

ÉCLIPSE
DE SATURNE PAR LA LUNE,
Avec les conséquences qui en résultent.

Par M. DE LA LANDE.

25 Février
1775. **O**N a rarement observé des occultations de Saturne par la Lune *, & quoique ces sortes d'observations ne soient pas susceptibles d'une si grande précision que les éclipses d'Étoiles, tous les Astronomes étoient empressés d'observer celle-ci, qui pouvoit servir à vérifier les longitudes des différens pays où elle seroit vue. Nous étions curieux aussi de voir si Saturne éprouveroit auprès de la Lune quelque changement de figure, comme on a cru le remarquer dans d'autres occultations de Planètes.

Je me suis servi d'une lunette achromatique, à deux verres seulement, faite par M. l'Abbé Bouriot, de trois pieds de longueur, & vingt lignes & demie d'ouverture; & M. Dagelet qui observoit avec moi, avoit une lunette achromatique de même longueur, mais qui a 30 lignes d'ouverture, & grossissoit davantage; elle a été faite à Lucques, par M. Stefano Conti, sur les dimensions & les formules calculées par M. l'abbé Boscovich.

À 9^h 10' 26", j'ai vu le premier attouchement de l'anneau & du bord de la Lune.

- 9. 11. 5. attouchement du Globe.
- 9. 11. 43. immersion totale de l'anneau.
- 9. 11. 52. M. Dagelet le perd de vue.

* Il y en a des Observations de 1630, 1661, 1671, 1678, 1687, 1722, 1728 & 1762; celle de 1722 fut observée à Ingolstadt le 11 Février à 3^h 45' 0" environ, & à Altorf. *V. Nova litte. Lipsi. 1723, p. 155.*

λ $10^{\text{h}} 10' 14'' \frac{1}{2}$ M. Dagelet commence à revoir l'anneau.

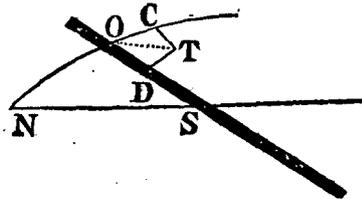
10. 10. 17. je le vois à mon tour.

10. 10. 43. le centre paroît.

10. 11. 13 l'anneau est entièrement dégagé.

Pour tirer des conséquences de cette observation, il faut connoître la situation de l'anneau, par rapport à l'écliptique & à la direction apparente de la Lune; & comme c'est une des difficultés de ce calcul, je vais indiquer d'abord la manière d'y parvenir.

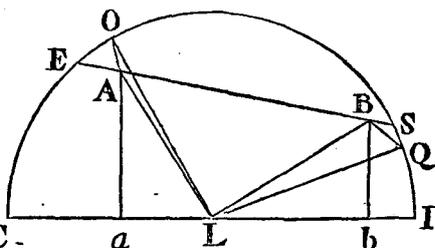
Soit NS l'orbite que le Soleil paroît décrire autour de Saturne; NC l'écliptique vue de Saturne; ODS le grand cercle de l'anneau qui coupe l'écliptique en O , à $5^{\text{h}} 17^{\text{d}} 6'$ de longitude, suivant les observations de la phase ronde, que j'ai faites en 1774, &



sous un angle de $31^{\text{d}} 20'$. T le lieu de la Terre vu de Saturne, opposé au lieu géocentrique de Saturne. $6^{\text{h}} 7^{\text{d}} 59'$ avec $2^{\text{d}} 36'$ de latitude boréale, suivant mon observation du 18 Juillet. Dans le triangle OCT , l'on cherchera TO , l'angle O & l'angle T , $83^{\text{d}} 13'$; dans le triangle TOD , l'on cherchera l'angle OTD , $67^{\text{d}} 22'$; la somme $150^{\text{d}} 35'$ est l'angle CTD ; ainsi le cercle perpendiculaire à l'écliptique & le cercle perpendiculaire à l'anneau, font entre eux un angle de $29^{\text{d}} 25'$: c'est aussi l'angle que forme la ligne des anses avec un parallèle à l'écliptique passant par Saturne, & cet angle est tel qu'en allant vers l'Orient, l'anneau paroît s'élever vers le nord dans la partie qui est vers $5^{\text{h}} 17^{\text{d}}$; c'est le nœud ascendant & celui vers lequel Saturne se trouve actuellement. On ne sauroit calculer exactement une pareille observation, sans avoir égard à cet angle formé par l'axe de l'anneau & par l'écliptique, duquel nous allons déduire l'angle qu'il faisoit avec l'orbite apparente de la Lune.

