

Histoire de lunettes et télescopes (2)

Daniel Bardin, Marseille

Après avoir traité des aberrations optiques dans le précédent numéro des Cahiers Clairaut, cet article nous fait découvrir les différents montages optiques adoptés au cours des siècles, ainsi que les différents types de montures.

Les télescopes

La catoptrique (du grec $\kappa\alpha\tau\omicron\pi\rho\nu$: miroir) est bien antérieure à la dioptrique et pourtant les lunettes d'approche devancèrent les télescopes. La difficulté de réaliser de très bons miroirs et l'usage des bésicles dès le milieu du Moyen-Âge (et, donc, l'expérience des lunetiers) contribuèrent peut-être à l'apparition première des lunettes. Pourtant, on relève des traces de projets de télescopes à l'époque des premières observations de Galilée : le meilleur ami de ce dernier, Sagredo (1571-1620) laissa une description mais ne construisit apparemment pas l'appareil. Un certain Cesare Caravaggi, de Bologne, aurait correctement décrit un montage avec un miroir concave d'acier. Galilée, instruit de ce fait par un de ses correspondants, Cesare Marsili, serait tombé d'accord avec lui pour reconnaître que ce miroir devait, au moins, être associé à un oculaire.

Un autre Bolonais, Bonaventura Cavalieri (1588-1647) aurait écrit : "...il est évident que si nous combinons le miroir concave avec le convexe ou la lentille concave, nous devons avoir l'effet de la lunette". En 1616, le père jésuite Nicolas Zucchi propose un montage oblique (utilisé plus tard par W. Herschel sous l'appellation de "front view") qui rend malheureusement les aberrations plus gênantes, mais qui a l'avantage de n'utiliser qu'une seule réflexion sur le miroir métallique :

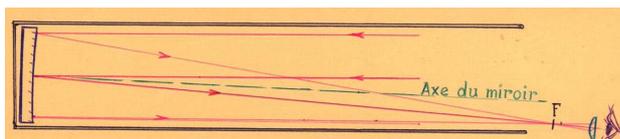


Fig. 13 Comme l'œil est placé près du bord du tube, le miroir doit être incliné pour amenuiser au mieux les aberrations inévitables de cette formule.

Le père Marin Mersenne (1588-1648), ayant dans ses correspondants Blaise Pascal, René Descartes,

Pierre de Fermat et Evangelista Torricelli, dessine en 1636 des combinaisons de miroirs dans son ouvrage "Harmonie Universelle".

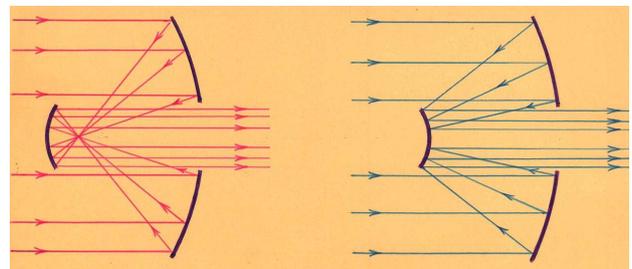


Fig. 14.

Ces schémas figurent des montages destinés à l'acoustique "pour faire l'écho" c'est-à-dire à amplifier des sons, mais le père Mersenne signale aussitôt que des miroirs semblablement agencés pourraient servir "pour faire des lunettes de longue vue". Il s'inspire du traité d'optique de Descartes et propose même de donner aux miroirs une forme de paraboloïde. Mais la précision requise et l'absence de procédé de contrôle ainsi que l'obligation de percer le miroir primaire, d'une part et, d'autre part une certaine opposition de Descartes lui-même, ne permirent pas de faire aboutir ce projet. On retrouve néanmoins ces idées dans des instruments proposés quelques temps après.

Le télescope de Gregory

En 1663, James Gregory (1639-1675) conçoit un plan basé sur deux miroirs concaves suivis d'un oculaire.

