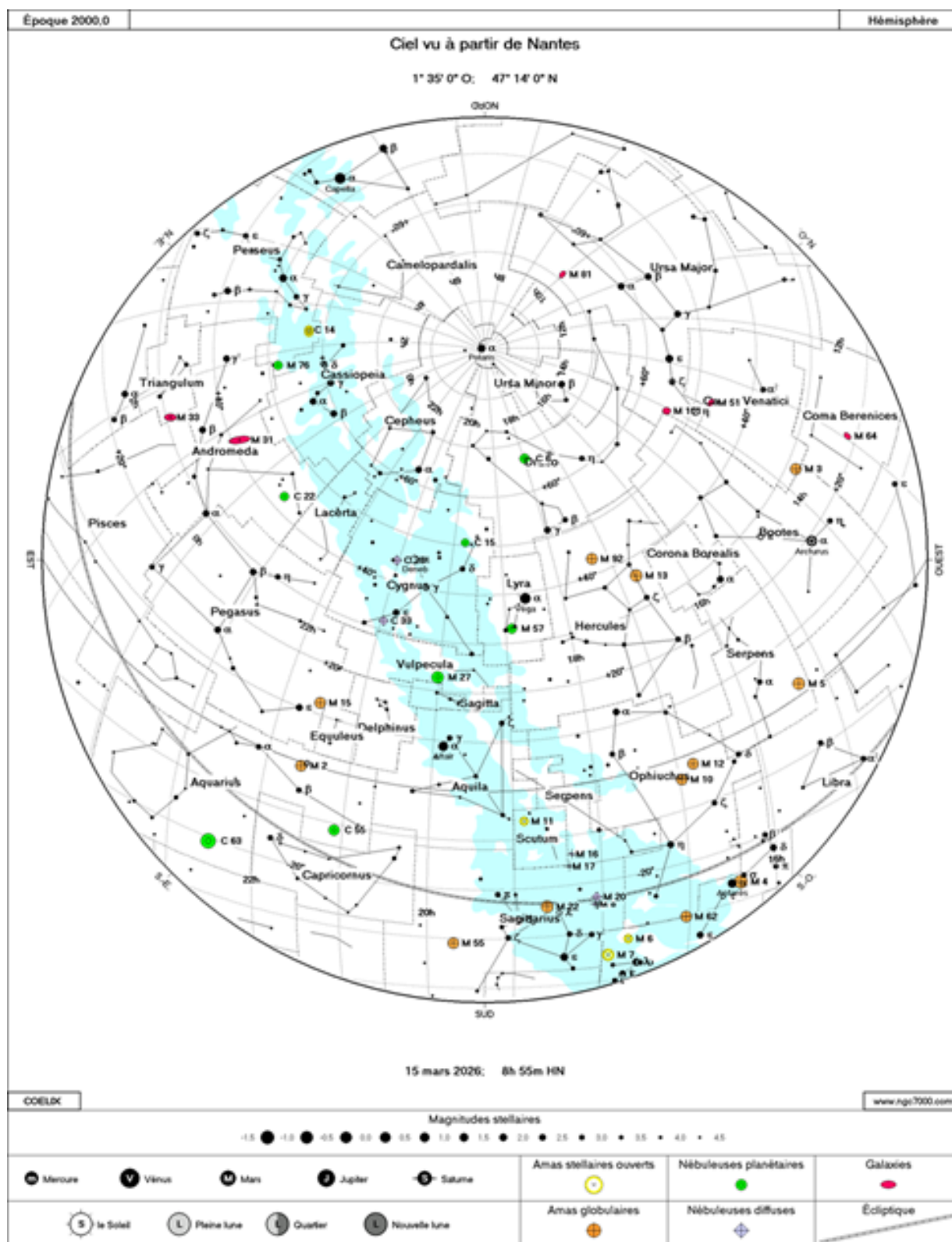
Carte de la Lune (vue topocentrique)

Angle de position du pôle Nord = 345,92°
Angle de position du limbe éclairé = 71,07°
Pourcentage d'illumination = 15,40%
Convention des longitudes : classique

Longitude sélénographique du centre du disque = $354,61^{\circ}$
Latitude sélénographique du centre du disque = $4,36^{\circ}$
Longitude du terminateur du soleil couchant = $310,62^{\circ}$



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.

Hipparque (II^e siècle av.J.-C.)

Auteur : [Philippe Garcelon](#)



Hipparque (II^eme siècle avant J.-C) est parmi les premiers astronomes qualifiables de scientifiques. Avant lui, Aristarque ou Ératosthène s'étaient déjà engagés dans cette voie, mais il fallut un esprit capable de percevoir toute l'étendue du domaine à défricher pour tracer, comme il le fit, la route à ses successeurs. Né à Nicée (actuelle Turquie), il y commence des études qu'il continue à Rhodes où il effectue ses premières observations significatives, pour enfin rejoindre Alexandrie. La dynastie des Ptolémée y a établi un véritable pôle intellectuel avec une bibliothèque gigantesque et un observatoire astronomique propre à stimuler les recherches les plus avancées. Frappé par les erreurs de ses prédécesseurs, relevées lors de ses propres observations, Hipparque voulut soumettre la science de son temps à une complète révision et l'asseoir sur des mesures plus exactes.



Il s'appuie exclusivement sur des faits qu'il observe et rejette toute information non fondée, ce qui le conduit à vérifier lui-même une énorme masse de données. Ainsi, il confirmera la mesure de l'obliquité de l'écliptique effectuée par Ératosthène ou mesurera de nouveau la durée d'une année pour l'établir à 365 j 5h 55' 12" (durée réelle: 365 j 5 h 48' 46") avec une erreur n'excédant guère une seconde par jour. En effectuant des relevés sur la position du Soleil aux solstices et aux équinoxes, il se rend compte que son mouvement n'est pas uniforme. Il y répond par un trait de génie, en imaginant une trajectoire circulaire excentrée. Il indique ainsi une voie qui longtemps après permettra de découvrir la véritable trajectoire des planètes. Partant du principe que le Soleil est « *l'astre auquel on rapporte tous les autres* », il dresse une table de son mouvement, faisant à cette occasion une autre découverte majeure, celle de l'inégalité de la durée des jours, dont les écarts cumulés forment ce que nous appelons aujourd'hui l'équation du temps.

Hipparque s'intéresse également au mouvement de la Lune. Il découvre la révolution des nœuds (mouvement d'élévation de + ou - 5° qu'effectue la Lune par rapport à l'écliptique, et qui coupe cette dernière en des points nommés nœuds, dont la particularité est de ne pas être fixes). En poursuivant ses recherches, il réalise que les astres sont mus par des causes et de lois semblables, mais il ne poursuit pas dans cette direction, considérant que la connaissance du mouvement des autres planètes est insuffisante pour permettre une vérification fiable.



Constatant l'apparition d'une nouvelle étoile, il établit un catalogue de mille vingt six étoiles, qu'il répertorie en fonction de leur brillance sur une échelle de un à six, inventant au passage la magnitude. Puis, il les associe en figures comprenant les diverses constellations. Ce catalogue sera la base astronomique des Arabes et restera utilisé pendant plus de mille ans. (Depuis, on a pu vérifier que, d'après la position relative des étoiles, le ciel d'Hipparque était en tout semblable au ciel actuel). C'est encore au cours de ses observations qu'il découvre la précession des équinoxes. Il invente aussi la trigonométrie sphé-

rique qui va révolutionner les calculs astronomiques, ainsi qu'une projection cartographique permettant de réaliser des cartes planes de la Terre. On lui attribue la conception de certains instruments comme les sphères armillaires (ci-contre), l'astrolabe et le dioptré, servant à vérifier la fixité des étoiles. Son œuvre considérable nous est parvenu grâce à Claude Ptolémée qui en reprend une partie dans l'Almageste.

En revanche, ce même Ptolémée, connu pour son attachement aux doctrines traditionnelles, rejeta comme une hérésie tout ce qui dans l'œuvre d'Hipparque pouvait altérer ses obscures croyances. En cela, on peut dire qu'il ne rendit vraiment pas un service à la science.

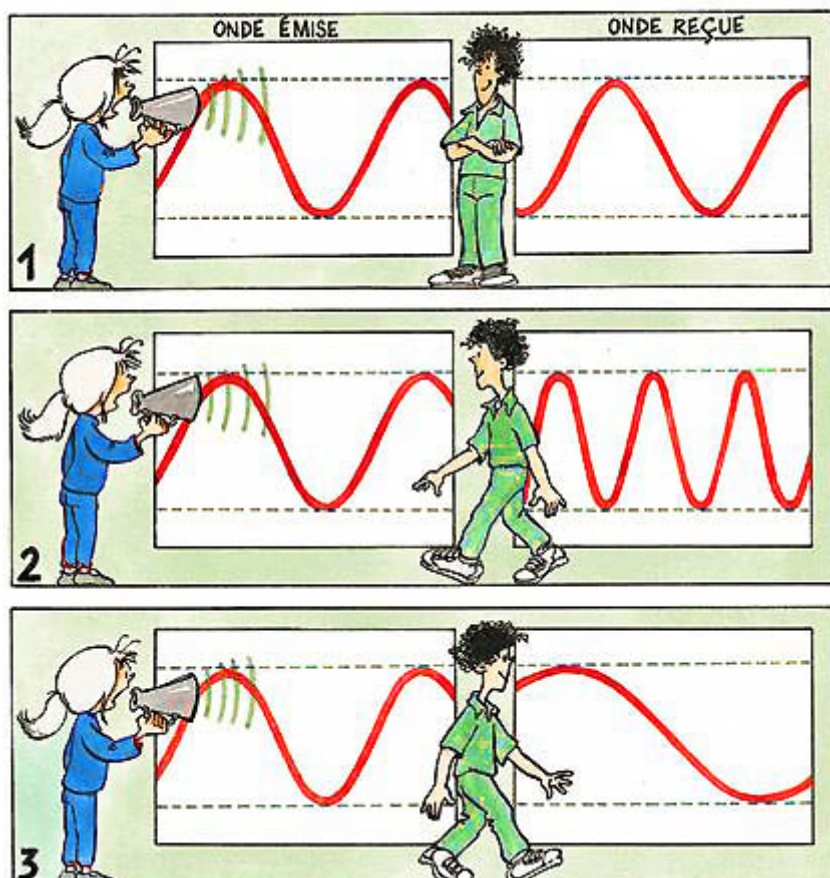
Auteur : [Philippe Garcelon](#)

Effet Doppler-Fizeau

Auteur : [Philippe Garcelon](#)

SOURCE SONORE

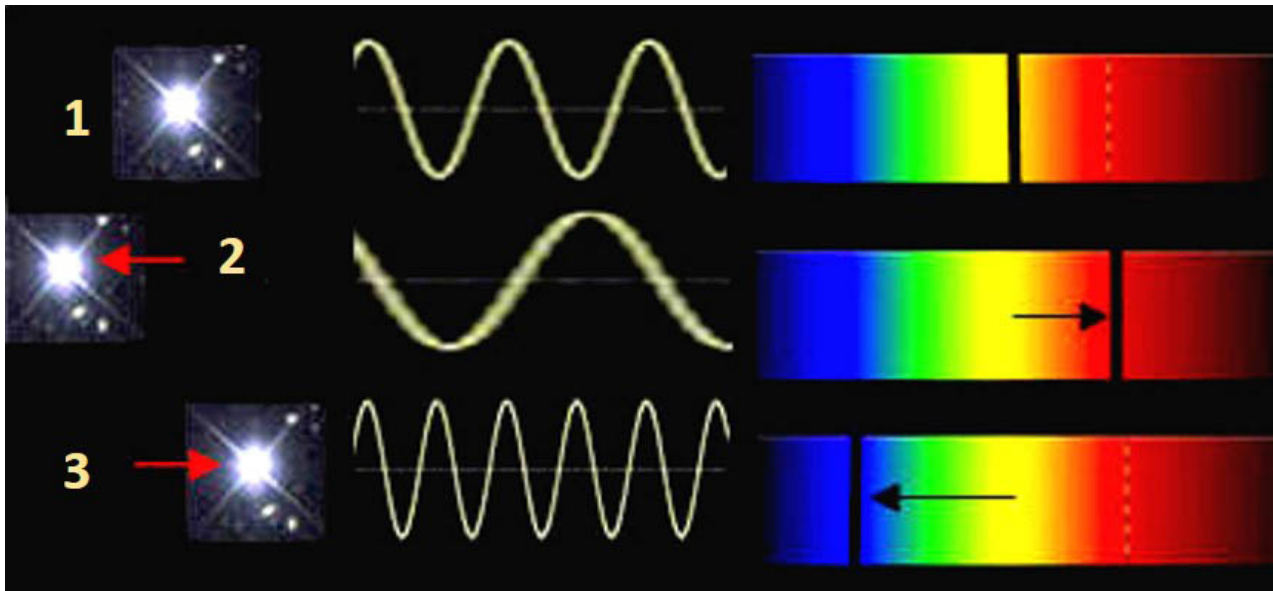
OBSERVATEUR



Nous avons tous observé l'effet Doppler. La sirène d'une ambulance qui s'approche émet un son aigu, qui, lorsqu'elle s'éloigne, devient grave. En 1842, Christian Doppler étudia ce phénomène et en déduisit que les ondes émises par une source mobile sont comprimées en avant de cette source et étirées en arrière. Ceci s'explique par le fait que la source rattrape les ondes devant, alors qu'elle s'en éloigne derrière. Doppler suggéra que les différences de couleurs des étoiles pourraient être dues à ce même effet, affectant leur lumière suivant le même principe que celui qu'il avait établi pour les ondes sonores.

En 1848, le français Fizeau montra que la vitesse des étoiles était trop faible par rapport à la vitesse de la lumière pour provoquer une modification significative de leurs couleurs. Il découvrit par contre que l'on pouvait détecter de faibles variations de la longueur d'onde de leurs raies spectrales. L'expérience fut réalisée en 1868 par l'anglais Huggins qui mesura le décalage des raies d'hydrogène dans le spectre de l'étoile Sirius et en déduisit qu'elle s'éloigne de nous à la vitesse de 45 Km/s. Cette vitesse de rapprochement ou d'éloignement se nomme vitesse radiale.

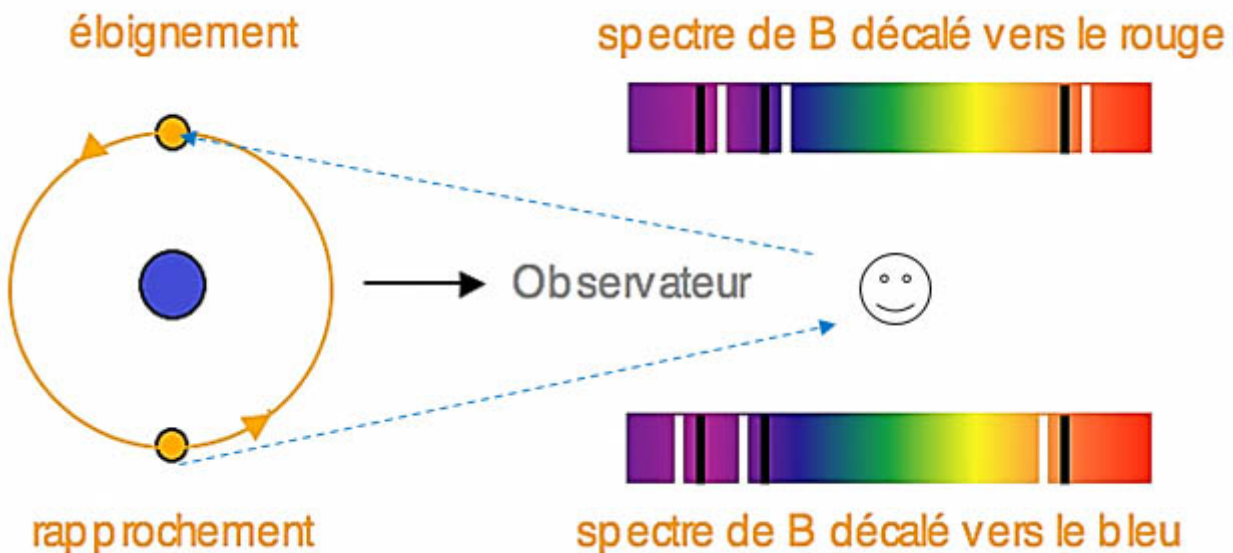
Principe de la vélocimétrie Doppler: Plus un corps se rapproche, plus la lumière qu'il émet se décale vers le bleu. Plus il s'éloigne, plus sa lumière tire vers le rouge.



