

LIVRE SIXIÈME

MÉTÉOROLOGIE

855. La *météorologie* a pour objet l'étude des phénomènes qui s'accomplissent à la surface de notre globe et dans notre atmosphère.

Ces phénomènes sont assez complexes, et il est parfois difficile de discerner le degré d'influence de chacune des causes qui les produisent. D'ailleurs, comme il est impossible de faire varier méthodiquement les conditions dans lesquelles ils s'accomplissent, le météorologiste doit se contenter de comparer le plus grand nombre possible d'observations, faites dans des circonstances diverses et telles que les lui offre la nature; ces observations elles-mêmes présentent nécessairement des lacunes, pour les points du globe sur lesquels nous n'avons que des données météorologiques incomplètes. — Nous nous bornerons à l'exposé des résultats qui présentent actuellement un caractère de certitude suffisant (*).

I. — RÉPARTITION DE LA TEMPÉRATURE A LA SURF DE LA TERRE.

856. **Observations thermométriques.** — Pour qu'un thermomètre, installé à demeure, indique réellement la température de l'air, il est indispensable qu'il soit placé à l'ombre, de manière qu'il ne reçoive pas directement les rayons du soleil. Mais il est nécessaire, en outre, de disposer des écrans autour de lui, afin de le garantir encore de la chaleur rayonnante qui pourrait lui être envoyée par le sol

(*) Pour la météorologie, la plupart des modifications par lesquelles nos dernières éditions diffèrent des précédentes sont dues à M. E. Nouel, qui a bien voulu mettre à notre disposition ses connaissances spéciales sur cette partie de la science.

échauffé, par des murs frappés par le soleil, etc. — Quand ces précautions ne sont pas observées, il peut arriver que des thermomètres, placés à des expositions diverses, indiquent au même instant des températures très différentes (*).

Le thermomètre à mercure est celui qu'on emploie de préférence. Dans les régions polaires, où la température s'abaisse au-dessous de -40° , point de congélation du mercure, on le remplace par le thermomètre à alcool.

Nous avons décrit précédemment (214) des thermomètres à *maxima* et à *minima*, qui permettent de déterminer les limites extrêmes entre lesquelles a pu varier la température d'un lieu, pendant la durée d'une journée par exemple, sans s'assujettir à suivre d'une manière continue la marche des instruments.

857. **Températures moyennes.** — On nomme *température moyenne d'un jour*, en un lieu déterminé, la moyenne des températures observées, d'heure en heure, de minuit à minuit. C'est la somme de 24 observations, divisée par le nombre 24. Dans la plupart des cas, cette moyenne concorde sensiblement avec celle qui est fournie par trois observations faites, la première au lever du soleil, la seconde à midi, la troisième au coucher du soleil. — Enfin, de Humboldt a montré qu'on obtient encore le même nombre, à quelques dixièmes de degré près, en prenant la moyenne entre la température *maximum* et la température *minimum* du jour. Dans les observatoires qui ne sont pas organisés pour des déterminations fréquentes, il suffit donc de relever, une fois par jour, les indications d'un thermomètre à maxima et d'un thermomètre à minima.

On nomme *température moyenne d'un mois*, la moyenne des températures de tous les jours de ce mois. C'est la somme de 30 ou 31 valeurs numériques, divisée par le nombre 30 ou par le nombre 31.

On nomme *température moyenne d'une année*, la moyenne des températures des mois de cette année : c'est la somme de 12 valeurs numériques, divisée par le nombre 12.

Enfin, on désigne sous le nom de *température moyenne d'un lieu*, la moyenne des températures d'un grand nombre d'années consécutives. Cette donnée devient d'autant plus exacte, qu'on emploie, pour l'évaluer, un plus grand nombre de moyennes annuelles. — A l'Observatoire de Paris, la moyenne fournie par 30 années d'observations consécutives est sensiblement $10^{\circ},80$.

(*) Lorsqu'on veut déterminer, avec précision, la température de l'air à un certain moment, il suffit de suspendre un thermomètre à une petite corde, que l'on tient à la main, et de le faire tourner vivement comme une fronde, pendant quelques instants. Ce mouvement, en déterminant un renouvellement rapide de l'air autour de l'instrument, l'amène à indiquer une température qui est exactement celle de l'air lui-même.

