

M É M O I R E

S U R

LA PARALLAXE DU SOLEIL,

Déduite des meilleures Observations de la durée du passage de Vénus sur son disque le 3 Juin 1769.

Par M. P I N G R É.

LES sentimens ne paroissent pas encore bien réunis sur la quantité de la parallaxe horizontale du Soleil: cet objet est important sans doute, il a fait voyager bien des Astronomes, il occupe dans le cabinet d'habiles Géomètres. Le célèbre M. Euler a déterminé la parallaxe solaire moyenne de $8''{,}82$; M. Hornsby, Professeur d'Astronomie à Oxford, la croit de $8''{,}78$; j'ai pensé qu'on pouvoit la porter à $8''{,}88$; le P. Hell ne croit pas qu'elle puisse excéder de beaucoup $8''{,}7$; enfin M. de la Lande est persuadé qu'elle est incontestablement bornée à $8''{,}5$. Je me crois en état de prouver, j'oserois presque dire de démontrer rigoureusement, ou que cette parallaxe est à peu-près telle que M.^{rs} Euler & Hornsby l'ont déterminée, ou qu'on ne peut rien conclure de la durée du dernier passage de Vénus. Je commencerai par apprécier les observations de la durée entière du passage entre les contacts intérieurs, ou même entre le premier intérieur & le second extérieur, afin qu'on soit plus en état de juger du degré de confiance que chacune mérite. Je combinerai ensuite ces observations, pour en conclure la vraie parallaxe du Soleil; par ce terme je désignerai toujours la parallaxe moyenne, c'est-à-dire, la parallaxe du Soleil dans ses moyennes distances de la Terre.

J'emploierai dans cette recherche six observations principales, trois que j'appellerai *Américaines*, celles de Taïti, de Saint-Joseph & du fort du Prince de Galles, sur la baie

d'Hudson; & trois *Européennes*, celles de Wardhus, de Kola & de Cajanebourg. Je supposerai, avec M. de la Lande, la somme des demi-diamètres de $972''{,}31$, & leur différence de $915''{,}11$. J'ai cru pareillement pouvoir me conformer à sa décision sur l'heure & le lieu de la conjonction des deux Astres, sur la latitude géocentrique de Vénus, sur son mouvement horaire tant en Longitude qu'en Latitude, & sur celui du Soleil: si l'on découvre quelque défaut de précision dans ces élémens, au moins ce défaut doit être léger, & affectant également tous les résultats, il laissera subsister en entier les conséquences qu'on aura pu tirer de leurs comparaisons réciproques.

▲ J'ai supposé Taïti par $17^{\text{d}} 28' 55''$ de latitude Sud, & par $10^{\text{h}} 7' 13''$ de longitude à l'Ouest du méridien de l'Observatoire. Les Observateurs étoient au nombre de trois, M. Green, le Capitaine Cook, & le Docteur Solander: voici leurs observations, telles qu'elles nous ont été communiquées d'abord, & telles que nous les avons tous supposées dans nos calculs; & c'est en effet ce que l'on peut conclure de plus raisonnable des détails qui nous sont ensuite parvenus.

	M. Green.	M. Cook.	M. Solander.
1. ^{er} contact extér.	21 ^h 25' 40"	21 ^h 25' 45"	
1. ^{er} contact inter.	21. 43. 55,5	21. 44. 15,5	21 ^h 44' 02",5
2. ^e contact intér.	3. 14. 03	3. 14. 13	
2. ^e contact extér.	3. 32. 14	3. 32. 2	3. 32. 13

On auroit désiré que les Observateurs se fussent mieux accordés, au moins sur les contacts intérieurs; on attendoit le détail de leurs opérations, ce détail vient de paroître dans le LXI.^e Volume des Transactions Philosophiques, j'en rapporte fidèlement les principales circonstances extraites des pages 410, 411 & 412.

A $21^{\text{h}} 25' 40''$, M. Green voit une lueur (*light*) sur le bord du Soleil; à $21^{\text{h}} 25' 45''$, cette apparence est certaine. A $21^{\text{h}} 43' 15''$, premier contact intérieur des bords du Soleil & de Vénus; à $21^{\text{h}} 43' 55''$, contact de la pénombre

& du bord du Soleil. Pour la sortie à $3^{\text{h}} 14' 3''$ premier contact de la pénombre par ondulation, le fil de lumière visible & invisible alternativement; à $3^{\text{h}} 14' 51''$, second contact interne; à $3^{\text{h}} 31' 28''$, second contact externe; à $3^{\text{h}} 32' 14''$, sortie totale de la pénombre.

M. Solander fixe le premier contact extérieur à $21^{\text{h}} 26' 6''$; quelques secondes auparavant, il avoit vu sur le Soleil une espèce de brume vacillante; à $21^{\text{h}} 43' 28''$, entrée, leur naissante sous Vénus; à $21^{\text{h}} 44' 2''$, le bord de Vénus est dégagé de celui du Soleil; à $3^{\text{h}} 31' 49''$ vrai bord de Vénus sorti; à $3^{\text{h}} 32' 13''$, atmosphère de Vénus sortie.

Enfin M. Cook voit à $21^{\text{h}} 25' 45''$, la première trace de Vénus sur le disque du Soleil. A $21^{\text{h}} 43' 15''$, premier contact interne, ou coïncidence apparente des bords; à $21^{\text{h}} 44' 15''$, petit fil de lumière vu sous la pénombre: à $3^{\text{h}} 14' 13''$ second contact interne de la pénombre, ou fil de lumière absolument rompu; à $3^{\text{h}} 14' 45''$, second contact interne des corps; à $3^{\text{h}} 31' 22''$, second contact externe des corps; à $3^{\text{h}} 32' 2''$, sortie totale de la pénombre, douteuse.

