

différence des méridiens entre Paris & Rome de $41' 3''$ à peu près de même que celle qui résulte du commencement de l'Émerfion observée de part & d'autre.

Par la comparaison des Phases observées à Paris & Bologne, l'on trouve la différence des méridiens entre ces deux Villes de $36' 43''$.

L'on trouve aussi la différence entre Paris & Nuremberg de $34' 33''$.

La différence qui résulte de l'Émerfion observée à Genève & à Paris est de $17' 28''$, plus grande de $52''$ que celle qui est marquée dans la Connoissance des Temps.

REFLEXIONS

SUR LES

OBSERVATIONS DE MERCURE.

PAR M. CASSINI.

Divers Auteurs d'Ephemerides de France, d'Italie & d'Allemagne representoient cette année 1707 le passage visible de Mercure dans le Soleil le cinq May à des heures différentes les unes des autres. 1707.
30. Juillet.

Quoique M. Halley, excellent Astronome Anglois, qui avoit observé un de ces passages de Mercure dans le Soleil dans l'Isle de Sainte Heleine par un temps tres-favorable, eut prédit après une longue discussion ce dernier passage vers le minuit entre le 5 & le 6 May, on n'a pas laissé de se tenir prêt à l'observer aux autres temps qui avoient été marquez par les autres Astronomes, non-seulement le même jour, mais encore un jour avant & un jour après. Mercure n'a pas paru aux Observateurs d'Europe, quoique la durée de ce Phenomene dût être environ de huit heures.

Cela nous a donné occasion de comparer ensemble les

observations les plus anciennes que nous ayons de cette Planete avec les modernes. Il y a de grandes difficultez dans les observations les plus anciennes, rapportées par Ptolémée dans son Almageste.

Les plus anciennes furent faites à Alexandrie le troisième Siècle avant J. C. & elles sont marquées la plupart aux années Dionysiennes, dont les mois étoient solaires distinguez par les signes du Zodiaque, commençant par le signe du Cancer. Ptolémée supposoit ces mois reglez au moien mouvement du Soleil; cependant nous avons dans Geminus Astronome ancien, un Calendrier dont les mois sont marquez par les signes du Zodiaque, dont les plus longs sont ceux du Taureau & des Gemeaux qui sont de 32 jours, & le plus court celui du Sagittaire de 29 jours; ce qui fait voir que ces mois étoient reglez au vrai mouvement du Soleil, selon les observations ou hypotheses de ce temps-là. Dans ce même Calendrier sont marquez le lever & le coucher des Etoiles fixes suivant les Astronomes de ce temps-là, qui emploioient par consequent cette forme d'année & de mois.

Elias à Leonibus Astronome du Siècle passé, dans le Livre intitulé *Urania propitia*, examinant ces observations anciennes de Mercure, suppose aussi & tâche de le prouver, que les mois Dionysiens auxquels ces observations de Mercure étoient marquées, étoient inégaux, reglez au vrai mouvement du Soleil; mais il donne une forme d'année qui ne s'accorde pas bien avec celle de Geminus.

Il prétend même que dans les observations rapportées par Ptolémée, il y a des fautes d'écriture considerables; de sorte que dans une de celles qui sont marquées aux mois Egyptiens, il y a le mois de Phamenot au lieu de Meker.

Outre cela ces observations anciennes sont marquées quelquefois en brasses, demi-brasses, palmes & doigts, sans que l'on sçache combien de degrez ou minutes on doit attribuer à des dimensions si grossieres faites sans l'aide d'aucun instrument.

Depuis

Depuis les observations de Mercure rapportées par Ptolemée, les observations de cette Planete ont été très-rares. C'est pourquoy il ne faut pas s'étonner si divers Astronomes ne se sont pas accordez si bien, qu'il n'y ait eu quelquefois entr'eux une différence de 6 à 7 degrez dans le lieu de Mercure.

Avant qu'on eut observé avec certitude le passage de Mercure dans le Soleil, dont nous avons presentement plusieurs observations faites depuis la premiere de M. Gassendi, desquelles nous avons déjà fait le rapport à l'Academie le 14 Novembre 1697, à l'occasion de l'observation de cette Planete dans le Soleil que nous fîmes la même année à l'Observatoire Royal, les Tables qui avoient approché le plus près des observations modernes étoient les Rodolphines de Kepler, qui ont été depuis corrigées sur les nouvelles observations par M. Bouillaud & par plusieurs autres Astronomes.

