

## CHAPITRE II.

### PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

#### I. REMARQUES GÉNÉRALES.

85. Nous savons déjà que l'atmosphère qui entoure notre planète a une épaisseur moyenne de 250 à 300 kilomètres. Elle est formée d'un mélange d'azote et d'oxygène, auxquels se joint une faible proportion d'acide carbonique et de vapeurs ammoniacales. De même que la composition et la salure de la mer sont sensiblement uniformes dans toute son étendue, de même aussi la composition de l'atmosphère est partout à peu près identique. La diffusion des deux gaz principaux qui forment l'enveloppe aérienne est même si complète, que l'on ne remarque pas que l'azote domine dans les régions supérieures de l'atmosphère, bien qu'il soit un peu plus léger que l'oxygène.

C'est la pression de l'atmosphère qui modifie l'évaporation de la mer et qui empêche l'océan liquide de se réduire spontanément en vapeur. C'est sa pesanteur qui élève l'eau dans les corps de pompe où on fait le vide. Cependant, la pesanteur de l'air ne fut bien reconnue et

démontrée qu'après l'invention du baromètre par *Torricelli*, disciple de *Galilée*.

Que l'on prenne un tube de verre d'environ un mètre de longueur, fermé par l'une de ses extrémités, qu'on le remplisse de mercure, puis qu'on le renverse de manière à amener en haut l'extrémité fermée du tube, en bou-



Figure 8.

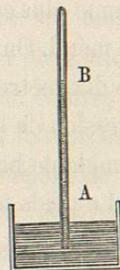


Figure 9.

chant avec le doigt l'extrémité ouverte. Que l'on introduise ensuite l'extrémité inférieure dans une cuvette également remplie de mercure, et que l'on enlève alors le doigt afin de rendre la liberté à la colonne contenue dans le tube. Le mercure ne descendra point

au niveau du liquide de la cuvette : il se soutiendra à sept ou huit décimètres au-dessus de ce niveau, tandis que le vide se fera dans la partie supérieure du tube, qu'on nomme la chambre du baromètre. C'est qu'en effet l'atmosphère exerce librement sa pression sur le liquide de la cuvette, tandis qu'elle ne peut en exercer aucune à la surface supérieure de la colonne contenue dans le tube, parce que ce tube est fermé en haut. Le poids de l'air soutient donc une colonne de mercure de sept ou huit décimètres de hauteur, d'où l'on doit conclure que le poids de la couche aérienne tout entière qui enveloppe le globe équivaut au poids d'une couche de mercure de sept à huit décimètres d'épaisseur.

De même que le poids de l'atmosphère soutient, dans le tube du baromètre, une colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur, de même elle est capable de soutenir, dans un corps de pompe où l'on fait le vide, une colonne d'eau de même poids. Or, comme l'eau est 13 fois et demie plus légère que le mercure, la pression atmosphérique refoulera l'eau à une hauteur 13 fois et demie plus considérable que celle à laquelle elle refoule ce métal. On sait, en effet, que l'eau s'élève à un peu plus de dix mètres dans les corps de pompe, par la seule pression de l'atmosphère, et qu'elle se soutient à une semblable hauteur dans le baromètre à eau.

Le poids total de la couche aérienne représente donc un peu plus de dix mètres d'eau, comme il représente 76 centimètres de mercure.

## II. DU BAROMÈTRE.

86. Il existe un grand nombre de baromètres de constructions différentes, permettant de connaître à tout instant, et avec plus ou moins de facilité, le poids de l'air. Nous nous bornerons ici à décrire trois de ces instruments : le baromètre Fortin, le baromètre Baudin (en usage dans les stations météorologiques belges) et le baromètre anéroïde.

87. BAROMÈTRE FORTIN. — Reportons-nous pour un moment à la figure ci-dessus (9), où nous voyons le poids de la colonne de mercure AB faire équilibre au poids de l'atmosphère. Ce dernier poids n'est pas constant,

comme nous l'apprendrons plus tard ; il varie sous l'influence de plusieurs causes.

