

ESSAI

SUR

LES MARÉES,

Et de leurs effets aux Greves
du Mont S. Michel.

ESSAI

sur

LES MARIAGES.

Et de leurs effets aux Greves
du Mont St. Michel.

203843

203843

ESSAI

SUR

LES MARÉES,

Où l'on traite de leurs effets aux Greves du Mont S. Michel, avec des réflexions sur l'effort des marées équinoxiales contre les digues en général;

SUIVIES

De quelques Problèmes de la Sphere, applicables aux besoins actuels de la navigation.



A PARIS,

Chez SAILLANT & NYON, Libraires, rue Saint-Jean-de-Beauvais.

M. DCC. LXXIV.

Avec Approbation & Privilège du Roi.

ESSAI

sur

LES MARIÉES,

On leur a fait de jours offerts aux Grèves du
Mont St. Michel, avec des réflexions sur
l'état des mœurs équinociales contre les
dignes en général;

SUIVIES

de quelques Problèmes de la Sphère, applicables
aux besoins actuels de la navigation.



A PARIS,

Chez SAURON & NYON, Libraires, rue Saint-
Jean de Bruges.

M. DCC. LXXIV.

chez Appréhens & Prévost du Roi.



P R É F A C E.

L'ESSAI sur les marées aux grèves du Mont S. Michel que l'on donne ici , doit être considéré comme une simple branche de la théorie physique du flux & reflux de la mer prise dans toute son étendue ; mais on a eu dessein de présenter aussi cet Essai comme faisant partie de la description détaillée des côtes occidentales & maritimes de la France , ou plus particulièrement de l'ouverture de la Manche , laquelle s'annonce avant S. Malo. La baye du Mont S. Michel contient environ vingt lieues quarrées , à la considérer depuis la pointe de Cancale & du rocher le Herpin jusqu'à Pontor-

a ij

fon, pour remonter ensuite vers Avranches & la pointe de S. Thomas jusques vis-à-vis celle de Carolles.

Sans la hauteur excessive des marées d'équinoxes en cette baye, il y a sans doute très-long-temps qu'on auroit pu songer à en dessécher le terrain, & à fermer son ouverture par une digue qui auroit passé par le rocher le Herpin & les bas fonds qui s'étendent jusqu'à la pointe de Carolles.

Au commencement du huitième siecle, le Mont S. Michel sur lequel on avoit bâti une simple Chapelle, étoit, selon la tradition, entouré d'une forêt très-vaste. Au lieu donc d'une forteresse & des bâtimens extraordinaires & si dispendieux que l'on y fit sur la fin du dixième & au commencement

du treizième siècle, on auroit peut-être pu tenter la digue si hardie dont on vient de parler. La mer eût frappé sur celle-ci fort obliquement, & son front auroit été tourné du nord vers le nord-est. Cependant il eût fallu y apporter plus de travail qu'aux digues d'Hollande, & il eût fallu d'ailleurs y construire un Port, & même y introduire le plus grand commerce, pour subvenir aux frais immenses de l'entretien de cette digue. Par-là on eût peut-être réussi à fixer le lit des rivières sur ces grèves; la baie en eût été facile à défricher: elle auroit été moins profonde dès ce moment, & le Comté de Dol eût été à l'abri de toutes irruptions de la part des hautes marées.

D'un autre côté, des marées ex-

traordinaires & même des tremblemens de terre inattendus, semblables à celui qui a détruit la lande d'Airou, (voyez ce qu'en dit *François Desfrues*) auroient pû faire craindre la destruction d'une pareille digue, joint à ce que la ferveur qui a élevé à plus de soixante toises les édifices de l'Abbaye & de l'Eglise du Mont S. Michel, étoit d'une autre nature & ne s'étendoit pas en ces siècles - là à l'amélioration du commerce, comme il a paru depuis qu'elle a pris son accroissement au temps des dernières Croisades; ainsi qu'aux deux Ports voisins desdites greves, savoir ceux de S. Malo & de Grandville.

On trouvera dans l'Ouvrage suivant les inconvéniens sans nombre qui se présentent à l'aspect des

nouvelles digues qu'un simple Particulier s'est proposé de construire aux greves du Mont S. Michel, & ces raisons doivent servir de réponse aux divers projets qu'on eut pu jadis proposer en ce genre aux Ducs de Normandie & de Bretagne, qui seuls avoient pour lors assez de puissance pour les faire exécuter avec célérité.

La rade de Cancale pourroit en ce siècle-ci mériter au moins quelque attention, & peut-être M. de Vauban a-t-il laissé quelques Mémoires à ce sujet, ayant vu & fait visiter autrefois toutes ces côtes.

Ce qui intéresse ici le plus les Physiciens, c'est le rapport des plus hautes aux plus basses marées équinoxiales, quand le vent dominant peut être mis pour lors au nombre des vents généraux, &

qu'il vient constamment de l'est. A la vérité, ces marées ne seront pas aussi hautes que d'autres qu'on y apperçoit aux vents d'ouest, mais on trouvera sûrement en ces parages un rapport plus exact que dans toute autre partie de l'Océan; soit sur nos côtes, soit aux Isles de la mer du sud, ou de celles des Indes qui sont les plus éloignées du Continent.

Au reste, la cause générale des marées étant assujettie & combinée avec les causes des vents, il a fallu distinguer au moins dans ceux-ci les effets de la gravitation de ceux qui naissent du progrès de la chaleur entre les Tropiques, puisque la chaleur méridienne s'y prolonge chaque jour de l'est à l'ouest.



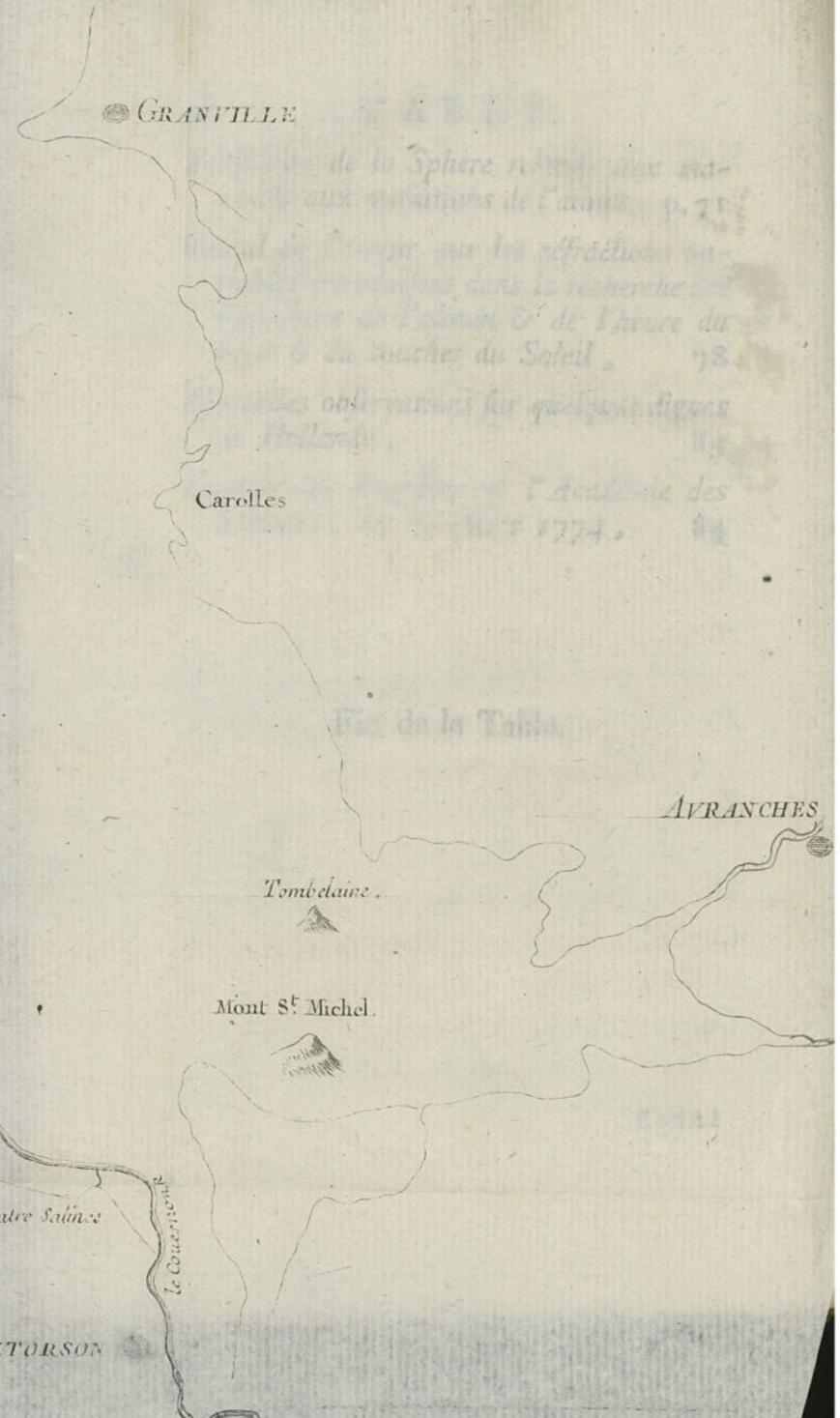
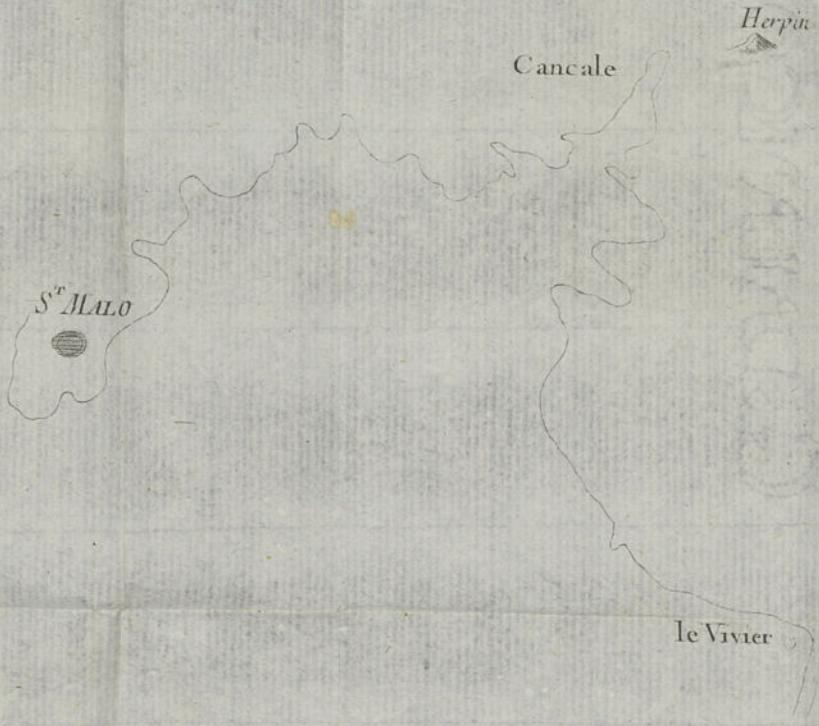
T A B L E

Des Articles contenus dans cet
Ouvrage.

<i>E</i> SSAI sur les marées , & de leurs effets aux greves du Mont S. Michel , page 1	
Extrait des Registres de l'Académie des Sciences , & rapport des Commissaires , du 12 Mai 1770 ,	8
Réponse aux objections ,	17
Heure de la pleine mer dans la Manche , selon le Neptune François ,	28
Extrait d'une Lettre de M. de la Bour- donnaie ,	30
Terme des plus hautes marées au Mont S. Michel , à Pontorson ,	41
Des marées & du môle de Grandville ,	44
Considérations sur l'événement du 25 Fé- vrier 1773 ,	52
Observations sur l'affègement , &c. Mé- moire présenté en 1770 aux Etats de Bretagne ,	57

<i>Problèmes de la Sphere relatifs aux marées & aux variations de l'aiman ,</i>	p. 71
<i>Calcul de l'erreur que les réfractions variables introduisent dans la recherche des variations de l'aiman & de l'heure du lever & du coucher du Soleil ,</i>	78
<i>Nouvelles observations sur quelques digues de Hollande ,</i>	83
<i>Extrait des Registres de l'Académie des Sciences , du 26 Mars 1774 ,</i>	84

Fin de la Table.



de la Sphere normale aux sta-
tut aux variations de l'année. p. 71
de l'air sur les réfractiois na-
turelles dans la recherche des
de l'air & de l'heure du
du coucher du Soleil. 73
des observations sur quelques figures
Hollandois. 84
de l'Académie des
1774. 84



ESSAI

SUR

LES MARÉES,

*Et de leurs effets aux Greves
du Mont S. Michel.*

LA théorie du flux & reflux de la mer aux côtes de l'Océan, est une suite de l'explication générale de la théorie des marées, proposées aux Pièces du Prix de l'Académie des Sciences de l'année 1740.

Les principes fondamentaux sont encore mieux établis dans ces Ouvrages Mathématiques, que dans la Philosophie de Newton, quoiqu'on ait adopté, dans ces seuls Ouvrages qu'on lit aujourd'hui, l'attraction ou le système de la gravitation universelle.

