

La Connaissance des temps : un journal scientifique publié depuis 1679

Épisode 13 : Observations astronomiques, optique et instrumentation.

À côté des éphémérides récurrentes de positions des astres et de prédiction des phénomènes astronomiques, on va trouver des notes succinctes et des articles plus ou moins longs (ils peuvent cependant dépasser 20 pages), complets sur tel ou tel sujet scientifique lié à l'astronomie, la géodésie ou la physique. Ces notes ou ces articles de fond, écrits par des astronomes de renom, peuvent être des comptes rendus de travaux importants, mais aussi des textes inédits et font de la CDT un véritable journal scientifique au sens où on l'entend encore aujourd'hui : communiquer à la communauté scientifique les dernières avancées de la science. Même s'il est difficile à l'époque de séparer les disciplines scientifiques, nous allons tenter de voir les différents thèmes abordés.

1 Les observations astronomiques

La CDT contient de nombreuses observations astronomiques utiles à la fabrication des éphémérides.

Éclipses des satellites galiléens de Jupiter

Elles servent principalement pour la détermination des longitudes comme nous l'avons vu dans les épisodes 5 et 7. C'est le cas, par exemple, des prédictions des éclipses du premier satellite (Io) publiées dans la CDT depuis l'édition pour 1690 (voir figure 1 de l'épisode 5), puis de celles des éclipses des quatre satellites galiléens publiées depuis l'édition pour 1730. À partir de l'édition pour 1766, la CDT va publier, dans certaines éditions, non seulement des prédictions d'observations,

mais aussi des observations d'éclipses. Elles peuvent servir à la vérification des éphémérides, comme on peut le voir dans la CDT pour 1766, pages 211-218, où l'on compare les observations des éclipses du 4^e satellite avec les tables des mouvements des éclipses de ce satellite données pages 205-210. On trouve dans la CDT pour 1767 des observations comparées du 1^{er} satellite (pages 133 et suivantes), et dans la CDT pour 1768, des observations du 3^e satellite faites par Maraldi (pages 181 et suivantes). La CDT pour 1802 publie des observations des satellites faites par Flaugergues (pages 400 et suivantes) et des observations d'éclipses faites par Maraldi (pages 482 et suivantes). Des éditions 1803 à 1810, la CDT a publié, chaque année, les observations d'éclipses comparées aux tables, faites par Flaugergues, un observateur assidu de ces satellites et un correspondant fidèle de Lalande (cf. la figure jointe correspondant à la page 460 et de la CDT pour 1807).

xv.^e Année. (460)

OBSERVATIONS astronomiques faites à Viviers.
Par M. FLAUGERGUES.

1.^o Observations d'Éclipses des Satellites de Jupiter, faites à Viviers en 1792.

1792.	Temps moyen.	Dif. des tabl.
22 février, immersion du 3. ^e	17 ^h 52' 59"	— 0' 41"
Serein, bonne observation.		
22 février, immersion du 2. ^o	18. 23. 11.	+ 0. 40.
Serein, bonne observation.		
12 avril, immersion du 2. ^o ...	12. 15. 48.	+ 0. 20.
Serein, opposition de π le 15.		
20 avril, émergence du 1. ^{er} ...	9. 35. 52.	— 1. 36.
Nuages rares, douteuse.		
27 avril, émergence du 1. ^{er} ...	11. 28. 29.	— 0. 6.
Serein, exacte.		