M. Cook raisonne, page 411, sur cette pénombre qu'ils ont vue ou cru voir; il dit, « qu'elle a rendu l'observation » de ce qu'il appelle *contacts intérieurs*, très-difficile, parce que » cette pénombre sur le bord du Soleil, étoit presque, pour » ne pas dire même absolument, aussi obscure que le corps de » Vénus. » Il ajoute, « qu'il y a aussi plusieurs secondes d'in- » certitude sur le fil de lumière, parce qu'à l'entrée de Vénus, » il jugeoit que les bords de la pénombre & du Soleil se » touchoient, dix secondes avant l'instant marqué pour la for- » mation du fil, & qu'à la sortie ce fil ne fut pas rompu en » un instant, mais par gradation, l'instant marqué étant celui où le fil de lumière fut totalement rompu. »

D'après cet extrait, on pourroit être tenté de regarder l'observation de Taïti comme très-incertaine, pour ne rien dire de plus. Cependant les raisonnemens de M. Cook, de quelque

quelque manière qu'on veuille les envisager, n'empêcheront pas qu'il n'ait vu le fil de lumière se former & se rompre aux instans qu'il a déterminés: il seroit à souhaiter que M. Green se fût aussi plus occupé de ce fil de lumière, que de la pénombre imaginaire, au travers de laquelle il vouloit estimer les contacts intérieurs. Il est également triste pour sa mémoire, qu'il ait donné lieu à une remarque qui termine la page 406; les disparats que l'on trouve entre ses observations sur la latitude de Taïti, font dire que tout autre, avec des instrumens tels que les siens, auroit mieux observé, & qu'on ne peut imaginer d'autre cause de la diversité des résultats, que l'incurie ou la mal-adresse de l'Observateur. M. Green a aussi déterminé la moindre distance des centres de $10' 25'',4$; cette distance, comparée à celle qui a été observée à la baie d'Hudson, donneroit $10'',65$ de parallaxe, & $10'',08$ seulement, si on la comparoit avec l'observation de Norriton en Pensilvanie. Je ferai usage de l'observation de M. Cook, mais d'elle seule, parce que cet Observateur est le seul qui ait bien clairement spécifié la formation du fil de lumière à l'entrée de Vénus, indépendamment de la prétendue pénombre. Il a pareillement bien exprimé la rupture du même fil à la sortie, quoique ses expressions puissent faire douter s'il n'a pas marqué cette phase trop tard, mais de quelques secondes seulement. Taïti est tellement situé, qu'une erreur de 20 secondes dans l'observation de la durée, déterminée par M. Cook, & ce seroit beaucoup, n'en occasionneroit qu'une de 11 à 12 centièmes de seconde dans la parallaxe, en comparant cette durée avec celles qui ont été observées en Europe.

Le passage de Vénus a été observé en entier à Saint-Joseph en Californie, par M. l'abbé Chappe, Don Vincent Doz & Don Salvador de Médina. J'ai supposé la latitude du lieu de $23^{\text{d}} 3' 42''$ au Nord, & la longitude de $7^{\text{h}} 27' 58''$ à l'Ouest.

	<i>M. Chappe.</i>	<i>D. Vincent.</i>	<i>D. Salvador.</i>
1. ^{er} contact extér.	23 ^h 59' 16",7	23 ^h 59' 13",7	23 ^h 59' 17",7
1. ^{er} contact intér.	0. 17. 26,9	0. 17. 24,9	0. 17. 29,9
2. ^e contact intér.	5. 54. 50,3	5. 54. 47,5	5. 54. 47,5
2. ^e contact extér.	6. 13. 19,1	6. 12. 41	6. 12. 46

Je ne vois rien qu'on puisse objecter contre cette observation: feu M. l'Abbé Chappe étoit connu pour un bon Observateur; il avoit déjà observé le Passage de 1761, en entier: les deux autres Observateurs s'accordent avec lui à un très-petit nombre de secondes près, sauf par rapport à la sortie totale de Vénus, de laquelle je ne ferai pas grand usage: la hauteur du Soleil sur l'horizon n'étoit plus alors que de 5^d 20'. Une erreur de 20 secondes dans l'observation de la Californie, comparée aux observations Européennes, en occasionneroit une de 17 centièmes de seconde dans la parallaxe du Soleil; mais je ne pense pas que ce soit dans l'observation de la Californie, qu'il y ait lieu de craindre une pareille erreur.

Le fort du prince de Galles, près la baie d'Hudson, est par 58^d 47' 32" de latitude Nord; je l'ai supposé dans mes calculs de 6^h 26' 23" à l'Ouest de Paris. M.^{rs} Dymond & Wales y ont fait les observations suivantes.

	Premier contact extérieur.	Premier contact intérieur.	Second contact intérieur.	Second contact extérieur.
M. Wales...	0 ^h 57' 07",6	1 ^h 15' 21",3	7 ^h 00' 45",5	7 ^h 19' 01",2
M. Dymond.	0. 57. 00,6	1. 15. 25,3	7. 00. 48,5	7. 19. 20,2

Ces observations s'accordent suffisamment, excepté celles de la sortie totale. Il est ajouté, immédiatement après ces dernières observations, que les bords étoient mal terminés, & l'air très-brumeux, ce que M. de la Lande entend seulement de l'instant du second contact extérieur. Je disois dès 1770, dans un Mémoire imprimé parmi ceux de cette année, qu'il étoit bien à craindre que ces paroles ne s'appliquassent à tout le temps de la sortie. En effet, on ajoute qu'au

Fort du prince de Galles, le ciel est toujours embrumé jusqu'à 10 à 12 degrés au-dessus de l'horizon, & souvent même jusqu'à 16 & 18 degrés. Au dernier contact, à la sortie de Vénus, le Soleil avoit 9 degrés un tiers de hauteur, il n'étoit élevé que de 11 degrés & demi au commencement de la sortie; l'air très-brumeux à 9 degrés un tiers au-dessus de l'horizon, n'étoit probablement pas fort clair 2 degrés plus haut: quoi qu'il en soit, si l'on compare la durée du passage observé à la baie d'Hudson, avec les observations Européennes, ou avec celles de la Californie, une erreur de 20 secondes dans les observations en produit une de plus d'un tiers de seconde dans la parallaxe du Soleil; l'erreur est moitié moindre si l'on prend Taïti pour terme de la comparaison.