Le grandissement dû au petit miroir a pour valeur le rapport OB / OA tandis que le grossissement final est dans le rapport de la focale résultante des deux miroirs à celle de l'oculaire. Les images sont à l'endroit – conformes à l'objet – ce qui valu au

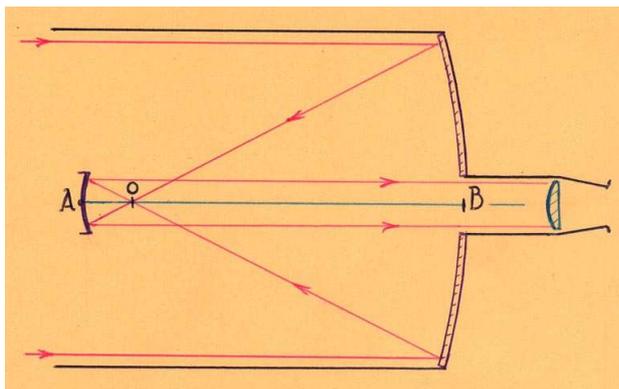


Fig. 15

18e siècle à ce télescope une renommée certaine comme instrument d'observation terrestre jusqu'à la diffusion des longues-vues à objectifs achromatiques, moins encombrantes.

Le télescope de Cassegrain

En 1671, Newton construisait son deuxième télescope à miroir secondaire plan et le présentait en janvier 1672 à la Société Royale où, d'ailleurs Robert Hooke (1635-1703) se moqua de cet appareil si minuscule. Au même moment, un Français, Laurent Cassegrain (1629-1693) proposa un plan d'instrument différent où le miroir secondaire est convexe :

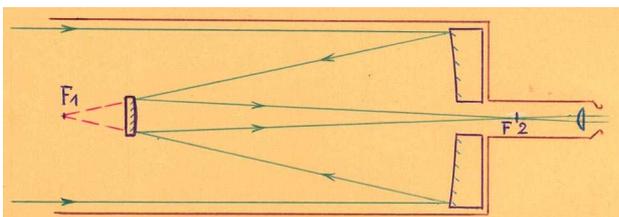


Fig. 16. Le secondaire se place en avant du foyer F_1 du primaire et déplace le foyer en F_2

La focale résultante peut atteindre de grandes dimensions sans pour autant allonger le tube ; c'est d'ailleurs la formule la plus utilisée dans les télescopes à notre époque. Mais la nécessité de polir les miroirs non sphériques et, encore une fois, l'absence de procédé de contrôle des formes obtenues repoussa à plus tard la réalisation de télescopes véritablement corrigés des aberrations et donc utilisables. On peut néanmoins citer Jesse Ramsden (1735-1800) qui fit un "bon Cassegrain" en 1775 bien que les miroirs, à cette époque, soient toujours en métal qui ternissait par oxydation et qu'il fallait repolir fréquemment au risque de modifier sa forme.

Au chapitre des belles réussites, signalons aussi le travail d'un autre membre de la Société Royale, John Hadley (1682-1744) ; il construisit en 1721 un "newtonien" de 15 cm de diamètre et de 1,50 m de focale dont le miroir était proche d'un paraboloïde,

ce qui constituait une première dans l'obtention de bonnes images.

Plus loin dans l'Univers

Le début du 18^e siècle voit l'astronomie élargir ses domaines d'observation : les lunettes modestes des pionniers s'étaient naturellement tournées vers les objets brillants : exploration du système solaire déjà visible à l'œil nu, cartes et premiers catalogues, début de l'astrométrie.

À cette époque charnière et agitée, Charles Messier (1730-1817) quitte en 1751 sa Lorraine natale (partagée entre le Duché de Stanislas et l'empire allemand) pour Paris. Observateur persévérant et précis, il utilise plusieurs instruments qui lui sont prêtés ou qui lui appartiennent : lunettes achromatiques dès 1766, télescopes divers dont un grégorien de 16 cm de diamètre et de 80 cm de focale. Messier dirige ses instruments vers des cibles "classiques" telles les occultations, les éclipses, mais il fouille le ciel en cherchant des comètes (44 sont répertoriées dont une vingtaine qu'il a découvertes) et en vient à dresser son fameux catalogue d'objets célestes non ponctuels. Si bien des précurseurs en avaient signalé avant lui, c'est bien Messier qui regroupa les 103 objets que nous nommons amas ouverts, amas globulaires, nébuleuses et galaxies. Cinquante-trois de ces objets parfois difficiles à détecter furent découverts par Messier lui-même, d'autres, conjointement, par son collègue et ami Pierre Méchain (1744-1804), spécialiste des comètes lui aussi. Il ne faut pas oublier que le ciel urbain n'était pas pollué par les lumières nocturnes du temps de Messier ; les petits télescopes y restaient efficaces.