La

vitesse radiale (VR) correspond à la vitesse d'un objet dans la direction de la ligne de vue. Elle caractérise en astronomie la vitesse à laquelle les objets célestes s'éloignent ou se rapprochent de nous. Une vitesse radiale positive indique que l'objet s'éloigne et une vitesse radiale négative qu'il se rapproche. La lumière d'un objet céleste qui possède une vitesse radiale significative est sujette à l'effet Doppler. Sa longueur d'onde augmentera si l'objet s'éloigne (cas n°2 ci-dessus) et diminuera s'il se rapproche (cas n°3 ci-dessus) si l'objet est fixe aucun décalage n'est observable (cas n°1).

La vitesse radiale d'une étoile, d'une galaxie ou d'un amas peut ainsi être évaluée à partir de l'analyse de son spectre lumineux. On compare, en laboratoire, les longueurs d'onde des raies de ce spectre avec des longueurs d'onde de raies spectrales connues. L'étude des vitesses radiales sert à déterminer la masse et certains éléments orbitaux des étoiles permettant notamment de détecter les exoplanètes.

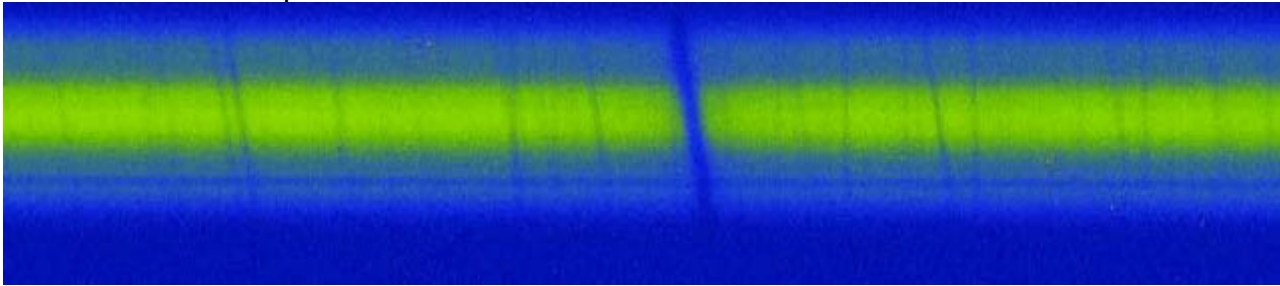


Une

binaires spectroscopiques sont des étoiles binaires dont le mouvement orbital (flèche circulaire orange) est mis en évidence par la variation de la vitesse radiale d'une ou des deux composantes du système. En effet lorsque l'étoile est dans la position « éloignement », comme le montre le schéma ci-contre, le spectre de sa lumière se trouve décalé vers le rouge. Lorsqu'elle se rapproche de nous son spectre se décale vers le bleu. Cette variation peut se mesurer à l'aide d'un spectrographe, en observant le déplacement par effet Doppler-Fizeau des raies spectrales de l'étoile, dû à sa vitesse orbitale le long de la ligne de visée. Les progrès des

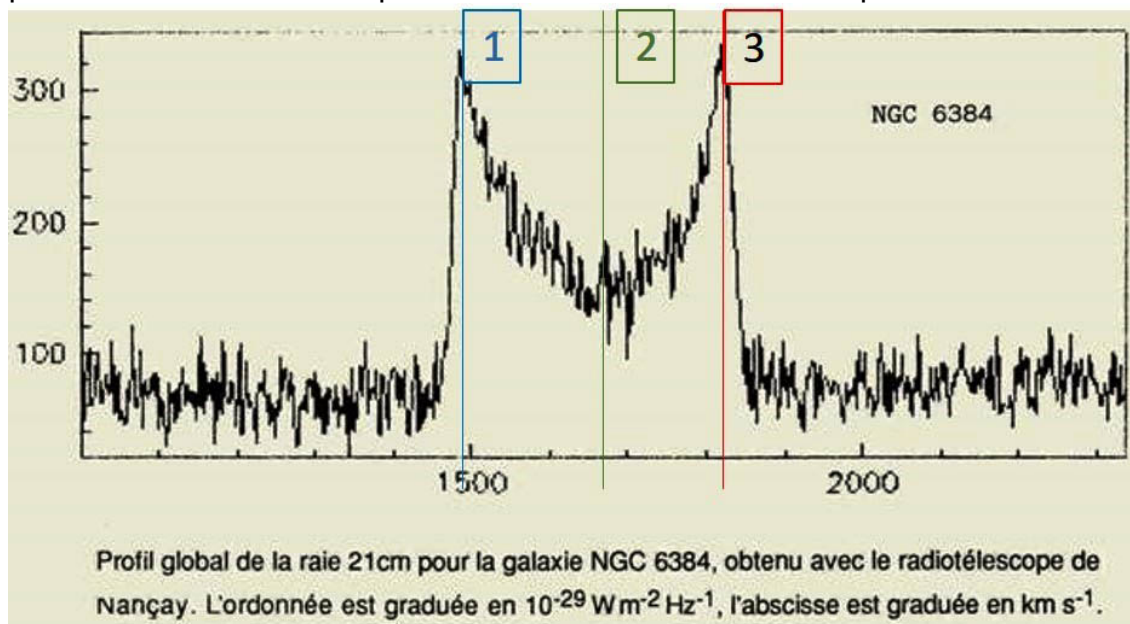
instruments permettent aujourd'hui de détecter des vitesses radiales de l'ordre du mètre/seconde et de mesurer d'infimes perturbations, dues par exemple à des compagnons planétaires et non plus seulement stellaires. C'est grâce à cette méthode que les astronomes ont pu découvrir la plupart des planètes extrasolaires connues.

Prenons l'exemple de Mizar de la Grande Ourse. C'est une binaire visuelle, dont chacune des composantes, Mizar A et Mizar B sont elles-mêmes des binaires spectroscopiques, ce qui en fait une étoile quadruple. On voit sur la figure de droite la courbe des variations de vitesse radiale de BS2 (Binaire Spectroscopique 2) dont la période est d'une vingtaine de jour. Ci-dessous, on peut également voir le spectre de Saturne pris en positionnant la fente près de son équateur. Ici apparaît la raie H alpha issue de la réflexion de la lumière solaire. On peut constater qu'elle est inclinée par l'effet Doppler, du à la vitesse de rotation de Saturne sur elle-même. Des mesures précises de cet inclinaison permettront avec quelques équations de calculer la vitesse rotation de la planète.



II

est bien évident que le petit spectrographe «basique» réalisé par un amateur et constitué en partie d'éléments optiques de récupération assemblés et alignés avec les moyens du bord, ne saura pas a priori mesurer efficacement ce type de variation. Cependant les traitements numériques d'image associés à des logiciels de spectrographie, semblent faire reculer les limites de cette discipline et laissent envisager la possibilité d'utiliser des spectrographes abordables pour obtenir des résultats présentant un réel intérêt scientifique.



Une autre ap-

plication non négligeable de l'effet Doppler-Fizeau nous permet d'approcher la constante de Hubble* par la mesure de fuite des galaxies (en abscisse sur le diagramme) avec le différentiel de la position de la raie 21 cm de l'hydrogène entre les mesures faites sur les bords opposés d'une galaxie (ici la galaxie spirale NGC 6384) vue par la tranche, comme le montre le schéma ci contre à gauche. (1=Vitesse minimum / 2 =Vitesse globale de fuite ** / 3 =Vitesse maximum***) .

Les différences entre les vitesses minimum et maximum sont dues à la rotation propre de la Galaxie qui pour un observateur distant, fait apparaître une vitesse apparente différente selon que la mesure soit effectuée sur un bord ou sur le bord opposé de la galaxie.

* La constante de Hubble (H_0) (du nom de l'astronome Edwin Hubble qui fut le premier à la mettre en évidence) est le nom donné, en cosmologie, à la constante de proportionnalité qui existe entre la distance et la vitesse de récession apparente des galaxies dans l'univers observable. Elle est définie par la loi de Hubble qui donne le taux d'expansion actuel de l'Univers. Bien que dénommée «constante», ce paramètre cosmologique varie en fonction du temps et de ce fait décrit donc un taux d'expansion de l'univers.

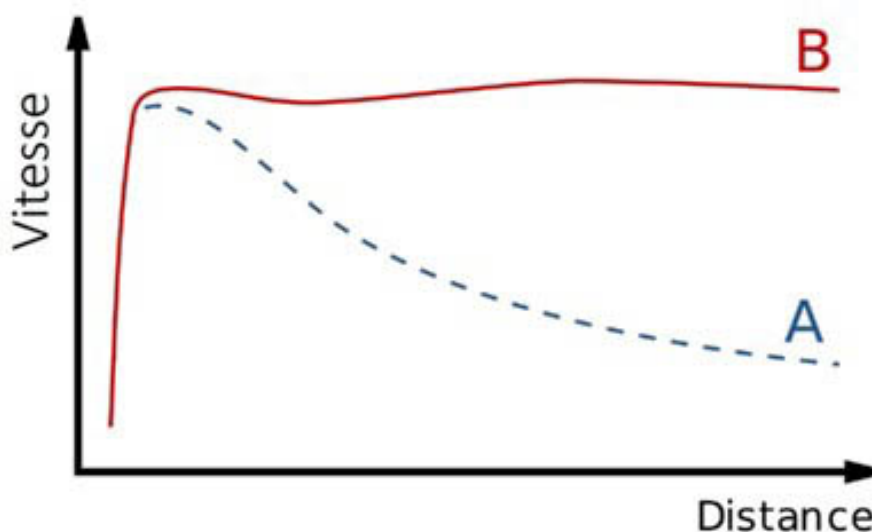
Remarque importante: En fait " H_0 " désigne le taux d'expansion non pas à un instant donné mais par « bloc de distances », en l'occurrence 1 méga parsec à l'intérieur duquel il est considéré comme constant. Comme chaque bloc d'un mégaparsec se déplace en «s'appuyant» sur le bloc précédent, l'effet correspond pour un point donné à une accélération par rapport à un point origine situé hors du bloc et plus ce point est éloigné, plus le point observé semble accélérer. Aujourd'hui on pense que H_0 accélère, (La valeur actuellement admise de la constante de Hubble se situe à 70 km/Sec/mégaparsec) mais ce n'est qu'une découverte récente (2013) , car l'application de H_0 donne des distances moindres que les distances d'observation pour certains objets éloignés dont nous pouvons déterminer la distance de façon quasi certaine. En revanche, il semblerait qu'à ce jour, aucune théorie ne soit en mesure de dire si H a varié dans le passé, en dehors de la phase d'inflation qui aurait suivi de près le Bigbang.

** Cette valeur " H_0 " ne donne pas directement la vitesse de fuite, elle donne la vitesse de fuite de la galaxie à la distance où elle se trouve. Même si c'est une donnée qui intervient dans le calcul de H celle est loin d'être suffisante pour sa détermination.

*** Cette mesure met en évidence que les disques galactiques ne tournent pas à la vitesse où il devraient tourner en fonction de la distance au centre, selon la troisième loi de Kepler, avec un ralentissement proportionné à la racine carrée du cube de la distance au centre. Ce rapport ne s'observe que sur une faible partie du rayon du disque depuis le centre. Au-delà le ralentissement est moindre et semble seulement linéaire.

L'application de la troisième loi de Kepler permet de visualiser ce ralentissement sur une courbe:

A : courbe issue des calculs effectués sur la base de la 3^{ème} loi de Kepler.



B : courbe découlant de l'observation. Tournant trop vite, les étoiles en bordure du disque devraient être éjectées par centrifugation mais ce n'est pas le cas (De là l'hypothèse émise qu'une matière invisible viendrait augmenter la masse de la galaxie accroissant suffisamment sa gravité pour les retenir ?)

Exemple de calcul type

: Pour simplifier à outrance, considérons un modèle de galaxie spirale "théorique" dans laquelle les étoiles décriraient

une orbite circulaire autour du centre galactique.

Et supposons que l'étoile située à 1 parsec (pc) du centre galactique mette 1000 ans (ma) pour parcourir la totalité de son orbite képlérienne. Selon Kepler : (rappel: $(D/2)^3 = t^2 = \text{constante}$).

Nous avons donc: $ma = \sqrt{1} \text{ pc}^3$. La longueur de l'orbite est 2π (1pc) et la vitesse de l'étoile $2\pi/1000 = 6,28$ c'est-à-dire **6,28** pc par période de 1000 ans.

L'étoile située à 2 pc du centre mettra donc $\sqrt{2\text{pc}^3} = 2,82$ ma pour parcourir son orbite. La taille de l'orbite est 4π (pc) et la vitesse de l'étoile $4\pi/2,82 \text{ ma} = \mathbf{4,45} \text{ pc/ma}$.

L'étoile située à 3 pc du centre mettra donc $\sqrt{3\text{pc}^3} = 5,2$ ma pour parcourir son orbite. La taille de l'orbite est 6π (pc) et la vitesse de l'étoile $6\pi/5,2 \text{ ma} = \mathbf{3,62} \text{ pc/ma}$.

L'étoile située à 4 pc du centre mettra donc $\sqrt{4\text{pc}^3} = 8$ ma pour parcourir son orbite. La taille de l'orbite est 8π (pc) et la vitesse de l'étoile $8\pi/8 \text{ ma} = \mathbf{3,14} \text{ pc/ma}$.

On voit que conformément à la loi de Kepler la vitesse orbitale des étoiles diminue lorsque s'accroît la distance qui les sépare du centre galactique. Ainsi une étoile située à 10pc ne serait plus que **1,98** pc/ma.

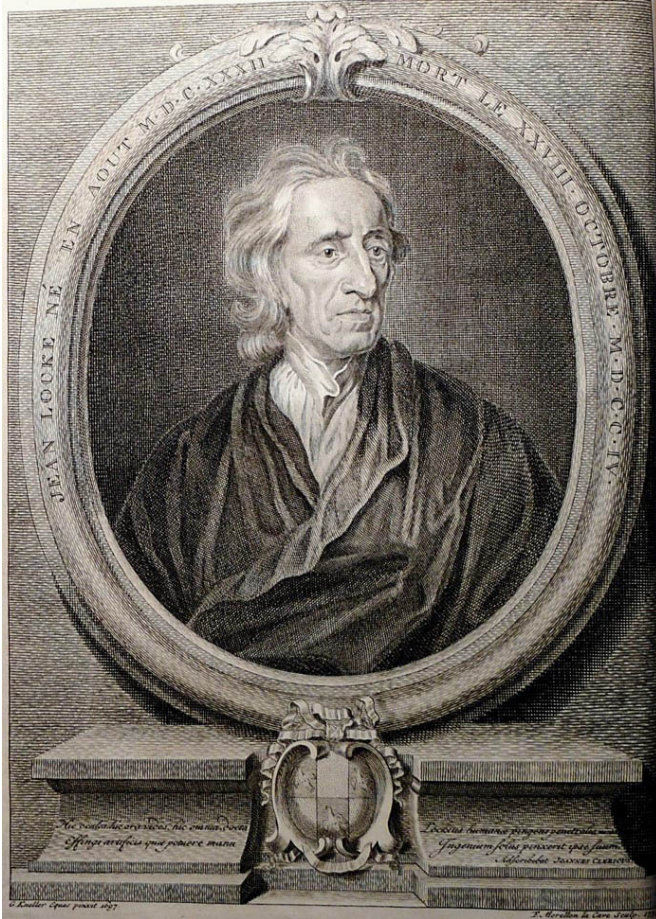
La relation générale liant la vitesse orbitale d'une étoile à une distance D du centre galactique est donc $2D\pi / \sqrt{D^3}$.