Cette correction se peut mieux faire presentement, en comparant ensemble les observations qui ont été faites depuis.

Nous en avons comparé plusieurs dans une Lettre écrite à M. Gallet, à l'occasion de son excellente observation de Mercure dans le Soleil de l'an 1677 qu'il nous envoia.

Il nous est toujours resté quelque scrupule sur le moyen mouvement de Mercure, tant à cause de la grande incertitude des observations anciennes qu'il faut comparer pour cet effet avec les modernes, que par la difficulté qu'il y a de bien separer les inégalitez de cette Planete de son mouvement apparent.

Les inégalitez les plus sensibles des mouvemens de Mercure, sont celles de ses digressions apparentes du Soleil.

Ptolemée étoit prévenu de l'hypothese des Egyptiens, qui décrivoyent l'orbe principal de Mercure autour de la Terre, lui attribuant un Epicycle dont le centre étoit placé sur la circonference de l'orbe principal, & le centre de cet Epicycle étoit supposé décrire la circonference

du cercle principal par un mouvement égal au moïen mouvement du Soleil ; pendant que Mercure parcouroit la circonférence de cet Epicycle, dont le demi diamètre étoit d'une grandeur capable de représenter à peu près les digressions de Mercure. Cette forme de théorie ne suffisoit pas encore pour bien représenter les digressions de Mercure ; ils attribuoient au cercle principal une excentricité à l'égard de la Terre, & outre cela ils donnoient à l'Epicycle un balancement qui avec l'excentricité concouroit à représenter la variation des plus grandes digressions.

Ils ne s'aviserent point de décrire l'Epicycle de Mercure autour du Soleil, comme faisoient plusieurs Européens, du nombre desquels étoient Ciceron & Martien Capella.

Ces Egyptiens supposoient aussi l'Epicycle de Mercure immédiatement au-dessus de l'orbé de la Lune, & au-dessous de l'orbé de Venus, qu'ils plaçoient toujours au-dessous du Soleil.

Ils assignoient à chaque Planete un Ciel particulier à l'égard de la Terre, dont ils éloignoient davantage celles qui sembloient avoir un mouvement particulier plus lent, & parceque Mercure a son mouvement particulier plus lent que celui de la Lune, & plus vite que celui de Venus, ils plaçoient l'orbé de Mercure immédiatement au-dessus de l'orbé de la Lune, & au-dessous de l'orbé de Venus.

Il résulte de l'hypothese du mouvement de Mercure autour du Soleil, que l'Epicycle qu'il décrit autour du Soleil doit paroître plus grand lorsque le Soleil est dans son Perigée, que quand il est dans son Apogée, & que par cette cause les digressions de Mercure doivent être variables en divers signes du Zodiaque, suivant la distance du Soleil à la Terre en divers signes.

Mais les observations font connoître que dans les digressions apparentes de Mercure, il y a une variation plus grande que celle qui résulte de la diverse distance du Soleil ; car lorsque le Soleil est, par exemple, dans le signe

de la Vierge, la digression orientale de Mercure est beaucoup plus grande que sa digression occidentale. Le contraire arrive lorsque le Soleil est dans le signe des Poissons.

Ces apparences ont fait connoître que l'Epicycle de Mercure autour du Soleil lui est excentrique; qu'il y a une ligne droite qui passant par le centre du Soleil divise cet Epicycle en deux parties égales, dont l'extrémité la plus éloignée du Soleil est son Aphelie, & la plus proche à l'opposite est son Perihelie.

Kepler a été le premier à déterminer la situation de cette ligne à l'égard des Etoiles fixes, & à supposer que cette Planete à l'égard du Soleil a des inégalitez analogues à celle des autres Planetes; qu'elle décrit une Ellipse qui a pour axe la ligne de l'Aphelie & du Perihelie, & qu'elle a une inégalité physique qui retarde son mouvement dans l'Aphelie, & l'accelere dans le Perihelie. On peut voir ce qu'il en a écrit dans son Epitome de l'Astronomie Copernicienne, où il substitué au cercle principal des anciens le cercle ou l'Ellipse annuel de la Terre & fait consister les inégalitez apparentes de Mercure, partie dans celles qu'il donne au mouvement de la Terre dans son orbe annuel, & partie dans celles qu'il donne au mouvement propre de Mercure dans son Ellipse.

