

L'organe élémentaire de ces baromètres est une chambre anéroïde à coquille, formée de deux valves métalliques minces, soudées par leurs bords, dans laquelle on fait le vide. Les deux valves qui tendent alors à se rapprocher sont maintenues écartées par l'action antagoniste d'un ressort logé à l'intérieur et formé de deux lames d'acier cambrées qui s'arc-boutent l'une sur l'autre par leurs extrémités.

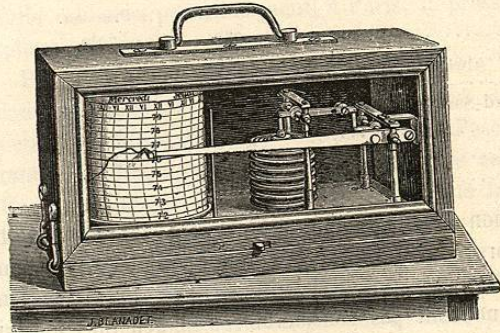


Fig. 63.

Chaque coquille ainsi constituée s'aplatit légèrement quand la pression extérieure augmente et s'épanouit quand celle-ci diminue. Chacune de ces coquilles porte suivant son axe, et sur chaque base, une petite pièce saillante; l'une de ces pièces forme pas de vis, l'autre forme écrou; de sorte que l'on peut superposer une série de coquilles semblables disposées en colonne verticale, en les vissant successivement l'une sur l'autre.

Dans ces conditions, si la base inférieure de la colonne repose sur un plan fixe, la base supérieure se soulève ou s'abaisse, pour chaque variation de la pression atmosphérique, d'une quantité qui est la somme des déplacements de chaque coquille élémentaire.

Les déplacements de la base supérieure de la colonne de coquilles sont utilisés pour faire mouvoir le petit bras d'un levier articulé dont le grand bras forme le style enregistreur: ce levier amplifie environ quarante fois les déplacements de la base de la colonne.

Les déplacements du style enregistreur sont trop considérables pour pouvoir être assimilés à de petites droites; aussi l'enregistrement doit-il se faire sur un papier (fig. 64) portant des traits en arc de cercle pour la détermination des abscisses et des lignes droites pour celle des ordonnées. Ce papier est enroulé sur un cylindre mû par un rouage d'horlogerie et faisant un tour en sept jours, de telle sorte qu'il suffit de changer le papier une fois par semaine pour avoir un tracé continu donnant à chaque instant la valeur de la pression barométrique.

79. Effet mécanique des variations de la pression barométrique chez les êtres vivants. — L'effet de la variation de la pression barométrique sur un solide invariable se borne à une variation de poussée que subit le corps, variation proportionnelle à la pression, puisque le volume ne change pas. S'il s'agissait d'un corps compressible et expansible, les variations de pression produiraient des changements de volume, celui-ci

diminuant quand la pression augmente et inversement, ainsi qu'il arrive, par exemple, pour les coquilles du baromètre enregistreur.

Sur l'homme et les êtres vivants, les variations de pression ont des effets variés: nous ne nous occuperons ici que des effets mécaniques proprement dits, remettant à un autre chapitre l'indication des effets relatifs aux phénomènes chimiques de la respiration et à la dissolution des gaz dans le sang.

D'une manière générale, les variations de la pression atmosphérique, même lorsqu'elles sont grandes, comme il arrive dans les cloches à plongeur, les caissons à air comprimé, n'ont qu'une influence négligeable sur les mouvements des êtres vivants: ces mouvements se font avec la même facilité, parce que l'action mécanique se réduit à la variation de poussée qui est faible. Les mouvements respiratoires ne sont pas gênés parce que la pression a la même valeur à l'intérieur des poumons et à l'extérieur de la cage thoracique dont les parois se déplacent alors comme si ces pressions n'existaient pas.