858. Variations de la température pendant la durée du jour.

— La température la plus basse du jour, en un lieu déterminé, s'observe en général vers le lever du soleil ; à partir de ce moment, le thermomètre monte graduellement jusqu'à la température maximum, laquelle s'observe vers deux heures en été, et vers une heure en hiver ; il redescend ensuite jusqu'au retour du minimum, et ainsi de suite, pourvu qu'il n'intervienne aucune cause perturbatrice.

Ces résultats, fournis par l'expérience, sont faciles à expliquer. — Le soleil, depuis son lever jusqu'à midi, s'élève de plus en plus au-dessus de l'horizon : donc, d'une part, l'inclinaison des rayons solaires diminuant, la quantité de chaleur qui tombe sur une surface déterminée augmente ; d'autre part, ces rayons ayant à parcourir dans l'atmosphère un trajet moins long, l'absorption qu'ils y éprouvent est diminuée : pour ces deux raisons, la terre reçoit plus de chaleur qu'elle n'en perd par rayonnement, et sa température va en croissant. A partir de midi, la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon diminue, et la quantité de chaleur que reçoit la terre décroît ; toutefois, pendant quelque temps, cette quantité est encore supérieure à celle qui est émise par le rayonnement, et la température continue à s'élever. Enfin, il arrive un moment où la perte de chaleur devient égale au gain : la température devient alors stationnaire. — Puis, jusqu'au coucher du soleil, la température s'abaisse, parce que la chaleur émise est supérieure à la chaleur absorbée, et le refroidissement s'accélère encore après que le soleil a disparu. — Enfin le soleil reparait ; au bout de quelques moments, la température remonte, et les mêmes phénomènes se reproduisent.

859. Variations de la température pendant l'année. — Si l'on compare entre elles les températures moyennes du jour, aux diverses époques de l'année et pour un même lieu, par exemple pour un point de la France, on observe un minimum vers le premier tiers de janvier, et un maximum vers le milieu de juillet.

C'est là encore un résultat facile à concevoir. — On sait que, pour notre hémisphère, le rapport de la durée du jour à celle de la nuit est minimum au 21 décembre (solstice d'hiver), et va en augmentant depuis cette époque jusqu'au 21 juin (solstice d'été) ; en outre, entre ces deux époques, la hauteur du soleil à midi devient toujours de plus en plus grande. Donc, à mesure qu'on s'approche du 21 juin, la quantité de chaleur reçue par la terre en vingt-quatre heures augmente, et la moyenne du jour s'élève ; elle continue encore à s'élever pendant un certain temps après cette époque, tant que la quantité de chaleur absorbée est supérieure à la quantité de chaleur émise. — A partir de la mi-juillet, la moyenne du jour s'abaisse, parce que la quantité de chaleur reçue en vingt-quatre heures décroît de plus en plus, et cet abaissement se continue quelques jours encore après le 21 décembre.

860. Délimitation des saisons météorologiques. — On considère, en météorologie, le mois le plus chaud, c'est-à-dire le mois de juillet, comme le milieu de l'été. Alors l'été, au lieu d'avoir les limites assignées en astronomie, savoir le 21 juin et le 22 septembre, comprend les mois de *juin, juillet, août*. — De même, le milieu de l'hiver est formé par le mois de janvier, et l'hiver comprend les mois de *décembre, janvier, février*. — Le *printemps* et l'*automne* comprennent les mois intermédiaires entre les deux autres saisons.

Cela posé, si l'on prend, en un lieu déterminé, la moyenne des trois mois de l'été, pendant plusieurs étés consécutifs, la moyenne des moyennes ainsi obtenues constituera ce qu'on nomme la *température moyenne de l'été* pour ce lieu. — On obtiendra de même la *température moyenne de l'hiver*, pour un lieu déterminé.

861. Influence de l'altitude sur la température. — Les observations faites sur les montagnes, ou dans les ascensions aérostatiques, montrent que la température décroît à mesure qu'on s'élève au-dessus de la surface du globe. — La loi suivant laquelle s'effectue cette décroissance n'est connue qu'imparfaitement, et paraît dépendre de conditions diverses : cependant, on a observé, en général, un abaissement de température de 1 degré pour un accroissement d'*altitude* d'environ 180 mètres (*).

