

doit atteindre l'énorme total de 49 764 kilogrammes.

Puisque l'air a du poids, il doit nécessairement exercer une pression sur tout objet exposé à son influence. L'atmosphère forme un océan d'air baignant la terre entière et sur le lit de cet océan l'homme a sa demeure en commun avec tous les êtres terrestres. Tout donc autour de nous, à la surface de la terre, doit subir la pression de l'air immédiatement au-dessus, exactement comme dans le lit de l'océan tout corps est pressé par la couche d'eau supérieure. La profondeur ou plutôt la hauteur de cette mer aérienne n'a jamais été déterminée, mais on a des raisons de croire que l'atmosphère s'étend à 80 kilomètres au moins au-dessus de la surface de la terre. Il est donc clair que tous les objets terrestres doivent subir une énorme pression. Le toit d'une maison, par exemple, a à supporter la pression d'une colonne d'air reposant sur sa surface et s'élevant vers le haut jusqu'à la limite de l'atmosphère. Or il est constaté que notre atmosphère exerce une pression de 10 336 kilogrammes sur chaque mètre carré de surface exposée. Le toit a donc à supporter une pression d'un grand nombre de tonnes. Et cependant le plus fragile édifice peut être librement exposé à l'atmosphère sans le moindre danger d'être écrasé. Cette anomalie apparente s'explique par ce fait que la transmission des pressions par les fluides¹ diffère entièrement de la transmission des pressions par les corps solides. La pression d'un solide ne s'exerce que de haut en bas, celle d'un fluide dans toutes les directions, de bas en haut aussi bien que de haut en bas. Dans une chambre, par exemple, la pression de l'air ne s'exerce pas moins sur le plafond

1. Fluide, de *fluo*, couler, dénomination qui comprend à la fois les liquides et les gaz ou vapeurs, parce que les molécules de ces deux espèces de corps glissent ou coulent librement les unes au-dessus des autres.

que sur le plancher et sur chaque mur que sur le plafond. Dans les conditions ordinaires, l'atmosphère ne peut écraser, parce que la pression qu'elle exerce de haut en bas est exactement neutralisée par celle qu'elle exerce de bas en haut. Étendez votre main, vous ne sentez pas de pression, et cependant il est certain que chaque centimètre carré de sa surface supporte une pression de 1^{kil.}033 et que la main entière doit en conséquence subir une pression totale très considérable; mais le poids sur la surface supérieure est contre-balancé par la pression de bas en haut exercée par l'air sur la surface inférieure, et les deux pressions égales et opposées se neutralisent l'une l'autre. Il n'y a pour la main aucun risque d'être écrasée entre ces deux pressions opposées, car l'air et les autres fluides des vaisseaux et des différents tissus du corps exercent une pression égale dans toutes les directions, en sorte qu'une pression quelconque du dehors est exactement contre-balancée par une pression égale intérieure. La bulle de savon la plus légère vogue sans accident à travers l'air, quoique sa surface extérieure ait à soutenir une pression d'un grand nombre de kilogrammes; l'air au dedans de la bulle exerce, par suite de son élasticité, une forte pression contre la paroi intérieure et en prévient ainsi l'écrasement. Dans le jouet si connu consistant en une boîte d'où s'élance, dès qu'on l'ouvre, un petit personnage, un ressort placé à l'intérieur de la figure exerce une pression de bas en haut contre le couvercle quand il est étroitement fermé; de même les parois d'un vase fermé contenant de l'air subissent une pression intérieure résultant de la force élastique de l'air emprisonné. Si l'air est chassé de l'intérieur d'un vase fermé, de manière à laisser un espace entièrement vide (c'est-à-dire dépourvu d'air), la pression de l'atmosphère extérieure devient aussitôt évidente, parce qu'elle n'est plus contre-

balancée par aucune force intérieure; on peut, par exemple, faire éclater aisément un vase en verre léger, en pompant l'air qu'il renfermait.