Ceux qui donnent au Soleil le mouvement que Kepler donne à la Terre, sont obligez de transporter avec le Soleil l'Ellipse de Mercure; de sorte que dans le mouvement annuel son axe garde toujours le même parallélisme, à la réserve d'une petite inclinaison qui répond au mouvement de l'Aphelie de Mercure, & de l'Apogée du Soleil.

Un des premiers après Kepler qui a tâché de déterminer avec methode l'Aphelie & l'excentricité de Mercure, a été M. Bouillaud dans son grand Ouvrage de l'Astronomie Philolaïque, y employant plusieurs observations de Walterus, de Gassendi & des siennes, sans prétendre de pouvoir déterminer assez précisément son moien mouve-

ment comme il le marque expressément. Il ne s'éloigne pas trop des dimensions de Kepler en ce qui regarde l'excentricité propre de Mercure & celle du Soleil, la proportion de leur orbe & la situation de l'Aphélie de Mercure; mais il s'en éloigne sensiblement dans la distribution de la première inégalité, qui est beaucoup plus grande dans Mercure que dans les autres Planètes.

Il est très-difficile de distinguer par les observations immédiates la meilleure manière de cette distribution. Un peu d'erreur que l'on fasse dans les digressions de Mercure, dont les observations sont plus fréquentes, fait une erreur très-grande dans les angles que Mercure fait au Soleil, à cause de la grande obliquité que les arcs qui les mesurent ont à nos lignes visuelles.

Dans les conjonctions de Mercure avec le Soleil ces arcs sont expoiez directement à la Terre; mais comme ces conjonctions n'arrivent que dans deux endroits du Zodiaque qui sont près des nœuds de Mercure, elles ne suffisent pas pour déterminer avec justesse les inégalitez dans les autres endroits.

Si nous avions des observations fort anciennes des conjonctions de Mercure avec le Soleil pour les pouvoir comparer avec les modernes, par cette comparaison nous pourrions déterminer avec plus de justesse le moien mouvement de Mercure; mais nous n'avons jusqu'à présent que l'intervalle de 66 années entre les conjonctions observées, ce qui ne peut pas donner ce mouvement avec toute la précision que l'on peut souhaiter.

Nous ne laisserons pas cependant d'examiner ce qui résulte de ces observations.

Recherche du moien mouvement de Mercure.

Pour trouver le moien mouvement de Mercure par les observations de ses conjonctions avec le Soleil faites jusqu'à présent, il en faut choisir deux des plus éloignées observées près du même nœud.

Dans la conjonction que nous avons observé à Paris le 2 Novembre de l'année 1697, Mercure étoit près du même nœud où il avoit été dans l'observation de M. Gassendi du 6 Novembre de l'an 1631, dont l'intervalle est de près de 66 années, qui est, comme nous avons dit, le plus grand que nous puissions employer entre les conjonctions. Dans cet intervalle il y a eu 274 retours de Mercure à son nœud ascendant.

Ayant examiné l'observation de M. Gassendi par notre methode, nous trouvons que la conjonction est arrivée le 6 Novembre de l'année 1631 à $19^{\text{h}} 51' 0''$, le Soleil étant alors en $14^{\text{d}} 42' 0''$ du Scorpion. Par nos observations de la conjonction de Mercure avec le Soleil de 1697, nous trouvâmes qu'elle arriva le 2 Novembre à $17^{\text{h}} 58' 5''$, le Soleil étant en $11^{\text{d}} 33' 50''$ du Scorpion, de sorte que dans cette seconde observation il s'en falloit, $3^{\text{d}} 8' 10''$ que Mercure n'eut accompli 274 révolutions dans le Zodiaque. Chaque révolution est de 360 degrez, qui multipliez par 274 font 98840 degrez ; en ayant ôté $3^{\text{d}} 8' 10''$ reste 98836' 51' 50'' parcourus par Mercure dans l'intervalle de ces observations, qui est de 66 années, dont 17 font bissextiles, moins 4 jours $1^{\text{h}} 53'$, lesquels font 24102 jours 22 heures & 7 minutes.

Divisant le nombre des degrez par celui des jours, l'on aura le mouvement journalier de Mercure de $4^{\text{d}} 5' 32'' 21''$. Ce mouvement n'est pas précisément le moïen, parce que dans le commencement & dans la fin de cet intervalle il peut y avoir des équations un peu différentes les unes des autres : mais cette difference ne peut pas être considerable, n'y ayant que trois degrez entre les lieux veritables de ces deux observations.

