

M É M O I R E
SUR LE FLUX ET LE REFLUX DE LA MER,
ET SPÉCIALEMENT
SUR LES MARÉES DES ÉQUINOXES.

Par M. DE LA LANDE.

LA connoissance des Marées, de leur cause, de leurs périodes & de leurs variations, est un des avantages que l'on a retirés de la découverte de l'attraction universelle; mais on n'a pas encore déduit de ce principe toutes les conséquences qu'il renferme, & il semble qu'on en ait tiré des conséquences qu'il ne renfermoit pas; sur-tout par rapport aux marées des Équinoxes. C'est l'objet de ce Mémoire, dans lequel j'examine si les marées des Équinoxes sont toujours les plus fortes, comme on le croit communément; quelle est la cause qui a pu accréditer cette opinion & la faire regarder comme un principe d'expérience, & même comme une conséquence de la théorie.

14 Novemb.
1772.

Pour donner une idée simple de cette question, je considérerai le fait principal à la manière de Newton, Bernoulli, Mac-Laurin & Euler, qui ont le plus approfondi cette matière en 1741. Je suppose que l'attraction de la Lune change la couche aqueuse dont la Terre est presque environnée, en un sphéroïde elliptique alongé vers la Lune; Newton n'avoit pas démontré que cette figure étoit elliptique, c'est Mac-Laurin qui en a donné le premier une démonstration rigoureuse: j'ai rendu toute cette théorie très-élémentaire & très-simple dans le troisième volume de mon *Astronomie*, édition de 1771.

Le Soleil & la Lune en conjonction attirent les eaux de l'Océan dans l'endroit où ils répondent perpendiculairement, plus qu'ils n'attirent le centre de la Terre, parce que les eaux en sont plus près de $143\frac{1}{2}$ lieues; au contraire les deux astres

Mém. 1772.

P p

298 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

attirent les eaux qui leur sont directement opposées, moins qu'ils n'attirent le centre qui en est plus voisin : ainsi les eaux supérieures s'approchent de la Lune & du Soleil plus que la Terre ; les eaux inférieures moins que la Terre. Ces deux raisons contraires produisent le même effet, puisque les eaux s'éloignent également du centre de la Terre, soit qu'elles soient forcées de se rapprocher du centre de la Lune, soit que la Terre les fuie, pour ainsi dire, en cédant plus que les eaux à l'attraction de la Lune.

C'est ainsi que la masse des eaux de la mer, qui recouvre le noyau terrestre, est transformée en un ovale ou sphéroïde elliptique allongé ; le grand axe a environ deux pieds de plus que le petit diamètre, suivant les nouvelles observations que j'ai reçues de la mer du Sud où les marées sont les plus libres. Ce grand axe est dirigé vers la Lune, sur-tout au temps de la conjonction avec le Soleil, ou du moins dirigé vers un point qui est toujours à-peu-près à la même distance de la Lune : nous ferons ici abstraction de cette différence pour simplifier la question qui fait l'objet de ce Mémoire.

J'observerai seulement que d'après cette hypothèse, l'on trouve facilement la hauteur de la Marée pour un lieu & une heure quelconques, par les Tables des hauteurs du Soleil, qui sont utiles d'ailleurs aux Astronomes.

Cela m'a déterminé à en faire calculer pour différentes latitudes, dans la forme de celles que j'ai publiées pour Paris dans la Connoissance des Temps de 1762.

J'en ai déjà pour la latitude de Londres & pour celles de Pétersbourg & d'Uranibourg. M.^{rs} Trebuchet & Mougin ont bien voulu s'en occuper ; M. Lévêque, Hydrographe du Roi à Nantes, & plusieurs autres Amateurs de l'Astronomie, m'ont offert leurs secours pour de semblables calculs : avec ces Tables on trouvera, sans peine, l'état de la Marée pour un jour & pour une heure quelconques, ayant égard à toutes les circonstances, la durée de l'assèchement dans un port d'une hauteur quelconque, & tout ce qui dépend de la marée.

Cette hypothèse, lorsqu'on y applique le calcul, répond

assez bien aux phénomènes généraux des Marées, du moins quant aux rapports, aux intervalles & aux variations des temps & des hauteurs: je m'en suis assuré en calculant tout à la rigueur, sur-tout à l'occasion d'un procès important où l'Académie avoit été consultée, & où il s'agissoit de la nullité de plusieurs procès-verbaux faits dans un Siège d'amirauté.

A l'égard de la quantité absolue de la hauteur de la marée, elle dépend uniquement de la situation des côtes; je ne fais sur quoi se fondeoit M. Bernoulli, en estimant que les marées naturelles & primitives de la mer du Sud devoient être de 8 pieds: elles ne passent pas 1 pied dans le milieu de la grande mer Pacifique, suivant l'observation que M.^{rs} Banks & Solander m'ont communiquée; 3 pieds dans le milieu de la mer du Nord & dans la mer des Indes, suivant M. le Gentil; & 5 pieds à Rodrigues: elles vont jusqu'à 46 pieds à Saint-Malo, mais c'est l'endroit de la Terre où les plus grandes marées ont été observées jusqu'à présent.

Le sommet du sphéroïde aqueux dirigé vers la Lune, la suit dans le mouvement diurne, & va successivement inonder tous les pays qui sont autour de la Terre, sous le parallèle diurne que la Lune décrit.

Quand les deux astres sont dans l'Équateur, la marée y est aussi plus grande, puisque le sommet du sphéroïde parcourt tous les pays qui sont situés sous la Ligne équinoxiale; mais les pays situés sous le Tropique doivent avoir moins d'eau que si la Lune étoit à leur zénit, puisqu'ils sont à 23 degrés du sommet du sphéroïde. Il en est de même à proportion pour tous les pays situés dans les Zones tempérées; la marée supérieure, suivant cette théorie, doit y être plus grande quand la Lune est dans le Tropique voisin, que quand elle est dans l'Équateur, & plus grande par conséquent dans le Solstice que dans l'Équinoxe: ainsi la théorie qui est d'ailleurs très-d'accord avec les phénomènes observés, semble être ici dans une espèce de contradiction, avec la persuasion où l'on est sur nos côtes, que les marées de l'Équinoxe sont toujours les plus grandes.

Newton a été
mal compris.

Feu M. Cassini (*Mém. Acad. 1713, page 273*) dit que suivant M. Newton, l'effet du Soleil & de la Lune dépend de leur déclinaison; que le Soleil & la Lune en s'éloignant de l'équateur vers les pôles, perdent peu-à-peu de leur effort & causent des marées plus petites dans les syzygies des solstices que dans celles des équinoxes, mais plus grandes dans les quadratures des solstices. Cette manière d'expliquer Newton n'est pas conforme à la théorie; il dit seulement (*Prop. 37, liv. III, tome III, page 541*) que la force de la Lune pour élever les eaux de la mer sous l'équateur, diminue dans les quadratures, parce que si le Soleil n'a point de déclinaison, la Lune, à 18 degrés & demi des quadratures, a environ 22^d 13' de déclinaison; ainsi la force réduite au plan de l'équateur, diminue comme le carré du cosinus de la déclinaison; mais cela est vrai seulement pour un lieu situé sous l'équateur: quand on passe à des latitudes australes ou boréales, la marée doit augmenter si la Lune & le Soleil approchent du zénit.

Tel seroit certainement l'état des choses si la Terre étoit entièrement recouverte par les eaux, sans aucune interruption de continens & de terres, & sans aucune impulsion étrangère; dans cet état les marées des équinoxes ne seroient point les plus grandes; mais les eaux resserrées entre l'Afrique & l'Amérique, & agitées par des vents très-variables sur les côtes d'Europe, doivent suivre des directions différentes. Voyons donc ce que l'observation peut nous apprendre à cet égard.

Strabon, le plus ancien Auteur qui ait parlé des marées d'une manière exacte, nous donne la plus ancienne observation qu'on ait jamais faite à cet égard, & la première preuve contre le système des grandes marées des équinoxes. Après avoir dit, d'après Possidonius, que les grandes marées des nouvelles & des pleines Lunes ne sont pas les mêmes en tout temps, il ajoute: « on tient pour constant qu'aux environs du solstice d'été, les abaissemens & les élévations de la mer sont les plus forts. Possidonius conjecture que les marées diminuent ensuite jusqu'à l'équinoxe, & augmentent de nouveau jusqu'au

Solstice d'hiver... Séleucus s'étant trouvé à Cadix; dans le temple d'Hercule, au solstice d'été, remarqua une grande marée aux environs de la nouvelle Lune; les eaux du Bætis qui ordinairement couvroient à peine les rivages, se répandirent tellement que les Soldats se trouvèrent dans l'eau, quoiqu'à 700 stades ou 30 lieues de la mer; tous les endroits voisins de la mer, à 30 stades ou une lieue & demie de distance, étoient inondés, & l'on n'en distinguoit que les lieux plus élevés en forme d'îles; le sol du temple d'Hercule & le mole du port de Cadix furent couverts d'eau jusqu'à la hauteur de 10 coudées, qu'il mesura lui-même. (*Strabon, liv. III, page 174, édit. 1620.*)

Voilà les grandes marées des solstices, d'accord avec la théorie, & observées en Espagne il y a dix-huit cents ans.

