

sans qu'on puisse lier exactement ces changements au thermomètre et au baromètre.

Quant à la prétention de faire servir le tableau " pour tous les lieux qui ont la même latitude qu'Ostende ", elle ne serait justifiée qu'autant que la Belgique fût inondée, et qu'on pût observer le coucher du Soleil non derrière un toit, une colline ou un rideau d'arbres, mais à l'horizon rationnel.

Ce n'est donc pas par négligence que les grandes éphémérides et les annuaires de tous les pays n'ont jamais calculé les levers et couchers du Soleil qu'à la minute entière : c'est parce que cette précision est déjà supérieure à celle que l'observation comporte. On peut répondre qu'abondance de biens ne nuit pas. Nous en tombons d'accord. Aussi n'attachons-nous pas à ces remarques plus d'importance qu'elles n'en méritent. Nous avons voulu seulement préciser la portée du développement donné à ces calculs.

J. C. HOUZEAU.

— LE GRAND DOUBLE ALMANACH DE LIÈGE pour 1886. Tournai, chez la veuve H. Casterman. — Voici la liste donnée sous le titre de *Planètes* par cette célèbre publication : " Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Cérés, Pallas, Junon, Vesta, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune. " Quel lecteur ne supposerait pas que cette liste est complète? La clientèle de cet almanach n'a que faire des noms des 253 astéroïdes connus, mais en 1886 en être encore aux quatre qui étaient découverts en 1807, c'est se montrer un peu arriéré. Nous aurions dit : " *Planètes* : Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, plus 253 astéroïdes qui circulent entre Mars et Jupiter. " De cette manière, nous aurions été exact, sans embarrasser le lecteur, et nous n'aurions pas provoqué chez celui-ci une fausse idée.

Vraiment, c'était bien la peine que, depuis la première publication de l'*Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles*, par Adolphe Quetelet, il y a cinquante-trois ans, nos astronomes aient pris le soin de faire connaître, année par année, dans les volumes de cette collection, les astéroïdes dont s'enrichissait le système planétaire! Voilà qu'un rédacteur d'almanach qui vit en Belgique, qui annonce les éclipses et qui donne le cours du Soleil et de la Lune, en est encore au système planétaire de 1807! Nous lui tirerions volontiers les oreilles, en lui disant : " Vous connaissiez quatre astéroïdes; eh bien, réveillez-vous; depuis que vous vous êtes endormi, il y en a la bagatelle de 249 de plus. "

Le flux solsticial de la Baltique.

RÉPONSE A L'ARTICLE DU GÉNÉRAL LIAGRE.

Il y a des cas où il est pénible, non d'avoir trop raison, mais de devoir le démontrer contre des personnes dont on estime le caractère, les services et les talents.

Je me trouve dans l'un de ces cas.

Sollicité, par la note même de Baeyer, à rechercher en quelle saison le baromètre est le plus bas, je l'ai fait, et j'ai trouvé que c'est aux équinoxes que le phénomène a lieu, et non au solstice d'été, comme le pensait l'éminent géodésien allemand.

En écrivant ma note pour l'Académie et l'article de *Ciel et Terre* qui n'en est que le résumé, j'ignorais que le général Liagre eût pris fait et cause pour l'idée de Baeyer; cette circonstance m'avait échappé à l'audition de la lecture faite par lui à l'Académie.

On ne trouvera aucune trace de critique dirigée, sur ce point, contre l'honorable secrétaire perpétuel, ni dans l'un, ni dans l'autre de ces articles; et les personnes qui les ont lus auront constaté que je lui décerne les éloges qu'il mérite pour avoir appelé l'attention sur la perte de poids du mercure du baromètre.

Et cependant, le ton de sa réponse indique qu'il s'est cru personnellement atteint par mes articles.

Je le déplore vivement, et me tiendrai, dans la mienne, sur le terrain purement scientifique.

J'eusse désiré pouvoir éviter celle-ci; mais le souci de la science et le patriotisme même me font un devoir de la publier.

Elle m'est rendue plus facile, du reste, par cette circonstance que le général Liagre n'a pas repris, devant l'Académie, la défense de l'idée de Baeyer sur le flux solsticial.

Aussi, au lieu de réfuter son article point par point, ce qui serait fort long, puis-je me borner, pour l'édification du lecteur, à faire voir que toutes les assertions que j'avance sur les marées sont d'accord avec la théorie et les observations données par Laplace, l'unique autorité en cette matière.

Lorsqu'on veut calculer l'action du Soleil sur le niveau de la mer, il est bien évident que c'est à son action moyenne pendant un jour qu'il faut avoir égard, autrement dit à l'intégrale des actions élémentaires, comptées, par exemple, du matin au matin suivant.