FIGURE 1 – Observations des éclipses des satellites de Jupiter comparées aux éphémérides

Éclipses de Soleil et de Lune

On consultera à titre d'exemples d'observation :

- l'éclipse de Soleil du **8 décembre 1703** dans la CDT pour 1704, « observée à l'Observatoire Royal par Messieurs Cassini et Maraldi avec des lunettes de 9 pieds ; »
- l'éclipse annulaire de 1764 dans la CDT pour 1766 où le public s'attendait à une éclipse totale à Paris. On lit dans la CDT : « Comme on n'a jamais vu d'éclipse annulaire à Paris, le public étoit dans la plus grande impatience de voir ce phénomène, qui étoit d'ailleurs annoncé par les Astronomes comme une chose très-rare : à force d'entendre parler d'une grande éclipse de Soleil, plusieurs personnes se persuadèrent qu'on alloit tomber dans une profonde obscurité, parce qu'on se souvenoit d'avoir vu l'éclipse de 1724, qui fut totale depuis 6 h 49' du soir jusqu'à 6h 51', & qui causa la nuit la plus obscure pendant l'espace de deux minutes. Cette erreur populaire augmenta au mois de Mars dernier, & devint presque générale quand on vit paroître dans la Gazette de France du 19 Mars, un avertissement qui avoit été envoyé sans doute par une personne peu instruite, dans lequel on invitoit les Curés à accélérer l'heure des offices, & à prévenir leurs Paroissiens sur le spectacle effrayant d'une pareille Éclipse. Il suffisoit cependant de lire ce que les Astronomes avoient annoncé de cette éclipse (Connoiss. des Mouvemens céle. de 1764), ou les Cartes de l'éclipse publiées assez longtemps auparavant , pour être convaincu qu'il ne devoit y avoir qu'une légère diminution de lumière, bien éloignée de l'obscurité de la nuit. Il devoit nous rester environ la huitième partie du disque du Soleil au moment même de la plus grande éclipse; or la Lune qui a trois cents mille fois moins de lumière que le Soleil, nous éclaire d'une manière très-sensible; il est donc impossible qu'avec la huitième partie du Soleil, nous ayons de l'obscurité. ».
- l'éclipse de Soleil du **17 octobre 1781** dans la CDT pour 1784, observée à l'Observatoire royal de Paris et pour laquelle il est indiqué que « le commencement de l'éclipse n'a pu être observé, attendu le mauvais temps ; »
- l'éclipse annulaire du **5 septembre 1793** dans la CDT pour 1797, observée en Norvège par Lalande
- l'éclipse de Soleil du **19 janvier 1787** dans la CDT pour 1799 observée à Montpellier, La-Grand-Combes-des-Bois et à Lillienthal, Lalande présentant ses calculs pour les observations de Montpellier et Lillienthal ;
- l'éclipse de Soleil du **28 octobre 1799** dans la CDT pour 1804, « observée à Cumana en Amérique par M. Humboldt », les calculs ayant été faits par Ciccolini ;
- l'éclipse de Soleil du 17 août 1803 dans la CDT pour 1807 avec un article de Méchain,

intitulé « Observation de l'Éclipse de Soleil du 17 août 1803 faite à Tortose avec les Résultats qu'on en a tirés, et ceux des Observations du même Phénomène en divers lieux, dont on a eu communication ; »

- l'éclipse de Lune du **26 janvier 1804** dans la CDT pour 1807, l'éclipse de Soleil du **11 février 1804** - par Méchain- dans la CDT pour 1807 observée à Toulouse par Vidal
- l'éclipse de Soleil du **10 février 1804** dans la CDT pour 1807 avec un article de Méchain, intitulé « Mémoire sur l'éclipse de Soleil du 20 pluviôse an 12 (10 février 1804), observée à Palma-de-Maïorque et en quelques autres lieux ; »
- l'éclipse de Lune du **4 janvier 1806** dans la CDT pour 1810 observée à Mirepoix par Vidal.

Occultations d'étoiles par la Lune

Ces observations restent fondamentales pour mesurer la position de la Lune par rapport aux étoiles occultées. Elles sont prédites dans les éphémérides et observées : par exemple l'éclipse d'Aldébaran, le 14 septembre 1794, en divers lieux, dans la CDT pour **1797** ou les occultations de différentes étoiles par la Lune au cours des années 1785-1795, observées à Paris par Messier et rapportées dans la **CDT pour 1799**.