A

Cependant les observations des marées publiées jusqu'ici, n'indiquent pas à beaucoup près les causes physiques réunies qui concourent quelquefois à produire les effets extraordinaires que nous apercevons aux côtes de l'Océan.

Il en est des marées comme de la théorie des vents généraux : on s'attache uniquement aux causes générales & réglées ; & les cas extraordinaires , beaucoup plus remarquables dans la masse de l'air que dans celle des eaux , sortent de la règle générale , & forment autant de cas imprévûs & particuliers.

Tout l'art de l'Observateur se réduit donc aujourd'hui à les séparer les unes des autres , c'est-à-dire , à ramener les effets réglés à leur cause générale , qui doit être constante & invariable par elle-même.

Pour continuer en peu de mots cette digression devenue nécessaire dans notre préambule , il est certain que les mêmes causes qui agissent sur l'Océan , doivent influencer d'une manière moins composée sur la masse de l'air , puisque celui-ci environne toute la terre ; mais , d'un autre côté , par l'effet de la chaleur qui

raréfie l'air extraordinairement, la masse générale du courant d'air entre les tropiques, doit éprouver toute autre résistance, & des effets bien moins réglés, & souvent plus subits que ceux de l'Océan.

Ainsi l'effort de l'air, ou sa réaction sur les vagues de la mer peut donc s'accroître quelquefois à tel point, qu'il faut introduire dans ces cas-là, indépendamment de la théorie de la gravitation, des accroissemens ou variations singulieres dans les marées les plus hautes*.

* Voyez Lettre lue à l'Acad. 1735.

Par-là, on expliquera facilement les marées ou crues extraordinaires du mois de Février 1773, vûes à Grandville, & qu'on peut qualifier marées d'équinoxe, puisque les déclinaisons du Soleil & de la Lune étoient fort petites; elles ont dû participer cette fois-là, & avoir pour cause seconde les effets d'un vent impétueux du sud-ouest, occasionnés par les ouragans. On voit par-là qu'en pareil cas les effets des marées deviennent plus difficiles à prévoir, & plus composés, y ayant trop de causes physiques qui concourent à leurs accroissemens.

On n'ignore pas non plus que le vulgaire n'est jamais frappé que des effets

des plus hautes marées. Delà naissent parmi la plupart des Hydrographes tant d'observations infructueuses des marées aux nouvelles & pleines Lunes , ou plutôt des jours qui les suivent immédiatement aux solstices & aux équinoxes.

La question principale qu'il s'agit de proposer ici , se réduit donc à introduire des loix qui nous apprennent comment il faut séparer les causes physiques qui naissent des effets du vent , des ouragans & des grosses tempêtes , d'avec la cause physique , générale & constante des marées & de ses effets sur l'Océan. Celle-ci n'est soumise uniquement qu'aux loix de la gravitation , comme il a été amplement expliqué aux Pièces du Prix dont on vient de parler.

Or cette même théorie physique nous indique ces moyens ; & nous pouvons naturellement séparer ces causes , & les distinguer l'une de l'autre. Il ne faut pour cet effet , considérer le mouvement naturel de l'Océan ; en un mot , celui qui constitue les hautes & basses marées , que comme un vrai mouvement d'oscillation : faute d'y réfléchir , nous pourrions confondre de très-grandes marées les unes

SUR LES MARÉES. §

avec les autres ; au lieu que pour compléter l'observation des marées , il sera nécessaire d'établir si la mer se retire dans la même proportion qu'elle a paru monter. Par-là on saura écarter du principal objet qu'on doit avoir en vûe , toutes les hautes marées de pur accident ; en un mot , celles qui dépendent de causes particulieres , compliquées & réunies.

On va bientôt voir ce qui a occasionné ces recherches sur les marées faites aux greves du Mont S. Michel ; lesquelles ont été faites depuis l'année 1770 , & que l'on continue d'observer encore aujourd'hui. L'avis de l'Académie des Sciences , que M. le Procureur Général , Syndic des Etats de Bretagne , a demandé & que l'on a cru devoir imprimer ici ; cet avis , dis-je , ou rapport fait à l'Assemblée , joint à un Mémoire qu'on trouvera ci-après , firent naître l'idée de se préparer à ce genre d'observations.

D'un autre côté , la voie la plus naturelle de vérifier le rapport des marées , se présentoit de préférence , soit pour ces greves , soit pour le Port de S. Malo , où les différences des plus hautes marées aux plus basses , excèdent presque au dou-

ble celles qu'on observe aux autres Ports ou Rades de nos côtes maritimes.

Aussi l'opinion commune que l'on trouva bien établie, lors de la plus grande marée de l'équinoxe de Septembre 1770, aux greves du mont S. Michel, étoit que la mer qui montoit de sept à huit pieds aux murs de cette forteresse, se retiroit ensuite plus d'une lieue ou trois mille toises vers le nord, ou dans la basse mer; savoir, au-delà du mont Tombelaine, qui en est distant, comme on vient de le dire, de plus d'une lieue; en sorte que la différence des niveaux une fois connue, on auroit eu par-là la variation de la plus haute à la basse mer, au temps de la grande marée d'équinoxe qu'on avoit eû l'attention de choisir.

Cette méthode, comme l'on voit; suppose des nivellemens qui n'étoient pas praticables dans des sables mouvans, & sur-tout après un été très-pluvieux, puisque ce sont les pluies fréquentes qui multiplient les ruisseaux & les rivières souterraines; il a fallu avoir recours à d'autres moyens: on ne doit pas douter non plus que les embouchures des rivières qui se terminent à ces greves, ne

soient, comme tant d'autres, partagées en différens rameaux qui ont un lit vague & tortueux, & qui se distribuent sans regle constante en plus ou moins de rameaux, selon l'abondance fortuite des eaux qui viennent se rendre dans l'Océan.

La deuxième méthode consiste à se placer à l'ancre dans un canot, selon la direction du courant, & de mesurer avec la sonde la différence de la plus basse à la plus haute marée. On en a fait usage les 24 & 25 Juin 1772 à la deuxième quadrature de la Lune, laquelle a suivi immédiatement le solstice d'été. La Lune étoit alors apogée, dans une saison où le vent d'est fut bien reconnu & avéré, ainsi qu'en Septembre 1770, au nombre des vents généraux. On eût pu croire, en ce cas, faute de principes, que la marée eût été qualifiée marée morte; au lieu que la différence s'accrut de quatorze pieds. Le canot étoit situé dans la ligne qui va de Cancale à la pointe de Carolles; & comme on l'a dit, il étoit à l'ancre vis-à-vis cette pointe ou falaize: on mesura donc le matin plusieurs fois la hauteur de l'eau, & on a sù constater son plus grand abaissement: le soir on

fit l'opération semblable pour en déduire le *maximum*, & la plus grande hauteur de la marée : on fut aussi à portée tout le jour de vérifier la force & la direction du courant.

De tout ce que l'on vient de dire, il doit paroître constant qu'on a préféré, pour les observations des marées, les momens auxquels le hâle ou vents généraux de l'est-sud-est ont dû s'étendre sur les parties occidentales de l'Europe. C'est le vrai temps auquel la mer n'est point agitée par les ouragans; & les effets des marées en sont bien moins assujettis aux irrégularités qu'on veut éviter.

*EXTRAIT des Registres de l'Académie
Royale des Sciences.*

Du 12 Mai 1770.

SUR la requisition & les Mémoires avec les plans des greves du Mont S. Michel, comme aussi des digues du Comté de Dol, que M. le Procureur Général, Syndic des Etats de Bretagne, a communiqué à l'Assemblée de l'Académie des Sciences, &c. pour savoir son avis

SUR LES MARÉES.

9

sur les effets des marées, MM. Cassini, le Bossut & moi, avons arrêté ce qui suit.

La première question proposée, est très-clairement détaillée sur la carte qui l'accompagne. On vient de proposer, avant l'enregistrement des Lettres-Patentes, d'enclorre les greves qui sont au sud du Mont S. Michel, entre les trois rivières de Coasnon*, Guintre, & l'Ardée ou Celune: on doit défendre ces greves qui sont couvertes par les grandes marées plusieurs fois dans l'an, par une digue dont le front qui doit regarder le nord-ouest, formeroit un éperon ou angle droit, qui n'est éloigné du cours actuel de la rivière de Coasnon, que de cent soixante-dix toises. MM. les Députés des Etats demandent en conséquence, si par l'effet de la construction de la digue projetée, la mer montant dans la baie du Mont S. Michel, du nord-ouest au sud-est, après avoir frappé contre la digue projetée, ne retomberoit pas sur celles de Bretagne, que les Etats ont fait construire & entretiennent, pour empêcher les marais de Dol & leurs salines d'être détruits par l'inondation des grandes marées: il n'y auroit guère que cinq cens

* ou Couesnon.

toises dans ce canal rétréci d'une digue à l'autre.

Il est visible qu'une pareille question est d'autant plus facile à résoudre, que nous savons que la vitesse des eaux dans les grandes marées augmentera d'autant plus que le courant s'éloignera du fond de l'eau, puisque les couches les plus proches du fond sont tellement assujetties au frottement, comme nous le voyons dans les rivières, que la force qui accélère le courant, loin de s'accroître à l'infini, n'est guère employée qu'à vaincre le frottement; au lieu que plus les eaux s'élevent & s'éleveront en effet, si la digue projetée a lieu, plus la vitesse du courant doit s'accroître à la surface, & qu'ainsi la grande vitesse & la force de l'eau augmentées par ce canal resserré qu'occasionnera la nouvelle digue, doit tendre en effet à renverser celles de la Bretagne, & à rejeter plus au sud le lit si variable de la rivière de Coesnon. Le projet de la nouvelle digue aggrave singulièrement les funestes effets des marées.

Il n'est pas même nécessaire, pour renverser les digues de Dol, que cette nouvelle digue projetée des greves du Mont

S. Michel, puisse augmenter la force de l'eau dans les grandes marées. L'effet naturel du courant qui, sur-tout dans le printemps, vient du nord-ouest, a fait couler la rivière au pied des digues de Dol en 1764; ce qui en auroit miné constamment la fondation, si Coesnon ne s'étoit déjà rejetée vers le nord, c'est-à-dire, du côté de la nouvelle digue projetée.

Pour donner ici quelques idées plus claires des effets de ce courant, nous allons remettre sous les yeux de l'Assemblée, la hauteur des grandes marées en ces parages, & l'étendue du front le plus avancé au nord-ouest, de la digue projetée aux greves du Mont S. Michel.

Suivant les observations de M. Picard; publiées dans un volume *in-folio* de nos Mémoires en 1693, la distance de S. Malo au Mont S. Michel, excède à peine dix-neuf mille toises; ainsi il n'y a guère que six lieues marines de distance de S. Malo à la nouvelle digue projetée; or l'on fait que les marées réfléchies par les côtes d'Angleterre, sont très-grandes à S. Malo & au Mont S. Michel, à cause qu'à cette ouverture de la Manche,

la mer s'y trouve resserrée ; & que le passage des marées, lorsqu'elles montent, n'est plus libre ; ce qui double en ces parages l'effet de leur hauteur. M. Picard dit qu'à S. Malo, les plus grandes marées, deux jours après la nouvelle & pleine Lune, s'élevent de quatorze brasses ou soixante-dix pieds au-dessus de la basse mer. Cette hauteur paroît excessive ; mais il la dit telle à S. Malo après l'équinoxe de 1681, & l'on fait que les vents de sud sont quelquefois très-violens aux équinoxes d'automne ; or le front de la digue projetée le plus avancé vers la mer, se trouve déjà d'environ dix-huit cent toises ; mais celui qui regarde le nord & le nord-est, est au moins deux fois plus étendu.

On peut joindre à ces remarques celles qui nous ont été communiquées par un des Membres de la Noblesse des Etats de Bretagne, qui s'exprime ainsi....

« La baye au fond de laquelle sont situés le Mont S. Michel & les greves, &c. est ouverte au nord-ouest : son ouverture, à prendre depuis le grouin de Cancale jusqu'à Grandville, est d'onze à douze mille toises, & elle peut en

» avoir quatorze à quinze mille de pro-
» fondeur , se rétrécissant vers le fond.
» La mer , lorsqu'elle est basse , y est ren-
» fermée dans un demi-cercle par les gre-
» ves qui l'entourent : elle les couvre ,
» & dans les hautes marées , elle s'y élève
» jusqu'à quarante & quarante-cinq pieds ,
» & plus suivant Newton. Dans ce der-
» nier état , elle est contenue d'un côté
» presque entièrement par les digues de
» Dol jusqu'à la riviere de Coesnon , &
» de l'autre côté par les côtes de Nor-
» mandie. Le fond de ces greves qui
» n'ont qu'une pente insensible , est une
» vase ou fange mêlée de sable , qui pour-
» roit acquérir de la consistance si le So-
» leil avoit le temps de les dessécher : en
» quelques endroits , elles sont abreuvées
» par des eaux douces , & généralement
» deux fois par jour par la mer , à l'ex-
» ception de la partie qu'on propose
» d'afféager , qui n'est couverte qu'aux
» grandes marées ; ainsi ces greves ne
» sauroient avoir assez de solidité pour
» fournir un lit fixe à la riviere de Coes-
» non. Leur peu de solidité & de ténacité les rend si sensibles à l'action de
» l'eau , que cette action ne sauroit s'ac-

» croître ni augmenter , fans y causer des
 » déplacemens & des affouillemens , &c.
 On y compare enfin la superficie que la
 digue doit renfermer ; favoir , soixante-
 un millions cinq cens mille toises quar-
 rées aux quatre millions & demi de
 toises cubiques d'eau dont elle seroit cou-
 verte aux grandes marées , ce qui s'opé-
 reroit en quarante ou quarante-cinq mi-
 nutes.