Si l'on considère à part les actions du matin au soir, et celles du soir au matin, on pourra, sans doute, constater que les premières sont plus fortes en été.

Mais, si c'était là le sens de l'affirmation de Baeyer, le célèbre géodésien aurait donc constaté que le niveau de la Baltique à midi est plus élevé en été qu'à minuit. Et, en ce cas, il n'eût pas manqué de constater également que ce niveau est, en hiver, plus élevé à minuit qu'à midi.

Ce n'est certainement pas des niveaux de midi et de minuit qu'il s'est occupé; c'est du niveau moyen, et celui-ci est réglé par l'action moyenne des astres attirants.

J'ai remplacé celle-ci par la demi-somme des deux actions maxima, puisque les deux actions minima sont nulles sur une molécule, et je l'ai trouvée proportionnelle à $\cos \varphi \cos \delta$.

Il n'est pas inutile de remarquer, à propos de cette expression, appliquée particulièrement au Soleil, qu'elle conserve la même valeur :

1° Si l'on y change φ en $-\varphi$, c'est-à-dire que les marées sont égales sur les deux hémisphères;

2° Si l'on y change δ en $-\delta$, c'est-à-dire que les marées sont égales en hiver et en été, l'orbite du Soleil étant supposée circulaire, bien entendu.

J'ai déjà dit précédemment qu'il en résulte aussi que les marées sont le plus grandes aux équinoxes.

Voici maintenant les résultats déduits par Laplace de sa théorie (1).

Ayant recherché l'excès de la marée supérieure sur la marée inférieure, il ajoute (n° 8) :

« Les observations faites dans nos ports montrent que
« cette différence est très petite... et si, comme les obser-
« vations semblent l'indiquer, la marée supérieure l'emporte
« sur la marée inférieure, la mer est un peu plus profonde
« aux pôles qu'à l'équateur. »

On voit que Laplace n'affirme même pas catégoriquement que les marées supérieures l'emportent sur les marées inférieures; il ajoute même encore, au sujet des oscillations de la mer dues à cette différence (n° 11) :

« On a vu que les oscillations de la seconde espèce sont
« nulles lorsque la profondeur de la mer est partout la
« même. »

Enfin, je ferai observer que l'expression de cette différence montre qu'elle est plus considérable à Brest que dans la Baltique.

Ai-je eu tort de considérer le niveau comme déterminé par la moyenne entre les deux hautes mers du jour?

Ici encore, je laisse la parole à Laplace.

Après avoir calculé la hauteur de la pleine mer du matin, et montré comment on en déduit celle de la pleine mer du soir :

« Nommons présentement, dit-il (n° 21), y' la demi-somme
« des hauteurs des marées du matin et du soir; y' sera ce
« que nous entendrons, dans la suite, par *hauteur moyenne*
« *absolue de la marée d'un jour*. »

J'ajouterai que le terme prédominant de cette expression de y' est, si l'on se borne à considérer l'action du Soleil, de la forme $P \frac{M}{r^2} \cos^2 \delta$, où P est un coefficient constant, M la masse du Soleil, r sa distance à la Terre, δ sa déclinaison.

(1) *Mécanique céleste*, 1^{re} partie, livre IV.

C'est-à-dire que γ' est un maximum aux équinoxes, et que sa valeur est la même en hiver et en été.

Il en est de même de la *marée totale*, qui est la différence entre la hauteur moyenne absolue de la marée du jour et celle de la basse mer; cette différence γ'' est, dans la même hypothèse que ci-dessus, égale au double de γ' (n° 21, fin).

L'observation a donné, à Brest (n° 26) :

« 8^m104 pour l'excès de la hauteur moyenne absolue des marées des équinoxes sur celles des solstices, et 17^m864 pour l'excès des marées totales des équinoxes sur celles des solstices...

« L'excès 17^m864 des marées totales des syzygies des équinoxes sur celles des solstices est l'effet des déclinaisons du Soleil et de la Lune, qui affaiblissent l'action de ces astres sur la mer. »

Je terminerai cet exposé fort bref des résultats trouvés par Laplace (résultats que je n'ai fait que rapporter, en les expliquant très sommairement, dans mon précédent article) par la considération suivante :

Si le Soleil élevait le niveau de la Baltique en été, il ne devrait certes pas abaisser celui de l'Océan à Brest dans la même saison.

