

*M É M O I R E*  
S U R  
*LE MOUVEMENT DE VÉNUS.*

Par M. DE LA LANDE.

LORSQUE je donnai en 1779, les élémens de l'orbite de Vénus, mon objet principal étoit de déterminer son excentricité, le lieu de son aphélie, & l'époque de son moyen mouvement; je parlai peu de sa révolution & de son mouvement séculaire; je me contentai de quelques conjonctions observées à la fin du dernier siècle & au commencement de celui-ci; celles de 1689, 1692, 1707 & 1708, me firent diminuer le mouvement séculaire que j'avois employé dans mes premières tables, de  $6^{\circ} 19^{\text{d}} 12' 12''$ , & je le supposai de  $6^{\circ} 19^{\text{d}} 11' 30''$ . Je l'ai employé de même pour mes secondes tables de Vénus, publiées en 1781, dans le quatrième volume de mon *Astronomie*, & en 1783, dans le huitième volume des *Éphémérides*.

Cet article méritoit une plus ample discussion; je l'ai faite fort au long, & le résultat consiste à augmenter le mouvement séculaire de Vénus, que je crois pouvoir faire actuellement de  $6^{\circ} 19^{\text{d}} 12' 50''$ .

J'ai voulu voir d'abord si les observations rapportées dans l'Almageste de Ptolémée, pouvoient nous apprendre quelque chose à cet égard; je les ai soigneusement discutées; & quoique je n'en aye tiré aucun secours, il est bon de rapporter le résultat de cet examen. Ces observations sont au nombre de dix, contenues dans le dixième livre de l'Almageste, pages 234 — 238 de la dernière édition (Bâle, 1551); j'ai comparé aussi l'édition grecque de 1538, & celle de 1515, que M. de Fouchy a donnée à l'Académie, & qui est importante à plusieurs égards.

J'ai

J'ai appliqué aux longitudes données par Ptolémée, les corrections qu'il est nécessaire de faire à son catalogue, comme je crois l'avoir prouvé (*Mém. de l'Acad. 1766, page 467, Astron. art. 918*). J'ai corrigé une erreur de dix ans qu'il y avoit dans la seconde observation, mais qui n'est pas dans l'édition grecque de l'Almageste. J'ai marqué les pages de la cinquième édition, où sont rapportées chacune de ces observations; l'erreur de mes secondes tables (1781) pour chacune, & le nombre de minutes dont cette erreur change quand on augmente de 78" le mouvement séculaire de Vénus. Pour avoir le temps vrai, j'ai supposé que ces observations avoient été faites toutes environ deux heures avant le lever ou après le coucher du Soleil, parce que celle du 15 Décembre 138 est marquée à pareille heure: j'aurois pu me servir aussi du lieu moyen du Soleil, qui est toujours rapporté par Ptolémée, en y faisant la correction que j'ai indiquée; & pour cet effet, je joindrai à la table suivante le lieu moyen suivant Ptolémée. On y trouvera aussi le lieu vrai du Soleil, d'après mes tables manuscrites, où l'époque est moins avancée d'une minute que dans celles de la Caille, pour le temps dont il s'agit.

L'observation de l'an 138 est la seule où l'heure soit rapportée exactement; le point culminant, suivant l'astrolabe, étoit 2 degrés de la Vierge, ce qui donne pour l'ascension droite du milieu du Ciel, 10<sup>h</sup> 12'; en ôtant celle du Soleil, 17<sup>h</sup> 32', il reste 16<sup>h</sup> 44' pour le temps vrai à Alexandrie, qui étoit le même que le temps moyen; c'est 14<sup>h</sup> 52' à Paris. Le lieu moyen du Soleil, suivant Ptolémée, étoit 8<sup>h</sup> 22<sup>d</sup> 9'. Je trouve 57' de plus; en sorte qu'en ajoutant 57' aux longitudes moyennes indiquées par cet auteur, pour les neuf dernières observations, on aura celles qu'il faut supposer pour en conclure le temps de l'observation.

Pour la première observation, qui est celle de l'an 271 avant J. C. l'heure est marquée sans minutes; il y a 12<sup>h</sup> dans l'édition de 1551 (*page 238*); mais à minuit on ne pouvoit pas voir Vénus. Dans l'édition de 1515, il y a

250 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

12 heures de la nuit, ce qui approche de 6 heures du matin, puisque c'étoit quinze jours après l'équinoxe; d'ailleurs, à l'endroit où Ptolémée se sert de cette observation pour calculer le moyen mouvement de Vénus, il emploie trois quarts de jour, à partir du midi, ce qui nous ramène encore à 18 heures. Ainsi l'on connoît aussi à peu-près l'heure de celle-ci; quoiqu'ayant mis trois quarts de jour, Ptolémée n'a peut-être pas entendu répondre d'une heure sur le temps de cette observation. Au reste, une heure de plus ou de moins ne produit que  $2' \frac{1}{2}$  de différence sur le lieu du Soleil & de Vénus, & cela est absolument insensible pour de pareilles observations.

Je dois encore faire remarquer que, dans la première observation, les longitudes moyennes dans Ptolémée ne diffèrent que de  $3^d 39'$ , quoiqu'il y ait quatre jours d'intervalle. Il faudroit donc que la seconde partie de cette observation eût été faite sept heures plus tôt que la première, ce qui est impossible, Vénus n'étoit pas levée. Ainsi, peut-être que la seconde position n'a pas été observée; elle aura été conclue des tables: voilà pourquoi je n'en ai pas fait une observation séparée, mais seulement un supplément de la première observation.