M. Tosiño, Directeur de l'Académie de Marine à Cadix, m'écrivit à ce sujet que les marées des syzygies y montent de 12 pieds, excepté dans les grandes marées des équinoxes; & lorsque le vent est du troisième ou quatrième quart, à compter du nord, on ne sauroit distinguer par-là si c'est l'équinoxe ou le vent qui est la cause de ces grandes marées.

Wallis, dans son *Traité de Æstu Maris*, fait en 1666, (*Opusc. t. II, p. 741 & 746*) dit qu'après des observations de plusieurs années, il pense que ce n'est point vers les équinoxes, mais vers les commencemens de Février & de Novembre, du moins sur les côtes d'Angleterre, que les grandes marées s'observent.

L'Académie secondée par le Ministère, fit faire au commencement du siècle, un grand nombre d'observations sur les marées: je n'ai pu découvrir les registres originaux de ces observations faites à Brest & ailleurs, depuis 1710 jusqu'en 1716; je n'ai pu consulter que ce qui en est rapporté dans les Mémoires de l'Académie, & seulement à l'occasion des conséquences qu'on vouloit alors en tirer. C'est un défaut dont on ne revient point encore, malgré l'expérience qui ne cesse de nous le mettre sous les yeux; on publie des observations relatives à un but ou à une hypothèse, on y met les

circonstances dont on a envie de faire usage, ou qui intéressent l'objet qu'on se propose; on oublie quelquefois que des observations bien circonstanciées nous ont servi à tirer des conséquences opposées à celles qu'on avoit en vue en les publiant: c'est ce qui m'est arrivé; aussi ces observations, telles qu'elles sont dans les Mémoires de l'Académie & par extrait, ne m'ont pas été tout-à-fait inutiles.

On voit d'abord dans les Mémoires de 1710, que les marées de l'équinoxe ne furent point trouvées les plus grandes, & que les vives eaux dépendoient principalement de la nouvelle Lune & du périégée. On y trouve même cette remarque générale sur les marées qui sont près des équinoxes, tant dans les nouvelles que dans les pleines Lunes; qu'il s'en trouve quelques-unes qui sont hautes & d'autres qui sont basses, de sorte qu'on ne peut pas prendre pour règle générale, que les grandes marées arrivent au Havre-de-grâce dans les marées qui sont près des équinoxes (*Mém. 1710, page 369*).

Dans la plupart des autres observations, il ne me paroît pas que la règle des grandes marées aux équinoxes soit fort constante; car si le 17 Mars 1714, deux jours après la pleine Lune, il y eut à Brest 23 pieds 3 pouces & demi de marée, il n'y eut le 12 Avril 1713, que 17 pieds 3 pouces, & le 25 Avril, que 17 pieds 4 pouces (*Mém. 1714, p. 254*) la Lune étant vers les moyennes distances: cependant les marées qui suivent l'équinoxe devoient être plus grandes que celle du 17 Mars qui le précède, mais ici la proximité de la Lune à la Terre doit avoir produit cette inégalité, & je ne vois pas comment il resteroit un effet considérable qu'on pût attribuer à l'équinoxe.

Le 26 Février 1712, il y eut 22 pieds 5 pouces de marée, deux jours après la nouvelle Lune périégée; & à l'exception de la marée extraordinaire de 23 pieds 1 quart, observée le 17 Mars 1714, & qui est la plus grande qu'on ait vue à Brest, il n'y en a pas eu de plus forte; cependant il s'en falloit beaucoup que ce fût le temps de l'équinoxe.

Le 4 Octobre 1724, il y eut à Londres une marée prodigieuse, mais le 27 Février 1735, il y eut aussi une marée extraordinairement haute à Londres & à Ostende; ainsi la première ne doit pas être plus attribuée à l'équinoxe que la seconde.

Le 27 Novembre 1772, la marée a été si forte à Portsmouth, qu'on n'avoit jamais vu la mer si haute, & qu'une partie des fortifications de Blockhorse a été entraînée par l'impétuosité des vagues (*Gazette de France, page 462*). On a observé à Granville, le 23 & le 25 Février 1773, une des plus grandes marées dont on ait connoissance dans ce port; le vent de Sud-ouest étoit si violent, que la mer a renversé des ouvrages considérables qu'on avoit entrepris dans ce port.

Lorsqu'on eut à Brest, le 17 Mars 1714, 23 pieds 3 pouces $\frac{1}{2}$ de marée, la Lune étoit à la vérité périgée & en opposition, mais on ne nous a rien transmis sur les circonstances particulières de cette observation, il faut bien qu'elles y aient influé, puisque le périgée de la Lune n'a pas suffi, dans d'autres équinoxes, comme le 23 Septembre 1714, pour produire une si grande élévation: d'ailleurs j'observe que ce fut moins l'élévation qui fut extraordinaire le 17 Mars 1714, que la descente de 3 pieds 6 pouces; car le 13 Octobre 1711 & le 6 Août 1713, la mer avoit monté presque aussi haut sur l'échelle; mais elle n'étoit descendue qu'à un pied 10 pouces; ce qui marque quelque secousse violente pour le 17 Mars 1714.

Le 7 Août 1713, la hauteur absolue de l'eau, sur l'échelle du port de Brest, surpassa même d'un pied celle du 17 Mars 1714; c'étoit le lendemain d'une pleine Lune périgée: & le 23 Septembre 1714, quoique dans une pleine Lune périgée équinoxiale, la marée eut cependant 2 pieds 4 pouces de moins que le 17 Mars.

On voit au contraire que le 30 Décembre 1712, dans la nouvelle Lune périgée, il y avoit 20 pieds 10 pouces de marée, à peu-près comme le 14 Septembre précédent; en

forte que le solstice & l'équinoxe donnoient la même hauteur, quoique la distance de la Lune à la Terre dans cet équinoxe, ne fût pas de beaucoup plus grande que dans le solstice; ainsi les observations même qui sont rapportées dans nos Mémoires, ne s'accordent pas à prouver que les grandes marées soient celles des équinoxes.

M. de Fourcroy, Ingénieur en chef à Calais, & l'un des Correspondans les plus utiles de l'Académie, s'est occupé spécialement des marées dans le port de Calais & dans les environs; il m'a envoyé les Journaux d'observations qu'il a fait faire & j'en placerai une partie à la fin de ce Mémoire: elles seront précieuses en ce qu'elles sont les seules, jusqu'à présent, où l'on ait marqué les circonstances du vent. Je desirerois beaucoup que cet exemple pût être suivi à Brest ou dans quelqu'autre Port plus ouvert à la marée que n'est celui de Calais, & où l'on eût la basse mer ainsi que la haute mer.

M. de Fourcroy, à qui j'avois fait part de mes réflexions à ce sujet, m'écrivait le 27 Mai 1770. « Les hauteurs de la marée confirment journellement votre sentiment contre le préjugé des équinoxes; elles me paroissent démontrer que dans tous les mois également, c'est la concurrence seule de la périgée de la Lune avec la syzygie, qui donne les plus hautes marées, sur-tout quand les vents concourent encore à refouler les eaux vers le lieu des observations ».

Je vois en effet par la comparaison de ces observations de Calais, que toutes les marées extraordinaires de cette côte sont accompagnées des vents de Nord, de Nord-ouest ou Nord-nord-ouest; ces airs de vents doivent refouler sur Ostende, les eaux que cette large mer reçoit du flot. Dans tout autre Port, on a toujours un vent particulier qui en augmente les marées, & qui accumule les eaux sur le rivage, soit par une impulsion directe, soit par la réflexion des rivages opposés. C'est ainsi que les marées de Saint-Malo surpassent toutes celles des côtes de France, à cause de la réflexion que produisent les côtes d'Angleterre.

La pleine mer moyenne des syzygies, par un milieu entre deux cents soixante-cinq observations de M. de Fourcroy, est de 15 pieds 5 pouces sur l'échelle qui est à l'écluse de Calais; le point de 0 est environ de 3 pieds au-dessus du niveau probable de la basse mer moyenne des syzygies; on l'a estimé par des sondes, faites en 1730, à quelque distance de l'entrée du chenal; car dans les basses eaux l'écluse est à sec, & l'on ne peut plus y faire d'observations.