D'Argentré , Historien célèbre , qui
 écrivoit sur la fin du seizième siècle , dit ,
 page 26 de sa dernière édition , année
 1668 , à l'occasion du Mont S. Michel ,
 qui est resté en Normandie « que la ri-
 » vière de Coesnon rencontrant le reflux
 » de la mer quand elle remonte deux fois
 » le jour , est contrainte de le quitter au
 » plus fort , & s'écoulant vers la terre
 » qu'elle trouve au-dessous , est tellement
 » répandue , qu'elle a donné une ou deux
 » lieues du pays de Bretagne , de bons &
 » gras pâturages aux Normands , & sub-
 » mergé un grand canton du pays du
 » meilleur de Bretagne ; ce qu'encore fait
 » (sous le regne d'Henri III) & fera de
 » jour en jour s'il n'y est pourvu ; telle-
 » ment que sur la plainte des habitans ,

» ayant par deux fois commission du Roi
 » pour obvier par œuvre de main à cet
 » inconvénient , & contraindre les habi-
 » tans à contribution ; après y avoir fait
 » ce qu'on a pu par assemblées d'hommes
 » & de conseils , il ne s'est jusqu'ici pu
 » trouver beaucoup de moyens de re-
 » fréner ce furieux élément , qu'il n'ait
 » ruiné édifices , villages , & enfoncé la
 » terre , faisant un dommage inestimable ,
 » duquel l'inconvénient prend chaque
 » jour accroissement , pour un jour ma-
 » nifestement ruiner plus de quatre lieues
 » de très-bon pays » , &c.

De tout ceci , nous pouvons conclure que si la nouvelle digue a lieu , l'Auteur qui l'a proposée , doit être responsable , & cautionner celles de Dol , qu'il va probablement détruire : on lui a même objecté que si la mer ne couvre plus le terrain qu'il veut renfermer , là où elle s'éleve de quatre à cinq pieds & dans le milieu de deux à trois pieds dans les plus hautes marées , cette eau se répandra nécessairement ailleurs , & privera des champs enfemencés de leur culture ; & qu'ainsi il doit encore cautionner ces Riverains avant l'enregistrement de ces

Lettres-Patentes. Mais il est certain que de quelque maniere qu'il enferme le terrain concédé aux greves du Mont S. Michel, il ruinera beaucoup plus de terrain dans le sud & dans la partie de l'est-nord-est de ces greves, à moins qu'on ne dépense extraordinairement à revêtir & rehausser toutes ces digues, & sur-tout celles de Dol, & même à les prolonger depuis le Port du Pas-au-Bœuf jusqu'au Pont-de-la-Crêche, aux environs de Pontorson. D'ailleurs, nous n'avons admis les marées les plus grandes que sur le pied de quarante-cinq à cinquante pieds, telles qu'on les présente, d'après M. Newton; & que n'arriveroit-il pas, si elles montoient aussi haut que l'a prétendu M. Picard, telles que la tradition ou opinion constante les assignoit à S. Malo en 1681? *Signé*, CASSINI DE THURI, LE MONNIER & BOSSUT.

Je certifie le présent extrait conforme à son original & au jugement de l'Académie. A Paris, le 21 Août 1770.

Signé, GRANDJEAN DE FOUCHY,

Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale
des Sciences,

Le

Le Mémoire présenté aux États de Bretagne , & le rapport ci-dessus lu à l'Académie, en Mai 1770, occasionnerent dès-lors de nouvelles recherches, comme il a été dit, & aux années suivantes, dont on donnera les détails. Mais pendant que l'on a continué jusqu'en cette année 1774, les observations sur les marées aux greves du Mont S. Michel; le sieur de la Hogue, Concessionnaire desdites greves, a fait un Mémoire en forme de représentations à l'Académie, laquelle nomma quatre Commissaires pour répondre aux difficultés ou fortes d'objections qui y sont contenues & dont voici la teneur.

1°. « Que le point principal à décider, » est si les digues à faire, ruineront celles » des marais de Dol, à quoi M. de la H. » répond qu'il est visible que dans les » grandes marées les eaux de la mer ne » montent dans la baye du Mont S. Mi- » chel qu'autant que l'eau s'éleve à l'en- » trée de cette baye, & que la digue » projetée étant exécutée, l'eau qui flue » sur ce terrain se trouvera répandue sur » la surface de la mer; ou si l'on a égard à » la circulation des marées qui sont de

B

» six heures , au Mont S. Michel , qui
 » retardent vers Grandville , & plus elles
 » vont vers le nord ; il doit s'enfuir
 » qu'à cause de cette succession des ma-
 » rées , la mer ne peut s'accumuler dans
 » les greves du Mont S. Michel ».

Sur cette premiere difficulté , on a vérifié à la marée de Septembre 1772 , que la haute mer se fit au même instant du côté de Pontorson qu'à Grandville , sans qu'il y ait paru plus de cinq minutes de différence , ainsi que l'a rapporté M. le Chevalier d'Arcy ; d'ailleurs , il n'est pas vrai , comme on le prouvera ci-après , que l'eau qui flue sur les greves doive se répandre sur la surface de la mer. Ce cas général auroit lieu , si les greves n'étoient pas enclavées entre deux rivières qu'il n'auroit pas été question jusqu'ici de fermer ou de clore par des vannes , ainsi que cela a pu s'exécuter à l'égard des ruisseaux , tels que celui du Vivier.

2°. « Qu'une digue parallèle à celle du
 » Comté de Dol , le long de la rivière de
 » Couesnon , empêcheroit que leur digue
 » ne soit battue par la mer , poussée par
 » toutes fortes de vents contre ces digues
 » depuis les quatre Salines jusqu'au Pas-

» au-Bœuf, & que par ce moyen les Etats
» de Bretagne gagneroient l'entretien de
» cette longueur de digue, qui est d'une
» lieue; que cette lieue qui est très-dan-
» gereuse pour les hommes & les voitu-
» res pendant la basse mer, & pour les
» bateaux pendant la haute mer (puif-
» que souvent il s'y en perd) seroit un
» port assuré, par la façon simple de
» construire le bas des digues; que si
» cette circonstance avoit été représentée
» à l'Académie des Sciences, avec la
» maniere de construire cette espee de
» Port, elle auroit approuvé le projet
» proposé; que la maniere de faire cet
» ouvrage, se réduit à contenir par les
» digues les terres les plus voisines que
» faire se pourra de celles du Comté de
» Dol, telles qu'à la distance de soixante
» à cent vingt toises, & sur cette lar-
» geur ou distance, on en laisseroit ce
» qui sera nécessaire pour l'écoulement
» de la riviere de Coasnon, au bas de la
» nouvelle digue, comme de dix à qua-
» rante toises; que d'un des côtés de
» l'écoulement, il suffit d'abutter aux
» nouvelles digues proposées un éperon
» de la largeur de l'écoulement, & qu'à

» l'autre côté on abutteroit à celles de
 » Bretagne un pareil éperon ; & qu'enfin
 » par ce moyen la riviere , à égales dif-
 » tances des deux digues qui se garni-
 » roient de fable & de limon , se creusera
 » un lit vers la mer , lequel , par l'effet
 » du flot , fera direct en-dehors comme
 » en-dedans des deux éperons ; là où la
 » mer n'aura plus qu'un cours très-foible ,
 » ayant une extension deux fois plus gran-
 » de qu'à son embouchure ».

Ces difficultés & d'autres plus foibles , dont il sera question ci-après , ont été lues & non approuvées , par les Commissaires nommés par l'Académie , qui avoient réduit à quatre chefs principaux toutes les questions qu'on pouvoit faire alors à l'occasion de ces prétendues digues : on va proposer à très-peu de chose près , sous la même forme , ces quatre questions.

La première , s'il convient , comme on le propose , de détourner le lit naturel & plein de sinuosités de la riviere de Coasnon , dans l'étendue de plus d'une lieue , pour l'enfermer dans un canal qui seroit compris entre la nouvelle & l'ancienne digue ; l'intervalle des deux pré-

tendus revêtemens ou digues parallèles ,
étant de cent ou de quatre cens toises.

En second lieu , les tempêtes du sud-ouest ou du nord-ouest , fréquentes à l'équinoxe de Mars en ces parages , ne renverseroient-elles pas la face extérieure de ces digues projetées , qui , loin de se présenter avec obliquité , recevraient perpendiculairement , ou à très-peu de chose près , l'effort des vagues dans les grandes marées équinoxiales ?

Ceci entraîne d'ailleurs une autre considération bien essentielle à prévoir , dont voici quelques détails.

Dans la supposition que la nouvelle digue opposeroit aux grandes marées une résistance absolue , comme les télescopes m'ont fait voir du Mont S. Michel , regardant vers le sud , le côteau ou sol fort élevé à la droite de Pontorson , qui en est distant de deux lieues ; que ce sol s'abaisse & s'anéantit , pour ainsi dire , avec l'horison de la mer du côté du sud-ouest ou du Mont Dol , à la distance d'environ cinq mille toises , n'y auroit-il donc rien à craindre , principalement pour ces lieux abaissés , où les digues de Bretagne se trouvent nécessairement prolongés.

gées ? On apperçoit encore plus loin sur la côte une petite riviere qu'on a été obligé de fermer par une vanne ou écluse , laquelle empêche la mer d'inonder par là les marais du Comté de Dol : ce lieu qu'on nomme le Vivier , est huit mille toises ou environ à l'ouest des quatre Salines , vis-à-vis desquelles on se propose , suivant le nouveau projet , de terminer les nouvelles digues. Il est donc nécessaire de mettre en question si la grande impétuosité du flot & les vagues repoussées par le front de la nouvelle digue projetée , lequel regarderoit le nord-ouest , ne renverseroit pas la partie des digues de Dol , qui s'étend depuis les quatre Salines jusqu'au Vivier ? Il est clair aujourd'hui que le courant & les vagues poussées du nord-ouest , y rejeteront infailliblement la plus grande partie de la masse d'eau que la riviere de Coasnon n'absorberoit pas , puisque ce sera vers cette partie & aux deux rivieres qui enclavent le terrain proposé que se répandront * les eaux des hautes marées qui ne pourroient plus , si on desséche ces grèves , se répandre sur les deux lieues carrées ou environ qu'on veut renfermer par de nouvelles digues.

* 4 $\frac{1}{2}$ millions toises cubes d'eau.

La troisiéme question consiste à savoir pourquoi les marées qui sont si grandes à S. Malo & aux grèves du Mont S. Michel , par une cause physique suffisamment expliquée dans Newton & autres Auteurs , ne s'écoulent pas uniformément vers la plus haute partie de la Manche , ou qui tend vers Calais , & s'il est vrai que la mer passe continuellement d'un lieu à un autre , dans toute l'étendue qui est comprise entre le Cap de la Hague & les grèves du Mont S. Michel , sans pouvoir s'accumuler sur celles-ci , comme l'a prétendu l'Auteur des objections.

En quatrième lieu , on auroit aussi l'alternative suivante ; savoir , de fermer les deux rivieres qui enclavent les grèves qu'on veut dessécher , par de fortes vanes d'écluses , ce qui ne pourroit s'exécuter qu'à grand frais ; ou bien de terminer le front de la nouvelle digue projetée , par un éperon vis-à-vis les quatre Salines , en face duquel on en pratiqueroit un autre aux digues de Dol. Mais dans ce dernier cas , la rapidité extraordinaire de l'eau aux grandes marées n'y ruinera - t - elle pas les deux digues , &

B iv

sur-tout celles de Dol , avant que cette embouchure de Coasnon parvienne à être un vrai golfe ou bras de mer. En effet , l'eau , par cette seule cause d'un courant extraordinaire , auroit bientôt creusé le fond de la riviere plus bas que le niveau de la mer. Nous en avons un exemple frappant en Italie , aux embouchures du Po. Les vents impétueux du sud-est , qui sont les vents naturels & dominans dans la mer Adriatique , sur-tout en hiver , peuvent s'accroître visiblement par l'effet des tempêtes : ils ont alors la même direction que celle du golfe ; mais ces effets , soit extraordinaires , soit constans du vent sur les eaux de cette mer , ont dû causer successivement aux embouchures du fleuve les altérations dont on va parler.

En 1693 , Jean - Dominique Cassini nous a dévoilé la cause des travaux inutiles & si dispendieux qu'on avoit faits jusqu'alors au canal de Ferrare , qui est même fort en-deça de l'embouchure du Po : il a trouvé qu'à Lagoscuro le fond du fleuve étoit déjà quatorze pieds plus bas que le niveau de la mer Adriatique : on peut voir sur cela le tome 2 des anciens

Mémoires de l'Académie des Sciences, & selon quel progrès le fond du fleuve a dû se creuser, n'étant pas aussi profond au commencement du dix-septième siècle.