ANNÉES.	MOIS & JOURS.	TEMPS MOYEN à Paris.	LONGITUDE suivant Ptolémée.	ÉDIT. de 1751.	SUIVANT CASSINI.	SUIVANT MOI.
271. A. J. C.	11 Oct.	16 <sup>h</sup> 8'	5 <sup>f</sup> 4 <sup>d</sup> 10'	P. 238.	5 <sup>f</sup> 2 <sup>d</sup> 31'	5 <sup>f</sup> 3 <sup>d</sup> 36'
	15 Oct.	.....	5. 8. 50.	Ibid.	.....	5. 8. 16.
127. Après.	11 Oct.	14 50.	5. 0. 20.	234.	5. 1. 51.	5. 1. 18.
129.	19 Mai.	14 15.	0. 10. 36.	235.	0. 10. 33.	0. 11. 37.
132.	8 Mars.	6. 0.	1. 1. 30.	234.	1. 1. 55.	1. 2. 32.
134.	17 Fév.	14 30.	9. 11. 55.	236.	9. 12. 27.	9. 12. 57.5.
136.	18 Nov.	5. 20.	9. 12. 50.	235.	.....	9. 13. 53.
136.	25 Déc.	5. 10.	10. 19. 36.	234.	10. 20. 14.	10. 20. 39.
138.	15 Déc.	14 50.	7. 6. 30.	236.	7. 6. 53.	7. 7. 34.
140.	18 Fév.	5. 40.	0. 13. 50.	236.	0. 14. 28.	0. 14. 54.
140.	29 Juill.	13. 20.	2. 18. 30.	234.	2. 18. 47.	2. 19. 34.

ANNÉES.	MOIS & JOURS.	LIEU MOY. du SOLEIL, suivant PTOLÉMÉE.	LIEU VRAI suivant moi.	CORRECT. à faire à mes Tables de 1781.	CHANG. pour 78" de mouvem.	NOMS des OBSERVATEURS.
271 A. J. C.	11 Oct.	6 <sup>f</sup> 17 <sup>d</sup> 20'	6 <sup>f</sup> 14 <sup>d</sup> 48'	+ 15' $\frac{1}{2}$ .	+ 8'	Tymocharès.
	15 Oct.	6. 20. 59.	6. 18. 50.	+ 12.	+ 8.	
127. Après.	11 Oct.	6. 17. 52.	6. 17. 12.	— 27.	— 3 $\frac{1}{2}$ .	Théon.
129.	19 Mai.	1. 25. 24.	1. 26. 41.	— 13 $\frac{1}{2}$ .	— 3.	Théon.
132.	8 Mars.	11. 14. 15.	11. 17. 8.	+ 34.	— 5.	Théon.
134.	17 Fév.	10. 25. 30.	10. 28. 15.	+ 1. 16 $\frac{1}{2}$ .	0.	Ptolémée.
136.	18 Nov.	7. 25. 30.	7. 26. 8.	+ 1. 46 $\frac{1}{2}$ .	+ 4.	Ptolémée.
136.	25 Déc.	9. 2. 4.	9. 3. 49.	+ 56.	— 5.	Ptolémée.
138.	15 Déc.	8. 22. 9.	8. 23. 34.	+ 20 $\frac{1}{2}$ .	+ 2 $\frac{1}{2}$ .	Ptolémée.
140.	18 Fév.	10. 25. 30.	10. 28. 26.	+ 23 $\frac{1}{2}$ .	+ 0 $\frac{1}{2}$ .	Ptolémée.
140.	29 Juill.	4. 5. 45.	4. 4. 56.	— 56.	— 9 $\frac{1}{2}$ .	Ptolémée.

On peut juger, par le changement des corrections pour 78" de mouvement séculaire, que toutes ces observations sont trop près des plus grandes digressions, pour que le mouvement de Vénus y soit sensible; la plus grande incertitude que nous ayons sur le mouvement de cette planète, est beaucoup moindre que les erreurs de ces observations, & il n'y a aucune hypothèse qui puisse les représenter, même à peu-près. Il ne faut pas en conclure que le mouvement de Vénus ait changé, puisque la plus ancienne des observations, rapportée par Tymocharès, s'accorde mieux avec mes tables, que les autres ne s'accordent entr'elles, & que la huitième dont Ptolémée se sert pour déterminer la révolution de Vénus, est aussi une de celles qui s'accordent le mieux; il faut seulement en conclure que ces observations sont mauvaises en général, ce que j'ai déjà prouvé pour la plupart de celles de Ptolémée (*Mémoires* 1757, page 420; 1766, page 467).

Si les observations anciennes ne peuvent rien nous apprendre sur le mouvement de Vénus, à plus forte raison, pour le mouvement de l'aphélie; il auroit été à 7<sup>f</sup> 25<sup>d</sup> suivant la théorie de Ptolémée, au lieu de 9<sup>f</sup> 16<sup>d</sup> que je trouve pour ce temps-là.

Parmi les observations moins anciennes, celles de Tycho sont les plus nombreuses; il semble qu'elles auroient pu donner quelques lumières sur le mouvement de Vénus; mais comme Tycho l'observoit principalement dans les plus grandes digressions, & presque jamais dans le temps où elle approche de sa conjonction inférieure, il y a peu de précision à en attendre. J'ai fait voir que les conjonctions inférieures doivent être absolument préférées pour ces recherches.

J'ai donc commencé au passage sur le Soleil, qui fut observé le 4 Décembre 1639; ce passage devant être le fondement principal de cette détermination, il étoit nécessaire de recalculer de nouveau les observations qui furent faites par Horrocius près de Liverpool; c'est ce qu'a fait M. de Lambre avec le plus grand soin: il a pris les détails de cette observation dans un petit écrit publié en 1761, dans l'*Annual Register* de Londres, & copié par Ferguson, pages 344 & suiv. de son astronomie. Quant à la latitude de Hool, lieu de l'observation, il a conservé la détermination d'Horrocius; mais pour la longitude, qui est celle de Liverpool, il a préféré la moyenne arithmétique entre les deux que M. du Séjour a trouvées par l'éclipse de 1764, c'est-à-dire,  $0^h 21' 7''$  à l'ouest de Paris.

La différence des parallaxes de Vénus & du Soleil, est  $23'',803$ ; le demi-diamètre du Soleil  $16' 11'',6$ ; celui de Vénus  $31'',3$ ; le mouvement relatif en longitude,  $4' 3'',76$ , & en latitude  $39'',04$  décroissante; l'équation du temps  $9' 0''$  soustractive du temps vrai.