Cette décroissance de la vitesse des étoiles est bien ce qui est observé pour les étoiles proches du centre galactique. En continuant, vers l'extérieur, sur une faible distance, les étoiles semblent de plus en plus rapides par rapport à l'estimation donnée par la 3^{ème} loi de Kepler, puis rapidement, elles tendent vers une vitesse uniforme qui devrait les éjecter de la galaxie à la distance où elle se trouvent car l'attraction diminue avec l'éloignement et seul une faible vitesse centrifuge permet de l'équilibrer.

Auteur : [Philippe Garcelon](#)

A Suivre

John Locke - De l'entendement humain

Auteur : [Philippe Garcelon](#)

Il peut sembler surprenant de trouver le penseur et philosophe John Locke dans ce document abordant l'astronomie. Il n'a effectivement pas de rapport direct avec cette discipline. Pourtant, la contribution de cet homme qui décrypta les mécanismes de la compréhension, peut s'avérer utile dans nos réflexions ultérieures. C'est donc à la partie de son œuvre, relative à « *l'entendement humain* » que je m'intéresserai, ne fusse que pour ne garder à l'esprit, l'influence qu'eut ce grand promoteur de l'empirisme sur les approches scientifiques qui apparaissent tout au long de son siècle. John Locke (1632-1707) est né à Wrington, petite ville du North Somerset, située à proximité de Bristol. Son père, greffier de justice devint capitaine au service de l'armée du parlement et prend part à la guerre civile (révolution anglaise) qui opposa protestant, anglicans et catholiques et qui conduisit, en 1649, à l'exécution du roi Charles 1er et à la prise du pouvoir par Oliver Cromwell

qui instaura une dictature militaire. La famille de Locke est typique des milieux puritains et petits propriétaires, attachés à la loi divine et aux droits nouveaux des entrepreneurs, qui auront raison de la monarchie absolue. Compte tenu de ses origines, on ne s'étonnera donc pas que Locke puisse avoir été un des premiers théoriciens du libéralisme, en tant que défenseur des « droits naturels » de l'être humain et farouche opposant à l'autoritarisme. Locke se destine à une carrière ecclésiastique; à l'âge de quatorze ans, il entre à l'école de Westminster à Londres où il étudie le latin, le grec et la philosophie d'Aristote. Six années plus tard, il est à la Christ Church d'Oxford. Il y rencontre Robert Boyle qui dirige la section des sciences. Ce physicien, chimiste et fervent chrétien deviendra son mentor scientifique et lui fera découvrir l'œuvre de Descartes qui apparut à Locke comme une alternative à l'indéracinable physique aristotélicienne.

A cette époque, Locke renonce à sa carrière au sein de l'église et décide de se lancer dans la médecine. Il fait alors la connaissance de Sydenham, un des plus grand médecins anglais du XVII^{ème} siècle et il effectue avec lui des travaux de recherche. Locke attache ses services à Lord Ashley, qui devient ministre à la restauration de Charles II sur le trône de son père, après la mort de Cromwell. Lord Ashley lui confie l'éducation de son fils. De 1672 à 1679, Locke qui souffre d'asthme quitte les brumes londoniennes pour effectuer un long voyage en France au cours duquel il séjourne deux années à Montpellier, avant de rejoindre Paris. De retour en Angleterre, il est victime de la disgrâce de son protecteur et, lui-même, accusé d'avoir pris part à une conspiration contre Charles II.

"Essai philosophique concernant l'entendement humain" troisième édition, publiée en 1735 à Amsterdam chez Pierre Mortier. (issu de ma collection)

En 1682, Lord Ashley et John Locke sont contraints de quitter l'Angleterre. John s'exile à Utrecht en Hollande où il demeure durant sept années, avant de regagner son pays. Il a déjà cinquante-sept ans lorsque Guillaume III d'Orange s'installe sur le trône d'Angleterre. Locke, nommé commissaire des appels, puis commissaire du commerce et des colonies (1695), avec un traitement plus que confortable, participe essentiellement à des réformes monétaires. Il prend cependant une part active dans les questions relatives aux colonies de la couronne qui le conduisent à participer à la mise en place de la Banque d'Angleterre.

Vers 1700, sa santé se dégrade et le contraint à abandonner ses fonctions. Le roi veut lui assurer des revenus, mais il refuse de percevoir des émoluments pour une charge qu'il ne peut plus assumer. Il se retire dans un manoir de l'Essex, situé à une vingtaine de milles de Londres. Désormais pensionnaire de lady et lord Francis Masham, il rédige encore quelques ouvrages traitant de pédagogie, de philosophie et de politique et prend plaisir à recevoir ses amis. Ses dernières années s'achèvent dans la souffrance; affecté par un œdème à une jambe, il était également devenu sourd. Durant son exil aux Pays-Bas, Locke avait lu les "*Principia*" de Newton et rencontré Christian Huygens, auprès duquel il avait pu mesurer son niveau en mathématiques. Dès son retour en Angleterre, il avait fait la connaissance d'Isaac Newton qui était devenu son ami. En 1690, il publia la première édition de "*Essai philosophique sur l'entendement humain*" qui fera l'objet de retouches successives.

Le livre dont je présente ici des extraits est la troisième édition de la traduction française de 1735, de la dernière version révisée par Locke. De son vivant, John Locke fut un défenseur des libertés politiques et religieuses. De nos jours, son nom est davantage rattaché à son œuvre philosophique. Voltaire a dit de lui: « *Descartes a écrit le roman de l'âme; Locke en a écrit l'histoire* ». Locke est également l'auteur d'autres ouvrages comme: "*Loi de la nature*", "*Lettre sur la tolérance*", de deux Traités du gouvernement civil (1690), et de "*Pensées sur l'éducation*" (1693).

Dans l'introduction, Locke présente son ouvrage qui ne compte pas moins de six cents pages: « *Voici cher lecteur, ce qui a fait le divertissement de quelques heures de loisir que je n'étais pas d'humeur d'employer à autre chose. Si cet ouvrage a le bonheur d'occuper de la même manière quelque petite partie d'un temps où vous serez bien aise de vous relâcher de vos affaires plus importantes, et que vous preniez seulement la moitié tant de plaisir à le lire que j'en ai eu à le composer, vous n'aurez pas, je crois, plus de regrets à votre argent que j'en ai eu à ma peine.* »

Il poursuit en motivant ainsi sa démarche: « *Quoique celui qui chasse aux alouettes ou aux moineaux, n'en puisse pas retirer un grand profit, il ne se divertit pas moins que celui qui court un cerf ou un sanglier. D'ailleurs, il faut avoir fort peu de connaissances du sujet de ce livre, je veux dire l'Entendement, pour ne pas savoir, que, comme c'est la plus sublime faculté de l'âme, il n'y en a point aussi dont l'exercice soit accompagné d'une plus grande et d'une plus constante satisfaction. Les recherches où l'Entendement s'engage pour trouver la vérité, sont une espèce de chasse, où la poursuite même fait une grande partie du plaisir.*»

Puis il développe: « *Chaque pas que l'esprit fait dans la connaissance, est une espèce de découverte qui est non seulement nouvelle, mais aussi la plus parfaite, du moins pour le présent. Car l'Entendement, semblable à l'œil, ne jugeant des objets que par sa propre vue, ne peut que prendre plaisir aux découvertes qu'il fait, moins inquiet pour ce qui lui est échappé, parce qu'il ignore ce que c'est. Ainsi quiconque ayant formé le généreux dessein de ne pas vivre d'aumône, je veux dire de ne pas se reposer nonchalamment sur des opinions empruntés au hasard, met ses propres pensées en œuvre pour trouver et embrasser la vérité, goûtera du contentement dans cette chasse, quoi que ce soit qu'il rencontre. Chaque moment qu'il emploie à cette recherche, le récompensera de la peine par quelque plaisir; et il aura sujet de croire son temps bien employé, quand même il ne pourrait pas se glorifier d'avoir fait de grandes acquisitions* ». Le format de ce livre ne m'a pas permis de monter lisiblement des pages entières, je ne présenterai en conséquence que des portions, recadrées sur les passages que j'ai sélectionnés.

Dessain de l'Auteur dans cet Ouvrage.

- §. 1.  UISQUE l'Entendement élève l'Homme au dessus de tous les Etres sensibles, & lui donne cette supériorité & cette espèce d'empire qu'il a sur eux, c'est sans doute un sujet qui par son excellence mérite bien que nous nous appliquions à le connoître autant que nous en sommes capables. L'Entendement semblable à l'Oeil, nous fait voir & comprendre toutes les autres choses, mais il ne s'appergoit pas lui-même. C'est pourquoi il faut de l'art & des soins pour le placer à une certaine distance, & faire en sorte qu'il devienne l'Objet de ses propres contemplations. Mais quelque difficulté qu'il y ait à trouver le moyen d'entrer dans cette recherche, & quelle que soit la chose qui nous cache si fort à nous-mêmes, je suis assuré néanmoins, que la lumière que cet examen peut répandre dans notre Esprit, que la connoissance que nous pourrions acquérir par-là de notre Entendement, nous donnera non seulement beaucoup de plaisir, mais nous fera d'une grande utilité pour nous conduire dans la recherche de plusieurs autres choses.
- §. 2. Dans le dessein que j'ai formé d'examiner la certitude & l'étendue des Connoissances humaines, aussi bien que les fondemens & les degrés de Foi, d'Opinion, & d'Assentiment qu'on peut avoir par rapport aux différens

Combien il est agréable & utile de connoître l'Entendement Humain.

Dessain de cet Ouvrage

A

rens

Locke présente ici l'objet de sa « recherche ». Dans les pages qui suivent, il développe une méthode en trois points qu'il se propose d'exploiter. En premier lieu, il examinera l'origine des « idées » ou « notions » que l'homme peut percevoir dans son « âme » et par quels moyens il les reçoit. En second lieu, il montrera quelle est la « connaissance » que « l'entendement » acquiert grâce à ces idées et, en dernier lieu, il cherchera la nature et les fondements « de ce qu'on nomme Foi ou Opinions ». A ce stade, on ne peut oublier que Locke a lu Descartes, et s'interroger sur l'influence que ce dernier a pu exercer sur Locke, dans le choix qu'il fait d'adopter une démarche méthodique.

Qu'il n'y a point de Principes innés dans l'Esprit de l'Homme.

- §. 1.  L y a des gens qui supposent comme une Vérité incontestable, Qu'il y a certains Principes innés, certaines Notions primitives, autrement appelées * Notions communes, empreintes & gravées, pour ainsi dire, dans notre Ame, qui les reçoit dès le premier moment de son existence, & les apporte au monde avec elle. Si j'avois à faire à des Lecteurs dégagés de tout préjugé, je n'aurois, pour les convaincre de la fausseté de cette Supposition, qu'à leur montrer, (comme j'espère de le faire dans les autres Parties de cet Ouvrage) que les hommes peuvent acquérir toutes les connoissances qu'ils ont, par le simple usage de leurs Facultez naturelles, sans le secours d'aucune impression innée; & qu'ils peuvent arriver à une entière certitude de certaines choses, sans avoir besoin d'aucune de ces Notions naturelles, ou de ces Principes innés. Car tout le Monde, à mon avis,

La manière dont les Hommes acquièrent leurs connoissances prouve que ces connoissances ne sont point innées.
* Kernal Involat.

Dans le livre I, Locke traite de l'innéité en se proposant de montrer comment la somme des connaissances de l'homme provient de ses propres capacités d'acquisition. Il développe, en s'appuyant sur des idées simples. Par exemple, il écrit: « Il serait ridicule de supposer que les idées des couleurs ont été imprimées dans l'âme d'une Créature, à qui Dieu a donné la vue et la puissance de recevoir ces idées par l'impression que les objets feraient sur ses yeux. Il ne serait pas moins absurde d'attribuer à des impressions naturelles et à des caractères innés de la connaissance que nous avons plusieurs Vérités, si nous pouvons remarquer en nous même des facultés, propres à nous faire connaître ces Vérités avec autant de facilité et de certitude, que si elles étaient originairement gravées dans nos âmes. » On peut noter que sur ce point Locke s'éloigne de Descartes qui était moins catégorique et qui considérait certaines idées qu'il nommait « vraies » comme innées. Dans une lettre à son ami le religieux Marin Mersenne, il écrivait en effet: « les premières semences des pensées utiles ont été déposées... »

§. 22. Quelque étrange que cela paroisse, c'est ce que l'expérience confirme tous les jours ; & l'on n'en sera pas si fort surpris, si l'on considère par quels degrés il peut arriver que des Doctrines qui n'ont pas de meilleures sources que la superstition d'une Nourrice, ou l'autorité d'une vieille femme, deviennent, avec le temps, & par le consentement des voisins, autant de Principes de Religion, & de Morale. Car ceux qui ont soin de donner, comme ils parlent, de bons Principes à leurs Enfants, (& il y en a peu qui n'ayent fait provision pour eux-mêmes de ces sortes de Principes qu'ils regardent comme autant d'articles de Foi) leur inspirent les sentimens qu'ils veulent leur faire retenir & professer durant tout le cours de leur vie. Et les Esprits des Enfants étant alors sans connoissance, & indifférens à toute sorte d'opinions, reçoivent les impressions qu'on leur veut donner, semblables à du Papier blanc sur lequel on écrit tels caractères qu'on veut. Etant ainsi imbus de ces Doctrines, dès qu'ils commencent à entendre ce qu'on leur dit, ils y sont confirmés dans la suite, à mesure qu'ils avancent en âge, soit par la profession ouverte ou le consentement tacite de ceux parmi lesquels ils vivent, soit par l'autorité de ceux dont la sagesse, la science, & la piété leur est en recommandation, & qui ne permettent pas que l'on parle jamais de ces Doctrines que comme de vrais fondemens de la Religion & des bonnes mœurs. Et voilà comment ces sortes de Principes passent enfin pour des vérités incontestables, évidentes, & nées avec nous.

Par quels degrés les hommes viennent communément à recevoir certaines choses pour Principes.

Locke évoque les croyances et met en garde ceux qui feraient preuve de « paresse » ou de manque de vigilance, en prenant pour fondés des propos émanant d'autres personnes ou encore, qui se persuaderaient de leur véracité, en cédant simplement à l'usure du temps ou à celle des habitudes.

§. 26. Il est aisé de s'imaginer, après cela, comment il arrive, que les hommes viennent à adorer les Idoles qu'ils ont faites eux-mêmes, à se passionner pour les idées qu'ils se sont rendues familières pendant long-temps, & à regarder comme des vérités divines, des erreurs & de pures absurditez ; zélés adoreurs de fanges & de veaux d'or, je veux dire de vaines & ridicules opinions, qu'ils regardent avec un souverain respect, jusques à disputer, se battre, & mourir pour les défendre ;

Comment les hommes viennent pour l'ordinaire à se faire des Principes.

