

numéro 79

février 2018

www.albireo78.com

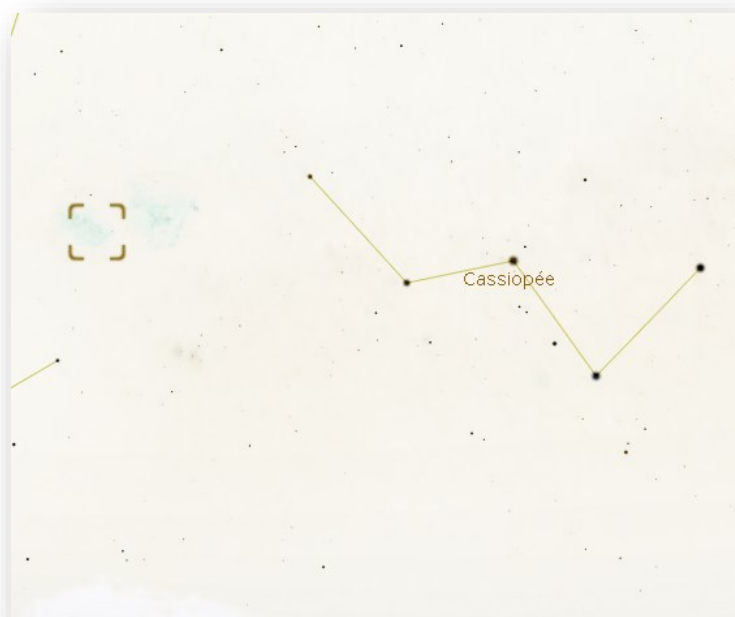
*Albireo*⁷⁸

L'ALBIREOSCOPE

Emilie de Breteuil, Duchesse du Châtelet
les étoiles variables

Marie Perle

en couverture



IC 1848, la nébuleuse de l'âme

Constellation : Cassiopée

Instrument : lunette William Optics ZS 66

Capteur : CCD Moravian G2—8300

Image : filtres Ha et OIII

Total : 15h 40 min

Date : 13 et 14 octobre 2017

Nicolas

Sommaire

2



Emilie de Breteuil

Jean-louis

L'histoire d'une femme savante du XVIII^e siècle qui a contribué à la diffusion des idées de Newton en les transposant en langage mathématique...

16

C'est arrivé ce jour-là...

Des événements en relation avec le monde de l'astronomie qui se sont déroulés en février 1958, 1888, etc...



20



les étoiles variables

lionel

Pourquoi, à certains moments de leur vie, les étoiles deviennent variables ?

26

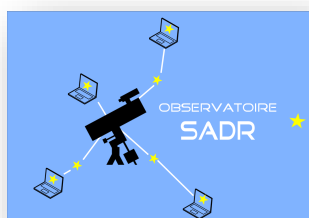
les céphéides

lionel

Parmi les étoiles variables, les céphéides. Récit d'une découverte par une astronome qui a laissé son nom à une relation mathématique...



30



Du côté de chez Sadr

lionel

Les dernières images et les travaux les plus récents obtenus avec notre observatoire piloté à distance.

Emilie de Breteuil, duchesse du Châtelet

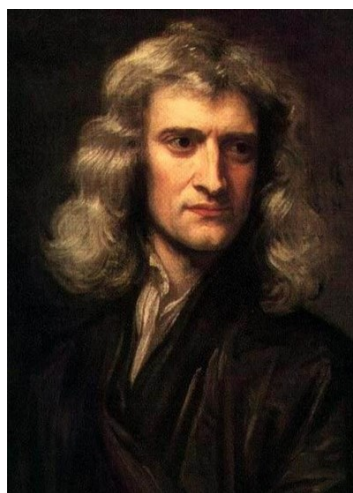
**Première femme « savante » française,
physicienne, mathématicienne
et astronome**

En 2015 on a célébré le 100^{ème} anniversaire de la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein illustrée par la formule célèbre $E = MC^2$ et il a fallu 100 ans pour la voir, il y a quelques mois, confirmée expérimentalement par la détection des ondes gravitationnelles. Le temps des grandes découvertes suit sa propre horloge réglée sur un



(gauche) Portrait de Gabrielle-Emilie Le Tonnelier de Breteuil, marquise Du Châtelet Collection Château de Breteuil

rythme séculaire. Cette dernière théorie n'a pas remplacé la théorie de la gravitation de



(droite) Portrait d'Isaac Newton à 46 ans Gottfried Kneller 1689

Newton, vieille de plus de 300 ans, et qui est toujours applicable dans les champs de gravitation faibles.

Remontons trois siècles en arrière : une femme « savante » du Siècle des Lumières contribue grandement à faire progresser

la physique et l'astronomie au XVIII^{ème} siècle. Elle s'est battue contre les plus hautes autorités académiques pour défendre le concept de la « force vive » (énergie cinétique $E = 1/2 MV^2$) et elle a permis de diffuser auprès du monde scientifique et de ses concitoyens la théorie de la gravitation d'Isaac Newton. Mais c'est l'autre face de sa personnalité de femme libre, maîtresse de Voltaire, que l'histoire a surtout retenue. Le tricentenaire de sa naissance en 2006 a été l'occasion de rétablir la balance du côté de la science grâce à une exposition à la Bibliothèque Nationale (1) et au livre d'Elisabeth Badinter « Emilie, Emilie ou l'Ambition Féminine au XVIII^{ème} siècle » (2).

Une enfance studieuse

Elle appartenait à la riche aristocratie : à sa naissance le 17 décembre 1706 son père le baron Louis Le Tonnelier de Breteuil est âgé de 58 ans, et occupe le poste « d'Introduit des Ambassadeurs » à la

cour de Versailles. Par ses activités de diplomate, il avait l'occasion d'approcher le roi Louis XIV. Elle était sa seule fille, il fut toujours bienveillant et attentionné. Il lui donna une éducation identique à celle de ses deux frères, ce qui était exceptionnel pour une fille à cette époque. Douée pour les langues, à 12 ans elle parle l'anglais et l'italien et traduit du latin, des parties de l'Eneide. Elle se passionne pour les mathématiques et la physique. Dans le salon de ses parents, Fontenelle lui explique son ouvrage : « Les Entretiens sur la pluralité des mondes », un essai de vulgarisation sur l'astronomie de Descartes et Copernic et lui procure les communications de Cassini sur les satellites de Saturne.

Une jeunesse de courtisane

Elle sera aussi attirée par les arts, elle pratique le chant, la musique et le théâtre. A 16 ans elle fait son entrée à la cour de Versailles. Elle y prendra goût pour le jeu, les



belles robes et les diamants. Ces plaisirs féminins lui vaudront plus tard le surnom donné par Voltaire de « Madame Pompon Newton ». Dans les premières années de sa jeunesse, elle jouira des plaisirs de la vie, animera des fêtes de la cour et aura quelques amants. A 19 ans elle se marie avec le marquis du Châtelet de vieille noblesse d'épée lorraine ; elle en aura trois enfants.

Une Femme avide de savoir

A 27 ans, elle prend conscience des futilités de la vie mondaine et se tourne vers son autre passion : les études, qu'elle décrit dans son essai du « Discours sur le bonheur » (3) comme « une ressource sûre contre les malheurs et une source de plaisirs

inépuisables ». Elle apprend les mathématiques, discipline à la mode, avec Maupertuis, membre de l'Académie des Sciences, qui devient son amant. Clairaut, autre académicien, écrit pour elle un traité de géométrie. Mais le tournant de sa vie est sa rencontre avec Voltaire en 1733 qui, de retour d'Angleterre, l'initie à la philosophie de Newton (décédé en 1727). Ils partageront 15 ans de passion amoureuse et une éternelle passion intellectuelle. Voltaire, alors poursuivi pour ces Lettres philosophiques, se réfugie au Château de Cirey en Lorraine, la demeure d'Emilie. De ce lieu, ils font un laboratoire d'idées qui diffuse dans toute l'Europe la pensée de Newton mais aussi aménagent, au sens propre, un laboratoire de physique



Voltaire et Emilie statues de cire dans l'appartement d'Emilie de Breteuil au Château de Breteuil

dans une aile du château, premier laboratoire privé où ils font leurs expériences.

Une Scientifique qui a l'ambition d'affirmer ses idées

Emilie marque une préférence pour la physique : elle est convaincue que la majorité des membres de l'Académie des sciences, partisans de Descartes et des impulsions pour décrire la chute des corps sont dans l'erreur. Elle veut faire triompher la théorie de l'attraction universelle de Newton. C'est un combat doublement inégal : les femmes ne sont pas admises à siéger à l'Académie et elle soutient la thèse d'un Anglais. Elle va s'appuyer sur les « Newtoniens » de l'Académie, Maupertuis et Clairaut, elle participe aux réunions informelles des savants au café Gradot, habillée en homme, car ce lieu était aussi interdit aux femmes.

En janvier 1738, dans le Journal des savants, elle fait l'éloge du dernier ouvrage à succès de Voltaire « les Eléments de Newton » où il met à la portée de tous la connaissance d'une œuvre révolutionnaire.

SUR LA PHYSIQUE DE NEWTON*

A MADAME

LA MARQUISE DU CHASTELET.

Tu m'appelles à toi, vaste & puissant génie,
Minerve de la France, immortelle Emilie.
Je m'éveille à ta voix, je marche à ta clarté,
Sur les pas des vertus & de la vérité.
Je quitte *Melpomène* & les jeux du Théâtre,
Ces combats, ces lauriers, dont je fus idolâtre.
De ces triomphes vains mon cœur n'est plus touché.
Que le jaloux *Rafus*, à la terre attaché ;
Traine au bord du tombeau la fureur insensée
D'enfermer dans un vers une fautive pensée ;
Qu'il arme contre moi ses languissantes mains,
Des traits qu'il destinoit au reste des humains ;
Que quatre fois par mois un ignorant *Zoile*
Elève en frémissant une voix imbécille ;
Je n'entends point leurs cris que la haine a formés.
Je ne vois point leurs pas dans la fange impétués.
Le charme tout-puissant de la Philosophie,
Elève un esprit sage au-dessus de l'envie.
Tranquille au haut des cieux, que *Newton* s'est soumis,
Il ignore en effet s'il a des ennemis.
Je ne les connois plus. Déjà de la carrière
L'anguste vérité vient m'ouvrir la barrière ;

* Cette Lettre est imprimée au-devant des *Eléments* de *Newton*, donnée au Public par M. de Voltaire en 1738 & 1741.



ELÉMENTS DE LA PHILOSOPHIE DE NEWTON,

Mis à la portée de tout le monde.

Par M^{rs}. DE VOLTAIRE.



A AMSTERDAM,

Chez ETIENNE LEDET & Compagnie.

M. DCC. XXXVIII. /.

Sa première reconnaissance : l'imprimatur de l'Académie des sciences

L'année précédente, l'Académie avait lancé un concours sur le sujet : « De la nature du feu et de sa propagation ». Voltaire avait décidé d'y participer. Elle aussi va concourir, à l'insu de ce dernier, voyant les multiples expériences qu'il réalise dans le laboratoire de Cirey pour « peser le feu ». Il y a une rivalité intellectuelle entre les deux savants ; elle prend une thèse opposée sur l'immatérialité du feu, ne fera pas d'expérience mais s'appuiera sur ses propriétés. Le dépôt des mémoires est anonyme ce qui égalise les chances ; le prix de l'Académie est décerné à Euler mais Réaumur demande à l'Académie d'imprimer les mémoires d'Emilie et de Voltaire. Le mémoire d'Emilie fut le premier ou-

vrage d'une femme à être imprimé par l'Académie en 1738. Cette distinction va permettre de la faire connaître dans toute l'Europe et Maupertuis va le diffuser auprès de ses collègues.

La Polémique de la « force vive » : publication des « Institutions de Physique »

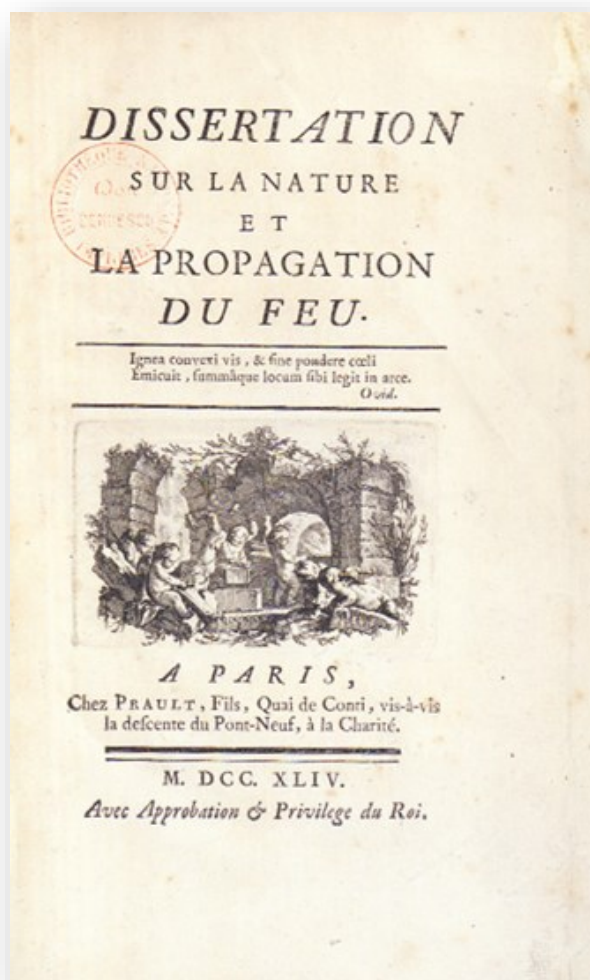
L'allemand Gottfried Leibniz et le suisse Johann Bernoulli ont exprimé le concept de conservation de l'énergie sous forme mathématique comme le produit de la masse d'un objet par le carré de sa vitesse (mv^2). Le fils de ce dernier, Daniel Bernoulli, membre de l'académie introduisit le coefficient $\frac{1}{2}$. Ils s'opposaient à Descartes et Newton qui exprimaient l'énergie en fonction de la quantité de mouvement (mv).