Passages de Mercure et Vénus devant le Soleil

La **CDT pour 1763** contient un article de Lalande, intitulé « Observation du passage de Vénus sur le Soleil faite le **6 juin 1761** » où il explique que « Nous n'avons pas encore pu recevoir au moment où s'achève l'impression de ce Livre, les observations faites dans les pays éloignés ; ainsi nous nous contenterons de parler ici de ce qui s'est fait en Europe & premièrement à Paris. »

La **CDT pour 1878** contient un article de Victor Puiseux, intitulé « Recueil de nombres pouvant servir à la discussion des observations du passage de Vénus du **8 décembre 1874** » qui réunit des données numériques « plus spécialement relatives aux stations dans lesquelles le passage a pu être réellement observé ou photographié par les membres des missions françaises. »

Mesure d'un degré du méridien

On détaillera cette mesure fondamentale dans l'épisode suivant.

Comètes

On trouve dans les CDT des observations descriptives puis des constructions d'orbites. Ainsi, la **CDT pour 1681**

décrit une comète apparue en novembre 1680. La **CDT pour 1760** décrit la réapparition de la comète de Halley en avril 1759. **L'édition pour 1787** mentionne plusieurs observations de comètes par Messier. La **CDT pour 1820** donne les positions et les calculs d'orbite de plusieurs comètes : une comète découverte à Viviers le 25 mars 1811 par Flaugergues et retrouvée par Bouvard le 21 août, une comète découverte en 1812, à Paris, le 1er août, par Bouvard et à Marseille, le 20 juillet, par Pons, une comète découverte à Marseille, le 5 février 1813, par Pons et, enfin, une comète découverte le 6 mars 1815 par Olbers. En 1828, Gambart publie ses **observations** de deux comètes dans les additions p. 273-279 avec un dessin d'une observation. La **CDT pour 1908** donne les éléments de 18 comètes périodiques dont le retour a été observé et ceux de 89 comètes périodiques dont une seule apparition est connue.

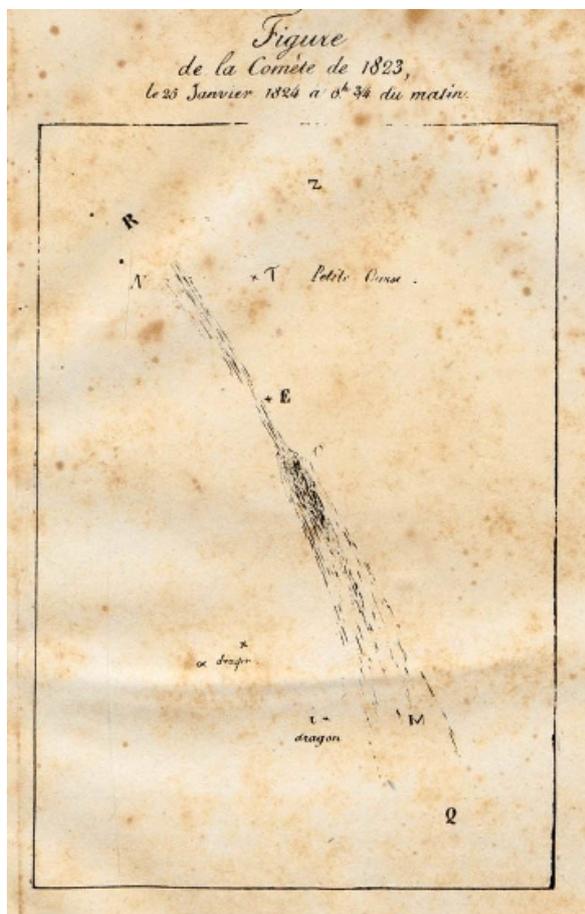


FIGURE 2 – Figure de la comète de 1823 (CDT pour 1828)