La colonne AB change donc aussi de longueur, et il importe de pouvoir la mesurer à chaque instant. Si le niveau du mercure dans la cuvette restait invariable, l'opération serait des plus faciles ; il suffirait de coller le long du tube, et à partir du point A, une bande de papier graduée en millimètres, puis de noter sur cette échelle la division qui correspond au sommet du liquide dans le tube. Mais il est loin d'en être ainsi, comme il est aisé de le concevoir ; si, par exemple, le mercure monte dans le tube, c'est évidemment aux dépens de la quantité de liquide contenue dans la cuvette : le niveau y baisse dans une certaine mesure. Si, au contraire, le mercure descend dans le tube, il sort de celui-ci une partie de liquide qui va s'ajouter au liquide de la cuvette et y fait plus ou moins monter le niveau. Ces variations de niveau sont proportionnelles aux allongements ou aux raccourcissements de la colonne AB, et dépendent aussi des diamètres respectifs du tube et de la cuvette. Avec une cuvette très large et un tube très étroit, les changements de niveau seront faibles ; si la différence de leurs dimensions n'est pas grande — et c'est le cas pour la plupart des baromètres — ces changements seront plus sensibles.

L'observation du baromètre semble donc, à première vue, ne pouvoir se faire par le moyen indiqué tout à l'heure. Ce système est cependant celui sur lequel repose la construction du baromètre Fortin, et voici de quelle

manière on est parvenu à obvier aux variations de niveau du mercure, dont nous venons de parler.

Supposons que le fond de la cuvette soit mobile, et qu'il puisse monter ou descendre à l'aide d'une vis placée au-dessous. Lorsque le niveau du mercure dans la cuvette sera au-dessus du point 0 de l'échelle, on desserrera lentement la vis jusqu'au moment où la surface du liquide ne sera plus qu'à la hauteur de ce point 0; dans le cas contraire, c'est-à-dire celui où le niveau n'atteint pas la limite inférieure de l'échelle graduée, on serrera la vis jusqu'à ce qu'on y parvienne. En serrant ou en desserrant la vis, on aura également fait monter le mercure dans le tube, d'une quantité correspondant à celle dont le niveau dans la cuvette se sera lui-même déplacé.

Tel est le principe sur lequel repose la construction du baromètre qui porte le nom de Fortin, son inventeur.

Cet instrument, que l'on voit figuré à la page suivante, comprend deux parties bien distinctes : le tube et la cuvette.

La cuvette est la partie essentielle de l'appareil. Elle se compose d'un cylindre de verre B, enchâssé dans une boîte de cuivre C. Ce cylindre est terminé par une sorte de poche en peau de daim, destinée à contenir le mercure, poche qui repose sur une vis P, au moyen de laquelle on peut l'élever ou l'abaisser, et par suite le mercure avec elle. Enfin, à la base supérieure du cylindre B se trouve fixée une pointe d'ivoire I, qui sert de repère pour, à chaque observation, ramener au même niveau la surface du mercure dans la cuvette.

Le tube A, qui est rempli de mercure jusqu'à une certaine hauteur, plonge dans le liquide de la cuvette; il est entouré, à l'ouverture E de celle-ci, d'une bandelette de peau qui sert à le maintenir fixe. C'est par les pores de cette peau que la pression atmosphérique agit sur la surface mercurielle. Une gaine de laiton enveloppe toute la partie extérieure du tube, afin de le protéger contre les chocs accidentels; sur cette gaine se trouve gravée l'échelle de l'instrument, échelle dont le zéro correspond avec l'extrémité inférieure de la pointe d'ivoire.

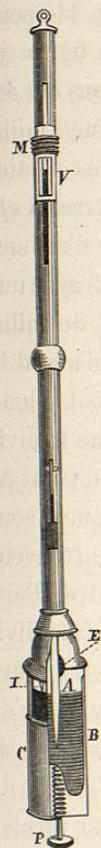


Fig. 10.

La gaine est en partie fendue longitudinalement de deux côtés opposés, pour permettre d'apercevoir le sommet de la colonne mercurielle, et dans ces fentes glisse un  *curseur*  M, dont le bord inférieur sert à fixer la position de ce sommet. Le curseur, enfin, porte un vernier V, qui permet d'apprécier les fractions de millimètre.

Comme le vernier joue un rôle important dans l'observation du baromètre, disons quelques mots de cet utile instrument.