Lorsque, en gravissant une montagne, on observe les changements successifs qu'éprouve la végétation, on trouve précisément ceux qu'on rencontrerait en partant du pied de la montagne et se dirigeant, à travers les pays de plaines, vers le pôle. En gravissant, par exemple, le Chimborazo, qui est situé dans la chaîne des Andes, au voisinage de l'équateur, on trouve d'abord la végétation propre aux régions équatoriales, puis celle de la zone torride, celle des zones tempérées, celle des zones glaciales, et la région des neiges perpétuelles.

Enfin, l'observation montre, ainsi qu'il était facile de le prévoir, que la limite inférieure des neiges perpétuelles se trouve, sur les diverses montagnes, à une hauteur d'autant moindre que la montagne est à une latitude plus élevée. Ainsi, à Quito, dans le voisinage de l'équateur, cette limite est à 4800 mètres ; dans les Alpes, à 2700 mètres ; dans les montagnes de l'Islande, à 936 mètres.

(* Ce chiffre ne s'applique qu'à la température *moyenne* des points situés à des hauteurs différentes au-dessus de la mer. Une foule de circonstances accidentelles modifient la loi de distribution de la température, à un moment donné, sur les différents points d'une même verticale.

Quant à la raison qui détermine cette décroissance, il faut la chercher dans la théorie mécanique de la chaleur. Une masse d'air, en s'élevant, se refroidit par la détente qu'elle éprouve ; elle s'échauffe, au contraire, en descendant et se comprime. On a pu calculer, d'après cela, la loi théorique de la variation de la température dans l'atmosphère : on a trouvé précisément un abaissement de température de 1 degré pour un accroissement de hauteur de 180 mètres.

862. **Lignes représentant la distribution des températures à la surface du globe.** — Pour rendre facilement saisissable la distribution des températures moyennes à la surface du globe, de Humboldt a eu l'idée de construire, sur la sphère, des lignes qui réunissent les points présentant des valeurs égales pour les moyennes de même espèce. — On a construit trois systèmes de lignes :

1° Les *lignes isothermes* (ἴσος, égal; θερμός, chaleur), qui réunissent les points offrant la même température moyenne de l'année;

2° Les *lignes isothermes* (ἴσος, égal; θέρος, été), qui réunissent les points offrant la même température moyenne de l'été;

3° Les *lignes isochimènes* (ἴσος, égal; χειμών, hiver), qui réunissent les points offrant la même température moyenne de l'hiver (*).

La figure 709 représente ces trois systèmes de lignes en Europe, pour les températures successives de 5 en 5 degrés. Nous indiquerons plus loin comment on peut se rendre compte des irrégularités qu'elles présentent; voyons d'abord quel parti on peut tirer de la comparaison des trois systèmes entre eux.

865. **Climats.** — On nomme *climat* d'un lieu, l'ensemble des conditions météorologiques auxquelles ce lieu est soumis dans l'intervalle d'une année.

Si nous nous bornons, pour le moment, aux conditions de température, on voit immédiatement que la connaissance de la ligne isotherme qui passe par le point considéré, ou des lignes isothermes entre lesquelles ce point est compris, donne la moyenne des températures qui s'y succèdent dans l'espace d'une année, en tenant compte toutefois de sa hauteur au-dessus de la mer (note de la page précédente). — Mais ce n'est là qu'une notion imparfaite, car une même moyenne peut être fournie par des températures qui varient entre des limites extrêmement différentes. Considérons, par exemple, la ligne isotherme de + 10° (fig. 709), qui traverse la partie septentrionale de la mer Caspienne, le nord de l'Allemagne, la Hollande, l'Angleterre, et vient passer au sud de l'Écosse. En tous les points de cette ligne, la température moyenne de l'année est la même : cependant il s'en faut de beaucoup qu'ils offrent, dans le cours de l'année, des températures semblables. En effet, la figure montre que les bords septentrionaux de la mer Caspienne sont compris entre la ligne isotherme de + 25° et celle + 20°; qu'ils sont coupés par la ligne isochimène de - 5°; la moyenne de l'été y est donc très élevée, et celle de l'hiver fort basse. Au contraire, on