La première question & cette dernière partie de la quatrième question, se trouvent déjà décidées par la nécessité où l'on s'est vu en Italie de remettre les lits des rivières, & sur-tout le Rheno dans leur ancien état, & de leur conserver leur pente naturelle, comme les trois lettres publiées en Italien par Dominique Cassini, en font foi.

Pour décider ce qui concerne la première partie de la seconde question, il faudroit connoître la solidité qu'on apporteroit à la construction de la nouvelle digue. M. l'Abbé Bossut a suffisamment développé cette matière, il y a dix ans, dans ses recherches sur la construction la plus avantageuse des digues.

A l'égard de la deuxième partie de la seconde question, l'Académie l'a résolue dans son ancien rapport, aussi-bien que ce qui concerne le début de la quatrième question. On peut demander sur cela, pourquoi le fond de la rivière de Coafnon pourroit devenir golfe, dans le cas

où les deux digues parallèles feroient reconstruites à grands frais , après avoir été renversées. Sur cet objet , il suffit de renvoyer au septième livre du Cours de Physique de Hartsoeker & à la Dissertation de *Auctâ maris altitudine* , publiée en 1746 dans le deuxième volume des Mémoires de l'Académie de Boulogne , par Eustache Manfredi.

Hartsoeker explique comment le Rhin & la Meuse ont dû former d'abord le terrain mol & enfin desséché qui a pris le nom de Hollande & de Zuiderzée ; que le limon & les ensablemens ayant rehaussés ce terrain , les deux rivieres se sont ensuite rejetées sur la Zelande ; mais qu'on s'est apperçu à la fin que le niveau de la mer rehaussait en même-temps que le fond s'élevoit , & qu'elle pourroit renverser à la fin les digues de Hollande , sur lesquelles elle s'éleve déjà , ajoute-t-il , sensiblement à chaque siecle : or les marées n'y sont pas à beaucoup près aussi grandes qu'au Mont S. Michel.

Manfredi , de son côté , cite la démonstration de Guglielmini , qui donne un terme à l'accroissement du sol à l'embouchure des fleuves ; il prouve ensuite

qu'à Ravenne & à Venise le niveau de la mer Adriatique a augmenté à chaque siècle, & en cite tant d'exemples authentiques, qu'il se persuade n'avoir plus besoin, pour ainsi dire, de s'appuyer sur les observations déjà faites aux digues de la Hollande.

A l'égard de la troisième question & de l'uniformité qu'allégué M. de la Hogue, dans le mouvement des eaux vers la partie supérieure de la Manche aux temps des marées, nous pouvons assurer qu'il s'en faut bien que toute l'eau ait ce mouvement uniforme; autrement à S. Malo & au Mont S. Michel, les eaux ne monteroient pas à l'excessive hauteur de cinquante pieds, lorsqu'à Brest elles ne montent pas à plus de vingt pieds: il se fait dans la baye du Mont S. Michel un amas des eaux de l'Océan, puisqu'elles ne peuvent passer toutes à-la-fois vis-à-vis le Cap de la Hague, ainsi, comment adopter ici toutes les nouvelles propositions qu'a faites M. de la Hogue?

*Heures de la pleine mer dans la Manche,
suivant le Neptune François.*

<i>Côtes d'Angleterre.</i>	<i>Côtes de France.</i>
Plimouth..... 5 ^h 5 ^{min.}	Isle de Bas..... 5 ^h 15 ^{min.}
D'Armouth..... <i>idem</i>	Treguier..... 5 30
Exmouth..... 5 ^h 30'	{ S. Malo Cancale } ..6 00 Grandville }
Veymouth..... 9 00	
Isle de Wigth... 9 15	
Grenezei 9 30	Cap de la Hague 12 30
Aurigni..... <i>idem</i>	Raz Blanchard. 12 45

On trouve ensuite que la haute mer arrive beaucoup plutôt au large de Cherbourg, savoir à dix heures un quart (& à Cherbourg même à sept heures trois quarts) qu'au Cap de la Hague & au raz de Blanchard.

Cet effet singulier dénote clairement que l'effort de la marée qui monte du sud, se fait vers les greves du Mont S. Michel, & que la plus grande partie de la masse d'eau s'y répand, à cause de la presque île du Côtentin qui s'oppose à son passage. Quand une partie de la marée montante a produit son effet vis-à-vis le Cap de la Hague, l'eau se trouve ac-

cumulée en cet endroit quelques heures après par une autre marée qui descend du nord : celle-ci s'opposant au passage & à l'impulsion de celle qui monte du sud , produit en ces parages une marée de cinq à six heures plus tardive , mais dont l'effet est , comme on le voit assez bien composé. On peut consulter dans Newton , sur cet article , l'explication d'une seule & unique marée qui se fait en vingt-quatre heures à la baye de Tunquin , & il est visible que celle-ci est encore plus composée que celles qu'on éprouve dans la passe ou étranglement qui se fait vis-à-vis le Cap de la Hague : au reste il est certain qu'à S. Malo & au Mont S. Michel , Avranches , Grandville , &c. la marée montante vient de la partie du sud : on attendoit à Avranches , le 20 Septembre 1770 , le flot qu'ils nomment la barre , à six heures trois quarts du soir , & on le vit arriver avec bruit suivant cette direction constante ; au lieu qu'en Hollande , dans la passe du Texel au Helder , la marée qui a fait le tour de l'Ecosse , s'opposant à l'autre marée qui monte du sud , paroît en effet y arriver du nord.

Voilà ce qu'il falloit dire ici le plus succinctement qu'il a été possible sur ce qui concerne la troisième question.

M. de la Hogue, Concessionnaire des dites greves, a fourni lui-même une réponse à une objection qui fut faite lorsqu'on fit lecture à l'Assemblée de l'Académie, de la lettre de M. de la Bourdonnaie, Procureur Général, Syndic des Etats de Bretagne : on va la rapporter tout-à-l'heure ; mais il a cessé de vouloir soumettre au jugement de l'Académie & des quatre Commissaires qu'on lui avoit nommés, la question touchant les digues : on auroit pu lui demander les cent soixante-dix rôles tirés du Greffe du Parlement de Rouen, sur le *commodo & incommodo* qui pourroient résulter des nouvelles digues : ces rôles contenoient les dépositions des Seigneurs Riverains, des autres habitans de ces côtes, la plupart Sauniers ou Pêcheurs, & même des Ecclésiastiques qui méritoient bien d'être écoutés, touchant les marées extraordinaires qui arrivent en diverses années sur ces greves. Voici l'extrait de la lettre écrite de Morlaix, le 31 Octobre 1772.

« J'ai appris, Monsieur, que le sieur

» Quinette de la Hogue avoit engagé
» MM. de l'Académie des Sciences à don-
» ner un nouvel avis sur la concession
» qu'il a obtenue des greves du Mont S.
» Michel : vous vous rappelez que les
» Etats de Bretagne , fans avoir intérêt au
» fonds des terres concédées audit sieur
» de la Hogue , puisqu'elles sont en Nor-
» mandie , se sont opposés à ce qu'il exé-
» cutât le projet de construction des di-
» gues , pour exploiter le terrain concédé.

» Le motif des Etats de Bretagne , est
» que les ouvrages du sieur de la Hogue
» Quinette , qui se feroient sur la rive
» droite de Coasnon , forceroient cette
» riviere à se porter sur sa gauche ; que
» cette riviere a de tout temps un pen-
» chant naturel à faire ses efforts de ce
» côté ; que le territoire de Dol n'est pré-
» servé de l'inondation que par des di-
» gues entretenues à grands frais ; que le
» territoire de Dol est en valeur réelle ;
» que la valeur incertaine du terrain con-
» cédé au sieur Quinette , ne doit pas
» mettre au hasard la valeur connue de
» celui de Dol ; que le sieur Quinette ne
» peut rassurer sur les dangers que cour-
» roit l'Evêché de Dol en Bretagne , &

» que le Gouvernement même ne pour-
 » roit réparer les pertes qui pourroient
 » résulter de l'exécution du projet du
 » sieur Quinette ; enfin , que la riviere de
 » Coasnon (ou Couesnon) qui a toute
 » liberté par sa droite , fait des efforts
 » constans depuis des siècles vers les di-
 » gues de Dol , qui sont à sa gauche , &
 » qu'il n'y a qu'un siècle & demi qu'elle
 » a englouti plusieurs Paroisses , & que
 » les États & le Parlement de Bretagne
 » sont dans une activité & une vigilance
 » perpétuelle pour prévenir & remédier
 » aux désordres que cette riviere , quoi-
 » que contenue par les digues de Dol ;
 » occasionne tous les jours » , &c.

M. de la Bourdonnaie finit par desirer
 que la chose soit examinée , & qu'on ne
 juge que sur un plan levé contradictoire-
 ment , ainsi que le Parlement de Rouen
 l'avoit ordonné par son Arrêt rendu au
 mois d'Avril 1770 : sa lettre a été lue à
 l'Assemblée du 18 Novembre & paraphée
 au Secrétariat , ainsi que l'écrit suivant ,
 le 21 du même mois.

A l'occasion de cette lettre , il a fallu
 éclaircir une objection qui fut faite ; sa-
 voir , que depuis vingt ans le sol de ces
 greves

greves s'étoit exhaussé de plusieurs pieds ; mais on m'a fait voir deux anciens plans desdites greves levés avec soin il y a environ quinze ans , l'un qui fut gravé pour lors , & l'autre où sont dessinées les différentes nuances ou élévations du sol : or le Concessionnaire ayant fait lever tout récemment un nouveau plan , il est convenu sans difficultés que ce sol n'avoit en aucune maniere sensible paru s'élever en un aussi court intervalle de temps ; ce qui s'accorde avec la réponse qui fut faite sur le champ à l'objection dont on vient de parler ; sçavoir , que ces greves étoient autrefois une forêt très-vaste , que la mer & les inondations ont achevé de détruire. La forteresse & l'Abbaye , ainsi que l'Eglise du Mont S. Michel , ayant été prises & incendiées dans la morte eau du mois d'Avril 1204 , après un rude assaut , il n'est pas étonnant si on y décida de construire de nouvelles fortifications en pierre , vu la rareté du bois pour lors en ces greves ; car on y avoit antérieurement formé en charpente les tours & les courtines , & quoique la tradition ait été jusqu'ici que les marées n'y sont plus si grandes qu'autrefois , cela peut très-bien signi-

C

fier que la baye du Mont S. Michel s'est creusée successivement : aussi la mer détruit-elle constamment les terres qui s'éboulent sous Avranches , Beauvoir , & comme je l'ai vérifié à Moidrai.

La même tradition a lieu dans la Hollande , & confirme pleinement ce que nous venons de dire au sujet des greves du Mont S. Michel. Leurs annales s'accordent à raconter qu'anciennement l'Océan y étoit bordé d'arbres , & qu'au Texel , il y eut jadis une grande forêt , ce qui se remarque encore aujourd'hui dans la passe du Texel , par les fouches d'arbres qui y sont demeurées & qui nuisent à la navigation : il est très-certain que ces fouches ont donné souvent beaucoup d'embarras & de peines aux gens de mer pour retirer leurs ancres , & peut-être à cause des racines desdites fouches , lorsque les ouragans & diverses tempêtes ont forcé les Navigateurs d'y chercher quelque abri contre la violence du vent.

Nous avons quantité de preuves que la mer a ruiné beaucoup de terrains , & même qu'elle les a submergés absolument. Dans le volume de l'Académie de l'année 1735 , M. du Fay parle aux ob-

servations météorologiques d'une tempête furieuse qui se fit sentir en Hollande & au Pays-Bas ; & dans une lettre particulière lue à l'Assemblée, le 5 Février de la même année, il a été question du débordement de la mer proche l'Abbaye de la Sainte Trinité de Caën, & on découvrit par-là la chaussée & les fortifications qui parurent être les restes de quelque ancien camp Romain. Tant que les hautes marées sont occasionnées par l'effort continu d'un vent violent, lequel concoure avec la direction de la marée montante, l'effet de l'oscillation dont nous avons parlé ci-devant, n'est pas complet, & il est altéré singulièrement au temps de reflux.

Il faut pourtant distinguer ici les oscillations extraordinaires qui n'ont lieu que par l'effet d'un tremblement de terre : elles ont lieu dans ce grand flux & reflux d'une manière très-remarquable ; mais elles sont dans le cas d'être beaucoup plus étendues que celles des marées : on en a vu un exemple à la baye de Cadix & sur la chaussée hors de la Ville en 1755, lors du fameux tremblement de terre de Lisbonne, & semblablement au Callao du Pérou, qui est le Port de Lima, lors-

que cette Ville fut renversée. Mais on ne s'arrêtera pas ici à ces causes extraordinaires : elles ont eu lieu sans doute , en des temps fort reculés aux greves du Mont S. Michel , & les annales qu'il me feroit facile d'en recueillir aux manuscrits de cette Abbaye , en feroient foi & les constateroient amplement ; ce qu'il y a de certain , c'est que les greves qui entourent le Mont S. Michel en ont reçu plusieurs altérations.