„ Chacun s'imaginant que les Dieux qu'il sert, sont seuls dignes de l'adoration des hommes ”. Car comme les Facultez de raisonner, dont on fait presque toujours quelque usage, quoi que presque toujours sans aucune circonspection, ne peuvent être mises en action, faute de fondement & d'appui, dans la plupart des hommes, qui par paresse ou par distraction ne découvrent point les véritables Principes de la Connoissance, ou qui faute de temps, ou de bons secours, ou pour quelque autre raison que ce soit, ne peuvent point les découvrir pour aller chercher eux-mêmes la Vérité jusque dans sa source ; il arrive naturellement & d'une manière presque inévitable, que ces sortes de gens s'attachent à certains Principes qu'ils embrassent sur la foi d'autrui ; de sorte que venant à les regarder comme des preuves de quelque autre chose, ils s'imaginent que ces Principes n'ont aucun besoin d'être prouvez. Or quiconque a admis une fois dans son Esprit quelques-uns de ces Principes, & les y conserve avec tout le respect qu'on a accoutumé d'avoir pour des Principes, c'est-à-dire, sans se hasarder jamais de les examiner, mais en se faisant une habitude de les croire parce qu'il faut les croire, ceux, dis-je, qui sont dans cette disposition d'esprit, peuvent se trouver engagez par l'éducation & par les coutumes de leur País à recevoir pour des Principes innés les plus grandes absurditez du monde ; & à force d'avoir les yeux long-temps attachez sur les mêmes objets, ils peuvent s'offusquer la vûe jusqu'à prendre des Monstres qu'ils ont forgez dans leur Cerveau, pour des images de la Divinité, & l'ouvrage même de ses mains.

foit. La Vérité a été mon unique but. Par tout où elle a paru me conduire, je l'ai suivie sans aucune prévention, & sans me mettre en peine si quelque autre avoit suivi ou non le même chemin. Ce n'est pas que je n'aye beaucoup de respect pour les sentimens des autres hommes: mais la Vérité doit être respectée par dessus tout; & j'espère qu'on ne me taxera pas de vanité, si je dis que nous ferions peut-être de plus grands progrès dans la connoissance des choses, si nous allions à la source, je veux dire à l'examen des choses mêmes; & que nous nous fissions une affaire de chercher la Vérité en suivant nos propres pensées, plutôt que celles des autres hommes. Car je croi que nous pouvons espérer avec autant de fondement de voir par les yeux d'autrui, que de connoître les choses par l'Entendement des autres hommes. Plus nous connoissons la Vérité & la Raison par nous-mêmes, plus nos connoissances sont réelles & véritables. Pour les opinions des autres hommes, si elles viennent à rouler & flotter, pour ainsi dire, dans notre Esprit, elles ne contribuent en rien à nous rendre plus intelligens, quoi que d'ailleurs elles soient conformes à la Vérité. Tandis que nous n'embrassons ces opinions que par respect pour le nom de leurs Auteurs, & que nous n'employons point notre Raison, comme eux, à comprendre ces Vérités, dont la connoissance les a rendus si illustres dans le Monde, ce qui en eux étoit véritable science, n'est en nous que pur entêtement. *Aristote* étoit sans doute un très-habile homme, mais personne ne s'est encore avisé de le juger tel, parce qu'il embrassoit aveuglément & soutenoit avec confiance les sentimens d'autrui. Et s'il n'est pas devenu Philosophe en recevant sans examen les Principes des Savans qui l'ont précédé, je ne vois pas que personne puisse le devenir par ce moyen-là. Dans les Sciences, chacun ne possède qu'autant qu'il a de connoissances réelles, dont il comprend lui-même les fondemens. C'est là son véritable trésor, le fonds qui lui appartient en propre, & dont il se peut dire le maître. Pour ce qui est des choses qu'il croit, & reçoit simplement sur la foi d'autrui, elles ne sauroient entrer en ligne de compte: ce ne sont que des lambeaux, entièrement inutiles à ceux qui les ramassent, quoi qu'ils valent leur prix étant joints à la pièce d'où ils ont été détachés: Monnoye d'emprunt, toute pareille à ces pièces enchantées qui paroissent de l'or entre les mains de celui dont on les reçoit, mais qui deviennent des feuilles, ou de la cendre dès qu'on vient à s'en servir.

D'où vient l'Opin.

Locke, adopte un ton plus pamphlétaire pour décrier l'attitude de ceux qui se contentent de fonder leurs connaissances sur des «*lambeaux*» qu'ils «*ramassent*» d'autrui. Il n'hésite pas à désigner *Aristote* comme étant de ceux là, en le qualifiant d'un «*très habile*», lourd de sous entendus.

§. 3. Et premièrement nos Sens étant frappez par certains Objets extérieurs, font entrer dans notre Ame plusieurs perceptions distinctes des choses, selon les diverses manières dont ces objets agissent sur nos Sens. C'est ainsi que nous acquérons les idées que nous avons du *blanc*, du *jaune*, du *chaud*, du *froid*, du *dur*, du *mou*, du *doux*, de l'*amer*, & de tout ce que nous appelons *qualitez sensibles*. Nos Sens, dis-je, font entrer toutes ces idées dans notre Ame, par où j'entens qu'ils font passer des objets extérieurs dans l'Ame ce qui y produit ces sortes de *perceptions*. Et comme cette grande source de la plupart des Idées que nous avons, dépend entièrement de nos Sens, & se communique à l'Entendement par leur moyen, je l'appelle SENSATION.

Objets de la sensation, première source de nos Idées.

§. 4. L'autre source d'où l'Entendement vient à recevoir des Idées, c'est la perception des Opérations de notre Ame sur les Idées qu'elle a reçues par les Sens: opérations qui devenant l'Objet des réflexions de l'Ame, produisent dans l'Entendement une autre espèce d'idées, que les Objets extérieurs n'auroient pu lui fournir: telles que sont les idées de ce qu'on appelle *appercevoir*, *penfer*, *douter*, *croire*, *raisonner*, *connoître*, *vouloir*, & toutes les différentes actions de notre Ame, de l'existence desquelles étant pleinement convaincus parce que nous les trouvons en nous-mêmes, nous recevons par leur moyen des idées aussi distinctes, que celles que les Corps produisent en nous, lors qu'ils viennent à frapper nos Sens. C'est-là une source d'idées que chaque homme a toujours en lui-même; & quoi que cette Faculté ne soit pas un Sens, parce qu'elle n'a rien à faire avec les Objets extérieurs, elle en approche beaucoup, & le nom de *Sens intérieur* ne lui conviendrait pas mal. Mais comme j'appelle l'autre source de nos Idées *Sensation*, je nommerai celle-ci REFLEXION, parce que l'Ame ne reçoit par son moyen que les Idées qu'elle acquiert en réfléchissant sur ses propres Opérations. C'est pourquoi je vous prie de remarquer, que dans la suite de ce Discours, j'entens par REFLEXION la connoissance que l'Ame prend de

Les Opérations de notre Esprit, autre source d'Idées.

II 3

se

Locke suppose qu'au commencement, l'âme est comme une «*table rase*», totalement vide de toute idée et il se demande alors comment cette âme parvient à recevoir les idées, qu'il considère comme les «*matériaux*» essentiels à la constitution du socle de toutes nos connaissances. Il identifie deux qualités essentielles à l'élaboration de ces idées, que sont la «*Sensation*» et la «*Réflexion*» qui vont permettre à l'imagination de pleinement s'exprimer.

§. 1. **P**OUR mieux comprendre quelle est la nature & l'étenduë de nos connoissances, il y a une chose qui concerne nos idées à laquelle il faut bien prendre garde : c'est qu'il y a de deux sortes d'idées, les unes *simples* & les autres *composées*. Idées qui ne sont pas composées.

Bien que les Qualitez qui frappent nos Sens, soient si fort unies, & si bien mêlées ensemble dans les choses mêmes, qu'il n'y ait aucune séparation ou distance entre elles, il est certain néanmoins, que les idées que ces diverses Qualitez produisent dans l'Ame, y entrent par les Sens d'une manière simple & sans nul mélange. Car quoi que la Vûë & l'Attouchement excitent souvent dans le même temps différentes idées par le même objet, comme lors qu'on voit le mouvement & la couleur tout à la fois, & que la Main sent la mollesse & la chaleur d'un même morceau de cire, cependant les idées simples qui sont ainsi réunies dans le même sujet, sont aussi parfaitement distinctes que celles qui entrent dans l'Esprit par divers Sens. Par exemple, la froideur & la dureté qu'on sent dans un morceau de Glace, sont des Idées aussi distinctes dans l'Ame, que l'odeur & la blancheur d'une Fleur de Lis, ou que la douceur du Sucre & l'odeur d'une Rose : & rien n'est plus évident à un homme que la perception claire & distincte qu'il a de ces idées simples, dont chacune prise à part, est exempte de toute composition & ne produit par conséquent dans l'Ame qu'une conception entièrement uniforme, qui ne peut être distinguée en différentes idées.

§. 2. Or ces idées simples, qui sont les matériaux de toutes nos connoissances, ne sont suggérées à l'Ame, que par les deux voyes dont nous avons parlé ci-dessus, je veux dire, par la *Sensation*, & par la *Réflexion*. Lors que l'Entendement a une fois reçu ces *idées simples*, il a la puissance de les repeter, de les comparer, de les unir ensemble, avec une variété presque infinie, & de former par ce moyen de nouvelles idées complexes, selon qu'il le trouve à propos. Mais il n'est pas au pouvoir des Esprits les plus subli-

L'Esprit ne peut ni faire ni détruire des idées simples.

K 2

mes,

Locke distingue deux catégories d'idées: les «*idées simples*» et les «*idées composées*», toutes deux issues de la perception sensorielle et de la réflexion. Dans les paragraphes suivants, il aborde un autre point important, qui est le fait qu'il n'y a aucune «*force dans l'entendement qui ne soit capable de détruire celles qui y sont déjà*». Autrement dit, toute connaissance une fois acquise ou toute réflexion une fois conduite à son terme, ne peut s'effacer de l'esprit et, à ce titre, conditionne donc durablement la production de ce dernier.

Des Idées simples qui nous viennent par divers Sens.

CHAP. V.

LES IDÉES qui viennent à l'Esprit par plus d'un Sens, sont celles de l'*Espace* ou de l'*Etenduë*, de la *Figure*, du *Mouvement* & du *Repos*. Car toutes ces choses sont des impressions sur nos yeux & sur les organes de l'attouchement, de sorte que nous pouvons également, par le moyen de la vûë & de l'attouchement, recevoir & faire entrer dans notre Esprit les idées de l'Etenduë, de la Figure, du Mouvement, & du Repos des Corps. Mais comme j'aurai occasion de parler ailleurs plus au long, de ces Idées-là, il suffira d'en avoir fait ici l'énumération.

Des Idées Simples qui viennent par Réflexion.

CHAP. VI.

§. 1. **L**ES Objets extérieurs ayant fourni à l'Esprit les Idées dont nous avons parlé dans les Chapitres précédens, l'Esprit faisant réflexion sur lui-même, & considérant ses propres opérations par rapport aux idées qu'il vient de recevoir, tire de là d'autres Idées qui sont aussi propres à être les Objets de ses contemplations qu'aucune de celles qu'il reçoit de dehors.

§. 2. Il y a deux grandes & principales actions de notre Ame dont on parle le plus ordinairement, & qui sont en effet si fréquentes, que chacun peut les découvrir aisément en lui-même, s'il veut en prendre la peine. C'est la *Perception* ou la Puissance de penser, & la *Volonté*, ou la Puissance de vouloir.

Les Idées de la Perception & de la Volonté nous viennent par la Réflexion.

La Puissance de penser est ce qu'on nomme l'*Entendement*, & la Puissance de vouloir est ce qu'on nomme la *Volonté*: deux Puissances ou dispositions de l'Ame auxquelles on donne le nom de *Facultez*. J'aurai occasion de parler dans la suite de quelques-uns des modes de ces idées simples produites par la Réflexion, comme est *se ressouvenir* des idées, les *discerner* ou *distinguer*, *raisonner*, *juger*, *connoître*, *croire*, &c.

Locke revient ici sur la nature des idées. Il évoque les « *idées simples* », provenant de nos sens ou de notre réflexion. Mais, outre la perception de nos sens, il introduit la volonté comme une des deux « *grandes et principales actions de notre âme* ». Il donne enfin des exemples d'idées produites non plus par la « *erception* », mais par la « *réflexion* ».

§. 30. Car comme dans l'Histoire de la Création telle que *Moïse* nous l'a rapportée, je puis imaginer que la lumière a existé trois jours avant qu'il y eût ni Soleil ni aucun Mouvement, & cela simplement en me représentant que la durée de la Lumière qui fut créée avant le Soleil, fut si longue qu'elle auroit été égale à trois revolutions diurnes du Soleil, si alors cet Astre se fût mû comme à présent; je puis avoir par le même moyen, une idée du *Chaos* ou des *Anges*, comme s'ils avoient été créés une minute, une heure, un jour, une année, ou mille années, avant qu'il y eût ni Lumière, ni aucun mouvement continu. Car si je puis seulement considérer la durée comme égale à une minute avant l'existence ou le mouvement d'aucun Corps, je puis ajouter une minute de plus, & encore une autre, jusqu'à ce que j'arrive à 60. minutes, & en ajoutant de cette sorte des minutes, des heures ou des années, c'est à dire, telles ou telles parties d'une Révolution solaire, ou de quelque autre Période, dont j'aye l'idée, je puis avancer à l'infini, & supposer une Durée qui excède autant de fois ces sortes de Périodes, que j'en puis compter en les multipliant aussi souvent qu'il me plaît, & c'est là, à mon avis, l'idée que nous avons de l'*Eternité*, dont l'infinité ne nous paroît point différente de l'idée que nous avons de l'*infinité des Nombres*, auxquels nous pouvons toujours ajouter, sans jamais arriver au bout.

§. 31. Il est donc évident, à mon avis, que les idées & les mesures de la Durée nous viennent des deux sources de toutes nos connoissances dont j'ai déjà parlé, savoir la *Reflexion* & la *Sensation*.

Dans les chapitres qui précèdent cet extrait, Locke nous dit que pour envisager le temps et l'éternité, il faut d'abord comprendre l'idée que nous nous faisons de la durée. Il explique que lorsque nous réfléchissons, dans notre esprit se succèdent alors des idées. Pour lui, cette notion de « *succession* » est à la base de notre conception du temps, qu'il définit comme la distance qu'il y a entre les différentes parties de cette « *succession* ». Il explique aussi comment, tandis que nous pensons, nous avons conscience d'exister; et ainsi, « *la continuation de notre être* » (notre propre existence) pourrait être nommée « *durée de nous même* ». L'idée de durée ainsi acquise par la réflexion que l'homme fait sur la succession de ses propres pensées, peut ensuite être appliquée à des choses qui existent, y compris lorsqu'il ne pense pas. On comprend que, selon Locke, les notions de temps et de durée sont aussi issues de la réflexion que des sensations. Locke relativise donc le temps, comme l'extrait ci-dessus nous le montre. Il définit aussi la notion de temps et de durée par des similitudes: « *Le temps est à la durée ce que le lieu est à l'expansion...* ».

CHAP. XVII.
Comment nous
concevons l'Infini-
té de l'Espace.

Il y a une infinie
divisibilité dans la
Matière.

§. 11. La même chose arrive à l'égard de l'Espace, où nous nous considérons comme placés dans un Centre d'où nous pouvons ajouter de tous côtés des lignes indéfinies de nombre, comptant vers tous les endroits qui nous environnent, une aune, une lieue, un Diamètre de la Terre, ou de l'*Orbis Magnus* que nous multiplions par cette infinité de nombres aussi souvent que nous voulons; & comme nous n'avons pas plus de raison de donner des bornes à ces idées répétées, qu'au Nombre, nous acquérons par-là l'idée indéterminée de l'*Immensité*.

§. 12. Et parce que dans quelque masse de Matière que ce soit, notre Esprit ne peut jamais arriver à la dernière *divisibilité*, il se trouve aussi en cela une infinité à notre égard; & qui est aussi une infinité de Nombre, mais avec cette différence que dans l'infinité qui regarde l'Espace & la Durée, nous n'employons que l'addition des nombres, au lieu que la divisibilité de la Matière est semblable à la division de l'Unité en ses fractions, où l'Esprit trouve à faire des additions à l'infini, aussi bien que dans les additions précédentes, cette division n'étant en effet qu'une continuelle addition de nouveaux nombres. Or dans l'addition de l'un nous ne pouvons non plus avoir l'idée positive d'un Espace infiniment grand, que par la division de l'autre arriver à l'idée d'un Corps infiniment petit, notre idée de l'Infinité étant à tous égards, une idée fugitive, & qui, pour ainsi dire, grossit toujours par une progression qui va à l'infini sans pouvoir être fixée nulle part.