Supposons que Saturne est entré en E sous le disque de la Lune, & qu'il est sorti en S , en sorte que $EABS$ soit l'orbite relative apparente

de Saturne par rapport à C . le centre de Saturne étant arrivé en A , le bord de son anneau ou l'ansé orientale a dû disparaître en O .



De même, le centre de Saturne étant parvenu en B , & l'ansé précédente ou occidentale se trouvant en Q , l'on a dû commencer à revoir un point de lumière pour l'émerision; la ligne BQ dans la figure, devroit être parallèle à la ligne OA ; mais cela eut été trop difficile à représenter exactement.

J'ai calculé par les Tables le mouvement apparent de la Lune depuis $9^h 11' 46''$ jusqu'à $10^h 10' 15''$, ou depuis l'immersion totale jusqu'au commencement de l'émerision; j'ai trouvé que dans l'intervalle de $58' 29''$, ce mouvement AB étoit de $28' 5'',7$ sur une orbite qui se rapprochoit de l'écliptique CL de $1' 2''$, ou sous un angle de $2^d 6' 21''$.

Le demi-diamètre apparent de la Lune LO étoit de $15' 17''$, & de $15' 20''$ à la sortie; le demi-diamètre de l'anneau de Saturne, qui dans les moyennes distances est de 21 secondes, se trouve de $22'',9$, à la distance actuelle de Saturne $8,743$.

Ainsi l'on connoît les côtés LO & OA ; mais pour trouver LA distance des centres de la Lune & de Saturne, il faudroit avoir l'angle LAO , & cet angle dépend de l'angle LAB que nous ne pouvons calculer exactement que par le moyen de LA : j'ai donc cherché par une méthode indirecte ou de fausse position la différence entre LO & LA , en supposant LA à peu-près connu, & je l'ai retranché de LO pour avoir plus exactement LA .

Supposant donc, dans un premier calcul, que LA & LB

soient de $14' 54''$, & de $15' 4''$, & AB de $28' 5''$, je trouve les angles BAL & ABL de $20^d 32'$, & $20^d 17'$; ajoutant au premier l'inclinaison $2^d 6' 21''$, & la retranchant du second, j'ai les angles ALC , BLI ; le premier doit s'ôter de l'inclinaison de l'anneau par rapport à l'écliptique CL , $29^d 25'$; mais le second doit s'ajouter, & il vient pour les suppléments des angles OAL , LBQ , $6^d 46'$ & $47^d 36'$.

On voit, par la différence de ces angles, pourquoi Saturne avant son immersion, paroïssoit aller directement vers la Lune, suivant la ligne des anses, tandis qu'à l'émerision il sortoit comme de côté; car au commencement il ne s'en falloit que de 6 degrés que l'anneau ne fut aligné vers le centre même de la Lune, au lieu qu'à la sortie, il faisoit avec le rayon lunaire un angle de 47 degrés. Pour faire très-exactement une pareille observation, il eût été nécessaire d'être prévenu de cette diversité de directions, afin de ne pas être surpris par l'émerision du globe de Saturne qui suivit de très-près celle de l'anneau, tandis que leurs immersions avoient été différentes d'un quart de minute; mais lorsque j'ai donné cette annonce dans la *Connoissance des Temps*, je n'avois aucune espérance que dans cette saison le ciel nous fut si favorable, & ces observations n'étant pas susceptibles par elles-mêmes d'une certaine précision, ne m'excitoient pas à multiplier les calculs.

Dans les triangles OAL , LBQ , dans chacun desquels on a deux côtés & l'angle compris, il reste à chercher LO & LQ , qui se trouveront égaux aux demi-diamètres de la Lune $15' 17''$ & $15' 20''$, si l'on a bien supposé les valeurs de LA & LB ; mais quoiqu'on ne trouvât pas ces quantités justes, il suffiroit toujours d'avoir leurs excès sur LA & LB , qui retranchés des demi-diamètres de la Lune, donneroient plus exactement les valeurs de LA & LB , dont il reste à faire usage. Dans notre exemple, je trouve seulement un dixième de seconde de différence, en sorte que les vraies distances des centres LO & LQ sont de $14' 54''$,3 & $15' 4''$,4.