Anneaux de Saturne

On trouve des observations des anneaux de Saturne dans les CDT pour 1778, (**page 333**), et pour 1779 (**page 151**). La CDT pour 1806 (**page 431**) donne des observations des disparitions et réapparitions de l'anneau faites par Flaugergues en 1802-1803. Dans la CDT pour 1808 (**page 429**), Delambre commente des observations faites sur l'anneau, par Schroeter et Harding , « qui leur a semblé parfaitement immobile

pendant plusieurs heures » et qui en déduisent « que la rotation d'environ 10h que M. Laplace a trouvé par la théorie, et celle de 10h 32'15" que M. Herschel a déduite de ses observations, ne pouvaient avoir lieu. » Dans un article de la CDT pour 1811 (**page 450**), intitulé *Sur l'anneau de Saturne*, Laplace donne une explication des observations de Schroeter et conclut qu'il ne doute pas que des observations ultérieures « ne confirment les résultats de la théorie et les observations de M. Herschel. »

Observations diverses

On trouve par exemple :

- des observations du Soleil (**1783**)
- des observations astrométriques de la Lune (**1779, 1783,...**) mais aussi des observations de sa surface (cf. **figure 3**).
- des observations astrométriques des planètes (Mercure en **1796**, Mars en **1796**, Jupiter en **1792**, Saturne en **1796**, Uranus en **1793**). Ces observations seront comparées aux positions théoriques dès que les modèles dynamiques commenceront à être les sources des éphémérides.

Oppositions de Mars, Jupiter et Saturne

On trouve par exemple les articles :

- *Oppositions de Mars, Jupiter et Saturne observées à Paris depuis quelques années* (CDT pour 1762 **page 210** et années suivantes)
- *Des oppositions de Jupiter et Saturne qui arriveront en 1763* dans la CDT pour 1763 **page 208** pour demander et préparer les observations.
- *Oppositions de Mars observées au Luxembourg le 7 mars 1760* dans la CDT pour 1763 **page 210**.

Les « petites planètes » ou « planètes télescopiques » (les astéroïdes)

Ces corps seront observés à partir du XIXe siècle. On trouve dans la CDT :

- des observations du premier astéroïde (qui deviendra Cérès) découvert par Piazzi en 1801 faites à Toulouse en 1802 par Vidal dans la CDT pour 1805 **page 459**,
- une *Histoire de la planète que M. Olbers a découverte en l'an 10, lue à l'Assemblée publique de l'Institut, le 17 Messidor an 10 (6 juillet 1802)* par Lalande publiée dans la CDT pour 1805 (**page 465**), suivie d'observations de cette planète (qui deviendra Pallas) par de Zach (**page 471**) et Méchain (**page 472**);
- des observations de Cérès, Pallas, Junon dans la CDT pour 1809 (**page 439**) et de Vesta (**page 489**).