L'oreille moyenne ne communique avec l'atmosphère que par un canal relativement long et flexueux, la trompe d'Eustache, dont les parois peuvent mêmes s'accoler assez facilement; aussi l'équilibre de pression ne s'établit-il pas immédiatement entre l'air contenu dans cette cavité et l'air extérieur: la différence de pression qui subsiste a pour effet de donner une courbure à la membrane du tympan qui ferme

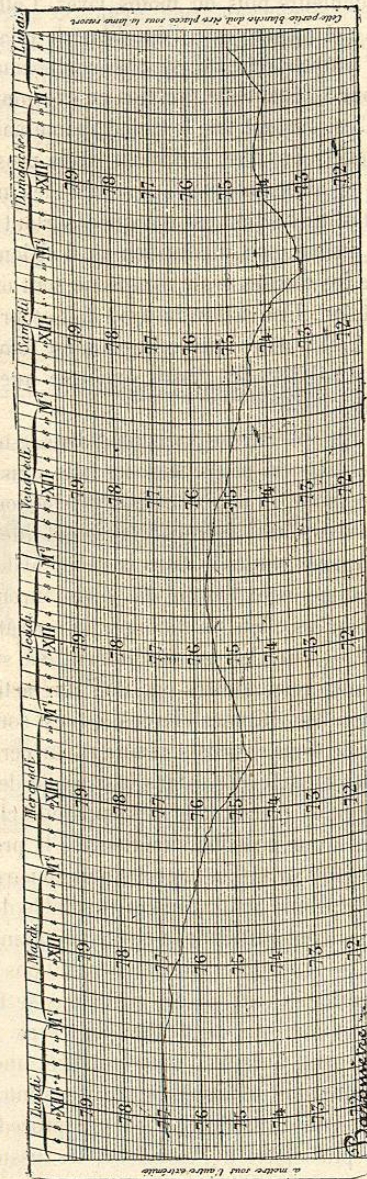


Fig. 64.

l'oreille moyenne du côté du canal auditif; la membrane bombe du côté où la pression est la moins forte, et cette déformation est accompagnée de douleurs plus ou moins vives. Celles-ci disparaissent peu à peu, au fur et à mesure que, l'équilibre de pression se rétablissant, la membrane du tympan reprend sa position normale. On peut faciliter et hâter ce retour à l'égalité de pression en exécutant des mouvements de déglutition.

C'est surtout sur la cavité abdominale que portent le plus directement les effets dus aux variations de la pression atmosphérique, ce qui s'explique aisément par l'existence des masses gazeuses qui remplissent l'intestin; l'action est marquée surtout pour l'augmentation de pression qui amène une diminution de l'abdomen: les ouvriers qui travaillent dans les cloches à air comprimé sont obligés de serrer la boucle de leur pantalon. Une action inverse doit se produire dans le cas de la raréfaction; mais outre que celle-ci n'est jamais très considérable, le manque d'extensibilité des tissus explique que l'augmentation de volume soit faible.

On a observé des variations dans le nombre, la forme et l'intensité des battements du pouls. Mais les faits signalés ne sont pas concordants, et il est possible qu'il n'y ait pas une action directe et que les modifications observées dans la circulation soient dues aux changements éprouvés par les organes contenus dans la cavité abdominale.

Comme nous l'avons dit, nous aurons à revenir, à d'autres points de vue, sur les effets produits par les variations de pression.

80. — On n'est pas absolument fixé sur les effets produits sur les phénomènes respiratoires par une raréfaction de pression: quoique l'habitation à des altitudes élevées, qui est souvent ordonnée maintenant, fournisse de bons résultats généraux en certains cas, on ne sait au juste s'il y a des modifications dans la capacité des poumons ou non. Dans le cas d'individus placés dans des appareils clos et soumis pendant un certain temps à une pression supérieure à la pression normale, on a signalé une augmentation de la capacité pulmonaire: ce fait ne paraît pas être le résultat d'une action directe et semble dû à la diminution de volume des organes contenus dans la cavité abdominale.

81. — Les effets dus aux variations de la pression extérieure sont très marqués lorsque ces variations se font sentir sur une partie seulement et non sur la totalité du corps. On les observe notamment en soustrayant, à l'aide d'une ventouse, une partie des téguments à l'action de la pression atmosphérique: la ventouse est une petite cloche dans laquelle on a raréfié l'air par un procédé quelconque (65). La pression étant plus forte à l'extérieur, les tissus mous sont poussés dans la cloche, il y a turgescence; en même temps, et pour la même raison, le sang afflue dans les vaisseaux des parties turgescences et y produit une congestion locale: il y a donc là un procédé qui en modifiant la répar-

tion du sang peut amener des résultats avantageux. Si, avant d'appliquer la ventouse, on a fait des scarifications, l'action de la différence de pression fait jaillir le sang avec force et amène ainsi une déplétion du système sanguin; nous n'avons pas à insister sur les conditions d'application des ventouses sèches ou des ventouses scarifiées.