Temps vrai à Paris. . . . .	$3^h 36' 7''$	$3^h 56' 7''$	$4^h 6' 7''$
Lieux vrais du Soleil. . . .	$8^r 12^d 25' 0''$	$8^r 12^d 25' 51''$	$8^r 12^d 26' 16''$
Nonagésime à Hool. . . . .	$11. 2. 37. 0$	$11. 9. 24. 50$	$11. 12. 31. 50$
Dist. du Soleil au nonagés.	$2. 20. 12. 0$	$2. 26. 59. 0$	$3. 0. 5. 30$
Hauteur nonagésime. . . . .	$19. 20. 20$	$21. 9. 50$	$22. 2. 30$
Latitude apparente. . . . .	$11' 17'',46$	$11' 11'',61$	$19' 40'',74$

Différ. appar. de longit...	10' 41", 14	9' 51", 30	9' 6", 41
Parallaxe de longitude...	+ 7, 77	+ 8, 58	+ 8, 93
Parallaxe de latitude...	+ 22", 46	+ 22", 09	+ 22", 6
Différ. vraie en longit...	o. 10' 48", 91	9' 59", 88	9' 15", 34
Latitude vraie.....	10. 55. 0	10. 49. 52	10. 18. 68
Temps vrai de la conjonct.	6 <sup>h</sup> 15' 49"	6 <sup>h</sup> 23' 45"	6 <sup>h</sup> 22' 19"
Latitude en conjonction...	9' 11", 1	9' 13" 45	8' 50" 07

Par un milieu entre les trois résultats, la conjonction a dû arriver à 6<sup>h</sup> 20' 38"; la latitude géocentrique en conjonction a dû être 9' 41", 87; le lieu de la conjonction 8<sup>f</sup> 12<sup>d</sup> 31' 58"; la distance au nœud 56' 15"; le lieu du nœud, 2<sup>f</sup> 13<sup>d</sup> 28' 13" vu du Soleil; les corrections de mes secondes tables — 2' 4" pour la longitude, — 1' 13" pour le nœud, + 2" pour la latitude; le demi-diamètre de Vénus, suivant l'observation d'Horrocius devoit être 38" à très-peu-près; suivant Crabtrée, il n'étoit que 34".

En employant, comme M. de Lambre a fait, les diamètres pris dans mes tables, & retenant la distance des centres observée par Horrocius, il s'ensuivra que l'instant de la première observation n'est pas précisément celui du contact, mais qu'il y avoit environ 8" de distance entre les bords de Vénus & du Soleil.

En admettant, comme l'ont fait Horrocius, Hevelius & Cassini, que l'observation ait été faite dans l'instant du contact intérieur, la distance des centres sera 15' 40", 3; la latitude apparente 11' 22", 95; la différence de longitude apparente 10' 46", 34; la conjonction 6<sup>h</sup> 17' 7"; la latitude en conjonction 9' 15"; enfin, par un milieu entre les trois observations, la conjonction sera à 6<sup>h</sup> 21' 4". Si l'on vouloit avoir égard en même temps aux deux manières de calculer la première observation, le temps de la conjonction seroit 6<sup>h</sup> 19' 45".

En tout cas, il n'y a pas 8' d'incertitude sur le moment de cette conjonction, ce qui ne produit pas 12" sur la lon-

gitude héliocentrique. Il paroît donc que l'erreur de mes tables de 1781 est, à cette époque, d'environ 1' 44".

Si l'on veut avoir égard aux aberrations & à la nutation, il faut retrancher 5' 46" du moment de la conjonction trouvée ci-dessus, & ajouter 23" à la longitude, on aura 6<sup>h</sup> 3' 44", temps moyen, & la longitude vraie comptée de l'équinoxe moyen, 8<sup>r</sup> 12<sup>d</sup> 32' 15".

J'ai comparé vingt autres conjonctions avec mes tables, savoir, celles qui sont rapportées dans M. Cassini (*Éléments d'Astronomie*, page 561), & celles qui ont été observées depuis quelques années. Elles sont toutes comprises dans la table qu'on trouvera ci-après; les lieux du Soleil, pour le moment de chaque conjonction, ont été refaits sur les tables de la Caille; car j'ai supposé que le temps de la conjonction pouvoit être exact, indépendamment du lieu du Soleil. En effet, si l'on a comparé Vénus directement avec le Soleil, on a dû trouver le temps de la conjonction exactement, quelle que fût l'erreur des tables du Soleil.

La conjonction de 1692, sur laquelle j'avois beaucoup compté, est rapportée assez différemment, d'après Cassini & d'après Sedileau (*Mém. de l'Acad. 1693*); mais, en prenant celle de Cassini, je suis plus d'accord avec le passage de 1639, du moins suivant mes nouveaux élémens, & je l'ai préférée; l'erreur changeroit de 44" en prenant l'observation de Sedileau.

En comparant le passage de 1639 avec mes secondes tables de 1781, j'ai trouvé 1' 44" de trop pour la longitude héliocentrique: pour ne pas rejeter sur un seul élément toute l'erreur que donnoit le passage de 1639, j'ai considéré que le mouvement de l'aphélie pouvoit être diminué avec vraisemblance, quoique je l'eusse déjà diminué. En effet, si je compare le lieu de l'aphélie que j'ai déterminé pour 1780, avec celui qui résulte des conjonctions de 1715, 1718, 1719, je ne trouve, pour le mouvement séculaire de l'aphélie, que 2<sup>d</sup> 11', au lieu de 4<sup>d</sup> 10', que j'avois employé dans mes anciennes tables de 1771, en comptant trop sur

les tables de Képler & sur les observations de Tycho-Brahé. Je l'avois réduit à  $2^d 25'$  dans mes secondes tables; mais si j'employois la position que Halley lui donne pour 1690, la regardant comme le résultat des observations de Flamstéed, que Halley avoit sans doute discutées, je trouverois  $2^d 22'$  pour le mouvement séculaire de l'aphélie.

On ne trouveroit que  $1^d 33'$ , en calculant l'attraction de Jupiter & de la Terre, par la formule que j'ai donnée dans mon Astronomie (*art. 3512*); si l'on nomme  $f$  la distance de la planète troublante, celle de Vénus étant prise

pour unité, on a  $\frac{3}{4f^3}$  multiplié par  $360^d$  pour le mouvement de l'aphélie de Vénus pendant la durée de sa révolution. Cette formule donne  $6' 39''$  par siècle pour l'effet de Jupiter, &  $2' 50''$  pour celui de la Terre; la somme  $9' 29''$  étant ajoutée à la précession séculaire,  $1^d 23' 45''$  donne  $1^d 33' 14''$  pour le mouvement de l'aphélie; Halley le faisoit de  $1^d 34'$ .