À la même époque, de nombreux observateurs en France et en Europe se lancent dans cette quête des objets faibles. Les progrès de l'optique astronomique qui ont surtout concerné, jusqu'alors, la lutte contre les aberrations recherchent désormais à augmenter les diamètres et les focales : on va ainsi récolter plus de lumière et augmenter le pouvoir séparateur des télescopes. Un musicien allemand, William Herschel (1738-1822) quitte en 1757 le Hanovre et le royaume de Prusse, où se déroulait la Guerre de Sept Ans, et se réfugie en Angleterre. Tout au long d'une vie consacrée à la musique puis à l'astronomie, il va déployer une infatigable énergie et un esprit scientifique remarquable. Ses domaines d'observation et de découvertes, débouchant sur de solides hypothèses, couvrent de nombreux secteurs : planètes et leurs satellites, comètes, étoiles simples, variables ou multiples (positions,

mouvements propres et distances, d'où ses idées sur l'apex), amas, nébuleuses (en particulier les planétaires dont il suspecta la nature gazeuse), et notre Galaxie. La planète Uranus, qu'Herschel prit d'abord pour une comète, fut découverte par lui le 13 mars 1781.

Herschel fondait et polissait ses miroirs — il en aurait réalisé plus de 200 à partir de 1773 — et construisait les montures. On nommait à l'époque les télescopes par leur longueur, mais l'usage actuel préfère donner le diamètre et la focale. William Herschel utilisa surtout un "20 pieds" de 47 cm de diamètre et de 6 m de focale, mais réalisa en 1789 un géant de 1,20 m de diamètre pour 12 m de focale. Ce monumental instrument soutenu par un savant échafaudage restait difficile à manier mais resta durant 56 ans le plus grand télescope au monde.

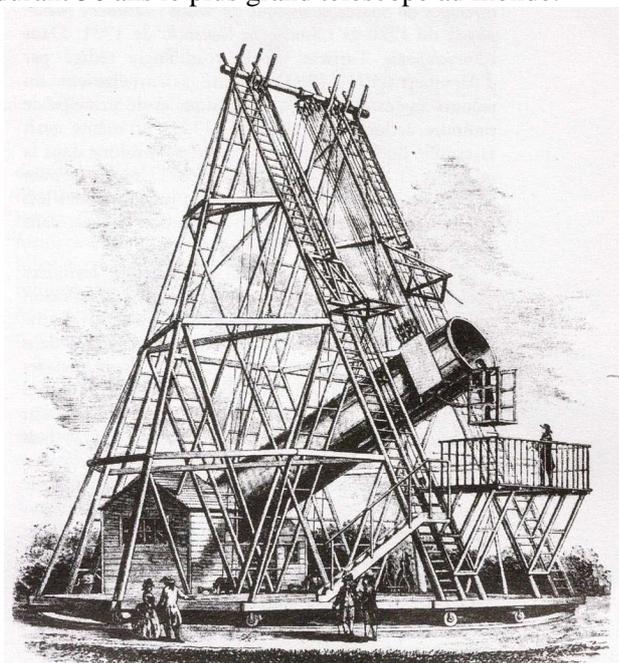


Fig. 17

William, juché près du sommet du tube, dictait ses observations à sa sœur Caroline (1750-1848) ; celle-ci, grâce à la fidèle et fructueuse association avec son frère réalisa, après le décès de William, des travaux personnels en particulier sur des comètes.

C'est un autre William, l'irlandais Parsons, troisième comte de Rosse (1800-1867), qui releva le défi du gigantisme. Après quelques miroirs réussis de 91 cm pour lesquels il met au point une méthode de réchauffage et de refroidissement lent du métal en 1839, ce riche amateur se lance dans la construction du "Léviathan". La réalisation aboutit en 1845 à un appareil de 17 m de longueur qui ne peut viser qu'une zone de 15 degrés autour du plan méridien et dont les pointages restent pénibles et délicats. Le miroir de 3,8 tonnes et de 1,80 m de diamètre est soutenu par un ensemble de triangles mobiles offrant

81 points de contact ; ce système inventé par Thomas Grubb (1800-1878) équilibre au mieux le dos du métal et évite les déformations du disque. À Birr Castle, William Parsons fut ainsi le premier à distinguer et à dessiner des détails structurels et significatifs dans les "nébuleuses", nom que l'on attribuait alors indifféremment aux nébuleuses et aux galaxies.