Junod a obtenu des effets thérapeutiques puissants en étendant l'action de la ventouse à un membre tout entier: la jambe (ou le bras) du malade est introduite dans un cylindre métallique fermé à une extrémité et dont l'extrémité opposée porte une garniture en caoutchouc qui peut être serrée contre le membre et assure une fermeture hermétique. L'intérieur du cylindre est mis en communication avec une machine aspi-

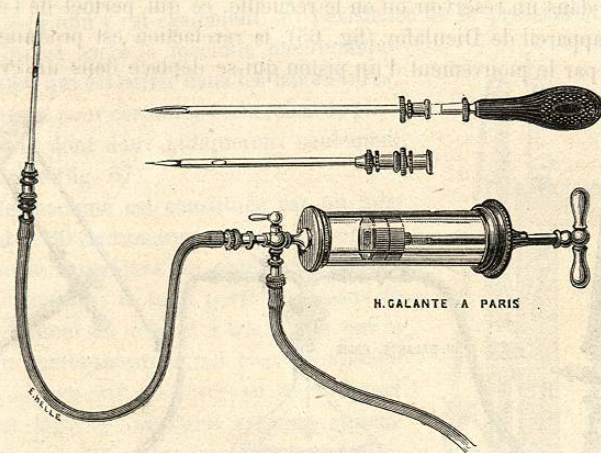


Fig. 65.

rante par l'intermédiaire d'un ajutage muni d'un robinet: l'effet de la différence de pression se manifeste sur une grande surface et produit une dérivation intense.

On a proposé et appliqué dans quelques cas l'action locale sur la cavité pulmonaire d'une pression différente de la pression normale. On a employé des appareils *pneumothérapiques* divers qui tantôt produisent une pression inférieure à la pression atmosphérique et tantôt une pression supérieure. En général, l'application de l'appareil est telle que l'action se produise seulement pendant un des temps de la respiration: c'est ainsi que, par exemple, la raréfaction est un adjuvant pour l'expiration et que, grâce à son emploi, on obtient une ventilation bien plus complète du poumon, par suite de l'augmentation de la masse de gaz qui sort alors de la cavité pulmonaire.

Le résultat est analogue, mais par un procédé différent si on produit l'inspiration dans une atmosphère légèrement comprimée, l'expiration se faisant normalement. On obtient alors une plus grande distension des

vésicules et, par suite, une ventilation plus parfaite également : il paraît que cette action suffisamment répétée aurait pour effet d'augmenter d'une manière durable la capacité pulmonaire.

C'est également sur l'action d'une diminution de pression que reposent les *aspirateurs* usités en médecine et en chirurgie, aspirateurs de Potain, aspirateurs de Dieulafoy, pour citer les plus connus. Dans l'un et l'autre, on introduit une canule fine dans la partie où l'on suppose qu'existe une collection liquide, et on met l'extrémité libre de cette canule en communication avec un espace dans lequel on a raréfié l'air : la pression atmosphérique agissant sur le liquide par l'intermédiaire des parties molles le pousse dans la canule où existe une pression moindre, et de là dans un réservoir où on le recueille, ce qui permet de l'étudier. Dans l'appareil de Dieulafoy (fig. 65), la raréfaction est produite directement par le mouvement d'un piston qui se déplace dans un cylindre ;

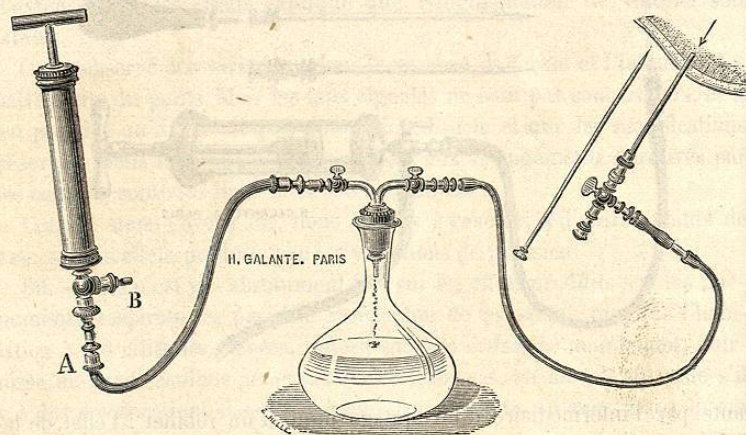


Fig. 65.

dans l'aspirateur de Potain (fig. 66), la canule est reliée à un flacon où on produit et on maintient la raréfaction par l'action d'une pompe à main, et dans lequel se réunit le liquide.