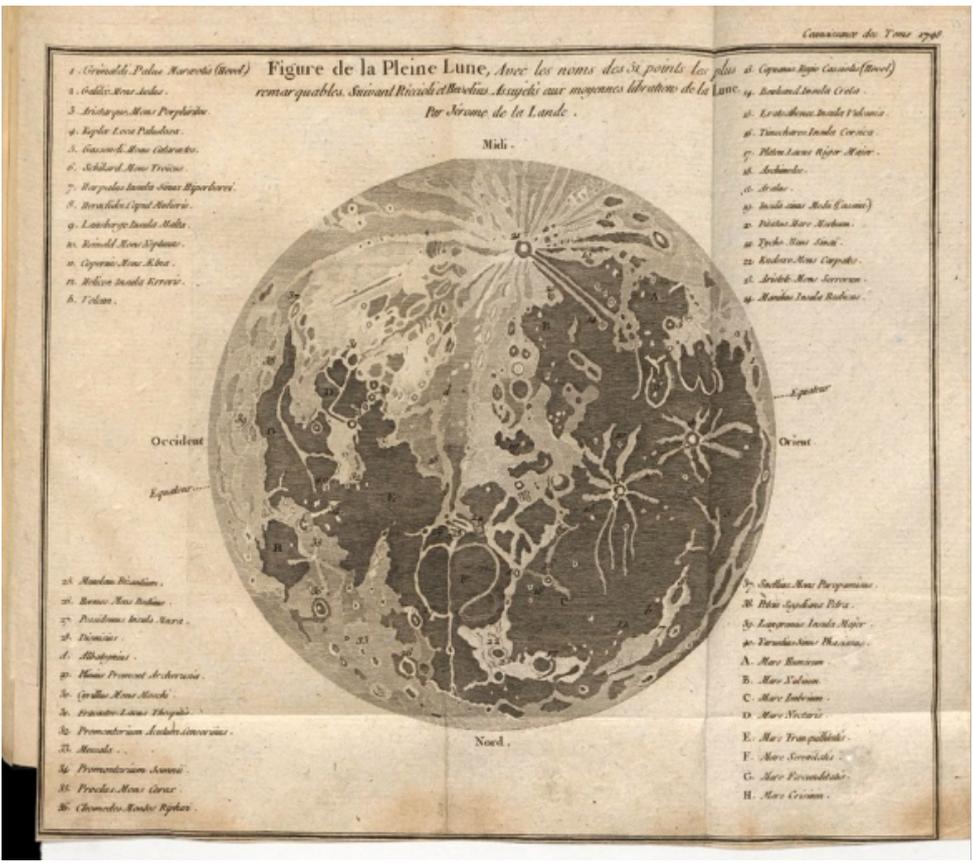


FIGURE 3 – Observations des détails de surface de la Lune (CDT pour 1799)

Observations méridiennes d'étoiles

On en trouve par exemple dans le CDT pour 1811 page 219).

Observation des nébuleuses, de la magnitude des étoiles et des étoiles variables

On trouve par exemple des observations des nébuleuses par Messier dans la CDT pour 1783 (figure 26), un article de Lalande *Sur la lumière des étoiles* dans la CDT pour 1800) et un article du même auteur *Étoiles qu'on croie changeantes* dans la CDT pour 1807.

Des observations physiques de la nature des corps célestes sont fournies telles que la taille, la rotation, les atmosphères, la température et les surfaces, l'évocation de l'atmosphère de la Lune dans la CDT pour 1767, l'observation « d'un volcan dans la Lune » en 1797 (page 375), en 1799 (pages 446 et 447) et en 1801 (page 279) « semblable à une chandelle qui s'éteint », les météores, la photométrie des étoiles variables et le catalogue des nébuleuses. On peut avoir une idée de la qualité du ciel nocturne à Paris en lisant ces lignes extraites des additions à la CDT pour 1801 : « Le 26 mars à 6 heures du soir, la lumière zodiacale paraissait sensiblement et s'étendait jusqu'aux Pléiades ».

2 La pratique et l'utilisation des observations

Outre les observations elles-mêmes, on trouve dans la CDT des articles sur la manière de faire et d'exploiter les observations ainsi que des analyses d'observations. Parmi les principaux textes on peut signaler :

- une analyse sur l'observation du passage de Vénus à venir en 1761 (CDT pour 1761 pages 145-156) : *DU PASSAGE DE VÉNUS SUR LE SOLEIL, qui s'observera le 6 Juin 1761; ET DE L'IMPORTANCE DE CETTE OBSERVATION* ;
- une comparaison d'observations de la Lune avec différentes tables (CDT pour 1783, pages 353-371) : *COMPARAISON de cinq cents vingt-cinq Observations de la Lune, avec les Tables de Clairaut, celles de Mayer et celles qui ont été corrigées en Angleterre pour le Nautical Almanach. Par M. LÉMERY* ;
- un article de Delambre dans la CDT pour 1793 (pages 242-270) : *De la possibilité de voir l'immersion et l'émergence d'un satellite de Jupiter dans une même éclipse* ;
- un article de Lalande sur l'éclipse totale de Soleil de 1715 (CDT pour 1799 pages 404-408) ;
- un *Mémoire sur la découverte de la planète Piazzi* par Lalande (CDT pour 1805, pages 453-496) ;

