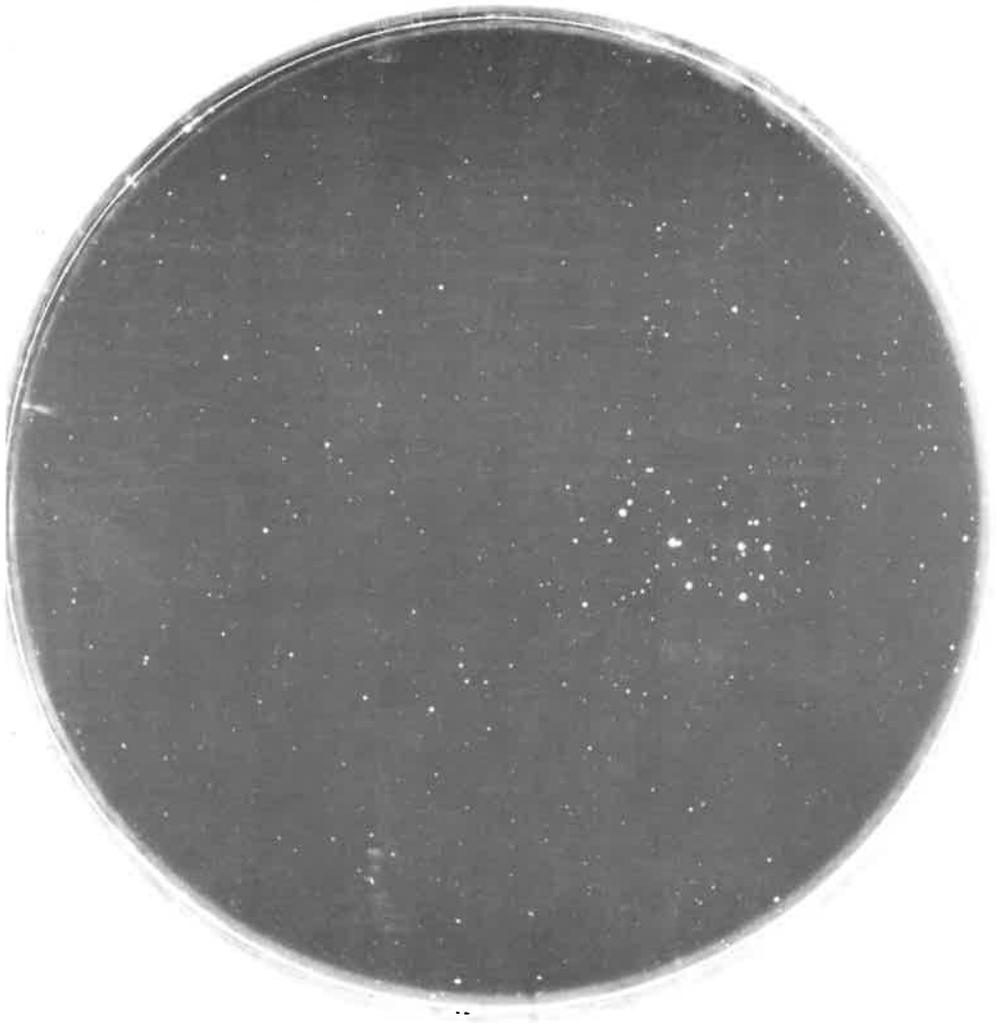


SOCIETE

ASTRONOMIQUE

DE LYON



REVUE TRIMESTRIELLE

Nouvelle série — N° 16 — 1980



Mademoiselle BLOCH

Notre couverture :

**Amas des Pléiades - Photographié à Saint-Genis-Laval, le 30 octobre 1970
par Monsieur BOURRET.**

Le 1er août 1979, décédait à Lyon Mademoiselle Marie BLOCH.

Avant d'énumérer les principales de ses activités scientifiques, je voudrais tracer, dans ses grandes lignes, sa longue et brillante carrière de cinquante-deux ans à l'Observatoire de Lyon.

Née le 26 juillet 1902 à Lyon, élève à l'école technique municipale de jeunes filles de Lyon, Mlle BLOCH entre à l'Observatoire de Lyon en 1920 comme stagiaire, sous la direction de Jean MASCART. Elle est nommée assistant en 1926 et aide-astronome en 1940. Cette même année, frappée par les lois raciales imposées par l'occupant, elle est mise à la retraite par le Gouvernement de Vichy. En 1944, elle est réintégrée dans ses fonctions et, en 1948, nommée membre de la Commission 29 (Spectres Stellaires) de l'Union Astronomique Internationale. En 1950, elle soutient sa thèse de doctorat d'Etat et, dès l'année suivante, elle occupe un poste d'Astronome-Adjoint à l'Observatoire de Lyon.

Jouissant de la confiance de ses collègues, elle est élue dès 1954 représentant du personnel des Observatoires de province auprès du Conseil des Observatoires. Ce mandat lui est renouvelé jusqu'en 1965, date à laquelle elle est nommée Astronome Titulaire sur l'un des deux premiers postes créés dans les Observatoires de province. Elle accède ainsi au plus haut poste de la carrière, équivalent à celui de professeur d'Université.

En 1960, en récompense de l'ensemble de ses recherches et travaux scientifiques qui lui font une renommée internationale en spectroscopie stellaire, il lui est décerné une très haute distinction : Le prix Lalande de l'Académie des Sciences de Paris. Quelques années après (1971) elle est élevée au grade de Commandeur dans l'ordre des Palmes Académiques.

Le 1er octobre 1972 marque la date officielle de son départ à la retraite, mais elle continue à venir à l'Observatoire où tant de souvenirs l'attachent.

Un accident de voiture suivi d'une longue maladie l'éloigne de son Observatoire où elle a passé cinquante-deux ans de sa vie.

Observateur infatigable, Mlle BLOCH était spécialisée dans l'étude photométrique et spectroscopique des étoiles variables et en particulier des novæ, des novoides et des étoiles symbiotiques. Elle avait collaboré avec Jean DUFAY, Daniel CHALONGE, Charles FEHRENBACH, Yvette ANDRILLAT, Lucienne DIVAN et TCHENG MAO LIN.

Elle a apporté une importante contribution à l'observation des spectres de la plupart des comètes apparues depuis 1936. Une mention toute particulière doit être faite du succès de ses observations de la comète Ikeya-Seki, 1965f dont le passage à la distance de 0,008 U.A. du Soleil le 21 octobre 1965 présentait un intérêt exceptionnel pour la physique cométaire. Le spectre photographié par Mlle BLOCH dans la matinée du 21 octobre a montré un grand nombre de raies de faible excitation du fer, probablement quelques raies du nickel, confirmant ainsi l'observation visuelle souvent contestée de LOHSE et COPELAND sur la comète 1882 II. Aussi et pour la première fois, sur ce même spectre, ont été observées les raies H et K du calcium ionisé intenses et très fines, excitées aussi par fluorescence.