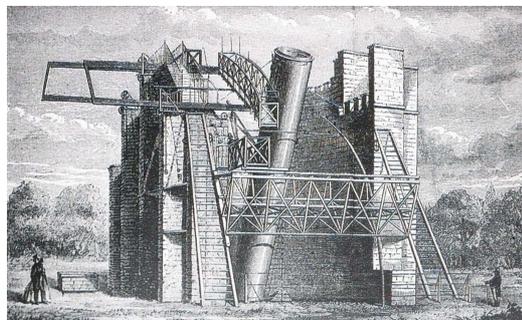


Fig. 18

Léon Foucault

Les miroirs de métal allait laisser la place à une technologie novatrice : le célèbre physicien Léon Foucault (1819-1868) fut un expérimentateur inspiré. Il se proposa de réaliser les miroirs de télescopes en verre sachant, comme Newton l'avait signalé, que le verre donne plus facilement un meilleur poli que le métal. Mais il fallait rendre réfléchissante la face avant du miroir et Foucault utilisa une formule chimique d'argenteure à froid brevetée en 1843 par un Anglais : Thomas Drayton. Si les gestes aboutissant à la réalisation d'une surface optique s'apparentaient à un art, Foucault en fit une science expérimentale en mettant au point un test de contrôle rigoureux.

Avant lui, on examinait les images d'objets lointains grâce à un montage temporaire du miroir dans son tube : démontages et remontages longs et fastidieux faisaient alterner des retouches locales et des contrôles visuels. Foucault utilisa un appareil basé sur l'examen du miroir grâce à un couteau rectiligne et une source lumineuse très fine (une fente entre deux lames), le couteau et la source étant placés au plus près du centre de courbure du miroir. Ce procédé ultra sensible par auto-collimation permet de voir les défauts du miroir extrêmement amplifiés et montre où doivent se faire les retouches :

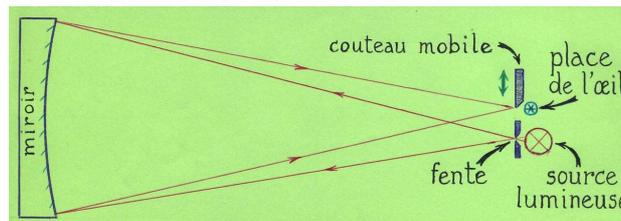


Fig. 19

Pour une description très détaillée de l'appareil, de la procédure et de l'analyse des résultats, se reporter à l'excellent ouvrage de Jean Texereau : "La construction du télescope d'amateur" réédité en 2004 chez Vuibert.

Foucault construisit un télescope de 40 cm qui se trouve à l'observatoire de Paris et réalisa ensuite en 1862, le télescope de 80 cm et de 4,50 m de focale que conserve l'observatoire de Marseille. C'est en effet dans le sud du pays que Le Verrier voulut qu'on installe l'appareil en 1864 :



Fig. 20

Les télescopes actuels bénéficient de techniques novatrices et radicalement modernes dont le seul exposé suffira à écrire ultérieurement un long article mais c'est bien un tournant majeur que Foucault fit faire à l'astronomie instrumentale par ses trouvailles.

Les montures

On appelle monture d'un instrument astronomique l'ensemble des pièces qui supportent le tube optique et qui autorisent la visée du ciel dans toutes les directions ; à notre époque, une monture assure le suivi fidèle du mouvement diurne grâce aux moteurs électriques et aux correcteurs de recentrage.

Première constatation, les étoiles semblent tourner autour de l'axe polaire du ciel qui est confondu avec l'axe polaire de notre planète.

Si on se contente d'une monture mobile autour d'un axe vertical local balayant les azimuts et d'un axe horizontal balayant les hauteurs, on se trouve en présence d'une monture azimutale, parfois appelée, de nos jours, altazimutale.

La figure 23 montre qu'avec cette monture le cadre observé au cours d'une nuit reste parallèle à lui-même (il est bordé par des verticales et des

horizontales locales) alors que le champ des astres tourne avec le canevas des méridiens célestes.

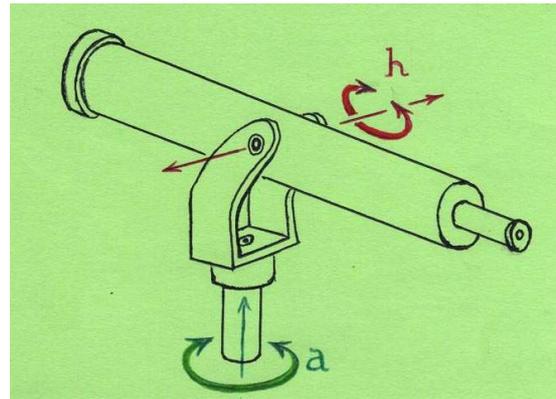


Fig. 21. Monture azimutale (ou altazimutale).