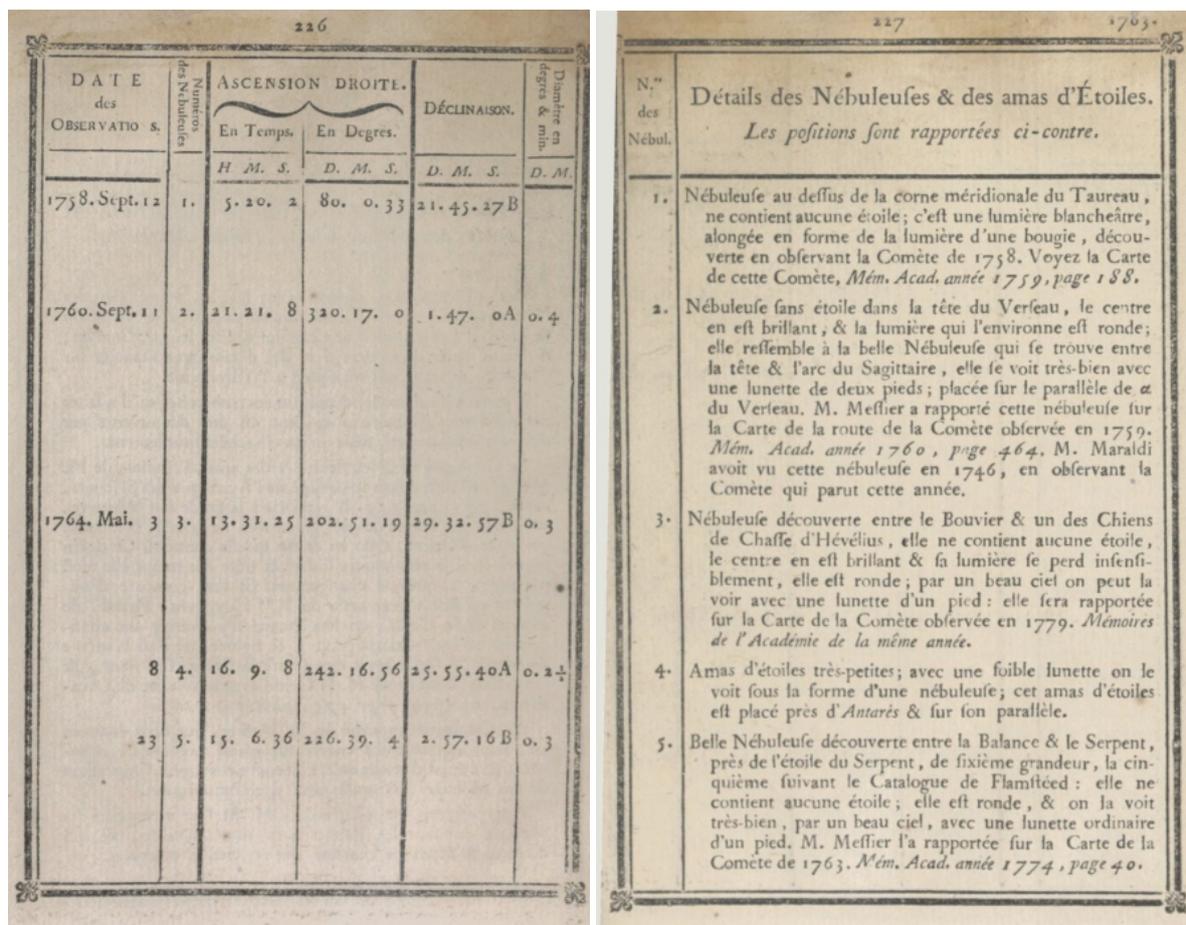


FIGURE 4 – Observations des étoiles et nébuleuses par Messier (CDT pour 1783)

- un *Mémoire sur la constitution physique de la comète de Halley* par Bessel (Additions à la CDT pour 1840, [pages 79-118](#)) traduit de l'allemand par E. Plantamour, élève astronome;
- un article *Recherches sur l'emploi des photographies recueillies dans les observations du passage de Vénus* par M. Yvon Villarceau (additions à la CDT pour 1877, [pages 101-131](#)).