Membre des Sociétés Astronomiques de France et de Lyon, Mlle BLOCH était connue et appréciée par le grand public lyonnais pour ses conférences et pour sa contribution aux activités des astronomes amateurs. Elle avait pris une large part au développement de l'Association Française d'Observateurs d'Etoiles Variables (AFOEV) fondée en 1922 par Jean MASCART et Henri GROUILLER à l'Observatoire de Lyon. Cette association a pour but de laisser à des observateurs bénévoles le soin de mesurer par la méthode d'ARGELENDER, les magnitudes visuelles d'étoiles variables à grande amplitude et à longue période.

Toujours aimable, patiente, généreuse, compréhensive, d'un dynamisme inégalable, d'un enthousiasme exemplaire, passionnée par son travail, Mlle BLOCH s'était donnée entièrement à la Science. Elle laisse derrière elle près de deux cents publications.

Elle a aimé l'Observatoire de Lyon. Elle vivait avec l'Observatoire de Lyon. Il y a dix ans, elle voulait qu'on écrive ensemble l'historique de l'Observatoire. Hélas, nous n'avons pu le faire.

Et aujourd'hui, elle appartient déjà à cette histoire.

Mlle BLOCH nous a quittés très simplement. Selon son dernier désir, son corps repose à SAINT-GENIS-LAVAL, près de son cher observatoire.

A. TERZAN

Observatoire de Lyon

Page suivante vous trouverez la suite de l'article

«HISTORIQUE DES CONSTELLATIONS»

Conférence faite par M. TERZAN, le 17 février 1979

dont le début a paru dans le N° 15 de notre revue.

Le Centaure
 Le Loup
 L'Autel
 La Couronne méridionale
 Le Poisson austral

1603 – BAYER Jean – Uranométrie – 60 constellations (21 Nord + 12 Eclipt.
 + 27 Sud dont 12 nouvelles)

imprimées à Ausbourg en 51 feuilles

Bayer réunit les constellations : le Fleuve qui sort du Verseau, le Verseau, ajoute 12 autres dont la plupart sont observées par AMERICO VESPUCCI

L'Indien	Le Paon
La Grue	Le Toucan
Le Phoenix	L'Hydre mâle
La Mouche	La Dorade
Le Triangle Austral	Le Poisson volant
L'Oiseau de Paradis	Le Caméléon

Sur ces cartes, le ciel est représenté tel que nous le voyons, étant placés, comme nous le sommes, au-dedans de la Sphère, alors que les Anciens le représentaient comme on le voit, par dehors sur la convexité des globes célestes, ou comme si l'on était au-dessus de la Sphère étoilée, les figures humaines nous tournant le dos.

Problème de gauche \Rightarrow droite

1627 – SCHILLER Jules – «Cælum Stellatum Christianum»

Il substitue aux noms anciens et profanes des noms tirés de l'Histoire Sainte, mais personne n'en fait usage.

Par exemple, pour le Zodiaque :

Le Bélier	St-Pierre	La Balance	St-Philippe
Le Taureau	St-André	Le Scorpion	St-Barthélémy
Les Gémeaux	St-Jacques-le-majeur	Le Sagittaire	St-Mathieu
Le Cancer	St-Jean l'Évangéliste	Le Capricorne	St-Simon
Le Lion	St-Thomas	Le Verseau	St-Thadée
La Vierge	St-Jacques le Mineur	Les Poissons	St-Mathias

1665 - Père RICCIOLI (jésuite). Un nouveau catalogue d'étoiles (ASTRONOMIA REFORMATATA) composé de 62 constellations (60 de BAYER plus 2 de Tycho BRAHE : Antinoüs et la Chevelure de Bérénice)

1673 – Père PARDIES (jésuite) – Cartes célestes

1673 – VITALIS Jérôme – «Tables du premier modèle» – Catalogue

1679 – ROYER Augustin – Architecte du Roi – Quatre cartes célestes avec :

5 nouvelles constellations au Nord

La Girafe
 Le Fleuve du Jourdain
 Le Fleuve du Tigre
 Le Sceptre
 La Fleur de Lys

4 nouvelles constellations dans le Midi

La Colombe
 La Lionne
 La Croix
 Le Rhomboïde

1679 - HALLEY

publie son Catalogue «Catalogum Stellarum Australium»

ajoute la constellation «Le Chêne de Charles II» en mémoire du chêne qui avait sauvé le roi Charles II dans le temps de ses infortunes en le déroband à la poursuite de ses ennemis.

(Flatterie de courtisans, cf. Flammarion, 1880)

1688 – WEIGEL – «Cœlum Heraldicum» publié à Iéna

Il construit deux globes célestes sur lesquels il substitue aux constellations anciennes les armoiries des principales familles régnantes en Europe :

La Grande Ourse :	l'Éléphant de Danemark
L'Aigle :	l'Aigle de Brandenbourg
Le Bouvier :	Lys
Orion :	L'Aigle romain à deux têtes
Les Pléïades :	la table de Pythagore
Le Scorpion :	un chapeau de Cardinal

1690 - HEVELIUS. «Prodomus Astronomia» : 54 cartes créées en 1679 et publiées en 1690

Son catalogue intitulé «Le Ciel de Sobieski» est dédié à un célèbre roi polonais (il fit lever en 1683 le siège que les Turcs avaient établi devant Vienne).

Il créa les constellations :

L'Ecu de Sobieski	}	proposées par <i>BARTSCHIUS</i>
Monoceros ou la Licorne		
Le Cameleopard ou la Girafe		
Le Sextant d'Uranie	}	qui remplacent «Le Fleuve du Jourdain» de ROYER
Les Chiens de Chasse Astérion et Chora		
Le Petit Lion	}	qui répondent au «Le Fleuve du Tigre»
Le Lynx		
Le Renard avec l'œil		
Le Lézard		
Le Petit Triangle		
Le Cerbère entre les mains d'Hercule		

1729 – FLAMSTEED – Atlas Cœlestis – 28 feuilles gravées à Londres

1742 – DOPPELMAYER – Atlas plutôt pour les amateurs

1752 – Abbé La CAILLE forme 14 nouvelles constellations

- L'Atelier du Sculpteur
- Le Fourneau chimique avec l'alambic et le récipient
- L'Horloge (à pendule et à secondes)
- Le Réticule rhomboïde (petit instrument astronomique)
- Le Burin du graveur (un burin et une échoppe en sautoir liés par un ruban)
- Chevalet du Peintre (avec une palette)
- La Boussole (ou compas de mer)
- La Machine pneumatique (avec son récipient, instrument de physique expérimentale)

L'Octant
Le Compas
L'Équerre et la Règle (pour indiquer l'architecture)
Le Télescope (ou la grande Lunette astronomique, suspendue à un mât)
Le Microscope (pour servir à l'histoire naturelle)
La Montagne de la Table (une montagne du Cap de Bonne Espérance où
La CAILLE a fait des observations)

En 1757, *ASTRONOMIAE FUNDAMENTA*

Puis un second catalogue : *COELUM AUSTRALE*

Puis un troisième catalogue : pour 600 étoiles zodiacales observées pendant l'hiver 1762 à Paris.