Locke a abordé la notion d'expansion qu'il rattache au temps et celle d'étendue qu'il rattache à une distance. Ainsi, il couple ces deux entités pour caractériser l'infini, par opposition à l'étendue d'un corps solide dont on conçoit l'extrémité, alors qu'en l'absence de matière, la notion d'extrémité s'estompe. Il remarque que l'homme éprouve davantage de difficulté à supposer l'infinité de l'espace que celle du temps. Il explique ce fait en supposant que si nous sommes capables d'attribuer une durée infinie à Dieu, nous ne lui attribuons pas la notion d'étendue. En effet, l'homme rattache cette notion à la matière et, comme cette matière est « finie » et que Dieu ne saurait l'être, l'esprit a quelque difficulté à dépasser cette limite. Dans l'extrait ci-dessus, Locke envisage l'infini sous un autre aspect; celui de l'infinie divisibilité de la matière. Il conclura ses propos de la sorte: "*Peut-être se trouvera-t-il quelques mathématiciens qui, exercés à de plus subtiles spéculations, pourront introduire dans leur esprit les idées de l'infinité par d'autre voies: mais cela n'empêche pas, qu'eux-mêmes n'aient eu, comme le reste des hommes, les premières idées de l'infinité par la sensation et la réflexion, de la manière que je viens de l'expliquer*".

§. 8. C'est une vérité tout-à-fait évidente qu'il doit y avoir *quelque chose qui existe de toute éternité*. Je n'ai encore ouï personne qui fût assez déraisonnable pour supposer une contradiction aussi manifeste que le feroit celle de soutenir qu'il y a eu un temps auquel il n'y avoit absolument rien. Car ce feroit la plus grande de toutes les absurditez, que de croire, que le pur Néant; une parfaite negation, & une absence de tout Etre pût jamais produire quelque chose d'actuellement existant.

Puis donc que toute Créature raisonnable doit nécessairement reconnoître, que quelque chose a existé de toute éternité; voyons présentement quelle espèce de chose ce doit être.

§. 9. L'homme ne connoit ou ne conçoit dans ce Monde que deux sortes d'Etres.

Premièrement, ceux qui sont purement matériels, qui n'ont ni sentiment, ni perception, ni pensée, comme l'extrémité des poils de la Barbe, & les rogneures des Ongles.

Secondement, des Etres qui ont du sentiment, de la perception, & des pensées, tels que nous nous reconnoissons nous-mêmes. C'est pourquoi dans la suite nous désignerons, s'il vous plait, ces deux sortes d'Etres par le nom d'*Etres pensans & non-pensans*; termes qui sont peut-être plus commodes pour le dessein que nous avons présentement en vûë, (s'ils ne le sont pas pour autre chose) que ceux de *matériel & d'immatériel*.

Quelque chose existe de toute éternité.

Il y a deux sortes d'Etres, les uns pensans & les autres non-pensans.

Je ne reproduis aucun texte du livre III, qui à bien des égards pourrait passionner un linguiste ou un pédagogue, mais il ne traite "que" des « mots » et du « langage » en nous éloignant trop de notre sujet. J'aborde donc directement le quatrième et dernier livre qui nous entretient de l'existence de Dieu. Dans cet extrait, Locke postule qu'il existe deux sortes d'êtres: les « êtres pensans » et les « êtres non pensans ». Dans la continuité de ce texte, il développe son idée en s'appuyant sur la raison, en tant qu'elle ne peut pas concevoir que la matière « non pensante » puisse jamais produire un « être intelligent qui pense ». Il prend l'exemple d'un caillou qui tombe entre ses mains et au sujet duquel il s'interroge « *peut-on concevoir qu'il puisse se donner du mouvement à lui-même...ou qu'il puisse produire aucune chose?* » et il poursuit: « *puis donc que la matière ne saurait, par elle-même, se donner du mouvement, il faut qu'elle ait son mouvement de toute éternité, ou que le mouvement lui ait été donné par quelque autre être plus puissant que la matière.* » Après un long développement, il tire cette conclusion: « *Par conséquent, si nous ne voulons pas supposer un premier être qui ait existé de toute éternité, la matière ne peut jamais commencer d'exister.* » Une autre manière pour Locke de nous démontrer l'existence d'une intelligence supérieure. Une fois de plus, on ne peut s'empêcher de penser que Locke avait été interpellé par les écrits de Descartes.

§. 1. **N**OUS avons montré ci-dessus, 1. Que nous sommes nécessairement dans l'Ignorance, & que toute sorte de Connoissance nous manque, là où les Idées nous manquent. 2. Que nous sommes dans l'ignorance & destituez de Connoissance raisonnée, dès que les preuves nous manquent. 3. Que la Connoissance générale & la certitude nous manquent, par-tout où les Idées spécifiques, claires & déterminées viennent à nous manquer. 4. Et enfin, Que la Probabilité nous manque pour diriger notre Assentiment dans des matières où nous n'avons ni connoissance par nous-mêmes, ni témoignage de la part des autres hommes sur quoi notre Raïson puisse se fonder.

Il est nécessaire de connoître les bornes de la Foi & de la Raïson.

De ces quatre choses présupposées, on peut venir, je pense, à établir les bornes qui sont entre la Foi & la Raïson: connoissance dont le défaut a certainement produit dans le Monde de grandes disputes & peut-être bien des méprises, si tant est qu'il n'y ait pas causé aussi de grands desordres. Car avant que d'avoir déterminé jusqu'ou nous sommes guidez par la Raïson, & jusqu'ou nous sommes conduits par la Foi, c'est en vain que nous disputerons, & que nous tâcherons de nous convaincre l'un l'autre sur des Matières de Religion.

Locke aborde les positions respectives de la foi et de la raison et en profite pour rappeler quelques grand principes. Il poursuit par l'évocation de toute sorte de sectes qui en appellent ordinairement à la raison mais qui, dès que cette dernière ne suffit plus ou fait défaut, s'écrient: *«c'est ici un article de foi et qui est au dessus de la raison»*. Locke définit la foi comme: *«l'assentiment que l'on donne qui n'est pas fondée sur des déductions de la raison, mais sur le crédit de celui qui les propose comme venant de la part de Dieu par quelque communication extraordinaire.»* Il nomme ce fait « la révélation ». Il parvient à tirer des conclusions, qui se résument à reconnaître que: *« toute révélation dont l'esprit ne saurait juger par les facultés et notions naturelles est pure matière de foi. »* et que: *« toutes propositions sur lesquelles l'esprit peut se déterminer, avec le secours des facultés naturelles, par des déductions tirées des idées qu'il a acquises naturellement, sont du ressort de la raison... »* Il n'exclut pas, pour autant, que les hommes puissent consulter leur raison, en matière de religion, au risque de voir s'opposer avec autant d'absurdité foi et raison, que le genre humain et prêt à sacrifier à ses penchants pour la superstition et les pratiques extravagantes.

Les Sciences di-
visées en trois
Espèces.

§. 1. **T**OUT ce qui peut entrer dans la sphère de l'Entendement Humain, étant en premier lieu, ou la nature des Choses telles qu'elles sont en elles-mêmes, leurs relations & leur manière d'opérer; ou en second lieu, ce que l'Homme lui-même est obligé de faire en qualité d'Agent raisonnable & volontaire pour parvenir à quelque fin & particulièrement à la Félicité; ou en troisième lieu, les moyens par où l'on peut acquérir la connoissance de ces choses & la communiquer aux autres; je croi qu'on peut diviser proprement la *Science* en ces trois Espèces.

I. Physique.

* Φυσική.

§. 2. La première est la connoissance des choses comme elles sont dans leur propre existence, dans leurs constitutions, propriétés & opérations, par où je n'entens pas seulement la Matière & le Corps, mais aussi les Esprits, qui ont leurs natures, leurs constitutions, leurs opérations particulières aussi bien que les Corps. C'est ce que j'appelle * *Physique* ou *Philosophie naturelle*, en prenant ce mot dans un sens un peu plus étendu qu'on ne fait ordinairement. La fin de cette Science n'est que la simple speculation; & tout ce qui peut en fournir le sujet à l'Esprit de l'homme, est de son district, soit Dieu lui-même, les Anges, les Esprits; les Corps, ou quelqu'une de leurs Affections, comme le Nombre, & la Figure, &c.

II. Pratique.

* Πρακτική.

§. 3. La seconde que je nomme * *Pratique*, enseigne les moyens de bien appliquer nos propres Puissances & Actions, pour obtenir des choses bonnes & utiles. Ce qu'il y a de plus considérable sous ce chef, c'est la *Morale*, qui consiste à découvrir les règles & les mesures des Actions humaines qui conduisent au Bonheur, & les moyens de mettre ces règles en pratique. Cette seconde Science se propose pour fin, non la simple speculation & la connoissance de la Vérité, mais ce qui est juste, & une conduite qui y soit conforme.

III. Connoissance des signes.

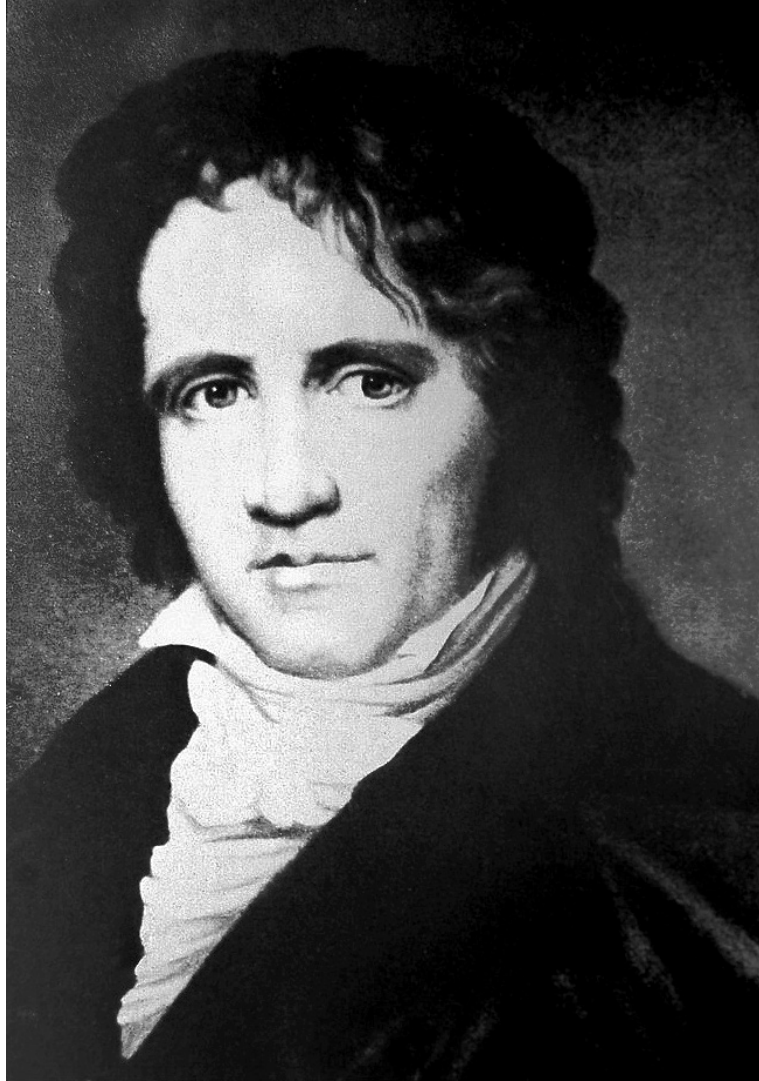
* Λόγικὴ τοῦ λόγου ἢ ἡ γινώσκουσα τὴν λέξιν.

§. 4. Enfin la troisième peut être appelée σημειωτική ou la *connoissance des signes*; & comme les Mots en font la plus ordinaire partie, elle est aussi nommée assez proprement * *Logique*: son emploi consiste à considérer la nature des signes dont l'Esprit se sert pour entendre les choses, ou pour communiquer sa connoissance aux autres. Car puisqu'entre les choses que l'Es-

Dans ce dernier extrait, Locke effectue une sorte de classification des sciences en quatre parties distinctes.

Auteur : [Philippe Garcelon](#)

Friedrich Wilhelm Bessel,



Friedrich Wilhelm Bessel, né le 22 juillet 1784 à [Minden](#) et mort le 17 mars 1846 à [Königsberg](#), est un [astronome](#), [mathématicien](#), [géodésien](#) et [physicien allemand](#), connu principalement pour avoir effectué en 1838 les premières mesures précises de la distance d'une [étoile](#) et pour être le fondateur de l'école allemande d'[astronomie d'observation](#).

Biographie

Friedrich Wilhelm Bessel naît le 22 juillet 1784 à [Minden](#). Il a deux frères et six sœurs. Son père est fonctionnaire de justice. À 14 ans, il quitte le lycée (*gymnasium*) de Minden pour commencer un apprentissage commercial de sept ans à [Brême](#). Pendant son temps libre, il s'occupe d'astronomie et de mathématiques en autodidacte.

Au printemps 1804, il écrit un traité sur l'orbite de la [comète de Halley](#), sur la base d'observations inédites de [Harriot](#) et [Torporley](#) effectuées en 1607. Il le remet à [Heinrich Wilhelm Olbers](#), astronome et médecin à Brême, qui réalise immédiatement le grand talent mathématique de l'apprenti, et fait publier ce traité dans la *Monatliche Correspondenz* (*Correspondance mensuelle*) du baron de [Zach](#). Après d'autres publications, [Johann Hieronymus Schröter](#), un ami d'Olbers, l'engage comme inspecteur à son célèbre [observatoire astronomique](#) à [Lilienthal](#) près de Brême en succession de [Karl Ludwig Harding](#). Bessel y séjourne de 1806 à 1810. Lors des [réformes prussiennes](#), [Wilhelm von Humboldt](#) élargit l'[université de Königsberg](#) et y fonde un observatoire. Le roi [Frédéric-Guillaume III](#) nomme Bessel directeur et professeur d'astronomie à l'université le 6 janvier 1810^[1]. Bessel supervise la construction de l'[observatoire](#), dont il est le directeur de [1813](#) jusqu'à sa mort.

À Königsberg, en 1812, Bessel se marie avec Johanna Hagen (1794-1885), fille de son collègue Carl Gottfried Hagen (1749-1829), professeur de chimie et pharmacie à l'université. Ils ont cinq enfants, trois filles et deux garçons dont l'un meurt peu après sa naissance (1837). Wilhelm Bessel, le premier fils, décède en 1840, à l'âge de 26 ans, d'une maladie infectieuse. Marie Bessel, la fille aînée, épouse [Georg Adolphe Erman](#) (1806-1877), professeur de physique à l'université de Berlin et descendant d'une famille de savants huguenote. Plusieurs descendants de Bessel sont devenus eux-mêmes savants, le plus célèbre étant [Adolf Erman](#), égyptologue à Berlin.

Friedrich Wilhelm Bessel devient membre étranger de l'[Académie des sciences](#) en 1816, et de la [Royal Society](#) (Londres) en [1828](#). Il est élu membre de l'[Académie royale des sciences de Prusse](#) à [Berlin](#) en 1812, de l'[Académie des sciences de Russie](#) à [Saint Petersburg](#) en 1814, de l'[Académie royale des sciences de Suède](#) à [Stockholm](#) en 1823, de l'[Académie des sciences de Göttingen](#) en 1826 et de l'[Académie bavaroise des sciences](#) à [Munich](#) en 1842. Il reçoit la [médaille d'or de la Royal Astronomical Society](#) deux fois, en [1829](#) puis en [1841](#). Bessel meurt le 17 mars 1846 d'une [fibrose rétropéritonéale](#). Il est enterré au cimetière de savants à Königsberg près de son observatoire.

Travaux scientifiques

Travaux astronomiques

À Lilienthal, Bessel continua ses études sur les comètes. Il améliora la méthode de calcul d'orbites elliptiques mais approximativement paraboliques. Avec un traité sur la [grande comète de 1807](#), il gagna le [Prix Lalande](#) en 1811.

Schröter équipa son observatoire de plusieurs télescopes à focales de 3 à 27 pieds, à l'aide desquels Bessel observa les [astéroïdes Cérès](#), [Pallas](#), [Juno](#) et [Vesta](#), dont les trois derniers furent découverts à Brême et Lilienthal respectivement.