Wardhus en Laponie est par 70^d 22' 36" de latitude boréale; je l'ai supposée de 1^h 55' 08" à l'Est de notre Observatoire royal. Le passage de Vénus y fut observé par les PP. Hell & Sajnovics & par M. Borgrewing. La partie du ciel où étoit le Soleil étoit très-pure, tant à l'entrée qu'à la sortie de Vénus, cette Planète avoit 6^d 33' de hauteur à l'instant de son entrée totale, & 9^d 43' à celui du commencement de la sortie. M. Borgrewing, habile Botaniste, n'avoit encore fait aucune observation céleste; les deux autres Observateurs sont connus pour versés dans le maniement des instrumens astronomiques; leurs observations de l'entrée & de la sortie de Vénus ne diffèrent que d'un petit nombre de secondes; je ne vois donc aucun reproche légitime que l'on puisse faire contre cette observation. Mais le P. Hell a trop tardé, dit-on, à la communiquer. Il assure qu'il lui étoit défendu de le faire, avant qu'elle fût imprimée à Copenhague, & présentée au roi de Danemarck en forme de Mémoire raisonné. Mais, ajoute-t-on, on ne comprend point les raisons d'une pareille défense, & le P. Hell pouvoit en prévoir les inconvéniens, & en obtenir la modification. J'avoue que je ne comprends pas moi-même quels pouvoient être les grands inconvéniens d'un pareil retard. Un honnête homme, qui n'a jamais été accusé, qui n'a jamais

été soupçonné d'en avoir imposé au public dans la grande quantité d'observations qu'il lui a communiquées, ne va pas s'imaginer qu'on le traduira comme ayant forgé dans son cabinet une observation aussi précieuse, aussi intéressante que celle-ci. D'ailleurs, le P. Hell a des témoins dans ses coobservateurs, il offre de montrer l'original de ses observations, écrit sur le lieu sans aucunerature; l'Académie de Copenhague ne révoque point en doute les faits qu'il avance dans sa Dissertation sur le passage de Vénus; cette dissertation fut lûe dans cette Académie dès le 24 Novembre, avant qu'on y eût connoissance d'aucune observation Américaine. Enfin, ou l'observation du P. Hell s'accorde avec celle de Cajanebourg, ou elle ne s'y accorde pas: dans le premier cas, le résultat de l'une & l'autre observation sera le même, pourquoi en rejeter une? Dans le second cas, il est clair que l'observation de Wardhus n'a pas été remaniée sur celle de Cajanebourg.

Ce que l'on pourroit objecter de plus spécieux contre l'observation du P. Hell, c'est que son observation des deux contacts intérieurs, & celle de la fin de l'éclipse du Soleil, placent Wardhus par deux longitudes différentes. Mais, 1.° ces deux longitudes ne diffèrent que de 12 à 13 secondes, ce qui ne produiroit que 7 à 8 centièmes de seconde d'incertitude sur la parallaxe du Soleil. 2.° Les deux contacts intérieurs donnent la même longitude, à 2 secondes près; donc, ou ils sont exempts d'erreur, ou l'erreur est la même & à l'entrée & à la sortie; dans l'un & l'autre cas la durée n'est affectée d'aucune erreur sensible; or c'est de la seule durée que nous prétendons conclure la parallaxe du Soleil.

Le fil de lumière, à l'entrée totale de Vénus, fut observé à $9^h 34' 10'',6$ par le P. Hell, 3 secondes plus tôt par le P. Sajnovics, & 2 secondes seulement plus tôt par M. Borgrewing.

A $15^h 27' 24'',6$ le P. Hell aperçoit à la sortie une goutte ou protubérance noire entre les disques de Vénus & du Soleil; six secondes après, cette goutte diminue, ensuite

elle se dissipe & disparoit en un moment, ou pour un moment, *momentaneè disparet ac veluti diffuit*; les bords des deux astres se joignent, & le vrai contact optique arrive à $15^h 27' 35'',6$ selon le P. Hell, une seconde plus tard selon le P. Sajnovics, 7 secondes plus tôt selon M. Borgrewing. Le P. Sajnovics avoit aussi aperçu la goutte noire; mais sans déterminer le temps de son apparition.

Enfin, sortie totale certaine à $15^h 45' 44'',4$ selon le P. Hell, une seconde plus tard selon le P. Sajnovics, 6 secondes plus tôt selon M. Borgrewing.

D'après cet exposé, j'avois jugé qu'il falloit prendre pour véritable contact intérieur à la sortie celui que le P. Hell appelle *contactus interior opticus*, *contactus interior certus*: mais M. de la Lande & le P. Hell lui-même veulent que la goutte noire soit prise pour le vrai contact intérieur, & je pense qu'ils ont raison. Je les imiterai, la parallaxe du Soleil en deviendra un peu moindre que je ne l'avois déterminée dans le précédent Mémoire.

J'avois cru pareillement devoir prendre un milieu entre les observations du P. Hell & celles du P. Sajnovics; heureusement elles diffèrent très-peu. Je n'aurai égard dans ce Mémoire qu'à l'observation du P. Hell; celle du P. Sajnovics augmenteroit de bien peu la parallaxe horizontale du Soleil.

M. Étienne Rumowsky, déjà très-avantageusement connu par beaucoup d'observations astronomiques, faites principalement à Selingsinsk en Sibérie, à l'occasion du passage de 1761, a observé celui de 1769 à Kola en Lapponie, par $68^d 52' 28''$ de latitude Nord; & selon M. de la Lande, $2^h 02' 52''$ à l'Est de notre Méridien. Le mauvais temps nuisit beaucoup à la précision de l'observation. A $9^h 39' 52''$ de la pendule, ou selon M. de la Lande, à $9^h 42' 02''$ temps vrai, contact intérieur, par estime plus que par observation; 23 secondes plus tard, le nuage étant dissipé, on voyoit un petit intervalle entre les bords des deux astres; leur hauteur sur l'horizon étoit d'environ 4 degrés trois quarts.

A $13^h 33' 08''$ ou $12''$ de la pendule, & selon M. de la Lande à $15^h 35' 18'',6$, ou $22'',6$, contact intérieur à la sortie, observation assez bonne selon M. Rumowsky; la hauteur du centre du Soleil étoit de 9 degrés un quart. En déterminant le second contact intérieur à $15^h 35' 20'',6$, la durée du passage aura été de $5^h 53' 18'',6$. Je n'insiste point sur une correction qu'on a cru devoir faire à Saint-Petersbourg d'une inégalité légère qu'on a remarquée dans la pendule de M. Rumowsky; c'est d'après cette correction que les temps de la pendule ont été ci-dessus réduits aux temps vrais. En suivant la marche de la pendule, telle qu'elle est donnée par les hauteurs correspondantes, j'avois trouvé la durée d'une seconde & demie plus longue; l'objet est trop peu important pour fixer plus long-temps notre attention.

