



ASTRONOMIE.

DU

PASSAGE DE VÉNUS SUR LE SOLEIL;

Annoncé pour l'année 1761.

LES préparatifs qu'exigeoit l'observation de ce fameux passage, les Mémoires qu'il a occasionnés, les Voyages qu'il a fait entreprendre, n'appartiennent proprement qu'à l'Histoire des années 1759 & 1760. Mais puisque nous sommes, pour ainsi dire, encore occupés de cet événement, les détails qui y ont rapport ne peuvent être qu'intéressans pour le Public, & utiles aux Savans qui se proposent de faire des recherches à cet égard, l'Académie a donc cru ne pouvoir faire mieux, que de publier dès-à-présent dans ce volume les pièces qui ont été composées dans le temps qu'on discutoit dans ses Assemblées la nature & l'utilité des Observations & des Voyages qu'il s'agissoit de faire, nous allons en reprendre l'Histoire d'un peu plus haut pour la rendre plus intelligible.

V. les Mém.
pages 43 &
232.

Si l'on a toujours placé au nombre des époques mémorables pour l'humanité celles des progrès de l'esprit, tout ce qui doit nous procurer des connoissances nouvelles, est pour nous un événement intéressant & célèbre. Tel étoit le passage de Vénus devant le disque du Soleil; prédit & attendu depuis plus d'un siècle, il n'avoit jamais été observé depuis qu'on en connoissoit l'importance; c'étoit cependant de toutes les observations astronomiques possibles, ou du moins connues, celle dont on devoit espérer la plus exacte détermination des distances & des volumes des Planètes, par le moyen de la parallaxe du Soleil.

Mais avant de parler des usages & des conséquences qu'on peut tirer d'un passage de Vénus sur le Soleil, il est nécessaire

K iij

78 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
de dire un mot de la chose en elle-même, & indépendamment de toutes ses applications.

Les plus anciens Astronomes de l'Égypte avoient reconnu que Vénus & Mercure tournoient autour du Soleil, il étoit difficile de ne le pas reconnoître pour peu qu'on observât Vénus, lorsqu'elle est dans son plus grand éclat; cette Planète, le plus brillant de tous les Astres, semble fixer tous les yeux tantôt du côté du couchant, à l'entrée de la nuit, tantôt avant le lever du Soleil & du côté du levant, jamais elle ne quitte le Soleil, & ne s'en éloigne au delà de 45 degrés, jamais elle ne paroît opposée au Soleil, & tout annonce aux Observateurs les moins instruits, que le Soleil est le centre de ses mouvemens. Il y avoit très-long-temps qu'un Astronome Arabe ayant considéré plus attentivement la direction & l'arrangement de ces orbites, en tira cette conséquence assez naturelle, ce semble, & qui auroit dû se présenter aux plus anciens Observateurs, savoir que Vénus & Mercure devoient passer quelquefois entre le Soleil & nous, de manière à nous cacher une partie du Soleil, ou du moins à y faire une petite espèce d'éclipse, puisque la Lune quand elle est nouvelle, & qu'elle passe entre nous & le Soleil, nous le cache totalement.

En conséquence on s'y étoit rendu attentif, on avoit cherché dans des jours de conjonction de Vénus & de Mercure, s'il ne paroïssoit rien d'étranger sur le Soleil: on n'y avoit rien aperçu, & l'on étoit persuadé que la petitesse de ces Planètes suffisoit seule pour nous empêcher de les apercevoir sur le disque lumineux du Soleil.

Lorsque Képler en 1627, eut dressé, d'après les observations de Tycho, ses fameuses Tables Rudolphines qui représentoient avec une précision infiniment plus grande qu'on ne l'avoit jamais fait, tous les mouvemens planétaires, il fut très-convaincu que Vénus & Mercure devoient passer quelquefois sur le Soleil, & il se trouva même en état d'assigner les circonstances & les temps de ces sortes de phénomènes. L'invention des lunettes d'approche, qui depuis 1609 étoient connues de tout le monde, rendoit l'observation très-aisée; en conséquence

Képler publia en 1629 un petit Ouvrage latin pour avertir les Astronomes que Vénus devoit paroître sur le Soleil en 1631 & en 1761. Il appeloit ces conjonctions des phénomènes rares & surprenans, parce qu'en effet il voyoit cent trente ans d'intervalle entre un passage & le suivant, & que depuis plusieurs siècles on ne songeoit pas même à la possibilité d'un pareil phénomène.

Ce grand homme mourut en 1631, quelques jours avant le passage de Vénus qu'il avoit annoncé; au reste, ce passage n'eut pas lieu cette année-là, mais seulement en 1639, huit ans après. Un petit défaut de précision dans les observations de Tycho & dans les Tables de Képler, avoit écarté son calcul de la vérité; il trouvoit un passage pour 1631, & il n'y en eut point; il n'en trouvoit point pour 1639, & il y en eut un: cette différence étoit cependant très-légère, car il suffisoit de 2 ou 3 minutes d'erreur dans la latitude de Vénus, pour faire croire qu'elle toucheroit le bord du Soleil en 1631, quoique dans le fait elle ne dût pas le toucher, de même qu'il suffisoit de quelques minutes d'erreur, toujours du même sens, pour faire trouver Vénus en 1639, un peu au delà du bord du Soleil, & par conséquent invisible.

Gassendi, un des plus célèbres Philosophes de son temps, étoit à Paris en 1631, où il remplissoit une chaire de Professeur de Mathématiques au Collège royal de France; il s'occupoit quelquefois d'observations astronomiques, & il ne négligea pas celle qu'on lui promettoit pour 1631. C'est dans une lettre à Schickardus, datée du mois de Décembre de la même année, que Gassendi raconte les tentatives qu'il avoit faites pour cette observation.

Suivant le calcul de Képler, c'étoit pendant la nuit que devoit arriver la plus grande partie du passage de Vénus sur le Soleil; elle auroit commencé à y entrer un peu avant le coucher du Soleil, le 6 Décembre au soir, & en seroit sortie le 7 à deux heures du matin. Il n'y eut à Paris que quelques heures de beau temps pendant la journée du 7 Décembre 1631; Gassendi en profita pour y chercher Vénus qui n'y parut point

80 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
ni ce jour-là ni le lendemain, & qui ne devoit point y paroître, quand même le Soleil auroit été sur l'horizon, comme on l'a reconnu depuis.

Ce fut par un hasard heureux que les Astronomes furent avertis du passage qui arriva en 1639: Horoccius Astronome anglois, qui pendant l'espace d'une vie très-courte, fit dans l'Astronomie une multitude de très-bonnes choses, n'ayant alors sous sa main que les Tables de Lansberge, avoit calculé sur ces Tables une petite éphéméride des Mouvements célestes; ces Tables de Lansberge étoient en général bien inférieures aux Tables Rudolphines de Képler; il n'y avoit pas même de comparaison; mais Lansberge en avoit fait l'éloge avec une espèce d'impudence qui en imposoit encore plusieurs années après. L'erreur de ces Tables de Lansberge étoit de 16 minutes sur la latitude de Vénus, mais cette erreur se trouvoit dans un sens favorable, car elle faisoit trouver un passage de Vénus précisément sur le Soleil, au lieu que les Tables de Képler, beaucoup plus approchantes du vrai & ne s'en écartant que de peu de minutes, s'écartoient du côté du midi où la plus petite erreur suffisoit pour faire disparaître le passage de Vénus.

Les Tables de Lansberge ayant donc fait connoître à Horoccius qu'il pouvoit y avoir un passage de Vénus sur le Soleil le 4 Décembre 1639 au soir, il se prépara à l'observer, & il en donna avis à *Crabtree* son ami qui étoit à quelques lieues de là. Les observations qu'ils firent l'un & l'autre ont été publiées en 1662 par Hevelius, d'après un manuscrit de Horoccius qui étoit mort en 1640; & M. de la Lande a inséré ces mêmes observations dans la Connoissance des Temps pour 1761, afin de suppléer à la rareté des Ouvrages d'Hevelius.

Le passage de Vénus observé en 1639, servit à ceux qui composèrent des Tables astronomiques dans le dernier siècle, à connoître le lieu du nœud de Vénus, du moins à peu près, & à déterminer aussi sa longitude pour ce jour-là; on ne songeoit point encore alors à en tirer d'autres avantages.