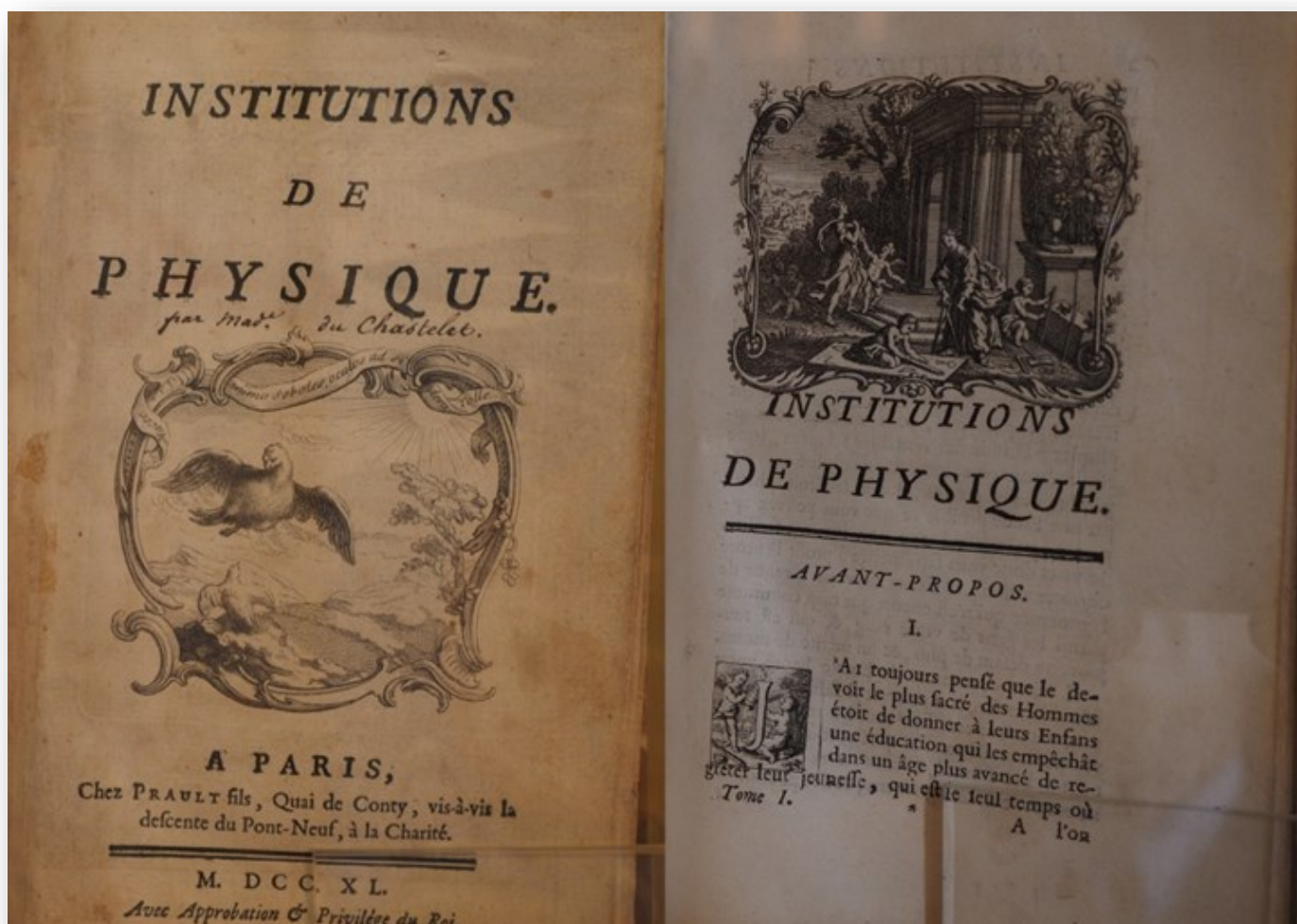
Emilie étudia la philosophie de Leibniz que lui enseigna Koenig, un disciple de Leibniz. Elle adopta la thèse de la force vive fonction du carré de la vitesse et utilisa les outils mathématiques développés par Leibniz : les équations différentielles et le calcul intégral. Nous verrons par la suite que c'est ce progrès considérable des mathématiques qui va faire l'originalité et la valeur de sa traduction de Newton.

En 1740, elle publie les Institutions de Physique dédiées à son fils. L'enseignement de la science et la transmission du savoir sont les motivations principales de son travail. Le livre qui expose avec clarté la doctrine de Leibniz dans son premier chapitre est un succès, il fait l'objet d'éloges dans le journal des savants.

Un premier scandale éclate quand Koenig prétend à la paternité de l'ouvrage et colporte cette nouvelle dans tout Paris. Mais Emilie a vite fait de prouver qu'elle avait rédigé son livre bien avant d'engager Koenig.

Dans cet ouvrage elle adhère à la force vive et exprime son désaccord avec Newton et





Descartes sur la quantité de mouvement. Mais aussi elle a aussi l'audace d'y exprimer une violente critique de la théorie des forces du secrétaire de l'académie Dortous de Mairan. Ce dernier, fort vexé, tenta de ridiculiser Emilie. Suit un échange de nombreuses lettres où elle argumente avec talent contre le secrétaire de l'académie. Cette polémique divise le couple ; elle est désapprouvée par Voltaire, partisan « de la simple vitesse multipliée par la masse », mais aussi les savants. Mais elle est soutenue dans son combat par Bernoulli et Maupertuis : « elle a raison pour le fond et pour la forme ». Dans la deuxième édition des Institutions de 1742, elle a le courage de répondre « non » sans une pointe d'insolence : « je ne suis pas secrétaire de l'Académie mais j'ai raison,

et cela vaut tous les titres ». Cette polémique illustre bien la rivalité des deux philosophies Newton-Leibniz.

Elle est reconnue dans toute l'Europe bien plus qu'en France

Tout ce bruit autour de l'ouvrage l'a rendue célèbre à l'étranger. Publié en Hollande, il est traduit en allemand et en italien. Emilie est élue à l'Académie de Bologne en 1746 : c'est la seule académie ouverte aux femmes. En Allemagne, elle est reconnue la même année par la Décade d'Augsbourg parmi les dix savants les plus célèbres. En France, son affrontement avec le secrétaire de l'académie lui a valu bien des ennemis au sein de l'assemblée.

La traduction des « Principia mathematica philosophiae naturalis » de Newton de (1687)

Emilie n'a jamais renié Newton, elle est adepte des deux philosophies, elle va utiliser sa très bonne connaissance de chacune d'elle pour réaliser l'œuvre de sa vie qui fera sa célébrité. Elle décide en 1744, dans le secret, d'entreprendre la traduction des Principia de Newton. Elle justifie son travail « être utile aux Français car le latin de M. Newton en est une des difficultés ». Le français est la langue scientifique de l'époque. Mais sa motivation profonde est d'exprimer sa pensée dans les commentaires et d'apporter sa contribution personnelle. Elle a compris qu'en tant que femme, elle serait plus sûrement reconnue par la postérité associée à l'œuvre du grand homme. Elle y travaille pendant 5 ans, mais à Lunéville elle a une passion amoureuse pour Saint-Lambert, un jeune poète, qui la perturbe dans son travail. Enceinte, elle décide de revenir à Paris et se consacre jour et nuit à sa traduction. Elle a un mauvais pressentiment, elle est convaincue de ne pas survivre à ses couches. Elle termine, signe et fait déposer son manuscrit à la Bibliothèque du Roi le 10 septembre

1749, jour de sa mort.

Voltaire est très affecté par la disparition de sa compagne, il écrit au roi de Prusse Frédéric II : « J'ai perdu un ami de vingt-cinq années, un grand homme qui n'avait le défaut que d'être femme et que tout Paris regrette et honore. »

Deux hommes, Voltaire et Clairaut, vont consacrer tous leurs efforts pour honorer sa mémoire en publiant son œuvre posthume en 1756 et 1759.

La Préface de Voltaire est un émouvant hommage à celle qu'il admirait pour son savoir et sa grande intelligence. « On a vu deux prodiges : l'un, que Newton ait fait cet ouvrage ; l'autre, qu'une dame l'ait traduit et éclairci. » Les Principia mathematica sont divisés en deux tomes : le premier tome comprend deux livres qui traitent « Du mouvement des corps ». La traductrice « n'a pas craint en quelque endroit d'ajouter ou de transposer quelques idées pour donner au sens plus de clarté. En ce sens on trouvera Newton plus intelligible... » Les raisonnements mathématiques de Newton étaient basés sur des figures de la géométrie Euclidienne, elle sut les transposer en langage mathématique de son temps.

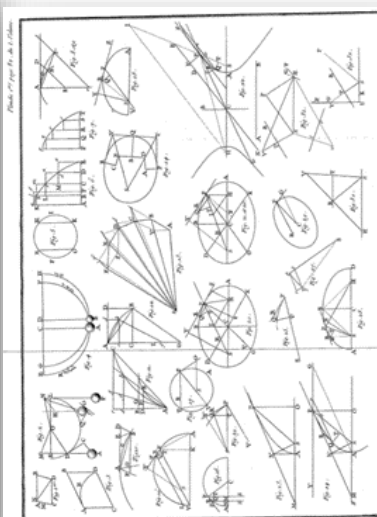
PRINCIPES MATHÉMATIQUES

DE LA
PHILOSOPHIE NATURELLE,
Par *franc* Madame la Marquise DU CHASTELLET.
TOME PREMIER.



A PARIS,
Chez DESAINY & SAILLANT, rue S. Jean de Beauvais,
Chez LAMBERT, Imprimeur - Libraire, rue & à côté
de la Comédie Française, au Parnasse.

M. D. C. C. L. I. X.
AVEC APPROBATION ET PRIVILÈGE DU ROI.



DU MOUVEMENT DES CORPS.

LIVRE PREMIER.

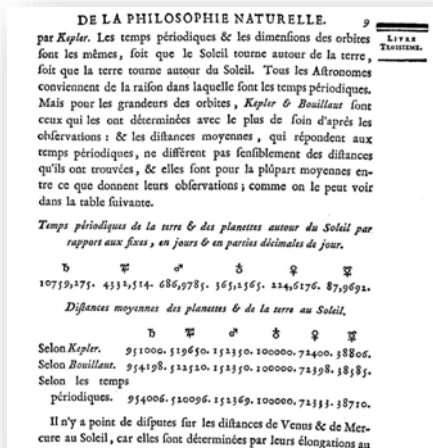
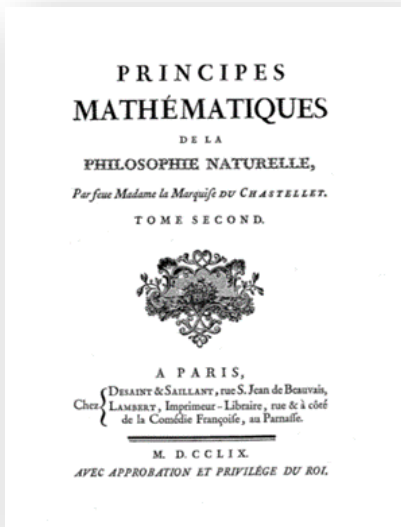
SECTION PREMIERE.

De la méthode des premières & dernières raisons employée dans
son ouvrage.

LEMME PREMIER.

Est quantités & les raisons des quantités qui tendent continuellement à
devenir égales pendant un temps fini, & qui avant la fin de ce temps
approchent tellement de l'égalité, que leur différence n'est plus petite
qu'une certaine différence donnée, deviennent à la fin égales.

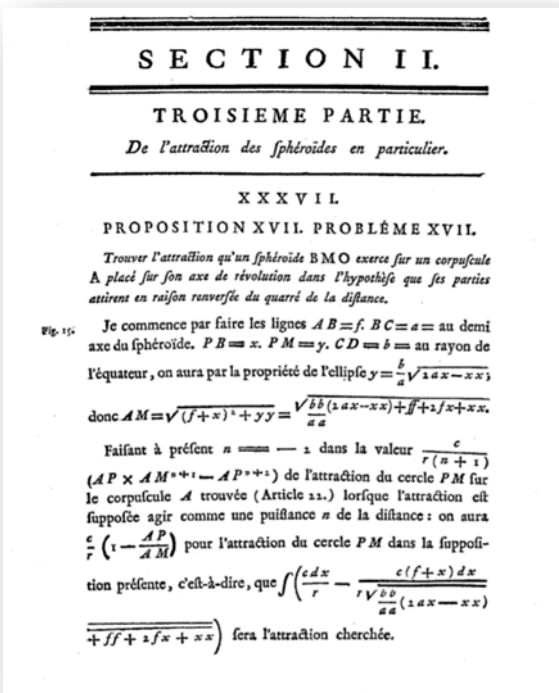
Si on le nie, qu'on suppose qu'elles soient à la fin inégales,
& que leur dernière différence soit D , puisqu'elles
ne peuvent pas approcher plus près de l'égalité que
de cette différence donnée D , leur différence ne sera donc pas
plus petite que toute différence donnée, ce qui est contre l'hy-
pothèse.