Ce dernier travail lui coûta la vie. BAILLY les a publiés ultérieurement.

1764 – *DE VAUGONDY Robert* – Planisphères publiées à Paris (2 feuilles)

1764 – *SENEC* – Planisphères gravées à Londres

1786 – Atlas Célestes –auteur ou éditeur inconnu

1801 – *BODE*

1808 - Plusieurs savants *allemands*, enthousiasmés de *NAPOLÉON*, proposent de substituer son nom à celui du Géant Orion. Les Français refusent. La substitution, d'ailleurs, n'aurait évidemment duré que 5 ans. (cf. Flammarion, Astr. Pop. 1880, p. 706)

1822 – *HARDING* – Atlas novus caelestis (Gottingen)

1833 – *BURRIT Elijah H.* – Atlas

1835 – *DIEN Ch.* – Uranographie – Carte imprimée à Paris

1843 – *ARGELANDER* – Uranometria Nova

1872 – *HEIS* – Atlas Cælestis Novus

1877 – *GOULD* – Uranometria Argentina, Mapas

QUELQUES AUTRES CONSTELLATIONS

(non conservées jusqu'à nos jours)

Le Renne	LEMONNIER
Le Solitaire	LEMONNIER
Le Messier	ALANDE
Le Chat	ALANDE

«J'aime les chats, j'adore les chats ; on me pardonnera bien d'en avoir mis dans le ciel après mes soixante années de travaux assidus»

Le Taureau de Poniatowski	POCZOBUT
Les Honneurs de Frédéric	BODE
Le Sceptre de Brandebourg	BODE
Le Télescope de Herschell	BODE.
Le Globe aérostatique	BODE
Le Quart de Cercle naval	BODE
Le Loch	BODE
La Harpe de Georges	HELL

GLOBES CÉLESTES

Ce sont des cartes célestes rétrécies et réduites à une forme sphérique. Les premiers globes qu'on ait faits pour représenter le ciel étoilé furent formés d'après le catalogue de PTOLÉMÉE, par :

BATECOMBUS
 ZIEGLER (Jules-Claude) (1804-1856)
 REGIOMONTANUS (1436-1476)
 SCHONER (1477-1547)
 FRISIUS (?) (1728-1784)

Avant le catalogue de PTOLÉMÉE, globe hellénique de

THALES de MILETUS (636-546 avant J.-C.)
 EUXODUS de CNIDUS (408-355 avant J.-C.)

1er siècle avant J.C. : Farnèse Atlas, le plus ancien globe existant, découvert en 1575 en Italie (en marbre)

En 1548, Gérard *MERCATOR* (1512-1594)

Mais les plus estimés de tous furent les globes de *BLAEU*. Ce fut aussi *BLAEU* qui le premier fit une sphère de *COPERNIC*, pour représenter les deux mouvements de la Terre.

Puis les grands globes du Père *CORONELLI* (franciscain) (1650-1718)

- les globes extraordinaires de *CAMBRIDGE*
- de la bibliothèque du Roi Louis XIV (ϕ 4 m, globes de Marly, 1683)
- des *PICPUS* de la Guillotière

Puis ceux de Guillaume *DELISLE* (1675-1726), le célèbre géographe français.

Les figures de son globe sont dessinées par *SIMONEAU*.

DÉLIMITATION SCIENTIFIQUE DES CONSTELLATIONS

La délimitation précise des constellations est d'une importance capitale pour des travaux astronomiques : variables, novae, etc...

Les Anciens : le ciel étoilé partagé en astérismes, mais sans limites arrêtées

BODE : le premier astronome qui, aux figures symboliques, adjoignit dans son atlas céleste des lignes de démarcation pour les constellations.

HARDING : dans son Atlas novus caelestis (1822) maintint les limites en supprimant les figures

HERSCHEL : proposa la délimitation des constellations sous forme de quadrilatères sphériques

BAILY : dans la préface du Catalogue of Stars of the British Association (1845), énonce un ensemble de règles pour donner des limites stables aux constellations, tout en leur conservant un accord suffisant avec les descriptions du ciel de Ptolémée. Aucune réalisation pratique ne fut tentée.

ARGELANDER : en 1867, l'Astronomische Gesellschaft émet le vœu de considérer comme *invariables* les limites données aux constellations de l'Hémisphère Nord par **ARGELANDER**, dans son *Uranometria Nova*.

Les auteurs suivants d'atlas célestes ne tinrent pas note de ce vœu.

GOULD : dans son Uranometria Argentina, mapas, 1877, il réalisa la réforme pour l'hémisphère Sud, les limites des constellations étant formées par des méridiens d'ascension droite et des parallèles de déclinaison pour l'équinoxe 1875,0.

La question de la refonte des limites des constellations de l'hémisphère Nord fut portée à l'ordre du jour de l'Assemblée de l'IAU réunie à Cambridge en 1925.

Congrès de Leyde de l'IAU - 1928 - accepte le travail présenté par DELPORTE et le charge de rectifier certaines délimitations de GOULD, pour l'hémisphère Sud.

« Plusieurs théologiens ont affirmé que c'est ADAM lui-même, dans le paradis terrestre, qui a donné leurs noms aux étoiles, ce qui n'avait rien d'impossible s'il avait vraiment existé : l'historien JOSEPH assure que, si ce n'est pas ADAM, c'est son fils SETH, et que dans tous les cas l'Astronomie était cultivée longtemps avant le déluge.

Cette noblesse est suffisante pour nous. »

C. FLAMMARION

GALAXIES, NOYAUX ET QUASARS

CONFÉRENCE FAITE PAR M. ADAM LE 7 AVRIL 1979

C'est à une plongée dans un monde de violence que je vais vous convier aujourd'hui : l'Astronomie n'est plus ce qu'elle était...