Or, c'est là un fait qui résulte et de la théorie de Laplace et des observations; la raison en est simplement la proximité plus grande du Soleil en hiver. Je continue à citer Laplace (n° 27) :

« Si l'on ajoute ensemble les marées totales des jours 1 et 2, dans les solstices d'hiver de la table I, on aura 134^m702 pour leur somme. La même somme pour les marées syzygies des solstices d'été est 129^m090, plus petite que la précédente de 5^m612; ce qui prouve l'influence de la plus grande proximité du Soleil en hiver qu'en été sur les marées. »

Reste la question des oscillations du baromètre, dues à la

perte de poids que subit l'air à cause de l'attraction du Soleil, pour ne parler que de cet astre.

Le général Liagre persiste à croire que ces oscillations seront inappréciables, comme il l'a dit dans une note lue à l'Académie le 6 février.

Je commence par transcrire la réponse que j'ai faite séance tenante :

Nul ne me fera le reproche de n'avoir pas rendu justice à la remarque ingénieuse faite par le général Liagre au sujet de la perte de poids du mercure.

Mais j'ai dû ajouter que l'air perd une plus grande partie de son poids sous l'action des astres attirants, et je l'ai montré d'une façon sommaire, en prenant pour exemple une molécule d'air située à la hauteur de 63 kilomètres et soumise à l'influence de la Lune. Les géomètres savent que l'action de cet astre à sa moyenne distance est $2\frac{1}{6}$ plus forte que celle du Soleil; je pouvais donc simplifier le calcul en considérant la première au lieu de la seconde. Quant à la hauteur que j'ai assignée à ma molécule d'air, elle n'a certes rien d'exagéré, puisque le physicien américain Langley dit que la surface de l'océan aérien nous domine de *certaines* de kilomètres (1).

J'ai cru pouvoir inférer de cette différence entre la perte de poids de l'air, d'une part, du mercure du baromètre, d'autre part, qu'elle produira des marées atmosphériques dont l'effet sur la colonne barométrique ne sera pas nul.

Dire que cette différence est trop faible pour produire des effets appréciables sur la colonne mercurielle, reviendrait presque à dire que la perte de la $1/282000$ partie de son poids que subit une molécule de la mer sous l'influence de la Lune, supposée à son zénith, est trop faible pour pouvoir produire des effets sensibles. Or, voici comment

(1) *Popular Science Monthly*, t. XXVII, 1885.

Laplace rend compte de la hauteur des marées océaniques :

« Plus une mer est vaste, plus les phénomènes des marées doivent être sensibles. Dans une masse fluide, les impressions que reçoit chaque molécule se communiquent à la masse entière; c'est par là que l'action du Soleil, qui est insensible sur une molécule isolée, produit sur l'Océan des effets remarquables, et c'est la raison pour laquelle le flux et le reflux sont insensibles dans les lacs et dans les petites mers, telles que la mer Noire et la mer Caspienne. »

L'atmosphère étant beaucoup plus profonde que la mer, une force beaucoup plus faible ne pourra-t-elle donc pas y produire des effets sensibles ?

Je persiste à le croire, et chercherai à le prouver plus tard.

Dans tous les cas, les moyennes que j'ai prises, en me conformant au vœu même de Baeyer, démontrent que les hauteurs barométriques sont plus grandes aux deux solstices qu'aux équinoxes, contrairement à son opinion. Je répète ici les nombres déjà donnés, fournis par 15 années d'observations, en y ajoutant ceux qui ont été déduits de 35 années; j'ai cru, vu la remarquable constance des résultats, pouvoir me dispenser de poursuivre plus loin le calcul de ces moyennes :

| | Hiver. | Printemps. | Été. | Automne. |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1833-1847 . . . | 756 ^{mm} 35 | 755 ^{mm} 83 | 756 ^{mm} 48 | 756 ^{mm} 01 |
| 1833-1867 . . . | 756 50 | 755 83 | 756 44 | 756 09 |

Et si l'on voulait attribuer ces résultats aux perturbations atmosphériques, je répondrais que les observations réunies à l'Institut météorologique central de Hambourg, sur les dépressions qui traversent nos régions, donnent, pour la moyenne barométrique de celles qui sont survenues en

hiver, au printemps et en automne, les valeurs suivantes (1) :

| Hiver. | Printemps. | Automne. |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| 740 ^{mm} 65 | 741 ^{mm} 16 | 743 ^{mm} 66 |

On voit que les dépressions sont moins profondes aux équinoxes qu'en hiver, et que ce n'est pas à elles qu'on peut attribuer la plus petite hauteur barométrique constatée à ces deux époques.

J'ajouterai ici un argument beaucoup plus fort encore, et qui me semble ressortir à l'évidence de la manière même dont Laplace a exposé, quoique assez brièvement, la théorie des marées atmosphériques.