Elle substitue aux figures géométriques dessinant les tangentes des formules analytiques exprimées dans le langage inventé par Leibniz pour le calcul différentiel (dx) et intégral (∫dx) bien plus lisible que le calcul infinitésimal noté par des systèmes de points. Dans le calcul de la force d'attraction, Newton traite le cas simple de la sphère, elle rajoute le cas plus général d'un sphéroïde.

C'est dans le second tome traitant du « Système des mondes » qui explique les phénomènes astronomiques qu'Emilie exprime le plus de commentaires et de critiques. Nous trouvons un exemple de son esprit critique dans le chapitre IV : « Comment M. Newton a expliqué la Précession des Equinoxes » où elle s'interroge sur la précision avec laquelle Newton a obtenu une valeur de 50 secondes d'arc par année soit 1° tous les 72 ans pour la variation des équinoxes. Il attribue cette variation à l'attraction du soleil et de la lune sur le renflement de la terre à l'équateur. Il a fait tous ses calculs en ajoutant un anneau de matière autour de l'équateur. Newton était un habile mathématicien. Mais en bonne physicienne Emilie est bien consciente que le nombre et la précision des mesures nécessaires sont insuffisants pour affirmer une telle précision. L'aplatisse-

ment au niveau du pôle n'a été prouvé expérimentalement qu'en 1738 grâce à une expédition de l'académie en Laponie, où Maupertuis et Clairaut ont mesuré un arc de méridien. Elle évoque d'autres causes possibles venant se superposer à la gravitation du soleil et de la lune tel celui des autres planètes ou la nutation, oscillations de l'inclinaison de l'axe de la terre avec une période de 18 ans, qui sera confirmé par l'anglais James Bradley en 1748.



74 PRINCIPES MATHÉMATIQUES

Quand on voit rétrograder les nœuds dans le tems d'une révolution dans le grand orbe de $40^{\circ} 52' 54''$, & que par conséquent la précession annuelle des équinoxes causée par les deux forces réunies de la Lune & du Soleil, est de $50'' 0'' 12''$, ce qui est à peu près, comme on voit, la quantité dont les meilleurs observateurs l'ont déterminée.

X V.

Cette quantité s'accorde avec celle qui a été déterminée par les observations. Ainsi les points équinoxiaux après une révolution entière de la terre dans le grand orbe, au lieu de revenir au même point, s'en éloignent de $51''$ environ, & ils ne reviennent à ce même point qu'après avoir parcouru le cercle entier, ce qui compose leur révolution de 25920 années.

X V I.

Quelques Astronomes ont soupçonné qu'indépendamment de la nutation de l'axe de la terre dont j'ai parlé, & par laquelle son inclinaison à l'écliptique change & se rétablit deux fois chaque année, cet axe s'éloignoit continuellement de l'écliptique par un mouvement imperceptible. Et l'on ne sçait pas si le mouvement des nœuds, celui des apsidés, l'excentricité de la terre, celle de la Lune, les actions des autres planetes sur la terre, tous élémens qui n'entrent point dans la détermination des changemens qui arrivent dans la position de l'axe de la terre pour causer la précession des équinoxes, ne pourroient apporter quelque changement dans l'angle que l'axe de la terre fait avec l'écliptique.

X V I I.

Le Chevalier de Louville prétendoit que cet angle diminuoit d'une minute en cent ans, & l'opinion de cette diminution paroît justifiée par les différences qui se trouvent entre les observations que d'habiles Astronomes ont fait de cette obliquité. Mais on est bien loin de pouvoir prononcer en faveur de ce savant. Car si

DE LA PHILOSOPHIE NATURELLE. 75

à lieu, on sent, par la lenteur dont elle s'opère, qu'il faut un plus grand nombre d'observations que celui qu'on a jusqu'à présent. Et dans les choses qui dépendent de différences si fines, on ne peut rien statuer sur les observations des Astronomes qui ont précédé la perfection qu'on a donné aux instrumens astronomiques dans le dernier siècle.

On ne pourroit bien décider sur ce mouvement soupçonné dans l'axe de la terre, que lorsqu'on en aura un très-grand nombre d'observations observées.

C H A P I T R E V.

Du flux & reflux de la mer.

I.

On sent aisément quelle liaison doit avoir le flux & le reflux de la mer avec la précession des équinoxes. M. Newton déduit son explication du flux & reflux des mêmes Cor. de la Prop. 66, d'où l'on a vu qu'il a tiré son explication de la précession des équinoxes; ces deux phénomènes font, l'un & l'autre, une suite nécessaire des attractions de la Lune & du Soleil sur les parties qui composent la terre.

L'explication du flux & du reflux se tire comme celle de la précession des équinoxes de la Prop. 66, du premier Livre des Principes & de ses Corollaires.

I I.

Galilée pensoit que les phénomènes des marées pouvoient s'expliquer par le mouvement de rotation de la terre, & par son mouvement de translation autour du Soleil. Mais si ce grand homme avoit fait plus d'attention aux circonstances qui accompagnent le flux & le reflux, il auroit vu que par le mouvement diurne les eaux doivent à la vérité s'élever vers l'équateur, ce qui doit faire prendre à la terre la forme d'un sphéroïde déprimé vers les pôles, mais que jamais ce mouvement rotatoire ne pourroit causer aux eaux de la mer aucun mouvement de réciprocation, ainsi que M. Newton l'a démontré Cor. 19, Prop. 66. M. Newton fait voir aussi dans ce même Cor. en employant ce qu'il a démontré dans les

Erreur de Galilée sur les causes du flux & du reflux.

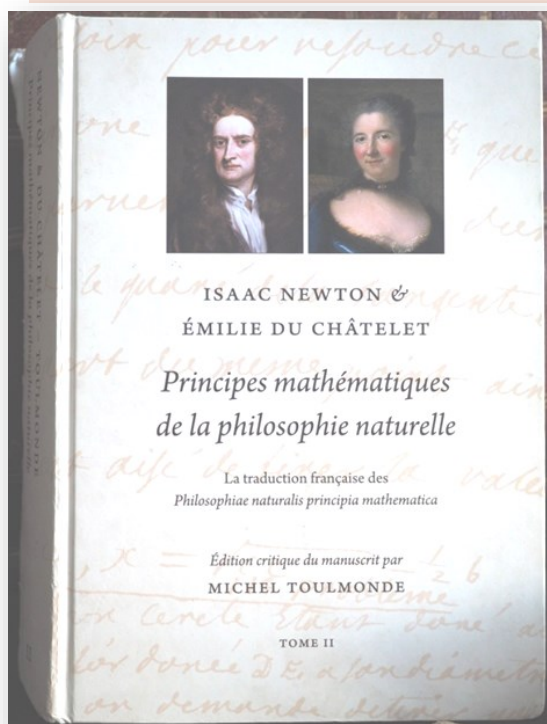


Portrait de Maupeou en costume de Lapon.

La précession des équinoxes est ainsi nommée car chaque année le point équinoxial précède celui de l'année antérieure. L'axe des pôles, tel l'axe d'une toupie, décrit un cône qui modifie son orientation par rapport aux étoiles : vues de la Terre, elles changent de position sur la sphère céleste. Ce cône coupe le plan perpendiculaire à l'axe des pôles suivant une ellipse (courbe rouge). A l'époque d'Emilie, l'étoile polaire était décalée d'environ 4° par rapport à sa position actuelle. Il y a 5000 ans, le pôle nord céleste pointait en direction de Thuban ; dans 8000 ans, Deneb sera étoile polaire, puis dans 12000 ans : Vega. Enfin, dans 26000 ans, alpha de la Petite Ourse sera de nouvelle étoile polaire.



Circumpolaire au dessus du Château de Breteuil le 27/10/2017



Voltaire, dans la Préface historique de la traduction des Principes mathématiques de la philosophie naturelle de Newton (1759) :

« Jamais femme ne fut si savante qu'elle, et jamais personne ne mérita moins qu'on dise d'elle, c'est une femme savante : elle ne parlait jamais de science qu'à ceux avec qui elle croyait pouvoir s'instruire, et jamais n'en parla pour se faire remarquer. »

La traduction de Newton par Emilie de Breteuil est toujours l'ouvrage de référence de nos jours car c'est la seule traduction française, la dernière réédition date de 2015 (4). L'émancipation des femmes par la science a été raillée par Molière dans « les femmes savantes » (1672). Voltaire avait écrit à ce propos (5) : « En vain, dans sa satire des femmes, il a voulu couvrir de ridicule une dame qui avait appris l'astronomie. Il eût mieux fait de l'apprendre lui-même. »

Il y a 300 ans, la première « femme savante » qui ne fut point reconnue en son pays, a consacré les dernières années de sa vie à transmettre son savoir et grâce à son travail des générations de physiciens et d'astronomes ont pu accéder bien plus facilement à la théorie de la gravitation universelle de Newton. Au début du XX^{ème} siècle, la mentalité de nos académiciens avait peu changé :

une femme, Marie Curie double prix Nobel se voit refuser en 1911 l'entrée à l'Académie des sciences. La première femme élue, Yvonne Choquet-Bruhat, le fut en 1979 pour ses travaux sur la relativité générale d'Einstein qui sont utilisés aujourd'hui dans les détecteurs d'ondes gravitationnelles.

1. *Madame Du Châtelet. La Femme des Lumières, Élisabeth Badinter et Danielle Muzeirelle, Éditions de la BNF, 2006.*

2. *Emilie, Emilie ou l'ambition féminine au XXVIII^{ème} siècle, Élisabeth Badinter Livre de Poche, 2006.*

3. *Discours sur le bonheur, Madame du Châtelet, préface d'Élisabeth Badinter, Rivages poche, 2015*

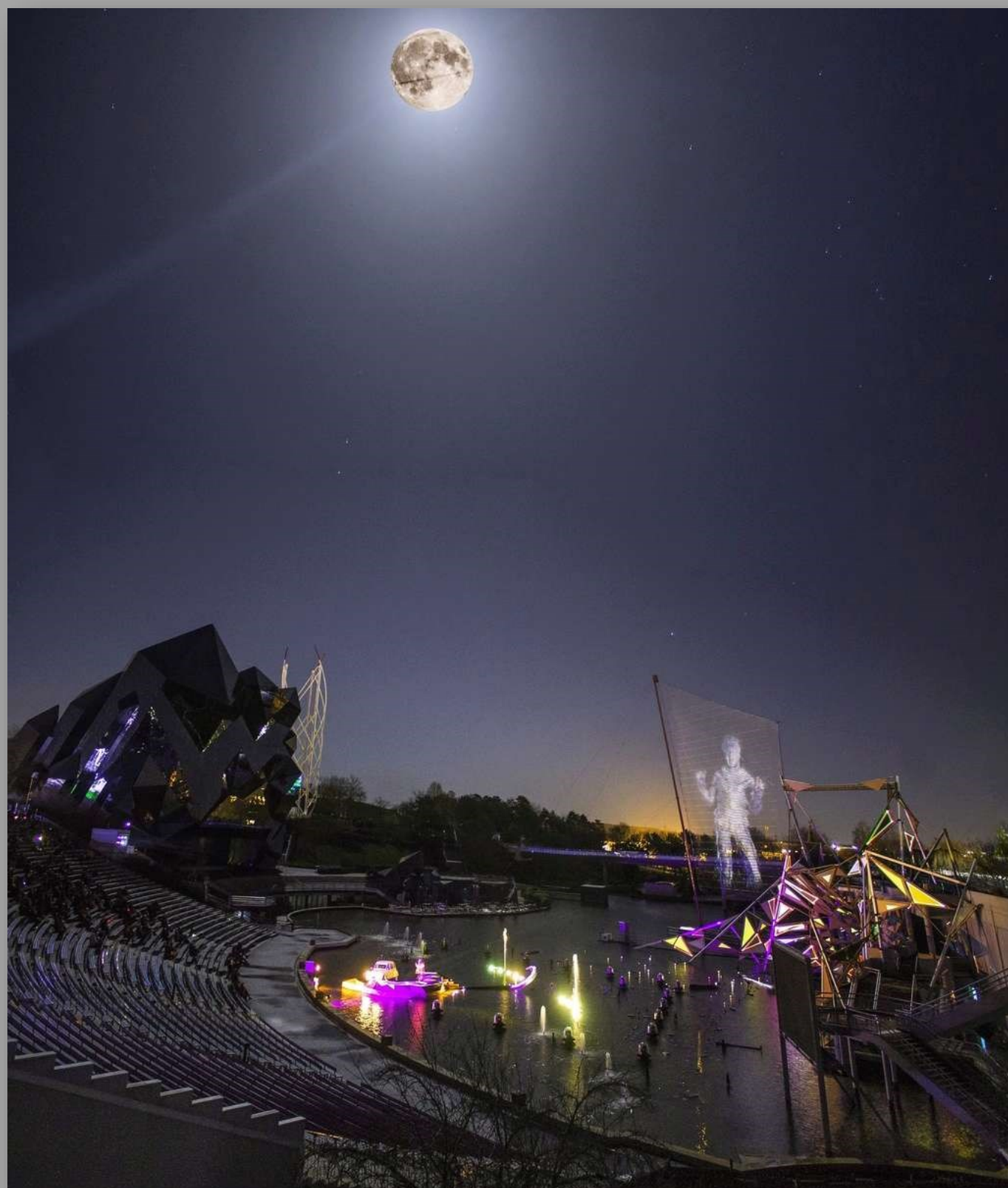
4. *Principes mathématiques de la philosophie naturelle, Isaac Newton et Émilie du Châtelet, Édition critique du manuscrit par Michel Toulmonde, 2015*

5. *Tragédie Alzire, Epître à Madame du Châtelet, Voltaire 1736*



Le château de Breteuil, commune de Choisel dans les Yvelines.