Au lieu de 15 pieds $\frac{1}{2}$ qui est la hauteur moyenne dans les syzygies, on a 17 pieds $\frac{1}{2}$ pour la pleine mer la plus haute des syzygies dans le périgée de la Lune; on l'a observée il est vrai jusqu'à 18 pieds 8 pouces, le 2 Janvier 1767; mais c'est la plus haute marée dont on se souvienne à la côte de Flandre, le vent étoit au Nord-nord-ouest, c'étoit deux jours après la conjonction, & la parallaxe étoit d'environ 61 minutes: on voit que cette grande marée n'est point arrivée au temps des équinoxes, mais au contraire peu après le solstice. Il en est de même de plusieurs marées extraordinaires; & en examinant le registre de ces observations, je trouve des marées de 16 pieds sur l'échelle, vers le solstice d'hiver, & de 15 pieds vers le solstice d'été, aussi-bien que dans les équinoxes, toutes les fois que le vent est au Nord ou au Nord-ouest.

A Dunkerque, sur l'échelle de l'écluse de Bergues, dont M. de Fourcroy a rassemblé les observations, l'élevation moyenne de la pleine mer en syzygie, est de 17 pieds 6 pouces, la plus grande 20 pieds 4 pouces, la moindre 15 pieds 9 pouces; la plus grande hauteur des mortes eaux 15 pieds 9 pouces, la plus basse 13 pieds 1 pouce, la moyenne 14 pieds 5 pouces. Or, la marée du 31 Décembre 1720, y monta jusqu'à 22 pieds 3 pouces; celle du 2 Décembre 1763, à 22 pieds; & celle du 2 Janvier 1767, à 22 pieds 6 pouces: de ces trois marées, les plus fortes dont on ait conservé le souvenir à Dunkerque, aucune n'approche des équinoxes, mais toutes sont vers le périgée de la Lune, dont j'ai fait remarquer l'influence constante sur les

marées, & probablement ont été augmentées par le vent.

En 1769, on observa avec plus de soin qu'à l'ordinaire, à ma sollicitation, les marées à Calais; le 8 Mars, jour de la nouvelle Lune, & les jours suivans, la plus grande hauteur de la mer, fut entre 14 pieds $\frac{1}{2}$ & 15 pieds $\frac{1}{4}$, la Lune étant périgée; en sorte qu'elle n'alla pas même au terme des marées moyennes des syzygies, qui est de 15 pieds 5 pouces; le vent étoit à l'Est, médiocre ou calme.

Le 23 Mars, lendemain de la pleine Lune, & le 24, quoique la Lune approchât de son périgée, la mer n'alla que jusqu'à 14 pieds 8 pouces, parce que le vent étoit Nord-ouest médiocre, & quoique la différence de l'apogée au périgée de la Lune soit par-tout très-forte & très-sensible, elle étoit totalement détruite par la différence des deux vents, quoique médiocres l'un & l'autre.

Le 6 Avril 1769, jour de la conjonction, & les jours suivans, la Lune étant périgée, la mer alla de 15 pieds 2 pouces à 15 pieds 10 pouces, le vent avoit été Nord-est $\frac{1}{4}$ Est fort le 8 Avril, mais ce vent n'étant pas favorable à la marée pour Calais, il n'y eut qu'une marée moyenne, quoique ce fût vers le temps de l'équinoxe.

Tels sont les résultats généraux des observations que j'ai examinées & discutées, voyons maintenant comment les Auteurs qui ont traité ce sujet se sont tirés de cette partie de la Théorie.

Il y a eu des Observateurs qui pour déterminer la grandeur de la marée, prenoient le milieu entre les deux hauteurs d'un même jour, c'est-à-dire, entre la marée supérieure & la marée inférieure. Par cette méthode, on trouveroit pour les solstices une hauteur moindre qu'elle n'est effectivement, parce que dans les solstices il y a, suivant la théorie, une grande marée quand la Lune, ou son point opposé, passe près du zénit, & une fort petite quand la Lune passe au méridien dans la partie inférieure.

Par exemple, au solstice d'été, si la Lune est en conjonction dans l'écliptique même, elle passe à $25^{\frac{1}{3}}$ du zénit de Brest,

ce qui doit donner une grande marée; mais douze heures après, la Lune passe au méridien $17^{\text{d}}\frac{2}{3}$ au-dessous de l'horizon, le sommet opposé du sphéroïde aqueux, est à $72^{\text{d}}\frac{1}{3}$ du zénit, ce qui doit faire une marée très-petite; elle se réduiroit même à rien, suivant la Théorie, si la Lune passoit au méridien dans l'horizon vers le Nord: comme cela arrive dans le Nord de l'Europe, vers 61 degrés de latitude, sur les côtes de Suède & de Russie.

Cependant quoiqu'il doive y avoir une grande marée & une petite dans le même jour, on observe en général, que les marées consécutives sont toujours moins inégales que ne l'indique la Théorie, où l'on n'a pas d'égard au mélange de deux marées, & moins que la cause ne l'exigeroit, parce que la grande marée augmente la plus petite, & celle-ci diminue la première; elles se suivent de trop près pour que la mer ait le temps de perdre sa situation naturelle, d'en changer deux fois le jour & de se prêter à toute l'élévation que devoit avoir la grande marée, que la suivante contrebalance en partie.

M. Bernoulli, persuadé que les plus grandes marées arrivoient en effet aux environs des équinoxes, comme on le dit vulgairement, & voulant expliquer ce phénomène, fut obligé d'avoir recours à deux suppositions qui ne sont point démontrées & qui paroîtront encore moins sûres, si la proposition qui les lui fit adopter, se trouve être plus que douteuse; la première supposition, c'est que les marées qui ont lieu sur nos côtes dépendent de la partie de l'Océan, comprise entre l'Afrique & l'Amérique, vers 35 degrés de latitude, d'où elles s'étendent & se propagent jusqu'aux côtes de France par communication & de proche en proche. La seconde supposition de M. Bernoulli, c'est que deux marées consécutives dont l'une doit être grande & l'autre petite, se combinent & s'affectent mutuellement, de manière que l'une étant augmentée & l'autre diminuée, c'est à peu-près le milieu entre les deux qu'on observe & qu'on éprouve sur nos côtes. (page 168 de l'édition de Newton des PP. Jacquier & le Seur) A l'aide de ces deux suppositions, M. Bernoulli

se tira de la difficulté que lui faisoient les marées des équinoxes & les déclinaisons de la Lune.

Il est constant que par la théorie de M. Bernoulli, la marée d'en haut doit être plus grande quand la Lune est plus élevée, que quand elle est dans l'équateur; mais aussi cette marée qui est plus grande, est suivie d'une autre qui est plus petite; le milieu entre ces deux marées consécutives, se trouve être plus petit, tant qu'on ne passe pas 45 degrés; mais il est plus fort à des latitudes plus avancées. Ainsi, pour trouver une hauteur plus considérable sur nos côtes, il falloit supposer que nos marées étoient moins l'effet d'une action immédiate de la Lune sur la mer qui baigne nos côtes, que le résultat des mouvemens imprimés à la masse d'eau qui avoisine davantage les tropiques, & où l'étendue de la mer est plus vaste, & se prête davantage à l'action lunaire; par-là on accordoit la théorie avec l'observation prétendue des grandes marées de l'équinoxe.

Mais M. Euler, qui travailloit dans le même temps à Pétersbourg sur le même objet, prit un parti bien différent pour sauver cette difficulté; il ne défera point du tout à la persuasion générale des grandes marées des équinoxes; car à la fin du quatrième chapitre de son *Traité sur cette partie*, il observe que si l'on prend le milieu entre les deux marées consécutives d'un même jour, dont l'une est plus grande & l'autre plus petite, on aura une hauteur moyenne plus petite quand la Lune décline que quand elle est dans l'équateur. Cela est vrai, du moins tant qu'on est à des latitudes terrestres qui ne sont pas extrêmement grandes. Mais c'est le contraire, ajoute M. Euler, vers le 60.^e degré de latitude; d'où il suit que dans les régions voisines des pôles, les plus grandes marées ne doivent pas arriver au temps des équinoxes, mais plutôt vers les solstices, en quoi la théorie est très-bien confirmée par l'expérience (page 283). J'ignore de quelles observations M. Euler prétendoit s'étayer; mais je vais tâcher d'y suppléer.