Enfin, M. de la Grange, par des calculs plus rigoureux, diminue encore ce mouvement (*Mém. de Berlin, 1782*), & le réduit à  $1^d 21'$ ; en sorte que l'aphélie de Vénus rétrograde de  $2'$  par rapport aux étoiles, au lieu d'être direct comme sont ceux des autres planètes.

M. de la Grange, à qui j'ai fait remarquer ce défaut d'analogie, m'a assuré qu'il n'avoit aucun doute sur la théorie à cet égard; & comme j'avois perdu l'espoir de déterminer le mouvement de l'aphélie par les observations du dernier siècle, je m'en suis tenu à ce résultat. Il faut cependant considérer que M. de la Grange donne  $4'',3$  par an à l'action de Mercure sur Vénus, & que la masse de Mercure n'étant connue que par conjecture, il pourroit y avoir encore quelque incertitude à cet égard. Quoi qu'il en soit, je supposerai, quant à présent, le mouvement de l'aphélie de  $1^d 21'$  par siècle; en partant du lieu que j'ai déterminé pour 1780, à  $10^f 8^d 12'$ , je le supposerai pour 1639,  $10^f 6^d 18'$ ; & dès lors le passage de 1639 se trouvera rapproché des tables.

256 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Pour vérifier les autres élémens de Vénus, je vais parcourir toutes les conjonctions inférieures qui ont été observées avec soin depuis les passages sur le Soleil observés en 1761 & 1769.

La conjonction de 1766 fut observée par M. Maskelyne, & elle se trouve dans le Recueil de ses observations. J'ai calculé les observations du 16 mars, du 24 & du 28 au matin.

	Le 16	Le 24.	Le 27.
Temps moyen du passage réduit au méridien de Paris . .	0 <sup>h</sup> 57' 53"	0 <sup>h</sup> 9' 54"	23 <sup>h</sup> 45' 41"
Dist. d'asc. dr. entre les centres de Vénus & du Soleil . . . .	9 <sup>d</sup> 59' 22"	1 <sup>d</sup> 26' 24"	7 <sup>d</sup> 12' 22"
Ascension droite apparente du Soleil à midi vrai . . . . .	356. 16. 47.	3. 33. 12.	7. 10. 52.
Ascension droite de Vénus . .	6. 16. 9.	2. 6. 48.	359. 58. 30.
Distance au zénith, du bord inférieur de Vénus . . . . .	39. 43. 11.	41. 34. 23.	42. 55. 40.
Déclinaison vraie du centre de Vénus . . . . .	11. 45. 27.	9. 54. 14.	8. 32. 54.
Long. apparente de Vénus . .	10. 26. 5.	5. 54. 20.	3. 24. 12.
Latitude apparente . . . . .	8. 17. 54.	8. 14. 18.	7. 50. 46.

L'erreur moyenne de mes tables,  $\pm$  25 secondes, doit être ajoutée aux longitudes calculées, pour en déduire l'opposition, & le lieu du Soleil augmenté de 20 secondes pour l'aberration, & compté de l'équinoxe moyen.

Le mouvement du Soleil, en 23<sup>h</sup> 53' 54", étant de 59' 2", & celui de Vénus de 37' 53", je trouve pour le temps moyen de la conjonction vraie, le 25, 6<sup>h</sup> 13' 12", & la longitude 0<sup>d</sup> 5<sup>d</sup> 6' 32"; mes nouvelles tables donnent 5" de plus pour la longitude héliocentrique, au même instant.

La conjonction de 1774 a été observée par M. Slop, habile astronome de Pise, *Observationes siderum habitæ Pisis*, &c. 1778, page 217.

	TEMPS MOYEN à Pise.	LONGITUDE. observée.	LATITUDE observée.
Mars 22.	23 <sup>h</sup> 53' 25"	0 <sup>f</sup> 2 <sup>d</sup> 45' 49"	8 <sup>d</sup> 16' 0"
23.	23. 47. 21.	0. 2. 8. 10.	8. 10. 48.
24.	23. 41. 19.	0. 1. 31. 2.	8. 4. 37.
25.	23. 35. 20.	0. 0. 54. 18.	7. 57. 37.

M. Slop avoit interpolé ces longitudes pour en conclure la conjonction; j'ai préféré de prendre le mouvement calculé par les tables, & les longitudes corrigées par l'erreur moyenne des tables. Le mouvement du Soleil, en 23<sup>h</sup> 53' 56", étant de 59' 6", & celui de Vénus 37' 37", j'ai trouvé que la conjonction apparente étoit arrivée le 22, à 21<sup>h</sup> 17' 44", temps moyen au méridien de Paris, dans 0<sup>f</sup> 2<sup>d</sup> 49' 12" de longitude apparente, comptée de l'équinoxe moyen; & employant les deux aberrations, la conjonction vraie à 21<sup>h</sup> 11' 58", dans 0<sup>f</sup> 2<sup>d</sup> 49' 18" de longitude vraie.

La conjonction du 24 Octobre 1775 a été observée à Pise par M. Slop, à Toulouse par M. Darquier, & à Paris par M. d'Agelet: comme les résultats des deux premiers ne s'accordoient pas parfaitement, j'ai recalculé deux observations qui m'ont donné à peu-près le même résultat.

Le 24 Octobre, 23<sup>h</sup> 33' 31", temps moyen à Paris; longitude de Vénus observée, comptée de l'équinoxe moyen, 7<sup>f</sup> 0<sup>d</sup> 29' 34"; longitude du Soleil, 7<sup>f</sup> 1<sup>d</sup> 53' 50"; mouvement du Soleil, en trois jours, 2<sup>d</sup> 59' 57"; mouvement de Vénus, 1<sup>d</sup> 43' 24"; d'où il suit que la conjonction apparente est arrivée, le 24, à 2<sup>h</sup> 30' 59", dans 7<sup>f</sup> 1<sup>d</sup> 1' 14"; & la conjonction vraie, à 2<sup>h</sup> 25' 13", dans 7<sup>f</sup> 1<sup>d</sup> 1' 20" de longitude vraie.