Je remercie Monsieur Henri-François de Breteuil pour l'accueil qu'il m'a réservé dans son château ainsi que pour les documents qu'il m'a communiqués.



*Première Super lune de 2018, Futuroscope
Jean-François*

C'est arrivé ce jour-là...

février 1958, il y a 60 ans

Officiellement nommé Satellite 1958 Alpha, Explorer 1 est le premier satellite artificiel lancé par les Américains en réponse au Spoutnik 1 russe mis sur orbite le 4 octobre 1957. Explorer 1 est conçu par le JPL (Jet Propulsion Laboratory), alors que le lanceur est un missile Jupiter-C modifié et adapté par l'ABMA (l'Army Ballistic Missile Agency) pour pouvoir mettre en orbite une charge utile. Ce missile modifié devient le lanceur Juno 1. L'association JPL et ABMA permet d'être prêt en seulement 84 jours, pas suffisant toutefois pour devancer le lancement de Spoutnik 2 par les Russes le 3 novembre 1957. Explorer 1 décolle de Cap Canaveral le 1er février 1958. C'est le second satellite, après Spoutnik 2 à emporter une charge utile, mais, comparée aux 508 kg de Spoutnik 2, Explorer 1 fait figure de poids plume avec un poids de moins de 14 kg...

La conception des instruments scientifiques est confiée au docteur James Van Allen. On y trouve un détecteur de rayons cosmiques, des capteurs de température, le tout alimenté par une batterie au mercure. Les mesures ont montré que le capteur de radiation était



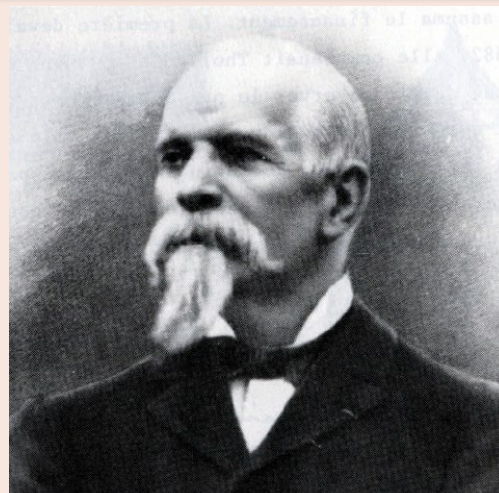
complètement saturé aux hautes altitudes, vers 2000 km. On venait de mettre en évidence l'existence d'une ceinture de particules énergétiques, piégées dans le champ magnétique terrestre, ceinture connue maintenant sous le nom de ceinture de Van Allen. Explorer 1 cessa de fonctionner le 28 février 1958, mais il est resté en orbite jusqu'en mars 1970. Durant la mission, les scientifiques ont détecté les impacts de 145 poussières cosmiques, ce qui correspond à près de 700 impacts par m² et par jour...



*Les concepteurs d'Explorer 1
William Pickering, James Van Allen et Wernher von Braun*

février 1888, il y a 130 ans

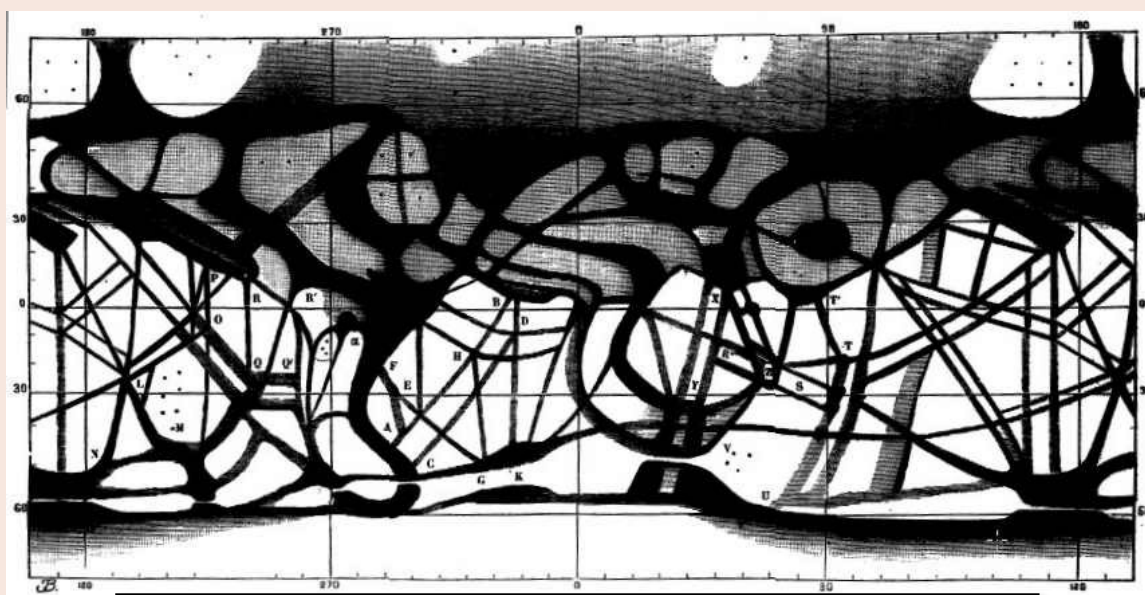
Henri Perrotin est né le 19 décembre 1845 à Saint-Loup dans le Tarn et Garonne. Après des études à Pau, il obtient une licence en mathématiques et une autre en physique. Avec Guillaume Bigourdan (connu par les astronomes amateurs pour sa méthode de mise en station), il devient l'assistant de Félix Tisserand à l'observatoire de Toulouse. Il fait une thèse sur les perturbations de l'orbite de l'astéroïde Vesta. Soutenu par le mécène Raphaël Bischoffsheim, il visite les observatoires d'Europe et fait construire un observatoire sur le mont Gros près de Nice. Pendant la construction, il est en mission en Patagonie pour observer le transit de Vénus du 6 décembre 1882. Il entreprend la construction d'un nouveau site près de Valberg, sur le mont Mounier, et en 1896, il est même nommé astronome à l'observatoire de Meudon. En 1897, il reprend la direction de l'observatoire de Nice. Lors de l'opposition de Mars de janvier-février 1888, il fait des dessins de la planète rouge. Il tente également de déterminer la période de rotation de Vénus. Il entreprend également d'améliorer la mesure de la vitesse de la lumière avec l'expérience de la roue dentée de d'Hippolyte Fizeau. Il réalise l'expérience sur des distances toujours plus grandes, ce qui permet, en mesurant précisément le temps mis par la lumière pour faire l'aller-retour, d'améliorer la mesure de la vitesse c . En 1898, entre l'observatoire de Nice et la Gaude distant de 12km, en 1902 entre l'observa-



Henri Perrotin (1845 - 1904)

toire et le mont Vinaigre à 46 km, il obtient une vitesse de 299 880 km/s avec une précision de 50 km/s. En 1904 il envisage l'expérience entre le mont Mounier et le monte Cinto en Corse, soit 500 km aller-retour mais il meurt à Nice le 29 février 1904 avant de réaliser l'expérience.

Henri Perrotin a découvert 6 astéroïdes, et un cratère sur Mars porte son nom.



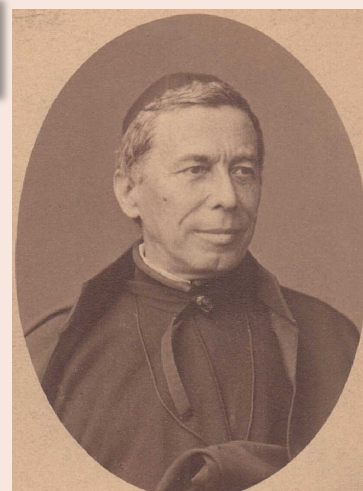
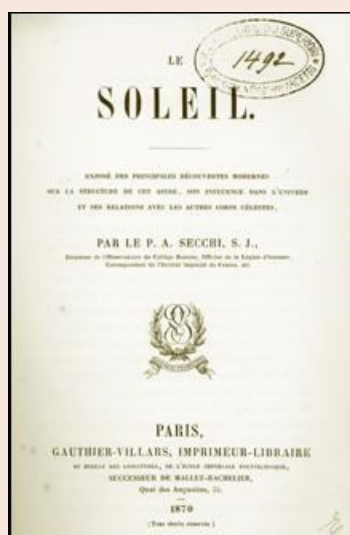
Dessin de la surface de la planète Mars, Henri Perrotin, février 1888

février 1878, il y a 140 ans

Pietro Angelo Secchi est né le 28 juin 1818 à Reggio Emilia en Italie. En 1833, à 16 ans, il entre dans la compagnie de Jésus et il est ordonné prêtre en 1847. En 1848, la révolution italienne chasse les Jésuites de Rome. Il passe par Paris, puis l'Angleterre et les Etats-Unis où il devient professeur de physique. De retour en Italie, il prend la direction de l'observatoire du Vatican et il fait construire un

nouvel observatoire sur le toit de l'église Saint-Ignace à Rome. Il publie un nouveau catalogue d'étoiles doubles à partir de celui de Friedrich Georg Wilhelm Struve : plus de 10 000 étoiles y sont répertoriées. En même temps, il étudie les planètes Jupiter, Mars et Saturne. Il est à l'origine du terme de canali pour décrire les

détails à la surface de Mars, mais c'est Giovanni Schiaparelli qui croira découvrir de véritables canaux en

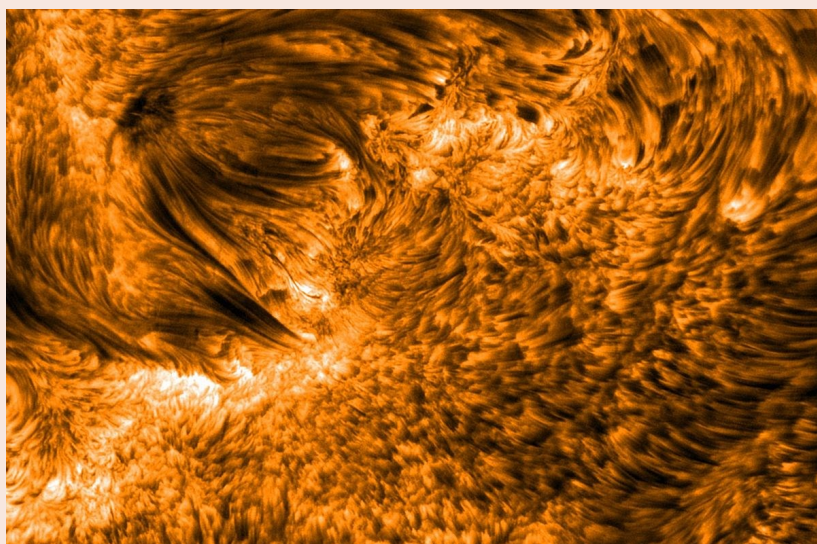


Angelo Secchi (1818 - 1878)

1877. Angelo Secchi contribuera surtout à l'étude du Soleil. Le 18 juillet 1860, il est en expédition en Espagne pour une éclipse totale du Soleil. Il établit que la couronne solaire et les protubérances sont bien des phénomènes liés au soleil et non à la lune. En 1870, il publie une méthode qui décrit l'art de l'étude du Soleil, il est même le découvreur des spicules à la surface du Soleil.

Il étudie le spectre de 4000 étoiles et établit la première classification des étoiles en 3 catégories dont les représentants sont : α Lyr (Véga), α Her (Ras Algethi) et α Boo (Arcturus). Avec notre classification moderne, ces étoiles font bien partie de 3 catégories différentes : A0 pour Véga, M5 pour Ras Algethi et K1 pour Arcturus.

Il est reconnu comme étant un des pionniers de la spectroscopie. Il est membre de la Royal Society, de la Royal Astronomical Society et de l'Académie des Sciences. Il meurt le 26 février 1878 à Rome. Un cratère sur la Lune et un autre sur Mars portent son nom.



Spicules à la surface du Soleil

février 1808, il y a 210 ans

Charles Pritchard est né le 29 février 1808 à Alberbury en Angleterre. Il commence sa carrière d'astronome professionnel en 1870 lorsqu'il obtient la chaire d'astronomie à Oxford. Il fait construire un télescope à monture équatoriale avec lequel il étudie les mouvements de la Lune, notamment la libration et la nutation. En 1882, il se lance dans la photométrie stellaire. Il mesure la magnitude de près de 2800 étoiles et publie ses résultats



Charles Pritchard (1808 - 1893)

dans *Uranometria Nova Oxoniensis* en 1885. Il obtient la médaille d'or de la Royal Astronomical Society pour ce travail en 1886. Il utilise la nouvelle technique de la photographie pour étudier les parallaxes stellaires. Ces premières mesures sur l'étoile 61 Cygni montrent la faisabilité de la méthode en confirmant d'anciens résultats. Il se lance alors dans la détermination des parallaxes d'étoiles de 2^e magnitude.