On peut facilement mesurer la pression atmosphérique par une expérience fort simple faite pour la première fois en 1643 par un savant italien nommé Torricelli.

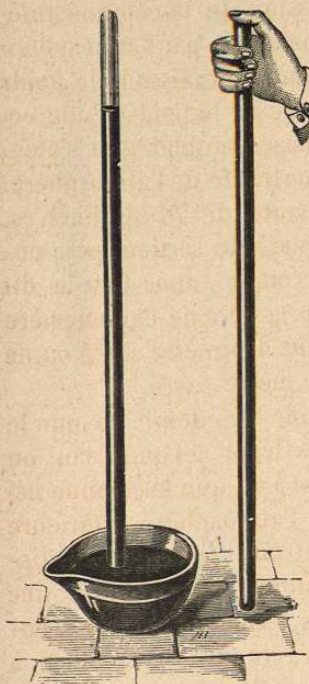


FIG. 21. — Expérience de Torricelli.

Prenez un tube de verre d'une longueur de 1 mètre fermé à un bout et ouvert à l'autre; remplissez ce tube de mercure, et, bouchant l'extrémité ouverte avec le pouce, comme l'indique la main droite de la figure 21, retournez le tube et plongez-le dans une cuvette de mercure de telle sorte que l'extrémité ouverte puisse s'enfoncer au-dessous du liquide; on peut constater que le mercure s'abaisse un peu dans le tube, mais en conservant toujours une hauteur d'environ 76 centimètres comme le montre la partie gauche de la figure. Torricelli en conclut qu'il fallait que cette colonne de 76 centimètres fût soutenue par la pression de l'atmosphère extérieure sur la surface du mercure, la pression de haut en bas de la colonne de mercure étant exactement balancée par la pression de bas en haut de l'atmosphère transmise à travers le mercure. En effet, si l'on perce un trou au sommet du tube, la colonne s'affaisse immédiatement, parce qu'elle subit alors la pression de

haut en bas exercée par l'atmosphère au-dessus; mais quand le tube est fermé, il n'y a pas de pression atmosphérique sur le sommet intérieur du tube, car l'espace compris au-dessus de la colonne de mercure est complètement vide ou plutôt ne contient que des vapeurs de mercure, et c'est pourquoi on l'appelle le *vide de Torricelli*. Mais, de ce que la pression de la colonne intérieure du mercure est contre-balancée par l'atmosphère extérieure, il résulte que si nous connaissons le poids du mercure, nous connaissons aussi le poids d'une colonne d'air reposant sur une base semblable et s'étendant au-dessus jusqu'à l'extrême limite de l'atmosphère. Or une colonne de mercure haute de 76 centimètres, dans un tube de 1 centimètre carré de section, pèse environ 1^{kil},033; on en déduit, comme nous l'avons dit plus haut, que le poids ou la pression de l'atmosphère est d'environ 103 kil. sur chaque décimètre carré ou de 10336 kilogrammes sur chaque mètre carré.

Si, au lieu de prendre un liquide très dense, comme le mercure, on en prenait un plus léger tel que l'eau, on devrait naturellement s'attendre à ce que la colonne nécessaire pour faire équilibre à l'atmosphère extérieure s'élevât en proportion. En effet on trouve, en remplissant d'eau le tube, que la colonne suspendue a une hauteur de 10^m,4 : en d'autres termes, l'eau étant environ 13 fois et demie plus légère que le mercure, à volume égal, la colonne d'eau sera 13 fois et demie plus haute que la colonne de mercure. Cette expérience fut exécutée d'après les indications de Pascal, en 1648, sur le Puy de Dôme. Ce fut d'ailleurs précisément en observant à Florence le fonctionnement d'une pompe qui aspirait l'eau que Torricelli fut conduit à répéter l'expérience en employant le mercure. Quand on fait manœuvrer une pompe ordinaire, l'air est aspiré et rejeté hors du tuyau communiquant avec la source, et la pression de

l'atmosphère fait remonter l'eau dans le tuyau pour remplir la place de l'air expulsé. Mais, quand le tuyau a plus de 10 mètres, la colonne d'eau qu'il contient fait équilibre à la pression atmosphérique; si donc le tuyau dépasse cette longueur, l'eau ne s'élève plus et la pompe cesse d'agir. En cherchant à découvrir pourquoi l'eau ne peut s'élever, Torricelli fut conduit à faire l'expérience que nous avons racontée et à construire l'instrument représenté dans la partie gauche de la figure 21. C'est l'appareil nommé *baromètre*¹.