- 1915-1979 : ensuite, et jusqu'à aujourd'hui, les tables de réfraction reposeront sur les travaux de Radau.
- 1980-1995 : elles sont remplacées par le formulaire de Laplace valable jusqu'à des distances zénithales de 70°. Au-delà il fallait se reporter aux tables de Radau publiées dans les Ephémérides nautiques.

3 La réfraction astronomique

On trouve aussi dans la CDT des tables de réfraction régulières ainsi que quelques articles sur le sujet :

- 1685-1765 : les tables de réfraction sont celles de Cassini. En 1760 on introduit celles de Lacaille qui ne sont pas valables pour toutes les observations.
- 1766-1808 : Lalande introduit les tables de Bradley.
- 1809-1850 : Laplace va publier de nouvelles formules (*Mécanique céleste*, tome IV, Livre X, p.268 et 271, 1805) qui permettront de calculer des tables qui seront publiées à partir de 1809 dans la CDT.
- 1851-1914 : il faudra attendre 1851 pour voir apparaître de nouvelles tables qui perdureront jusqu'en 1915.

Le formulaire de Laplace de la réfraction disparaît définitivement de la CDT en 1995. Les tables de Radau continuant à être publiées dans l'Annuaire du Bureau des longitudes jusqu'à nos jours. On se reportera pour plus de détail sur la réfraction astronomique dans la CDT [au travail réalisé sur ce sujet](#) par P. Descamps sur le site de l'IMCCE : <https://cdt.imcce.fr/exhibits/show/les-tables-des-r-fractions-as>.

Citons l'article publié par Biot sur l'utilisation de la réfraction :

- en 1842, p.3 des additions : *Mémoire sur la mesure théorique et expérimentale de la réfraction terrestre avec son application à la détermination exacte des différences de niveau d'après les observations des distances zénithales simples ou réciproques* par M. Biot
- en 1843, p.67 des additions : *Addition au mémoire sur les réfractions terrestres inséré dans la Connaissance des temps pour 1842* par M. Biot.

4 Optique et instrumentation

Les astronomes étant des utilisateurs de lunettes, télescopes et autres matériels d'observation, il n'est pas étonnant de voir de temps à autre des articles sur le sujet. Les observations ont évolué depuis les premiers volumes de la CDT. Au début, les observations étaient descriptives faites avec des lunettes primitives. Les premières mesures quantitatives précises furent des mesures de temps pour l'observation des phénomènes. Dès la fin du XVIII^e siècle avec l'apparition de nouveaux instruments astrométriques (cercles méridiens, quart de cercle, micromètres), des positions précises ont été régulièrement fournies et publiées comme dans un journal scientifique classique. Une liste des observations à faire est **régulièrement publiée** comme on peut le voir dans la CDT pour 1766. On y donne des conseils sur l'instrument à utiliser. Si les observations méridiennes sont les plus fiables et les plus pratiquées à l'origine, elles vont être bientôt supplantées par les observations faites à la « machine parallactique » qui est une lunette à monture équatoriale. Elle permet d'observer plusieurs fois par nuit et non pas seulement au passage au méridien. Elle gagnera en précision mais ne remplacera définitivement l'observation méridienne qu'au début du XX^e siècle... On conseille aussi l'**héliomètre** d'une très grande précision astrométrique et qui est une amélioration du micromètre qui mesure des petits angles.

Dans la CDT pour 1760, un document d'aide au choix des oculaires est publié. Dans la CDT pour 1767, on annonce la fabrication d'une lunette achromatique d'une grande ouverture pour l'époque et, dans la CDT pour

1775 la construction d'un télescope de 22,5 pouces de diamètre par Dom Noël. Ce télescope est décrit à nouveau dans la CDT pour 1805 et où on apprend que le coût de cet instrument avait été prévu pour « 80 mille francs, mais que Louis XV avait dépensé pour lui plus de 500 mille francs ». Jeaurat présente, dans la CDT pour 1786, une lunette diplantidienne (à double image) très utile pour l'observation des passages avec un croquis de lunette achromatique (figure 5). Dans les additions de la CDT pour 1801 Flaugergues donne des conseils sur l'utilisation des diaphragmes pour l'observation des éclipses des satellites de Jupiter.