82. **Effets divers de la pression atmosphérique.** — L'existence de la pression atmosphérique donne l'explication d'un grand nombre de phénomènes et de faits expérimentaux ; nous nous bornerons à en signaler quelques-uns.

C'est l'existence de la pression atmosphérique qui maintient les liquides, eau ou mercure, dans les éprouvettes dont on se sert pour recueillir les gaz ; c'est encore à elle qu'est dû le maintien des liquides dans les pipettes. C'est encore elle qui produit l'élévation d'un liquide dans un tube dont une extrémité y est plongée et à l'autre extrémité duquel on produit une aspiration avec la bouche ; c'est par un procédé

analogue que l'eau est élevée dans une pompe aspirante, l'aspiration étant produite dans ce cas par le mouvement d'un piston dans un corps de pompe : la colonne d'eau soulevée devant être maintenue en équilibre par la pression atmosphérique, sa hauteur ne peut être supérieure à celle qui produirait une pression de même valeur, soit une hauteur de 10^m,32. En réalité, à cause des imperfections des appareils, on ne peut compter, dans la pratique, élever l'eau à une hauteur de plus de 8 mètres au-dessus du niveau inférieur.

L'existence de la pression atmosphérique rend également compte du fonctionnement du siphon, appareil destiné à faire passer un liquide d'un vase à un autre vase situé à un niveau inférieur sans avoir à incliner le premier.

83. — Enfin c'est également sur l'existence de la pression atmosphérique qu'est basée la machine pneumatique à mercure qui est usitée dans les laboratoires, notamment pour certaines recherches de physiologie et dont nous indiquerons seulement le principe (fig. 67).

Cette machine est constituée par un tube vertical de 80 centimètres au moins présentant à sa partie supérieure un renflement d'assez grande capacité ; le tube porte au-dessus de ce renflement un robinet à trois voies qui le met en communication soit avec un ajutage latéral aboutissant au réservoir dans lequel on veut faire le vide, soit avec un ajutage vertical qui débouche dans une cuvette en verre ; si celle-ci est vide, l'ajutage s'ouvre à l'air libre, si elle est remplie de mercure et qu'une éprouvette y soit maintenue, les gaz sortant de l'ajutage seront recueillis dans cette éprouvette.

À la partie inférieure, le tube vertical est relié par un tube de caoutchouc de 1 mètre de longueur environ avec un entonnoir formant cuvette, que l'on peut monter ou descendre à l'aide d'un ruban qui s'enroule sur un treuil.

Supposons qu'on veuille raréfier un gaz contenu dans un réservoir adapté à l'ajutage latéral.

Le robinet à trois voies est placé dans la position 1 : on soulève le réservoir, le mercure monte en même temps dans le tube vertical et l'air qu'il contient s'échappe à l'atmosphère : on arrête le mouvement et on

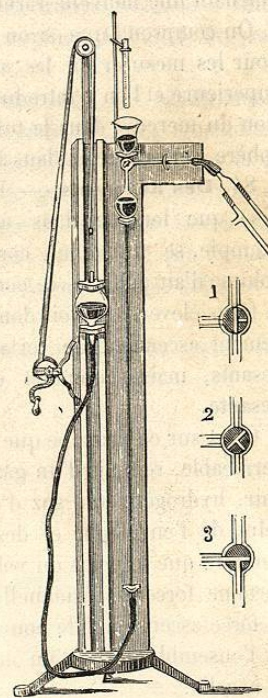


Fig. 67.

place le robinet dans la position 2. On descend le réservoir; lorsqu'il est au bas de sa course l'appareil forme un baromètre à siphon, le mercure descend dans le tube vertical jusqu'à être seulement à 76 centimètres au-dessus du niveau dans l'entonnoir. Le renflement qui constitue alors la chambre barométrique est vide absolument. On tourne le robinet dans la position 3 : une partie du gaz du réservoir passe dans le renflement et la pression diminue dans le réservoir. On ramène le robinet à la position 1 et on remonte l'entonnoir jusqu'à ce que le mercure remplisse le tube vertical. L'appareil est donc ramené matériellement dans la même position qu'au début, seulement une partie du gaz a passé du réservoir dans le renflement et de celui-ci à l'air libre, et la pression est diminuée dans le réservoir. On comprend qu'on pourra recommencer l'opération autant de fois qu'on le voudra, chaque double mouvement de l'entonnoir amenant une nouvelle raréfaction.