(*) Il est important de remarquer que les lignes ainsi tracées se rapportent aux moyennes corrigées, c'est-à-dire réduites au niveau de la mer. On adopte, pour faire cette correction, le chiffre de 1 degré pour 180 mètres de différences d'altitude (861). Si l'on essayait de tracer les isothermes vraies pour un pays, on obtiendrait des lignes ayant les formes les plus capricieuses, et rappelant par leurs dispositions les courbes dites de niveau en géodésie.

voit que le sud de l'Islande est coupé par la ligne isotherme de + 15° et par la ligne isochimène de + 5°, en sorte que la moyenne de l'été et

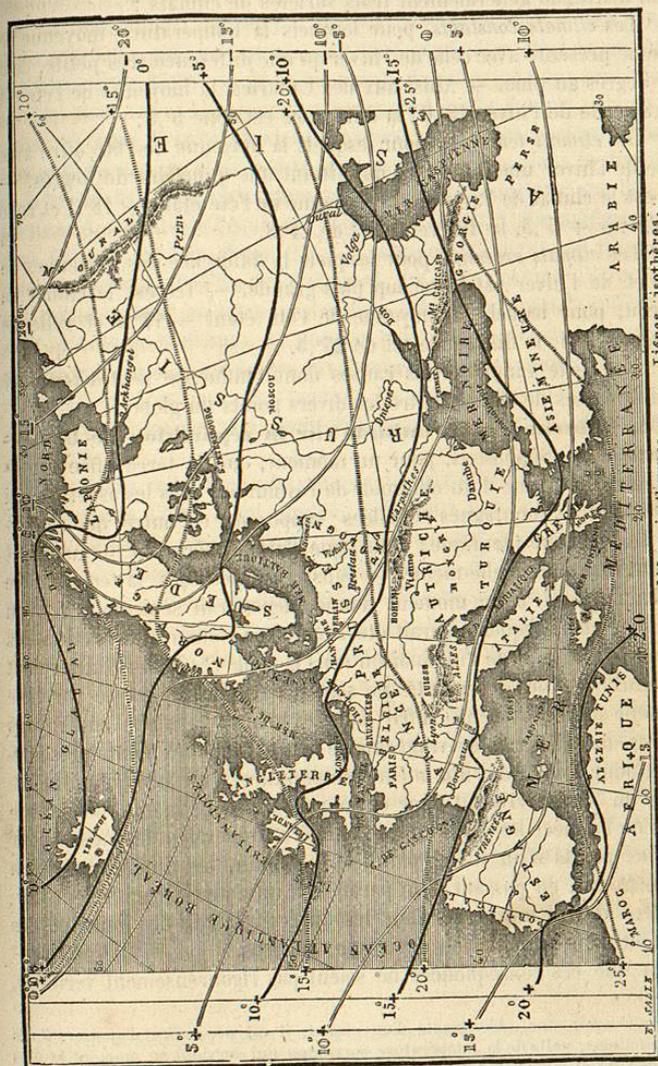


Fig. 709. — Lignes isochimènes. — Lignes isothermes. — Lignes isothermes.

la moyenne de l'hiver sont toutes deux des températures modérées, s'écartant peu de la moyenne annuelle. Ces deux régions, situées sur une même ligne isotherme, sont donc cependant dans des conditions

de température très différentes. — Ces remarques sont tout à fait générales (*).

On distingue généralement trois variétés de climats :

1° Les *climats constants*, pour lesquels la température moyenne de l'été ne présente avec celle de l'hiver qu'une différence très petite, de 6 à 7 degrés au plus. — Ainsi aux îles Canaries, la moyenne de l'été est 25°,8, celle de l'hiver 18°,0; la différence est donc 5°,8;

2° Les *climats tempérés*, pour lesquels la moyenne de l'été offre avec celle de l'hiver une différence qui atteint une quinzaine de degrés. — Tel est le climat de Paris où, la moyenne de l'été étant + 18°,1 et celle de l'hiver + 3°,3, la différence est de 14°,8.