Avec ces distances & les angles ALC , BLI déjà connus,

je trouve les distances à la conjonction apparente sur l'écliptique $13' 46''$ & $14' 19''$, & en y appliquant les parallaxes de longitude $49' 47''$ & $47' 4''$, les distances à la conjonction vraie $63' 33''$ & $32' 45''$; réduites en temps à raison de la somme des mouvemens vrais sur l'écliptique ($30' 49''$ pour $58' 29''$ de temps), ces distances sont $2^h 0' 36''$ & $1^h 2' 7''$, & les ajoutant aux heures observées, elles donnent $11^h 12' 22''$ pour la conjonction vraie de la Lune & de Saturne.

J'ai voulu voir aussi quel seroit le résultat de l'immersion & de l'émerision du centre de Saturne, estimées par les différens Astronomes qui ont communiqué leurs observations à l'Académie; je suppose l'immersion du centre $9^d 11' 36''$, & l'émerision $10^d 10' 34''$.

Dans ce cas, au lieu des lignes LA & LB , je prends les rayons même de la Lune, ce qui rend le calcul plus simple, & je trouve la conjonction $11^h 12' 35''$, plus avancée de 13 secondes, mais dont le résultat me paroît préférable. D'ailleurs, je trouve exactement la même chose en me servant du premier contact extérieur de Saturne, vu par M. Messier $9^d 11' 14''$, & du second contact extérieur $10^d 11' 1''$, qui paroissent les phases les plus aisées à observer; le demi-diamètre de Saturne étoit de 5 secondes; ainsi les distances apparentes étoient $15' 22''$ & $15' 25''$; le mouvement apparent $28' 43'',2$; les distances à la conjonction apparente $14' 8'',0$ & $14' 35'',8$; les parallaxes $49' 48'',5$ & $47' 1'',8$; les distances à la conjonction vraie $2^h 1' 21''$ & $1^h 1' 34''$ qui donnent toutes deux pour le temps vrai de la conjonction au Méridien de l'Observatoire $11^h 12' 35''$.

Pour avoir la latitude de la Lune, j'emploie les mêmes distances apparentes, égales à la somme des demi-diamètres, avec les angles $23^d 14'$ & $18^d 57'$, & je trouve les différences apparentes en latitude Aa , Bb , de $6' 3''$ & $5' 0''$; & comme les parallaxes en latitude pour les mêmes temps d'observations étoient $24' 17''$ & $25' 41''$, il s'ensuit que la vraie diffé-

rence de latitude entre la Lune & Saturne à l'heure de la conjonction, ou $11^h 12' 35''$ étoit de $23' 23''$.

La conjonction de la Lune à Saturne, ne nous apprendroit rien pour la perfection des Tables, si nous n'avions pas observé la même nuit la position de Saturne. A $14^h 23' 31''$ de temps vrai, il étoit plus avancé en ascension droite de $3' 6''$ de temps moyen que γ de la Vierge, & sa distance apparente au zénith étoit de $49^d 37' 4''$. Supposant l'ascension droite de l'Étoile $187^d 34' 35''$, & la latitude de mon Observatoire, sur la Place du Palais-royal, $48^d 51' 46''$; je trouve l'ascension droite de Saturne $188^d 21' 12''$, & sa déclinaison australe $46' 36''$; sa longitude $6^f 7^d 58' 27''$, & sa latitude $2^d 3' 10''$ boréale. Réduisant la longitude observée à ce qu'elle auroit dû être à l'heure de la conjonction de Saturne avec la Lune, on a $6^f 7^d 59' 0''$, longitude de la Lune & de Saturne à $11^h 12' 35''$ de temps vrai; mes Tables de Saturne donnent 36 secondes de trop pour la latitude, & une longitude trop grande de $8' 59''$. A l'égard des Tables de la Lune, elles donnent 46 secondes de moins. La latitude de Saturne étoit plus petite de 4 secondes à l'heure de la conjonction, qu'à son passage au Méridien; ajoutant à sa latitude la différence de $23' 23''$ trouvée ci-dessus, on a $2^d 59' 29''$ pour la latitude vraie de la Lune à l'heure de la conjonction; elle est plus petite de 20 secondes par les Tables, suivant les calculs du *Nautical Almanac*.

M. Mechain, Astronome de la Marine, a fait la même observation à Versailles; immersion du centre de Saturne $9^h 10^f 34''$; première apparition $10^h 9' 17'' \frac{1}{2}$; avec une lunette achromatique de trois pieds, faite par Georges. Il étoit dans l'Observatoire de M. le Duc d'Ayen, au Grand-Montreuil, avenue de Saint-Cloud à Versailles, 48 secondes à l'occident, & à-peu-près sous la même latitude que l'Observatoire royal de Paris; il juge la première observation assez exacte. La durée de l'Éclipse qui en résulte, surpasse de 3 secondes seulement celle que j'ai observée à Paris.