On a donné au baromètre diverses formes; mais, à l'exception du baromètre *anéroïde*², qui est un instrument entièrement différent, ils sont tous fondés sur le même principe, à savoir la pression de l'atmosphère équilibrant celle d'une colonne de liquide. On peut employer pour leur construction presque tous les liquides; mais, eu égard à sa commodité, le mercure est la seule substance dont on fasse un usage ordinaire³.

La pression de l'atmosphère dans une localité quelconque variant d'un jour à l'autre, et même d'une heure à l'autre, la hauteur de la colonne de mercure est soumise à des fluctuations correspondantes. Le baromètre sert surtout à indiquer ces variations de la pression atmosphérique, variations très importantes à connaître

1. *Baromètre*, de βάρος, poids, et μέτρον, mesure, instrument pour mesurer le poids de l'atmosphère. *Thermomètre*, de θερμός, chaud, instrument pour mesurer la température.

2. *Anéroïde*, de ἀ privatif, et υγρός, humide, instrument dans lequel la pression de l'atmosphère agit sur un tube à parois très minces de métal élastique dont les mouvements sont transmis à une aiguille parcourant un cadran.

3. Des baromètres à eau ont été construits quelquefois, mais leur grande longueur les rend d'un maniement difficile et ils prêtent aussi à d'autres critiques. On peut voir un de ces instruments dans le *Museum of Practical Geology*, dans Jermyn Street, à Londres. M. J.-B. Jordan s'est aussi servi de la glycérine, comme on peut le voir dans l'instrument qu'il a construit à South Kensington. Mais pour les usages ordinaires on emploie invariablement le mercure.

pour la météorologie, parce qu'elles se rattachent aux changements de temps. Non que le baromètre soit un « indicateur du temps, » ainsi qu'on l'imagine communément: il n'indique pas absolument la nature du temps qui va suivre, et les pronostics donnés par le cadran des instruments ordinaires ont à peine une valeur scientifique. Mais cependant une modification dans la pression atmosphérique accuse une modification dans la direction du vent, et les vents sont la cause première des variations du temps. Aussi les indications du baromètre forment-elles l'élément principal des cartes du temps et des bulletins météorologiques publiés depuis un certain nombre d'années par la plupart des journaux quotidiens de Londres et par quelques-uns de Paris; il vaut peut-être la peine de s'y arrêter un instant pour expliquer le genre de renseignements que donnent ces relevés et comment il faut les interpréter.

La figure 22 est la reproduction de la carte du temps donnée dans le *Times* (9 novembre 1891) et elle montre la situation du temps à 6 heures du soir la veille. Le trait distinctif de cette carte, c'est la série de lignes courbes qu'on appelle *isobares*¹. Les isobares sont simplement des lignes reliant tous les endroits qui ont, à un moment donné, la même pression barométrique. Ainsi la première ligne isobare, à partir du bas de la carte, sur les bords de la Méditerranée, coupe les Pyrénées, puis glisse en une courbe prononcée à travers le sud-ouest et l'ouest de la France et franchit la mer du Nord pour aboutir à la Suède. Sur tous les points le long de cette direction, le baromètre était à 30,1 pouces (764^{mm},53), comme l'indiquent les chiffres placés à chaque extrémité de la courbe. La ligne isobare suivante, coupant l'Angleterre méridionale et centrale et la Norvège, porte

1. *Isobares*, de ἴσος, égal, et βάρος, poids.