Ce fut M. Halley, le plus savant Astronome de l'Angleterre, qui reconnut en 1691 un usage important de ces sortes d'observations,

d'observations, celui de trouver la distance du Soleil à la Terre, en nous faisant trouver sa parallaxe. Dans le Mémoire que M. Halley publia à ce sujet dans les Transactions philosophiques de la Société royale de Londres, *année 1691*, il examine d'abord les périodes des retours de Vénus sur le Soleil, tant dans son noeud ascendant que dans son noeud descendant, ces périodes sont de huit, de dix-huit, de deux cents trente-cinq, & de deux cents quarante-trois ans, mais la latitude de Vénus qui est toujours un peu différente à la fin d'une période de ce qu'elle étoit au commencement, fait que souvent il n'y a point de passage de Vénus sur le Soleil, même à la fin de ces périodes. Par exemple, Vénus au bout de huit ans moins deux jours & sept heures, revient en conjonction vers son noeud descendant; mais le point de la conjonction n'arrivant pas tout-à-fait vers le même point de l'orbite & à la même distance du noeud, il arrive que Vénus est plus au nord d'environ 20 minutes; or le Soleil n'a que 32 minutes de diamètre; si donc la première conjonction est arrivée à 19 minutes du bord septentrional du Soleil, la conjonction suivante arrivera huit ans après au delà de ce bord, & il n'y aura point de passage de Vénus sur le disque du Soleil.

Par l'examen de ces périodes, M. Halley détermina pour plusieurs siècles les années où il arriveroit des passages de Vénus sur le Soleil, & même celles où il avoit dû en arriver anciennement, que l'on auroit observés si l'on s'y fût préparé, ou qu'on en eût été averti.

Les années de ces passages calculés à peu-près par M. Halley, sont, 918, 1048, 1161, 1283, 1291, 1396, 1518, 1526, 1631, 1639, 1761, 1769, 1874, 1996, 2004, 2109, 2117; mais nous devons avertir que dans ce temps-là, M. Halley ne connoissant pas encore, comme on le connoît aujourd'hui, le mouvement du noeud de Vénus, il a pu insérer dans sa liste, des années où il n'est pas sûr qu'il doive arriver des passages de Vénus; il conviendrait de refaire ces calculs sur les nouveaux élémens que l'observation du passage de 1761 a procurés aux Astronomes.

Hist. 1757.

L

M. Halley, dans le Mémoire de 1691, fit une remarque importante qu'il n'a développée que plusieurs années après; il avertissoit que si l'intervalle de temps entre les deux contacts intérieurs de Vénus & du Soleil, à son entrée & à sa sortie pouvoit être observé à une seconde près, en deux endroits choisis & fort éloignés l'un de l'autre, on en concluroit la parallaxe du Soleil à un cinq centième près: nous verrons bien-tôt qu'il y a quelque chose à rabattre d'une si belle espérance, mais l'idée étoit heureuse & digne de ce grand Astronome.

Ce fut dans un autre Mémoire, composé en 1716, que M. Halley développa cette méthode singulière de déterminer la distance du Soleil; ce Mémoire fut inséré dans le n.º 348 des Transactions philosophiques de la Société royale de Londres, & dans les Actes de Leipsic du mois d'Octobre 1717. Voici de quelle manière il en proposoit l'exécution.

Les Observateurs placés dans l'Inde vers l'embouchure du Gange, verront Vénus, dit M. Halley, entrer sur le Soleil quatre heures avant midi, ou du côté de l'Orient, & la verront sortir à quatre heures après midi du côté de l'Occident; puisque la parallaxe de Vénus surpasse beaucoup celle du Soleil, étant trois fois & demi aussi grande que celle du Soleil, quand Vénus est dans son périégée, la parallaxe retardera l'entrée, & accélérera la sortie de Vénus, ainsi la durée du passage de Vénus, le temps qu'elle doit employer à traverser le disque du Soleil sera plus court que s'il n'y avoit point de parallaxe, comme il arriveroit, si l'on pouvoit observer cette durée en se plaçant au centre de la Terre.

M. Halley chercha de même sur la surface de la Terre, un point où la parallaxe dût produire un effet tout contraire, c'est-à-dire, où la durée dût être plus petite que celle qui auroit lieu pour le centre de la Terre: il lui falloit un endroit placé sur un méridien opposé, c'est-à-dire, dans l'Amérique, & situé de manière que l'entrée de Vénus sur le Soleil arrivât le soir avant le coucher du Soleil, & la sortie le lendemain matin au lever du Soleil, dès-lors l'effet de la parallaxe devenoit contraire: en abaissant Vénus, elle devoit accélérer son entrée, retarder sa

fortie, & augmenter par conséquent la durée du passage. M. Halley étoit obligé pour cet effet de supposer son Observateur au nord de l'Amérique septentrionale, vers la baie d'Hudson, afin d'avoir le jour assez long, & la nuit assez courte, pour que l'entrée de Vénus pût arriver avant le coucher du Soleil, & la sortie après le lever du lendemain matin.

Cet Astronome célèbre dans toutes les parties des Mathématiques & de la Physique, illustré par les idées les plus heureuses & par les plus belles découvertes, fut malheureux dans cette partie: il commit une double erreur, soit dans le calcul, soit dans la supposition des élémens qu'il employoit, en sorte que le résultat dont nous venons de parler étoit absolument fautif, & l'un des Voyages prescrits par M. Halley absolument inutile.

La première faute de M. Halley consistoit à avoir transposé le cercle de la latitude, & à l'avoir placé dans la partie orientale de sa figure, au lieu de le placer dans la partie occidentale, en sorte qu'il faisoit de $2^d 22'$ l'angle de l'orbite de Vénus sur l'équateur, au lieu de $14^d 36'$ qu'il devoit avoir.

La seconde faute consistoit à avoir fait la latitude de Vénus en conjonction beaucoup plus petite qu'elle ne devoit être, & qu'elle n'a été réellement; car M. Halley la supposé dans son Mémoire de 4 minutes, au lieu de 9 minutes & demie qu'elle s'est trouvé avoir; on peut dire, pour sa justification, qu'il n'avoit pas alors d'assez bonnes observations pour la bien déterminer, mais il étoit essentiel à son travail d'examiner si l'erreur qui étoit possible dans ces élémens, ne pouvoit pas déranger toute l'économie de son projet, & rendre très-ingraves, comme il est arrivé, les positions qui lui paroissoient très-favorables.

Ce qu'il y a de singulier dans cette méprise, c'est que M. Halley touchoit, pour ainsi dire, sans s'en apercevoir, à la remarque essentielle; il examine dans son Mémoire ce qui devoit arriver, si la latitude de Vénus venoit à se trouver de 4 minutes plus petite, & il trouve que l'observateur de la baie d'Hudson n'en auroit que plus d'avantage. S'il eût examiné le cas opposé, comme cela sembloit être naturel, & considéré ce qui devoit arriver en supposant l'erreur de l'autre sens, & la latitude plus

84 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
grande de 4 minutes que dans son calcul, il auroit trouvé que dans ce cas-là il falloit éviter la baie d'Hudson, bien loin de la regarder comme une station des plus favorables, & qu'il falloit presque en prendre les antipodes.

Il n'y a eu personne pendant quarante ans qui ait songé à examiner la chose d'après un homme aussi exact & aussi savant que M. Halley, pour qui l'Angleterre & la France avoient une égale vénération, & qui passoit même en fait de calcul pour ne s'être jamais mépris.

M. de l'Isle, aujourd'hui le Doyen de tous les Astronomes, & même de toute l'Académie, & dont le zèle a été tant de fois utile au progrès de cette science, n'a jamais manqué aux approches des phénomènes intéressans dans l'Astronomie, de publier des avertissemens dans lesquels on pût trouver les instructions nécessaires pour se préparer à l'observation, pour choisir les meilleures méthodes & les instrumens les plus convenables; voyant approcher le temps où il falloit se mettre en route pour profiter de cette belle circonstance, il songea à tracer une figure générale de tout le globe sur laquelle chaque pays pût voir le degré d'avantage qu'il auroit dans cette observation; il construisit une mappemonde sur laquelle il désigna par des cercles tracés suivant une méthode qui lui étoit particulière, l'heure & la minute à laquelle chaque lieu de la Terre devoit voir l'entrée & la sortie de Vénus, en tenant compte de l'effet des parallaxes. Il avoit déjà donné l'explication & les fondemens de sa méthode à l'occasion du passage de Mercure arrivé au mois de Mai 1753, qu'il avoit annoncé par une semblable mappemonde & avec la même étendue.

On trouvera dans ce Volume (*page 242*) une mappemonde de cette espèce, tracée par M. de la Lande, pour le passage de 1769, avec l'explication & les fondemens de la méthode par laquelle on peut construire cette figure.

M. de l'Isle, en traçant cette mappemonde, se proposoit de pouvoir assigner à toutes les Nations qui possèdent des colonies ou des habitations fort éloignées, les endroits où il pouvoit y avoir quelque utilité à observer le passage de Vénus, non

seulement par la méthode de M. Halley, en comparant deux durées inégales du passage entier, observées en deux endroits différens, mais encore par une méthode qu'il avoit reconnue être quelquefois préférable à l'autre. Voici en quoi elle consiste.