De l'Antiquité au siècle dernier, des générations de savants ou de philosophes ont cherché à ranger les phénomènes célestes dans le cadre harmonieux de théories universelles et ont obtenu dans cette voie d'incomparables succès. Seuls étaient alors accessibles à l'observation les aspects mécaniques de l'Astronomie, et la mécanique céleste ne traite guère des catastrophes. Au contraire, on aimait voir dans les cieux l'image d'une certaine harmonie d'essence divine ou, plus près de nous, la grande horloge universelle sur laquelle pouvaient se régler les affaires humaines. Détrônée dans ce dernier domaine par les applications de la physique atomique, l'Astronomie a dû abandonner son auréole d'immuabilité, sa réputation de science « hors du temps ».

Depuis quelques décennies, on assiste à une montée incessante de la « violence cosmique », et l'astrophysique moderne est très largement préoccupée de variations, d'expansions ou de contractions, d'explosions et autres catastrophes affectant ces géants paisibles que semblaient les corps célestes. Depuis quelques années, une évidence s'est imposée : les gigantesques galaxies elle-mêmes ont une vie qui peut être fort agitée, voire subir une évolution cataclysmique.

Les galaxies sont officiellement nées en 1923, quand Edwin HUBBLE montra que, très loin hors de la Voie Lactée, existaient d'autres immenses réunions d'étoiles. Notre Galaxie - avec une majuscule - n'était qu'une parmi des millions d'autres galaxies... L'épisode d'Hercule tétant un peu trop fermement Héra, répandant son lait et formant ainsi la Voie Lactée semble s'être reproduit en de nombreux endroits du cosmos. Dans chacune de ces galaxies, quelques dizaines de millions - pour les naines - ou quelques milliards - pour les géantes - d'étoiles plus ou moins semblables à notre Soleil. Il ne faut toutefois pas se laisser abuser par ces nombres et imaginer un espace encombré : deux étoiles sont en moyenne séparées par cinquante millions de fois leur diamètre. Imaginez plutôt des billes de un centimètre de diamètre placées en moyenne à cinq cents kilomètres l'une de l'autre. Cinq billes, comme celles avec lesquelles jouent les enfants, feraient la population d'un territoire grand comme la France.

La densité dans les régions centrales des galaxies est plus importantes, même si les étoiles restent fort loin l'une de l'autre tout de même. Tout à fait au centre, on ne sait pas exactement ce qui se passe, les photographies prises avec un grand télescope des galaxies voisines montrent parfois un petit noyau brillant, et l'analyse spectrale nous dit, en général, que ce petit noyau est formé d'étoiles, du moins pour ce que l'on peut en voir. Le noyau d'une galaxie normale est un objet assez discret, et sa contribution à la luminosité totale est modeste ; il n'en est pas toujours ainsi.

En 1943, K. SEYFERT décrivait quelques galaxies particulières, définissant ainsi un type d'objet qui porte aujourd'hui son nom. Ces galaxies se remarquaient immédiatement sur les photographies par leur noyau très brillant où la spectroscopie révélait la présence de gaz très chauds animés de vitesses impressionnantes : plusieurs milliers de kilomètres par seconde. On connaît aujourd'hui environ quatre-vingt galaxies de Seyfert ; elles semblent n'exister que parmi les galaxies spirales dont elles forment un à deux pour cent de la population. Un raisonnement simple serait de dire que un à deux pour cent des spirales sont des monstres, mais un raisonnement tout aussi valable serait de dire que toutes les galaxies sont un jour des galaxies de Seyfert, mais ne passent qu'un pour cent de leur vie dans cet état. De la même façon, l'extra-terrestre débarquant place Bellecour et découvrant que les humains se partagent en deux catégories ne pourrait décider sur le champ de la proposition qui serait vraie : « Les humains

naissent soit homme, soit femme» et «Les humains passent la moitié de leur vie comme homme et la moitié comme femme». Dans les deux cas, le résultat serait le même : une population où hommes et femmes seraient également représentés. Depuis la découverte de ces galaxies particulières, la multiplication des observations et leur raffinement ont amené à distinguer deux grandes sous-classes de Seyfert, présentant des caractéristiques spectroscopiques nettement différentes et dont on pense, aujourd'hui, qu'elles font appel à des mécanismes énergétiques fondamentalement différents : les Seyfert de type II auraient un «générateur» classique, en ce sens que la physique en cause serait la physique stellaire habituelle appliquée à une plus grande échelle ; les types I, au contraire, feraient appel à des mécanismes essentiellement relativistes et leur forme extrême serait le quasar dont il sera question plus loin.

Plus près de nous, A. SANDAGE qui effectuait des recherches de galaxies sur les cartes du célèbre Atlas du Mont Palomar a été amené à décrire des objets qui ressemblaient, sur les photographies, à des étoiles, à ceci près qu'une très légère enveloppe nébuleuse était visible autour d'eux. Il les a appelés des galaxies N - pour *nebulous* - et celles-ci se sont révélées être des galaxies - lointaines pour la plupart - dans lesquelles le noyau avait un éclat si important qu'il apportait de très loin la contribution majeure à l'éclat de l'objet. Fort heureusement, on a découvert peu après que l'étoile variable BL du Lézard était en fait une galaxie N relativement proche, de même qu'un certain nombre d'autres objets du même type. On pense aujourd'hui que les galaxies N sont alimentées par le même mécanisme que les Seyfert I, mais qu'elles sont des galaxies elliptiques et non spirales. Ces galaxies elliptiques, outre la caractéristique évidente de n'avoir pas de bras apparents, sont extrêmement pauvres en gaz entre les étoiles, et ceci doit avoir une influence sur les manifestations extérieures de l'activité du noyau. Par exemple, les objets du type BL Lacertae montrent à l'analyse spectroscopique un spectre dépourvu de raies, alors que le spectre des Seyfert est riche en raies spectrales. Là encore, toutefois, le raffinement des observations nous enseigne la prudence : des mesures récentes semblent mettre en évidence des raies très fines dans le spectre des objets de type BL.

Si les noyaux galactiques manifestent ainsi leur activité par une luminosité accrue, ils peuvent aussi le faire dans d'autres domaines énergétiques. Depuis que l'utilisation du radar lors de la dernière guerre mondiale a révélé l'existence de sources puissantes de rayonnement radio dans le ciel, des milliers de radio-sources ont été cataloguées. On a bien sûr cherché sur des cartes, d'éventuelles coïncidences de position entre ces radio-sources et des objets photographiables. On s'est alors aperçu qu'un grand nombre de ces radio-sources étaient associées à des galaxies. En fait, une galaxie sur mille ou dix mille est une radio-source puissante et, plus précisément, une galaxie elliptique géante sur dix rentre dans cette catégorie. Par galaxie géante, il faut entendre une galaxie cinq à dix fois plus massive que la nôtre qui est elle-même une grande galaxie. Si ces proportions reflètent la durée de vie du phénomène radio, on peut estimer celle-ci à un milliard d'années, le dixième de l'âge des galaxies. La mesure de la «brillance radio» de ces objets et diverses considérations amènent à conclure que le phénomène radio dissipe dans l'espace une énergie qui peut être celle rayonnée par notre galaxie en un milliard d'années. L'énergie mise en jeu est donc énorme et demande une explication. Les caractéristiques du rayonnement radio amènent à penser qu'il est dû à des bouffées de particules chargées - des électrons par exemple - se déplaçant dans un champ magnétique relativement intense. Le problème de l'origine de ces bouffées de particules éjectées du noyau reste toutefois à résoudre ; nous verrons plus loin l'explication actuellement en faveur.