En 1887, Amédée Mouchez, de l'observatoire de Paris, lance le projet de carte du ciel : la cartographie du ciel en relevant les coordonnées des étoiles jusqu'à la magni-

tude 12. Un projet pharaonique qui ne devait durer que 10 à 15 ans. L'observatoire d'Alger, le plus actif ne termina l'examen de sa zone du ciel qu'en 1919, soit près de 32 ans après avoir commencé. La zone du ciel comprise entre 25° et 31° de latitude nord a été allouée à l'observatoire d'Oxford, alors dirigé par Charles Pritchard.

En 1892, Charles Pritchard reçoit la Médaille Royale pour ses travaux en photométrie et sur les parallaxes.



Double réfracteur 18 / 24 pouces



Observatoire Radcliffe d'Oxford



Statue d'Atlas sur le toit de l'observatoire

Les étoiles variables

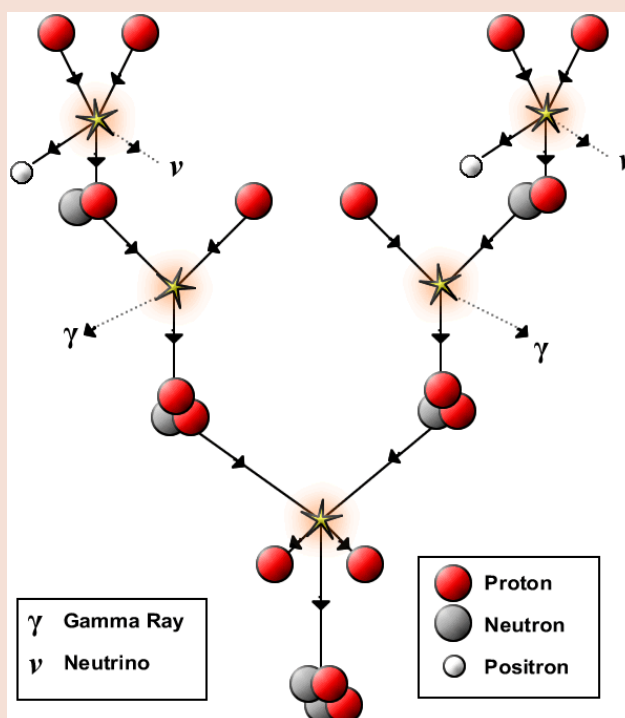
Durant la plus grande partie de leur vie, les étoiles transforment l'hydrogène en hélium. Dans ce processus, des atomes d'hydrogène fusionnent pour former des atomes d'hélium. Lors des réactions de fusion, il y a une légère perte de masse qui se transforme intégralement en énergie par la célèbre expression $E = mc^2$. Cette énergie s'évacue de l'étoile sous forme de chaleur, elle empêche les couches externes de l'étoile, attirées par la force de gravitation, de s'effondrer vers le centre de l'étoile. C'est cet équilibre entre la pression de radiation, qui émane du noyau, et la force d'attraction des couches externes, qui fait que l'étoile est stable. Lorsque l'étoile ne se trouve pas dans cette phase (on dit que



Le Soleil

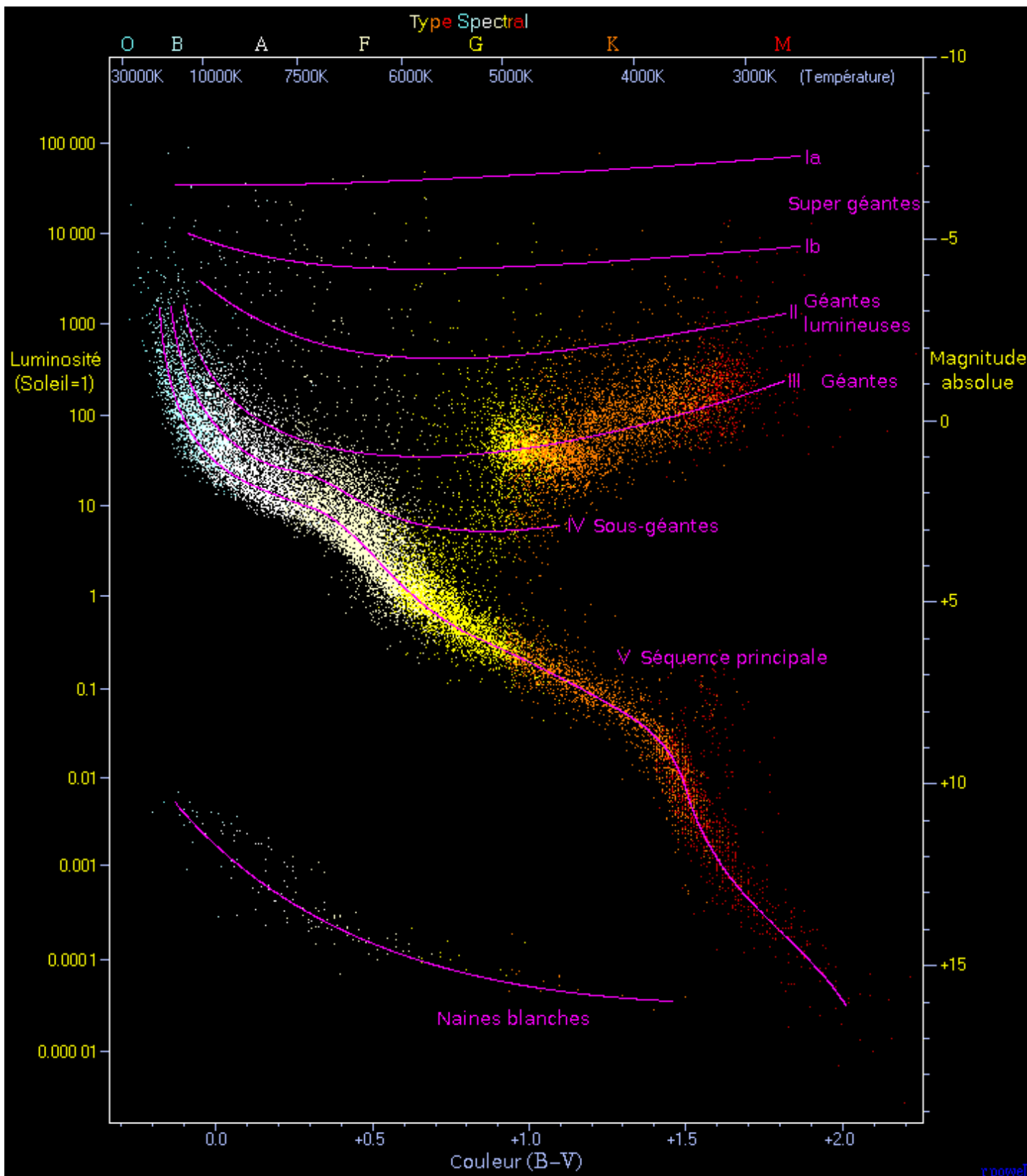


Le Soleil est une étoile de taille moyenne. Mais il représente quand même 99,85% de la masse de tout le système solaire. Il est essentiellement formé d'hydrogène, mais c'est seulement dans le noyau que les conditions de température (15 millions de degrés) et de pression sont réunies pour que les réactions de fusion de l'hydrogène en hélium puissent se dérouler. Le noyau ne mesure que le quart du rayon du Soleil mais la densité qui y règne est 150 fois plus forte que la densité de l'eau. A chaque seconde, dans le noyau, 624 millions de tonnes d'hydrogène fusionnent pour se transformer en 620 millions de tonnes d'hélium. A chaque seconde, 4 millions de tonnes de matière se transforment intégralement en énergie ($E = mc^2$). Cette énergie est telle qu'au niveau de la Terre, chaque m^2 reçoit une puissance de près de 1400 W. Cette perte de masse peut sembler énorme, mais, même à ce rythme, le Soleil dispose de suffisamment d'hydrogène dans son noyau pour briller de cette manière pendant encore 5 milliards d'années. Durant cette phase de transformation de l'hydrogène en hélium, le soleil se trouve sur la séquence principale du diagramme H-R. C'est, de loin, la phase la plus longue dans la vie d'une étoile. Le Soleil s'y trouve depuis déjà 5 milliards d'années et il n'en est qu'à la moitié de sa vie. Les réactions vont peu à peu ralentir, les réserves d'hydrogène s'épuisant. Le noyau va se comprimer sous la pression des couches externes jusqu'à atteindre la température de 100 millions de degrés qui permet la fusion de l'hélium en carbone. Ces réactions sont tellement fortes qu'elles repoussent les couches externes. Le



Soleil deviendra une géante rouge dans 5,4 milliards d'années, il sera alors 200 fois plus grand qu'aujourd'hui, et atteindra l'orbite de la Terre. Au cours de cette phase, les réactions du noyau souffleront les couches les plus externes sous forme de vent solaire (il pourrait perdre jusqu'à 30% de sa masse). En s'épuisant lentement, le noyau se contractera sous la pression de ce qui restera des couches externes, mais pas suffisamment toutefois pour atteindre les 600 millions de degrés nécessaires à la fusion du carbone. Le soleil deviendra une naine blanche qui aura la taille de la Terre.

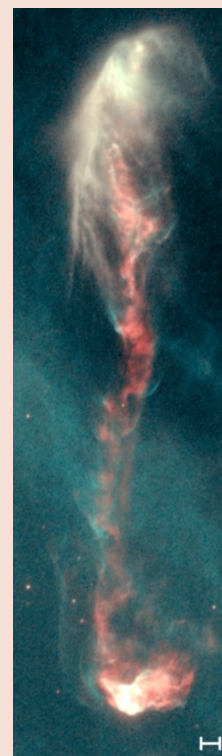
Le diagramme Hertzsprung-Russel



l'étoile est sur la séquence principale sur le diagramme H-R, Hertzsprung-Russel (voir encadré), elle passe par des phases d'instabilités. Avant d'arriver sur la séquence principale, au moment de la formation d'une étoile, la matière se contracte, les forces gravitationnelles à elles seules rayonnent d'énormes quantités d'énergies avant même que ne s'enclenchent les réactions de fusion. Cette phase instable dure pendant les 10 premiers millions d'années au maximum, elle cesse lorsque les réactions nucléaires démarrent. L'étoile prototype de ces étoiles variables est une étoile de l'amas des Hyades dans la constellation du Taureau : T Tau. Ces jeunes étoiles en formation sont naturellement appelées étoiles variables de type T Tauri. Ces étoiles sont également associées aux objets de

Objet de Herbig-Haro

Les objets de Herbig-Haro sont des nébulosités associées à de très jeunes étoiles. Elles se forment lorsque la matière éjectée par l'étoile qui commence à « s'allumer » rencontre le gaz et la poussière qui l'environnent. Le premier objet de ce type a été découvert par Sherburne Wesley Burnham à l'observatoire de Lick à la fin du XIXe siècle. Il regardait une étoile dont la luminosité varie de manière irrégulière : T Tauri. La nébuleuse de Burnham est aussi nommée HH255. Ce n'est que près de 50 ans plus tard que les astronomes George Herbig et Guillermo Haro suggèrent que ces objets puissent être liés aux premières étapes de la formation des étoiles de type T Tauri. En 1980, on comprend que la matière éjectée par l'étoile en formation forme des jets très fins qui s'échappent des pôles. Ces jets entrent en collision avec la matière et donnent naissance à de petites nébuleuses : les objets de Herbig-Haro. On connaît plus de 450 objets de Herbig-Haro mais on pense qu'il doit en exister



150 000 dans toute notre galaxie, ils sont trop petits et trop peu lumineux pour être détectés avec les instruments actuels.

Le diagramme Hertzsprung-Russel

Le diagramme Hertzsprung-Russel, en abrégé diagramme H-R, permet d'étudier les populations d'étoiles. Chaque étoile y occupe une position en fonction de sa température et sa luminosité. Les étoiles s'y regroupent en fonction de leur évolution. Lorsqu'une étoile « s'allume », lorsqu'elle convertit l'hydrogène en hélium, elle se trouve sur la séquence principale, plus ou moins haut sur le diagramme en fonction de sa masse. En fonction de sa masse également, elle y reste plus ou moins longtemps (10 milliards d'années pour le Soleil, seulement quelques millions d'années pour une étoile de type O qui peut atteindre des dizaines de masse solaire), mais, dans tous

les cas, c'est la phase qui dure le plus longtemps dans la vie d'une étoile (environ 90%).

Lorsque l'étoile a épuisé ses réserves d'hydrogène, elle quitte la séquence principale pour évoluer vers la zone des géantes dans le diagramme H-R. Non seulement ce diagramme met en évidence les caractéristiques des étoiles, température, couleur, luminosité, masse, type, mais on peut également suivre leur évolution dans le temps.

On doit ce diagramme aux astronomes Ejnar Hertzsprung et Henry Norris Russell en 1910.