Dans le même temps, M.^{rs} Ochtensky & Borodulin observoient le même phénomène. A $9^h 33' 49''$ de leur pendule ($9^h 42' 23''$ de temps vrai), les nuages se dissipant, on voit déjà un filet très-délié de lumière entre les deux limbes. Contact intérieur à la sortie, à $15^h 26' 02''$ ($15^h 35' 43'' \frac{1}{2}$ temps vrai). Ainsi, selon eux, le passage auroit duré au moins $5^h 53' 20'' \frac{1}{2}$.

J'avois négligé cette observation de Kola dans mon premier Mémoire; ce qui m'engage à l'employer aujourd'hui, est une remarque que j'ai faite depuis. La fin de l'Éclipse du Soleil, observée le même jour, donne, à Kola, $2^h 2' 43''$ de longitude orientale; l'entrée totale de Vénus, observée ou, si l'on veut, devinée par M. Rumowsky, $2^h 02' 45''$, & la sortie, $2^h 02' 41''$, ou même $43''$, si l'on fixe le second contact intérieur à $15^h 35' 22'',6$: cet accord prouve, à mon avis, que le premier contact intérieur n'a point été mal déterminé, ni le second mal observé par M. Rumowsky.

La latitude de Cajanebourg est de $64^d 13' 30''$ au Nord, & sa longitude, de $1^h 41' 41''$ à l'est. M. André Planmann y avoit déjà observé avec succès le passage de 1761. Le 3 Juin 1769, le Soleil fut couvert de nuages. A $9^h 8' 30''$,

le ciel s'étant éclairci du côté du Soleil, Vénus étoit entrée en partie. A $9^h 20' 45'' \frac{1}{2}$, immersion totale; M. Planmann est satisfait de cette observation. Le Soleil n'avoit pas plus de deux degrés d'élévation sur l'horizon; mais comme cette observation donne à Cajanebourg précisément la même longitude que la fin des Éclipses de 1761 & de 1769; il paroît qu'elle est bien faite, & hors de tout soupçon d'incertitude: elle fut suivie de nuages, de pluie, de tonnerre. A $15^h 20' 46''$, le Soleil reparoit, le tiers de Vénus étoit déjà sorti. A $15^h 32' 27''$, émergence totale; M. Planmann croit encore cette observation assez bonne, quoiqu'il reconnoisse que le bord du Soleil étoit ondulant; la hauteur de son centre étoit de 6 degrés.

Telles sont les seules observations que nous ayons de la durée du passage de Vénus sur le disque du Soleil, le 3 Juin 1769. Celle de Taïti est complète; il seroit à désirer que les Observateurs se fussent moins occupés d'une apparence d'optique, qui n'étoit pas le principal objet de leur mission; il paroît cependant qu'on peut faire usage, avec quelque confiance, de l'observation de M. Cook. L'observation de Saint-Joseph en Californie ne laisse, à mon avis, rien à désirer. J'en dirois autant de celle de la baie d'Hudson, s'il n'étoit à craindre que la brume eût porté quelque préjudice à l'observation du second contact intérieur. Je ne balance pas à regarder l'observation de Wardhus comme à l'abri de tout reproche légitime; des faits ne se détruisent point par des possibilités métaphysiques. Le premier contact intérieur a été plutôt deviné qu'observé à Kola; mais il paroît par ce qui a été dit plus haut, qu'il a été assez heureusement deviné. Enfin, le deuxième contact intérieur n'a pu être observé à Cajanebourg: on veut, il est vrai, suppléer à ce défaut, en substituant le second contact extérieur au second intérieur; mais ce second contact extérieur est en général plus difficile à saisir, vu la petitesse de Vénus & la lenteur de son mouvement. Que doit-ce donc être, si on y joint une ondulation

avouée des bords du Soleil? Malgré cela nous essayerons de faire usage de cette observation, elle peut au moins nous donner une parallaxe approchée; mais nous ne suivrons pas la méthode de M. de la Lande.

Avant que de rien conclure sur la parallaxe du Soleil, je joins ici une Table de l'effet de cette parallaxe sur les momens des principales phases du passage. J'y suppose la parallaxe horizontale moyenne de 8",5; une simple règle de proportion donnera l'effet de toute autre parallaxe. Le signe + signifie que la phase a dû arriver plus tard que si elle eût été vue du centre de la Terre; le signe — marque au contraire qu'elle a dû arriver plus tôt. Dans la dernière colonne, les longitudes marquées pour les différens lieux de l'Amérique, pour Orsk & pour Batavia, sont conclues de l'Observation même du passage de Vénus, dans la supposition de 8",8 de parallaxe solaire; les autres ou sont connues d'ailleurs, ou ont été rigoureusement calculées sur les observations de la fin de l'Éclipse de Soleil du 3 ou 4 Juin. Les lettres S. N. O. E. désignent le Sud, le Nord, l'Ouest & l'Est.

TABLE des effets de la parallaxe de Vénus au Soleil sur les instans des principales phases du passage de Vénus, la parallaxe moyenne du Soleil étant supposée de 8",5.