Les radio-sources peuvent se présenter sous de nombreux aspects, mais deux types de base sont fréquents : d'une part, les radio-sources doubles dans lesquelles deux zones d'émission radio sont situées de part et d'autre de la galaxie centrale, en alignement plus ou moins parfait avec le noyau. On les explique par l'émission dans un passé de quelques millions ou dizaines de millions d'années de deux bouffées éjectées symétriquement du noyau à une vitesse relativiste, c'est-à-dire proche de 300 000 Km/s, vitesse de la lumière dans le vide. D'autre part, on trouve des radio-sources «tête-queue» dans lesquelles l'image radio de l'objet est un peu analogue à celle

d'une comète, les dimensions réelles étant bien sûr sans commune mesure. La galaxie elle-même occupe la place de la tête de la comète. On explique ces objets un peu de la même façon que l'on explique les radio-sources doubles, en faisant intervenir un milieu dans lequel se déplace la radio-galaxie, milieu suffisamment dense pour freiner et laisser traîner sur l'arrière des bouffées de particules émises par le noyau.

Là encore, cette classification ne doit pas faire illusion, car les radio-galaxies montrent en fait des formes extrêmement variées, avec d'innombrables types intermédiaires. Bien plus, les caractéristiques des Seyfert, galaxies N et radio-galaxies se trouvent mêlées dans certains objets, et ceci à tout naturellement amené à penser à une origine commune pour ces différents «accidents». On trouve enfin des objets qui sont de véritables monstres, avec un ensemble de caractéristiques photométriques et spectroscopiques qui leur sont propres. Citons NGC 1275 qui est une Seyfert I encore relativement classique, avec un système de filaments gazeux en expansion rapide (3 000 Km/s) et qui est une radio-source complexe : M 82, prototype des «galaxies en explosion» - ce qui est une façon de parler car le processus «explosif» a son siège dans le noyau uniquement - galaxie irrégulière avec un système gazeux central en expansion (1 000 Km/s), des poussières abondantes qui nous cachent le noyau lui-même, un jet optique et radio contenant autant d'énergie qu'en rayonne la Voie Lactée en un millier d'années, une émission radio et infrarouge intense, et qui est riche en molécules CO alors que le carbone et l'oxygène ne sont tout de même pas très abondants dans l'Univers. Citons encore M 87, galaxie elliptique géante de l'amas de la Vierge, au rayonnement radio intense très polarisé - vibrant dans une seule direction si l'on veut, ce qui n'est pas une caractéristique normale pour un rayonnement - émis par bouffées successives d'un million d'années, et montrant un jet de 5 000 années lumière contenant autant d'énergie qu'en rayonne notre Voie Lactée en un million d'années.

Cette petite liste de monstres doit donner l'impression - justifiée - que les galaxies actives sont des objets très individualisés et souvent inclassifiables. Elle ne doit pas donner l'impression - fautive - que ces objets sont fréquents. Il est bien connu que le nombre d'astronomes étudiant les galaxies à évolution cataclysmique est très supérieur à celui des galaxies en question...

Nous arrivons maintenant au sommet de l'échelle des phénomènes violents dans les noyaux galactiques. On sait comment furent découverts les quasars - contraction de «quasi stellar objects» - par identification des radio-sources 3C 273 et 3C 48 avec ce que l'on a d'abord pensé être des étoiles galactiques, comment l'analyse spectrale de la lumière de ces objets devait finalement montrer qu'il s'agissait en fait d'objets extrêmement lointains et donc prodigieusement lumineux. Plus d'un million de quasars sont maintenant catalogués et le «record de distance» est toujours détenu par l'objet OQ 172 que les mesures placent à dix-huit milliards d'années lumière, soit 90 % du rayon de l'Univers observable. Pourquoi ces quasars ont-ils tant passionné les astrophysiciens ? Par leur débit énergétique tout d'abord : un quasar peut être cent fois plus brillant qu'une galaxie elliptique géante et on peut montrer qu'il faudrait que les mille milliards d'étoiles d'une galaxie supergéante elliptique explosent en supernovae pour fournir assez d'énergie. Par leur compacité ensuite, déduite de leur variabilité : les quasars sont en général variables et certains le sont rapidement, à l'échelle de quelques jours. Un raisonnement simple montre alors que les dimensions de la zone variable ne peuvent être supérieures à quelques jours lumière ; on a malheureusement alors d'énormes difficultés pour faire tenir tant d'énergie dans un volume si petit. Autant chercher à installer un réacteur de Concorde dans le coffre d'une R.5. Astronomiquement parlant, cela signifie qu'il faut inventer un autre générateur, d'un modèle nouveau et remarquable par sa compacité...

L'intérêt porté aux quasars est venu aussi des espoirs qu'ils ont suscités : étant les objets les plus lointains qui soient observables, on espérait tenir là une clef décisive pour étudier la structure et la géométrie globale de notre Univers. Jusqu'ici, cet espoir a été déçu : les quasars ont posé plus de problèmes qu'ils n'en ont résolus. Mais on va voir qu'ils ont provoqué un développement sans précédent de l'astrophysique relativiste, celle des conditions extrêmes à jamais irréalisables en laboratoire.