A D D I T I O N faite en 1778.

CETTE Éclipse a été observée à Utrecht. M. Hennert a vu le commencement de l'immersion de l'anneau à $9^h 28' 56''$, & la sortie entière à $10^h 22' 46''$, du moins à quelques secondes près, avec une lunette médiocre de dix-sept pieds. M. Hennert estime que l'immersion est très-exacte; M. le Bourguemestre Loten qui aime les Sciences, & qui a divers instrumens d'Astronomie, observa le commencement à $9^h 28' 51''$; le contact du globe de Saturne $9^h 29' 30''$; l'immersion entière de l'anneau $9^h 30' 4''$; le commencement de l'émerison $10^h 22' 26''$; la fin totale de l'Éclipse $10^h 23' 19''$, avec une bonne lunette achromatique de deux pieds & demi. M. Hennert préfère cette observation de l'émerison, à la sienne.

M. Klinkenberg, à la Haye, dans la maison de M. Hemsterhuys, amateur éclairé de l'Astronomie, avec une bonne lunette achromatique de trois pieds & demi, a observé le commencement à $9^h 25' 45''$, & le contact du globe $9^h 26' 24''$, en sorte que la durée de l'immersion de l'anneau a été de 39 secondes, exactement comme par l'observation de M. le Bourguemestre Loten, à Utrecht. A l'égard du temps vrai, M. Klinkenberg ne répond pas de quelques secondes.

Pour connoître par ces observations la longitude d'Utrecht, je la supposerai d'abord de $11' 0''$ à l'orient de Paris, la latitude $52^d 5'$, & l'immersion du centre $9^h 29' 47''$, ce qui donne la distance à la conjonction $1^h 53' 48''$, la différence de longitude $59' 58''$, la différence de latitude $18' 42'' 8$, l'angle de conjonction $72^d 40' 6''$, la distance vraie de Saturne au zénith $80^d 41' 38''$, l'angle de position $23^d 13' 41''$, l'angle d'azimuth $12^d 44' 7''$, la parallaxe de hauteur $55' 5'' 5$; la différence vraie d'azimuth $13' 50'' 9$; la différence apparente $13' 39'' 5$; & je trouve la distance apparente $14' 59'' 5$ plus petite de $18'' 5$, que le demi-diamètre apparent de la Lune $15' 18''$: ces $18'' 5$ font environ 41 secondes de temps, dont j'ai calculé trop tard; donc la différence qui
résulte

résulte de cette observation, est de $11' 40''$ entre Paris & Utrecht. M. Hennert trouve $11' 15''$ seulement. *Dissertations Physiques & Mathématiques*, par J. F. Hennert, à Utrecht, 1778, in-8.^o page 118.

J'ai voulu la vérifier par l'Éclipse de Soleil, du 26 Octobre 1772, qui fut observée à Tyrnaw & à Utrecht de la manière suivante.

Commencement.	$9^h 29' 3\frac{1}{2}''$	$8^h 36' 9''$
Fin.	$10. 27. 26\frac{1}{2}''$	$9. 17. 52.$
Latitude.	$48^d 23' 30''$	$52^d 5' 0''$
Distance au Méridien.	$1. 0. 57.$	$0. 11. 20.$

Je trouve par cette observation, $10' 0''$ seulement pour la longitude d'Utrecht; mais comme la distance des centres ne changeoit que de 10 secondes par minute, cette observation est peu concluante, & je préfère celle qui se déduit de l'observation de Saturne; au reste, le milieu seroit $10' 50''$.

L'Éclipse de Saturne par la Lune a été observée à Schwelingen dans le Palatinat, par M. Christophé Mayer, Astronome de l'Électeur, avec une lunette achromatique de dix pieds.

Le commencement de l'immersion.	$9^h 38' 29''$
Le commencement de l'émerison.	$10. 37. 56.$
L'immersion totale.	$10. 38. 55.$

L'auteur en a conclu l'heure de la conjonction à $11^h 40' 5''$; mais il suppose, pour éviter la difficulté du calcul, que la durée de l'immersion est la même que la durée de l'émerison, ce qui n'est point exact, comme on l'a vu ci-dessus; c'est même l'erreur de cette supposition qui forme le principal objet de ce Mémoire.

Cette observation a été faite aussi à Cadix, comme on le voit à la page 132 du premier volume des *Observaciones Astronomicas hechas en Cadiz*, par M.^{rs} Tosiño & Varela, Officiers de la marine d'Espagne, & Correspondans de l'Académie.