L'observation visuelle ne souffre pas de cette rotation de champ mais une photographie en pose n'est pas possible. La solution : construire des montures avec un axe incliné d'un angle identique à la latitude du lieu d'observation et installé dans le plan du méridien local : cet axe vise alors exactement le pôle nord céleste. Il suffit de donner à cet axe polaire un mouvement de rotation d'un tour par jour sidéral et de sens contraire à celui de la Terre et l'appareil suit le ciel fidèlement ; la monture est dite équatoriale :

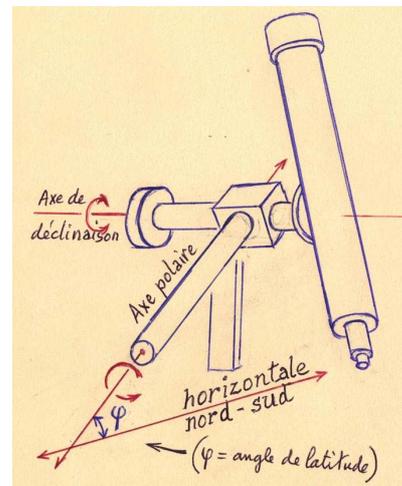


Fig. 22. Monture équatoriale.

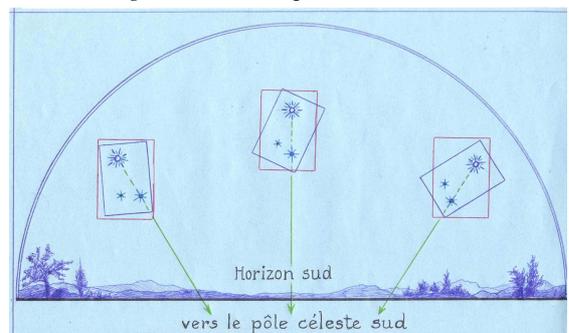


Fig. 23. La rotation de champ

Deux remarques cependant :

- la réfraction atmosphérique et les imprécisions minuscules de l'entraînement rendent obligatoire la fine correction périodique du pointage sur les gros télescopes,
- les très grands et très lourds instruments actuels (depuis le 6 m russe de Zelentchouk en 1976) adoptent cependant un montage azimutal : elle est facile à équilibrer et sans porte-à-faux, et permet d'installer des accessoires et analyseurs encombrants sur des plateformes horizontales de part et d'autre de l'axe horizontal (au foyer Nasmyth) ; néanmoins, un correcteur de rotation de champ contrôlé par informatique est alors obligatoire pour les clichés.

Les images suivantes présentent des maquettes d'instruments sur leurs montures réalisées par des élèves de 3^e d'un collège de Marseille dans le cadre d'un club hebdomadaire en 2001 ; des exemples indiquent des instruments réels correspondants.



Lunette azimutale sur pied colonne : lunette d'initiation.



Lunette équatoriale sur monture allemande : les grandes lunettes du 19^e siècle.



Télescope Dobson de construction amateur sur monture azimutale : observation visuelle du ciel profond.



Télescope Schmidt-Cassegrain sur monture équatoriale à fourche : instrument des amateurs éclairés au 20^e siècle.



Télescope Newton sur monture équatoriale à berceau : le 2,50 m du Mont Wilson (1917).



Télescope sur monture équatoriale anglaise : les grands télescopes de l'observatoire de Haute Provence.



Télescope à deux piliers avec fer à cheval au nord autorisant la visée des alentours de la Polaire : le 2 m du Pic du Midi ou le 5,08 m de Palomar.

Pour conclure provisoirement

Cet article se proposait de vous présenter quelques jalons dans l'histoire des instruments astronomiques et dans celle des humains passionnés qui en furent des moteurs. Les développements modernes de cette histoire seront exposés dans un article ultérieur des Cahiers Clairaut. ■

Abonnement : sur l'étiquette portant votre adresse (si vous ne l'avez pas jetée) vous trouverez en haut à gauche, après "ADH" votre numéro d'abonné(e) et après "AB" le nombre indiquant le numéro des derniers Cahiers Clairaut pour lesquels vous êtes abonné(e). **128**, vous ne vous êtes pas réabonné(e) ; **132**, vous recevrez tous les CC de 2010. (ne pas tenir compte de ceci si vous avez envoyé le chèque après le 7 mars).