On comprend que si on veut recueillir les gaz sortant du réservoir pour les mesurer ou les analyser, on remplira de mercure la cuvette supérieure et l'on y introduira une éprouvette; le gaz refoulé par l'ascension du mercure dans le tube vertical, au lieu de s'échapper dans l'atmosphère, sera recueilli dans l'éprouvette.

84. **Des aérostats.** — Il résulte de ce que nous avons dit plus haut (74) que lorsque dans une masse gazeuse, dans l'atmosphère par exemple, se trouve un corps dont le poids est moindre que celui du volume d'air déplacé, ce corps est soumis à une force ascensionnelle qui le fait s'élever. On voit donc, comme nous l'avons indiqué, que le mouvement ascendant de certains corps ne prouve pas qu'ils ne sont pas pesants, mais seulement qu'ils sont plongés dans une masse fluide pesante.

C'est sur ce principe que sont basés les aérostats, globes en étoffe imperméable, remplis d'un gaz d'un poids spécifique moindre que celui de l'air, hydrogène ou gaz d'éclairage. Si le poids du gaz, augmenté de celui de l'enveloppe et des agrès qui y sont fixés, filet, nacelle, est moindre que le poids du volume d'air déplacé, cet aérostat possédera une certaine force ascensionnelle. Si l'aérostat a des dimensions suffisantes, la force ascensionnelle pourra être assez grande pour produire l'élévation de l'ensemble alors qu'un ou plusieurs observateurs auront pris place dans la nacelle.

La rapidité de l'ascension au départ dépend de la force ascensionnelle disponible; pour être dans de bonnes conditions, il faut que celle-ci ait une valeur voisine de 5 kilogrammes.

Supposons que, au départ, l'aérostat ait été complètement rempli de gaz et fermé : en s'élevant il rencontre des couches où la pression et, par suite, le poids spécifique de l'air décroissent. La poussée diminue donc et la force ascensionnelle également. L'aérostat pourra donc arriver

à une couche où son poids sera précisément égal au poids de l'air déplacé : il restera alors en équilibre; en réalité cette condition ne se réalise presque jamais, parce que les moindres variations de température amènent des changements dans la valeur de la poussée.

L'observateur entraîné par l'aérostat, dès qu'il est parvenu à une certaine hauteur, ne peut se rendre compte des mouvements suivant la verticale. Ce n'est que par l'observation de la hauteur barométrique qu'il peut savoir s'il monte, s'il reste à un niveau invariable, ou s'il descend.

La variation de la pression atmosphérique aux diverses altitudes a un autre effet important : au départ le gaz qui remplissait l'aérostat était, au moins très sensiblement, à la pression atmosphérique et l'enveloppe n'était soumise à aucun effort. Mais pendant l'ascension, la pression intérieure du gaz ne changeant pas, puisque le volume est invariable, et la pression extérieure diminuant, l'enveloppe se trouve soumise à une tension dangereuse, car elle peut amener une rupture de l'étoffe et, par suite, la chute de l'aérostat.

Pour éviter cet inconvénient grave, l'aérostat n'est pas absolument fermé : il se termine inférieurement par une *manche*, long appendice tubulaire en étoffe : tant que la pression est la même à l'intérieur et à l'extérieur, il ne s'échappe que peu ou point de gaz par la manche. Le dégagement se produit, au contraire, dès que la pression intérieure devient plus grande que l'extérieure, et continue jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli. On évite ainsi toute possibilité de rupture par différence de pression.

Ajoutons, sans insister, que cette disposition rend moins rapide la diminution de la force ascensionnelle.

CHAPITRE II

ACTIONS MOLÉCULAIRES RÉCIPROQUES

85. **Des actions moléculaires réciproques des corps.** — Les actions dont nous avons parlé dans le chapitre précédent sont, à proprement parler, mécaniques, non pas seulement par la nature des effets étudiés, mais surtout parce que la nature du corps qui produit l'effet n'intervient pas : par exemple, l'élasticité d'un corps se manifeste lorsqu'il est déformé aussi bien par l'action d'un corps pesant, que par l'action d'un piston poussé par la force élastique d'un gaz, que par l'action d'un être vivant, etc. Quelle que soit la nature de la cause, l'effet est resté le même, et c'est précisément ce qui permet de remplacer les causes diverses par une cause hypothétique unique, la force.