88. VERNIER. — Le vernier sert à mesurer avec précision de très petites longueurs; par exemple, un millimètre à 1 dixième ou 1 centième près. Voici le moyen imaginé pour obtenir ces mesures. Supposons que l'approximation demandée

soit de 1 dixième de millimètre. Dans ce cas, on marque sur une lame de métal ou de verre deux points distants l'un de l'autre de 9 millimètres, puis on divise l'intervalle qui les sépare en dix parties égales. (Fig. 11; pour



Fig. 11.

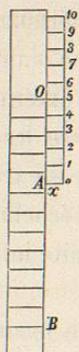


Fig. 12.

l'intelligence de cette figure et de la fig. 12, les divisions ont été rendues plus grandes que 1 millimètre). Chacune de ces parties vaudra  $\frac{9}{10}$  de millimètre. Cela posé, proposons-nous d'estimer la longueur AB (fig. 12) avec une erreur moindre que  $\frac{1}{10}$  de millimètre. Faisons glisser d'abord la lame graduée ou *vernier* le long de AB, de telle sorte que la division 0 soit en regard du point A, et cherchons ensuite quels sont

les traits de l'échelle AB et du vernier qui se trouvent actuellement sur le prolongement l'un de l'autre. Dans le dessin ci-dessus, cette coïncidence a lieu à la 5<sup>e</sup> division du vernier; j'en conclus que la distance AB mesure 7 millimètres et 5 dixièmes. En effet, la fraction Ax de millimètre dont il importe de connaître la valeur est égale à  $Ox - AO$ . Or,  $Ox = 5$  divisions de l'échelle de gauche = 5 millimètres;  $AO = 5$  divisions du vernier = 5 fois  $\frac{9}{10}$  de millimètre =  $\frac{45}{10} = 4,5$  millimètres; d'où  $Ax = 5^{mm} - 4^{mm},5 = 0^{mm},5$ .

89. MANIÈRE D'OBSERVER LE FORTIN. — Si les explications qui précèdent ont été bien comprises, il devient

presque superflu d'indiquer comment se fait l'observation du baromètre Fortin. On a vu qu'il s'agit d'abord de ramener au niveau fixe, indiqué par l'extrémité inférieure de la pointe d'ivoire I (fig. 10), la surface du mercure dans la cuvette, et ce au moyen de la vis P. Cette opération est très délicate; elle exige une certaine habileté et surtout de la pratique, pour être faite avec précision. La pointe d'ivoire doit effleurer le mercure, sans cependant le toucher d'une manière tant soit peu sensible.

L'effleurement étant obtenu, il reste à faire glisser le curseur le long du tube, de manière à amener son bord inférieur à être tangent à la courbure qui termine la colonne mercurielle. Puis on regarde quelle est la division de l'échelle qui vient immédiatement au-dessous de ce bord, et le nombre qu'elle représente donne la partie entière (en millimètres) de la hauteur barométrique. La fraction de millimètre s'estime par le moyen du vernier.

90. BAROMÈTRE BAUDIN. — Le baromètre adopté par l'Observatoire royal de Bruxelles pour les stations météorologiques belges est du système Baudin. C'est un baromètre ordinaire à siphon, gradué sur verre (fig. 13). A est un bouchon de liège qui s'oppose à l'introduction de la poussière dans l'instrument; B un petit tube creux recourbé, par lequel la pression atmosphérique exerce son action sur le mercure.

L'intervalle qui sépare deux des petites divisions de l'échelle (gravée, comme nous venons de le dire, sur le

tube barométrique lui-même) est censé représenter un millimètre, mais il est en réalité plus petit que cette distance. Cette graduation spéciale s'explique facilement. Lorsque le mercure monte de 1 millimètre, par exemple, dans la grande branche, la hauteur barométrique a de fait augmenté de plus de 1 millimètre, puisque le niveau du liquide dans la courte branche baisse en même temps d'une certaine quantité. On comprend tout aussi aisément qu'une chute mercurielle de 1 millimètre représente une diminution de pression atmosphérique plus grande que 1 millimètre.

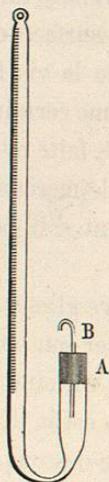


Figure 13.

La lecture de la hauteur barométrique se fait à la simple vue, sans le secours de curseur ou de vernier.