Admettons, pour un moment, que le mercure du baromètre et la colonne d'air perdent *absolument la même partie de leur poids*, sous l'action du Soleil; je dis que, *dans ce cas même*, les marées atmosphériques seront encore accusées par le baromètre.

L'un et l'autre perdent, en chiffres ronds, les deux millièmes seulement de leur poids; c'est-à-dire que, si l'air conservait sa pression normale, correspondante à une hauteur de 760 millim. de mercure à 0°, en le supposant soustrait à l'attraction du Soleil, il faudrait, pour équilibrer la pression normale, sous l'action de cet astre supposé au zénith, une colonne de mercure plus élevée de la deux-millionième partie de sa valeur, ou de $760^{\text{mm}} \times 0,000002 = 0^{\text{mm}}0015$, ce qui est certes absolument inappréciable.

Aussi Laplace n'a-t-il fait aucune mention de cette perte de poids du mercure.

La perte de poids de l'air étant supposée la même dans une même colonne atmosphérique, produira-t-elle des effets plus appréciables ?

Évidemment, absolument comme cette *même* perte de poids que subit chaque molécule d'eau produit les marées de l'Océan.

(1) *Deutsche Seewarte, Monatl. Uebers. der Witt., 1882. Typ. Witt. Ersch., p. 32.*

En d'autres termes, il y a des marées atmosphériques comme il y a des marées océaniques, et ces marées proviennent, dans l'un et l'autre cas, de l'accumulation d'une infinité d'effets dont chacun, pris isolément, est inappréciable; mais il n'y a pas de marée dans le mercure du baromètre, de même qu'il n'y en a pas dans nos étangs.

Nous ne pouvons pas entrer ici dans plus de développements sur cette théorie des marées, l'une des plus ardues de la mécanique céleste.

Mais le lecteur sera, pensons-nous, persuadé entièrement de la possibilité de constater, au moyen du mercure du baromètre, les oscillations de l'atmosphère, lorsque nous aurons ajouté que Laplace, en supposant à l'atmosphère une profondeur certainement dix fois trop faible, trouve 0^{mm}63 pour « la différence de la plus grande élévation à la plus grande dépression du mercure dans le baromètre ». (N° 44.)

Il est vrai qu'il a ajouté l'action des deux astres; mais il ne faut pas oublier non plus qu'il a fait l'atmosphère beaucoup trop peu profonde, et que, comme il le dit lui-même, les marées sont d'autant plus considérables que la profondeur est plus grande.

F. FOLIE.

La hauteur des nuages.

I

L'un des côtés faibles de la météorologie contemporaine est l'absence presque complète de données positives et bien coordonnées sur les nuages. On peut dire que nos connaissances sur cette classe intéressante de phénomènes sont encore à peu près nulles. A part quelques tentatives isolées, on s'est borné jusqu'ici à noter les diverses espèces de nuages, d'après une classification vieille de quatre-vingts ans

et tout à fait insuffisante, celle d'Howard. Combien pourrait-on citer de recherches sur la forme des nuages, sur la hauteur où ils flottent dans l'atmosphère, sur leur nature? Bien peu, en vérité, et cependant l'étude de ces météores est d'une importance qu'aucun météorologiste ne récusera, car, conduite d'une manière systématique et rationnelle, elle ferait faire à la science du temps un progrès énorme. Ce qu'il faudrait, c'est pouvoir soumettre les nuages à une observation aussi complète — aussi suivie plutôt — que le sont aujourd'hui le baromètre et le thermomètre. Leurs multiples aspects devraient être soigneusement observés et dessinés, en les rapportant aux conditions des autres éléments météorologiques dans le même temps; leur altitude aux différents instants du jour ou dans certaines circonstances atmosphériques spéciales devrait être mesurée; des ascensions aérostatiques répétées auraient à nous faire connaître leur épaisseur, leur composition, leur température. Ce sont là toutes questions qui s'imposent à la météorologie moderne, et qu'il lui faudra certainement aborder dans un avenir prochain, si elle veut progresser.

Nous sommes heureux de pouvoir signaler, dans la voie des recherches dont nous venons de parler, une importante série de mesures et d'observations sur les hauteurs et les mouvements des nuages, faites à Upsal par MM. N. Ekholm et K. L. Hagström.

Ces observations ont été poursuivies pendant l'été de 1884, du 26 juin au 6 septembre. Le nombre total en est de 344, mais il a fallu en rejeter 13 p. c. Les espèces de nuages observées ont été : les nimbus, les cumulus, les cumulo-stratus, les alto-cumulus, les cirrho-cumulus et les cirrus, et, en deux occasions isolées, les stratus et les strato-cumulus. Les observations sur les cirrho-stratus n'ont pu être utilisées.