3° Les *climats excessifs*, pour lesquels la différence des moyennes de l'été et de l'hiver est beaucoup plus grande. — Tel est le climat de Moscou, pour lequel, la moyenne de l'été étant + 18°,4 et celle de l'hiver — 9°,1, la différence est de 27°,5.

Il nous reste à indiquer les causes dont l'influence peut déterminer les différences de climats entre les divers points du globe.

864. **Influence de la latitude sur la répartition de la température.** — Supposons, pour un moment, que la terre offre rigoureusement la forme d'un ellipsoïde de révolution, sans les aspérités qui constituent les montagnes et vallées; supposons, en outre, que sa surface soit partout identique; enfin, que l'atmosphère soit immobile et partout identique à elle-même. — Dans ces hypothèses, la température de chaque point, à un moment donné, dépendrait seulement : 1° du temps pendant lequel il aurait été soumis ou soustrait à l'action des rayons solaires; 2° de l'inclinaison sous laquelle ces rayons lui seraient parvenus. Or, tous les points qui sont placés sur un même parallèle viennent successivement s'offrir dans les mêmes positions aux rayons solaires, dans l'espace de vingt-quatre heures: tous ces points présenteraient donc tour à tour une même température, à mesure qu'une même heure du jour arriverait pour chacun d'eux. — De même, pendant le cours de l'année, les variations de température seraient les mêmes pour tous les points d'un même parallèle. — Enfin, les différences qu'on rencontrerait, en passant d'un parallèle à un autre, dépendraient uniquement des changements dans les durées relatives des jours et des nuits, et dans l'inclinaison des rayons solaires.

Bien que ces conséquences ne soient pas rigoureusement vérifiées,

(*) Pour avoir une idée exacte d'un climat, il est nécessaire d'ajouter, à ces déterminations, celle de la température *maximum* qui survient au moment le plus chaud de l'été, et celle de la température *minimum* à laquelle le thermomètre peut descendre pendant les jours les plus froids de l'hiver. — Ces températures extrêmes, qui ne sont souvent que passagères, et ne font varier que très peu la moyenne de l'été ou de l'hiver, peuvent avoir cependant sur la végétation une influence considérable, en permettant à certains végétaux d'arriver en quelques jours à maturité, ou en faisant périr subitement ceux qui auraient pu vivre pendant le reste de l'année.

on conçoit comment on a pu partager la surface du globe en cinq zones géographiques: cette division fournira au moins des indications générales sur la distribution de la température. Ces zones sont :

1° La *zone torride*, limitée par les deux tropiques, c'est-à-dire par les deux parallèles qui sont situés, de part et d'autre de l'équateur, à une latitude de 23°28'. — Pour les points de cette zone qui sont placés sur l'équateur même, les jours sont, pendant toute l'année, égaux aux nuits; en outre, le soleil parvient toujours, aux heures voisines de midi, très près du zénith, c'est-à-dire qu'il arrive presque dans la direction de la verticale. De ces deux remarques, on peut conclure que la température des points de l'équateur doit être à la fois, 1° *très uniforme* pendant l'année; 2° *très élevée* (*). — Lorsqu'on s'éloigne de l'équateur pour s'approcher de l'un des tropiques, les jours cessent d'être égaux aux nuits, excepté au moment des deux équinoxes; mais la différence, sous les tropiques mêmes, ne dépasse pas trois heures aux époques où elle est maximum, c'est-à-dire aux époques des deux solstices: le soleil s'élève encore très haut sur l'horizon. La température de ces points doit donc être : 1° un peu *moins uniforme* qu'à l'équateur; 2° un peu *moins élevée* (**).