Herbig-Haro (voir encadré). A l'issue de sa phase dans la séquence principale, les réserves d'hydrogène s'épuisent, de nouvelles instabilités apparaissent et, avant d'entrer dans sa phase de géante rouge, l'étoile devient à nouveau variable. L'étoile connaît une succession de dilatations et de contractions contrôlées par les deux forces antagonistes que sont la force de gravitation qui attire les couches externes vers le cœur de l'étoile et la pression de radiation qui tend à les repousser vers l'extérieur. Lorsque la force de pression diminue, avec la diminution du taux de réactions, l'étoile se contracte, la pression augmente à nouveau, la température augmente et les réactions sont plus violentes, l'étoile se dilate. Les changements de taille de l'étoile induisent des changements de température qui provoquent les variations de luminosité. Les deux principaux types d'étoiles variables pulsantes sont les Céphéides et les RR Lyrae. Les Céphéides sont des étoiles massives. Les réactions nucléaires se déroulent à un rythme effréné, ce sont donc des étoiles encore relativement jeunes lorsqu'elles quittent la phase de fusion de l'hydrogène en hélium pour devenir géantes rouges. Les RR Lyrae au contraire

sont des étoiles peu massives, comparables au Soleil, elles sont donc relativement vieilles lorsque leurs réserves d'hydrogène s'épuisent. Leur petite taille fait que ce sont des étoiles peu lumineuses, environ 100 fois moins que le Soleil, on ne peut donc les détecter que dans l'environnement proche du Soleil, contrairement aux Céphéides qu'on peut voir dans les galaxies voisines. Une autre différence entre les Céphéides et les RR Lyrae vient de leurs périodes de variation de luminosité : inférieur à 1 jour pour les RR Lyrae, jusqu'à plusieurs semaines pour les Céphéides. L'étude et le suivi des variations de luminosité des étoiles variables a permis d'établir une loi qu'on utilise depuis pour mesurer les distances dans l'univers. Mais tout n'est pas encore totalement compris sur le fonctionnement des étoiles variables et le temps qu'il est nécessaire d'y consacrer est tout à fait compatible avec le matériel et la disponibilité des astronomes amateurs. De plus en plus d'amateurs contribuent à l'observation des étoiles variables, notamment les étoiles du type RR Lyrae, pour fournir le maximum de données aux professionnels afin, par exemple, d'élucider le mystère de l'effet Blazhko...

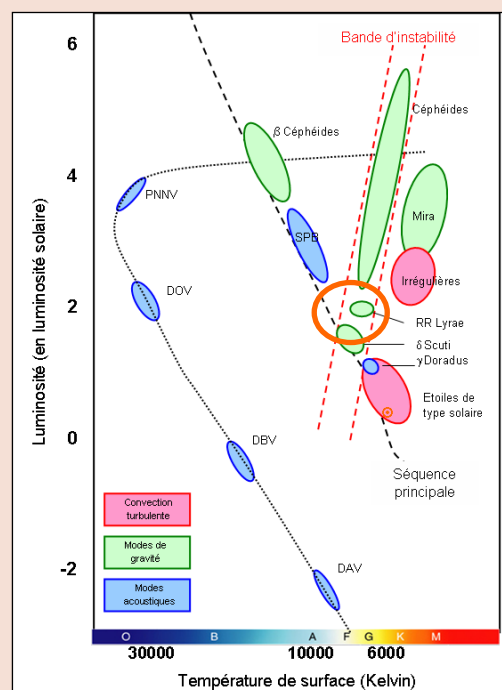
RR Lyrae

On doit leur découverte à l'astronome Williamina Fleming en 1901 à l'observatoire de Harvard. Ce sont des étoiles semblables au Soleil arrivées à la fin de la première étape de leur évolution : la fusion de l'hydrogène. Avant d'atteindre la deuxième phase, la fusion de l'hélium, l'étoile passe par une phase durant laquelle elle devient instable : elle devient variable. L'étoile type de ce genre de variabilité est l'étoile RR de la constellation de la Lyre.



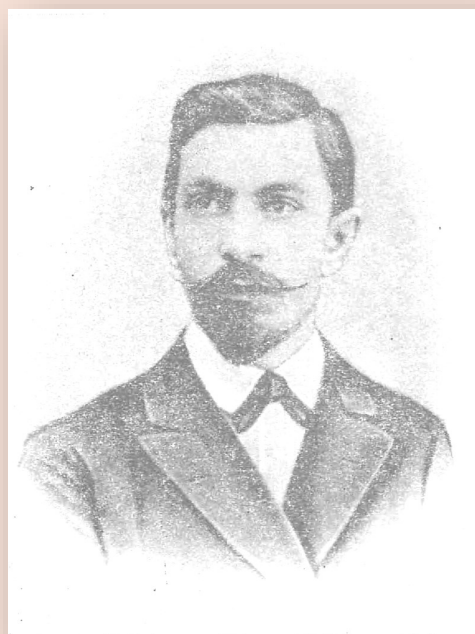
Williamina Fleming (1857 - 1911)

C'est grâce à des étoiles de type RR Lyrae que Walter Baade a pu, en 1951, estimer la distance du Soleil au centre galactique.



L'effet Blazhko

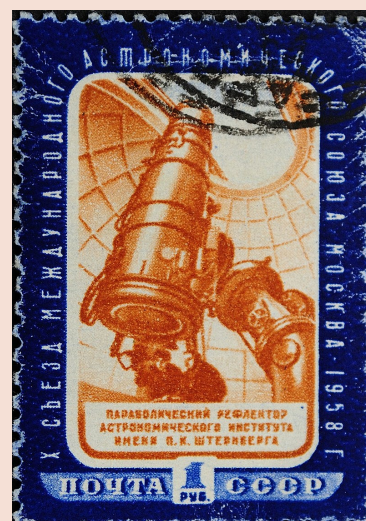
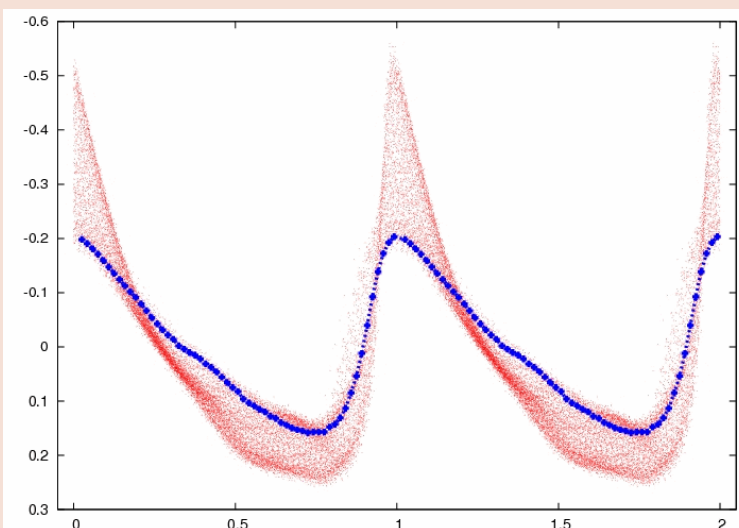
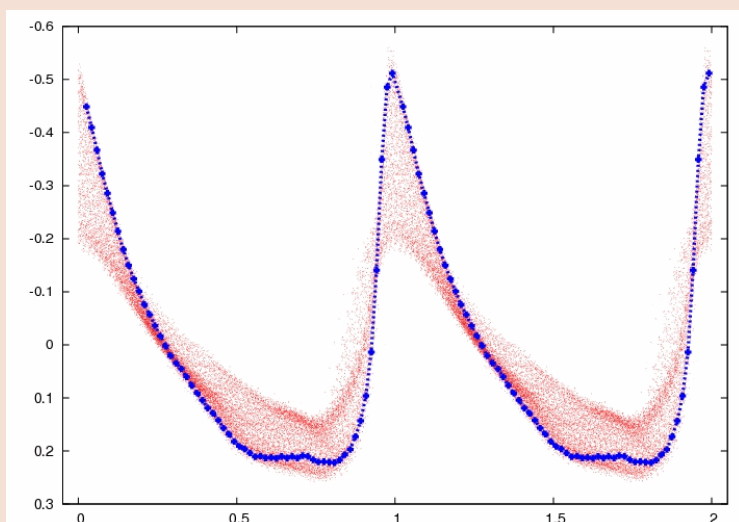
Sergueï Blazhko (retranscription anglaise de son nom Blajko) est un astronome soviétique. Il a dirigé l'observatoire de Moscou de 1918 à 1931. En 1907, il a découvert une variation secondaire dans l'évolution de la luminosité des étoiles de type RR Lyrae. Ce phénomène porte son nom : l'effet Blazhko. Il concerne environ la moitié des RR Lyrae. Cet effet se manifeste par une variation de la pulsation de l'étoile, en amplitude et en fréquence. On ne s'explique toujours pas son origine mais il est important pour la compréhension de la nature des pulsations stellaires. Une des hypothèses indique que la modulation des pulsations proviendrait de la propagation d'ondes hypersoniques dans l'étoile.



Sergueï Blajko (1870 - 1956)

Exemple d'une courbe de lumière d'une étoile Blazhko

1. l'amplitude en haut est plus importante qu'en bas.
2. L'instant d'occurrence du maximum est légèrement en avance sur la courbe du bas. C'est la variation en fréquence.





Henrietta Leavitt et les Céphéïdes

Henrietta Swan Leavitt est née le 4 juillet 1868 à Lancaster, dans le Massachusetts. A une époque, connue sous le nom de « Society for the College Instruction for Women », elle obtient son baccalauréat en 1892. Elle intègre un cursus universitaire dans lequel elle fait du grec, de la philosophie, de la géométrie analytique et des mathématiques. En quatrième année, elle découvre l'astronomie, matière dans laquelle elle obtient un A aux examens finaux. C'est à l'observatoire de l'université de Harvard qu'elle effectue son travail en astronomie, elle est même embauchée par Edward Charles Pickering en tant que femme « calculatrice » pour mesurer et cataloguer les étoiles en fonction de leur luminosité. A cette époque, les femmes n'ont pas le droit de se servir d'un télescope, aussi, c'est à partir de l'abondante collection de plaques photographiques de l'observatoire de Harvard, qu'elle fait son classement. Edward

Pickering affecte Henrietta Leavitt à l'étude des étoiles variables, celles dont la luminosité varie avec le temps. Elle classe des milliers d'étoiles des nuages de Magellan et, en 1908, elle publie ses résultats dans les Annales de l'Observatoire de l'Université de Harvard. Elle remarque alors que les étoiles les plus lumineuses sont aussi celles dont la période de variation d'éclat est la plus longue. En se penchant de plus près sur cette relation, et sachant que toutes les étoiles qui se trouvent dans les nuages de Magellan sont toutes à la même distance, la variation d'éclat est donc liée directement à leur période de variation et non à leur éventuelle différence d'éloignement. Cette relation fondamentale qui lie la période à la luminosité va permettre aux astronomes de se servir des céphéïdes comme chandelles standards pour mesurer les distances dans l'univers, à condition de connaître la distance

d'au moins une céphéide. C'est ce que réalise Ejnar Hertzsprung un an plus tard. Il détermine la distance de plusieurs céphéides dans notre Galaxie par la méthode de la parallaxe. La relation période-luminosité d'Henrietta Leavitt qui n'était que relative en classant les céphéides entre elles, en termes de distance, devient une relation absolue en donnant directement la distance d'après la mesure de sa période et de sa magnitude ap-



Henrietta Leavitt (1868 - 1921) dans son bureau à l'Observatoire de l'Université de Harvard



Les femmes calculatrices de Harvard : le « Harem de Pickering »

parente. En 1923, deux ans après la mort d'Henrietta Leavitt, Edwin Hubble étudie les céphéides qu'il observe dans la nébuleuse d'Andromède, il devient alors évident que ces « nébuleuses spirales » ne sont pas dans notre Galaxie. Elles sont bien plus éloignées et bien plus grandes que ce qu'on pensait : ce sont des galaxies à part entière. Harlow Shapley lance l'idée que le Soleil se trouve loin du centre de la Galaxie, Edwin Hubble enchaîne avec l'idée que notre Voie Lactée n'est pas au centre de l'Univers. En seulement quelques années, le système solaire s'éloigne du centre du monde... Il apparaît même que l'Univers est en expansion, contrairement à ce que pensait Hubble qui le voulait statique avec des galaxies qui s'éloignaient les unes des autres. En fait, elles sont uniquement entraînées dans un mou-

vement d'ensemble, c'est l'univers lui-même qui gonfle emportant avec lui tout ce qu'il contient.

La découverte d'Henrietta Leavitt a changé l'image de notre univers, il est brusquement devenu plus grand et s'est mis en mouvement. David et Matthew Clark écrivent dans leur livre *Mesurer le cosmos* : « Si Henrietta Leavitt avait fourni la clé pour déterminer la taille du cosmos, alors ce fut Edwin Hubble qui l'a inséré dans la serrure et a fourni les observations qui ont permis de la tourner. » Edwin Hubble lui-même a souvent déclaré que Henrietta Leavitt méritait le prix Nobel. L'Académie suédoise des sciences a finalement essayé de la nommer pour ce prix en 1924, avant d'apprendre qu'elle était morte trois ans plus tôt.