Lorsqu'un Observateur voit entrer Vénus sur le Soleil dans la partie orientale du ciel, c'est-à-dire, avant midi, la parallaxe retarde cette entrée, & la différence peut aller à 7 ou 8 minutes de temps. Si dans le même instant, un Observateur fort éloigné de l'autre voit le Soleil prêt à se coucher, c'est-à-dire, dans la partie occidentale du ciel, la parallaxe accélère l'entrée & la fait paroître plus tôt; la différence peut aller aussi à 8 minutes: ainsi le pays le plus oriental qui voit Vénus à son coucher, verra l'entrée 16 minutes plus tôt que le pays le plus occidental, indépendamment de la différence des méridiens ou de la situation des lieux en longitude, qui fait qu'on comptera sept à huit heures dans l'un de plus que dans l'autre.

Il ne s'agit pas, dans cette méthode, de comparer la durée du passage observé en deux pays différens, ce qui suppose quatre observations qui soient toutes rigoureusement exactes, savoir, l'entrée & la sortie dans les deux endroits; il ne s'agit que de la seule entrée observée tout-à-la-fois dans les deux pays. En se contentant de ceci, l'on trouve une plus grande facilité à choisir des positions avantageuses; on peut mettre à profit des situations qui auroient été inutiles en s'attachant à la méthode de M. Halley.

Il est vrai que la méthode qu'y a substitué M. de l'Isle, suppose qu'on connoisse la différence des méridiens entre les deux observatoires. Toute l'erreur commise sur cette différence des méridiens, tombe sur le résultat que l'on tire des observations; mais ce seroit avoir beaucoup fait dans une circonstance aussi rare que de n'avoir plus à connoître qu'une longitude géographique dont on pourroit s'assurer à loisir dans tous les temps: d'ailleurs on ne peut guère se tromper de plus de 10" de temps sur une longitude géographique; or 10 secondes sur 18 minutes ne font pas un centième du total: on auroit donc par cette voie, en choisissant les positions les plus avantageuses,

à un centième près, la parallaxe du Soleil & la distance de toutes les Planètes au Soleil.

M. Halley espéroit cette détermination à un cinq centième près, parce qu'il supposoit une précision d'une seconde dans chaque observation; mais cette précision d'une seconde, qui est la plus grande possible, suppose toutes les circonstances favorables, l'air calme & serein, le Soleil bien terminé, l'attention la plus fixe, les organes les mieux préparés, les lunettes les mieux ajustées, la situation la plus commode, un silence profond; le moindre inconvénient peut nous faire perdre cet extrême degré de précision, & cependant il faut l'avoir quatre fois tout entier pour espérer, comme faisoit M. Halley, de connoître à un cinq centième la parallaxe du Soleil par cette observation.

Nous nous bornons à croire qu'on devroit avoir cette parallaxe à un centième près, & nous supposons même pour cela qu'on connoitra la différence des méridiens avec une précision d'environ 10 secondes; il faut pour cet effet au moins trente observations, tant du premier satellite de Jupiter, que des Étoiles qui auront été observées fort près de la Lune, & dont on aura déterminé la différence d'ascension droite avec cette Planète; il faudra peut-être passer bien du temps dans un pays étranger pour obtenir un pareil nombre de bonnes observations, auxquelles on puisse espérer d'en trouver de correspondantes en Europe, mais sans cela il faudroit abandonner la seconde méthode & recourir à celle de M. Halley, qui exige des lieux où l'on puisse avoir la durée toute entière du passage, c'est-à-dire, l'entrée & la sortie de chaque côté; alors on est affranchi de la nécessité de connoître la différence des méridiens, & l'observation seule du passage de Vénus la donne elle-même avec toute la précision possible.

En effet, lorsqu'on connoît l'heure de chacune des quatre observations avec la latitude du lieu où elle a été faite, on trouve facilement la hauteur du Soleil, la parallaxe de hauteur du Soleil, en supposant connue la parallaxe horizontale, & l'on calcule les temps qui répondent à ces parallaxes, c'est-à-dire, les corrections qu'ils exigent pour les réduire au centre de la Terre,

Si après avoir fait ces quatre réductions, l'on trouve une des durées observée & réduite au centre de la Terre, différente de l'autre, on est assuré que la parallaxe du Soleil employée dans le calcul n'est pas exacte; & l'on fait varier la supposition de cette parallaxe jusqu'à ce que les quatre corrections étant appliquées aux observations pour les réduire au centre, on ait la même durée de part & d'autre: on est alors assuré de connoître la parallaxe du Soleil, & la différence entre les deux momens d'entrée ou les deux momens de sortie, réduite au centre de la Terre, donne la différence des méridiens entre les deux Observateurs.

Ayant examiné l'avantage qu'il y avoit dans chacune de ces deux méthodes, M. de l'Isle voulut mettre les Astronomes à portée de profiter de l'une & de l'autre, & ce fut l'objet de la mappemonde qu'il publia au mois d'Avril 1760. La disposition ingénieuse de cette Carte mérite bien qu'on s'y arrête un moment, quoiqu'il fût trop long de donner ici une idée des principes sur lesquels elle étoit construite.

On voit d'abord sur la mappemonde de M. de l'Isle, que le premier de tous les lieux de la Terre où l'on peut apercevoir l'entrée de Vénus sur le Soleil, est situé dans le milieu de la mer du Sud, sous le tropique du Capricorne, vers deux cents trente-cinq degrés de longitude, assez près des isles vûes par Quirros en 1605, appelées *isle Vespera*, *isle Aurore*, *isle de Pâques*. Comme c'est au coucher du Soleil où arrive cette première entrée, il y auroit quelque risque à se transporter exactement dans ce point unique désigné par le calcul, comme le point le plus avantageux, on craindroit qu'une légère erreur dans le calcul, ou l'obstacle physique des vapeurs de l'horizon ne rendit le Voyage inutile.

Les pays où l'on verra ce passage deux minutes plus tard, sont tous renfermés dans la mer du Sud, & présentent une multitude d'isles peu connues, mais où il seroit cependant très-possible de se transporter.

A 4 minutes on tombe dans la Californie; à 6 minutes dans les terres australes de la nouvelle Hollande & de la nou-

88 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
 velle Guinée, & dans la nouvelle Albion au nord du nouveau Mexique; à 8 minutes, dans le nord du Canada vers la baie d'Hudson, & la terre d'Yezo près du Kamtschatka, extrémité orientale de l'Asie; à 10 minutes, on a le Japon & une partie des isles Philippines; à 12 minutes, on trouve Batavia, Pékin, Yakoutsk en Sibérie & tous les déserts de cette vaste contrée; à 14 minutes, Torneå en Lapponie, Tobolsk en Sibérie, Pondichery dans les Indes, & tous les pays intermédiaires de l'Asie; enfin à 17 minutes plus tard, entre la Mecque & le Caire en Égypte, on trouve le dernier de tous les points de la Terre où se verra l'entrée de Vénus sur le Soleil, & cela à son lever.

Ainsi deux Observateurs situés l'un à l'isle de Pâques, & l'autre à la Mecque, trouveroient une différence de 17 minutes dans le moment de l'entrée de Vénus, indépendamment de la différence des méridiens qui est de près de douze heures, & ces deux stations n'auroient pas été absolument impraticables.

On trouve une semblable différence pour la sortie de Vénus, en choisissant d'autres points. Le premier lieu de la Terre où l'on verra la sortie, est situé dans la mer qui sépare l'Asie de l'Amérique, au delà du Kamtschatka; 2 minutes plus tard, ce sera au Japon & dans la Sibérie, à Nertschinsk & à Yakoutsk; à 4 minutes, on trouve la nouvelle Guinée, Siam & Tobolsk en Sibérie; à 6 minutes, on a Batavia, Pondichéry, Ipahan & Berlin; à 8 minutes, on a Alep, Naples & la plus grande partie de la France; à 12 minutes, l'isle de Bourbon, Madagascar, les isles du Cap-vert; à 14 minutes, la côte de Saint-Paul de Loanda en Afrique; à 15 minutes, le cap de Bonne-espérance & toute la côte occidentale de l'Afrique; enfin à 17 minutes, on trouve le cap des Terres australes, les isles d'Alvarez & de Tristan situées vers le premier méridien, à 40 degrés de latitude méridionale.

Ainsi l'on auroit encore une nouvelle différence de 17 minutes entre deux Observateurs situés l'un au Kamtschatka, & l'autre au cap des terres australes, & une différence de 12 minutes entre Tobolsk en Sibérie & l'isle de Sainte-Hélène.