91. BAROMÈTRE ANÉROÏDE. — Le baromètre anéroïde ne renferme pas de liquide. Il se compose généralement d'un tube de métal très mince, roulé en spirale, ou d'une boîte cylindrique, également en métal, dans lesquels on a fait le vide, c'est-à-dire ôté tout l'air qu'ils contenaient. Le poids de l'atmosphère agit sur eux en les comprimant plus ou moins; si la pression croît, le tube s'enroule davantage sur lui-même, l'épaisseur de la boîte diminue; si elle décroît, le tube se déroule et la base supérieure de la boîte se relève. Ces mouvements sont communiqués, par un système de petits leviers, à une aiguille qui tourne sur un cadran gradué (fig. 14).

Les baromètres anéroïdes sont d'un petit volume, ce qui les rend facilement transportables. Mais leurs indications sont loin d'avoir la précision rigoureuse des bons baromètres à mercure.

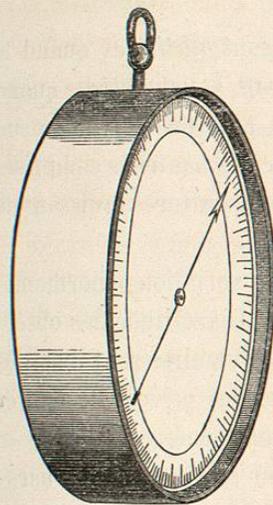


Figure 14.

92. CORRECTIONS BAROMÉTRIQUES. — Lorsqu'on veut comparer deux observations barométriques faites à des moments différents, il est nécessaire de tenir compte d'un élément essentiel : la température. La chaleur, en effet, dilate les corps — et par conséquent le mercure; un baromètre qui marquerait 750<sup>mm</sup> sous une température de 10°, donnerait donc un nombre plus fort si la température s'élevait à 20°. Le mercure, dans ce dernier cas, occupe évidemment un volume plus grand que dans le premier, par suite de sa dilatation sous l'influence d'un accroissement de chaleur de 10°.

Pour comparer entre elles plusieurs observations barométriques, il est utile, on le voit, de leur supposer à toutes une même température et de les corriger à raison de ce fait. 0° est cette température uniforme à laquelle on est convenu de ramener toujours les hauteurs observées. Pour savoir de combien la température du baromètre est au-dessus ou au-dessous de ce point

fixe, on attache un petit thermomètre près de l'instrument, et on a soin d'en faire la lecture avant de prendre la hauteur barométrique.

Les corrections à appliquer sont *additives* quand le thermomètre est au-dessous de 0°, *soustractives* quand il est au-dessus. On trouvera à la fin du volume un tableau de ces corrections pour des hauteurs comprises entre 670<sup>mm</sup> et 780<sup>mm</sup>, et des températures croissant de 0° à 30°.

Pour éviter de trop grandes variations thermométriques, qui sont préjudiciables à l'exactitude des observations, les baromètres des observatoires sont installés dans des chambres continuellement privées de feu, et où les rayons du soleil ne peuvent pénétrer.

93. Nous terminerons ce qui se rapporte au baromètre en tant qu'instrument, en recommandant de ne pas négliger, avant de l'observer, de donner quelques coups secs mais légers — avec le crayon que l'on tient à la main, par exemple — sur la partie du tube voisine du sommet de la colonne mercurielle. On sait que le mercure, dans sa course ascendante ou descendante, reste souvent adhérent aux parois du verre, et il est indispensable de l'en détacher pour donner à ce sommet sa véritable forme.

III. DES VARIATIONS DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

94. L'invention du baromètre n'a pas eu seulement une grande importance pour l'étude des gaz et des vapeurs, dont elle a permis de mesurer la pression à tout instant; elle a introduit dans la météorologie une donnée nouvelle, celle de la force élastique de l'atmosphère.