Bessel commença sa première grande œuvre à Lilienthal également. Sur la suggestion d'Olbers, il s'occupa d'observations de [James Bradley](#), [astronome royal](#) à l'[observatoire de Greenwich](#). Il transforma les positions apparentes d'étoiles observées par Bradley en positions vraies pour l'année 1755. Les matériaux scientifiques de Bradley étaient si précis que Bessel put en déterminer des constantes précises pour la [précession des équinoxes](#), la [nutaton](#) et l'[aberration de la lumière](#). Cette œuvre fondamentale, publiée en 1818 à Königsberg sous titre *Fundamenta Astronomiae*, unifiait le calcul des positions des étoiles, encore utilisé de nos jours.



L'observatoire de Königsberg vers 1830

À l'aide d'un [cercle méridien](#) fabriqué par Reichenbach (Munich), Bessel réalisa un projet de longue haleine : les *observations par zones*. De 1821 à 1833 il observa les positions de 75 000 étoiles jusqu'à la 9^e [magnitude apparente](#) en zones célestes de deux degrés d'amplitude, depuis -15° jusqu'à $+45^\circ$ de déclinaison. Intrigué par une mésaventure du Britannique [Nevil Maskelyne](#) (1796), il avait entrepris pour cela une étude systématique des erreurs de chronométrage avec son assistant Walbeck^[2]. Il constata ainsi qu'entre les observations de Walbeck et les siennes, il y avait un écart systématique d'une seconde^[3]. Comparant ses observations avec celles de Bradley, de [Giuseppe Piazzi](#) et d'autres astronomes^[4], Bessel découvrit que la principale composante de l'erreur de chronométrage était une constante dépendant de l'observateur qu'il appela « [équation personnelle](#) » (de l'astronome). Il améliora ainsi les valeurs des constantes astronomiques et du [mouvement propre](#) d'étoiles avec la plus grande précision possible. Il établit des listes de tous les éléments nécessaires pour calculer les positions vraies sous le titre *Tabulae Regiomontanae*.

Mesurer avec un [héliomètre](#) de [Fraunhofer](#) était l'option préférée pour une série de projets importants. Avec cet instrument, Bessel détermina les masses de [Jupiter](#) et [Saturne](#) par observation du mouvement de leur satellites. En outre, il utilisa l'héliomètre pour son usage propre, la mesure du diamètre du soleil. Bessel aussi étudia la [libration de la Lune](#) avec la méthode héliométrique. Comme point de référence, il prit un petit cratère très central sur la surface de la lune. Ce cratère, appelé *Mösting A*, devenait le point de référence pour le [système sélénographique](#), encore en usage aujourd'hui.

En 1838 Bessel était le premier à déterminer avec succès la distance d'une étoile fixe. L'[étoile binaire](#) et [circumpolaire 61 Cygni](#) montre un mouvement propre très important, suggérant que l'étoile est possiblement proche du soleil. Pour cela Bessel la considéra comme candidat prometteur pour chercher une [parallaxe](#). À l'aide de l'héliomètre, il détermina la valeur de 0,3136 [seconde d'arc](#) pour la parallaxe annuelle, apportant ainsi une preuve supplémentaire de la nature [héliocentrique](#) du [Système solaire](#). Parallèlement à Bessel, [Struve](#) et Henderson déterminèrent les parallaxes de la [Véga](#) et d'[Alpha Centauri](#) respectivement, mais la publication de Bessel était non seulement la première mais aussi la plus détaillée, présentant le résultat avec une plus grande précision.

Une tâche standard astronomique est la détermination du moment et de la durée d'une [éclipse solaire](#) et de la région d'[occultation](#). Bessel résolut ce problème par une nouvelle méthode de calcul, utilisant des valeurs géométriques dénommées « [éléments besseliens](#) » en son honneur.

Quand la comète Halley est revenue en 1835/1836, Bessel observa ses apparences et changements en détail. Il émit l'hypothèse que les [queues de comètes](#) pouvaient être dues à une force répulsive. Cette hypothèse fut ensuite reprise par [Fiodor Bredikhine](#) (1878), puis affinée par Michaël Finston et Ronald Probst (1968).

À l'aide d'un nouveau cercle méridien, fabriqué par Repsold (Hambourg), en 1844 Bessel découvrit un mouvement irrégulier de [Sirius](#) et [Procyon](#), qu'il interpréta comme l'effet de [gravité](#) d'un compagnon pas encore visible. Ces compagnons, aujourd'hui spécifiés comme [naines blanches](#), furent trouvés par [Alvan Graham Clark](#) (Sirius B) en 1862 et John Martin Schaeberle (Procyon B) en 1892.

Dès 1828, il avait conjecturé qu'il devait exister une grande planète au-delà d'[Uranus](#), préluant ainsi à la découverte de Neptune par [Urbain Le Verrier](#) en 1846.

Autres travaux



Timbre allemand pour le 200^e anniversaire de la naissance de Bessel ; en fond les fonctions de Bessel

Il introduit, dans la résolution des problèmes de [mécanique céleste](#) faisant intervenir la [théorie des perturbations](#), les [fonctions mathématiques dites de Bessel](#), solutions d'[équations différentielles](#) particulières. Ces fonctions jouent un rôle important dans l'analyse de la répartition et de la conduction de la [chaleur](#) ou de l'[électricité](#) à travers un [cylindre](#). Elles sont aussi utilisées pour résoudre des problèmes de [mécanique ondulatoire](#), d'[élasticité](#) et d'[hydrodynamique](#). Avec une triangulation en la province [Prusse-Orientale](#) de 1832 à 1835, Bessel établit le dernier maillon d'une grande chaîne triangulaire européenne s'étendant de l'[Espagne](#) aux provinces baltes de l'[Empire russe](#). Bessel arrangea cette triangulation comme une mesure de degré indépendante. Avec les résultats de celle-ci et de neuf autres mesures de degré, il obtint des valeurs précises pour les diamètres et l'[aplatissement](#) de la terre ([ellipsoïde de Bessel](#), 1841).

Comme [François Arago](#), il chercha dans ses *lectures populaires*, publiées à titre posthume, à rendre la science accessible à tous. Auteur de plus de 350 articles dans des revues scientifiques et de quelques monographies, il publia ses *Observations astronomiques* (*Astronomische Untersuchungen*) en deux tomes en 1841 et 1842.

Hommages

Décorations

Bessel a reçu l'[ordre de Dannebrog](#) (danois), l'[ordre de Saint-Stanislas](#) (russe), l'[ordre royal de l'Étoile polaire](#) (suédois) et les ordres prussiens de l'[Aigle rouge](#) et [Pour le Mérite pour les sciences et arts](#).

Éponymie

Une [espèce](#) fossile ([éocène](#)) de [coléoptères](#) de la famille des [Ptinidés](#), *Xyletinus besseli* Alekseev & Bukejs, 2019^[5], trouvée dans l'ambre baltique de la [Sambie](#), est nommée en son honneur^[6].

P

Bibliographie

- [Eberhard Neumann-Redlin von Meding](#): *F. W. Bessel im Kreise der Königsberger Naturwissenschaftler. Sein Zusammenwirken mit K. G. Hagen, C. G. Jacobi und F. Neumann*. In: Klemens Adam, Gerd Huneke, Heinrich Rademacher (Red.): *Friedrich Wilhelm Bessel. 1784–1846. Beiträge über Leben und Werk des bekannten Astronomen*. Besselgymnasium der Stadt Minden, Minden 1996, S. 67–80.
- [Jürgen Hamel](#): *Friedrich Wilhelm Bessel* (= *Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner*. Band 67). BSB Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1984. (allemand)
- [Kasimir Lawrynowicz](#) (de): *Friedrich Wilhelm Bessel, 1784–1846* (= *Vita Mathematica*, Band 9). Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin 1995. (allemand; édition russe: *Фридрих Вильгельм Бессель*. Наука, Moscou 1989).
- Friedrich Wilhelm Bessel: *Ich hab Euch lieb, aber der Himmel ist mir näher. Eine Autobiographie in Briefen*. Herausgegeben von Edith Schlieper. Stadt Minden, Minden 1984.
- (de) [Erich Schoenberg](#) (de), « [Bessel: Friedrich Wilhelm](#) [archive] », dans [Neue Deutsche Biographie](#) (NDB), vol. 2, Berlin, [Duncker & Humblot](#), 1955, p. 179–181 ([original numérisé](#) [archive])
- [Johann Adolf Repsold](#) (de): *Friedrich Wilhelm Bessel*. [archive] In: [Astronomische Nachrichten](#) 210 (1919), Nr. 5028, Sp. 161–214.

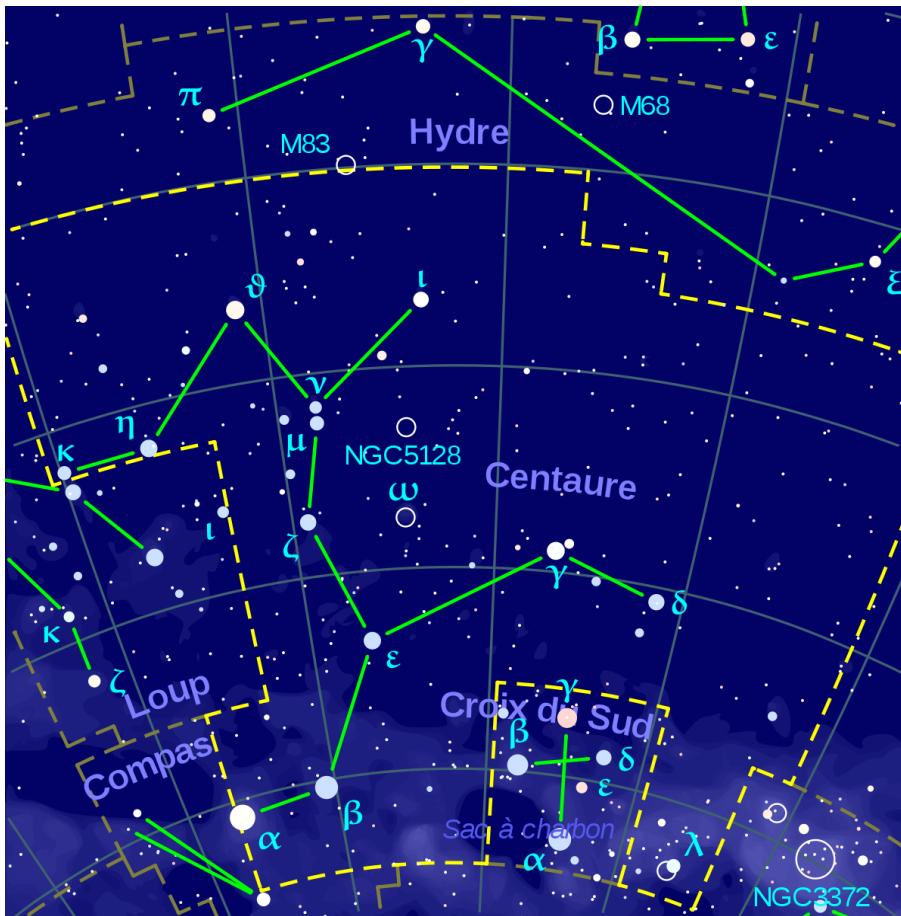
- (de) [Karl Christian Bruhns](#), « [Bessel: Friedrich Wilhelm](#) », dans [Allgemeine Deutsche Biographie](#) (ADB), vol. 2, Leipzig, [Duncker & Humblot](#), 1875, p. 558-567
- [Gustav Adolph Jahn](#) (de): *Friedrich Wilhelm Bessel, gestorben den 17. März 1846 zu Königsberg*. Nachruf in: Oswald Marbach (Hg.): *Literatur- und Kunstbericht*, 1846, Nr. 5, S. 17–18.

Références

- 1er (en) J. L. Heilbron, *The Oxford Guide to the History of Physics and Astronomy*, vol. 10, [Oxford University Press](#), 2005, « Bessel », p. 28
- 2eD'après Jürgen Hamel, *Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner*, vol. 67, Leipzig, BSB Teubner Verlagsgesellschaft, 1984 ([ISSN 0232-3516](#)), « Friedrich Wilhelm Bessel », p. 41.
- 3e(en) R. L. Duncombe, « *Personal equation in astronomy* », *Popular Astronomy*, vol. 53,[†] 1945, p. 2
- 4eD'après Christoph Hoffmann, *Unter Beobachtung – Naturforschung in der Zeit der Sinnesapparate.*, Göttingue, Wallstein Verlag, 2006, p. 147, 166 (on trouve dans cet ouvrage l'examen détaillé des travaux de Bessel sur l'équation personnelle).
- 5e(en) Vitalii I. Alekseev et Andris Bukejs, « *Xyletinus besseli* Alekseev & Bukejs 2019, sp. nov. », [Zootaxa](#),[†] 12 novembre 2019, p. 526-528 ([DOI 10.5281/zenodo.5945261](#), [lire en ligne](#) [[archive](#)], consulté le 5 février 2024)
- 6e Vitalii I. Alekseev et Andris Bukejs, « *Two new species of Xyletinus Latreille (Ptinidae: Xyletininae) in Eocene Baltic amber* », *Zootaxa*, vol. 4668, n° 4,[†]2019 ([DOI 10.11646/zootaxa.4668.4.5](#), [lire en ligne](#) [[archive](#)])

Constellation de mars :

Le Centaure



Désignation

Nom latin	Centaurus
Génitif	Centauri
Abréviation	Cen

Observation

Ascension droite

Entre 165,0° et 223,75°

Déclinaison

Entre -64,0° et -29,5°

Taille observable

1 060 deg² (9^e)

Visibilité

Entre 30° N et 90° S

Méridien

20 mai, 21h00

Étoiles

Brillantes ($m \leq 3,0$)

10 (α^A , β , α^B , θ , γ , ϵ , η , ζ , δ , ι)

À l'œil nu

286

Bayer / Flamsteed

60

Proches ($d \leq 16$ al)

3

La plus brillante	α Cen A (-0,01)
La plus proche	Proxima Cen (4,22 al)
Objets	
Objets de Messier	0
Essaims météoritiques	Alpha centaurides Omicron centaurides Theta centaurides
Constellations limitrophes	Carène Compas Croix du Sud Hydre Loup Machine pneumatique Mouche Voiles

Le **Centaure** est une [constellation](#) de l'[hémisphère sud](#), l'une des plus vastes du [ciel](#). Elle contient un [nombre](#) assez considérable d'étoiles brillantes, 10 d'entre elles dépassant la [magnitude apparente](#) 3.

Histoire

La constellation du Centaure fait partie des 48 constellations répertoriées par [Ptolémée](#) dans son *Almageste*. Elle était déjà mentionnée par Eudoxe (4^e [siècle](#) av. J.-C.) et Aratos de Soles (3^e siècle av. J.-C.)

Dans la mythologie grecque, le centaure (créature mi-homme, mi-cheval) que cette constellation désigne serait Chiron, le plus sage des centaures, précepteur de Jason et d'Hercule. Certaines sources lui attribuent aussi le Sagittaire, bien que Pholos ou Crotos soient plus souvent associés à ce dernier.

Étoiles principales

α Centauri

α Centauri est le [système stellaire](#) le plus proche du [système solaire](#). α Centauri A, également nommée *Rigel Kentaurus* (le *pied du Centaure* en arabe) ou *Toliman*, est la troisième [étoile](#) la plus lumineuse du ciel (magnitude apparente -0,01). Elle forme un [système binaire](#) avec sa compagne, α Centauri B. Une troisième étoile semble liée gravitationnellement au couple : [Proxima Centauri](#) est une [naine rouge](#) invisible à l'œil nu mais dont la position dans le système d' α Centauri en fait l'étoile la plus proche du [Soleil](#), éloignée de 4,22 années-lumière.

Autres étoiles

Hadar, ou Agéna, (β Centauri) est une [géante](#) bleue de magnitude apparente 0,6. Le Centaure contient également BPM 37093, une étoile morte qui serait constituée exclusivement de [carbone](#) cristallin, un gigantesque [diamant](#).

Observation du ciel

Le Centaure est une vision splendide du ciel [austral](#), par son nombre d'étoiles brillantes, mais sa forme générale n'est pas très facile à tracer. Il n'est bien visible que pour les observateurs situés suffisamment au sud, en pratique au moins sous les tropiques.