2° Les deux *zones tempérées*, situées de part et d'autre de la zone torride, chacune d'elles étant limitée, d'une part par l'un des tropiques, de l'autre par le cercle polaire, c'est-à-dire par le petit cercle situé à 23°28' du pôle (ou autrement, à la latitude de 66° 32'). — Pour les points de ces zones, à mesure qu'on s'éloigne des tropiques, la différence des jours et des nuits atteint une valeur maximum d'autant plus considérable, et la hauteur maximum du soleil au-dessus de l'horizon devient d'autant moindre, qu'on s'approche davantage des cercles polaires. L'été peut encore être assez chaud, parce que la longueur des jours compense, jusqu'à un certain point, l'obliquité que présentent, même à cette époque, les rayons solaires; mais l'hiver devient froid, parce que l'époque de la durée maximum des nuits coïncide avec celle de l'obliquité maximum des rayons solaires. — De là résulte que, en s'éloignant du tropique, on doit rencontrer : 1° une température *de plus en plus variable* pendant la durée de l'année; 2° une température moyenne *de plus en plus basse*. Le climat, d'abord tempéré, devient bientôt excessif, et la moyenne annuelle descend à des valeurs très faibles (**).

(*) A l'île de Singapour, dans l'Inde, la différence entre la moyenne de l'été et celle de l'hiver est de 2 degrés, et la température moyenne annuelle est de 26°,7.

(**) A la Havane, dans les grandes Antilles, c'est-à-dire à peu près sous le tropique du Cancer, la différence des moyennes de l'été et de l'hiver est de 5°,1, et la moyenne annuelle est d'environ 25°.

(***) Aux îles Canaries, la différence entre la moyenne de l'été et celle de l'hiver est

5° Les deux *zones glaciales*, comprises chacune entre l'un des cercles polaires et le pôle correspondant. — Dans ces zones, la durée maximum de la nuit, qui correspond à l'un des solstices, est de vingt-quatre heures pour les points situés sur les cordes polaires eux-mêmes, et devient de plusieurs semaines ou de plusieurs mois à mesure qu'on s'approche des pôles : il est vrai que la durée maximum du jour, qui correspond à l'autre solstice, acquiert les mêmes valeurs ; mais le soleil n'atteint jamais au-dessus de l'horizon qu'une faible hauteur. Enfin, aux pôles mêmes, l'année se compose d'une nuit de six mois, et d'un jour de six mois pendant lequel le soleil monte lentement au-dessus de l'horizon et n'atteint qu'une hauteur maximum de 23° 28' à l'époque du solstice. — De là résulte que la température de ces contrées, extrêmement basse pendant les plus longues nuits, ne peut atteindre qu'une moyenne très peu élevée pendant les plus longs jours. C'est la région des glaces perpétuelles, dont les limites varient un peu avec les saisons, mais qui s'étendent toujours jusqu'à une grande distance des pôles.

865. Des causes qui modifient la répartition des climats.

— Si la terre et l'atmosphère terrestre satisfaisaient aux hypothèses que nous avons faites sur leur constitution (864), toutes les lignes qui représentent des moyennes de température se confondraient avec des parallèles de la sphère. Or, l'inspection de ces lignes (*fig. 709*) montre qu'il n'en est pas ainsi. — Nous allons montrer que l'on peut trouver, dans les conditions physiques auxquelles sont soumises les différentes contrées, les causes les plus importantes de ces variations.

866. Influence de la proximité ou de l'éloignement des côtes.

— **Climats maritimes et continentaux.** — Les eaux possèdent, pour la chaleur, un pouvoir absorbant et un pouvoir émissif moindres que la terre ferme : de là résulte que, toutes choses égales d'ailleurs, elles absorbent ou émettent des quantités de chaleur moindres. — Elles ont, en outre, une chaleur spécifique plus grande, de sorte que, pour une même quantité de chaleur absorbée ou émise, elles éprouvent aussi une moindre variation de température. — Enfin, une partie de la chaleur qu'elles absorbent est employée à former des vapeurs à leur surface. — Pour ces diverses raisons, on conçoit que l'échauffement ou le refroidissement doive être beaucoup plus lent pour les grandes étendues d'eau que pour la terre ferme.

A ces causes, il faut ajouter l'influence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère, au voisinage des mers, et surtout celle des nuages qui sont toujours plus fréquents au voisinage des côtes : ils tempèrent l'ardeur

d'environ 6°, et la moyenne annuelle est de 21°.8. — A Bordeaux, la différence entre l'été et l'hiver est près de 16°, et la moyenne annuelle est de 13°.9. — A Stockholm, la différence entre l'été et l'hiver est de 20°, et la moyenne annuelle est de 5°.6.

du soleil pendant le jour, et diminuent la perte de chaleur qu'éprouve la terre par rayonnement pendant la nuit.