Quel peut donc être le moteur des noyaux galactiques actifs ? De nombreuses propositions ont été faites et on en trouvera une liste - non exhaustive - dans le résumé d'une précédente conférence paru dans notre bulletin (numéros 13 et 14). Tous ces mécanismes ont rencontré des difficultés insurmontables dans les diverses tentatives d'application que l'on en a faites. Tous, sauf un : celui faisant intervenir un cataclysme géométrique connu sous le nom de «trou noir». Qu'est-ce qu'un trou noir ? Il s'agit d'une conséquence d'une situation décrite par la théorie de la relativité générale due à A. EINSTEIN. Reprenons, pour représenter le trou noir, une image due à EINSTEIN lui-même : l'espace est figuré par une mince feuille de caoutchouc plane et tendue, les corps célestes par des billes plus ou moins pesantes. Imaginons l'espace vide : la feuille qui en est l'image est parfaitement plane. Créons alors par la pensée une étoile en un point de l'espace, c'est-à-dire posons une bille d'acier sur la feuille. Une déformation de celle-ci apparaît qui se propage vers l'extérieur à une vitesse dépendant de la matière et de l'état de la feuille. On dit qu'il y a courbure de l'espace autour de la masse créée, et cette courbure se propage dans l'espace réel à la vitesse de la lumière, c'est ce que l'on appelle une onde gravitationnelle. Notre bille est maintenant au fond d'un petit entonnoir qu'elle a creusé dans la feuille de caoutchouc. Faisons alors rouler sur cette une bille d'une masse négligeable devant celle de la première. L'observateur qui voit la feuille du dessus, en plan, va s'apercevoir que le mouvement de la bille est perturbé par la présence de la première bille, en ce sens que si sa trajectoire la fait passer pas trop loin de celle-ci, elle va avoir tendance, en roulant sur la paroi de l'entonnoir, à tourner autour de la bille d'acier. Observant ceci, NEWTON dit : «La bille d'acier a attiré la bille de liège» et EINSTEIN dit : «La bille de liège a décrit une trajectoire libre et sans contrainte dans un espace courbé par la présence de la bille d'acier». C'est pourquoi on dit qu'EINSTEIN a «géométrisé» la gravitation. On imagine que si l'on remplace l'acier par du plomb, l'entonnoir va se creuser plus, et la bille de liège aura plus de chance d'être capturée et de ne pouvoir ressortir du puits. On passe alors à l'image du trou noir en imaginant que la bille initialement d'acier devient infiniment dense et creuse un entonnoir dont le diamètre est raisonnable mais dont la profondeur devient infinie. Pourquoi «trou noir» ? Parce que, le puits ayant une profondeur infinie, rien ne pourra plus en sortir, pas même la lumière, même si tout peut toujours y tomber.

Nous voici donc avec un trou noir, et cela ressemble peu à un objet dont on puisse extraire de l'énergie, assurément !

Remarquons d'abord qu'un trou noir peut avoir n'importe quelle masse. Dans notre image, le trou noir est caractérisé par le fait que les parois de l'entonnoir deviennent verticales. Cela peut se faire en appuyant une pointe d'aiguille à tricoter sur notre caoutchouc indéchirable et en enfonçant l'aiguille très profondément ou, en ne faisant pas de détail et en projetant sur la feuille le gracieux centre d'échanges de Perrache. Dans un cas comme dans l'autre, le trou sera profond et à parois «infiniment raides».

Pour les quasars, on utilise un trou noir «supermassif» de quelques cent millions de masses solaires. De nombreux chemins mènent à la formation d'un tel trou noir dans une galaxie, depuis la contraction cataclysmique d'un nuage de gaz jusqu'à l'agglomération d'étoiles trop rapprochées. Ce trou noir est en rotation, son rayon est de l'ordre de cent millions de kilomètres, inférieur donc à celui de l'orbite terrestre. Autour de ce trou noir, on montre que se forme un disque d'accrétion, lentille formée d'étoiles et de débris d'étoiles qui tombent en spiraland de plus en plus vite sur le trou noir. Au voisinage de celui-ci, les vitesses deviennent extrêmement élevées, et les lignes de force du champ magnétique de la galaxie, qui sont partiellement «gelées» dans la matière gazeuse, sont contraintes de s'enrouler elles aussi autour du trou noir, non sans glisser par rapport au gaz : l'entraînement n'est pas total. C'est ce décalage entre vitesse de rotation de la matière et vitesse de rotation du champ magnétique qui permet d'extraire de l'énergie prélevée sur l'énergie gravitationnelle perdue par le gaz tombant sur le trou noir : l'ensemble fonctionne comme une dynamo titanique et des quantités énormes de particules chargées sont éjectées à des vitesses relativistes dans les directions des pôles du disque d'accrétion. L'efficacité de

l'ensemble est suffisante pour qu'un taux d'accrétion de quelques milliers de masses solaires par an procure le débit énergétique nécessaire, et l'objet a toute la compacité souhaitable. L'éjection dans deux directions privilégiées rend bien compte de la structure double de nombreuses radio-sources. Le rayonnement dû à des particules chargées convient bien aux quasars, lorsqu'on le mélange au rayonnement thermique dû aux effets secondaires de notre dynamo galactique.

Alors, les astronomes sont heureux, diriez-vous... Oui et non... Tout d'abord pour une raison fondamentale et sans espoir : on n'a jamais vu le moindre trou noir, et on n'en verra jamais, et pour cause. Tout au plus peut-on espérer détecter les effets secondaires, et on pense que les quasars en sont un exemple. Mais on n'a actuellement aucune preuve de l'existence des trous noirs dans quelque objet que ce soit, malgré quelques déclarations optimistes que l'on entend ici ou là. Certains, prudents, font remarquer avec raison que la théorie de la relativité générale, comme toutes celles qui l'ont précédée, doit avoir ses limites, et que les calculs sur les trous noirs sont faits dans un domaine de la physique situé très au-delà de celui où a été vérifiée expérimentalement - et difficilement - la théorie. Rien ne prouve que la relativité générale reste valide sans correction dans les conditions extrêmes de formation des trous noirs.

Néanmoins, le sentiment général est plutôt « nous tenons le bon bout ». En quelques années a été mise sur pied la théorie d'un nouveau générateur cosmique permettant d'atteindre des débits énergétiques tout simplement impossibles auparavant. Quand bien même cela ne s'avèrerait qu'un exercice intellectuel, le succès est de taille. Après quelques aménagements de détail, sans doute avons-nous là la réponse à une question vieille de quinze ans : qu'est-ce qui fait briller les quasars ?

LES ECLIPSES

par Mme M.T. MARTEL, le 2 décembre 1978

Les éclipses, sujet d'actualité

Cette année, un anticyclone, centré sur la France depuis le début de septembre, s'y est maintenu pendant plus de deux mois, nous procurant un automne sec, dont la durée d'ensoleillement, à l'exception de quelques brouillard locaux, dépasse de loin celle des meilleures années. Ces conditions climatiques exceptionnelles ont permis, sans doute, à beaucoup de Lyonnais, de contempler dans un ciel magnifiquement pur, *l'éclipse totale de lune du 16 septembre 1978.*

A Lyon, le 16 septembre, la lune s'est levée à 17 h 46 min TU, soit à 19 h 46 min à l'heure indiquée par les horloges officielles qui règlent nos activités journalières. Au lever de la lune, ce jour-là, vous avez remarqué que la pleine lune du calendrier présentait un disque entamé par l'ombre de la Terre. Bref, elle apparaissait presque telle qu'en son dernier quartier. Si vous avez continué à observer le phénomène au fur et à mesure que la lune montait dans le ciel, vous avez repéré facilement, à 18 h 25 min TU, l'instant de la disparition du mince croissant brillant de la lune, marquant de début de la totalité. Vous avez également noté le moment de la fin de la totalité à 19 h 44 min TU, instant où apparaît de nouveau un mince croissant lumineux. Entre ces deux instants, vous aurez pu admirer la belle coloration rouge foncé du disque lunaire entièrement éclipsé. Intéressés par le spectacle, vous l'aurez peut-être suivi jusqu'au bout et vous avez noté alors la sortie de la lune de l'ombre de la Terre à 20 h 48 min TU.