En comparant de la même maniere l'observation de M. Gassendi avec celle qui a été observée par les P. Jesuites à Canton le 10 Novembre 1690, qui étant réduite au meridian de Paris y a dû arriver le 9 Novembre 1690 à $18^{\text{h}} 20' 20''$, le Soleil étant en $18^{\text{d}} 19' 30''$ du Scorpion, l'on trouve dans cet intervalle 245 révolutions plus $3^{\text{d}} 37' 30''$,

qui étant divisées par 59 années 2 jours 22^h 29' 20" intervalle de temps entre ces deux observations, donne le moïen mouvement journalier de Mercure de 4^d 5' 32" 42"^{'''} avec une différence de 21 tierces de celui que l'on a trouvé par la premiere comparaison.

Comme dans la premiere comparaison il s'en falloit 3^d & 8' que Mercure ne fut arrivé dans l'observation de 1697 au degre où il avoit été dans l'observation de 1631, au lieu que dans la seconde comparaison Mercure dans l'observation de Canton avoit passé trois degrez 37' au-delà du lieu où il avoit été dans l'observation de M. Gassendi. Les inégalitez qui se peuvent trouver en trois degrez de plus & trois degrez de moins ou environ se récompensent en quelque maniere; de sorte qu'en prenant un milieu l'on aura le moïen mouvement journalier de Mercure de 4 5' 32" 32"^{'''}.

M. Bouillaud tire de la comparaison des observations anciennes & modernes le moïen mouvement journalier de Mercure de 4 5' 32" 35" 29"^{'''}.

Voilà ce que l'on peut tirer immédiatement des intervalles entre les observations des conjonctions de Mercure avec le Soleil, sans employer dans les termes de ces observations pour réduire le vrai mouvement au moïen, des équations qu'il est difficile d'avoir avec justesse. Si l'on veut avoir égard à celles qui résultent des hypotheses fondées sur plusieurs autres observations, l'on aura par la premiere comparaison le moïen mouvement journalier de Mercure de 4^d 5' 32" 36" 28"^{'''}, & par la seconde de 4^d 5' 32" 34" 46"^{'''}, donc le milieu est 4^d 5' 32" 35" 37"^{'''} qui ne differe que de 7 à huit quarts de celui qui a été établi par M. Bouillaud.

Recherche des nœuds de Mercure.

Ces observations des conjonctions de Mercure avec le Soleil, sont très-propres pour déterminer avec toute l'exactitude que l'on peut avoir, les nœuds de l'orbite de Mercure avec l'Ecliptique,

Les Anciens qui supposoient que Mercure étoit toujours plus près de la Terre que du Soleil, n'ayant jamais vû Mercure dans le disque du Soleil, plaçoient ses nœuds, & regloient l'inclinaison de son orbite de sorte qu'étant vû de la Terre il ne put jamais rencontrer le Soleil, ce qui causoit une grande erreur dans la latitude de Mercure. Presentement l'observation de la route de Mercure dans le Soleil vû de la Terre, sert à trouver la distance des nœuds de Mercure au lieu du Soleil, & l'inclinaison de son orbite à l'Ecliptique.

Ces deux Elemens de la theorie de Mercure ont été établis par plusieurs Astronomes.

Par la recherche que nous avons fait de la situation des nœuds qui résulte de l'observation de M. Gassendi, nous avons déterminé le lieu du nœud ascendant le 6 Novembre de l'année 1631 en $13^{\text{d}} 8'$ du Scorpion.

Par l'observation de M. Gallet du 7 Novembre 1677, 46 ans après celle de M. Gassendi, nous avons trouvé le lieu du même nœud en $14^{\text{d}} 12'$ du Scorpion: la difference entre ces deux observations est de $1^{\text{d}} 4'$ qui est le mouvement du nœud de Mercure dans cet intervalle de temps suivant la suite des signes, ce qui donne pour chaque année $1' 21''$.

Suivant les observations de la conjonction de Mercure faites à la Chine l'an 1690, nous avons trouvé le lieu du nœud ascendant de Mercure en $14^{\text{d}} 32' 25''$ de Scorpion qui étant comparé avec celui qui résulte de l'observation de M. Gassendi de l'an 1631, donne le mouvement des nœuds suivant la suite des signes de $1^{\text{d}} 24' 35''$ dans l'intervalle de 59 années, ce qui est en raison de $1' 26''$ par an.