l'indication de 29,9 pouces (759^{mm},45); en sorte qu'il y a entre les deux lignes une différence de pression égale

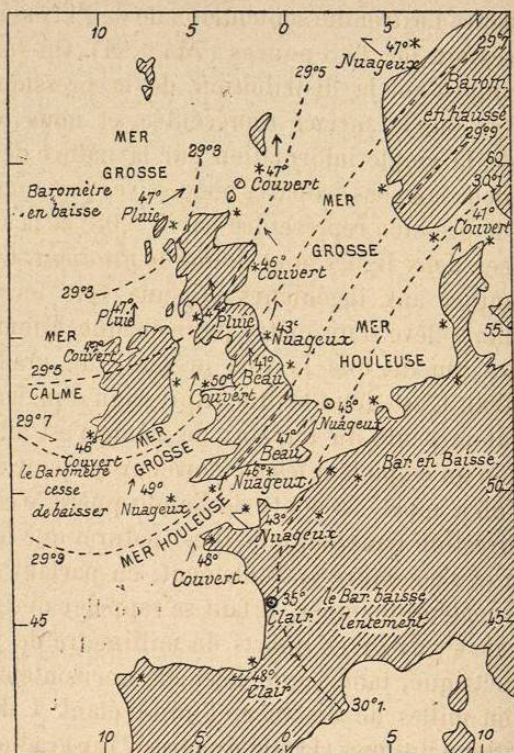


FIG. 22. — Carte du temps publiée par le Times.

Dans la carte ci-dessus, les lignes pointillées figurent les isobares ou lignes d'égale pression barométrique; la pression est indiquée aux extrémités de chacune d'elles. Les chiffres placés en divers endroits du littoral expriment la température à l'ombre (en degrés Fahrenheit). Les mots clair, nuageux, couvert, etc., indiquent l'état du temps, les flèches la direction du vent. Le signe → annonce un vent léger; →→, un vent fort; →→→, un vent soufflant en bourrasque; →→→, un vent soufflant en tempête; ⊙, un temps calme. L'état de la mer est indiqué en lettres capitales. Les astérisques * marquent l'emplacement des stations météorologiques.

à celle de 5^{mm},08. La troisième courbe isobare s'étend à travers le nord de l'Angleterre et l'ouest de la Norvège et indique une pression de 29,7 pouces (754^{mm},37);

la quatrième courbe marquée sur la carte coupe le nord de l'Irlande et l'Écosse, où le mercure était à 29,5 pouces (749^{mm},29), tandis que la dernière isobare qui effleure l'extrémité septentrionale de l'Écosse accuse une pression de 29,3 pouces (744^{mm},21). On voit donc d'un coup d'œil la distribution de la pression atmosphérique sur la surface représentée, et nous pouvons tirer de là ample information sur la nature des vents. Entre deux courbes isobares successives il y a une différence de pression représentée par 5^{mm},08, et la distance entre ces deux lignes nous donne le *gradient*. Ce terme est familier aux ingénieurs; si une voie ferrée, par exemple, s'élève d'un mètre pour chaque kilomètre de distance, on dit que la voie présente un gradient de 1 p. 1000. C'est donc là une expression d'ingénieur signifiant la pente du terrain; de même c'est aussi l'expression qu'emploient les météorologistes pour désigner ce qu'on a appelé la pente de l'atmosphère, c'est-à-dire « la direction dans laquelle il est naturel que le vent se dirige et s'engouffre ». Seulement, en parlant des gradients météorologiques, il faut se rappeler que l'échelle verticale s'y divise en quarts de millimètre de pression barométrique, tandis que l'échelle horizontale se mesure en milles de distance, l'unité étant 1 degré ou 60 milles nautiques (111 kilomètres). Un gradient de 4, cela veut donc dire que sur une distance de 60 milles nautiques le baromètre s'élève de $\frac{4}{100}$ ou 1 millimètre. Des isobares très rapprochées indiquent que le gradient est considérable et qu'en conséquence les vents sont forts; si les isobares sont très espacées, le gradient est faible et les vents sont modérés. Ainsi dans la figure 22 les isobares indiquent seulement des vents modérés.