Plus difficile, s'est avérée la suite de vos observations jusqu'à 20 h 46 min TU, instant où la lune avait retrouvé tout son éclat en émergeant de la pénombre projetée par la Terre.

Toute cette description, vous a rappelé le phénomène de *l'éclipse totale de lune* auquel vous avez assisté le 16 septembre 1978. Il est nécessaire, maintenant avant d'expliquer le mécanisme des éclipses, d'en donner la *définition*. Pour cela, ouvrons le dictionnaire. Nous trouvons que le mot *éclipse* vient du mot grec *ekleipsis* qui signifie je fais défaut. Le terme *éclipse* désigne *«la disparition totale ou partielle, réelle ou apparente d'un astre par l'interposition d'un corps entre cet astre et l'œil de l'observateur».*

Observations possibles de différentes sortes d'éclipses.

Les plus connues sont les éclipses de Lune et de Soleil.

Eclipses de Lune.

Elles se produisent quand la Terre cache à la Lune la lumière du Soleil.

Eclipses de Soleil.

La Lune projette son ombre à la surface de la Terre, sur une bande inférieure à 250 Km de large et cache alors le disque solaire aux habitants de la bande de la totalité.

Mais il existe d'autres éclipses dont certaines sont appelées *occultations*. Le mot *occultation* vient du mot latin *occultatio* qui signifie action de cacher. Une *occultation* désigne le passage d'un astre derrière un autre. Les *occultations* sont donc des phénomènes analogues aux éclipses.

Occultations d'étoiles par la Lune.

La Lune dans son mouvement sur le ciel peut nous cacher certaines étoiles du Zodiaque (*). Ainsi, l'étoile Aldébaran du Taureau a été occultée par la Lune le 11 avril 1978. Les occultations permettent de mettre en évidence l'existence d'enveloppes étendues autour de certaines étoiles.

Autres occultations lunaires.

Contentons-nous de citer les occultations des planètes et des sources X, infrarouges ou radio.

Occultations d'étoiles par les planètes.

Dans leurs mouvements sur le ciel, les planètes peuvent aussi, comme la lune, nous cacher certaines étoiles. Quelques occultations très spectaculaires peuvent être observées en plein jour avec une lunette ou un télescope. Ainsi le 7 juillet 1959, j'ai eu la chance d'observer un «phénomène extrêmement rare», l'occultation de l'étoile Régulus par Vénus. En 1974, l'occultation de l'étoile η des Gémeaux par la planète Mars a permis à Link de mettre en évidence certaines caractéristiques inattendues de l'atmosphère martienne.

Occultations des planètes entre elles.

Le 20 décembre 1933, la planète Vénus était en occultation par rapport à la Lune, et Saturne en occultation par rapport à Vénus. Le phénomène visible au Japon a duré une heure.

Eclipses de satellites par leur planète.

Les planètes du Système Solaire : Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, ont des satellites. Les éclipses de certains satellites par leur planète s'observent quand le plan orbital coïncide avec le plan de l'écliptique (*), ce qui est le cas des quatre satellites galiléens de Jupiter : Io, Europe, Ganymède et Callisto. Les éclipses des quatre satellites les plus brillants de Jupiter ont servi pendant plusieurs siècles aux marins à faire le point en mer. Les instants des éclipses, prévus sur les tables nautiques de l'année leur permettaient de vérifier la bonne marche de leur garde-temps et par suite d'établir rigoureusement la longitude de leur position. Rappelons aussi que ROEMER, en 1676, évalua la vitesse de la lumière à 300 000 kilomètres par seconde à partir de l'observation des éclipses des satellites de Jupiter.

Quand le plan de l'anneau de Saturne se rapproche de l'écliptique (tous les quinze ans), des éclipses de certains satellites de la planète se produisent. L'éclipse du plus gros de tous, Titan, est observable par l'amateur muni d'une petite lunette.

Occultation mutuelle des satellites de Jupiter.

Le 11 janvier 1979, les satellites II et III de Jupiter - Europe et Ganymède - s'occultent mutuellement. Avec le télescope lyonnais de la station du Gornegrat, J. ROUSSEAU et P. MERLIN observeront ce phénomène en vue de déceler et d'étudier les atmosphères de ces deux satellites joviens.

(*) Etoiles de première grandeur souvent occultées par la Lune : Aldébaran du Taureau, l'Epi de la Vierge, Régulus du Lion, Antarès du Scorpion, Pollux des Gémeaux. L'occultation du petit amas des Pléiades ne se produira pas avant 1987.

(*) On appelle écliptique ou lieu des éclipses, la projection de l'orbite terrestre sur la sphère céleste ; c'est le cercle que semble décrire le Soleil en un an sur le ciel.

Eclipses des satellites artificiels en orbite autour de la Terre ou d'une autre planète.

Les satellites artificiels, lancés par l'homme depuis 1957, présentent à l'observateur de fréquentes éclipses par l'ombre de la Terre ou d'une autre planète. Ceux qui gravitent autour de la Terre, se trouvent à des distances très petites (1 000 Km) ; leurs éclipses deviennent un phénomène normal de longue durée et le satellite échappant à l'ombre tout au long de son orbite une exception.

Etoiles binaires à éclipses.

Certaines étoiles variables doubles, dont la séparation des deux composantes stellaires reste non résolue même avec les plus grands télescopes, présentent le phénomène d'éclipses qui révèle la forme très particulière de leur courbe de lumière. Les variations de leur éclat en fonction du temps se reproduisent périodiquement. Deux minimum, d'importance inégale, apparaissent au début et au milieu de chaque cycle, correspondant aux éclipses respectives de chacune des deux composantes stellaires. Les durées et les profondeurs des minimums permettent de calculer les diamètres et les éclats relatifs des deux étoiles. Comme la connaissance de l'orbite nous donne les masses, il est facile de déduire les densités stellaires. Les étoiles binaires à éclipses sont les seules étoiles dont nous pouvons mesurer directement les dimensions.