NOMS des LIEUX.	EFFET DE LA PARALLAXE SUR LE			LATITUDE des LIEUX.	LEUR LONGITUDE.
	2. ^e Contact.	3. ^e Contact.	4. ^e Contact.		
	M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	R. M. S.
Tartu.	+5. 30,3	-6. 12,6	-6. 7,7	17. 28. 55 S.	10. 7. 19 O.
Saint-Joseph. . .	-0. 18,6	-4. 42,9	-4. 40,8	23. 3. 42 N.	7. 28. 10
Hudon.	-4. 8,4	-0. 37,0	-0. 48,2	58. 47. 32	6. 26. 16
Isle Coudre. . .	-4. 38,5	.....	.....	47. 31. 41	4. 50. 18
New Cambridge.	-4. 17,5	.....	.....	42. 25. 0	4. 54. 0
Norriton.	-3. 55,1	.....	.....	40. 9. 56	5. 11. 35
Philadelphie. . .	-3. 54,2	.....	.....	39. 56. 55	5. 10. 24
Lewestown. . .	-3. 50,1	.....	.....	38. 47. 27	5. 9. 45 $\frac{1}{2}$
Mexico.	-0. 38,5	.....	.....	19. 54. 0	6. 49. 43
Le Cap françois.	-2. 34,9	.....	.....	19. 47. 4	4. 58. 32
La Martinique....	-2. 55,9	.....	.....	14. 44. 0	4. 8. 58 ::
Cadix.	-6. 40,5	.....	.....	36. 31. 7	0. 34. 37
Greenwich.	-6. 56,9	.....	.....	51. 28. 40	0. 9. 16
Hawkhill.	-6. 55,6	.....	.....	55. 57. 37	0. 21. 56
Paris.	-6. 57,7	.....	.....	48. 50. 14	0. 0. 0
Upfal.	-6. 50,0	.....	.....	59. 51. 50	1. 1. 13 E.
Stockolm.	-6. 50,5	.....	.....	59. 20. 31	1. 2. 53
Hernofand.	-6. 48,5	.....	.....	60. 38. 0	1. 2. 12
Cajanebourg. . .	-6. 38,0	+4. 50,0	+4. 30,8	64. 13. 30	1. 41. 41
Saint-Péterbourg.	.....	+5. 10,5	+4. 51,7	59. 56. 23	1. 52. 0
Wardhus.	-6. 24,2	+4. 28,1	+4. 6,8	70. 22. 36	1. 5. 7 ::
Kola.	-6. 26,0	+4. 36,9	+4. 15,9	68. 52. 55	2. 2. 43
Ponoi.	-6. 21,8	.....	.....	67. 4. 30	2. 35. 11 ::
Gurief. ....	.....	+6. 19,7	+5. 58,1	47. 7. 8	3. 18. 28
Orembourg. ....	.....	+6. 5,7	+5. 42,7	51. 46. 0	3. 31. 0
Orsk. ....	.....	+6. 11,4	.....	51. 12. 11	3. 44. 28 ::
Batavia. ....	.....	+3. 56,5	+3. 35,6	6. 12. 0 S.	6. 58. 15
Pékin. ....	.....	+4. 24,2	+3. 51,0	39. 55. 15 N	7. 36. 23
Manille. ....	.....	+3. 36,8	+3. 8,2	14. 36. 8	7. 54. 4 $\frac{1}{2}$

en la combinant avec les autres observations Européennes, on trouve une parallaxe qui excède 9 secondes. M. de la Lande a raison de dire qu'une erreur de compte d'une minute est une méprise qui est arrivée plusieurs fois dans des observations importantes; mais il est facile de se persuader qu'une telle méprise arrivera bien plus facilement, lorsque dans une île Rodrigue (a), un Observateur sera obligé de se tenir loin de la pendule, & d'y faire compter par des Officiers-côtiers de la Compagnie des Indes, que non pas dans un Observatoire tel que celui de Saint-Pétersbourg. D'ailleurs, il suffit d'anticiper de 20 secondes seulement l'instant marqué par le P. Sthal, & de 30 secondes celui qui est déterminé par le P. Mayer, pour que la durée de la sortie soit légitime, pour que la longitude conclue de cette observation soit la véritable longitude de Saint-Pétersbourg, pour qu'enfin il en résulte une parallaxe solaire conforme à celle qu'on déduit des autres observations. Au temps de l'observation de Saint-Pétersbourg, le Soleil n'avoit que 2 degrés & un tiers d'élevation sur l'horizon, & son bord étoit ondulant. Est-ce là la cause de l'erreur, ou les Observateurs auroient-ils négligé la rupture du filet de lumière, & marqué la coïncidence apparente des bords pour contact intérieur? Je serois fort tenté de le croire en pesant les termes même sous lesquels on nous a transmis cette observation. On n'y trouve pas la plus légère mention du fil de lumière; le P. Stahl, qui juge le premier que les bords se touchent, ajoute que le bord du Soleil n'est point entamé. Je suis cependant bien éloigné de décider qu'on ait dû observer par-tout une formation ou une rupture du fil de lumière, séparée de la coïncidence

(a) M. de la Lande croit qu'il s'est glissé une erreur d'une minute sur les Observations de Saint-Pétersbourg; il ne parle point de l'Observation de Rodrigue: si j'en parle ici, ce n'est que pour profiter de l'occasion; je rends volontiers hommage à la vérité,

en reconnoissant qu'il y a une erreur d'une minute dans mon observation de Rodrigue; je n'en puis conjecturer d'autre cause que le peu d'habitude que nos Officiers avoient de compter à la pendule.

apparente des bords, par un intervalle de plusieurs secondes.

A Ponoï en Laponie, l'entrée totale de Vénus & la fin de l'éclipse du Soleil, donnant deux longitudes de Ponoï, différentes entre elles de plus d'une demi-minute, & ne pouvant décider laquelle de ces deux longitudes est la véritable, je ne puis faire usage de l'observation faite en cette Ville.

Le P. Christophe, à la Martinique, m'a paru fort en état de faire une bonne observation; il ne manquoit ni de zèle ni d'intelligence. Il faut qu'il se soit trompé en réduisant le temps de la pendule en temps vrai. Il observoit, non pas au fort Royal, mais deux lieues environ à l'Est du fort Saint-Pierre, par $14^{\text{d}} 44'$ de latitude. Son observation donne une longitude trop orientale d'environ cinq minutes de temps.

A Pékin, le P. Dollières à $21^{\text{h}} 08' 24''$ ne voyoit plus de lumière entre le Soleil & Vénus; il estima la sortie totale à $21^{\text{h}} 27' 00''$; cependant il crut voir encore durant une seconde le bord de Vénus plus éclairé qu'auparavant, & mordant pour ainsi dire un peu sur le disque du Soleil. Ainsi, selon le P. Dollières, la durée de la sortie a été plus longue à Pékin que par-tout ailleurs, & selon le calcul elle devoit être par-tout ailleurs plus longue qu'à Pékin. Tous les autres Observateurs ont trouvé la sortie ou à peu près aussi longue, ou même plus courte que ne la donnoit le calcul; le Père Dollières seul a observé une durée qui excède de 28 ou même de 32 secondes la durée calculée; cette raison seule est bien suffisante pour m'autoriser à récuser l'observation du Père Dollières; & à lui préférer celle du P. Collas, qui a jugé le contact intérieur à $21^{\text{h}} 08' 49''$, l'extérieur à $21^{\text{h}} 26' 54''$.