Il s'en

Il s'en faut beaucoup qu'on obtienne d'aussi grandes différences en s'en tenant à la méthode de M. Halley qui n'emploie que les durées : il faut, pour trouver 12 minutes de différence, avoir un Observateur à Tobolsk, & un autre au sud-ouest de la nouvelle Hollande, pays inconnu & qui n'est fréquenté actuellement par aucune Nation. Ainsi le passage de 1761 promet autant d'avantages & une facilité beaucoup plus grande en s'attachant à une seule phase, pour avoir une différence de 16 à 17 minutes entre l'Asie & la mer du Sud pour l'entrée, entre le cap de Bonne-espérance & le nord de l'Asie pour la dernière phase.

C'est ainsi que M. de l'Isle mit sous les yeux de l'Académie en 1760, la pièce la plus décisive dans la question qu'on agitoit, un tableau sur lequel il suffisoit de jeter les yeux pour voir d'un coup d'œil tous les pays où il y avoit de l'avantage à observer, & la mesure de cet avantage dans toutes les méthodes & dans toutes les suppositions possibles.

M. le Gentil étoit parti pour les Indes dès l'année 1759 ; il y avoit dans tous les cas un avantage manifeste à se transporter en un lieu où l'on verroit certainement la durée entière de ce passage, où l'on trouveroit un terme de comparaison pour toutes les autres observations, où l'on verroit le milieu du passage arriver presque au zénith, où l'on auroit enfin plus d'une occasion de faire, pour l'Astronomie & la Géographie, d'utiles observations.

L'Académie impériale de Pétersbourg chargea, au mois de Mars 1760, M. Muller son Secrétaire perpétuel, de demander à l'Académie des Sciences de Paris, s'il seroit possible à quelqu'un de nos Astronomes de se transporter en Russie, pour aller, sous les auspices de l'Impératrice, observer le passage de Vénus dans l'endroit qu'on estimeroit le plus convenable entre tous les établissemens de la Sibérie. M. l'abbé de la Caille, à qui M. Muller s'adressa, en fit la proposition à l'Académie ; M. Pingré & M. Chappe témoignèrent beaucoup d'empressement à remplir les intentions de la Compagnie, si l'on jugeoit le voyage utile. Ils étoient les seuls Astronomes qui n'eussent

90 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
pas encore voyagé pour l'utilité de l'Astronomie ; ils convinrent entr'eux que M. l'abbé Chappe iroit en Russie, où il devoit être secondé par les astronomes de Pétersbourg, & que M. Pingré se réserveroit pour un autre voyage dont nous allons parler.

V. les Mém.
p. 232.

Au mois de Mai 1760, M. de la Lande lut un Mémoire sur cette matière, dans lequel il s'étendit sur l'avantage qu'il y auroit à placer un Observateur en Afrique, sur-tout à la côte occidentale, appelée communément sur nos cartes *la côte de Cafrie*.

Cette côte, sur une étendue de plus de six cents lieues ; depuis le cap de Bonne-espérance jusqu'au cap Nègre, étoit placée sur un même cercle de sortie dans la mappemonde de M. de l'Isle : ce cercle différoit de plus de 11 minutes de celui qui passoit à Tobolsk, & de 9 minutes de celui de Pondichéri & du milieu de l'Allemagne ; ce qui offroit un avantage considérable pour déterminer la parallaxe au moyen de la sortie de Vénus : en supposant que les astronomes Russes pussent pénétrer jusqu'au Kamtschatka, extrémité orientale du continent de l'Asie, comme on l'avoit projeté, on trouvoit près de 15 minutes dont le moment de la sortie y devoit arriver plus tôt qu'à la côte d'Afrique. D'après toutes ces observations, M. de la Lande concluoit que le voyage d'Afrique étoit le plus utile de tous, que sans lui on perdrait près des deux tiers de l'avantage qu'il y avoit à espérer dans ces observations ; il s'élevoit même, en finissant, contre l'indifférence de ceux qui pourroient négliger une circonstance aussi importante, aussi précieuse, aussi rare ; un moment que le siècle passé nous envioit, & dont l'avenir nous sauroit mauvais gré de n'avoir pas profité.

Sur la proposition de ce voyage, M. Pingré s'offrit de nouveau avec courage pour l'entreprendre, & il fut décidé qu'on écrirait en Portugal & en Hollande, pour savoir laquelle de ces différentes stations seroit la plus praticable, en suivant le commerce ordinaire des deux Nations qui fréquentent ces parages ; on reçut divers avis qui annonçoient, de part & d'autre, bien des obstacles.

Au mois d'Août 1760, M. Pingré desirant d'avoir enfin une décision du Ministre & de l'Académie sur son départ, & sur le lieu de sa destination, l'Académie chargea M. l'abbé de la Caille & M. de Chabert, tous deux Astronomes & Navigateurs, très-capables par conséquent de juger de la possibilité & de l'utilité des différens voyages projetés, d'en indiquer les moyens, & d'en fixer le choix.

M. de Chabert fit son rapport le 20 Août, & parut incliner pour la côte de Guinée, où les Hollandois ont de nombreux établissemens; desirant néanmoins que l'on demandât à la Cour de Portugal la permission d'observer dans ses établissemens, pour le cas où M. Pingré trouveroit quelque possibilité, lorsqu'il seroit en Afrique, d'aller jusqu'à S.^t Philippe de Benguela ou à S.^t Paul de Loanda.

En effet, M. de Chabert convenoit, aussi-bien que M. de la Lande, que ces comptoirs Portugais, situés à la côte occidentale d'Afrique, un peu plus haut que le cap de Bonne-espérance, étoient les mieux placés pour observer Vénus, & que M. Pingré trouveroit des ressources & des facilités considérables dans des établissemens solides & fréquentés; mais il étoit difficile d'y aller sans passer auparavant au Brésil, parce que c'est de-là qu'on va faire la traite des Nègres en Afrique. M. de Chabert observa de plus que l'air est très-mauvais, sur-tout à Benguela; ceux qui vont y faire la traite des Nègres, y séjournent le moins qu'il est possible, & ne couchent jamais à terre; un passage subit du froid au chaud, des brouillards épais & des vapeurs infectes, des alimens mauvais, des maladies cruelles, en rendent le séjour affreux & les approches redoutables. Ce n'est pas que M. Pingré fût effrayé par les dangers; il témoigna publiquement qu'il souhaitoit que l'Académie ne fit entrer pour rien dans sa délibération les risques qui lui seroient purement personnels, & ne s'occupât que du bien de la chose & du plus grand avantage de l'observation; mais il y a trop de connexion entre la santé du voyageur & le succès du voyage, pour qu'il soit possible d'oublier la première, quand même l'humanité & les sentimens personnels pour un

92 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
confère qui nous étoit aussi cher, ne se seroient pas opposés à un empressement trop courageux, à une indifférence trop philosophique pour les dangers.

La côte de Guinée parut donc en effet devoir être préférée; les vaisseaux Hollandois, qui partent au mois de Janvier, y arrivent au mois de Mars: M. Pingré y auroit eu le temps de se préparer à son observation, & peut-être de revenir avant l'automne par les vaisseaux Hollandois, qui vont de l'Amérique à la côte de Guinée faire la traite des Nègres.

S.^t George de la Mina, située à 5 degrés de latitude nord, & 3 degrés à l'occident du méridien de Paris, donnoit 10 minutes de différence avec Tobolsk, quantité assez considérable pour trouver la parallaxe à un quart de seconde près; d'ailleurs M. de Chabert remarquoit l'utilité qu'il y auroit à déterminer la longitude de quelques points du golfe de Guinée, comme Juida, l'isle du Prince ou l'isle S.^t Thomé, pour fixer la position de ces parages, qui sont très-fréquentés, & dont la situation est encore mal connue; enfin la saison des pluies n'arrive qu'au mois de Juillet sur la côte de Guinée; au lieu que plus bas, & du côté du cap de Bonne-espérance, les pluies, les ouragans & les brouillards y sont fréquens au mois de Juin.