En calculant la hauteur méridienne de la Lune & de son point opposé, de la manière que je l'ai expliqué dans mon

Astronomie, on voit que le carré du sinus de la somme, plus le carré du sinus de la différence de la déclinaison & de la hauteur de l'équateur étant partagé en deux, forme la hauteur moyenne, tandis que le carré du sinus de la hauteur de l'équateur forme la hauteur de la marée dans les équinoxes. Or, si la hauteur de l'équateur est de 45 degrés, il est clair que la somme sera le complément de la différence, & qu'en ajoutant les carrés de leurs sinus, on aura toujours l'unité; ainsi, à 45 degrés de latitude, la hauteur moyenne est toujours la même, quelle que soit la déclinaison de la Lune; mais à 60 degrés de latitude, on trouve que quand la Lune a 23 degrés de déclinaison, la marée est plus grande d'un cinquième, que quand la Lune est dans l'équateur, elles sont dans le rapport de 31 à 25 environ; mais c'est en prenant le milieu entre les deux marées consécutives.

M. Euler, dans le sixième chapitre de sa Dissertation, essaie de faire entrer dans le calcul, l'inertie des eaux, ou cette propriété physique des fluides, qui est de ne pouvoir prendre en un instant la figure qui convient aux forces dont ils sont animés, & d'aller au-delà du mouvement qu'elles ont imprimé aux fluides.

Sans cette inertie, les eaux seroient toujours en équilibre avec les forces évaluées géométriquement; elles en suivroient tous les degrés & toutes les variations, & perdroient à l'instant tout le mouvement qu'elles auroient reçu dans les temps précédens, pour n'avoir que celui dont la cause agit dans l'instant donné. C'est cette supposition qu'on admet pour les marées, lorsqu'on suppose un sphéroïde alongé dont le grand axe, est toujours dirigé vers l'Astre qui attire, & en suit tous les mouvemens. Mais pour appliquer le résultat de ses calculs aux phénomènes de la marée, M. Euler propose de chercher par les observations, quelle est la latitude terrestre où les plus grandes marées répondent aux plus grandes déclinaisons? il suppose, dans un exemple, que c'est à 60 degrés, mais il donne une formule par laquelle on trouvera la déclinaison qui doit produire, à chaque latitude, la plus grande marée.

lorsqu'on aura déterminé, par observation, le coefficient qui dépend de l'inertie (*page 310*); en attendant, ajoute-t-il, nous ne déterminons rien à cet égard, mais nous attendrons qu'on ait fait avec soin des observations à ce sujet.

Dans le septième chapitre, M. Euler trouve que vers 50 degrés de latitude, la déclinaison de la Lune qui doit occasionner les plus grandes marées est de 16 degrés, suivant l'hypothèse la plus probable de l'inertie; ce qui s'accorde fort bien, ajoute-t-il, avec les observations faites sur les côtes septentrionales de la France, par lesquelles on voit que les plus grandes marées ont coutume d'arriver dans les syzygies de Février & de Novembre, où la Lune a à peu-près cette déclinaison. Enfin, M. Euler finit en disant, qu'à 76 degrés de latitude, on trouvoit fautive la règle des plus grandes marées équinoxiales, & que comme on n'a pas coutume de faire des observations si loin vers le Nord, on peut admettre, d'après la théorie, que les plus grandes marées arrivent aux environs des équinoxes, pourvu qu'on ne soit pas trop près du pôle, & qu'on mesure la hauteur par le milieu arithmétique pris entre les deux marées consécutives (*page 333*); mais il ne laisse pas de convenir que les observations ne confirment pas décidément cette théorie, & que cette manière de mesurer les grandes marées n'est pas naturelle (*page 332*). Tout cela prouve la difficulté qu'il y a de concilier les grandes marées de l'équinoxe dans nos régions boréales, avec l'attraction du Soleil & de la Lune.

M. Cassini, qui a discuté beaucoup d'observations & qui en a tiré avec sagacité les phénomènes généraux des marées dans plusieurs volumes de l'Académie, a éprouvé la difficulté qui nous occupe; & je m'arrêterai plus long-temps à ce qui se concerne, pour avoir occasion de discuter à mon tour les observations dont il s'est étayé. Suivant M. Cassini, les marées des équinoxes paroissent en général plus grandes que celles d'été (*Mém. 1720, page 162*), & en même temps plus grandes quand la Lune est dans l'Équateur, que quand elle a une grande déclinaison (*Mém. 1710, page 261*). M. Cassini

va même jusqu'à dire, que l'effet des déclinaisons est environ la moitié de celui qui est causé par les diverses distances de la Lune à la Terre (*Mém. 1714, page 258*); il trouvoit aussi celles du solstice d'hiver plus grandes que celles du solstice d'été (*Mém. 1710, page 361*); mais peut-être cela vient-il de l'abondance des pluies, de la fonte des neiges & de la force des vents d'ouest, qui sur nos côtes doivent refouler les eaux, & qui sont ordinairement plus rares en été que dans les équinoxes ou dans l'hiver.

M. Cassini jugeoit aussi que la déclinaison du Soleil pouvoit faire à peu-près la moitié de l'effet de celle de la Lune (*Mém. 1714, page 258*); ce qui revient au quart de celui des grandes distances de la Lune à la Terre; cela ne s'accorde point avec la théorie, mais aussi l'on ne peut l'établir par les observations; la différence est trop petite pour qu'on puisse la démêler parmi les circonstances locales qui influent sur les marées; « cependant, dit M. Cassini, il paroît par ces observations que les différentes hauteurs qu'on observe dans les marées dépendent de deux causes, dont la principale, & qui jusqu'à présent, se trouve la plus confirmée par nos observations, est la diverse distance de la Lune à la Terre; la seconde, est la proximité ou son éloignement de l'équinoxial; & que la combinaison de ces deux causes produit les principaux phénomènes qu'on observe dans la hauteur des marées ».

Si les marées des syzygies des équinoxes étoient plus grandes que celles des syzygies qui arrivent vers les solstices, il s'en suivroit nécessairement que les marées des quadratures seroient, dans les solstices, plus grandes que dans les équinoxes; en effet, quand le Soleil est dans le solstice, & que la Lune est en quadrature, elle est à 90 degrés du Soleil, elle est donc vers l'équinoxe; or, son effet sur les marées est plus fort que celui du Soleil: donc les marées des solstices, en quadratures, devroient être plus considérables que celles des équinoxes, pour le temps de la quadrature. Voyons ce que fournissent les observations à ce sujet. M. Cassini ayant comparé les petites marées des quadratures les 15 & 28 Juin 1712, avec

celles des 16 & 31 Mars; il en conclut que la hauteur moyenne des petites marées dans les équinoxes est de 7 à 8 pouces moindre que dans les solstices; il attribue cet effet aux déclinaisons de la Lune, & il en conclut que les différentes hauteurs qu'on aperçoit dans les marées des équinoxes & des solstices, ne doivent point se régler précisément sur le temps des équinoxes & des solstices, mais sur la plus grande ou la plus petite déclinaison de la Lune (*Mém. 1713, page 22*). Je remarquerai à ce sujet, 1.^o que la différence est bien petite pour établir une règle; 2.^o que les observations même citées par M. Cassini, ne prouvent pas ce qu'on se persuade communément que les marées des équinoxes sont les plus grandes.

M. Cassini, dans les *Mémoires de 1720, page 163*, rapporte deux comparaisons de marées dans l'apogée & dans le périégée de la Lune, pour prouver que quand la Lune a une grande déclinaison, les marées sont plus petites.

		<i>Marée totale à Brest.</i>		
		<i>Déclinais. de la Lune.</i>		
		pieds.	pouces.	
Dans l'apogée	}	8 Sept. 1714, 2 ^d 20' B.	15.	11. matin.
			16.	5. soir.
Dans le périégée	}	5 Juin 1716, 19. 0. A.	15.	2. matin.
			15.	11. soir.
Dans le périégée	}	23 Sept. 1714, 4. 15. B.	18.	1. matin.
			19.	2. soir.
Dans le périégée	}	21 Mai. 1716, 17. 45. A.	18.	1. matin.
			18.	5. soir.

Mais on voit à peine ici quelques pouces de moins dans les grandes déclinaisons; ainsi la différence est trop petite pour pouvoir former une règle de la diminution des marées par la déclinaison de la Lune, tandis que les différences produites par le vent sont incomparablement plus fortes. Mais à la *page 360*, M. Cassini rapporte deux autres observations faites au port de l'Orient le 19 Juin 1716 & le 24 Septembre 1718,

1718, à pareilles distances de la Lune. Dans la première, la déclinaison étoit de 19 degrés boréale, & la hauteur de la mer fut de 13 pieds $\frac{1}{2}$; dans celle du 24 Septembre, la déclinaison étoit de 0^d 50', & la marée de 15 pieds $\frac{2}{3}$, plus grande de 2 pieds 2 pouces. Cette différence est bien plus forte que ne l'exigeoit le système de M. Cassini; elle prouve trop & devient embarrassante même pour lui, à moins qu'on ne l'attribue aux vents d'ouest, qui règnent si souvent dans l'équinoxe.