Edwin Hubble

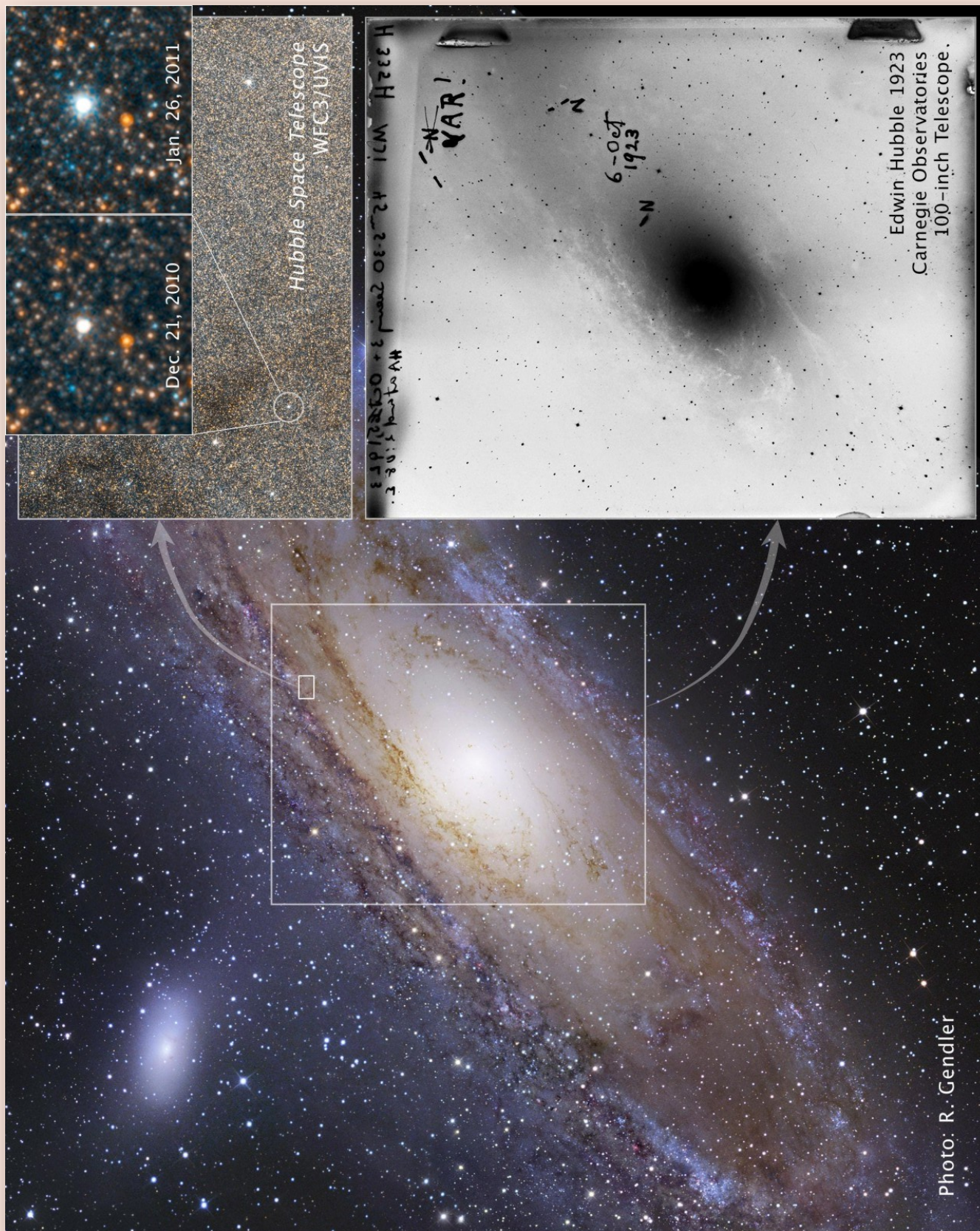
En octobre 1923, Edwin Hubble découvre, dans la nébuleuse d'Andromède la toute première étoile variable après plusieurs mois d'observation avec le nouveau télescope de 2,5m du mont Wilson. C'est

une céphéide de magnitude 19,4. Sa période de 31,4 jours implique selon la formule période-luminosité d'Henrietta Leavitt, qu'elle aurait une magnitude 13,1 si elle se trouvait dans le petit nuage de Magellan. Elle est donc 329 fois moins brillante, uniquement parce qu'elle est plus éloignée, 18,15 fois plus loin que le petit nuage de Magellan. C'est Harlow Shapley qui a étalonné la formule d'Henrietta Leavitt sans savoir qu'il existe 2 types de céphéides. Les céphéides de type I et celles de type 2, 4 fois moins lumineuses que les précédentes. Lorsque Edwin Hubble utilise la formule d'Henrietta Leavitt étalonnée par Harlow Shapley, il ignore la nature de la céphéide qu'il observe, il ignore tout simplement

qu'il en existe de 2 sortes. Il évalue la distance de la nébuleuse d'Andromède à 1 million d'années lumière, suffisamment pour établir que ces nébuleuses sont des galaxies à part entière. Il faut attendre 1952 et Walter Baade pour mettre en évidence l'existence des 2 sortes de céphéides. On se rend alors compte que la céphéide observée par Hubble est du type I, la plus lumineuse, alors qu'Harlow Shapley a étalonné la formule de Leavitt à partir de céphéides du type II. Walter Baade effectue les corrections, la céphéide de Hubble est en fait 4 fois plus lumineuse, la galaxie d'Andromède est donc 2 fois plus éloignée que ce qu'on pensait. Les mesures modernes la place à 2,54 millions d'années lumière.



Plaque photographique étudiée par Edwin Hubble avec la galaxie d'Andromède en négatif. Des photos de la céphéïde par le télescope spatial Hubble.

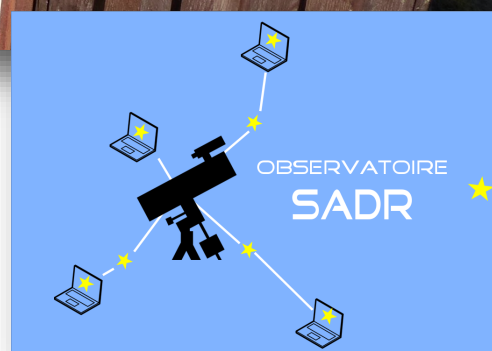


du côté de chez Sadr



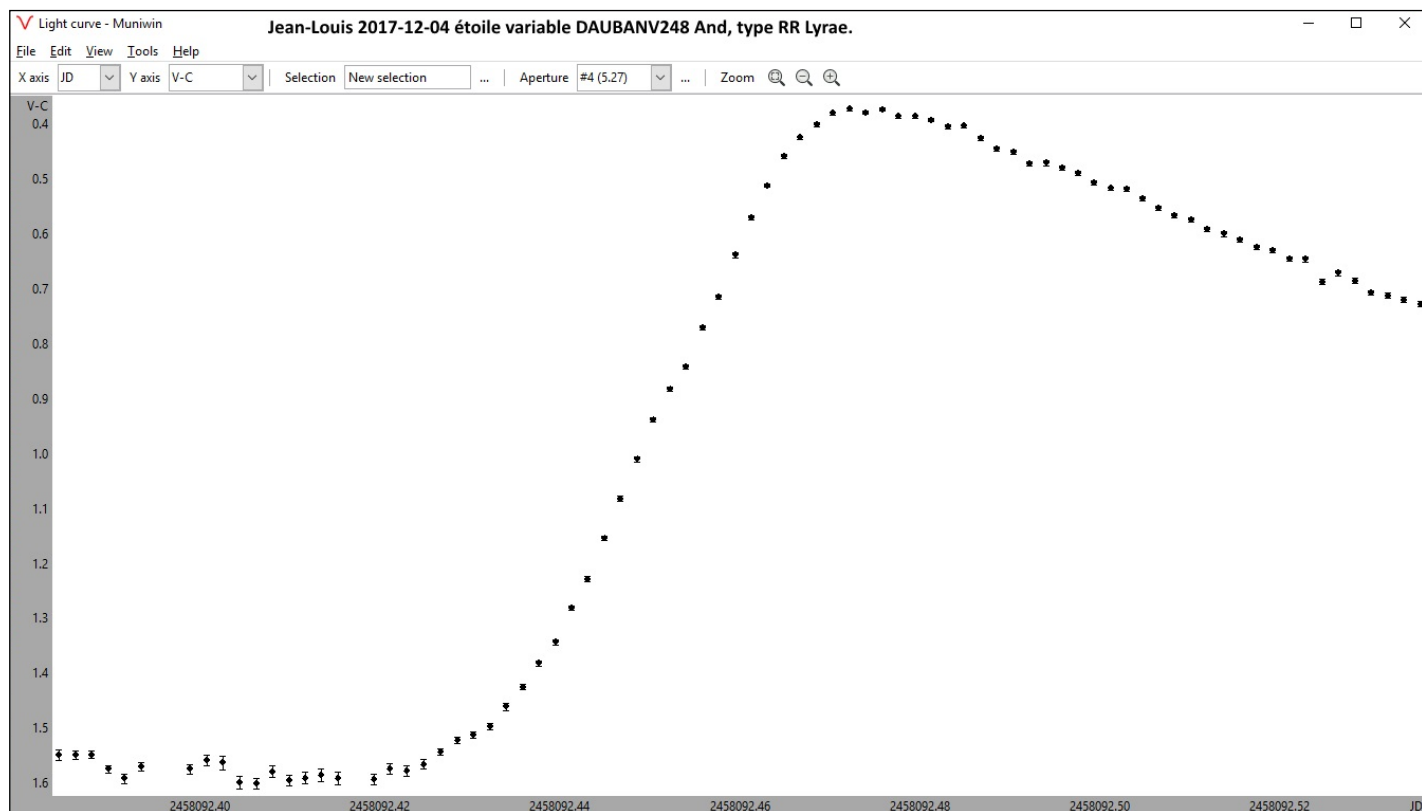
Un peu de sciences...

Les étoiles variables sont les astres, hors du système solaire, qui évoluent le plus dans le temps. Avec des moyens d'amateurs, instruments et logiciels, il est relativement facile de faire de la science. L'étude des variations de luminosité de certaines étoiles variables peut nous permettre de mesurer leur distance, dans le cas des Céphéides et des RR Lyrae. Les Céphéides ont une luminosité intrinsèque liée à la fréquence de leurs pulsations, les RR Lyrae, en revanche, ont toutes la même luminosité. La modulation des pulsations de certaines RR Lyrae peut également aider à mieux comprendre leur structure et leur fonctionnement : c'est l'effet Blazhko, dont on ignore toujours l'origine. Inutile, pour étudier ces étoiles, de faire de belles photos, seule l'évolution de leur magnitude dans le temps est intéressante. En prenant des images à intervalles réguliers et en établissant



la courbe d'évolution de leur luminosité, on peut contribuer à faire progresser les connaissances dans la physique et l'évolution stellaire.

La communauté des amateurs est à même de suivre bon nombre de ces étoiles et d'étoffer ainsi les bases de données dans lesquelles les astronomes professionnels puisent pour développer leurs théories.