Au mois de Janvier 1771 , on fut surpris d'une marée extraordinaire auxdites greves , qui ne fut annoncée , ni par de grands vents , ni par aucun tremblement de terre , dont les nouvelles publiques ayent fait mention. Comme cette marée a paru aussi forte que les marées des équinoxes les plus hautes , on seroit fondé à demander les causes d'un phénomène aussi singulier & qui n'est pas réglé. Mais le vent de sud qui remonte souvent l'hiver le long des côtes de l'Océan , joint à quelqu'ouragans éloignés & peut-être à quelque chose de plus violent que des trompes ordinaires de mer ; toutes ces circonstances réunies , y ont plus contribué que les causes physiques d'où dé-

pend le retour des marées. Au reste, à cause de la fonte générale des glaces vers le cercle polaire, au solstice d'été, nous avons des tempêtes en Juillet qui occasionnent sur nos côtes les grandes marées de la Magdeleine. Or la fonte de celles du pôle austral doit en occasionner de pareilles en Janvier; si ces ouragans qui en font les suites, sont rejettés entre ce continent & celui de l'Amérique, au nord du Tropique, & même jusqu'au Cap Finistere & aux côtes d'Irlande.

L'abondance & la fonte des neiges aux zones qui s'étendent depuis les poles jusqu'aux cercles polaires, & successive-ment l'effet qui suit la rupture des glaces de quantité de fleuves que les fontes subites font gonfler un peu avant les solstices, ces événemens annuels occasionnent alors une évaporation immense que les courans d'air transportent jusqu'aux zones torrides avant & après le coucher du Soleil: aussi voyons-nous en Afrique le Nil se déborder par cette seule cause & les deux Canicules qui est le deuxième temps des orages, s'opérer ensuite en Août & en Février, avec des variétés

surprenantes. Si la résistance qu'opposent aux vents généraux de l'est, les masses des parties hétérogenes des toutes especes qui se sont évaporées & qui remplissent alors les nuages électriques; si cette résistance, dis-je, n'est pas distribuée également au nord & au sud de la ligne équinoxiale; alors le courant naturel de l'air vers l'ouest doit se porter très-obliquement, eu égard au plan de l'équateur, & s'approcher de l'un ou de l'autre pôle: delà naissent, comme on l'a dit, ces grandes marées improprement dites: l'air qui se régénere en sortant de ces nuages électriques, lors des tonnerres & des tempêtes, joint au défaut du courant naturel du vent d'est, lequel se réfléchit à notre égard en sens contraire par la résistance qu'il y éprouve; toutes ces causes réunies & dont l'effet se trouve plus ou moins retardé, occasionnent enfin ces grandes marées qui arrivent un mois ou environ après les solstices.

La grande marée de l'équinoxe de Septembre 1770, qui fut observée au Mont S. Michel & à Pontorson, fut suivie d'une autre beaucoup plus grande & inattendue, le 2 Janvier 1771. M. Thibault de

Chanvallon me manda du Mont S. Michel, qu'on ne se souvenoit pas depuis neuf années d'en avoir vu qui fût aussi haute ni d'aussi étendue : elle inonda une partie de la Ville où elle entra, par une ouverture qu'on n'avoit pas eu l'attention de boucher, parce qu'on ne s'y attendoit pas, & elle détruisit sur la côte plusieurs Salines.

Jusqu'ici, j'ai tenté d'annoncer pour marées équinoxiales celles qui arrivent deux à trois jours après les nouvelles & pleines Lunes des mois de Mars & de Septembre : celles-ci sont désignées, comme je l'ai déjà insinué, par les moindres déclinaisons des deux luminaires, lorsque la Lune & le Soleil tendent à s'approcher bientôt, ou qu'ils ont à peine quitté de quelques degrés le plan de l'équateur. D'ailleurs, le Soleil étant plus près du périégée à la fin de Février & au commencement de Mars, les marées, par cette raison seule, devroient excéder naturellement celles qui suivent l'équinoxe du printemps. On ne fera donc plus surpris que j'ai rangé la marée du 3 Mars 1771 au nombre des marées équinoxiales. Voici les observations simultanées &

autres des marées équinoxiales qui ont été continuées après mon départ du Mont S. Michel & de Pontorson. Je dois ces dernières aux soins de M. de Verdun de la Crenne, Lieutenant de Vaisseau, qui les fit mesurer à la deuxième pile du Pont du côté de la Normandie, sur la rivière de Coasnon, en Mars & en Avril. En cette deuxième arche, le chapiteau de la pile fut trouvé élevé au-dessus de l'eau douce de quatre pieds onze pouces trois quarts; & comme la surface de l'eau n'étoit élevée ce jour-là, qui étoit un jour d'été, que de deux pieds quatre pouces un quart, on aura sept pieds quatre pouces précisément pour la hauteur de ce chapiteau, relativement au fond de la rivière: enfin l'eau douce n'étoit guère plus haute le 3 Mars 1771; & par les repaires, on n'a trouvé que dix pouces & trois quarts sur cette masse de maçonnerie fixe, ou pile du Pont à sa deuxième arche. A l'équinoxe précédent du mois de Septembre, on mesura la hauteur de la grande marée sur le sol, à la sortie du Pont, du côté de la Bretagne, vis-à-vis d'un Bureau, où l'on fit des repaires. Quant au Mont S. Michel, d'abord M.

Thibault de Chanvallon mesuroit la hauteur de la grande marée sur le mur de la forteresse en-dehors ; & comme le sol mêlé de vase pouvoit changer , il compara ses repaires avec d'autres qu'il eut occasion de vérifier dans la rue d'entrée , aux marées suivantes : on se contentoit autrefois de comparer la plus grande hauteur à une couleuvrine , où la tradition portoit que la mer arrivoit , lors de ses plus grandes hauteurs ou crues extraordinaires.

Termes des plus hautes marées.

Au Mont S. Michel.

A Pontorson.

1770, 21 Septembre au soir 7 pieds 6 pouces	Sur le Terreplein , vis-à-vis un Bureau . 0 pieds 6 pouces
1771, 3 Mars		Au-dessus du 3 0 } chapiteau . 1 11 $\frac{3}{4}$ }
au matin... 7	7 }	
1 Avril..... 5	0 }	

Le repaire ou entaille faite à la porte d'entrée de la rue ou rampe qui monte au Mont S. Michel , étoit élevé de quatre pieds & demi au-dessus du pavé , & le 31 Mars au soir trois pieds un tiers , lorsqu'au rempart en-dehors elle paroissoit six pouces plus haut qu'au premier Avril

au matin : on n'a trouvé le premier Avril au matin que deux pieds & demi de différence entre les repaires du dehors & ceux du dedans.

Le vent nord-est étoit le vent dominant de la saison ; & comme la Lune avoit passé le 28 Mars par le plan de l'équateur , il n'est pas étonnant si la grande marée , qui ne devoit arriver que le 2 Avril au soir , selon le calcul des gens de mer , a dû anticiper de vingt-quatre & de trente-six heures.

La Lune périgée , ou dans sa plus grande proximité à la terre , occasionne pareillement un effet plus grand & qui est sensible dans les plus hautes marées : elle avoit été pleine & périgée le 23 Février 1771 ; mais le périgée avoit précédé de cinq jours la marée du 21 Septembre de l'année précédente , laquelle suivit à l'ordinaire de deux jours & demi la nouvelle Lune de ce mois-là.

Il seroit intéressant de connoître les variations des marées aux nouvelles & pleines Lunes périgées & équinoxiales entre les Tropiques à l'Isle de France & dans la mer du sud : d'un autre côté , l'observation suivie qu'en a faite M. Richer

en 1671 & 1672, en l'Isle Cayenne, n'est pas assez détaillée, puisqu'il ne donne que six, à six pieds & demi pour la plus grande variation des marées, alléguant seulement que celles qui sont équinoxiales ne surpassent les autres que de six pouces ou environ; savoir, le troisième jour après la nouvelle & la pleine Lune. Mais, comme nous savons d'ailleurs, par MM. Cassini, qu'elles sont trois fois moindres à l'Isle de France qu'à Cayenne, & encore plus petites au milieu de la mer du sud, à l'Isle d'Otaïti (où l'on n'a pu observer que les marées solsticiales, qu'on assure n'y pas excéder un pied, à compter de la plus basse à la plus haute marée) il seroit nécessaire d'y répéter avec plus de soin les observations pour compléter par là la théorie générale des marées sur l'Océan. L'Observateur ne doit plus ignorer que les vents généraux du sud-est occasionnent un plus grand effet à Cayenne & à l'Isle de France, que celui qu'on y observeroit sans l'action continuelle du vent, par les seules loix de la gravitation réunies, tant de la Lune que du Soleil. Celles-ci d'ailleurs ne produisent leurs grands effets que parce que ces astres

troublent à leurs passages au Méridien l'équilibre entre les colonnes d'eau d'un hémisphere supposé de l'Océan, ou qu'ils éclairent ; ce qui occasionne dans l'eau, ainsi que dans la masse de l'air, deux flux opposés qui se portent de l'est à l'ouest : mais, comme il a été dit, le courant d'air fuit d'ailleurs de l'est à l'ouest la chaleur méridienne, & les deux causes réunies en deviennent d'autant plus efficaces.

Des Marées & du Môle de Grandville.

LE Port de Grandville est situé quatre lieues au nord du Mont S. Michel, & les marées les plus hautes s'y évaluent à quarante-cinq pieds, autant qu'il a été reconnu par les habitans, depuis qu'ils y ont construit, il y a deux siècles, une jettée à pierre sèche d'environ soixante-dix toises, laquelle leur a servi jusqu'ici de Port, ou d'abri pour leurs vaisseaux en hiver. Depuis 1749, un des Directeurs en chef du Corps du Génie, fut chargé d'arrêter les plans d'un nouveau Port, & qui put mettre les vaisseaux à couvert, l'ancien n'ayant pas assez d'étendue. En conséquence, on jeta l'année suivante les

fondations d'une partie de ce nouveau Port , laquelle branche étoit exposée au sud : elle fut élevée successivement les années suivantes , jusqu'en 1757 , de onze assises au-dessus de la retraite de la fondation ; l'autre branche exposée à l'ouest , ne fut que fondée & élevée à très-peu de hauteur , & dès-lors les Ingénieurs du Roi cessèrent d'y faire travailler.

La mer monte ordinairement de seize pieds en eaux mortes au-dessus de la retraite de la fondation , & de quarante-deux pieds en haute mer d'équinoxe.

Le projet des nouveaux Entrepreneurs a été de donner à ce môle cinquante-quatre pieds de hauteur totale ; sa largeur à sa base étant de cinquante-sept pieds , & au sommet de trente-neuf pieds ; ce qui fait huit toises de largeur moyenne.

Il seroit facile de donner ici le détail général de tout l'ouvrage qui m'a été communiqué généreusement de toutes parts. Je dirai seulement que de nouveaux Entrepreneurs ayant repris l'ouvrage en 1766 , & les Ports du Roi n'étant plus dans les départemens militaires de la Guerre ni de la Marine , la partie du môle vers l'ouest fut exhaussée successivement

jusqu'à dix-huit assises ou vingt-sept pieds de hauteur au-dessus de la retraite de la fondation ; mais que la branche vers le sud portée d'abord , comme on l'a dit , à onze assises au-dessus de ses fondations , & qui ayant resté dans cet état pendant dix-huit ans , a essuyé plusieurs tempêtes sans qu'il y ait paru les moindres accidens , qui sembloient dispenser d'y faire les dépenses d'un entretien , fut augmentée en 1772 de sept assises qu'on y ajouta pour la mettre de niveau avec l'autre branche.

La tempête du 21 Février 1773 , avoit été suivie de quelqu'autres jusqu'au 24 , les vents étant dans la partie du sud & du sud-ouest. Dès-lors , la branche exposée au sud de ce nouveau môle en fut très-maltraitée , & il se forma bientôt sur le sommet de la plate-forme une lèzarde de vingt à vingt-cinq toises de longueur , &c.

La retraite sur les fondations & les quatre à cinq assises au-dessus qui furent visitées , avoient conservé leur niveau & l'alignement le plus exact. Mais la nuit du 25 au 26 Février , la tempête ayant recommencé , la partie ébranlée s'écroula au pied de l'ouvrage : on s'apperçut

aussi que le mal diminoit par gradation vers l'ouest, où le dérangement finissoit par deux à trois assises. La dispute qui s'éleva d'abord entre deux partis différens qui s'attaquoient, nous a éclairci, comme c'est l'ordinaire, le fond de cette affaire. M. de Montaran, Conseiller d'Etat & Intendant du Commerce, voulut bien, comme tant d'autres personnes éclairées, en prendre connoissance; & sur les premiers bruits qui se répandirent à Paris, que ces lezardes si étendues provenoient du défaut de la fondation, je lui remontrai que cela demandoit un examen bien suivi; que d'ailleurs on avoit manqué essentiellement en construisant ce môle, à ne pas opposer à l'impétuosité des vagues & aux premiers flots une digue parallèle & un peu plus avancée; qu'en Hollande, la digue est triple, & que des pieux entourés de planches retiennent divers amas de pierres, qu'on a soin d'y renouveler, & que c'est là ce qu'ils appellent batardeaux, lesquels étant distribués de proche en proche, forment des ouvrages avancés qui tendent à briser l'impétuosité des flots; que la digue parallèle, & qui est au-devant de la vraie

digue , formant le deuxiême ouvrage avancé , paroît molle & toute composée de goefmon qu'on foule aux pieds , & qui dégénere en terreplein , sur lequel les voitures & les gens de pied passent sans peine aux basses marées ; qu'enfin ces ouvrages avancés rompent la premiere impétuosité de la mer aux tempêtes , & préservent ainsi la vraie digue , laquelle est de sable uniquement.