La marée de 23 pieds 3 pouces 6 lignes, qui fut observée le 17 Mars 1714, la plus forte qu'on ait vue à Brest, est aussi des plus favorables à ce système (*Mém. 1714, p. 254*); mais il faut observer que la Lune étoit périgée; la distance n'étoit que de 939 parties (dont la moyenne est 1000) le 15 Mars précédent, sa déclinaison étoit alors presque nulle; le 8 Juillet 1713, la distance à la Terre étoit la même, & la déclinaison, 21 degrés australe; & le 9, la marée ne fut que de 20 pieds 5 pouces 8 lignes, moindre de 2 pieds 9 pouces 10 lignes que dans celle du 17 Mars 1774. Je voudrois qu'on nous eût transmis l'état de l'atmosphère & du vent dans cette marée extraordinaire du 17 Mars; j'ai peine à croire qu'on n'y eût pas trouvé la cause de cette grande élévation, comme nous l'avons trouvée dans les observations de Calais & de Dunkerque, où les marées extraordinaires ne concourent point avec les équinoxes.

Plusieurs autres observations citées dans les Mémoires de l'Académie, prouvent que l'effet des équinoxes & des déclinaisons pour l'augmentation des marées n'est pas aussi constant & aussi sensible que celui des syzygies & des apfides. On les trouvera toutes réunies dans un Traité du flux & du reflux de la mer, que je me propose de publier.

Le 23 Septembre 1714, jour de la pleine Lune périgée, la déclinaison septentrionale étoit de 4^d 15' seulement, la mer monta de 18 pieds 1 pouce le matin, & le 6 de 19 pieds 2 pouces au-dessus du point fixe (il faut en ôter 6 pieds $\frac{1}{2}$, si l'on veut avoir la hauteur au-dessus du niveau

naturel des eaux). Le 21 Mai 1716, jour de la nouvelle Lune, à pareille distance, la mer monta le soir à 18 pieds 5 pouces, & le matin à 18 pieds 1 pouce. Ainsi, dans l'équinoxe de 1714, la marée d'en haut étoit plus petite de 4 pouces que le 21 Mai 1716; il me semble qu'on doit tirer de ces deux observations une conséquence toute différente de celle qu'en tiroit M. Cassini, en comparant une marée d'en haut avec une d'en-bas (*Mém. de l'Acad. 1720, page 163*).

Le 8 Septembre 1714, jour de la nouvelle Lune apogée, la déclinaison de la Lune étant de 2^d 20' boréale, la hauteur de la mer fut observée le matin de 15 pieds 11 pouces, & le soir de 16 pieds 5 pouces.

Le 5 Juin 1716, jour de la pleine Lune apogée, la déclinaison méridionale de la Lune étant de 19 degrés, la hauteur fut le matin de 15 pieds 2 pouces, & le soir de 15 pieds 11 pouces; ainsi, l'on trouve cette fois une marée peu différente de celles de l'équinoxe, malgré la grande déclinaison du Soleil & de la Lune.

Enfin, M. Cassini lui-même est obligé de rejeter l'influence des équinoxes (dans les *Mémoires de 1720, page 162*), en considérant que dans le solstice d'été de 1714, la nouvelle Lune donna une marée plus grande que celles des deux nouvelles Lunes de l'équinoxe d'automne. On peut dire à la vérité, que dans la nouvelle Lune du solstice, il y avoit une fort grande déclinaison, tandis qu'elle étoit nulle dans celles de l'équinoxe; mais l'effet des distances de la Lune à la Terre, surpasse & fait disparaître celui des équinoxes & des déclinaisons lunaires.

La principale conclusion que je veuille tirer de tout ce qui précède, c'est que l'opinion générale des grandes marées de l'équinoxe, quoique peu d'accord avec la théorie générale, ne suffit pas pour qu'on puisse contester cette théorie; puisque le phénomène n'est pas constant, & que les vents suffisent pour en donner l'explication.

J'ai consulté souvent, dans mes voyages, à Brest & dans la Manche, les Mariniers & ceux qui travaillent dans les

ports, examinent mieux que personne les circonstances des grandes marées; ils estiment que les environs des équinoxes fournissent de plus grandes marées, tantôt avant, tantôt après la syzygie la plus voisine de l'équinoxe, mais ils ne sont pas précisément persuadés que ce soit l'effet de la syzygie de l'équinoxe; cela nous donne encore plus de liberté pour interpréter leur opinion, & nous permet d'attribuer ces grandes marées à la force & à la direction des vents qui sont ordinaires dans cette saison, mais qui ne concourent pas toujours avec la syzygie ni avec le périgée de la Lune.

Il y a, par rapport à l'état de l'atmosphère, des choses assez périodiques & assez réglées, même dans nos climats, pour qu'on soit étonné lorsqu'elles n'arrivent pas, & qu'on en oublie même les exceptions, quoique fréquentes; telles sont les gelées de Janvier, les ouragans de Mars, les chaleurs d'Août & les pluies de Septembre; tels sont aussi les vents de sud-ouest, qui amènent toujours ces pluies, & qui sont une cause assez constante pour avoir pu accrédi-ter le préjugé des grandes marées des équinoxes. Les marins parlent souvent du coup de vent des morts, ce qui prouve qu'au commencement de Novembre on peut avoir de grandes marées, qui ne seroient pas les marées des équinoxes.

On observe, dans les nouveaux Mémoires de l'Académie de Philadelphie, que la partie orientale du continent de l'Amérique, & la partie orientale du continent de l'Asie ont beaucoup de rapport entre elles, à pareilles latitudes; que les mêmes vents y produisent les mêmes saisons, tandis qu'ils produisent des effets contraires dans les parties occidentales des deux continens. L'on saura un jour si les grandes marées qui arrivent souvent en Europe, dans le printemps & dans l'automne, ont lieu de même au nord de la Californie; il est probable qu'on y trouvera les vents du sud-ouest plus forts dans les mêmes temps de l'année.

Cette influence du vent sur les hauteurs de l'eau, s'observe sur-tout à Pétersbourg; où il n'y a point de flux ni de reflux; la mer y varie de 5 pieds, le vent d'ouest ou de sud-ouest

la fait monter; elle baisse par les vents d'est & de nord-est; le dégel & les pluies ne paroissent pas même y influer.

Ainsi, il me semble que la proposition générale devoit être réduite à celle-ci: il y a presque toujours dans les mois d'Avril & d'Octobre des vents d'ouest qui refoulent les eaux & augmentent les marées sur nos côtes, mais il en arrive de plus fortes en hiver. Ces grandes marées ne sont pas l'effet des attractions du Soleil & de la Lune; elles ne contredisent point la règle générale, c'est-à-dire, qu'elles ne sont point contraires au système de l'attraction.

Si ce Mémoire ne prouve pas que les grandes marées, lorsqu'elles arrivent aux environs des équinoxes, sont produites par des causes étrangères à l'attraction; il prouvera du moins qu'il est utile de faire encore sur les marées une suite d'observations exactes, d'en marquer toutes les circonstances météorologiques, sur-tout la direction & la force du vent, & de la publier en entier, pour servir aux recherches qui restent à faire sur le flux & le reflux de la mer.

Observations des Marées, faites à Calais.

Les observations suivantes ont été faites à Calais sur une échelle divisée en demi-pieds, qui est à l'écluse de la citadelle, sur le radier, gravée sur le bajoier d'Ouest, au-dessous du busc de cette écluse. Elles sont faites journellement par un ancien Ouvrier ou Matelot intelligent, logé par le Roi auprès de son écluse pour la manœuvrer jour & nuit. Ces ouvriers sont accoutumés à estimer d'un coup-d'œil la vraie hauteur de l'eau entre les divisions qui sont de six pouces, & à faire la déduction convenable pour les vibrations du clapotage ou de la vague. M. de Fourcroy, Ingénieur en chef à Calais, & Correspondant de l'Académie, qui en tenoit un registre exact, me les a envoyées comme étant bien faites, & cette collection est précieuse à cause de la circonstance du vent qui est marqué chaque jour; ce qui n'avoit point encore été fait. On n'avoit encore publié aucune suite d'observations sur les marées; je ne donne même ici que les points principaux.