Les difficultés qu'on éprouve dans un pays étranger, influent presque toujours sur la nature des travaux qu'on y exécute, & toutes choses égales, un François doit souhaiter de pouvoir observer dans des établissemens François, où l'autorité royale appuie & soutient ses entreprises, où rien ne peut lui manquer de tout ce qui contribue au succès de ses recherches: l'Académie considéra que l'isle Rodrigues, située dans l'océan Ethiopique, à $61^{\text{d}} \frac{3}{4}$ à l'orient de Paris, ou $81^{\text{d}} \frac{3}{4}$ de longitude, & vers $19^{\text{d}} \frac{1}{2}$ de latitude méridionale, offroit un avantage de plus que les côtes d'Afrique; on pouvoit espérer d'y voir l'entrée & la sortie de Vénus, & par cette durée totale, trouver la parallaxe du Soleil sans aucune supposition de longitude; on savoit aussi que le ciel a coûtume d'être plus beau à l'isle Rodrigues que sur la côte de Guinée dans le mois de Juin; de plus, cette isle, qu'on est obligé de reconnoître

dans le voyage des Indes, méritoit aussi d'être bien déterminée; enfin on étoit sûr d'y arriver à temps sur les vaisseaux de la Compagnie des Indes, sans être obligé d'attendre le succès d'une négociation dans les Cours étrangères. On se détermina donc enfin pour l'isle Rodrigues; cette petite isle, située à l'orient des isles de France & de Bourbon, est connue par le séjour que Légeat & ses compagnons y firent autrefois, & par la description de Wolphert Hermanfen, rapportée dans le premier volume des voyages de la Compagnie; elle a été appelée mal-à-propos par quelques auteurs, *isle de Diego Rodrigues*: celle-ci est une autre isle située beaucoup plus à l'orient, à 1 degré de latitude sud, & à 91 degrés de longitude.*

M. de Thury, dans le Mémoire lû à la rentrée publique de l'Académie, le 12 Novembre 1760, annonça le choix que l'Académie avoit fait des Observateurs, & des lieux de leur destination: c'est-à-dire, le départ de M. Chappe pour Tobolsk, & de M. Pingré pour l'isle Rodrigues. V. les Mém. P. 326.

M. de Thury fit remarquer dans ce Mémoire, que Tobolsk est une ville considérable de l'empire de Moscovie, capitale de la Sibérie, dont le voyage est facile, & dans laquelle on trouve toutes les commodités nécessaires pour l'avantage des observations. M. de l'Isle y alla en 1741, & M. de l'Isle de la Croyère y étoit allé déjà en 1734, dans l'espace de vingt-cinq jours, en traîneau; tout cela annonçoit beaucoup de facilité pour M. l'abbé Chappe, & justifioit le choix qu'on avoit fait de cette ville pour y observer le passage de Vénus.

A l'égard de l'Observateur, M. l'abbé Chappe s'étoit fait connoître avant son entrée dans l'Académie; par un long travail géographique entrepris & exécuté par ordre du Roi, dans les environs de Bitche; par une très-bonne édition des Tables astronomiques de M. Halley avec des additions, & même par des observations d'Histoire Naturelle.

M. Pingré, plus ancien dans l'Académie, étoit encore plus anciennement connu, par les savans & pénibles calculs de l'état du Ciel, ouvrage astronomique qu'il a donné pendant plusieurs

* Voyez le Dictionnaire géographique de la Martinière, au mot *Isle*.

94 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
années; depuis ce temps-là, une multitude d'observations & de Mémoires astronomiques donnés à l'Académie, un grand Traité sur les Comètes, dont on prépare l'impression, avoient appris à l'Académie combien il étoit digne de la confiance du Ministère & du Public dans une affaire importante qui exigeoit un Astronome laborieux & consommé. M.^{rs} les Supérieurs de la Congrégation de France ont bien voulu sacrifier pour un espace de dix-huit mois, un confrère qui leur étoit très-utile, on pourroit dire nécessaire, en ajoutant que M. Pingré étoit, depuis plusieurs années, Bibliothécaire de la maison de Sainte-Geneviève à Paris; mais dans une Congrégation pleine de science & de mérite, il étoit difficile qu'une entreprise académique, formée pour le progrès des Sciences, pût trouver des obstacles.

L'isle Rodrigues pour laquelle M. Pingré partit au mois d'Octobre 1760, est une petite isle cultivée par vingt Nègres sous le commandement d'un Officier, on y ramasse beaucoup de tortues de terre, & l'on y va fréquemment de l'isle de France & de l'isle Bourbon. Suivant le calcul de M. de Thury, le contact intérieur de Vénus à son entrée sur le Soleil, a dû y arriver une demi-heure après le lever du Soleil, en sorte que M. Pingré pouvoit espérer d'avoir dans cette isle une observation complète, l'entrée & la sortie; & comme nous l'avons dit, c'étoit une des principales considérations qui avoient déterminé le choix de l'isle Rodrigues. Une entreprise aussi pénible, aussi dangereuse, aussi rebutante, ne parut à M. Pingré qu'un voyage agréable; & il se préparoit à partir seul sans demander que personne allât partager ses travaux; l'Académie le prévint, & toujours secondée, sous le ministère de M. de S.^t Florentin, avec une générosité & une confiance dignes des lumières qui environnent le trône, elle obtint aisément que M. Pingré auroit pour adjoint M. Thuillier; qui s'exerçoit depuis quelque temps aux observations astronomiques, & qui sollicitoit cet emploi comme une occasion de faire connoître ses talens & son zèle.

M. de Thury insistoit aussi dans son Mémoire, sur la nécessité

d'employer de part & d'autre dans ces observations des lunettes de pareilles grandeurs, afin de ne pas impliquer dans la différence des phénomènes que l'on doit observer, celle des lunettes différentes qu'on y feroit servir; aussi M. Pingré & M. Chappe emportèrent des lunettes de seize à dix-sept pieds, tandis que les Astronomes se propoisoient d'observer à Paris avec des lunettes pareilles pour que tout fût égal entr'eux, & se passât dans une parfaite correspondance.

Dans le temps où l'on parloit encore des premiers projets d'un voyage en Afrique, il fut aussi beaucoup question de la mer du Sud où il eût été utile de pouvoir observer le passage de Vénus. M. de la Lande insista beaucoup à ce sujet dans son Mémoire du 14 Mai 1760, mais il avouoit que ces isles étoient si mal connues & si peu fréquentées, qu'on ne pouvoit espérer que difficilement d'y placer un Observateur.

Cependant l'avantage de la Géographie qui est très-imparfaite pour cette grande mer, se joignoit à l'utilité du passage de Vénus, & fit souhaiter de prendre quelques éclaircissémens à ce sujet. M. de Chabert Lieutenant des vaisseaux du Roi, suppléoit alors en l'absence de M. de Bompard, aux fonctions de Garde des journaux & plans de la Marine, il fut à portée de donner à l'Académie des anecdotes intéressantes, tirées de ce magnifique dépôt, & en particulier de la relation du voyage fait en 1595 par le Général Alvaro Bendaño de Neyra, qui commandoit quatre vaisseaux Espagnols, équipés pour la découverte des isles de la mer du Sud. Ce Général découvrit quatre isles très-agréables & très-peuplées à onze cents lieues de Lima, à 10 degrés de latitude sud, & 136 degrés à l'occident de Paris, ou 244 degrés de longitude géographique ordinaire, il trouva les côtes très-sûres, les habitans doux & traitables, un port commode, & tous les rafraîchissémens nécessaires, ces mêmes isles se trouvent sous le nom de *Marquises de Mendoza* dans la carte qui accompagne l'Histoire des navigations aux terres australes, par M. le Président de Brosses.

M. de Chabert souhaitoit, aussi-bien que l'Académie, de pouvoir obtenir de l'Espagne une expédition astronomique vers

96 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
quelques-unes de ces isles, lui-même s'offroit à aller dans l'isle de Chypre, où il eût été avantageux d'avoir aussi une observation; mais les deux voyages dont nous avons parlé, furent les seuls que le temps & les circonstances permirent d'effectuer.

Quatre Nations savantes imitèrent le zèle de la France; l'Angleterre avoit déjà annoncé dans les nouvelles publiques le départ d'un Observateur pour l'Amérique septentrionale, lorsque la carte de M. de l'Isle lui ayant appris l'inutilité de ce voyage, elle changea sa destination, & envoya à l'isle de Sainte-Hélène. Un Astronome Anglois s'embarqua aussi pour aller aux Indes, à Bencolé ou Bencouly dans l'isle de Sumatra; mais les dangers de la navigation en temps de guerre, que cette fière nation croyoit ne pouvoir être que pour nous, déconcertèrent cette fois son projet, le vaisseau fut attaqué, désemparé de plusieurs agrès, & ne put arriver qu'au cap de Bonne-espérance.

L'Académie des Sciences de Stockholm, envoya des Astronomes en Laponie, & en divers endroits du nord de la Suède, avec de bons instrumens, le roi de Danemarck envoya à Drontheim en Norvège, & l'Académie de Pétersbourg dépêcha jusque sur les confins de la Tartarie & de la Chine, où l'empire de Russie se termine dans des forêts & des montagnes dont nous ne connoissons presque que les noms.

Il ne nous reste plus qu'à parler de l'usage & des conséquences qu'on doit tirer de ces observations, c'est-à-dire, de l'utilité qu'on se propose d'en tirer: nous avons dit en commençant que le passage de Vénus sur le Soleil, étoit de tous les phénomènes célestes, celui dont on devoit espérer la plus exacte détermination de la distance du Soleil à la Terre, presque toute l'Astronomie suppose cette distance connue. La grandeur des orbites de toutes les planètes, la théorie des éclipses, la connoissance des masses, des volumes, des densités, des diamètres de tous les corps célestes, tiennent à la parallaxe du Soleil, & par conséquent à l'observation dont il s'agit.