Or , faute d'ouvrages avancés & qui résisteroient à la plus grande partie des flots , il seroit donc nécessaire , si on construisoit quelques digues aux greves du Mont S. Michel , d'y donner plus de talud qu'au môle de Grandville , à l'imitation de l'ancien môle qui a été construit à pierres sèches.

Une preuve que ce n'a pas été le défaut de la fondation du nouveau môle de Grandville , qui a occasionné les lezardes , c'est qu'on visita le bas de l'ouvrage la veille de la chute , & après l'effet des tempêtes des 21 , 22 , 23 & 24 Février , & qu'il fut reconnu que ces assises étoient dans un niveau parfait. Ainsi ces fondemens n'ayant pas baissé & ayant résisté à une épreuve de vingt années ,
il

il a fallu bientôt pénétrer les causes de l'éboulement du môle & des lezardes qui se prolongent depuis cet endroit du môle jusqu'au coude vers l'ouest. Le Corps-de-Ville qui en a rendu compte au Ministère, n'a su alléguer autre chose, sinon que la tempête avoit été sans exemple ; mais ils auroient pu ajouter que la nature de la lezarde sur la plate-forme, passant exactement par l'extrémité des boutisses, sembloit annoncer une liaison insuffisante entre la maçonnerie des paremens & les massifs de moëlon destinés à lier ensemble ces paremens intérieurs & extérieurs. Un très-habile Ingénieur des Fortifications, a proposé, outre ces moyens, d'autres vues particulieres aux Chefs de l'Amirauté ; il doit être très-libre aux sujets de Sa Majesté d'inspirer de nouvelles & de saines réflexions en de semblables circonstances, quand ce ne seroit que pour instruire ceux qui sont chargés d'entreprises aussi importantes.

J'ai déjà dit que les Officiers du Génie & que le Corps de l'Amirauté furent consultés sur les objets dont nous venons de parler ; qu'il y avoit fallu d'abord joindre l'avis des plus éclairés & témoins oculai-

D

res qui se trouverent pour lors à Grandville: j'avois déjà vu ce môle, m'étant trouvé à la fin de Juin 1772 en cette Ville, où le Ministère fit prévenir de mon arrivée M. Deshayes, Commissaire Général de la Marine: j'y avois parcouru la côte, dirigeant ma route vers Tombelaine, & ce Commissaire n'a cessé, depuis ce moment, de me procurer toutes les facilités que les expériences les plus délicates & les faits les mieux constatés sembloient exiger pour la suite non interrompue de mes recherches. Il est très-certain qu'à Grandville, on détermineroit aussi-bien qu'à S. Malo le rapport des plus hautes aux plus basses marées, & que les observations soigneusement faites en ces deux Ports, ne seroient nullement dans le cas d'être négligées.

A la suite des faits qui ont été lus successivement aux Assemblées de l'Académie des Sciences, les 13 Mars & 24 Avril 1773, & déposés au Secrétariat, on fit la lecture suivante, qui est l'extrait d'une lettre particuliere que M. Deshayes m'adressa, aux premiers momens de loisir qu'il eut, après l'expédition des vaisseaux pour le grand banc: il m'avertit d'ailleurs

qu'il ne faut pas strictement compter sur les mesures de la hauteur de l'eau, dans un temps où la mer a paru si orageuse, mais qu'il est certain que pendant le fort de la tempête, la mer a monté de neuf à dix pieds sur le môle, lequel étoit élevé pour lors de vingt-huit pieds au-dessus du sable.

Le 20 Février au soir grand vent sud sud-ouest; la mer haute à cinq heures & demie tint son plein trois quarts-d'heure plus qu'à son ordinaire: elle monta de deux pieds sur le môle. La même chose au 21 Février à six heures du matin & à six heures un quart du soir: le vent au sud, est un peu moins violent que la veille.

Le 22 Février la mer monta quatre pieds sur le môle au matin comme au soir: les vents variables du sud sud-ouest à l'ouest retombant au sud.

Le 23 au matin grand vent de sud: la mer monta de sept à huit pieds sur le môle, & garda son plein plus long-temps qu'à l'ordinaire: la même chose sur le soir, & le vent diminua pendant la nuit.

La mer monta bien moins aux marées du 24 & du 25 au matin, mais ce dernier jour la tempête commença par un

vent de sud qui souffla avec violence jusqu'à minuit , la tempête ayant duré quatre heures , & la mer monta de neuf à dix pieds au-dessus du môle qu'elle renversa , comme il a été dit ci-devant.

*Considérations sur cet événement du 25
Février 1773.*

I. La mer n'a pas monté à une hauteur excessive , puisque l'on a trouvé ci-dessus trente-huit pieds , le 25 Février , & que d'ailleurs d'autres l'avoient évalué à quarante pieds au moins ; il pourroit donc se faire , comme on le va voir dans l'instant , que la mer seroit portée à plus de hauteur ; auquel cas , on auroit la question suivante à résoudre ; savoir , quel doit être l'effort de l'eau contre le môle , dans les deux suppositions d'une grande marée de quarante pieds , & dans une autre qui auroit été de cinquante pieds , les principales circonstances étant les mêmes dans le second cas & leur effet s'accroissant proportionnellement.

II. La Lune étoit apogée & par conséquent son action bien plus foible que si elle eut été au périgée : la même tempête , dans ce deuxième cas , se fût donc mani-

festée avec plus de violence, & la marée, par une double cause, en eût donc été plus forte; en sorte que l'eau eût monté peut-être dix pieds plus haut sur le môle: or la Lune avoit passé le 23 par le plan de l'équateur.

Les raisons physiques pour quoi les marées des équinoxes ne sont pas toutes également hautes, se réduisent à trois articles principaux: il faut en premier lieu que l'ouragan principal n'anticipe pas les nouvelles & pleines Lunes; car c'est vers les équinoxes que commence la fonte absolue des neiges abondantes aux zones tempérées: aussi voyons-nous de grandes sécheresses ou des pluies excessives en ces temps-là, selon que l'ouragan s'y porte au nord ou au sud, & qu'il a lieu au temps des sisigies.

J'avois déclaré au Ministère qu'il devenoit inutile de faire observer la marée d'équinoxe de Septembre 1772, parce que l'effet en seroit médiocre, l'ouragan ayant anticipé: la Frégate la Flore qui étoit en rade à Dunkerque, au retour d'un long voyage, à l'occasion des montres marines, n'a résisté à cette tempête du 7 au 10 Septembre, dans une rade

aussi suspecte , que parce qu'on n'étoit qu'au dixième jour de la Lune. Or , lorsque ces ouragans anticipent les nouvelles & pleines Lunes , & qu'ils se forment quand cet astre est fort éloigné du plan de l'équateur , l'effort en est moins violent , & les effets des marées équinoxiales qui suivent s'en trouvent moins efficaces. Il devenoit donc inutile d'observer alors , comme l'on fit au troisième jour , après la pleine Lune vers la mi-Septembre , ainsi qu'au 30 du même mois , les marées les plus hautes à Pontorson & à Grandville. Ces marées ne devoient plus indiquer les grandes hauteurs requises ; en un mot , elles ne durent pas être excessives , telles que les gens du lieu purent très-bien s'en appercevoir & le déclarer aux Observateurs ; il falloit nécessairement à ceux-ci quelques théories physiques , lesquelles ne font guère du ressort de ceux qui ont peu de relations avec d'autres plus instruits , & ayant fréquenté les bords de la mer ; qui d'ailleurs connoissent encore moins les écrits d'Astronomie & du Pilotage , relatifs aux principes de la Physique moderne.

Il faut donc se souvenir désormais

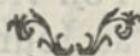
qu'aux grandes marées, ainsi qu'aux grands vents d'équinoxes, l'effet le plus considérable n'a lieu que lorsqu'une vraie tempête concoure avec les nouvelles & pleines Lunes, & que cet effet est constamment amorti lorsque l'ouragan les anticipe; qu'il n'est plus possible par-là que toutes les nouvelles & pleines Lunes qui sont avant ou qui suivent immédiatement l'équinoxe, occasionnent de nouveaux changemens fixes & permanens dans l'atmosphère, ainsi que des marées qui soient d'égales forces à celle qui a été soumise au grand vent; que cela ne seroit vrai qu'autant qu'un ouragan général dureroit une quinzaine de jours, auquel cas il n'exerceroit que successivement toute sa violence; ce qui ne sauroit s'étendre absolument fort loin & tombe dans un cas extraordinairement rare.

Les détails où nous venons d'entrer, développent ainsi successivement ce qui avoit été ébauché il y a vingt ans, dans les deux lettres imprimées à la suite de la première partie de l'édition française des Tables de Halley: on pourroit aussi comparer ce que l'on vient de dire, avec l'extrait rapporté au Journal des Savans,

année 1759, à l'occasion de ce qui venoit d'être publié sur la fonte des neiges & des glaces en Lapponie, un peu avant le solstice d'été.

Pour faciliter la lecture de tout ce que l'on vient de dire, il faudra recourir nécessairement à la Carte générale de France, publiée il y a quelques années dans le plus grand détail, & y consulter la feuille qui s'étend depuis Grandville jusqu'à S. Cast : on trouve cette Carte à l'Observatoire Royal ; & à son défaut, il faudroit avoir recours au Neptune François. Comme l'on fait actuellement lever les plans des côtes avec le plus grand soin, & que diverses Frégates sont destinées d'ailleurs à vérifier les sondes & les rades aux côtes de Normandie & de Bretagne, il seroit donc superflu de donner ici un plan des greves du Mont S. Michel, qui n'en sera que plus complet, lorsqu'il sera question de publier la suite de cet Ouvrage.

Le Mémoire suivant a été composé en Avril 1770, & présenté aux Etats de Bretagne par M. de Kermadec.



OBSERVATIONS

*Sur l'afféagement de la partie des Greves
du Mont S. Michel, concédée à MM.*

DE LA HOGUE.

LA partie concédée est formée par les attérissemens qui se sont faits au fond de la baye du Mont S. Michel ; étant élevée au-dessus des marées ordinaires, l'herbe y croît ; mais comme elle est couverte par la mer dans les marées des équinoxes, & peut-être aussi dans celles qui les précèdent & les suivent immédiatement, il ne seroit pas possible d'y semer, ni d'y recueillir des grains, sans une digue qui garantisse le terrain des inondations de la mer dans les grandes marées ; aussi la construction d'une digue pour remplir cet effet, est-elle une condition essentielle de la concession faite à MM. de la Hogue ; qui pour se la procurer, ont présenté au Conseil les espérances d'un grand produit & des nouvelles richesses que donneroit la culture.

Cette concession a été combattue, &

l'est encore aujourd'hui par trois sortes d'opposans ; les uns comme propriétaires , tels sont les Religieux du Mont S. Michel ; les autres comme usagers ; les troisièmes , les propriétaires des marais de Dol auxquels la digue que les sieurs de la Hogue seroient obligés de construire pour remplir la condition essentielle de leur afféagement , seroit extrêmement préjudiciable , en ce qu'elle rejetteroit les eaux de la mer & de la riviere de Coafnon sur leurs digues , qui n'ont été construites & qui ne sont entretenues qu'à grands frais , & avec les secours que leur donnent les États de Bretagne , pour conserver un terrain précieux qu'on courroit risque de perdre , si le projet de MM. de la Hogue avoit lieu.

L'objet a paru assez important au Parlement de Rouen , pour mériter qu'il envoyât sur les lieux , avant d'enregistrer les Lettres - Patentes de la concession , un Commissaire qui en a pris connoissance , & qui a fait rédiger dans un procès-verbal les raisons alléguées de part & d'autre ; on ne parlera pas des moyens de ceux qui se prétendent propriétaires , ils doivent consister en titres qu'on ne connoît pas ;

les raisons de ceux qui font dans l'usage de faire paître leurs bestiaux sur ces greves, & de ceux qui ont des Salines, pourroient trouver place ici ; mais ce qu'on se propose spécialement, est d'exposer les motifs qui forcent les propriétaires des marais de Dol & les Etats de Bretagne de s'opposer à l'exécution du projet de MM. de la Hogue.

Ces motifs sont fondés sur l'expérience & sur des raisonnemens solides auxquels on pourroit en ajouter beaucoup d'autres, si l'on entroit dans le détail de tous les accidens que peut causer la digue projetée par MM. de la Hogue, dans un lieu aussi singulier que la baye du Mont S. Michel, par la hauteur prodigieuse de ses marées, & par la quantité de rivieres & de ruisseaux qui coulent sur ses greves.