V248 And, RR Lyrae

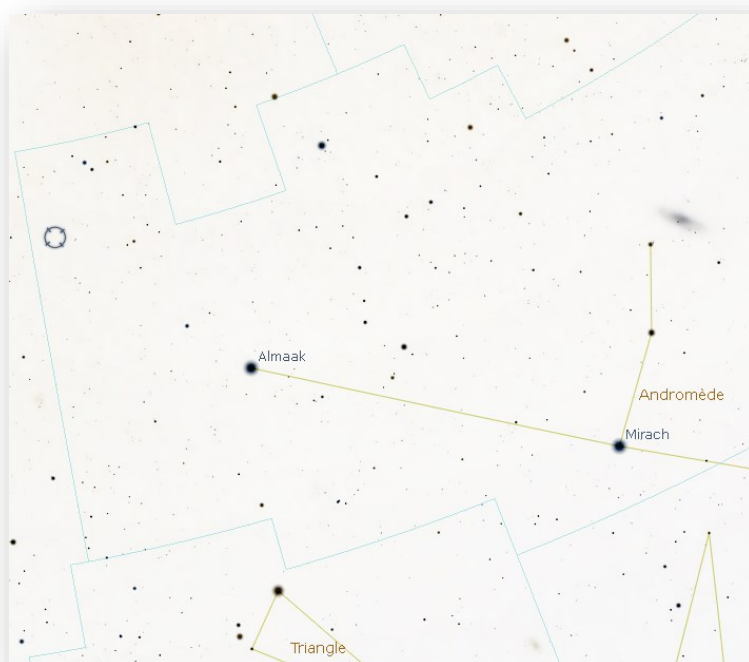
Jean-Louis

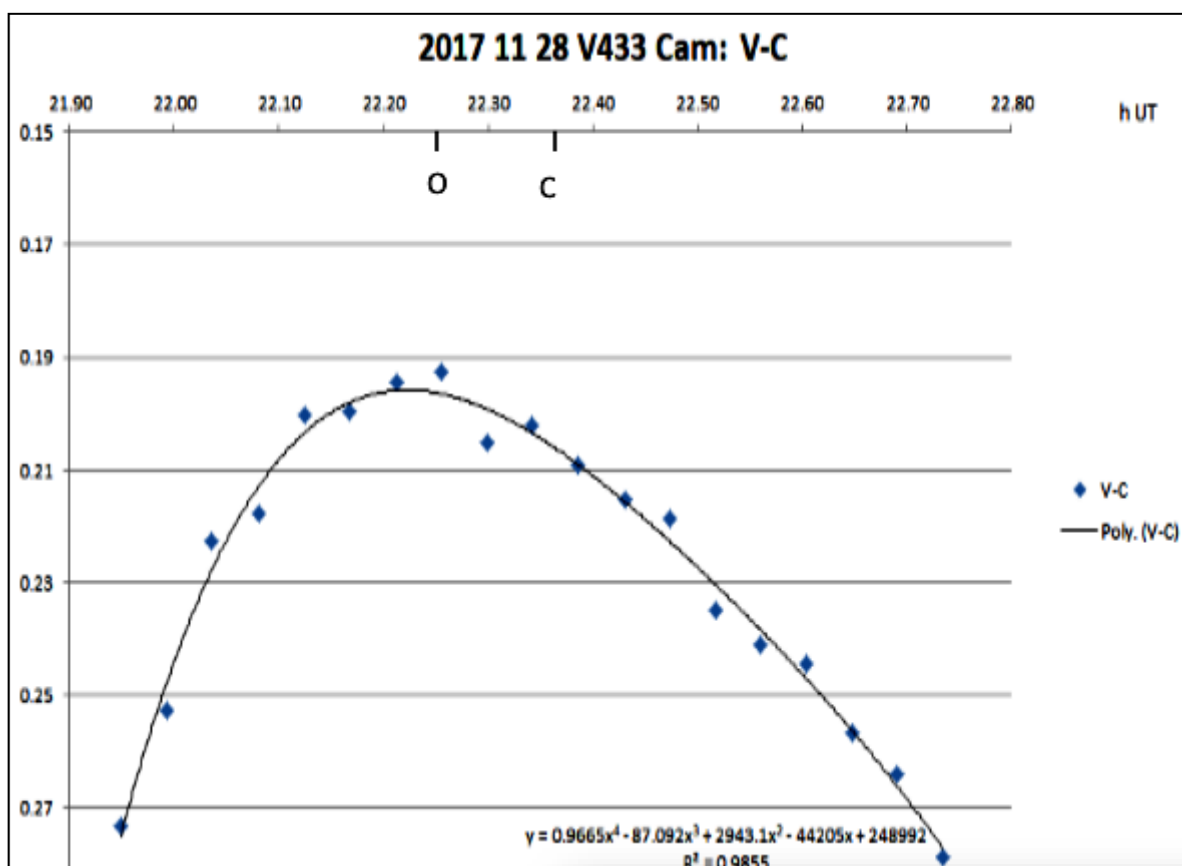
Instrument : Newton 200 / 1000

Date : 4 décembre 2017

Période : 0,441454 j soit 10h 35 min 42s

Cette courbe ne couvre pas une période complète, mais on peut tout de même évaluer l'amplitude de la variation de luminosité et l'heure du maximum photométrique : les paramètres importants pour étudier l'effet Blazhko.





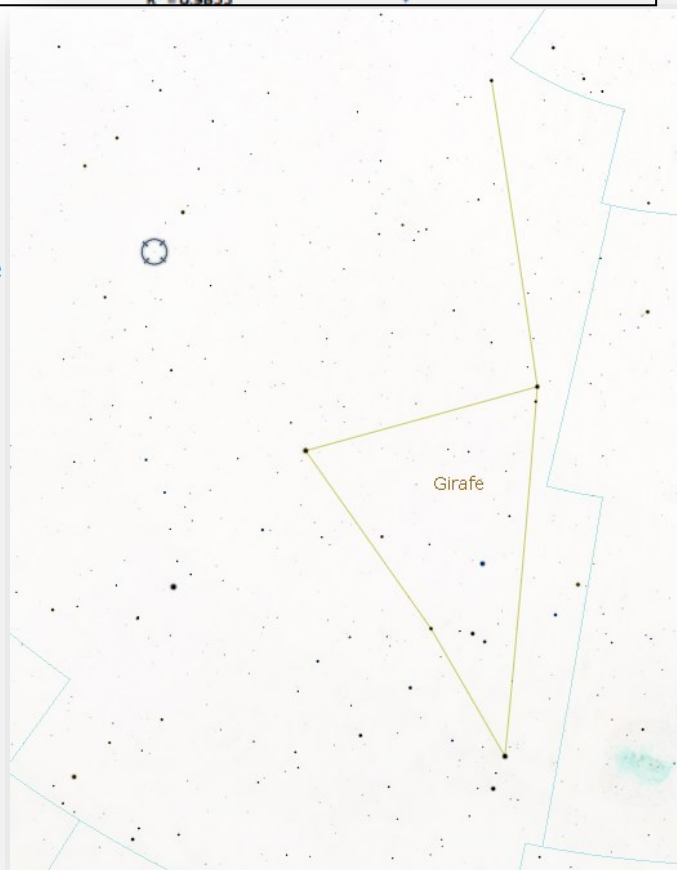
V433 Cam, RR Lyrae

Pierre

Instrument : Newton 200 / 1000

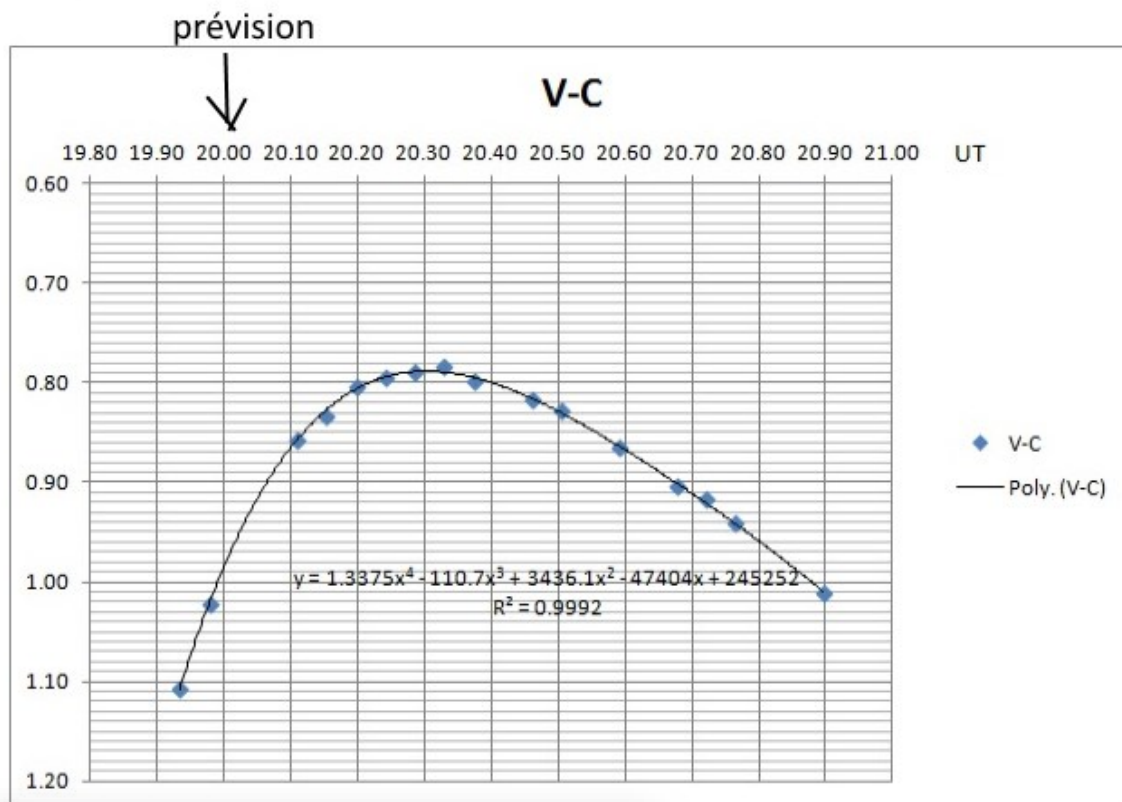
Date : 28 novembre 2017

Période : 0,517666 j soit 12h 25 min 26s



2017 10 11 AQ Lyr cycle 62561

max photométrique 20.30h soit 0.30h de retard sur la prévision



AQ Lyr, RR Lyrae

Sylvain

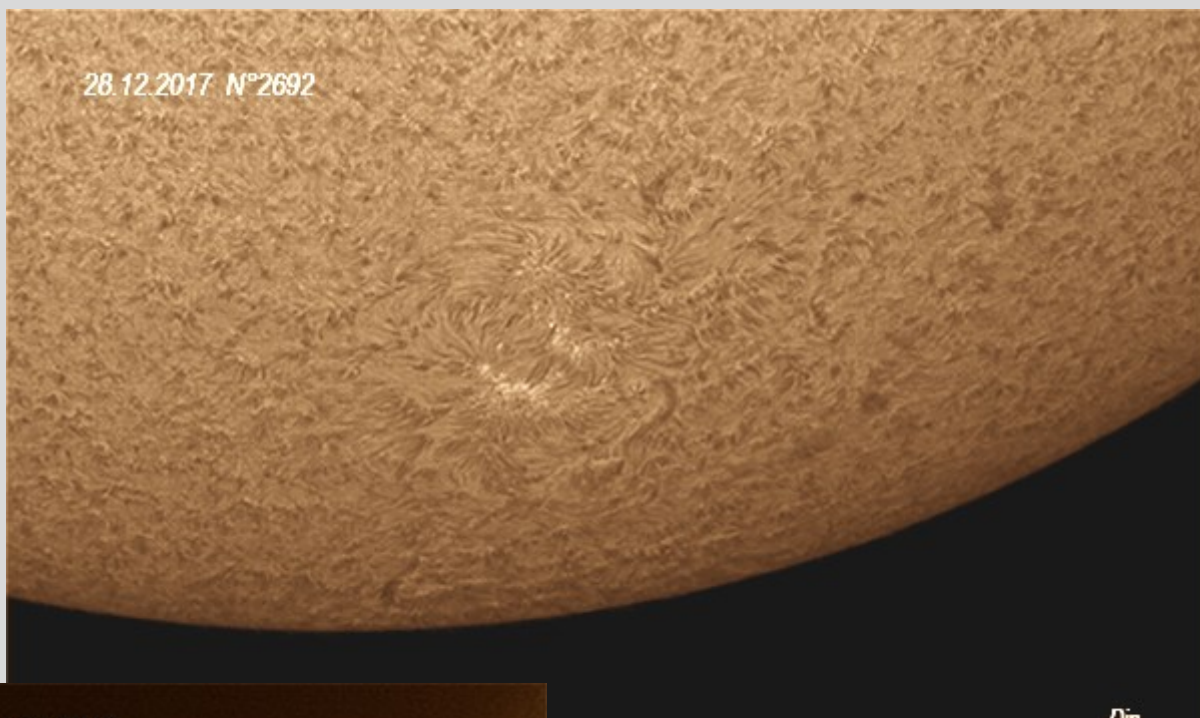
Instrument : Newton 200 / 1000

Date : 11 octobre 2017

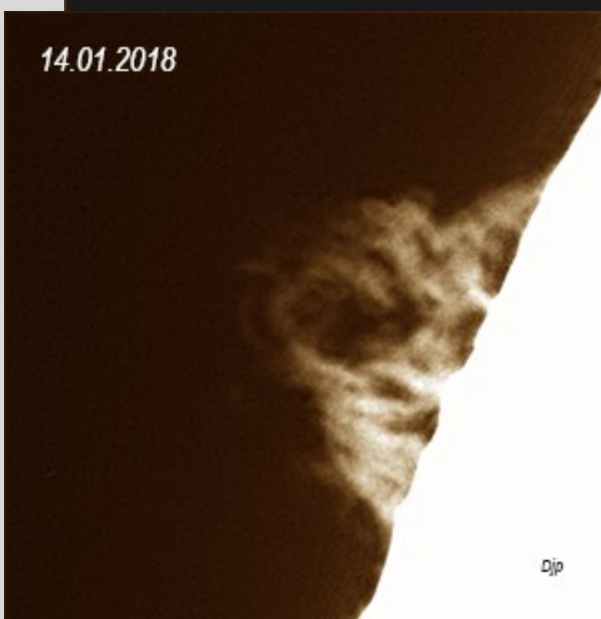
Période : 0,357142 j soit 8h 34 min 17s



Galerie



28.12.2017 N°2692



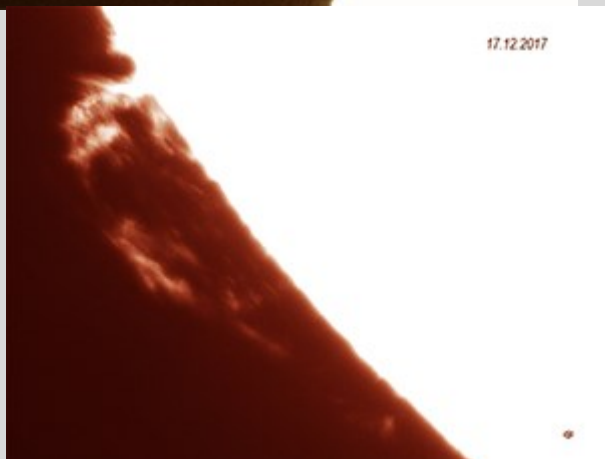
14.01.2018

Djp



14.01.2018

Djp



17.12.2017

Le Soleil Jean-Paul

La Lune

JeanPaul

22.01.2014



Djp

Albireo78
saison 2017-2018



2 réunions par mois

Des présentations

Des actus astro
Des exposés

Des ateliers astro

Niveau 1 pour utiliser et maîtriser son instrument
Niveau 2 pour se lancer en astrophotographie
Niveau 3 pour faire de la « science »

Débutants ou plus confirmés pour 35€ / an



www.albireo78.com

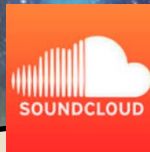


Observations

Gratuites et pour tous à Poigny-la-Forêt

Newsletter

121 abonnés



« En route vers les étoiles »

Notre émission radio
12 saisons, 123 émissions,
180 chroniques scientifiques

Soundcloud

112 abonnés



SADR

Notre observatoire en remote
www.sadr.fr

DSO

Deep Sky Objects
Browser



L'Albireoscope

30 abonnés