Dans la CDT pour 1804, Jean-Charles Burckhardt propose des réflexions sur les micromètres.

Dans la CDT pour 1806, on donne un résumé d'un mémoire de M. Herschel sur les télescopes et sur la lumière.

Dans la CDT pour 1807, on donne des informations sur la visibilité des étoiles en particulier des variations d'Algol.

Dans la CDT pour 1809, on trouve deux articles sur les instruments : *Sur un nouveau genre de télescope* par J.C. Burckhard qui propose un télescope avec un miroir secondaire plan et une note *Sur un nouveau micromètre de l'invention de M. de Prony*. Dans la CDT pour 1831, Delambre fait un rapport au Bureau des longitudes sur les **occultations artificielles** pour déterminer la parallaxe et le mouvement propre des étoiles, proposée par M. le comte d'Assas-Montdardier. Dans la CDT pour 1860, Laugier publie une note *Sur la sensibilité de l'œil dans les pointés astronomiques*.

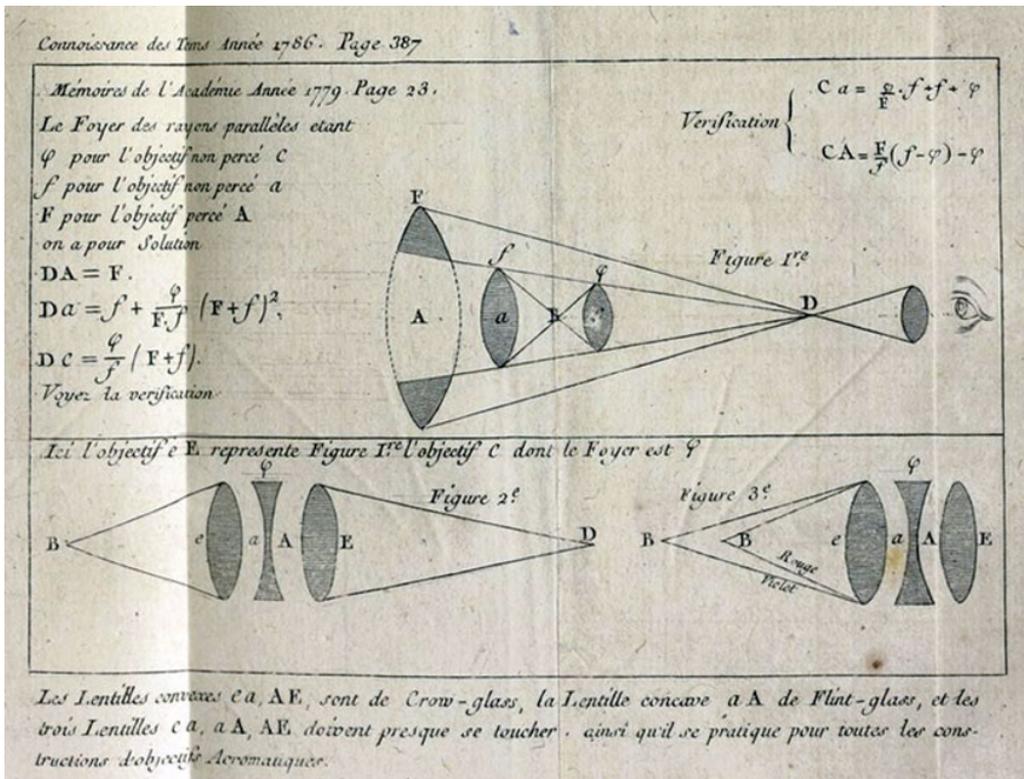


FIGURE 5 – Schéma de la lunette achromatique