Eclipses de Lune et de Soleil.

Périodicité des Eclipses - Le Saros

Si le plan orbital de la Lune autour de la Terre était confondu avec le plan de l'orbite terrestre autour du Soleil, il se produirait, à chaque pleine lune, une éclipse de Lune, et, à chaque nouvelle lune, une éclipse de Soleil. Or le plan dans lequel se meut la Lune est incliné de $5^{\circ} 14'$ sur le plan de l'écliptique qu'il coupe en deux points opposés qu'on appelle nœuds. Tous les mois, la Lune passe par les deux nœuds, elle revient au même nœud tous les 27,2122 jours.

Pour qu'il y ait éclipse, il faut que le Soleil, la Terre et la Lune soient parfaitement alignés, ce qui ne se produit qu'aux phases de pleine lune ou de nouvelle lune qui se renouvellent à chaque lunaison tous les 29,530588 jours. Pour qu'une éclipse se produise dans les mêmes conditions il faut que la Lune corresponde à une même phase, qu'elle passe par un même nœud et qu'elle soit à la même distance de son périhélie. Or l'intervalle entre deux passages de la Lune au périhélie a pour valeur 27,5546 jours. Il se trouve que 223 lunaisons coïncident avec 242 passages de la Lune au même nœud et 239 passages au périhélie.

Cette durée de 223 lunaisons, soit 18 ans 11 jours et 8 heures, s'appelle *le Saros*, elle ramène les mêmes conditions qui ont entraîné une éclipse. Ayant noté toutes les éclipses apparues pendant un Saros, il suffit alors d'ajouter 18 ans et 11 jours pour prévoir les suivantes. Comme le Saros compte 8 heures de plus qu'un nombre entier de jours (6 585), ce n'est pas la même région de la Terre qui reverra après 18 ans 11 jours la lune éclipsée à son zénith mais une autre région située à 120° plus à l'Ouest.

Eclipses de Lune vues de la Terre.

Le schéma géométrique d'une éclipse de Lune est représenté sur la figure 1.

Les tangentes communes aux disques du Soleil S et de la Terre T définissent le cône d'ombre, les tangentes communes intérieures à S et T le cône de pénombre. Il y a *éclipse totale ou partielle* lorsque la Lune traverse le cône d'ombre et qu'elle s'y trouve totalement ou partiellement immergée. Il y a *éclipse par la pénombre* quand la Lune traverse uniquement le cône de pénombre.

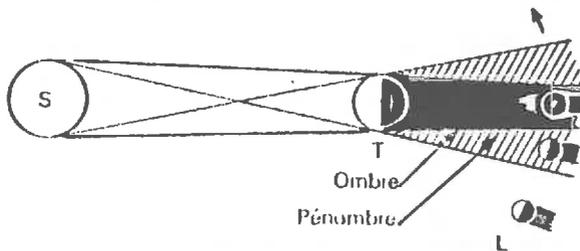


Figure 1

Evaluons la longueur du cône d'ombre. Ce calcul est facile car aujourd'hui nous connaissons avec une grande précision le rayon du Soleil, soit 109,1 rayons terrestres R. Comme à la surface de la Terre, le diamètre est vu sous un angle moyen de 32', la distance du Soleil à la Terre de 23 566 R s'en déduit immédiatement. Des relations géométriques très simples permettent d'évaluer la longueur du cône d'ombre à 218 R et le demi-angle d'ouverture de ce cône à 15,7'. Le cône d'ombre de la Terre s'étend toujours bien au-delà de l'orbite lunaire située en moyenne à 60 R et l'éclipse pourra être totale si la ligne des nœuds est orientée vers le Soleil. Quand la Lune traverse l'axe du cône d'ombre, la totalité de l'éclipse dure 1 h 45 min.

C'est grâce à la connaissance assez exacte des durées des plus longues éclipses totales de la Lune, estimées à près de deux heures qu'ARISTARQUE de SAMOS en conclut que le diamètre de la Lune devait être le tiers de celui de la Terre et qu'il en déduisit pour la première fois la distance Terre - Lune à 64 R, valeur assez proche de la réalité. HIPPARQUE améliora ces premiers résultats en tenant compte d'observations plus précises. De la durée moyenne des éclipses de Lune les plus longues, il montra que l'ombre de la Terre, dans ces cas-là, correspondait aux 8/3 du diamètre de la Lune, ce qui conduit à un diamètre lunaire de 3/11e de celui de la Terre. Il trouvait alors pour la distance Terre - Lune 60 R, valeur moyenne exacte.

Dans le calcul du cône d'ombre, long de 218 R et de demi-ouverture de 15,7', nous avons négligé l'influence de l'atmosphère terrestre qui réfracte d'un angle de 72' les rayons du Soleil passant à une distance de 70 Km au-dessus de la surface terrestre. Tout se passe comme si les rayons solaires touchant l'extrême limite de l'atmosphère terrestre étaient tangents à la Terre. La demi-ouverture du cône d'ombre réelle devient alors

$$15,7' + 72' = 87,7'$$

et la longueur du cône d'ombre réelle se réduit à 39 R. La Lune qui circule autour de la Terre à la distance de 60 R ne sera jamais plongée dans l'ombre réelle et ne disparaîtra pas pendant la phase de la totalité. La Lune éclipsée sera rouge pour la même raison que le Soleil devient rouge à l'horizon, les rayons rouges étant moins absorbés par l'atmosphère terrestres que les rayons bleus. La couleur et l'éclairement de la lune éclipsée dépendent essentiellement de la transparence de l'atmosphère terrestre. Les nuages, les poussières, les cendres volcaniques en suspension dans l'air assombrissent l'éclipse.

Eclipses de Lune vues de la Lune.

Les premières observations datent de l'éclipse du 24 avril 1967, quand Surveyor 3 transmet à la Terre les images du Soleil éclipsé par la Terre.

L'éclipse de Lune se présente alors pour l'observateur lunaire comme une éclipse de Soleil partielle dans la pénombre et totale dans l'ombre. En l'absence d'atmosphère terrestre, le Soleil devrait disparaître derrière le disque noir de la Terre environ quatre fois plus grand sur le ciel lunaire que le diamètre apparent du Soleil. Mais l'atmosphère terrestre réfracte les rayons solaires et laisse subsister au milieu de la totalité un anneau brillant entourant la Terre sur une longueur de 40 000 Km.

Société Astronomique de Lyon
69230 – Saint-Genis-Laval

Sommaire

- 1 – Nécrologie**
- 3 – Suite de l'article «Historique des constellations»**
- 6 – Galaxie, noyaux et quasars**
- 13 – Les éclipses**

Prix : 10 F