La conjonction du 1.<sup>er</sup> Juin 1777 n'a été observée que par M. Slop; il n'a eu qu'une seule observation faite cinq

258 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

jours après la conjonction, & je n'en ai pas fait usage. D'ailleurs, les conjonctions du mois de Juin sont au même lieu de l'orbite que les passages sur le Soleil observés en 1761 & 1769, & l'on ne peut pas en espérer une aussi grande précision; ainsi elles sont moins importantes que les autres: au reste, j'ai celle de 1785, qui tient lieu de celle de 1777, & qui s'accorde fort bien avec les deux passages.

En 1779, Vénus fut observée par M. d'Agelet à Paris, par M. Darquier à Toulouse, par M. Pigott à Framptonhouse, 5<sup>d</sup> 48' 30" à l'occident de Paris; celui-ci trouva, le 6 Janvier, jour de la conjonction, à 23<sup>h</sup> 54' 30" de temps vrai, l'ascension droite apparente de Vénus, 287<sup>d</sup> 13' 1"; il n'observa pas la déclinaison.

M. d'Agelet observa Vénus plusieurs jours de suite, avec son mural, à l'École militaire: voici ses observations calculées par lui-même.

	TEMPS MOYEN.	ASCENSION DROITE observée.	DÉCLINAISON australe.	LONGITUDE.	LATITUDE australe.	
Janvier	2.	0 <sup>h</sup> 34' 7"	9 <sup>f</sup> 20 <sup>d</sup> 30' 30"	18 <sup>d</sup> 17' 37"	9 <sup>f</sup> 19 <sup>d</sup> 28' 26"	3 <sup>d</sup> 47' 56"
	3.	0. 27. 35.	9. 19. 51. 35.	18. 7. 41.	9. 18. 53. 5.	4. 2. 53.
	4.	0. 21. 7.	9. 19. 13. 15.	17. 57. 11.	9. 18. 18. 16.	4. 18. 8.
	7.	0. 1. 25.	9. 17. 14. 25.	17. 31. 40.	9. 16. 28. 45.	4. 57. 37.
	7.	23. 54. 51.	9. 16. 34. 52.	17. 22. 37.	9. 15. 52. 14.	5. 10. 58.
	8.	23. 48. 11.	9. 15. 55. 42.	17. 14. 55.	9. 15. 15. 47.	5. 22. 49.
	9.	23. 41. 53.	9. 15. 17. 45.	17. 7. 49.	9. 14. 40. 21.	5. 33. 48.
	10.	23. 35. 33.	9. 14. 41. 3.	17. 1. 3.	9. 14. 5. 57.	5. 44. 8.

Les deux observations du 7, en y appliquant l'erreur moyenne des tables, & le mouvement calculé, qui étoit de 60' 52" pour le Soleil, & de 36' 31" pour Vénus, m'ont donné la conjonction apparente, le 6 Janvier, 14<sup>h</sup> 11' 39", temps moyen; & 9<sup>f</sup> 16<sup>d</sup> 44' 2" pour la longitude comptée de l'équinoxe moyen; & la conjonction vraie à 14<sup>h</sup> 5' 53", dans 9<sup>f</sup> 16<sup>d</sup> 44' 8" de longitude vraie.

La conjonction du 9 Août 1780 est la plus importante

de toutes, parce que Vénus étoit près de son aphélie, & qu'elle n'avoit jamais été observée dans cette position; aussi M. d'Agelet, qui connoît les observations importantes, & qui ne les néglige pas, observa cette conjonction avec soin. Il y a aussi plusieurs observations dans le recueil de M. Darquier. Je rapporterai ici les observations de M. d'Agelet, parce qu'elles n'ont point été imprimées; elles ont été calculées par lui-même, excepté les deux dernières.

	TEMPS MOYEN.	ASC. DROITE observée.	DÉCLINAISON boréale.	LONG. OBSERVÉE.	LATITUDE boréale.
Août 3.	0 <sup>h</sup> 38' 56"	141 <sup>d</sup> 24' 23"	7 <sup>d</sup> 49' 6"	4 <sup>f</sup> 22 <sup>d</sup> 12' 56"	6 <sup>d</sup> 39' 28"
5.	0. 26. 26.	141. 14. 18.	7. 49. 35.	4. 21. 6. 37.	7. 0. 48.
7.	0. 13. 45.	140. 2. 4.	7. 53. 23.	4. 19. 56. 42.	7. 19. 36.
9.	23. 54. 30.	138. 10. 2.	8. 5. 13.	4. 18. 6. 22.	7. 42. 0.
15.	23. 16. 50.	134. 37. 32.	8. 45. 1.	4. 14. 31. 39.	8. 4. 53.
23.	22. 32. 13.	131. 19. 56.	9. 56. 24.	4. 11. 2. 37.	7. 49. 49.

Ayant calculé l'erreur moyenne des tables, & le mouvement du 9 au 10, qui, dans 23<sup>h</sup> 53' 27", étoit de 57' 20" pour le Soleil, & de 37' 9" pour Vénus, j'ai trouvé la conjonction apparente, le 9 Août, 20<sup>h</sup> 45' 40"; & la longitude apparente, 4<sup>f</sup> 18<sup>d</sup> 11' 27", comptée de l'équinoxe moyen; & la conjonction vraie, 20<sup>h</sup> 39' 54", avec 4<sup>f</sup> 18<sup>d</sup> 11' 33" de longitude vraie.

En 1782, Vénus a été observée à Paris par M. d'Agelet, à Milan par M. de Césaris, à Yorck par M. Pigott; le 19 Mars à 23<sup>h</sup> 49'  $\frac{1}{2}$  de temps vrai, celui-ci observa l'ascension droite de 357<sup>d</sup> 24' 40", & la déclinaison de 8<sup>d</sup> 3' 37", boréale.