La durée du passage entre les deux contacts intérieurs a été à Wardhus de $5^{\text{h}} 53' 14''$ selon le P. Hell, & selon M. l'abbé Chappe de $5^{\text{h}} 37' 23'',4$ à S. Joseph en Californie; la différence est de $15' 50'',6$, & selon la table précédente cette différence devoit être seulement de $15' 16'',7$, si la parallaxe horizontale du Soleil n'étoit que de $8'',5$. Je dis, $15' 16'',7 : 15' 50'',6 :: 8'',5 : 8'',81$ vraie parallaxe moyenne

du Soleil, résultante des deux observations les plus complètes que nous ayons.

Le même passage, selon M. Cook, à Taïti, a duré $5^{\text{h}} 29' 57'',\frac{1}{2}$, c'est-à-dire, $23' 16'',\frac{1}{2}$ moins qu'à Wardhus; & la différence ne seroit que de $22' 35'',2$, dans la supposition de $8'',5$ de parallaxe, $22' 35'',2 : 23' 16'',5 :: 8'',5 : 8'',76$. Ce résultat ne diffère que d'un demi-dixième de seconde du précédent; pour qu'ils s'accordassent parfaitement, il ne faudroit que retrancher 8 à 9 secondes de la durée observée à Taïti, ce que les circonstances même de l'observation paroissent nous permettre.

En combinant de même l'observation de Taïti avec celle de Saint-Joseph, on ne trouveroit que $8'',64$ de parallaxe; mais c'est déjà beaucoup plus de $8'',5$, & d'ailleurs les 8 à 9 secondes de diminution sur la durée de Taïti suffiroient pour trouver $8'',8$.

Nous avons vu ci-devant qu'il étoit à craindre que le ciel brumeux n'eût nui à l'observation de la sortie de Vénus, faite à la baie d'Hudson; si cela est en effet, il est clair que le fil de lumière aura dû trop tôt disparaître. En prenant un milieu entre les durées observées par M.^r Wales & Dymond, on aura $9'',06$ de parallaxe, si l'on compare ce milieu avec la durée observée à Wardhus; $8'',59$ seulement, si l'on prend Saint-Joseph pour terme de comparaison; ou $8'',61$, si l'on prend Taïti. En supposant, comme auparavant, 8 à 9 secondes d'erreur sur la durée observée à Taïti, le premier contact intérieur à la baie d'Hudson à $1^{\text{h}} 15' 21'',3$, comme M. Wales l'a observé; & le second, à $7^{\text{h}} 00' 58''$, 9 secondes & demie plus tard que M. Dymond ne l'a déterminé, on trouvera par-tout $8'',8$ ou $8'',81$ de parallaxe.

On nous objecte l'accord des observations Américaines; cet accord forme en effet un préjugé, & ce préjugé pourroit paroître décisif, s'il n'étoit contredit par aucune autre observation, si les observations étoient en plus grand nombre, & si leur accord ne pouvoit être attribué qu'à leur précision. Ces observations, au nombre de trois, ne souffrent que trois

combinaisons ; & les résultats s'accorderont nécessairement ; non - seulement si elles sont parfaites toutes les trois , mais encore , si celle du milieu étant véritablement bonne (c'est celle de la Californie) , les deux autres ont une erreur à peu-près égale , mais en sens contraire . Or , c'est ce qui a pu arriver ici . M. Green ne fait aucune mention du fil de lumière à l'entrée de Vénus ; mais à la sortie , il paroît avoir soupçonné la rupture de ce fil 10 secondes avant l'instant marqué par M. Cook , quoique selon lui il parut & disparut alternativement & par ondulations , ce que M. Cook donne aussi assez clairement à entendre . A la baie d'Hudson , au contraire , si la brume a nui à l'observation , ce n'a pu être qu'en faisant trop tôt disparaître le fil de lumière . Il y a donc une cause possible de l'accord des observations Américaines , autre que leur perfection intrinsèque . J'ai ajouté que cet accord étoit contredit par d'autres observations que celle de Wardhus .

La durée observée à Kola , est de $5^h 53' 18'',6$; cette observation comparée avec celle de M. l'abbé Chappe , donne $8'',76$ de parallaxe solaire , & $8'',72$, si on la compare avec celle de Taïti . Pour trouver $8'',8$ ou $8'',81$, il suffiroit d'augmenter seulement de 4 à 5 secondes , la durée observée par M. Rumowski , & de diminuer , comme auparavant , celle de Taïti de 8 à 9 secondes .

Toutes les comparaisons que l'on peut faire de la durée observée à Saint-Joseph , avec celle qui s'est écoulée entre le premier contact intérieur , observé à Paris , Greenwich , Stockholm , Hernofand , Upsal , Hawkhill , Cajanebourg , &c. d'une part , & le second contact intérieur , observé de l'autre à Kola , Orenburg , Gurief , Pékin & Manille , concourent à établir la parallaxe du Soleil à très-peu-près de $8'',8$. L'observation de Taïti donnera le même résultat , à cinq ou six centièmes de seconde près cependant , à moins qu'on n'y fasse la correction indiquée ci-devant . Ce concert , qu'on ne peut détruire sans altérer des longitudes de villes , dont je me crois absolument assuré , vaut bien celui des trois observations Américaines .

Venons à celle de Cajanebourg . Je n'analyserai point ici la méthode dont M. de la Lande s'est servi pour anéantir l'observation de Wardhus ; elle est sûre & précise , sans doute , mais non pas exclusivement , ni peut-être même supérieurement à toute autre . M. de la Lande nous assure qu'elle est aussi indépendante de tous les autres élémens que la nature de la chose le peut comporter . J'en conviens volontiers , pourvu que tout soit d'ailleurs égal dans les observations que l'on compare , c'est-à-dire , pourvu que les durées comparées soient toutes entre les mêmes contacts : mais si l'on compare une durée bornée par les contacts intérieurs avec une autre durée déterminée par un contact intérieur & un extérieur ; alors je ne connois rien de plus incertain que la méthode de M. de la Lande , parce qu'alors elle dépend d'élémens qui ne sont point donnés avec une certitude suffisante ; telle est entr'autres la grandeur du demi-diamètre de Vénus ; une seconde de plus ou de moins suffit pour altérer la parallaxe de près d'un quart de seconde ; je m'en suis assuré par le calcul . Est-on pareillement bien certain de la quantité précise de l'inflexion des rayons du Soleil ? Cet élément est-il le même , quant à la Lune & à Vénus ? Agit-il absolument de même sur les contacts intérieurs & sur les extérieurs ? Tout cela devoit être décidé avec la plus grande certitude , avant que de tenter seulement d'employer l'observation de Cajanebourg par la méthode de M. de la Lande . Il y avoit une manière si simple , si naturelle de faire usage de cette observation , que je m'étonne qu'elle ait échappé à la pénétration de M. de la Lande ; la conclusion seroit décisive , si l'on pouvoit en général répondre avec quelque confiance de l'instant des contacts extérieurs , & si en particulier l'ondulation des bords du Soleil ne paroïssoit pas devoir ajouter un nouveau degré d'incertitude à l'observation de M. Planmann . Ne comparons pas ici nos calculs avec les observations , mais les seules observations entr'elles . Du premier contact intérieur au second extérieur , il s'est écoulé à Cajanebourg $6^h 11' 31''\frac{1}{2}$; à Taïti , $5^h 48' 18'',5$, selon M. Green ; $5^h 47'$