Quoiqu'on puisse recueillir beaucoup de renseignements sur les vents en étudiant les lignes isobares, il ne faut pas supposer que le vent souffle *directement* des

aires de haute pression aux aires de basse pression. M. le professeur Buys Ballot, d'Utrecht, a énoncé une loi qui donne la relation exacte entre la direction des vents et la

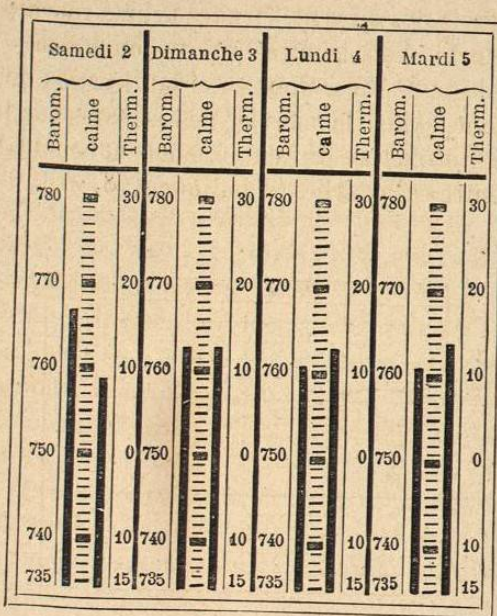


FIG. 23. — Bulletin météorologique des journaux *le Matin* et *le Daily News* (du samedi 2 au mardi 5 avril 1892).

Les observations sont prises à 4 heures du matin. Les gros traits noirs indiquent pour chaque jour : celui de gauche, la hauteur barométrique ; celui de droite, les degrés de température.

La baisse du mercure annonce la pluie, si elle est accompagnée de vents du S.-O., du S.-E. ou de l'O. ; si la baisse est rapide, elle annonce une tempête ; si elle est lente, un mauvais temps continu.

La hausse du mercure annonce, si elle est rapide, un temps variable ; si elle est graduelle, un beau temps continu.

Une hausse, accompagnée d'un vent virant au N.-E., peut annoncer la pluie.

pression barométrique et qui peut se formuler ainsi : « Tournez le dos au vent, le baromètre sera plus bas à votre gauche qu'à votre droite. » Ainsi exprimée, néan-

moins, la loi n'est vraie que pour l'hémisphère nord ; dans l'hémisphère sud elle est renversée, le baromètre étant plus bas à la droite qu'à la gauche de l'observateur. On peut énoncer le même principe sous une autre forme : « Tournez le dos au vent, étendez le bras gauche, il sera sensiblement dans la direction du tourbillon. » La direction du vent accuse donc aussi la direction du centre du cyclone. Ainsi la marche des isobares sur la carte indique la *direction* du vent exactement comme les distances entre ces courbes en indiquent la force¹.

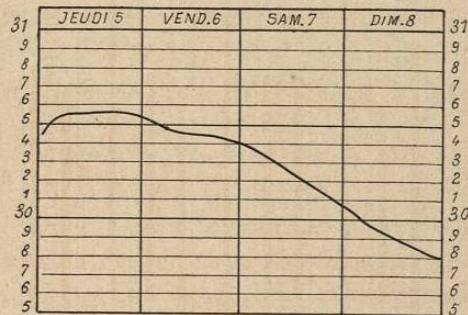


FIG. 24. — Tracé barométrique du *Daily Telegraph* (du jeudi 5 au dimanche 8 novembre 1891).

Tous les jeudis le *Times* publie une carte météorologique donnant une représentation graphique de l'état de l'atmosphère pendant la semaine ; mais cette table est suffisamment expliquée par la description qui y est jointe.