Une des plus belles découvertes que la connoissance de l'attraction ait procurée aux Astronomes, est celle des densités intérieures de toutes les Planètes; nous savons, par exemple, que

que les densités ou les pesanteurs spécifiques du Soleil & de Jupiter sont égales, tandis que Saturne, plus poreux & plus léger, a une densité beaucoup moindre, leur rapport est à peu près celui du bois avec l'eau; la Terre, au contraire, est plus dense que le Soleil, à peu près comme l'antimoine l'est plus que l'eau. Ces calculs dont l'objet semble placé si loin de la portée de nos recherches, nous font connoître les masses & les forces de toutes les Planètes, mais ils sont fondés sur la parallaxe du Soleil, c'est-à-dire, qu'ils dépendent de sa distance; on sait, par exemple, que la Terre a cent soixante-dix mille fois moins de matière, moins de force que le Soleil; mais c'est en supposant la parallaxe du Soleil de 10 secondes, comme on l'a cru jusqu'ici; si l'on diminueoit seulement de 2 secondes cette parallaxe, il faudroit diminuer la masse de la Terre d'une moitié toute entière. A quelles erreurs n'aurions-nous pas été exposés, en calculant les dérangemens des Planètes, & leurs attractions réciproques, sans cette méthode exacte pour trouver la vraie distance du Soleil, que fournissoit le moment du passage de Vénus? Que ne devoit-on pas entreprendre à la vûe d'un évènement si rare dont les avantages négligés une fois, ne pouvoient plus être compensés ni par les efforts du génie, ni par la constance des travaux, ni par la magnificence des plus grands Rois?

Après avoir écrit l'histoire du passage de Vénus, on exigera sans doute que nous fassions sentir d'une manière simple & dégagée de tout calcul, quelle étoit la nécessité d'avoir des Observateurs si éloignés, & de quelle manière leurs observations nous conduisent à connoître la distance du Soleil: voici donc en peu de mots la marche qui conduit à cette utile détermination.

Lorsque Vénus passant entre le Soleil & la Terre, se trouve placée de façon qu'elle nous paroisse toucher exactement le bord du Soleil, le moment de ce contact des deux bords peut s'observer avec beaucoup plus de précision, & environ trente fois plus exactement qu'aucune distance & qu'aucune autre position de Vénus dans le ciel.

Au moment où le filet de lumière qui séparoit les deux

Hist. 1757.

N

bords vient à disparaître, on est assuré du contact, & l'on ne peut guère s'y tromper de 2 secondes, si toutes les circonstances sont favorables & toutes les précautions bien prises. Tel est donc l'avantage unique de cette circonstance, c'est qu'alors on observe avec la précision de la dixième partie d'une seconde de degré, une distance sur laquelle on pourroit dans tout autre cas se tromper de plusieurs secondes.

Lorsqu'un Observateur voit à Paris le bord de Vénus répondre exactement sur le bord du Soleil, & le toucher, celui qui est placé dans une autre partie du monde, y aperçoit nécessairement un petit intervalle, parce que le Soleil étant plus éloigné de nous, & par-delà Vénus de plus de dix millions de lieues, le rayon qui passe par les deux bords des planètes, & qui passe aussi à Paris dans le moment où les deux bords y paroissent se toucher, ne passe point dans les autres parties du monde. Nous remarquons fort souvent dans les campagnes, qu'une tour semble en toucher une autre qui est beaucoup au-delà, si nous sommes situés dans leur alignement; mais pour peu qu'on s'écarte à droite ou à gauche, on commence à les voir séparées l'une de l'autre: cet effet, qui se nomme *la parallaxe*, a lieu également dans le ciel; & comme il est d'autant plus considérable que l'un des objets est plus près de nous, une parallaxe plus ou moins sensible, toutes choses d'ailleurs égales, est très-propre à nous faire juger de la distance de l'objet qui l'éprouve.

Ainsi la seule opération qu'on ait à faire pour connoître l'éloignement de Vénus, est de chercher combien Vénus a paru être encore distante du bord du Soleil pour les pays lointains, dans le moment où elle le touchoit exactement, vûe de Paris; ou, ce qui revient encore au même, il suffit de savoir combien de temps il s'est écoulé entre le moment où ce contact est arrivé à Paris, & le moment où il a paru dans un pays très-éloigné, mais dont la distance est connue. La différence de temps a dû être de près de 17 minutes, comme nous l'avons dit plus haut, entre deux points antipodes ou diamétralement opposés, l'isle de Pâques dans la mer du Sud, & la Mecque

en Arabie. Si au lieu de 17 minutes que nous trouvons d'intervalle, en supposant la parallaxe du Soleil de 10 secondes, on trouvoit, par observation, qu'il n'y a eu que 13 minutes, ce seroit une preuve que la parallaxe du Soleil n'est pas de 10 secondes, mais seulement de 8 secondes; car 17 est à 10 comme 13 est à 8, à peu près: la parallaxe devenant plus petite, la distance se trouveroit plus grande, & celle de toutes les autres Planètes à proportion.

Nous disons que les distances de toutes les autres Planètes dépendent de celles du Soleil, parce qu'en effet nous connoissons très-bien les rapports que conservent entr'elles ces distances; nous savons que Saturne est dix fois plus éloigné du Soleil que la Terre, c'est-à-dire que, quand nous connoîtrons la distance du Soleil à la Terre, nous connoîtrons aussi celle de Saturne au Soleil, en décuplant la première. Nous avons de même toutes les autres distances sur une semblable échelle; mais il nous manquoit la grandeur absolue de cette échelle, c'est-à-dire sa mesure en lieues ou en toises; on la connoît à un cinquième près; le passage de Vénus sur le Soleil, observé avec précision & dans des circonstances favorables, doit la donner à un centième, c'est-à-dire que nous devons connoître la distance du Soleil, sans nous tromper de trois cents mille lieues sur trente millions, comme nous avons celle de la Lune à cinquante lieues près sur quatre-vingt-dix mille, qui est sa distance moyenne à la Terre. *

* *Mém. de
l'Acad. 1752.*

DU

PASSAGE DE VÉNUS SUR LE SOLEIL,

Qui s'observera en 1769.

LES questions qu'on avoit agitées long-temps dans l'Académie au sujet du passage de Vénus, prédit pour 1761, avoient donné occasion de parler plusieurs fois de celui de 1769. M. Halley l'avoit annoncé, sans en spécifier les circonstances; il ne suffisoit pas d'ailleurs de savoir à quelle

N ij

100 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
heure arriveroit ce passage de 1769; il falloit calculer l'effet des parallaxes pour les différens points de la Terre, & trouver ainsi le degré d'avantage qu'on pourroit obtenir ce jour-là pour la détermination de la parallaxe du Soleil, dans les pays où il est possible d'observer.

M. de la Lande se chargea de ce travail, & promit de mettre dans peu de temps sous les yeux de l'Académie, toutes les circonstances & tous les détails du passage de 1769 pour tous les pays du monde; enfin de construire une mappemonde semblable à celle dont nous avons parlé ci-devant, que M. de l'Isle avoit publiée pour 1761. Les Astronomes ayant peu écrit sur cette matière, & M. de l'Isle lui-même n'ayant pas indiqué la route par laquelle il étoit parvenu à construire sa mappemonde, il s'agissoit d'abord de se former une méthode astronomique pour ce nouveau genre d'opérations.

M. de la Lande sentit bien qu'il ne s'agissoit pas de calculer séparément pour une multitude de lieux particuliers les circonstances du passage; ces détails immenses n'auroient pû s'exécuter assez tôt pour l'objet que l'on se proposoit; il falloit une adresse de calcul ou une manière générale de considérer le globe terrestre, qui pût déterminer à la fois un grand nombre de points, sans exiger, pour chacun, des calculs séparés. Il parvint en effet à trouver l'un & l'autre; il rendit compte dans son Mémoire, soit de ses méthodes, soit de ses résultats.

Si l'on considère le cône de lumière qui est formé par des rayons partis du centre du Soleil & qui environnent la Terre, on verra que la projection ou la section de ce cône, sur un plan perpendiculaire à l'écliptique, & passant par Vénus, qui paroît sous un angle de 22 secondes, peut représenter le globe de la Terre au milieu du disque solaire, & l'on trace sur cette projection le parallèle décrit par chaque pays de la Terre; ce parallèle y paroît sous la forme d'une ellipse.

L'orbite de Vénus étant aussi tracée sur la même figure, on marque avec un seul trait de compas sur le petit cercle qui représente le globe de la Terre, tous les pays qui doivent voir à un même instant l'entrée de Vénus sur le Soleil; il n'est plus

question que de calculer par la Trigonométrie trois points de ce cercle, pour être en état de le tracer sur un globe terrestre, & de voir tous ensemble les pays qui ont un égal avantage pour cette observation.