Localisation de la constellation

Le centaure est sur l'alignement qui passe par α Bootis (Arcturus) et α Virginis (Spica) : cet alignement touche le Centaure sur ι (le coude) et γ (la croupe) avant de [toucher](#) la Croix du Sud. Alpha du centaure est à 60°S, soit ~50° plus au Sud que α Virginis.

Par ailleurs, le Centaure est sur la [Voie lactée](#), entre deux autres constellations très riches : le Scorpion à l'[ouest](#), et le [Navire Argo](#) à l'est.

La proximité de la Croix du Sud permet d'orienter facilement les alignements nord/sud.

Forme de la constellation

Les deux premières étoiles visibles sont Rigel Kentaurus (α Cen) et Hadar (β Cen), assez proches (~5°) l'une de l'autre, et très brillantes (mag 0). Dans leur alignement vers l'Ouest, on repère ensuite facilement la Croix du Sud.

La partie "chevaline" du centaure enjambe la croix. Elle est marquée notamment par γ Cen, étoile brillante située dans l'axe de la Croix du Sud. ϵ Cen, l'étoile située sensiblement entre γ et α , marque [la jonction](#) des pattes avant. ζ Cen est la troisième étoile qui ferme le [triangle](#) de la partie "chevaline", au [nord](#) de β . Les pattes arrière du Centaure sont au niveau de la Croix du Sud, entre cette constellation et le début du Navire Argo.

La tête du Centaure est marquée par θ Cen, l'étoile brillante située 25° au Nord de α et β , au terme d'un alignement [vague](#) et zig-zagant, sorte de "W" très aplati, formé par β , ϵ , ζ , ν et θ .

Les Centaures

Les **Centaures** forment un peuple sauvage d'aspect monstrueux chevaux à torse et tête d'homme qui habitaient en Thessalie et en Arcadie. Toutefois [Chiron](#) et [Pholos](#) ne faisaient pas partie de la même famille de Centaures.



Centaures

De l'union illusoire d'[Ixion](#) et de Néphélé que Zeus avait créée pour tester le comportement amoureux du soupirant de son épouse, Héra, naquirent les centaures eux-mêmes ou bien Centauros, père des Centaures.

Centauros se serait uni aux juments de Magnésie pour donner naissance à la race des Centaures mi homme mi cheval.

Dans un texte de Diodore de Sicile (4. 69. 1) Centauros serait le fils d'Apollon et de Stilbé, fille du dieu-fleuve Pénée et de la naïade Créüse.

Ils étaient redoutables pour leur brutalité et leur sauvagerie. Ils se nourrissaient de chair crue et vivaient comme des bêtes dans les forêts de Thessalie. Leurs moeurs sauvages, leur amour immodéré du vin et des femmes les rendaient redoutables à tous ceux qui croisaient leur chemin.

Aux noces de Pirithoos.



Combat de Centaures et des Lapithes

[Piero di COSIMO](#)

c. 1500 National Gallery, London

Invités aux noces de [Pirithoos](#), roi des Lapithes, les Centaures s'enivrèrent et ils cherchèrent à violenter la jeune épouse, Hippiodamie et les autres femmes lapithes présentes.

Il s'ensuivit une mêlée générale qui mit aux prises les centaures, armés de troncs d'arbres et de tisons enflammés, et les Lapithes. Ces derniers parvinrent à les mettre en fuite. Les centaures furent alors contraints de se retirer aux abords du Pinde.

Le [combat des Centaures et des Lapithes](#) et la victoire de ces derniers, aidés par [Thésée](#), symbolise le triomphe de la civilisation sur la barbarie.

Visite d'Héraclès.

Au cours de la chasse au sanglier d'Erymanthe Héraclès fut reçu par [Pholos](#), le centaure sage et bienveillant qui fit cuire la viande spécialement pour lui seul et en son honneur, il ouvrit un tonneau d'un vin délicieux, présent de Dionysos. Les autres Centaures, attirés par l'odeur du vin, accoururent chez Pholos et réclamèrent leur part; mais la réception tourna rapidement au pugilat à cause des centaures qui s'enivrèrent. Armés de pierres et de troncs de sapins ils attaquèrent mais Héraclès les poursuivit de ses traits. Les centaures rescapés se réfugièrent près du cap Malée.

Nessos.

Un des Centaures, Nessos, est lié à la légende de la mort d'Héraclès.

Héraclès partit avec son épouse Déjanire et leur fils Hyllus, pour Trachis, patrie du neveu d'Amphitryon, Ceyx.

Nessus enlevant Déjanire par Lagrenée
(© Musée du Louvre, Paris)

Bientôt ils furent arrêtés par le fleuve Evénos alors en pleine crue, là, le Centaure Nessos (ou Nessus) assura qu'il était le passeur accrédité par les dieux et justement choisi pour son honnêteté; il offrit, moyennant un prix modique, de faire traverser Déjanire à pied sec tandis qu'Héraclès passerait à la nage. Héraclès accepta, paya la somme à Nessos, lança sa massue et son arc sur l'autre berge et plongea dans le fleuve. Mais Nessos ne tint pas son engagement et se mit à courir en sens inverse, tenant Déjanire dans ses bras, puis il essaya de lui faire violence. Elle appela au secours et Héraclès, ayant repris son arc, visa attentivement et tira, une flèche qui traversa la poitrine de Nessos. Nessos extirpa la flèche et dit à Déjanire: "si tu mélanges ma semence avec du sang de ma blessure, que tu y ajoutes de l'huile d'olive et que tu en enduises secrètement la chemise d'Héraclès, tu n'auras plus jamais à redouter ses infidélités."

Déjanire s'empressa de rassembler les ingrédients et les mit dans un pot qu'elle scella et conserva sans en souffler mot à Héraclès qui devait périr de ce fameux onguent.

Autres centaures.

"La seconde variété des Centaures qui avaient pris les armes était née dans l'île de Chypre. Quand Cypris, craignant de rencontrer dans son père un époux illégitime, sut éviter, aussi prompt que les vents, les poursuites du dieu à qui elle devait la vie, le grand Jupiter ne put l'atteindre, et dut, sans la soumettre à son union, abandonner Vénus, que lui dérobaient à légèreté et ses refus. La terre prit alors la place de Cypris, et vit naître, des fécondes tentatives du fils de Saturne, une nouvelle race cornue dont elle venait de recevoir en son sein nuptial le germe générateur."

Iconographie



Filiation.

Néphélé

[Ixion](#)

CENTAURES

Epouse* / amante

Enfants

LE SAVIEZ-VOUS ?

1) Mardi 10 mars 1906

Mars Reconnaissance Orbiter fête ses 20 ans en orbite autour de la planète rouge. Depuis 2006, la sonde de la Nasa cartographie la surface de Mars en haute résolution grâce à son télescope Hirise. Elle sert également de relais de communication aux rovers martiens.

Le 10 mars 2006, le journal science annonce l'observation de geysers sur Encelade, l'un des satellites de Saturne, large de 500 km. Ces formations ont été photographiées à contre-jour par la sonde Cassini quelques mois plus tôt, en novembre 2005. Elles semblent liées aux « rayures du tigre », un vaste réseau de fractures visible au sud de l'astre. Leur découverte suggère la présence d'eau liquide sous la croûte d'Encelade.

2) Vendredi 13 mars

La Cité des sciences, à Paris, souffle aujourd'hui ses 40 bougies ! Son inauguration a eu lieu au moment du survol de la comète de Halley par Giotto. La sonde européenne passe à 600 km de distance de l'astre glacé et en photographie le noyau. Une animation vidéo avec les images de Giotto est visible sur : www.youtube.com/watch?v=YPZcji32IBs.

3) Lundi 16 mars

La première fusée à carburant liquide a 100 ans ! Le 16 mars 1926, Robert H. Goddard la fait décoller de Auburn (Massachusetts). L'engin, qu'il baptise Nell, est l'ancêtre de nos fusées modernes. Il vole 2 seconde et demie et s'élève à 12 m. Goddard décède en 1945 à 62 ans. Il ne verra donc pas des astronautes marcher sur la Lune grâce à une fusée similaire aux siennes. En 1959, le nom de ce pionnier de l'astronautique a été donné au centre de recherche de la Nasa situé à Washington.

4) Mercredi 18 mars

Pendant quelques jours autour de l'équinoxe, tentez **le marathon de Messier**, qui consiste à observer les 110 objets du fameux catalogues en une seule nuit. L'absence de Lune est idéale cette année.

Ciel et Espace

ENIGME

Qu'est-ce qu'une étoile filante ?

Envoyez vos solutions à :

andrebourdet@gmail.com

Solution de l'énigme précédente

Quel est le nom du premier satellite artificiel ?

50 ans de l'histoire de la conquête spatiale

Spoutnik signifie « compagnon de voyage » en russe. La réussite du lancement du satellite Spoutnik a radicalement transformé la vision de l'Espace pour l'humanité. Il a stimulé une compétition entre deux puissances mondiales : les pays du bloc de l'Est et les pays du bloc de l'Ouest. C'est une véritable « course aux étoiles » où se sont succédé échecs et réussites. Ce petit satellite historique a ainsi ouvert la voie aux premiers vols habités et à une aventure humaine extraordinaire.

Spoutnik 1 est le premier satellite artificiel à avoir été mis en orbite autour de notre planète et ce à une altitude de 900 kilomètres. C'était une sphère d'aluminium de 58 centimètres de diamètre pour un poids de 83,6 kilogrammes et il était doté de quatre antennes. Son intérieur contenait de l'azote à une pression légèrement plus élevée que la pression atmosphérique à la surface de la Terre. Spoutnik 1 effectuait une rotation en 96 minutes. Mais la faible altitude de son périégée (point le plus proche de la terre) l'a rapidement fait rentrer dans notre atmosphère où il s'est consumé 92 jours après le lancement, le 4 janvier 1958.

Le son émis par Spoutnik

Spoutnik émet un « bip bip » régulier dans un but précis. Cela permet à toutes les nations de pouvoir calculer (par effet Doppler) à tous moments la position orbitale exacte du satellite. Ce signal prouve indubitablement la mise en orbite du satellite artificiel et représente, de ce fait, pour l'Union soviétique la marque indiscutable de leur avance technologique.

M51 (NGC 5194)

M51 (NGC 5194), aussi surnommée la **galaxie du Tourbillon**, est une galaxie spirale relativement rapprochée située à environ $7,225 \pm 2,126$ Mpc (23,6 millions d'al)^[3], selon des mesures non basées sur le décalage vers le rouge, dans la constellation des Chiens de chasse. M51 est la première galaxie dont on a observé la structure spirale au milieu du XIX^e siècle. De plus, cette galaxie est en interaction gravitationnelle avec sa plus proche compagne, la galaxie lenticulaire NGC 5195 (parfois désignée M51B^[4]).

Description

La classe de luminosité de M51 est II-III et elle présente une large raie H α . Elle renferme également des régions d'hydrogène ionisé (HII). De plus, elle est une galaxie active de type Seyfert 2.5^[1].

La luminosité de M51 dans l'infrarouge lointain (de 40 à 400 μ m) est égale à $2,04 \times 10^{10}$ ($10^{10,31}$) et sa luminosité totale dans l'infrarouge (de 8 à 1 000 μ m) est de $2,63 \times 10^{10}$ ($10^{10,42}$)^[6].

Selon la base de données NASA/IPAC, la vitesse de M51 par rapport au fond diffus cosmologique est de 696 ± 12 km/s^[1].

Histoire observationnelle

Découverte de M51

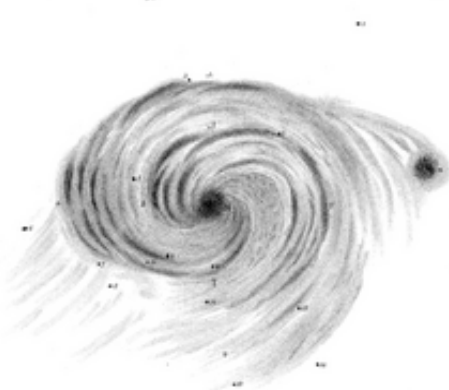
M51 a été découverte par l'astronome français Charles Messier le 13 octobre 1773. Ce dernier l'a inscrite à son célèbre catalogue le 11 janvier 1774. Six jours auparavant, soit le 5 janvier 1774, l'astronome allemand Johann Elert Bode avait redécouvert indépendamment M51^[4]. La galaxie compagne NGC 5195 n'a été découverte que le 21 mars 1781 par l'astronome français Pierre Méchain, mais on pense que les deux galaxies ont été observées par Messier^[4].

Structure spirale

La première mention connue de la structure spirale de M51 fut rapportée par l'astronome irlandais William Parsons (dit Lord Rosse) en 1845, alors qu'il l'observait à l'aide de son télescope de 1,8 mètre de diamètre (72 pouces) situé au Château de Birr, en Irlande. Parsons en fit un

premier croquis, publié en juin de la même année à la *British Association for the Advancement of Science* de Cambridge. Il en réalisera un second en 1850^[7].

Le surnom de « *galaxie du Tourbillon* » (*Whirlpool Galaxy* en anglais) proviendrait d'une publication de 1847 du dessin de Parsons annoncée comme : « *la nébuleuse du tourbillon de Lord*



Rosse »^[7].
sons, publié en 1850.

Second dessin de M51 réalisé par William Par-

M51 fut la première « nébuleuse » connue exhibant une structure spirale. Depuis cette découverte, on donna le nom de nébuleuse spirale à d'autres objets du ciel profond à l'aspect similaire. Il faudra attendre les années 1920 et les travaux d'Edwin Hubble pour que les astronomes comprennent que la plupart de ces « nébuleuses » sont en fait d'autres galaxies, bien plus lointaines.

Distance

La distance qui nous sépare de la galaxie M51 reste encore à ce jour incertaine. Selon les méthodes de calcul et d'observation utilisées, les valeurs obtenues restent plus ou moins fiables et précises :

Selon la base de données NASA/IPAC, la distance de Hubble de M51 est égale à $10,27 \pm 0,74$ Mpc (33,5 millions d'al)^[1]. Cependant, comme pour plusieurs galaxies du groupe de M101 et du groupe de M51 (*voir en fin de page*), la distance de Hubble est souvent très différente de la distance mesurée par des méthodes indépendantes du décalage vers le rouge. Certaines galaxies se déplacent dans le groupe avec des vitesses propres qui ne sont pas négligeables par rapport à la vitesse de récession produite par l'expansion de l'Univers. Si une galaxie du groupe se dirige vers la Voie lactée, on obtient une distance de Hubble plus petite que la distance réelle de la galaxie et, dans le cas contraire, une distance plus grande. Dans le cas de M51, 53 mesures non basées sur le décalage vers le rouge (*redshift*) ont été réalisées à ce jour. La distance de cet échantillon donne une valeur de $7,225 \pm 2,126$ Mpc (23,6 millions d'al)^[3]. Selon ces mesures, la distance de M51 est comprise entre 16,6 et 30,5 millions d'années-lumière.

Une valeur plus précise de $8,4 \pm 0,7$ Mpc (27,4 millions d'al) a été obtenue en se basant sur les supernovas SN 2005cs et SN 2011dh^[8]. Une dizaine d'autres articles portant sur l'évaluation de la distance de M51 ont été publiés depuis 2012^[9]. La valeur moyenne des distances de ces articles est de $7,76 \pm 0,93$ Mpc (25,3 millions d'al).

Selon une étude publiée en 2023, la distance de M51 serait égale à $7,50 \pm 0,24$ Mpc (24,5 millions d'al). Cette valeur est basée sur l'observation de céphéïdes et de la supernova SN 2005cs^[10].

Morphologie

M51 est une galaxie spirale de grand style^[11], c'est-à-dire dont les bras spiraux sont bien définis. On pense par ailleurs que le dessin majestueux de ses bras est en partie dû à l'influence gravitationnelle de la galaxie compagne NGC 5195^[11]. M51 présente deux bras spiraux majeurs qui s'enroulent autour de son bulbe central. Ces derniers effectuent par endroits des virages serrés, s'apparentant à des « coudes » probablement causés par l'interaction avec NGC 5195^[12]. Le bras spiral Nord se termine en rejoignant la galaxie compagne, mais en réalité celui-ci passe devant celle-ci depuis notre point de vue^[13].