De là, des différences très grandes entre les températures des continents et celles des mers, sous la même latitude. La figure 709 montre en effet que, au voisinage des mers, les lignes isothermes qui traversent des continents s'abaissent vers l'équateur, et qu'au contraire les lignes isochimènes se relèvent vers le pôle ; il en résulte que, sous une même latitude, les climats sont beaucoup *moins variables* sur les côtes que dans l'intérieur des continents.

Ce sont ces remarques qui ont donné lieu aux dénominations de *climats maritimes* et *climats continentaux*, les premiers étant en général des climats tempérés, tandis que les seconds peuvent être, sous les mêmes latitudes, des climats excessifs. — Ainsi, par exemple, la différence entre la température moyenne de l'été et celle de l'hiver est de 44 degrés à Cherbourg, de 15 degrés à Paris, de 20 degrés à Vienne, bien que les latitudes de ces points soient sensiblement les mêmes.

Enfin, les climats les plus constants sont les *climats insulaires*. — Ainsi, dans les îles de la zone tropicale, la différence entre la moyenne de l'été et celle de l'hiver ne dépasse guère 2 ou 3 degrés.

867. Rapports qui existent entre les lignes de température et les limites de certains végétaux. — On conçoit que, parmi les plantes cultivées, celles qu'on sème pour les récolter au bout de quelques mois peuvent arriver à maturité partout où la température moyenne de l'été est assez élevée, quelle que soit d'ailleurs la température de l'hiver. Aussi observe-t-on, par exemple, que la culture des orges, en Europe, est limitée au nord par une ligne voisine de la ligne *isotherme* de 10 degrés (*fig. 709*), et celle des froments par une ligne voisine de la ligne *isotherme* de 15 degrés. Les points traversés par ces lignes ont cependant des climats différents, et, pendant l'hiver, des températures très inégales. De même, le maïs n'exige guère que deux ou trois mois d'une température un peu élevée pour arriver à maturation : sa limite de culture se rapproche beaucoup de la ligne *isotherme* de 20 degrés. — Il en est à peu près de même des végétaux vivaces qu'on cultive pour leurs fruits : la culture en est répandue seulement dans les points où ces fruits peuvent arriver à maturité, c'est-à-dire où la température de l'été est assez élevée. Aussi, les limites de culture des vignes, des oliviers, des orangers, affectent-elles encore des formes voisines de celles des lignes *isothermes*.

Au contraire, les limites de végétation des arbres forestiers dépendent des températures de l'hiver, c'est-à-dire qu'elles suivent les lignes *isochimènes*. — Ainsi, la limite de végétation du chêne vert se rapproche de la ligne *isochimène* de + 5 degrés ; elle correspond à une latitude assez basse dans les continents orientaux, mais elle s'élève brusquement vers le midi de la France, et suit la côte de l'Océan jusque

dans la Bretagne. — Des remarques analogues sont applicables aux autres arbres forestiers, dont les limites de végétation s'élèvent d'autant plus en latitude qu'ils peuvent supporter des hivers plus rigoureux.

En résumé, l'ensemble de la végétation d'une contrée dépend, à des titres différents, des températures de l'été et des températures de l'hiver, ou des lignes *isothermes* et des lignes *isochimènes* entre lesquelles cette contrée est comprise.

II. — DES VENTS.

868. Causes principales des vents. — La production des vents se relie intimement aux variations de température. Elle peut dépendre d'un grand nombre de causes diverses : nous indiquerons seulement les principales.

Lorsqu'une région a été fortement échauffée, les couches d'air voisines du sol s'élèvent, en vertu de leur diminution de densité; ces couches sont remplacées par l'air froid qui afflue des régions voisines. De là, un vent qui souffle, à la surface du sol, des régions plus froides vers la région considérée. Quant à l'air chaud qui s'est élevé, il se déverse ensuite par les régions supérieures vers les parties froides, et produit ainsi, dans les hautes régions de l'atmosphère, un vent en sens contraire (*).

Le même effet peut se produire encore par suite d'une différence dans l'état hygrométrique de deux masses d'air voisines, un mélange d'air et de vapeur d'eau étant moins dense que de l'air sec, à la même température et à la même pression.