Le diamètre du cercle de projection, que nous avons supposé de 22 secondes, n'est connu qu'hypotétiquement, parce qu'il dépend de la parallaxe du Soleil que l'on cherche; aussi M. de la Lande, pour traiter cette question rigoureusement & d'une manière géométrique, donne d'abord à ce cercle une expression indéterminée, & exprime, sans le secours des nombres, toutes les quantités que l'on peut desirer de connoître; il a même conduit cette forme algébrique jusqu'aux derniers résultats; mais comme ce langage auroit pû ne paroître au commun des Lecteurs qu'une bizarrerie, il a supposé ensuite la parallaxe de 10 secondes, pour pouvoir donner en temps les effets de la parallaxe en différens pays du monde.

Il trouve, par exemple, que dans cette supposition de la parallaxe du Soleil, on verra l'entrée de Vénus sur le Soleil 15 minutes plus tôt en Allemagne que dans la mer du Sud, vers les terres australes, & la sortie 15 minutes plus tard en Arabie que dans les isles de la mer du sud, dont nous avons parlé à l'occasion du Mémoire de M. de Chabert; quand nous disons 15 minutes, il faut entendre que nous mettons à part la différence des méridiens ou des longitudes de ces différens lieux; cette différence fait que l'on compte dix à douze heures de plus dans les uns que dans les autres à un seul & même instant; mais il ne s'agit pas ici d'une simple différence dans la manière de compter, il y a de plus une différence réelle de 16 minutes entre les momens où paroîtra se faire le contact des deux bords de Vénus & du Soleil.

Après avoir indiqué la manière de calculer les cercles qui doivent marquer sur le globe les temps où chaque pays observera l'entrée & la sortie de Vénus, M. de la Lande donne une méthode beaucoup plus expéditive & plus prompte de trouver tous ces cercles; cette méthode est si abrégée, qu'elle réduit à quelques traits de compas l'opération qui

102 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
sembloit être une des plus difficiles & des plus longues de toute l'Astronomie.

Supposons que la figure dont on s'est servi pour la projection soit un cercle d'un rayon égal à celui du globe terrestre, sur lequel on veut marquer les nombres qui conviennent à chaque pays, & il suffit que ce soit un globe de 6 pouces de diamètre, on partage le diamètre du cercle de projection en quinze parties égales, par quatorze lignes parallèles, ces lignes marquent le nombre de degrés qu'il faut prendre avec un compas & porter sur le globe pour décrire le cercle de tous les pays qui répondent à chaque minute de temps.

Le globe terrestre étant monté sur son pied, & son pôle boréal élevé de 22 degrés, qui est la déclinaison du Soleil pour ce jour-là du côté du nord; si l'on tourne ce globe de manière que Paris soit éloigné du méridien de 7^h 20' du côté de l'Orient, ou, ce qui revient au même, si l'on met sous le méridien les pays qui ont 270 degrés de longitude, on pourra l'arrêter dans cette situation, & considérer tous les pays du monde où le Soleil sera levé, & tous ceux qui seront dans les ténèbres. Puisque c'est à 7^h 20' qu'arrivera l'entrée du premier bord de Vénus sur le Soleil, suivant le calcul de M. de la Lande; les pays placés au dessus de l'horizon seront les seuls qui pourront voir l'entrée de Vénus ou le commencement du passage.

On pourroit donc tracer sur le globe arrêté dans cette position, un cercle qui marqueroit du côté de l'Orient tous les pays où l'entrée paroîtra au coucher du Soleil, & du côté de l'Occident ceux où elle paroîtra au temps du Soleil levant. Ces deux demi-cercles que M. de la Lande a tracés sur sa mappemonde, forment le *cercle d'illumination* pour le moment de l'entrée: ce cercle passé dans la partie orientale de la France & dans la mer Baltique; il traverse le nord de la Sibérie, de là il s'étend en Asie jusqu'à la terre d'Yéço, entre dans la mer du Sud près des isles Mariannes, va rejoindre l'Amérique méridionale vers le détroit de le Maire, l'Afrique vis-à-vis du Cap-vert, & enfin la France d'où nous étions partis.

Pour faire sur la sortie de Vénus une semblable opération, il faut placer de même le globe à $13^h 44'$, qui est le temps de la sortie, c'est-à-dire, éloigner Paris du méridien de la valeur de $13^h 44'$, ou mettre sous le méridien les pays qui ont 174 degrés de longitude; car sous la longitude de 174 degrés, on compte midi lorsqu'il est à Paris $13^h 44'$, ou $1^h 44'$ du matin.

Le globe étant arrêté dans cette position, on considérera tous les pays de la Terre qui sont dans l'horizon, & on tracera, si l'on veut, un cercle qui en fasse tout le tour, il passera sur la baie d'Hudson, ensuite dans le Mexique, & dans la mer du Sud, & du côté de l'occident, il traversera la Norvège, la Turquie, la Perse & l'Arabie; la partie de ce cercle qui est à l'orient, désigne les pays qui se couchent, & qui verront la sortie de Vénus au coucher du Soleil, la partie occidentale marque les pays qui se lèvent, & qui commençant à voir paroître le Soleil, verront Vénus le quitter.

Ces pays qui se lèvent à $13^h 44'$, la Norvège, la Mer noire, le golfe Persique, les isles Maldives, ou plutôt ceux qui étant un peu plus occidentaux ne sont pas encore levés, tels que la Grèce, la Mer rouge, l'isle de France, étoient déjà couchés à $7^h 20'$, car dans l'espace de $6^h 24'$, il n'y a que des pays très-septentrionaux qui puissent parcourir leur arc nocturne, c'est-à-dire, n'avoir que $6^h 24'$ de nuit; ainsi tous ces pays ne verront rien du passage de Vénus, & il en est de même de ceux qui sont encore plus à l'occident, c'est-à-dire, toute l'Afrique, jusqu'à la rencontre du cercle d'illumination qu'on avoit tracé pour le moment de l'entrée, qui passe près du Cap-verd, traverse une portion de l'Afrique par le royaume d'Alger, & qui désignoit l'entrée au coucher du Soleil.

La portion commune aux deux cercles d'illumination est aisée à reconnoître, après qu'on a décrit les deux cercles dont nous venons de parler, la plus grande partie de l'Amérique septentrionale & de la mer du Sud est dans ce cas-là, & l'on y verra l'entrée & la sortie de Vénus.

En effet si l'on a un globe sous les yeux, & qu'on se tienne

dans la position que nous avons indiquée pour $7^h 20'$, on verra que toute l'Amérique est au-dessus de l'horizon; mais 6 heures $24'$ plus tard faisant tourner le globe de 15^d par heure, c'est-à-dire en tout de 96 degrés du côté de l'Orient, comme tourne la Terre, on verra se coucher toute la partie orientale de l'Amérique, & il ne restera sur l'horizon que la partie occidentale, le Mexique, la baie de Baffins, une portion de la Louisiane; de tous les pays qui étoient levés six heures auparavant, il n'y aura donc que ces derniers qui ayant vû l'entrée, verront encore la sortie, ce sont ceux que M. de l'Isle avoit fait enluminer en rouge dans sa carte du passage de 1761.

C'est ainsi qu'on trace sur le globe les deux cercles d'illumination; à l'égard des autres cercles que M. de la Lande appelle cercles d'entrée & de sortie, nous avons tâché de donner plus haut une idée de la manière de les tracer, au moyen de leurs quatre poles, dont l'un tombe en Bohême, & l'autre en Arabie, au-dessous de Mascate & du détroit d'Ormuz; & dans les points opposés, nous avons dit qu'on divisoit le diamètre d'un cercle pris de même grandeur que le globe en quinze parties égales, en supposant 15 minutes de différence pour l'entrée & pour la sortie, entre deux points diamétralement opposés. Les cordes tirées par ces points de divisions, interceptent des arcs de $11^d 30'$, $36^d 52'$, $53^d 8'$, $78^d 30'$, si l'on se contente de prendre des intervalles d'une minute & demie, au lieu de les prendre de minutes en minutes: on prend donc sur le globe, avec le compas, un arc de $36^d 52'$, & partant de Mascate en Arabie comme centre, ou plus tôt comme pôle du cercle, on décrit ce cercle sur le globe; on voit que ce cercle passe à Sumatra dans les Indes, à la Chine, en Norvège, qu'il coupe l'équateur à 25 degrés de longitude vis-à-vis de la côte de Guinée; tous les pays situés sur cette grande circonférence verront la sortie de Vénus 3 minutes plus tôt que Mascate, c'est-à-dire, à $13^h 48'$ comptées sur le méridien de Paris.