Le poids de la couche aérienne étant représenté par une épaisseur de mercure de 76 centimètres, il serait facile de calculer que la pression de l'océan gazeux, au fond duquel nous vivons, est d'un peu plus de mille kilogrammes par mètre carré de surface. Si nous résistons à cette énorme pression, c'est que nos organes sont pénétrés constamment par l'air atmosphérique, qui se fait équilibre à lui-même, du dedans au dehors. Mais lorsque nous descendons dans la cloche à plongeur, où la pression s'augmente du poids de toute la couche d'eau que nous laissons au-dessus de nous, l'augmentation de la pression extérieure trouble la circulation du sang et détermine la céphalalgie. Quand on s'élève rapidement en ballon, la diminution de la pression dans les couches supérieures que l'on traverse ne suffit plus à équilibrer la force élastique de l'air contenue dans nos organes; cet air se détend, presse du dedans au dehors, et, entre autres effets, cause à l'aéronaute une surdité momentanée.

95. *Pascal* avait compris que la pression atmosphérique que l'on éprouve à la surface du sol est le produit

intégral de la pesanteur de toute l'enveloppe aérienne. Il en avait conclu que cette pression doit diminuer à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, parce que, dans chaque couche que l'on atteint, il ne reste plus que la pression des couches situées au-dessus de celle où l'on observe. L'expérience vint confirmer pleinement les prévisions de *Pascal*. Son beau-frère *Périer*, ayant porté le baromètre au sommet du Puy-de-Dôme, par 1465 mètres d'altitude, et au Puy-de-Sancy dans les monts Dores, à 1887 mètres d'élévation au-dessus de la mer, vit que la colonne mercurielle du baromètre se raccourcit à mesure qu'on s'élève.

A chaque couche que l'on atteint, on est débarrassé de la pression de toutes les couches inférieures que l'on a dépassées en s'élevant; et comme l'air atmosphérique est éminemment compressible, les couches inférieures, chargées du poids presque total de l'atmosphère, sont, à égale épaisseur, d'une densité et d'une pesanteur beaucoup plus grandes. Par sa charge propre, par sa compressibilité, l'atmosphère se compose d'une succession de couches concentriques, dont la densité décroît rapidement à partir de la surface des mers. La théorie indique que la pression est déjà réduite de moitié entre 7 et 8000 mètres de hauteur. L'ascension d'*Alexandre de Humboldt* au Chimborazo, et les voyages aérostatiques de *Brioschi*, de *Gay-Lussac* et de *Glaisher* sont venus confirmer ces calculs.

96. Il est facile de comprendre, d'après la loi connue du décroissement de la pression à mesure qu'on s'élève,

comment le baromètre a pu devenir un instrument de nivellement. Cette diminution régulière équivaut, dans les régions inférieures de l'atmosphère, à dix mètres environ de différence de niveau pour un abaissement d'un millimètre de la colonne de mercure. La relation qui existe entre l'élévation de l'observateur au-dessus de la mer et la pression atmosphérique, n'est troublée que par les variations accidentelles de la force élastique de l'air.

97. VARIATION DIURNE DU BAROMÈTRE. — Lorsqu'on observe assidûment le baromètre pendant un certain nombre de jours, on reconnaît que la pression de l'atmosphère n'est pas absolument constante. Dans nos climats, elle varie sur l'échelle du baromètre, dans un intervalle d'environ cinq centimètres. Cette amplitude d'oscillation est même dépassée dans quelques circonstances extraordinaires.

On peut déterminer la pression moyenne de l'atmosphère, en chaque lieu du globe, par une série régulière d'observations, comme on le fait pour la température. A la rigueur, une seule observation par jour suffit : ainsi, à Bruxelles, la hauteur du baromètre à 1 heure du soir diffère très peu de la moyenne de tout le jour, prise sur un grand nombre de lectures faites à des intervalles de temps égaux.

Il résulte d'observations semblables que la pression atmosphérique au niveau des mers n'est pas exactement la même pour toute l'étendue de la terre. On la trouve un peu moindre sous les tropiques que dans la zone tempérée, et un peu plus basse encore vers les pôles.

Cet effet doit être attribué, d'une part, à la légèreté que l'air acquiert dans les contrées équatoriales, par sa dilatation au contact des surfaces puissamment échauffées de ces régions; d'autre part, aux condensations incessantes de vapeur d'eau qui se produisent sur une grande étendue des mers polaires.

Mais lorsqu'on établit séparément les moyennes barométriques pour les différentes heures du jour, on reconnaît dans la pression de l'atmosphère une période réglée. Entre les tropiques surtout, cette période est si régulière que l'on pourrait, en quelque sorte, recourir au baromètre comme à une horloge. En Europe, il suffit d'un mois d'observations horaires pour mettre pleinement en évidence cette période diurne.