Ces différences de densité, dues à l'action du soleil, sont les causes les plus générales des vents. Il en résulte un échange continu de courants atmosphériques, surtout entre les mers et les continents, de sorte qu'on peut dire que l'atmosphère ne reste jamais en équilibre. Les calmes momentanés qu'on observe, en certains points et à certains instants, correspondent à des moments d'arrêt qui précèdent ordinairement les changements de direction du vent.

Enfin, des coups de vent violents peuvent résulter du vide produit, en un point de l'atmosphère, par la condensation subite d'une grande

(*) On peut mettre en évidence ce double mouvement, au moyen d'une expérience imaginée par Franklin. Si l'on ouvre la porte d'une chambre chauffée, donnant sur un espace froid, et si l'on place une bougie allumée au niveau du sol, on constate immédiatement, par le mouvement de la flamme, l'existence d'un courant d'air, venant du dehors vers la chambre. Si l'on place, au contraire, la bougie vers le haut de l'ouverture de la porte, on constate un mouvement inverse de l'air chaud, de l'intérieur de la chambre vers le dehors.

quantité de vapeur d'eau, comme cela a lieu dans les orages : l'air des régions voisines se précipite dans cet espace où la pression est moindre. — Il peut même arriver que le phénomène se propage, de proche en proche, *au rebours de la direction du vent*. C'est ce que Franklin avait constaté dans certains cas : il avait donné à ces vents le nom de *vents d'aspiration*. Ce sont les plus rares, la transmission de pression se faisant généralement plus vite que le mouvement de transport de l'air.

869. Vents périodiques. — Brises. — Moussons. — Parmi les vents périodiques, on peut citer les *brises*, qu'on observe sur les côtes, et qui affectent deux directions différentes dans le cours d'une même journée. — La *brise de mer* souffle le matin, quelque temps après le lever du soleil; c'est sur cette brise que les marins comptent pour entrer dans les ports. On s'explique la production de ce vent en remarquant que la terre s'échauffe, sous l'influence des rayons solaires, plus vite que la surface de la mer (866) : donc, tant que la température continue à croître, il s'établit au-dessus de la terre une colonne d'air ascendante, qui appelle l'air de la mer. Dans notre zone tempérée, c'est surtout pendant l'été que la brise de mer est sensible : elle commence à diminuer vers trois ou quatre heures du soir, et cesse au coucher du soleil. Alors, survient la *brise de terre*, ou brise du soir, qui dure jusqu'au lever du soleil, et que les marins peuvent utiliser pour sortir du port : la terre se refroidissant plus vite que la mer, c'est l'air de la côte qui descend, pendant que l'air de la mer s'élève pour lui faire place.

Les *moussons* sont des vents périodiques qui s'observent surtout dans la mer des Indes. Ils règnent pendant six mois dans un sens, et pendant les six autres mois en sens contraire. La *mousson de printemps* commence au mois d'avril, c'est-à-dire à l'époque où la température moyenne du continent commence à devenir plus élevée que celle de la mer; aussi est-ce un vent de mer, qui se continue jusque vers le mois d'octobre. A cette époque, survient la *mousson d'automne*, qui souffle du continent tant que la température moyenne du sol décroît plus vite que celle des mers. — Dans la mer des Indes, la mousson de printemps vient du sud-ouest, la mousson d'automne vient du nord-est : on peut facilement s'en rendre compte par la configuration des mers et des continents voisins (*).

(*) C'est encore à des causes du même ordre qu'on doit rapporter le *mistral*, qui souffle dans le midi de la France et qui est un vent de nord-ouest. — On se rend compte assez facilement de la production du mistral de la Provence : les plaines basses et sablonneuses de la Crau, de la Camargue et des Bouches-du-Rhône, échauffées par le soleil ardent de l'été, déterminent une ascension des couches d'air qui les touchent, et un appel continu de l'air des régions voisines. Cet air ne peut venir de l'est, où il est arrêté par la chaîne des Alpes : il arrive donc du nord et de l'ouest, et en particulier du plateau central de la France. — On peut remarquer enfin que ces