Les observations de Milan sont dans le second volume des *Memorie della società Italiana*, pag. 324; & dans les *Éphémérides de Milan* pour 1786, page 212. Mais j'ai voulu recalculer la conjonction, en employant le lieu apparent du Soleil, tiré des tables de la Caille. Le 19, à 23<sup>h</sup> 29' 48", temps moyen au méridien de Paris, la longitude

260 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

apparente de Vénus étoit  $0^{\circ} 0^{\prime} 52^{\prime} 34''$ , celle du Soleil  $0^{\circ} 0^{\prime} 0^{\prime} 3''$ . Le 20, à  $23^{\text{h}} 23^{\prime} 41''$ , elles étoient  $0^{\circ} 0^{\prime} 14^{\prime} 55''$ , &  $0^{\circ} 0^{\prime} 59^{\prime} 18''$ ; d'où il suit que la conjonction apparente est arrivée le 20 à  $12^{\text{h}} 26^{\prime} 55''$ , à  $0^{\circ} 0^{\prime} 32^{\prime} 10''$  de longitude apparente comptée de l'équinoxe apparent; en ajoutant 5 secondes, on a la longitude comptée de l'équinoxe moyen; la conjonction vraie à  $12^{\text{h}} 21^{\prime} 9''$ , & la longitude vraie  $6^{\circ} 0^{\prime} 32^{\prime} 16''$ .

J'ai ensuite reçu une observation de M. Pigott, faite à Yorck, le 20 Mars, le jour même de la conjonction; la longitude de Vénus à  $0^{\text{h}} 11^{\prime} 10''$ , temps moyen à Paris, étoit  $0^{\circ} 0^{\prime} 51^{\prime} 34''$ , plus petite de  $16''$  que par mes nouveaux élémens, ce qui ne fait que 6 secondes sur la longitude héliocentrique.

La conjonction de 1783 a été observée par M. d'Agelet à Paris, par M. Toaldo à Padoue, & par M. de Cefaris à Milan. Celui-ci n'a fait qu'une observation, elle est rapportée dans les Ephémérides de 1786; M. de Lambre a calculé celles de M. d'Agelet, de la manière suivante:

		ASCENSION droite.	DÉCLINAISON australe.	LONGITUDE vraie.	LATITUDE vraie.
Septembre	28.	$1^{\text{h}} 37^{\prime} 2''$	$7^{\circ} 1^{\prime} 25^{\prime} 19''$	$20^{\circ} 14^{\prime} 2''$	$7^{\circ} 6^{\prime} 13^{\prime} 11''$
	29.	$1. 33. 18.$	$7. 1. 28. 29.$	$20. 20. 45.$	$7. 6. 18. 19.$
	30.	$1. 29. 28.$	$7. 1. 29. 40.$	$20. 26. 20.$	$7. 6. 21. 17.$
Octobre	2.	$1. 21. 20.$	$7. 1. 26. 10.$	$20. 34. 17.$	$7. 6. 20. 56.$
	26.	$23. 3. 46.$	$6. 21. 35. 4.$	$14. 56. 21.$	$6. 25. 30. 28.$
Novembre	6.	$22. 8. 19.$	$6. 18. 31. 29.$	$10. 49. 43.$	$6. 21. 11. 27.$
	8.	$22. 0. 10.$	$6. 18. 27. 0.$	$10. 15. 42.$	$6. 20. 54. 26.$

Les temps sont réduits au méridien de l'Observatoire en y ajoutant  $7''$ .

En employant le Soleil au lieu de l'étoile  $\alpha$ , on auroit pour la première longitude,  $32''$  de plus, & pour les deux suivantes,  $36''$ .

Ces observations étant un peu éloignées de la conjonction, M. de Lambre a aussi calculé celles de M. Toaldo, faites

à Padoue avec un mural de Ramsden, de  $7\frac{1}{2}$  pieds; & elles ont été calculées séparément par Dom Nouet, l'un des astronomes de l'Observatoire royal.

	TEMPS MOYEN à Paris.	ASC. DROITES observées.	DÉCLINAISONS observées.	LONGITUDES vraies.	LATITUDES observées.
Oct. 16	23 <sup>h</sup> 25' 12"	6 <sup>f</sup> 26 <sup>d</sup> 36' 55"	18 <sup>d</sup> 40' 34" A.	7 <sup>f</sup> 14 <sup>d</sup> 23' 29"	7 <sup>d</sup> 9' 46" A.
19	23. 7. 16.	6. 25. 4. 32.	17. 41. 53.	6. 29. 39. 42.	6. 46. 45.
21	22. 55. 13.	6. 24. 1. 29.	16. 57. 34.	6. 28. 26. 59.	6. 27. 26.
22	22. 49. 15.	6. 23. 30. 52.	16. 34. 25.	6. 27. 51. 3.	6. 16. 38.

Les longitudes observées sont dégagées de l'aberration, mais comptées de l'équinoxe actuel & apparent. On a ajouté 5' à la déclinaison du 22, parce qu'il étoit évident qu'il y avoit eu erreur d'une division du quart-de-cercle.

L'observation du 19 est marquée douteuse; cependant elle s'accorde avec celle du 21. Au reste, voici la conjonction déduite de plusieurs manières.

Par les Observations des 19 & 21.	Par les quatre Observations.	Suivant D. NOUET.	Suivant M. DE CESARIS.
Conjonction le 21 à...	15 <sup>h</sup> 36' 15"	15 <sup>h</sup> 34' 15"	15 <sup>h</sup> 38' 28"
Longitude géocentr. vraie,	6 <sup>f</sup> 28 <sup>d</sup> 38' 2"	6 <sup>f</sup> 28 <sup>d</sup> 37' 57"	6 <sup>f</sup> 28 <sup>d</sup> 37' 53"
Latitude géocentrique...	6 <sup>d</sup> 30' 24" A.	6 <sup>d</sup> 30' 24"	6 <sup>d</sup> 31' 49"

La différence entre les résultats de M. de Lambre & de Dom Nouet, vient de ce que celui-ci n'a pas ajouté l'aberration du Soleil. La différence entre la latitude déterminée par M. de Cesaris & par les deux autres, vient probablement de ce que le secteur équatorial dont il s'est servi, ne donne pas les déclinaisons aussi exactement que le mural de M. Toaldo.

La conjonction de 1785 a été observée à Paris, avec soin, par les astronomes de l'Observatoire royal, nouvellement établis par le Roi, sous la direction de M. le Comte de Cassini; & il en a donné les résultats dans le recueil

d'observations qu'il a publiées pour la première fois le 19 de Juillet 1786. Il a bien voulu me communiquer les observations originales, & M. de Lambre les a calculées de nouveau.

Il suppose l'ascension droite apparente de  $\alpha$  la Couronne,  $24^{\text{h}} 24' 32''$ , 7, & sa déclinaison boréale  $27^{\text{d}} 26' 45''$ , 7.