46",5, selon M. Cook; & 5^h 48' 10" $\frac{1}{2}$, selon M. Solander; ce qui donne 8",725, 8",92, & 8",785; & par un milieu, 8",81 de parallaxe solaire. Quelque légère incertitude sur le demi-diamètre de Vénus, sur la quantité de l'inflexion des rayons solaires, &c. agissant ici dans le même sens, tant à Taïti qu'à Cajanebourg, le résultat final n'en peut être que bien légèrement affecté. Si l'on compare de même l'observation de Cajanebourg avec celle de M. l'abbé Chappe à Saint-Joseph, on ne trouvera que 8",67, mais on trouvera jusqu'à 9",0, si l'on substitue les observations des deux Officiers Espagnols à celle de l'abbé Chappe; ce qui ne prouve rien autre chose, sinon que l'abbé Chappe, avec une excellente lunette achromatique de 12 pieds, a moins mal saisi le dernier contact que M. Planmann avec une lunette ordinaire de 21 pieds, mais que celui-ci, nonobstant l'ondulation des bords du Soleil, a suivi plus longtemps que les Officiers Espagnols la marche de Vénus prête à quitter le Soleil. En ajoutant environ 15 secondes au temps déterminé par M. Planmann pour la sortie totale de Vénus, la durée observée à Cajanebourg, comparée à celles qui ont été observées à Taïti par M. Green, à Saint-Joseph, par M. l'abbé Chappe, & à la baie d'Hudson, par M. Dymond, donnera par-tout, à très-peu-près, 8",81 de parallaxe solaire. Je ne prétends cependant pas affirmer que ces trois dernières durées soient exactes, ni borner à 15 secondes l'erreur de celle de Cajanebourg; la constante & prodigieuse différence respective des durées de l'entrée & de la sortie de Vénus, observées, tant en 1761 qu'en 1769, m'a trop appris à me méfier des contacts extérieurs, sur-tout quand le bord du Soleil est ondulante.

Qu'il me soit permis maintenant de m'écarter un peu des éléments déterminés par M. de la Lande, j'établis le milieu du passage à 10^h 36' 55" temps vrai, méridien de Paris, conséquence que je tire de l'observation de Saint-Joseph, & je suppose la parallaxe du Soleil de 8",81. Il suit de-là que la demi-durée du passage entre les deux contacts intérieurs,

intérieurs, réduite au centre de la Terre, est telle que dans la Table suivante.

1. Par la durée entière, observée à Saint-Joseph.	2 ^h 50' 58" $\frac{1}{4}$
2. Par la même, observée à Taïti.	2. 51. 03 $\frac{1}{2}$
3. Par la même, observée à la baie d'Hudson.	2. 50. 52 $\frac{1}{2}$
4. Par la même, observée à Wardhus.	2. 50. 59
5. Par la même, observée à Kola.	2. 50. 56
6. Par le premier contact intérieur, observé à Paris.	2. 50. 58
Et à très-peu-près de même, par presque toutes les observations de France.	
7. Par le même, observé à Greenwich à 7 ^h 29' 26".	2. 51. 01
Et à très-peu-près de même, par presque toutes les observations d'Angleterre.	
8. Par le même, observé à Hawkhill.	2. 50. 58
9. Par le même, observé à Hernosand.	2. 50. 57
10. Par le même, observé à Stockholm.	2. 50. 56
11. Par le même, observé à Upsal, par M. Bergman.	2. 50. 54
12. Par le même, observé à Cajanebourg.	2. 50. 58
13. Par le second contact intérieur, observé à Kola.	2. 50. 56
14. Par le même, observé à Gurief.	2. 50. 58 $\frac{1}{2}$
15. Par le même, observé à Orenburg.	2. 50. 52
16. Par le même, observé à Pékin.	2. 50. 57 $\frac{1}{2}$
17. Par le même, observé à Manille.	2. 51. 0 $\frac{1}{2}$

De ces dix-sept résultats, treize sont entre 2^h 50' 56" & 2^h 51' 01"; celui d'Upsal ne s'éloigne pas beaucoup de ces termes, non plus que celui de Taïti. Nous avons vu d'ailleurs que rien n'empêche de diminuer la durée de Taïti, ni d'augmenter celle de la baie d'Hudson de quelques secondes. Quant à Orenburg, M. Krafft dit expressément que les bords du Soleil & de Vénus étoient ondulans; il paroît qu'il ne fut bien assuré du contact qu'à 19^h 5' 8" $\frac{1}{2}$, ce qui donneroit 2^h 50' 54" $\frac{1}{2}$ pour la demi-durée; il ajoute que son observation du contact extérieur est aussi & même plus certaine que celle du contact intérieur, vu que le ciel étoit beaucoup plus serein. Au reste, son observation telle

qu'elle est, donne une parallaxe qui ne diffère que de quelques centièmes de seconde de la parallaxe déterminée par les autres observations. En général, qu'on compare successivement chacun des demi-durées conclues des observations de Paris, Greenwich, Hawkhill, Hernofand, Stockolm, Upsal & Cajanebourg, avec les demi-durées conclues des observations de Kola, Gurief, Orenburg, Pékin & Manille, si la somme donne précisément $5^h 41' 57''\frac{1}{2}$, durée conclue pour Saint-Joseph, la parallaxe déduite de la durée observée à Saint-Joseph, & combinée avec la durée entre le premier contact intérieur observé à Paris, Greenwich, &c. & le second contact intérieur à Kola, Gurief, &c. sera bien précisément de $8''\text{,}81$; elle sera d'un dixième de seconde plus forte ou plus foible, si la somme excède de 11 secondes, ou si elle est de 11 secondes au-dessous de $5^h 51' 57''\frac{1}{2}$. Par exemple, la demi-durée conclue pour Paris est $2^h 50' 58''$; pour Kola $2^h 50' 56''$; la somme, $5^h 41' 54''$ est de $3''\frac{1}{2}$ moindre que $5^h 41' 57''\frac{1}{2}$; donc, la durée observée à Saint-Joseph, combinée avec celle qui s'est écoulée entre le premier contact intérieur observé à Paris, & le second observé à Kola, donne $8''\text{,}78$ de parallaxe solaire: c'est par une marche semblable; qu'on a construit la Table suivante.