La baye au fond de laquelle sont situés le Mont S. Michel & les greves afféagées, représentée par la carte ci-jointe à basse mer dans les grandes marées, est ouverte au nord-ouest ; son ouverture, à prendre depuis le grouin de Cancale jusqu'à Grandville, est de onze à douze mille toises ; elle peut en avoir

quatorze à quinze mille de profondeur ; & elle se rétrécit vers son fond ; la mer , lorsqu'elle est basse , y est renfermée dans un demi-cercle par les greves qui l'environnent , qu'elle couvre , & sur lesquelles elle s'éleve jusqu'à la hauteur de quarante pieds , & même au-delà , jusqu'à quarante-cinq & plus , suivant Newton , lorsqu'elle est pleine ; dans ce dernier état ; elle est contenue d'un côté presqu'entièrement par les digues de Dol jusqu'à la riviere de Coasnon , & de l'autre côté par les côtes de Normandie.

Le fond de ces greves qui n'ont qu'une pente insensible , est une vase ou une fange mêlée de sable , qui pourroit acquérir de la consistance , si le Soleil avoit le temps de les dessécher ; mais comme elles sont abreuvées en quelques endroits par les eaux douces , & généralement partout par les eaux de la mer qui les couvrent toutes deux fois par jour , à l'exception de la partie afféagée qu'elle ne couvre qu'aux grandes marées , elles ne fauroient avoir assez de solidité pour fournir un lit fixe à la riviere de Coasnon ; leur peu de solidité & de ténacité les rend si sensibles à l'action de l'eau , que cette

action ne sauroit augmenter , sans y causer des déplacemens & des affouillemens.

Les pertes qu'ont effuyées les propriétaires des marais de Dol par l'action de l'eau , les obligent de s'élever contre tout ce qui peut augmenter son action contre leurs digues , parce qu'elle les détruiroit en peu de temps.

Il est attesté par le procès-verbal , qu'il y avoit une greve herbue qui couvroit depuis la Chapelle Sainte Anne , en allant vers le fond de la baye , dans l'intervalle de plus d'une lieue & demie , la digue de Bretagne ; que cette greve a été détruite & emportée par les eaux , & on peut conjecturer avec fondement que ses débris forment une partie du terrain concédé.

Si un pareil événement est arrivé dans un temps où il n'y avoit dans la baye aucun corps étranger qui contrariât le cours naturel des eaux , & qui les empêchât d'occuper tout l'espace destiné à les recevoir , que n'a-t-on pas à craindre de l'obstacle que mettroit à leur cours & à la diminution que feroit à l'espace qu'elles occupent actuellement , la digue projetée ?

Pour s'en convaincre , il n'y a qu'à jeter les yeux sur la digue $ADXGB$, qui est tracée sur le plan , & qui doit renfermer le terrain concédé ; si on tire une ligne des quatre Salines au grouin du sud , on trouvera que le front de la digue projetée répond aux trois quarts de cette ligne , & qu'il bouche par conséquent les trois quarts de l'espace par où l'eau coule actuellement , ne lui en laisse que le quart pour s'échapper entre ses côtés , les digues de Bretagne à l'ouest , & la côte de Normandie à l'est.

L'intervalle qui est entre les quatre Salines & le grouin du sud , est d'environ six mille deux cents toises , la partie de cet intervalle qui répond au front de la digue de quatre mille cinq cents toises , l'ouverture qu'il laisse entre les digues de Bretagne & son angle occidental de cinq cents toises , celle qu'il laisse entre son angle oriental & la côte de Normandie , d'environ douze cents toises.

La superficie renfermée par la digue projetée , est d'environ 6503175 toises quarrées ; elle est couverte d'environ 4335450 toises cubiques d'eau aux grandes marées , la mer montant alors de cinq

pieds à cinq pieds & demi sur sa partie inférieure, & de deux pieds à deux pieds & demi sur sa partie supérieure; effet qu'elle produit plus ou moins promptement, suivant la vitesse qu'a la marée sur sa fin; en ne lui donnant que la vitesse moyenne avec laquelle elle remplit la baye du Mont S. Michel, il s'opéreroit dans quarante à quarante-cinq minutes; tout le monde fait que les vents plus ou moins violens, plus ou moins favorables, augmentent ou diminuent la vitesse de la marée, & la quantité d'eau qu'elle apporte dans les ports, bayes ou anfes, & que sa vitesse est fort grande dans la baye du Mont S. Michel, indépendamment de ce secours étranger; or la mer ne peut frapper avec impétuosité le front de la digue, qu'elle ne s'éleve à proportion de la vitesse avec laquelle elle le frappera; celle-ci ne diminuera pas en même raison que la baye sera diminuée; les flots qui se succèdent avec rapidité, ne lui permettant pas de retourner librement en arriere, il se fera le long du front de la digue un gonflement qui s'étendra à droite & à gauche, & portera les eaux vers les endroits ouverts; cet effet est semblable

à celui que produit la disposition des côtes dans cet endroit de la Manche, où elle donne à la marée plus du double de la hauteur qu'elle auroit par les seules causes ordinaires, comme on le voit évidemment, si on se donne la peine d'examiner la hauteur des marées le long de notre côte de la Manche.

Ce gonflement peut exciter un courant le long du front de la digue; le choc des eaux directes contre les eaux réfléchies, produira des tournoyemens, fera des affouillemens dans un fond mol & élevé, & causera tous les désordres que des riverains expérimentés prévoyent dans le procès-verbal.

Pour ne parler ici que de ce qui regarde en particulier les digues de Bretagne, on observera que la partie du front de la digue projetée la plus avancée vers la mer, & qui avoisine les digues de Bretagne, ayant seize cens toises de longueur, & que le passage qu'elle laisse à la mer n'en ayant que cinq cens, le flux portera dans le même temps contre cette partie du front, trois fois plus d'eau qu'il n'en porte vers l'ouverture qui est du côté des digues de Bretagne, ces eaux réfléchies
avec

avec plus ou moins de violence , suivant la force & la direction du vent , tomberont sur les digues de Bretagne , y arrivant en trop grande quantité , pour , ensemble avec celles qui viennent directement , passer par l'ouverture que leur laisse la digue projetée ; elles s'éleveront vers les endroits des digues de Bretagne qu'elles frapperont , les endommageront & passeront par-dessus , la mer affleurant actuellement dans les grandes marées la crête de ces digues , quoiqu'elle ait un passage libre.

Il est certain que la mer étant resserrée par les deux digues entre lesquelles on la forceroit de passer , porteroit dans le même espace & dans le même temps beaucoup plus d'eau qu'elle n'en porte aujourd'hui , qu'elle y couleroit par conséquent avec plus de vitesse , agiroit avec plus de force contre les digues de Bretagne , sur lesquelles elle pourroit même passer suivant les circonstances.

Il est également évident que l'éperon D qui resserre le canal , rejetteroit avec violence contre la côte de Bretagne , qui est molle , les eaux qui la détruiroient ; la côte tient dans cet endroit lieu de digue ,

E

& sa destruction seroit aussi préjudiciable que celle d'une partie des digues.

M. de la Hogue a senti la force des objections qu'on lui faisoit ; & pour suppléer à la foiblesse de ses réponses , il a imaginé une autre sorte de digue que celle que l'usage & son plan présentent à quiconque le voit , c'est d'employer une partie du terrain concédé à défendre l'autre par un glacis qui auroit une pente fort douce , & dont la crête seroit assez élevée pour le garantir des eaux de la mer ; mais outre que ce glacis dont la crête devoit avoir deux à trois pieds d'élévation au-dessus des plus grandes marées , emporteroit avec sa crête & le revers ou talud qui doit la soutenir du côté des terres , une portion considérable du terrain concédé , quand on lui donneroit vingt fois plus de pente que n'en à la greve ; il coûteroit peut-être davantage qu'une digue dans la forme ordinaire ; il diminueroit , mais n'empêcheroit pas entièrement les torts qu'une digue ordinaire seroit à celles de Bretagne ; les raisons de la partie qui les craint , seroient assez fortes pour l'autoriser à demander aux Juges que celle qui les cau-

feroit par ses ouvrages , fournît des cautions assez riches pour les réparer & pour l'en dédommager en cas d'événement.

M. de la Hogue ne courra pas ces risques & ne les fera courir à personne ; il est assez complaisant , pour vouloir bien commencer par un essai , & se borner à faire seulement la partie de la digue projetée , dont on croit avoir le plus à craindre , & ne pas passer outre si elle produisoit les effets qu'on craint ; mais il est évident que cette expérience seroit incomplète , en ce qu'une portion de digue n'empêcheroit pas la mer de couvrir tout le terrain , & ne sauroit produire les mêmes effets qu'une clôture entière ; mais quand elle les produiroit , M. de la Hogue recevrait-il du dommage d'être dispensé de faire la digue à laquelle la concession qui lui a été faite l'oblige , si le terrain concédé lui restoit ? On a bien de la peine à se le persuader.

En effet , les frais de construction de dix mille toises courantes de digue auxquelles il est obligé par le titre de concession , pour renfermer cinq mille arpens de greve , & les rendre seulement susceptibles de culture , pouvant aller au-

delà de ce que coûteroient les bâtimens & les bestiaux nécessaires à l'exploitation d'un terrain inculte d'une égale étendue , qui n'auroit pas besoin de digue , ne prendroit-il pas le parti , & ne lui feroit-il pas plus avantageux de laisser ces greves en pâturage , & de les affermer ou sous-afféager dans cet état , s'il lui étoit permis de le faire , aux riverains qui sont dans l'usage d'y faire paître leurs bestiaux , qui seroient contraints de recevoir la loi de M. de la Hogue , parce qu'ils ne pourroient pas , sans ce secours , avoir autant de bestiaux , ni mettre une aussi grande quantité de terre en grains , se trouvant obligés d'abandonner une partie de celles qu'ils ensèmentent à la nourriture des bestiaux , leur récolte en grains diminueroit considérablement ? Cette diminution pourroit bien égaler , ou même surpasser le produit en grains qu'on espere retirer des greves concédées.

C'est précisément ce qui arriveroit , lorsque ces greves auroient été mises par une digue à l'abri des eaux de la mer pour être cultivées , les riverains seroient privés des pâturages qu'elles leur fournissent aujourd'hui ; or la somme du produit en

grains n'étant pas augmentée par le défrichement de ces greves , qui paroît fort éloigné , quand il n'y auroit pas de contredifans ; le plus grand motif qui puisse déterminer le Gouvernement dans ces sortes de concessions , n'auroit aucune réalité ; dans ces circonstances , ne seroit-il pas plus juste & plus avantageux d'accorder ces greves , si elles sont au Domaine , à la charge , si on veut , de payer la même redevance que le Concessionnaire , aux riverains qui ont mis tout le terrain qui les avoisine en valeur , auxquels les pâturages qu'elles fournissent sont si nécessaires , qu'à un étranger qui ne fait rien gagner à l'Etat , & qui ne gagne pour lui que ce que les autres perdent , si tant est qu'un projet aussi dispendieux puisse apporter quelque profit à celui qui l'exécute ?

Enfin , ce qu'il y a de plus fâcheux dans le projet de M. de la Hogue , est qu'il ôte aux propriétaires des marais de Dol l'espérance de pouvoir éloigner la riviere de Coasnon de leur côté & de la partie de leur digue , le long desquelles elle coule actuellement , & qu'elle ruintera entièrement si on ne travaille à l'en

écarter pour lui faire reprendre l'ancien lit que la tradition lui donne , en la faisant passer sur une partie du terrain concédé ; cette destruction que la seule inspection de la carte , conforme à ce qu'elle représente , annonce , replongeroit dans les eaux de la mer un terrain fécond , six fois plus étendu que les greves concédées , & qu'on n'en a tiré qu'avec des frais immenses ; ce motif seul paroît assez puissant pour engager un Gouvernement aussi équitable que le nôtre à révoquer une concession qui causeroit un si grand mal.

*Fin du Mémoire présenté aux Etats
de Bretagne.*

*De quelques Problèmes de la Sphere
relatifs aux marées & aux variations
de l'aiman.*

IL y a environ deux ans* que l'on a commencé à recueillir ces problèmes qui conviennent à l'état actuel de la navigation : on publia même à ce dessein les Tables des Sinus versés & de leurs logarithmes, pour en faciliter la pratique & diminuer la peine de ceux qui en feroient les calculs : en même-temps on proposa de résoudre ces mêmes problèmes à l'aide du compas & des divisions, qu'il est possible de pousser très-loin, sur les regles ou échelles logarithmiques. L'angle horaire est d'abord celui de ces problèmes où l'on s'est le plus étendu, page 22, & l'on a proposé à la page 38 la méthode ou analogie abrégée, par *Pitiscus*, pour en conclure le passage de la Lune ou du Soleil par le méridien, sa hauteur orientale ou occidentale étant donnée.

* Exposition, &c.
chez Saillant
& Nyon.

On suppose dans ce problème de l'angle horaire, que la latitude du lieu & que la déclinaison de la Lune ou du Soleil

E iv

soient connues par les Ephémérides : on a bien trouvé tout récemment un moyen d'abrégé l'opération sur les échelles logarithmiques & d'en déduire le passage au méridien avec une grande précision ; mais on demande ici , s'il est possible , de le résoudre sur le quartier de réduction , à l'aide de deux triangles rectangles & semblables. Par-là on éviteroit l'opération fastidieuse & les longs calculs de la Trigonométrie sphérique , auxquels tous les Navigateurs ne sont pas toujours à portée de recourir.