1785.	TEMPS MOYEN.	ASC. DROITE apparente.	DÉCLINAISON apparente.	LONGITUDE VRAIE	LATITUDE VRAIE.
Mai. 14	1 <sup>h</sup> 30' 4"	75 <sup>d</sup> 10' 59"	26 <sup>d</sup> 38' 41"	2 <sup>f</sup> 16 <sup>d</sup> 45' 9"	3 <sup>d</sup> 51' 13" B.
15	1. 35. 6.	74. 55. 16.	26. 29. 31. 2.	16. 30. 12.	3. 43. 32.
Juin. 9	22. 48. 36.	61. 19. 19.	19. 8. 24. 2.	3. 1. 26.	1. 40. 56. A.
10	22. 43. 13.	60. 57. 34.	18. 51. 47. 2.	2. 38. 3.	1. 53. 17.
11	22. 32. 59.	60. 37. 58.	18. 37. 6. 2.	2. 17. 3. 2.	4. 9.

Les longitudes sont diminuées de  $14''$  pour l'aberration & la nutation. Les latitudes augmentées de  $1''$  pour l'aberration. En prenant l'erreur moyenne des tables & le mouvement de Vénus calculé par les tables, M. de Lambre trouve la conjonction vraie le 29, à  $19^{\text{h}} 2' 6''$ , & la longitude vraie  $2^{\text{f}} 9^{\text{d}} 9' 9''$ , comptée de l'équinoxe moyen; la conjonction apparente à  $19^{\text{h}} 8' 1''$ ; & la longitude apparente  $2^{\text{f}} 9^{\text{d}} 9' 4''$ , en ne corrigeant point les aberrations. Cette conjonction, quoique déduite d'observations assez éloignées, s'accorde parfaitement avec mes nouveaux éléments.

L'aberration du Soleil  $20''$  pouvant produire jusqu'à  $1' 12''$  d'erreur sur le lieu de Vénus, doit être nécessairement employée; pour cela, j'ai ôté  $4' 54''$  des temps des conjonctions inférieures, & j'ai ajouté  $8''$  aux longitudes observées, de même qu'aux époques des tables.

Pour l'aberration de Vénus, qui est de  $3'' \frac{1}{2}$ , il faut encore ôter  $52''$ , mais il faut ajouter  $2''$  à la longitude du point de la conjonction; ainsi pour les deux aberrations, j'ai ôté  $5' 46''$  des temps, & ajouté  $6''$  aux longitudes observées.

J'ai aussi appliqué la nutation aux longitudes observées;

en sorte qu'elles sont toutes comptées de l'équinoxe moyen, ce qui rend les mouvemens plus uniformes; ils ne sont plus affectés que par l'équation de Vénus, qui me paroît exactement connue.

Pour déterminer les élémens de l'orbite de Vénus par les dernières conjonctions, j'ai choisi celles de 1780, 1782 & 1783, qui étoient fort propres à cette détermination; je les ai recalculées avec soin; & pour que mes résultats fussent moins dépendans des lieux du Soleil & des erreurs de chaque observation en particulier, j'ai joint l'opposition de 1774 à celle de 1782, en prenant pour erreur des tables celle qui tenoit le milieu entre les erreurs trouvées dans ces deux oppositions, & qui différoient de 14" pour la longitude héliocentrique. J'ai réuni de même les oppositions de 1775 & 1783, qui ne différoient que de 3"; ainsi, mon calcul est le résultat de cinq conjonctions observées & calculées avec soin. J'aurois voulu avoir pour celle de 1780, qui est près de l'aphélie, une pareille confirmation, mais l'on n'a point observé les conjonctions de 1764 & de 1772, qui étoient dans une position semblable. Au reste, M. d'Agelet ayant fait en 1780, beaucoup d'observations, je crois cette conjonction très-bien déterminée.

En appliquant aux trois conjonctions de 1780, 1782 & 1783, le procédé que j'ai expliqué dans les Mémoires de 1779, j'ai trouvé, pour l'équation de Vénus, 47' 20" comme dans les tables que j'ai publiées en 1781, *Astron. tome IV*; l'aphélie moins avancée de 19', & les longitudes moyennes plus fortes de 47".

Avec ces corrections & le mouvement de l'aphélie, supposé de 49" par an, j'ai recalculé les tables des époques; en assujétissant au passage de 1639 le mouvement de Vénus, il s'est trouvé par-là de 6' 19<sup>d</sup> 12' 25" par siècle. On trouvera ces tables dans la *Connoissance des Temps de 1789*, qui a paru au mois de Mars 1787.

J'ai comparé avec ces tables les longitudes héliocentriques observées dans toutes les conjonctions inférieures, y compris

264 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

celle de 1787, dont les observations seront rapportées en détail dans les *Mémoires de l'Académie* pour la même année. Voici le résultat de ces comparaisons :