Il seroit inutile de marquer la circonférence entière de ces cercles d'entrée, il faut évidemment les borner aux pays où le Soleil

Soleil sera levé dans ce moment là, c'est-à-dire, qu'on doit les terminer aux cercles d'illumination dont nous avons parlé ci-dessus, ainsi le cercle de $13^{\text{h}} 48'$ est coupé, soit dans la mer glaciale au-dessus de la Norvège, soit dans la mer des Indes vers les terres australes par la ligne marquée ainsi, *Sortie au lever du Soleil*. Il eût été inutile de le prolonger sur l'Afrique à l'occident de cette ligne, puisque ces pays n'étant pas encore levés, ne verront point cette phase.

Nous avons cru devoir une explication un peu détaillée de cette opération pour que chacun puisse l'exécuter avec plus de détail que M. de la Lande n'a pu en mettre dans son Mémoire; comme les opérations graphiques sont à la portée de tout le monde, il suffit d'en bien entendre le procédé, pour les pratiquer & les étendre à volonté.

Les conséquences que M. de la Lande a tirées de son travail sur le passage de 1769, sont très-favorables à l'Astronomie, il trouve qu'à Pétersbourg l'entrée de Vénus arrivera 7 minutes plus tôt que pour le centre de la Terre, & la sortie 5 minutes plus tard, en sorte que la durée y sera augmentée de 12 minutes.

D'un autre côté à Mexico, capitale des établissemens de l'Espagne dans l'Amérique septentrionale, la sortie arrivera 6 minutes plus tôt qu'elle ne paroîtroit vûe du centre de la Terre; l'entrée arrivera au même instant, & ne sera aucunement affectée de la parallaxe, ainsi la durée du passage à Mexico sera plus petite de 6 minutes que la durée vûe du centre de la Terre, & plus courte de 18 minutes que la durée observée en Russie; on ne sauroit guère trouver une plus grande différence pour l'effet de la parallaxe, ni une occasion plus favorable de la déterminer: il est probable que les Espagnols se distingueront alors, & feront quelque chose pour le bien de l'Astronomie; quant à l'Académie impériale de Pétersbourg, on a éprouvé son zèle pour l'observation de 1761, de manière à nous faire attendre pour 1769 tout ce que l'Astronomie peut désirer. Il est vrai que ce ne sera pas assez d'observer à Pétersbourg, on courroit risque de voir Vénus trop près de l'horizon, & ces observations ne seroient pas assez sûres, mais deux ou trois degrés

au nord de cette capitale, suffiront pour obtenir tout ce que l'on souhaite. Le roi de Danemarck qui a signalé de même son goût pour les Sciences, en envoyant des Astronomes en Norvège pour le passage de 1761, sera à portée de nous procurer le même avantage que la Russie, s'il se trouve dans ses États des Observateurs assez bien exercés, & munis d'assez bons instrumens pour faire cette grande observation avec une précision suffisante.

Nous venons de voir pour la durée du passage de 1769, de quelle manière on parviendra à saisir la différence la plus sensible: voyons aussi ce qu'il faudroit faire, supposé que l'on voulût se procurer encore un pareil avantage tant sur l'entrée que sur la sortie. A l'égard de l'entrée, nous aurons en Europe presque toute la France, l'Allemagne, l'Espagne & l'Italie qui serviront de terme de comparaison, mais il faudroit chercher le terme opposé dans les isles de la mer du Sud, vers 220 degrés de longitude, & 40 degrés de latitude sud: dans cet endroit de la mer Pacifique, il y a une étendue de pays de plus de huit cents lieues où l'on ne connoît absolument rien, pas le plus léger vestige d'isles ni de continens; ce seroit peut-être une occasion de rappeler l'attention des Souverains vers cette partie de la Géographie.

A l'égard de la sortie, on trouve d'un côté la Perse, l'Arabie & les Indes, où l'entrée sera retardée de 7 minutes & demie; de l'autre les isles de la mer du Sud où elle sera accélérée d'autant, en sorte qu'on trouvera 15 minutes de différence entre l'Inde & la mer du Sud. Il sera aisé à l'Angleterre & à la France d'envoyer des Observateurs dans les Indes où le Commerce entretient une correspondance perpétuelle; mais il reste toujours à désirer que l'on veuille tourner ses vûes du côté de la mer du Sud. Les isles vûes par Quirros, & dont il fait l'éloge le plus pompeux dans la relation de son voyage, remplissent à peu de chose près tout ce que l'on auroit à désirer de ce côté-là, tant pour l'entrée que pour la sortie, & l'Académie ne sauroit inviter d'une manière trop pressante les Puissances maritimes & commerçantes à faire dans ces mers

quelques tentatives en faveur de l'Astronomie & de la Géographie; le Commerce ne pourroit manquer d'y trouver aussi des avantages.

En parlant du passage de 1761, qu'il auroit été à souhaiter de pouvoir observer aussi dans la mer Pacifique, nous avons rapporté, d'après M. de Chabert, ce que disoit le Général Alvaro Bendaño de Neyra, qui en 1595 découvrit quatre isles abondantes, agréables & peuplées par des hommes affables: on trouve dans l'Ouvrage que M. le Président de Brosses a publié sur les Terres australes, un grand nombre de faits aussi intéressans & aussi propres à ranimer les expériences des Navigateurs, des Compagnies commerçantes & des Rois protecteurs du Commerce, de la Navigation & de la Physique.

Le Mémoire de M. de la Lande contient encore plusieurs réflexions utiles pour prouver que le contact intérieur des bords du Soleil & de Vénus peut s'observer à 2 ou 3 secondes près. Cette question avoit été agitée dans l'Académie, & il y avoit de part & d'autre des autorités respectables; M. Hailey, en annonçant le passage de Vénus, avoit été d'avis qu'on ne pouvoit se tromper d'une seconde dans cette observation. M. l'abbé de la Caille dans l'avertissement qu'il publia en 1750, avant son départ pour le cap de Bonne-espérance, faisoit entrevoir la possibilité d'une erreur vingt fois plus grande; il est vrai que dans cet avertissement M. l'abbé de la Caille avoit en vû d'animer les autres Astronomes à faire pendant son séjour au Cap, de concert avec lui, toutes les observations de Mars & de Vénus qui devoient servir à déterminer la parallaxe du Soleil; il étoit naturel alors de ne pas exagérer les avantages de l'observation du passage de Vénus pour cette recherche, M. de la Caille étoit louable d'en peindre au contraire les difficultés & les risques, pour que les Astronomes n'attendissent pas avec une aveugle confiance l'année 1761 pour des recherches que l'on pouvoit entreprendre dès-lors avec quelque avantage.

Dans cette idée, M. l'abbé de la Caille faisoit remarquer sur les passages de Mercure sur le Soleil, observés jusqu'alors, combien on avoit vû les Astronomes différer entre eux pour

l'instant d'une même observation: c'étoit leur montrer que les circonstances n'étoient pas toujours assez favorables pour que chacun pût s'assurer de son observation avec la précision de 2 ou 3 secondes; mais la question étoit de savoir si en prenant toutes les précautions possibles, en se servant de lunettes de même longueur, de verres également noircis; si étant à l'abri du vent & dans une situation commode, si en y apportant enfin les organes les mieux préparés & la plus forte attention, on pouvoit encore se tromper de 12 ou 15 secondes. C'étoit l'avis pour lequel certains Astronomes paroissent incliner, & que M. de la Lande réfute dans son Mémoire, (p. 248) quoiqu'avec la modération & les égards nécessaires: il étoit convaincu, soit par sa propre expérience dans le passage de Mercure qu'il avoit observé en 1753, soit par la comparaison de plusieurs autres observations choisies, qu'avec de grandes précautions il ne devoit pas y avoir 2 ou 3 secondes d'erreur à craindre, & que l'observation en elle-même étoit susceptible de la précision d'une seconde, comme M. Halley l'avoit pensé.

SUR LA COMÈTE

Observée dans les mois de Septembre & d'Octobre 1757.

V. les Mém.
P. 97.

LA célèbre Comète de 1682, dont le retour étoit annoncé pour 1757 ou 1758, a donné lieu à la découverte de plusieurs autres Comètes que l'on ne cherchoit pas. On ne fait pas précisément quel a été le premier qui aperçut celle du mois de Septembre 1757, & qui en donna connoissance: quoi qu'il en soit, les nouvelles publiques l'ayant fait connoître en Allemagne, & de-là en Hollande, M. Klinkenberg, Astronome de la Haie, & Correspondant de l'Académie, fut le premier qui l'observa exactement, & détermina sa position le 16 Septembre au matin; elle étoit alors au dessus de la constellation des Gemeaux, un peu plus occidentale que les deux belles étoiles appelées *Castor & Pollux*, & sur leur parallèle; bien-tôt elle fut observée aussi par d'autres Astronomes, M.