Quand on se proposera d'opérer avec plus de précision sur ce quartier de réduction , il faudra y joindre latéralement une échelle des dixmes applicable au rayon principal ; & au lieu de transversales pour sous-diviser les degrés , il sera facile d'y substituer un arc de 60 ou 30 degrés de Vernier ou de Nonius , lequel donnera les minutes. Dans ce dernier cas , il faudroit que le quartier de réduction fût tout en cuivre , argent ou autre métal qui se puisse conserver du froid au chaud dans une figure toujours semblable.

Soit la latitude du lieu 48 degrés 40 minutes & la déclinaison de l'astre 21 de-

grés 5 minutes , on demande l'angle horaire ou l'arc de l'équateur compris entre le méridien & le cercle horaire qui passe par l'astre.

Il est visible d'abord que la hauteur méridienne qui convient à la déclinaison de 21 degrés 5 minutes , seroit en ce cas 62 degrés 25 minutes. Mais la hauteur de l'astre observée à l'occident étant 23 degrés 15 minutes , il en faut prendre la différence des sinus , savoir 49,16 le rayon ou sinus total étant 100,00 ; autrement , si l'on se sert du quartier de réduction , (voyez Coubart , édition de 1766 , chez Defaint) on trouvera le sinus de la hauteur méridienne un peu au-delà de la ligne ou sinus qui passe par D , sa valeur de $88 \frac{2}{3}$ parties , le rayon étant terminé à 35 : enfin , vers la gauche , le sinus de 23 degrés 15 minutes qui lui est parallèle d'un peu moins que $39 \frac{1}{2}$ parties ; ce qui indique $49 \frac{1}{2}$ ou environ pour la différence des sinus.

Cette valeur est le troisième terme de la proportion ou analogie , où l'on donne pour les deux premiers termes , le rapport du cosinus de la déclinaison , à la sécante de la latitude.

Quand l'astre est dans l'équateur , le rayon ou premier terme se confond avec le cosinus de la déclinaison ; & en tout autre cas , il faut chercher ce sinus de complément comme ci-dessus ; on trouvera donc dans notre exemple 93,3 parties , valeur du premier terme.

La sécante de la latitude doit être regardée toute l'année pour un même lieu , comme une quantité constante & invariable , & puisque l'on prend sur le quartier de réduction A B ou A 35 pour le rayon principal , elle sera désignée par 151,41 parties , lesquelles se trouvent par la rencontre de la tangente qui passe par l'extrémité du rayon principal , & d'un autre rayon prolongé de 41 degrés 20 minutes , complément de la latitude qui se compte à gauche sur ce quartier.

La longueur de cette sécante est déterminée & devient constante comme nous venons de le dire : nos trois premiers termes de l'analogie étant donc connus , il s'agit de former ici nos deux triangles semblables ; ce qui seroit fort simple , si l'astre étoit dans l'équateur , puisque les lignes en sont déjà toutes tracées sur le quartier.

Mais , à cause de la déclinaison de l'astre , il nous faut terminer cette sécante par un arc de cercle décrit du centre A vers la droite jusqu'à la parallèle à la base , qui passe par l'extrémité supérieure du cosinus de la déclinaison , & l'on trouvera la nouvelle sécante (sur un rayon prolongé) égale à la précédente , mais qui passera 3 degrés 17 minutes $\frac{1}{2}$ plus à droite ; c'est-à-dire , dans notre exemple , par 38 degrés 2 minutes $\frac{1}{2}$ de l'arc de la division du quartier.

Si l'on ne veut pas s'en rapporter aux constructions ni à l'opération graphique , on pourra consulter les Tables ou Echelles des quarrés ; & retranchant du quarré de la sécante de la latitude celui du cosinus de la déclinaison , on trouveroit la valeur du quarré de la tangente , & par conséquent celui de sa racine , laquelle formera notre premier triangle de comparaison : ainsi , dans l'exemple proposé , la sécante étant $1514 \frac{1}{6}$ & son quarré $2292 \frac{1}{4}$, le cosinus $9330 \frac{1}{2}$ & son quarré 8705,8 , la nouvelle tangente sera $1192 \frac{1}{3}$: c'est la racine quarrée de $1421 \frac{2}{3}$ parties , ce qui répond à un angle de 51 degrés 57 minutes , complément à 90 degrés de

38 degrés 3 minutes, comme ci-dessus.

Cet angle une fois connu, on tend vulgairement le fil sur le quartier; & le premier triangle étant formé, on prendra sur le rayon qui monte depuis A le troisième terme, savoir $49,159 \frac{1}{2}$; le quatrième terme 79,775 fera donc indiqué sur l'hypothénuse: c'est le sinus verse de 78 degrés 20 minutes.

Que si l'on mesure avec le compas l'intervalle depuis le centre A jusqu'à l'extrémité de ce quatrième terme, & qu'on le porte en rétrogradant de 35 vers A sur le rayon principal qui monte à la gauche, ce sinus verse indiquera par le secours des lignes parallèles à la base l'arc de cercle qui mesure l'angle horaire qu'on cherche.

L'opération n'a été détaillée amplement ci-dessus que parce que l'on pourroit désirer connoître l'angle horaire jusqu'à la précision des minutes. Au lieu d'un fil tendu, il seroit même très-nécessaire d'avoir une alidade plus longue que le rayon, & qui contiendroit les divisions de ce même rayon prolongé.

Par-là on auroit aisément les millièmes parties du rayon, y appliquant un nonius qui sous-diviserait les centièmes parties

du rayon, de la même maniere qu'il seroit facile de sous-diviser, comme on l'a dit, par un nonius en minutes, les degrés de la circonférence du quartier de réduction.

Lorsqu'en certains cas où l'on se prépare, la première tentative n'exige pas une précision aussi grande dans la recherche de l'heure, le quartier ordinaire suffit; & pour rendre la méthode plus expéditive, on pourroit y ajouter une échelle des sinus & une autre échelle des sinus verses; en un mot, l'analogie est composée de deux rapports égaux qui sont faciles à retenir; savoir, celui du *cosinus de la déclinaison*, à la *secante de la latitude*, & c'est ce qui doit former, à l'aide du compas & avec le fil du quartier, le premier triangle rectangle. Le deuxième rapport sera celui de la *différence des sinus* des hauteurs méridiennes, & telle autre hauteur proposée qu'on voudra, au *sinus verse de l'angle horaire* qui doit convenir à cette hauteur.



Comment on doit calculer l'erreur que les réfractions variables du Soleil à l'horison introduisent dans la recherche des variations de l'aiman & de l'heure du lever & du coucher du Soleil.

LES rayons du Soleil se décomposent en traversant notre atmosphère, & les rayons du bord supérieur sont assujettis à une réfraction plus grande que ceux du bord inférieur. Cela fut d'abord remarqué les 27 & 28 Mai 1674, au Cap de Sette, d'où l'on vit le Soleil sortir de l'horison de la mer; mais on y a trop confondu la variation des réfractions terrestres avec la décomposition des rayons du Soleil ignorée pour lors & suffisamment constatée depuis vingt-cinq ans.

Au reste, la réfraction horizontale doit paroître, suivant les saisons & le climat, varier au moins de 5 minutes, & les formules de *Côtes* sont très-expéditives pour une aussi petite variation dans les triangles sphériques. Il s'agit donc de les appliquer tant à l'angle horaire, qu'à l'an-

gle azimutal : celui-ci donnera la variation d'amplitude , & l'autre peut très-bien indiquer , si l'on se sert d'une bonne horloge marine , & qu'on y ait soigneusement observé l'heure , tant à l'horison qu'à de grandes hauteurs , la correction qu'il faut introduire à la variation de l'aiman qu'on s'est proposé d'y observer aux mêmes jours.

Au lever du Soleil , les premiers rayons qui paroissent à l'horison peuvent être négligés : ce sont les rayons bleus , & comme on peut mieux juger de l'autre bord ou bord inférieur du disque ; que d'ailleurs ces rayons-ci sont les rayons rouges , on en déduira l'heure du lever du centre , à l'aide de la Table imprimée dans le Supplément au Traité du Pilotage de Coubart , ou bien avec les sinus versés. Soit pour la latitude de Paris la réfraction au solstice d'été précisément égale au diamètre du Soleil , savoir de 31 minutes 40 secondes , ou bien 1900 secondes , on demande quel est l'effet de la réfraction sur l'arc semi-diurne ; c'est-à-dire , combien le lever du Soleil doit-il paroître s'accélérer par l'effet de la réfraction , & son coucher se prolonger au soir par

le même effet ? On demande encore combien l'amplitude ortive ou occase doit-elle être augmentée par les mêmes causes ?

I. Il faut d'abord chercher la vraie amplitude du Soleil ce jour-là, savoir sous la latitude de 48 degrés 51 minutes, & pour 23 degrés 28 minutes de déclinaison boréale ; on fera l'analogie ordinaire, savoir le cosinus de la latitude

est au sinus de la déclinaison

ainsi le rayon ou sinus total

au sinus de l'amplitude $37^{\text{d}} 14' \frac{1}{2}$.

On peut très-bien la résoudre sur le quartier de réduction, à l'aide des échelles & arcs de nonius dont on vient de parler.

II. En second lieu, on cherchera l'angle au Soleil, qu'on appelle S, si l'on fait le cosinus de la déclinaison,

Est au cosinus de l'amplitude,

ainsi le sin. de la dist. du zénit au pôle

au sinus de l'angle S $34^{\text{d}} 49' \frac{1}{2}$.

On le trouvera pareillement sur le quartier de réduction, à l'aide des triangles semblables.

III. Présentement, pour trouver l'accroissement de l'angle horaire qu'il sera facile ensuite de convertir en minutes d'heure

d'heure , à raison d'un degré pour 4 minutes de temps , on fera

le cosinus de la déclinaison ,
est à la sécante de l'angle S ,
ainsi le sinus de la réfraction ,
au sinus de l'accroissement requis.

On trouvera pour 31 minutes 40 secondes de réfraction , 1 degré 00 $\frac{1}{2}$ minutes , ou bien en temps 4 minutes 1 $\frac{4}{5}$ secondes. C'est aussi l'intervalle de temps que le diametre du Soleil employe à se lever ou bien à se coucher ce même jour-là à Paris.

IV. Il reste enfin à connoître par le premier Théorème de la Trigonométrie , la variation ou l'accroissement de l'amplitude ; on fera donc le rayon ,
est à la cotangente de l'angle S ;
ainsi le sin. de la réfraction horisontale ,
au sinus de l'accroissement requis.

On trouvera au quatrième terme 45 $\frac{1}{2}$ minutes.

Au solstice d'hiver , la réfraction horisontale excède , ainsi qu'en Juin , sur nos côtes maritimes , la réfraction qu'on a supposée ci-dessus de 31 minutes $\frac{2}{3}$, d'environ 5 minutes ; auquel cas , l'accourcissement de l'amplitude sera pour 35 minutes

F.

$\frac{2}{3}$ de réfraction de $51\frac{1}{4}$ minutes, en suivant la même analogie que ci-dessus, dont le troisième terme seulement a été augmenté de 5 minutes.

On ne fauroit donc trop recommander à ceux qui veulent s'assurer de la variation de l'aiman, de faire attention à la réfraction variable, depuis la ligne équinoxiale jusqu'aux cercles polaires; & il seroit à désirer qu'on pût bien constater si dans la mer du sud, la réfraction n'est pas plus petite au niveau de cette mer qu'à celle du nord entre les Tropiques; puisqu'en l'Isle Cayenne les réfractions horizontales n'y paroissent pas diminuer jusqu'à 27 minutes, comme au Pérou.

F I N.

A D D I T I O N S.

I. **L'HIVER** de cette année 1774 ayant été très-pluvieux, ainsi que l'automne qui l'a précédé, les rivières & leurs embouchures ont participé aux changemens que les grosses eaux font naître en pareilles circonstances; mais nous apprenons ici qu'entre plusieurs breches qui se faisoient à la grande digue qui sert de rempart à la Meuse, au sud de la Hollande, il s'est manifesté un gonflement à la partie du Rhin qui prend le nom de Wahal & au lac de Harlem: on prétend que celui-ci est enfin devenu golfe ou mer intérieure, & que son volume d'eau augmentant chaque jour, il ne sera plus possible de le contenir par des digues.

II. On trouve à Pontorson que généralement la plus grande marée monte au Pont à six pieds & demi de hauteur au-dessus de l'eau douce, & que le chapiteau de la deuxième arche du Pont est moins élevé de deux pieds quatre pouces que le niveau de l'ancien chemin.

*Extrait des Registres de l'Académie Royale
des Sciences, du 26 Mars 1774.*

MESSIEURS de Cassini de Thuri, de Borri & le Bossut, qui avoient été nommés Commissaires pour examiner un Ouvrage qui a pour titre : *Essai sur les Marées, &c.* où l'on traite de leurs effets aux greves du Mont S. Michel, avec des Problèmes de la Sphere, applicables aux besoins actuels de la navigation; en ayant fait leur rapport, la Compagnie a jugé cet Ouvrage digne de l'impression; en foi de quoi j'ai signé le présent Certificat.

GRANDJEAN DE FOUCHY,

*Secrétaire perpétuel de l'Académie
Royale des Sciences.*

Achevé d'imprimer, pour la première fois,
le 29 Mars 1774.

De l'Imprimerie de CHARDON, rue Galande. 1774.