Nous avons aussi cherché le lieu de Mercure par une autre methode qui nous a paru la plus sûre, qui est en comparant la latitude de Mercure tirée de l'observation faite à la Chine en 1690 qui étoit boreale de $12' 22''$, avec la latitude tirée de nos observations de l'an 1697 qui étoit australe de $10' 42''$, d'où nous avons tiré le lieu du nœud de Mercure en $14^{\text{d}} 42' 10''$ du Scorpion pour le temps en-

tre ces deux observations qui fut l'an 1694. L'on a donc pour l'intervalle de 62 années & demi le mouvement des nœuds de $1^{\text{d}} 34'$, ce qui est en raison de $1' 31''$ par an. Si l'on prend le milieu entre ces déterminations, l'on a le mouvement annuel des nœuds de $1' 26''$, de même qu'on l'a trouvé par la seconde comparaison, ce qui s'accorde à une seconde près avec le mouvement annuel du nœud marqué par les Tables Rodolphines de $1' 25''$.

Toutes ces observations ont été faites près du nœud ascendant. L'observation d'Hevelius de l'an 1661, qui est la seule qui ait été faite près du nœud descendant, étant employée par notre méthode, donne la situation de ce nœud en $14^{\text{d}} 24'$ du 8, qui comparé avec celui qui est tiré des observations de M. Gassendi, donneroit le mouvement des nœuds plus vite. L'on peut attribuer cette différence à la difficulté qu'il y a de déterminer avec exactitude les lieux des nœuds. Cependant l'on peut se tenir à celui que nous avons déterminé cy-dessus par plusieurs observations faites près du nœud ascendant qui s'accordent assez bien ensemble.

Recherche de l'inclinaison de l'orbite de Mercure.

Les observations que nous avons examinées ne s'accordent pas si bien à donner l'inclinaison de l'orbite de Mercure avec l'Ecliptique, que dans la détermination des nœuds. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, car les observations qui sont les plus près des nœuds sont les plus propres pour déterminer leur situation, au lieu que les plus propres pour déterminer l'inclinaison de l'orbite de Mercure sont celles qui en sont les plus éloignées. Car l'inclinaison est mesurée par la plus grande latitude vüe du Soleil, qui est à 90^{d} de distance des nœuds. On n'a pas laissé de la déterminer autant que le permet le peu de distance que Mercure avoit à ses nœuds dans ses conjonctions Ecliptiques. Par l'observation de 1677 on a trouvé l'inclinaison de l'orbite de Mercure de $5^{\text{d}} 50'$, au lieu de Mercure étant éloigné de celui des nœuds de $1^{\text{d}} 34'$.

Par

Par l'observation de 1690. on l'a trouvée de $6^{\text{d}} 40'$, le lieu de Mercure étant éloigné de $3^{\circ} 47'$. de celui des nœuds.

Et par l'observation de 1697. elle a été déterminée de $6^{\text{d}} 23'$, le lieu de Mercure étant éloigné de $3^{\text{d}} 8'$ de celui des nœuds.

L'inclinaison qui résulte de l'observation de 1690. devant être la plus exacte par la raison que nous venons de dire, l'on peut en attendant déterminer l'inclinaison de l'orbite de Mercure de $6^{\text{d}} 40'$; elle est marquée dans les Tables Rodolphines de $6^{\text{d}} 54'$.

Ces Epoques du nœud ascendant de Mercure & le mouvement du nœud que nous venons de déterminer, font voir que ce nœud étoit le 5 May de cette année en $15^{\text{d}} 0'$ du Scorpion, & le nœud descendant étant supposé à l'opposite sera en $15^{\text{d}} 0'$ du Taureau. Le Soleil à minuit après le 5 May étoit en $14^{\text{d}} 43'$ du même signe; donc en ce temps-là l'orbite de Mercure coupoit le disque du Soleil fort près de son centre, de sorte que dans cette situation Mercure s'étant trouvé en conjonction avec le Soleil la nuit entre le 5 & le 6 May, il y aura eu une Eclipse qui peut avoir duré environ huit heures. La longueur de la nuit dans le lieu des observations étoit environ de 8 heures, presque égale à la durée de l'Eclipse. Mercure n'ayant pas paru dans le Soleil ni le soir du 5 May ni le matin du 6, il s'ensuit que le milieu de l'Eclipse a été vers le minuit.