Tandis qu'à Londres le *Times* publie des cartes quotidiennes avec courbes isobares, les autres journaux an-

1. Pour renseignements plus complets, voir *Weather Charts* (les *Cartes du temps*), par M. Scott, 1876.

glais et français présentent leurs bulletins météorologiques sous des formes différentes. La figure 23 reproduit le *bulletin météorologique* du journal *le Matin* du mardi 5 avril 1892, bulletin dressé d'après le modèle adopté par le *Daily News*. Elle représente la partie supérieure de l'échelle du baromètre, entre 735 et 780^{mm}. On voit d'un coup d'œil la hauteur du mercure par les gros traits noirs à gauche de chaque colonne, et nous apprenons de la sorte non seulement quelle était cette hauteur à Paris à 4 heures du matin le jour de la publication du journal, mais nous sommes à même de comparer cette indication aux observations des trois jours précédents. On voit ainsi que, le 2 avril, le baromètre était à environ 767^{mm}; le 3, à 763; le 4, à 761, et le 5, à 761,3. Il est donc évident, d'après ce tableau, que le mercure a baissé d'une manière régulière les trois premiers jours, et qu'il s'est relevé très légèrement le quatrième. Ces relevés comparatifs ont une grande valeur, parce que la nature du temps dépend non pas tant de la hauteur absolue du baromètre que de l'ascension ou de la baisse du mercure, de la rapidité ou de la lenteur de ses mouvements.

Le tracé barométrique publié par le *Daily Telegraph* est reproduit dans la figure 24. Il représente graphiquement les mouvements du baromètre pendant quatre jours finissant à minuit le 8-9 novembre 1891. La ligne courbe courant à travers la figure représente les variations de la colonne de mercure, et l'on voit que le baromètre a baissé d'abord lentement, puis plus vite, la courbe accusant une chute de 30,4 à 29,8 pouces. Il faut ajouter que dans tous ces tracés on ramène les lectures du baromètre à un point de repère fixe pour assurer l'uniformité nécessaire à l'établissement des comparaisons. Ces corrections se rapportent à la hauteur à laquelle l'instrument est placé et à la température à laquelle se fait le relevé. Il est évident que le baromètre

est affecté par la hauteur où il se trouve au-dessus du niveau de la mer, car en montant nous laissons au-dessous de nous une portion de l'atmosphère; la pression diminue en conséquence et le mercure baisse. Aussi la colonne de mercure d'un baromètre placé à un étage supérieur d'une maison est-elle toujours moins élevée que celle d'un autre placé au rez-de-chaussée. On se sert même souvent de cet instrument pour mesurer approximativement les hauteurs. Les indications barométriques venues de différentes stations ne peuvent donc être comparées les unes aux autres tant qu'on ne connaît point l'altitude à laquelle les instruments sont placés; un observateur peut être sur un terrain élevé et un autre dans une plaine basse, l'un peut avoir son baromètre à l'étage supérieur, et l'autre à l'étage inférieur de l'observatoire. On en est donc arrivé à convenir que toutes les indications barométriques doivent être ramenées à ce qu'elles seraient si l'instrument était au niveau de la mer, ce qui donne naturellement un point de repère invariable. Une autre correction barométrique pour la température est encore nécessaire. Le mercure, comme tous les liquides, se dilate par la chaleur et devient plus léger; il en résulte que le baromètre monte par une journée chaude et baisse par une journée froide, quoique la pression atmosphérique n'ait peut-être pas changé. Il est donc essentiel que toutes les indications barométriques soient ramenées à la même température, et le point fixe adopté dans ce but est le point de congélation de l'eau, 0° Cent. ou 32° Fahr. Tous les chiffres donnés dans les journaux anglais sont en conséquence ramenés par des corrections au niveau de la mer et à 32° Fahr.

Le *Standard*, au lieu de donner un tracé ou une carte, publie un relevé d'observations qui, s'ajoutant aux indications barométriques, fournissent au lecteur bon nombre d'utiles renseignements sur l'état de l'atmosphère. On