*Conjonctions inférieures de Vénus comparées avec les nouvelles Tables.*

ANNÉES.	JOURS. MOIS.	TEMPS MOYEN de la Conjonction vraie.	LONGITUDE VRAIE comptée de l'équinoxe.	ANOMAL. de Vénus.	ERREUR sur la Long. hélioc.
1639.	4 Déc.	6 <sup>h</sup> 3' 44"	8 <sup>h</sup> 12 <sup>d</sup> 32' 15"	4 <sup>h</sup> 7 <sup>d</sup>	+ 0' 14"
1689.	25 Juin.	13. 48. 7.	3. 4. 54. 24.	10. 28.	- 31.
1692.	3 Sept.	19. 5. 23. Cass.	5. 12. 32. 59.	1. 6.	- 7.
1699.	30 Janv.	7. 20. 3.	10. 11. 17. 18.	6. 5.	- 1. 31.
1700.	2 Sept.	11. 19. 12.	5. 10. 20. 47.	1. 4.	- 2. 8.
1705.	21 Juin.	22. 1. 12.	3. 0. 35. 26.	10. 23.	+ 0. 36.
1707.	28 Janv.	18. 33. 39.	10. 8. 46. 17.	6. 2.	+ 1. 10.
1708.	31 Août.	0. 29. 56.	5. 8. 1. 56.	1. 1.	+ 0. 51.
1710.	10 Avril.	18. 8. 9.	0. 20. 54. 6.	8. 13.	+ 41.
1713.	19 Juin.	15. 15. 44.	2. 28. 29. 16.	10. 21.	- 36.
1715.	26 Janv.	8. 32. 15.	10. 6. 22. 47.	6. 0.	- 23.
1716.	28 Août.	16. 36. 37.	5. 5. 50. 48.	0. 29.	- 7.
1718.	8 Avril.	10. 15. 0.	0. 18. 40. 42.	8. 11.	- 11.
1719.	10 Nov.	9. 1. 15.	7. 17. 55. 31.	3. 12.	- 17.
1751.	31 Oct.	11. 30. 50.	7. 8. 13. 0.	3. 1.	- 15.
1761.	5 Juin.	17. 44. 34.	2. 15. 36. 31.	10. 7.	+ 5.
1766.	25 Mars.	6. 13. 12.	0. 5. 6. 32.	7. 26.	- 5.
1769.	3 Juin.	10. 7. 54.	2. 13. 27. 8.	10. 5.	- 3.
1774.	22 Mars.	21. 11. 58.	0. 2. 49. 18.	7. 23.	+ 15.
1775.	24 Oct.	2. 25. 13.	7. 1. 1. 20.	2. 23.	+ 6.
1779.	6 Janv.	14. 5. 53.	9. 16. 44. 8.	5. 9.	- 1.
1780.	9 Août.	20. 39. 54.	4. 18. 11. 33.	0. 10.	+ 8.
1782.	20 Mars.	12. 21. 9.	6. 0. 32. 16.	7. 22.	+ 3.
1783.	21 Oct.	15. 34. 15.	6. 28. 37. 57.	2. 21.	- 1.
1785.	29 Mai.	19. 2. 6.	8. 9. 9. 9.	10. 0.	+ 4.
1787.	4 Janv.	2. 26. 50.	9. 14. 15. 39.	5. 6.	- 6.

Le signe + signifie qu'il faut ajouter à la longitude calculée par les Tables.

Il y a dans cette table trois conjonctions qu'on ne peut représenter, c'est-à-dire, où les erreurs passent 1', ce sont celles de 1699, 1700, 1707; mais quand sur vingt-une conjonctions on satisfait à dix-huit, on est sûr que les autres sont des observations défectueuses. D'ailleurs, elles diffèrent visiblement de celles qui sont dans les mêmes circonstances. En effet, de 1699 à 1707, & de 1700 à 1708, il y a 2' 47" de différence, quoiqu'au bout de huit ans l'erreur dût revenir la même, Vénus étant au même degré d'anomalie; la conjonction de 1700 s'éloigne encore plus de 1692 & 1716, qui cependant s'accordent bien entre elles, & celle de 1710 diffère de 1718 de 52"; de même la conjonction de 1707, où il me reste une erreur de 1' 11", est contredite par celle de 1715. Les erreurs en 1699 & 1707, se trouvent en sens contraire; celle de 1700 augmente, mais celle de 1708 diminue. Celles de 1715 & de 1751 sont petites; l'erreur moyenne entre 1705 & 1713 est exactement nulle. Enfin, les observations que mes élémens ne représentent pas, sont des observations démenties par celles qui sont dans les mêmes circonstances, tandis que je satisfais à des observations faites dans les points les plus différens entre eux, tant pour l'équation que pour l'aphélie, & dans lesquelles il ne me reste que des erreurs qui sont peu sensibles dans ces observations éloignées.

Si l'on vouloit faire le mouvement de l'aphélie de 2<sup>d</sup> & augmenter de 25" le mouvement séculaire de Vénus, on satisferoit également au passage de 1639; on diminueroit l'erreur sur les conjonctions de 1689, 1700, 1707, 1713, 1716, 1718, mais on augmenteroit celles de 1692, 1705, 1708, 1710, 1715: il semble même que l'on gagneroit plus qu'on ne perdrait; mais les différences ne sont pas assez concluantes ni assez d'accord pour devoir l'emporter sur une théorie que nous avons lieu de croire exacte, parce que les masses de Jupiter & de la Terre, qui influent le plus dans cet élément sont bien connues; c'est

ce qui m'a déterminé à réduire dans mes nouvelles tables à  $1^d 21'$  le mouvement de l'aphélie, & à porter celui de Vénus à  $6^f 19^d 12' 25''$  ou  $13''$  de plus que dans mes premières tables.

Révolution de Vénus. Une augmentation de  $13''$  sur le mouvement séculaire de Vénus, diminue sa révolution de  $12''$ ; ainsi l'on a pour la durée de la révolution tropique  $224^j 16^h 41' 27''.5$ , & pour la révolution sydérale,  $224^j 16^h 49' 7''.8$ .

Inclinaison de Vénus. Les oppositions de 1766, 1774, 1780, 1782 & 1783, ont fait voir que l'inclinaison étoit plus grande que dans les tables de Halley & dans les miennes. Voici des latitudes calculées d'après des observations de M.<sup>rs</sup> Maskelyne, Slop & d'Agelet, dans les conjonctions où la latitude géocentrique étoit la plus forte; celle que donnoient les tables s'est toujours trouvée trop petite, comme dans la table suivante où j'ai marqué la correction à faire aux tables & celle qui en résulteroit sur l'inclinaison.

		TEMPS MOYEN à Paris.	LATITUDE observée.	CORRECT. des Tables.	CORRECT. de l'inclinaif.
1766.	16 Mars.	0 <sup>h</sup> 57' 53"	8 <sup>h</sup> 17' 54" B.	+ 24"	+ 10"
1774.	22 Mars.	23. 21. 17.	8. 16. 0. B.	+ 42.	+ 17.
	23	23. 15. 13.	8. 10. 48.	+ 40.	+ 16.
	24	23. 9. 11.	8. 4. 37.	+ 35.	+ 15.
	25	23. 3. 12.	7. 57. 37.	+ 31.	+ 13.
	1780.	5 Août.	0. 26. 26.	7. 1. 0. A.	+ 35.
1782.	15 Mars.	0. 27. 49.	8. 31. 43.	+ 37.	+ 15.

Ainsi, il faut augmenter l'inclinaison de  $15''$ , & elle fera de  $3^d 23' 35''$ : c'est ainsi que je l'emploierai dans mes nouvelles tables.