TABLE des Parallaxes conclues de la combinaison de l'observation de Saint-Joseph, avec diverses observations Européennes & Asiatiques.

	Kola.	Gurief.	Orenburg.	Pékin.	Manille.
Paris.	8'',78.	8'',80.	8'',74.	8'',79.	8'',82.
Greenwich . . .	8,81.	8,83.	8,77.	8,82.	8,85.
Hawkhill. . . .	8,78.	8,80.	8,74.	8,79.	8,82.
Hernofand . . .	8,77.	8,79.	8,73.	8,78.	8,81.
Stockolm	8,76.	8,78.	8,72.	8,77.	8,80.
Upsal.	8,74.	8,76.	8,71.	8,75.	8,78.
Cajanebourg. . .	8,78.	8,80.	8,74.	8,79.	8,82.

Si l'on tentoit de faire une opération semblable, relative aux autres observations Américaines, celle de Taïti donneroit une parallaxe moindre de cinq centièmes de seconde seulement; celle de la baie d'Hudson, donneroit au contraire une parallaxe plus forte d'un quart de seconde: ce n'est pas que celle-ci soit si prodigieusement défectueuse; mais la baie d'Hudson n'est pas assez avantageusement située pour faire un bon terme de comparaison avec les observations de notre continent.

Je conclus que si l'on met de côté les observations qui portent avec elles quelque caractère décidé d'inexactitude, telles, par exemple, que celle de M. Green à Taïti; celle du dernier contact extérieur à Cajanebourg, & même en général, toute observation de contact extérieur, celle d'Yakoutsk en son entier, & celle du P. Dollières, à Pékin; toutes les autres concourent à prouver l'exactitude de celle du P. Hell, à Wardhus. Donc, de deux choses l'une, ou il faut renoncer à tirer aucune induction du passage de Vénus, arrivé le 3 Juin 1769, ou il faut convenir que la parallaxe horizontale du Soleil dans ses moyennes distances, est, à très-peu près, de huit secondes huit dixièmes.

P. S. J'ai dit plus haut, que la prodigieuse différence respective des durées observées de la sortie de Vénus m'apprenoit à me défier de la précision des observations du dernier contact extérieur, sur-tout quand le Soleil est bas & ses bords ondulans. Pour le prouver, je joins ici une Table de la durée calculée & de la durée observée de la sortie de Vénus. Les deux premières colonnes contiennent les noms des Observateurs & des lieux où ils ont observé; la dernière montre l'erreur de la durée observée trop courte si l'erreur est affectée du signe —, trop longue si l'erreur est précédée du signe +. On voit, par cette Table, que si quelques Observateurs ont observé une durée moindre que la durée calculée d'un petit nombre de secondes seulement, ce n'a été que dans des lieux où la hauteur de Vénus étoit au moins de 10 degrés. Quant à ceux qui ont trouvé à la

sortie plus de durée qu'elle ne devoit en avoir, il est probable qu'ils se sont trompés dans l'observation du second contact intérieur. Dans le calcul de la durée, on a supposé la parallaxe du Soleil, de $8''{,}5$; si on eût supposé $8''{,}8$, la durée calculée auroit été un peu plus longue à Taïti; presque la même à Saint-Joseph, plus courte par-tout ailleurs. On peut encore conclure, si l'on veut, de cette Table, que la méthode de déterminer le diamètre de Vénus par la durée de sa sortie, quoiqu'excellente dans la théorie, est incertaine dans la pratique, & que par conséquent des combinaisons fondées sur la connoissance précise de ce diamètre ne peuvent donner un résultat bien certain.

TABLE des durées calculées & observées de la sortie de Vénus.

NOMS des OBSERVATEURS.	LIEUX des OBSERVATIONS.	DURÉE calculée.	DURÉE observée.	ERREUR de l'Observat.
Le P. Hell. . . .	Wardhus.	18' 20",4	18' 18",8	— 1",6
M. Mohr.	Batavia.	18. 20,8	18. 18,0	— 2,8
Le P. Collas. . . .	Pékin.	18. 8,5	18. 5,0	— 3,5
M. Lowitz.	Gurief.	18. 20,1	18. 11,0	— 9,1
M. Borgrewing..	Wardhus.	18. 20,4	18. 9,8	— 10,6
Le P. Sajnovics..	Wardhus.	18. 20,4	18. 8,8	— 11,6
L'Abbé Chappe..	Saint-Joseph. . . .	18. 43,8	18. 28,8	— 15,0
M. Wales.	Baie d'Hudson. . .	18. 30,5	18. 15,7	— 15,0
Le P. Mayer. . . .	Pétersbourg. . . .	18. 22,9	17. 56,3	— 26,6
M. de Ronas. . . .	Manille.	18. 13,1	17. 41,0	— 32,1
M. Green.	Taïti.	18. 46,6	18. 11,0	— 35,6
M. Euler.	Pétersbourg. . . .	18. 22,9	17. 43,0	— 39,9
M. Lexell.				
Le P. Stahl.	Pétersbourg. . . .	18. 22,9	17. 40,0	— 42,9
M. Médina.	Saint-Joseph. . . .	18. 43,8	17. 58,5	— 45,3
M. Doz.	Saint-Joseph. . . .	18. 43,8	17. 53,5	— 50,3
M. Cook.	Taïti.	18. 46,6	17. 49,0	— 57,6
M. Dymond.	Baie d'Hudson. . .	18. 30,5	18. 31,7	+ 1,2
M. Krafft.	Orenburg.	18. 18,7	18. 28,0	+ 9,3
M. Ch. Euler. . . .	Orsk.	18. 19,0	18. 31,0	+ 12,0
Le P. Dollieres.	Pékin.	18. 8,5	18. 36,0	+ 27,5