Pour donner une idée des hauteurs marquées dans la Table

suivante, il suffit de dire que dans la plus haute marée dont on ait connoissance à la côte de Flandre, la hauteur fut à Calais de 18 pieds 8 pouces, le 2 Janvier 1767, sur l'échelle dont nous venons de parler.

La pleine mer la plus haute des syzygies est ordinairement de	17. 6.
La pleine mer moyenne des syzygies, par un milieu entre deux cents soixante-cinq observations, en excluant celles des tempêtes, est, suivant M. de Fourcroy.....	15. 5 $\frac{2}{3}$.
La pleine mer la moins haute des syzygies, & la plus haute des quadratures.....	13. 4.
La pleine mer moyenne des quadratures.....	10. 10 $\frac{1}{2}$.
La pleine mer la moins haute des quadratures.....	8. 0.

Le niveau de la basse mer moyenne des syzygies, ou le point réduit de la basse mer des vives eaux, estimé par des sondes faites en 1730, à quelque distance du chenal, est au-dessous du zéro de l'échelle, ou du point de départ, d'environ trois pieds; mais comme le lieu où l'on fait les observations assèche tous les jours, on ne peut établir les points des basses eaux que par estime.

Dans la Table de l'établissement des ports & côtes de l'Europe, on lit que la mer monte de 18 pieds, depuis le Pas de Calais jusqu'à l'embouchure de l'Escaut; il paroît que c'est de 18 pieds & demi à Calais & à Douvres, & de 17 pieds $\frac{1}{2}$ à Dunkerque.

Toutes les marées extraordinaires de cette côte, sont toujours accompagnées de vents de nord ou nord-ouest, ou enfin nord-nord-ouest, & comme ces airs de vents doivent refouler sur Ostende les eaux que cette large mer reçoit du flot, par l'espace de 150 lieues d'entre l'Écosse & l'Islande, tandis que la Manche & le Pas de Calais en sont abrités par l'Angleterre, il n'est pas étonnant que toutes les grandes marées soient de moins en moins sensibles à la côte de France à mesure que l'on s'éloigne d'Ostende, sous le vent vers le sud-ouest.

Le résultat de 15 pieds 5 pouces sur l'échelle pour la hauteur

de la pleine mer des vives eaux, est un milieu entre des hauteurs qui vont depuis 13 pieds & demi jusqu'à 17 pieds & demi; c'est-à-dire qui varient de 50 pouces; mais la très-grande pluralité (d'environ dix contre trois) est renfermée entre 14 pieds & demi, & 16 pieds & demi, en sorte que le milieu est 15 pieds & demi: il se trouve même cent trente-cinq marées qui sont montées à 15 pieds & demi & au-dessus, contre cent trente qui n'ont été qu'à 15 pieds 5 pouces ou au-dessous.

Parmi deux cents soixante-sept observations choisies des marées des quadratures, la plus grande hauteur du flot a été à 13 pieds 4 pouces, & la moindre à 8 pieds; ainsi il y a 64 pouces de variation dans les hauteurs de la pleine mer des mortes eaux; le milieu seroit donc de 10 pieds 8 pouces. Mais si l'on prend le milieu entre toutes les deux cents soixante-sept observations, on trouve 10 pieds 11 pouces & demi; M. de Fourcroy s'en tient à 10 pieds 10 pouces 4 dixièmes.

La marée totale des syzygies étant à Calais de 18 pieds 5 pouces, le niveau naturel de la mer, ou celui qui auroit lieu s'il n'y avoit point de marée, doit être au tiers de l'espace total; c'est-à-dire à 6 pieds 1 pouce 2 tiers au-dessus du terme inférieur, puisque la montée est double de la descente; ainsi le point de l'échelle de Calais, qui répond au niveau naturel de la mer, est 3 pieds 1 pouce 2 tiers: par ce moyen les hauteurs moyennes dans les syzygies & dans les quadratures, seront 12 pieds 3 pouces 1 tiers, & 7 pieds 8 pouces 5 sixièmes au-dessus du niveau naturel.

Ces hauteurs suffisent pour déterminer le rapport des forces du Soleil & de la Lune qui résultent des observations de Calais. En effet, la différence entre les hauteurs moyennes de la mer dans les syzygies & les quadratures est de 4 pieds 6 pouces & demi; c'est l'effet entier de l'action du Soleil, tandis que la somme des deux effets est de 18 pieds 5 pouces; ainsi l'effet de la Lune seule est de 13 pieds 10 pouces & demi; ce qui est un peu plus de trois fois l'effet du Soleil, au lieu de deux fois & demi qu'on emploie communément

avec M. Bernoulli. Je crois cette détermination de la force Lunaire une des plus exactes qu'on puisse avoir, parce qu'elle est déduite d'un nombre considérable d'observations, tant des grandes marées que de celles des quadratures; la seule chose qui est incomplète, est le terme inférieur des marées des syzygies, sur lequel il pourroit bien y avoir quelques pouces d'incertitude, & pour lequel il nous reste à désirer encore une suite d'observations faites dans un lieu où il n'y ait point d'assèchement de basse-mer: c'est ce que l'Académie se propose de demander au Ministre; M. de Sartine, actuellement chargé de cette partie essentielle de l'administration, est si connu par ses lumières & par son zèle pour les Sciences, que je ne doute point du succès de nos demandes.

Observations des Marées.

Années.	JOURS.	HEURES.	HAUTEURS.	JOURS de la Lune.	PARALLAXE.	VENTS.
1745.	4 Janv.	0 ^h 40' S.	15 ^{pi} 1 ^{po}	2.	périgée.....	O.
	4 Avril	1. 0. S.	14. 7.	2.	apogée.....	S. S. O.
	30 Juin.	11. 28. M.	14. 6.	2.	moyenne distance..	N. O.
1754.	26 Mars	1. 23. S.	14. 6.	4.	apogée.....	N. E.
	7 Avril	11. 46. M.	15. 11.	16.	61' 30".....	N. O.
	6 Juin.	0. 33. S.	15. 2.	16.	57. 40.....	O. S. O.
	22 Juin.	0. 51. S.	14. 9.	3.	59 environ.....	O.
	6 Juill.	0. 50. S.	14. 9.	17.	56. 0.....	O.
	18 Sept.	0. 53. S.	16. 4.	3.	61. 0.....	E. N. E.
	3 Oct.	1. 17. S.	14. 9.	18.	55. 0.....	N.
	31 Déc.	1. 3. S.	14. 5.	18.	58. 45.....	E. S. E.
1755.	14 Janv.	0. 51. S.	15. 9.	3.	56. 0.....	N.
	30.....	1. 44. S.	17. 0.	19.	60. 30.....	N. N. O.
	12 Févr.	0. 39. S.	15. 4.	2.	56. 0.....	O. N. O.
	28 Mars.	0. 3. S.	15. 9.	17.	61. 52.....	S. S. O.
	11 Avril	11. 32. M.	14. 6.	1.	55. 0.....	S. O.
	6 Oct.	0. 17. S.	15. 10.	2.	61. 0.....	O. S. O.
	22.....	1. 37. S.	15. 2.	18.	54. 45.....	O.
	20 Déc.	1. 19. S.	14. 6.	18.	55. 45.....	S. O.
1756.	5 Janv.	2. 21. S.	17. 0.	4.	58. 0.....	N. O.
	16 Févr.	0. 36. S.	16. 6.	16.	58. 15.....	O. N. O.

320. MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Années.	JOURS.	HEURES.	HAUTEURS.	JOURS de la Lune.	PARALLAXE	VENTS.
1756.	31 Mars.	0 ^h 16' S.	15 ^{pi} 6 ^{ra}	1.	56' 0"	E.
	16 Avril	1. 2. S.	16. 2.	17.	60. 30	O. S. O.
	15 Juill.	2. 21. S.	15. 6.	18.	58. 45	O.
	10 Oct.	1. 25. S.	15. 10.	16.	56. 0	S.
	25.....	1. 4. S.	15. 10.	2.	59. 30	E. N. E.
1757.	6 Janv.	0. 35. S.	13. 5.	16.	55. 0	E. N. E.
	22.....	1. 36. S.	16. 10.	3.	59. 0	N. N. O.
	6 Mars	0. 8. S.	15. 10.	16.	56. 45	N. N. O.
	20.....	11. 56. M.	16. 8.	1.	.....	N. N. O.
	23.....	2. 28. S.	14. 2.	4.	56. 15	S. O.
	4 Avril	0. 6. S.	15. 4.	16.	58. 0	N. O.
1758.	13 Déc.	10. 30. M.	15. 9.	14.	59. 15	N. O.
	14.....	11. 15. M.	14. 6.	15.	58. 30	Calme.
	15.....	0. 30. S.	15. 6.	16.	58. 0	O.
1759.	15 Janv.	1. 0. S.	15. 2.	17.	55. 30	S. O.
	30.....	0. 45. S.	15. 10.	3.	61. 0	S. O.
	30 Mars.	1. 15. S.	17. 6.	3.	60. 30	N. N. E.
	13 Avril	1. 0. S.	14. 11.	17.	55. 0	O.
	24 Juin.	11. 15. M.	15. 0.	1.	.....	N.
	12 Juill.	1. 0. S.	14. 8.	19.	59. 15	O. S. O.
	6 Oct.	11. 45. M.	16. 0.	17.	61. 30	O.
1760.	4 Janv.	1. 0. S.	15. 9.	17.	59. 42 à 58. 28	O. S. O.
	5.....	1. 30. S.	15. 0.	18.	59. 9 à 57. 39	Calme.
	19.....	0. 45. S.	14. 0.	2.	56. 22 à 57. 35	S. S. E.
	22.....	2. 45. S.	15. 7.	5.	58. 2 à 58. 51	N. O.
	1 Avril	0. 30. S.	15. c.	16.	55. 18 à 54. 33	E. N. E.
	15.....	11. 30. M.	15. 7.	2.	59. 51 à 61. 4	O.
	28 Juin.	11. 30. M.	14. 3.	16.	54. 10 à 54. 37	S. O.
	29.....	0. 15. S.	14. 6.	17.	54. 20 à 54. 57	S. O.
	12 Juill.	11. 30. M.	15. 0.	1.	60. 33 à 60. 6	N.
	26 Sept.	0. 30. S.	16. 6.	18.	58. 35 à 59. 44	S. O.
	9 Oct.	0. 15. S.	16. 2.	1.	56. 8 à 55. 10	E.
	25.....	0. 30. S.	16. 8.	17.	59. 44 à 60. 51	S. S. O.
1761.	6 Janv.	0. 15. S.	14. 3.	1.	54. 3 à 54. 23	S. S. E.
	22.....	1. 0. S.	15. 6.	17.	60. 44 à 59. 31	O.
	7 Avril	1. 0. S.	15. 7.	3.	58. 45 à 59. 36	S. O.
	20.....	0. 30. S.	15. 0.	16.	56. 18 à 55. 19	O. S. O.
	18 Juic.	0. 30. S.	14. 7.	16.	54. 12 à 54. 1	N. N. O.
	4 Juill.	1. 30. S.	15. 7.	3.	61. 29 à 60. 43	N. N. E.
	18.....	0. 30. S.	14. 7.	17.	54. 2 à 54. 20	O.

1761.

Années.	JOURS.	HEURES.	HAUTEURS.	JOURS de la Lune.	PARALLAXE.	VENTS.
1761.	29 Sept.	0 ^h 30' S.	15 ^{pi.} 6 ^{po.}	2.	58' 57" à 57' 46"	E. N. E.
	16 Oct.	1. 30. S.	16. 3.	19.	58. 1 à 58. 55	S. O.
	27 Déc.	0. 30. S.	14. 2.	2.	54. 28 à 54. 4	S. S. O.
1762.	13 Janv.	2. 0. S.	16. 3.	19.	61. 23 à 60. 24	S. O.
	26. . . .	0. 45. S.	14. 3.	2.	53. 58 à 54. 6	Calme.
	28 Mars	2. 0. S.	16. 0. (a)	4.	55. 56 à 56. 58	O.
	10 Avril	1. 0. S.	16. 0.	17.	59. 12 à 57. 50	E. N. E.
	24 Juin.	1. 15. S.	15. 0.	3.	60. 22 à 60. 35	O. S. O.
	8 Juill.	1. 0. S.	14. 3.	17.	54. 35 à 54. 10	O. S. O.
	4 Oct.	0. 45. S.	17. 0. (b)	18.	54. 35 à 55. 21	N.
	18. . . .	0. 30. S.	16. 0.	2.	60. 19 à 59. 19	Calme.
1763.	3 Janv.	2. 0. S.	14. 6.	20.	60. 8 à 60. 11	E.
	15. . . .	0. 30. S.	14. 0.	2.	55. 23 à 54. 39	E.
	29. . . .	11. 0. M.	15. 0.	16.	59. 36 à 60. 51	S.
	30 Mars.	0. 30. S.	15. 8.	17.	61. 23 à 60. 52	O. S. O.
	15 Avril	1. 15. S.	14. 7.	3.	54. 20 à 55. 19	Calme.
	26 Juin.	Midi. . . .	14. 8.	15.	57. 56 à 56. 46	O.
	14 Juill.	2. 0. S.	15. 0.	4.	59. 25 à 59. 52	S. O.
	24 Sept.	1. 30. S.	15. 2.	18.	54. 2 à 54. 5	E. N. E.
	7 Oct.	0. 15. S.	16. 4.	1.	61. 9 à 61. 25	N. O.
1764.	3 Janv.	11. 15. M.	15. 9.	1.	58. 33 à 58. 7	N. O.
	21. . . .	1. 15. S.	16. 0.	19.	58. 19 à 59. 22	N. O.
	2 Avril	0. 30. S.	14. 9.	2.	54. 22 à 54. 2	E. N. E.
	16. . . .	11. 45. M.	16. 3.	16.	60. 39 à 61. 41	Calme.
	17. . . .	0. 30. S.	16. 6.	17.	61. 19 à 61. 20	E.
	1 Juill.	1. 0. S.	14. 4.	3.	55. 39 à 56. 39	O. N. O.
	15. . . .	1. 15. S.	14. 10.	17.	58. 56 à 57. 31	S. O.
	27 Sept.	1. 0. S.	16. 0.	3.	60. 8 à 60. 42	O. S. O.
	28. . . .	1. 45. S.	17. 0. (c)	4.	60. 42 à 60. 35	N.
	10 Oct.	0. 15. S.	15. 3.	16.	55. 8 à 54. 28	O. S. O.
	25 Déc.	1. 15. S.	14. 8.	4.	60. 41 à 58. 40	E. S. E.
1765.	8 Janv.	0. 30. S.	14. 4.	18.	54. 44 à 55. 33	S. O.
	22. . . .	0. 15. S.	14. 6.	2.	60. 4 à 59. 0	Calme.
	22 Mars.	0. 30. S.	15. 1.	2.	56. 52 à 55. 48	O.
	20 Avril	Midi. . . .	14. 7.	2.	55. 47 à 54. 48	S.
	4 Juill.	0. 36. S.	15. 0.	18.	61. 20 à 60. 38	Calme.

(a) La veille 14 pieds 10 pouces, le lendemain 14 pieds 8 pouces.

(b) La veille & le lendemain 15 pieds 6 pouces.

(c) Il paroît que le vent a produit un pied de plus.

Mém. 1772.

SI

322 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Années.	JOURS.	HEURES.	HAUTEURS.	JOURS de la Lune.	PARALLAXE.	VENTS.
1765.	18 Juill.	0 ⁿ 6' S.	14 ^{pi} 6 ^{po}	2.	54' 10" à 54' 38"	N.
	18 Sept.	1. 49. S.	15. 11.	4.	57. 52 à 58. 43	Calme.
	1 Oct.	1. 4. S.	15. 9.	17.	57. 7 à 55. 54	O.
	15....	0. 4. S.	16. 6.	2.	58. 4 à 59. 15	O. N. O.
	28 Déc.	0. 37. S.	13. 4. (d)	17.	54. 3 à 54. 2	E. S. E.
1766.	13 Janv.	1. 22. S.	15. 7.	3.	61. 22 à 60. 20	Calme.
	14....	2. 0. S.	15. 3.	4.	61. 0 à 59. 31	Calme.
	27 Mars	0. 9. S.	15. 7.	18.	56. 4 à 57. 10	O. S. O.
	10 Avril	0. 17. S.	14. 11. (e)	2.	58. 23 à 57. 12	N. E.
	25....	0. 10. S.	14. 11.	17.	57. 18 à 58. 34	N. E.
	10 Mai.	0. 57. S.	15. 3. (f)	3.	56. 28 à 55. 26	N. O.
	25 Juin	1. 24. S.	14. 11.	19.	61. 9 à 60. 47	E. S. E.
	10 Juill.	1. 56. S.	14. 4.	4.	55. 49 à 54. 51	E. N. E.
	6 Sept.	0. 59. S.	15. 5. (g)	3.	54. 32 à 55. 15	O.
	20....	1. 2. S.	16. 4.	17.	60. 28 à 59. 10	Calme.
	21....	1. 48. S.	16. 3.	18.	59. 55 à 58. 20	Calme.
	5 Oct.	0. 51. S.	15. 6.	2.	55. 24 à 56. 13	E.
	6....	1. 24. S.	16. 1.	3.	55. 52 à 56. 54	N. O.
	18....	11. 50. M.	15. 4.	15.	59. 38 à 58. 40	Calme.
	20....	1. 13. S.	15. 10.	16.	58. 40 à 57. 15	O. S. O.
	16 Déc.	11. 56. M.	15. 2. (h)	15.	56. 28 à 55. 30	N. O.
1767.	1 Janv.	11. 51. M.	14. 9.	2.	59. 46 à 60. 45	O. N. O.
	2....	1. 6. S.	18. 8. (i)	3.	60. 22 à 60. 50	N. N. O.
	3....	1. 40. S.	15. 6.	4.	60. 45 à 60. 31	E. N. E.
	4....	2. 7. S.	15. 3.	5.	.....	E.
	5....	2. 34. S.	14. 6.	6.	.....	S. O.
	17....	1. 11. S.	14. 0.	18.	54. 20 à 54. 5	E. S. E.
	1 Févr.	1. 18. S.	16. 0.	3.	61. 22 à 60. 56	O. S. O.
	1 Avril	1. 9. S.	15. 6.	3.	60. 30 à 59. 5	Calme.
	2....	2. 4. S.	14. 11.	4.	59. 52 à 58. 17	Calme.
	16....	1. 16. J.	15. 0. (k)	18.	55. 19 à 56. 15	N.