La paire de galaxies M51 et NGC 5195 (à droite) imagée par le télescope spa-



tial Hubble (2005).

Détail de M51 réalisé par Hubble.

M51 a été utilisée par Gérard de Vaucouleurs comme une galaxie de type morphologique SA(s)bc dans son atlas des galaxies^{[14],[15]}. Avec NGC 5195, elle figure également dans l'atlas des galaxies particulières d'Halton Arp sous la cote Arp 85^[4].

Interaction avec NGC 5195

M51 forme une paire de galaxies en interaction avec sa voisine NGC 5195. À ce jour, le déroulement précis de leur interaction reste en débat. Deux hypothèses existent à ce sujet, basées sur des simulations numériques et des études cinématiques : celle où NGC 5195 aurait effectué plusieurs rencontres rapprochées avec M51, et celle d'une rencontre unique^[16].

Selon la première hypothèse, NGC 5195 pourrait avoir traversé le disque de M51 il y a entre 500 et 600 millions d'années, le pénétrant de l'arrière vers notre direction, avant d'effectuer un autre croisement il y a entre 50 et 100 millions d'années jusqu'à sa position présente, soit légèrement à l'arrière de M51^[17]. Dans un article publié en 2020, la première rencontre est indiquée comme avoir eu lieu il y a entre 400 et 500 millions d'années^[16].

L'interaction entre les deux galaxies a amélioré le taux de formation d'étoiles dans M51, et plus particulièrement dans son bras spiral Nord. On pense également que de la matière interstellaire, sous forme de gaz, provenant de M51 a pu être accrétée par NGC 5195^[18].

Débris de marée

M51 et NGC 5195 sont entourées de débris de marée qui apparaissent sous la forme d'une vaste étendue diffuse visible en imagerie optique (lumière visible) ou infrarouge. Ces débris, principalement constitués d'étoiles, ont pour origine l'interaction qui se joue entre les deux galaxies. Au Nord-Ouest de M51, se trouve notamment un grand panache diffus qui s'étend jusqu'à une distance d'environ 43 kpc (140 000 al) depuis le centre de cette galaxie. Abritant essentiellement de vieilles étoiles, ce dernier s'est probablement formé il y a quelques centaines de millions d'années^[19].



Visualisation des débris de marée (régions diffuses) autour de M51 et NGC 5195. Cette image est issue d'un temps de pose de près de 255h et révèle aussi le nuage ionisé (en rouge, à droite) découvert en 2018.

Un article publié en 2018 rapporte la découverte d'un vaste nuage d'hydrogène ionisé à environ 32 kpc (104 000 al) au Nord de la paire de galaxies. La taille de cette nébuleuse est immense, 25 par 7,5 kpc. Pour expliquer la présence de ce vaste nuage, les auteurs de l'étude privilégient les modèles dans lesquels les gaz ont été expulsés du système d'interaction de M51 par des forces de marée ou par des vents provenant d'une période de sursaut de formation d'étoiles. Ce dernier scénario soulève la possibilité que ce soit un exemple de nébuleuse fossile AGN ou d'un écho lumineux semblable au voorwerp de Hanny près de la galaxie IC 2497^[20].

Centre de la galaxie

Formation d'étoiles

Grâce aux observations du télescope spatial Hubble, on a détecté un disque de formation d'étoiles autour du noyau de M51. La taille de son demi-grand axe est estimée à 600 pc (~1 955 années-lumière)^[21]. L'efficacité actuelle de formation d'étoiles définie comme étant le rapport de la masse des nouvelles étoiles à la masse du gaz impliqué n'est cependant que d'environ 1 %, une valeur comparable à la valeur globale de la Voie lactée et d'autres galaxies spirales. On estime que ce taux élevé ne durera pas plus de 100 millions d'années^[22].

Trou noir supermassif

Selon les auteurs d'un article publié en 2002, la masse du trou noir central de M51 (NGC 5194) est de $8,91 \times 10^6 (10^{6,95})$ ^[23]. Selon une étude publiée en 2009 et basée sur la vitesse interne de la galaxie mesurée par le télescope spatial Hubble, la masse du trou noir supermassif au centre de M51 serait comprise entre 430 milles et 2,3 millions de ^[24]. Une autre étude réalisée auprès de 90 galaxies de type Seyfert 2 utilisant la dispersion des vitesses a permis d'estimer la masse des trous noirs supermassifs centraux de celles-ci. Pour M51, la masse du trou noir est égale à $8,9 \times 10^6 (10^{6,95})$ ^[25].

Selon les auteurs d'un article publié en 2012, la connaissance de la masse d'un trou noir central et du taux d'accrétion de celui-ci permet d'estimer le taux de formation d'étoiles dans la région centrale des galaxies de Seyfert. Ce taux pour M51 serait à l'intérieur et à l'extérieur d'un rayon de 1 kpc respectivement de 0,28 /an et de 2,2 /an^[26].

Les images obtenues par le télescope spatial Hubble ont permis aux astronomes de voir ce qui pourrait être un immense disque de poussière qui nourrit le trou noir supermassif au centre de M51. Ces observations furent rapportées par Holland Ford de l'Université Johns-Hopkins^[27].

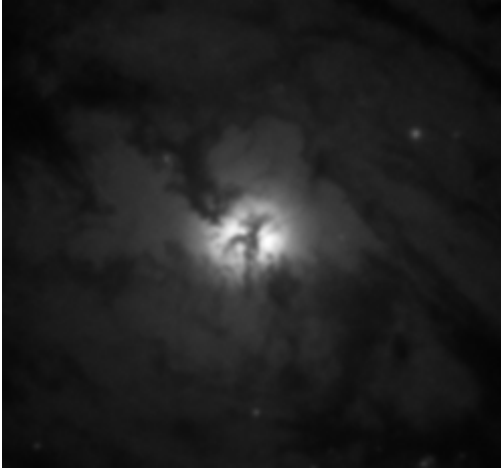
Objets célestes atypiques

Structure en forme de « X »

Des images du centre de M51 prises par Hubble montrent une étonnante structure sombre en forme de « X » à la position exacte du trou noir supermassif^[27].

L'étonnante structure en forme de « X » au centre de M51 (Hubble).

La barre la plus large et la plus foncée du « X » pourrait être un anneau de poussière d'une centaine d'années-lumière de diamètre qui nous cacherait le trou noir et son disque d'accrétion^[28]. La seconde barre du « X » pourrait être un autre disque de poussière vu par la tranche ou possiblement du gaz et de la poussière en rotation dans M51 qui intersectent les cônes des jets de matière ionisée émis par le trou noir^{[28],[27]}.



Autre image plus détaillée du « X » de M51 prise par Hubble.

Étoile obscurcie

Dans une étude publiée en 2021, en comparant les relevés issus de précédentes observations de M51 par le télescope spatial Hubble, une équipe de chercheurs a découvert que l'étoile M51-DSI, une supergéante rouge située dans la dite galaxie, a disparu entre 2017 et 2019. De par ses caractéristiques, cette disparition fut interprétée comme une possible « supernova ratée », où l'étoile se serait effondrée sur elle-même donnant directement naissance à un trou noir, sans produire un accroissement de sa luminosité^[29]. Cette hypothèse fut cependant rejetée après que l'étoile soit réapparue au cours de l'année 2021. On pense que M51-DSI a plus vraisemblablement connue une importante éruption de matière ayant assombri l'étoile vue depuis la Terre, la faisant ainsi disparaître temporairement. Ce phénomène, déjà observé à moindre intensité avec Bételgeuse en 2019, reste relativement rare^[30].

Exoplanète

En septembre 2020, le télescope spatial Chandra détecte une possible exoplanète, nommée M51-ULS-1b, en orbite autour de M51-ULS-1, une binaire X de grande masse. Son existence a été de nouveau confirmée le 25 octobre 2021 par la NASA qui précise ses observations sur 55 systèmes de M51, 64 dans M101 et 116 dans M104. Le phénomène, présumé comme le passage d'une exoplanète, n'avait été détecté que sur M51-ULS-1. Or, le prochain passage est prévu dans 70 ans environ, ce qui reste difficile à confirmer^[31].

Il s'agit de la toute première exoplanète détectée en dehors de la Voie lactée. Cette découverte a été réalisée grâce aux transits que la planète effectue devant une source de rayons X, qui peut être soit une étoile à neutrons soit un trou noir, en étoile binaire d'objets compacts avec une étoile supergéante, probablement de type B^{[32],[33]}.

Observation (amateur)

Repérage

Dans le ciel terrestre, la galaxie M51 se trouve près de la frontière entre la constellation des Chiens de chasse et celle de la Grande Ourse. Elle peut être repérée en utilisant Alkaïd (η UMa), la dernière étoile qui compose l'extrémité du manche de la Grande Casserole (Grande Ourse). Depuis celle-ci, M51 se trouve à environ 3,5° vers le sud-ouest.

Observation

Avec une magnitude apparente égale à 8,4, M51 peut être distinguée sous un ciel sombre à l'aide d'une paire de jumelles dont l'ouverture est d'au moins 40–50 mm, ou d'un petit télescope^[34]. Elle apparaît alors sous la forme d'une faible tâche floue^[35].

Avec un télescope de 60 mm, les noyaux de M51 et de NGC 5195 peuvent être résolus séparément. Un instrument de 200 mm est nécessaire pour commencer à distinguer la structure spiralée^[36].

Comme c'est souvent le cas pour de nombreux objets du ciel profond à l'aspect nébulaire, la véritable étendue et les détails de la structure de M51 ne peuvent être obtenus qu'en astrophotographie.

Puisque sa déclinaison est supérieure à 47°, M51 est toujours située au-dessus de l'horizon pour un observateur situé à une latitude nordique supérieure à 43°. Il s'agit par conséquent d'un objet circumpolaire.

Supernova

Trois supernovas ont été découvertes dans M51 : SN 1994I (en), SN 2005cs (en) et SN 2011dh (en)^[37]. En 2019, on a observé une supernova imposteuse désignée comme AT 2019abn^[38].

SN 1994I

Cette supernova a été découverte le 2 avril 1994 par les astronomes amateurs américains Tim Puckett^[39] et Jerry Armstrong, puis rapportée par les amateurs Wayne Johnson, Doug Millar, Richard Berry et Reiki Kushida^[40]. D'une magnitude apparente de 13,5 au moment de sa découverte, elle était de type Ic^[41].

SN 2005cs



La supernova SN 2005cs (point lumineux au centre du cercle) vue dans la galaxie M51 (NOAO).

Cette supernova a été découverte le 28 juin 2005 par l'astronome amateur allemand Wolfgang Klochr^{[42].[43]}. D'une magnitude apparente de 14 au moment de sa découverte, elle était de type II^[44].

SN 2011dh

Cette supernova a été découverte le 31 mai 2011 (ou le 1^{er} juin 2011 selon la base de données TNS (*Transit Name Server*)^[45]) par Tom Reiland, Thomas Griga, Amedee Riou et Stephane Lamotte Bailey^[46]. D'une magnitude apparente de 14 au moment de sa découverte, elle était de type IIP^[45].

Une candidate progénitrice a pu être détectée par le télescope spatial Hubble^[47]. Il est probable qu'il s'agissait à l'origine d'une étoile supergéante jaune d'une masse entre 18 et 24 masses solaires^[48]. Une image publiée sur le site de l'Astronomy Picture Of the Day montre M51 avant et après l'explosion de cette étoile^[49].

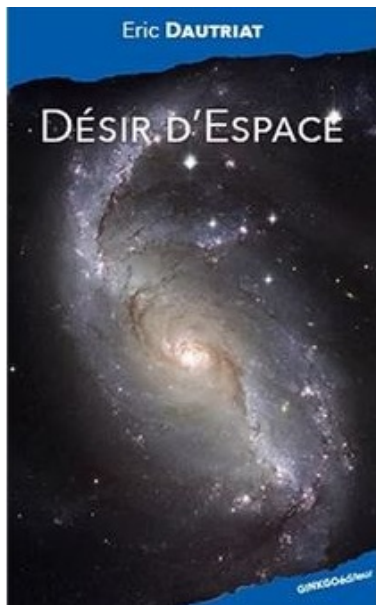
AT 2019abn

Cette supernova imposteuse a été découverte le 22 janvier 2019 par le relevé astronomique Zwicky Transient Facility de l'observatoire Palomar^[50]. Cet événement transitoire a ensuite été relié à une nova rouge lumineuse. Le progéniteur a été détecté dans les images infrarouges du télescope spatial Spitzer. Aucun objet n'a pu être détecté dans les images d'archive du télescope spatial Hubble, indiquant que l'étoile progénitrice a été énormément obscurcie par la poussière interstellaire. AT 2019abn a atteint une magnitude apparente maximale de 17 et une magnitude absolue de -14,9^[38].

LOISIRS

Résumé

« Désir d'espace », voilà une question qui interroge tout un chacun par la multitude de ses approches, de ses aspirations. Pour un citoyen de la Terre l'espace est dans le ciel, où la vision n'a plus de repère, où les religions ont installé leurs hospices, » Il ne s'agit pas de faire de l'imaginaire la source directe de ces initiatives. L'imaginaire est un cerveau dépourvu de bras, et pire, il n'a pas le sou. Mais il est bien là. Il murmure à l'oreille de chacun d'entre nous, et même des puissants. Ce livre, qui propose de déambuler entre mythologie, philosophie, sociologie, anthropologie, littérature, et toute cette sorte de choses... ce livre est d'un ingénieur. Mais qu'est-ce que la déambulation méditative d'un ingénieur ? Voilà un rythme auquel il a été bien peu préparé surtout si son métier est de concevoir des fusées. « Dans ces disciplines dont les noms se terminent par ie, je n'ai que les connaissances d'un autodidacte. Mon environnement est plutôt en ique. Si la matière de ce livre – l'espace – fut celle de mon engagement professionnel, ma façon de l'aborder ne sera sans doute pas dépourvue de candeur. Mais c'est peut-être, justement, ce qui lui donnera quelque intérêt ? Je voudrais juste remonter à l'époque où les barbelés entre science et technique d'une part, philosophie et littérature d'autre part, n'étaient pas encore tendus. » Les ingénieurs ont un goût immodéré, parfois même agaçant, pour la logique et la netteté. Ils croient qu'à la fin la physique a toujours raison. Ils seraient même un tantinet méticuleux, comme l'artisan décrit par Charles Péguy, qui fabriquait une chaise avec le même souhait de perfection que si c'était une cathédrale. C'est leur savoir-faire (et en matière d'espace, une dose de méticulosité ne nuit pas), leur esthétique, et aussi leur éthique. Du reste, de temps en temps ils construisent aussi des cathédrales. Peut-être sont-ils déjà d'un autre temps, les études scientifiques ne motivant plus grand monde ? Prendre conscience de la profondeur de « ce qui nous pousse » vers les étoiles contribuerait à mieux asseoir l'exploration spatiale dans ce qui devrait être un de ses rôles majeurs : l'éducation scientifique, sujet immense et vital pour l'avenir. Dans son livre, Eric Dautriat nous fait partager sa riche expérience « d'espace », ou comment échapper aux lourdeurs de l'attraction terrestre pour s'envoler dans l'immensité du ciel. Son « Désir d'espace ».



Diplômé de l'École centrale de Lyon en 1977, Éric Dautriat intègre la SNECMA où il devient responsable avant-projets moteurs civils dans la direction Technique. Entré au CNES en 1985, il est délégué au conseil directeur Ariane et au comité de programme Scientifique de l'ESA avant d'intégrer en 1988 la direction des Lanceurs en tant que, successivement, adjoint au directeur de Programme Ariane 4, responsable avant-projets lanceurs, chef de projet Propulseurs à propergol solide d'Ariane 5, et, en 1997, directeur des Lanceurs. Il est également l'auteur de plusieurs essais et romans.

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

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