98. Le baromètre atteint son point le plus bas vers quatre heures du matin; il remonte jusqu'à neuf ou dix heures, pour redescendre ensuite jusqu'à quatre heures de l'après-midi. Il se met ensuite à remonter de nouveau, et redescend enfin depuis dix heures du soir jusqu'au matin. Cette oscillation s'observe par toute la terre, avec quelques variations d'heures et d'amplitude produites par la succession des saisons. La grandeur de ces mouvements va toutefois en s'affaiblissant à mesure qu'on se rapproche des pôles.

A l'équateur, l'amplitude diurne s'élève à  $2^{\text{mm}}28$ . A Bruxelles, par  $51^{\circ}$  de latitude, elle n'est déjà plus que de  $0^{\text{mm}}61$ , et à Bossekop, par  $66^{\circ}58'$  N., elle est de  $0^{\text{mm}}33$  seulement. A des latitudes plus élevées, toute variation disparaît probablement.

99. Pour un même lieu, ces mouvements diffèrent légèrement suivant les saisons; mais la loi de ces différences n'est pas la même partout. En certains points, l'amplitude est plus grande en été qu'en hiver, en d'autres points, c'est le contraire que l'on observe. Nous donnons ci-dessous les nombres pour Bruxelles :

Hiver . . . . .	$0^{\text{mm}}57$
Été . . . . .	$0^{\text{mm}}50$
Printemps . . . . .	$0^{\text{mm}}67$
Automne . . . . .	$0^{\text{mm}}70$

100. On ne peut douter que la période journalière du baromètre n'ait pour principe le retour régulier des rayons solaires. Mais faut-il attribuer ces variations périodiques à l'action et à la réaction immédiates de la dilatation de l'air par la chaleur, ou bien faut-il les rapporter avec *Peltier* à l'électricité des courants aériens que la chaleur solaire met en mouvement? Les opinions sont très partagées sur la cause de cette oscillation barométrique diurne.

101. VARIATION ANNUELLE DU BAROMÈTRE. — Le baromètre a non seulement un mouvement régulier dans l'intervalle de vingt-quatre heures, mais il en possède un second qui dure l'espace d'une année. Ce mouvement présente également deux maxima et deux minima : les uns ont lieu en hiver et en été, les autres au printemps et à l'automne. En hiver, l'air se refroidit et devient plus dense : il pèse davantage sur le baromètre; en été, au contraire, il devient très léger sous l'influence des

hautes températures qui règnent pendant cette saison ; mais la force élastique de la vapeur d'eau répandue alors en grande quantité dans l'atmosphère, étant assez considérable, cette force s'ajoute à la pression de l'air et dépasse celle perdue par la dilatation. Au printemps et en automne les influences de température et d'évaporation se font équilibre : le baromètre se tient donc plus bas à cette époque qu'en hiver et en été.

A Bruxelles, les hauteurs barométriques moyennes par saisons s'élèvent respectivement à :

756<sup>mm</sup>60 en hiver ;

755<sup>mm</sup>47 au printemps ;

756<sup>mm</sup>67 en été ;

755<sup>mm</sup>80 en automne.

Là où les différences de température entre les deux saisons extrêmes de l'année sont peu marquées, l'amplitude annuelle des mouvements barométriques est faible ; dans les contrées, au contraire, où ces différences sont grandes, le baromètre subit de son côté des fluctuations considérables pendant le cours de l'année. Ainsi, à l'équateur, les moyennes mensuelles de la pression atmosphérique offrent peu de variations, tandis qu'au cœur de l'Asie, par exemple, elles sont très dissimilaires.

102. Indépendamment de la période diurne et de la période annuelle, le baromètre subit des oscillations accidentelles d'une plus grande étendue, qui masquent souvent ses variations régulières. Ces hausses et ces baisses accidentelles embrassent des durées inégales,

qui vont d'ordinaire à plusieurs jours. Elles sont intimement liées, dans nos contrées, aux changements dans l'état du temps.

Nous étudierons ces mouvements atmosphériques dans un chapitre spécial, en parlant de la prévision du temps.