(d) Le vent & le périgée tendoient à se diminuer.
 (e) Ces 8 pouces de différence viennent du vent.
 (f) La veille 14 pieds 8 pouces, le lendemain 14 pieds 9 pouces, & vent O. S. O.
 (g) Le 5, le vent étoit N. O.
 (h) La veille 14 pieds 3 pouces, le lendemain 14 pieds 1 pouce.
 (i) Quatre pieds d'extraordinaire.
 (k) La veille & le lendemain 14 pieds 3 pouces, vent N. E.

Années.	JOURS.	HEURES.	HAUTEURS.	JOURS de la Lune.	PARALLAXE.	VENTS.
1767.	28 Avril	11 ^h 37 ^m	15 ^l . 7 ^l (l)	1.	60' 10" à 59' 21"	N. N. E.
	28 Juin	0. 58. S.	14. 4.	3.	56. 4 à 55. 6	Calme. N. N. E.
	14 Juill.	1. 25. S.	15. 7. (m)	19.	60. 12 à 60. 24	O.
	25 Sept.	1. 24. S.	14. 7. (n)	3.	54. 0 à 54. 25	N. E.
	9 Oct.	1. 5. S.	17. 5.	17.	61. 19 à 60. 23	N.
	10....	1. 36. S.	16. 6.	18.	60. 59 à 59. 34	N. N. O.
	23....	0. 16. S.	14. 9. (o)	2.	54. 14 à 54. 46	S. S. O.
	22 Déc.	1. 23. S.	14. 6.	2.	.....	E.
1768.	5 Janv.	0. 34.	14. 3.	16.	.....	E. S. E. calme.
	6....	1. 23.	14. 3.	17.	.....	idem.
	20....	0. 11.	15. 2.	2.	.....	S. S. O. calme.
	21....	0. 56.	15. 0.	3.	.....	N. N. O. calme.
	19 Mars	0. 13.	15. 0.	2.	.....	S. O. calme.
	20....	1. 4.	16. 0.	3.	.....	O. S. O.
	21....	1. 38.	17. 3.	4.	.....	N.
	22....	2. 3.	14. 6. (p)	5.	.....	E. N. E.
	4 Avril	0. 52.	14. 6.	18.	.....	N. N. O. calme.
	18....	0. 14.	15. 10.	2.	.....	O.
	2 Mai..	0. 13.	14. 0.	16.	.....	N. O.
	2 Juill.	0. 56.	14. 7.	19.	.....	S. O.
	16....	1. 3.	15. 2.	3.	.....	N. E.
	28 Sept.	1. 3.	16. 0.	18.	.....	S. E.
	29....	1. 44.	16. 3.	19.	.....	N. O.
	12 Oct.	0. 58.	15. 6.	3.	.....	N. E.
	27....	0. 21.	16. 3.	18.	.....	S. S. O.
	26 Déc.	1. 34.	16. 3. (q)	18.	.....	S. O.
1769.	6 Mars	.....	13. 3.	.....	.....	O. médiocre.
	7....	.....	14. 2.	.....	.....	E. N. E. calme.
	8....	.....	14. 6.	1.	.....	E. N. E. mcd.
	9....	.....	14. 11.	2.	.....	E. S. E. calme.
	10....	.....	15. 0.	3.	.....	E. S. E. calme.
	11....	.....	15. 3.	4.	60. 3 périgée...	S. S. E. médiocre.

(l) La veille & le lendemain 15 pieds, il y avoit eu deux jours de calme.

(m) La veille & le lendemain 15 pieds 3 pouces.

(n) La veille & le lendemain 14 pieds 6 pouces.

(o) Presque calme depuis trois ou quatre jours.

(p) Cette différence de 2 pieds 9 pouces, ne peut venir que du vent.

(q) La veille & le lendemain 15 pieds.

Années.	JOURS.	HEURES.	HAUTEURS.	JOURS de la Lune.	PARALLAXE.	VENTS.
1769.	12 Mars.	.....	15 ^h 3 ^{po}	5.	.....	S. O. $\frac{1}{4}$ O. méd.
	13.....	.....	13. 9.	6.	.....	S. O. $\frac{1}{4}$ S. fort.
	14.....	.....	13. 2.	7.	.....	S. O. $\frac{1}{4}$ O. fort.
	15.....	.....	12. 4.	8.	.....	O. S. O. fort.
	16.....	.....	12. 6.	9.	.....	O. $\frac{1}{4}$ N. O. méd.
	17.....	.....	12. 4.	10.	.....	O. N. O. méd.
	18.....	.....	12. 0.	11.	.....	O. $\frac{1}{4}$ S. O. méd.
	19.....	.....	13. 4.	12.	.....	N. O. $\frac{1}{4}$ O. méd.
	20.....	.....	13. 6.	13.	.....	E. calme.
	21.....	.....	14. 3.	14.	.....	N. E. $\frac{1}{4}$ N. calme.
	22.....	.....	14. 3.	15.	Pleine Lune.....	N. N. E. calme.
	23.....	.....	14. 7.	16.	.....	O. N. O. calme.
	24.....	.....	14. 8.	17.	54' 27".....	N. O. $\frac{1}{4}$ N. méd.
	25.....	.....	14. 0.	18.	54. 15.....	N. $\frac{1}{4}$ N. E. méd.
	26.....	.....	13. 5.	19.	54. 8 périgée.....	N. E. médiocre.
	27.....	.....	12. 8.	20.	.....	N. E. médiocre.
	28.....	.....	11. 9.	21.	.....	N. E. fort.
	29.....	.....	10. 10.	22.	.....	E. N. E. fort.
	30.....	.....	10. 6.	23.	Dernier Quartier.....	E. fort.
	31.....	.....	9. 4.	24.	.....	E. médiocre.
	1 Avril	.....	9. 8.	25.	.....	E. N. E. médioc.
	2.....	.....	10. 5.	26.	.....	E. $\frac{1}{4}$ N. E. méd.
	3.....	.....	12. 3.	27.	.....	N. E. médiocre
	4.....	.....	13. 4.	28.	.....	N. $\frac{1}{4}$ N. E. méd.
	5.....	.....	14. 0.	29.	.....	N. E. médiocre.
	6.....	.....	15. 2.	1.	60. 30.....	N. E. $\frac{1}{4}$ E. méd.
	7.....	.....	15. 6.	2.	60. 51 périgée.....	N. E. $\frac{1}{4}$ N. méd.
	8.....	.....	15. 6.	3.	60. 50.....	N. E. $\frac{1}{4}$ E. fort.
	9.....	.....	15. 10.	4.	.....	S. O. $\frac{1}{4}$ O. méd.
	10.....	.....	15. 2.	5.	.....	S. O. médiocre.
	11.....	.....	14. 10.	6.	.....	S. S. O. fort.
	12.....	.....	13. 3.	7.	.....	O. $\frac{1}{4}$ S. O. fort.

Nota. La parallaxe marquée dans ces Tables est celle qui a lieu le jour de l'observation à midi, & quand il y en a deux, la première est celle qui avoit lieu deux jours auparavant; ces parallaxes font juger de la distance de la Lune, dès qu'on fait qu'elles varient depuis 53' 58", jusqu'à 61' 29".

