

LIBRERIA
SOCIÓN

METEORO
LOGIA

QC861
H6
1883
c.1

AVUILO



1080078066

BIBLIOTECA



557.5

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





BIBLIOTHÈQUE BELGE

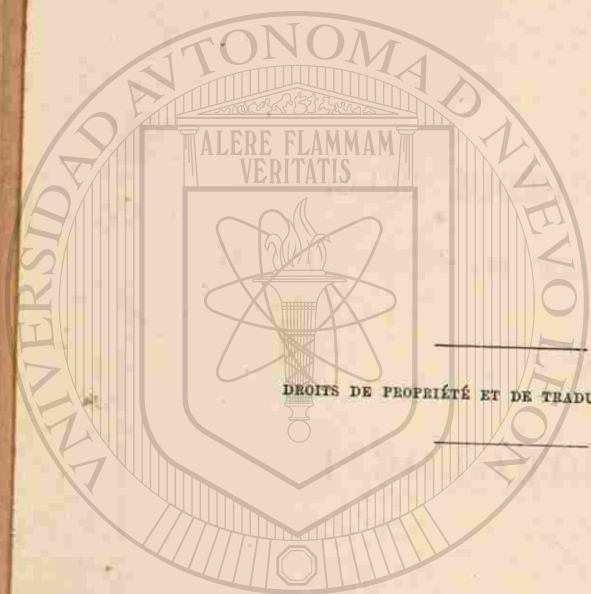
POUR LA VULGARISATION DES SCIENCES & DES ARTS.

U A N L
MÉTÉOROLOGIE.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UANL

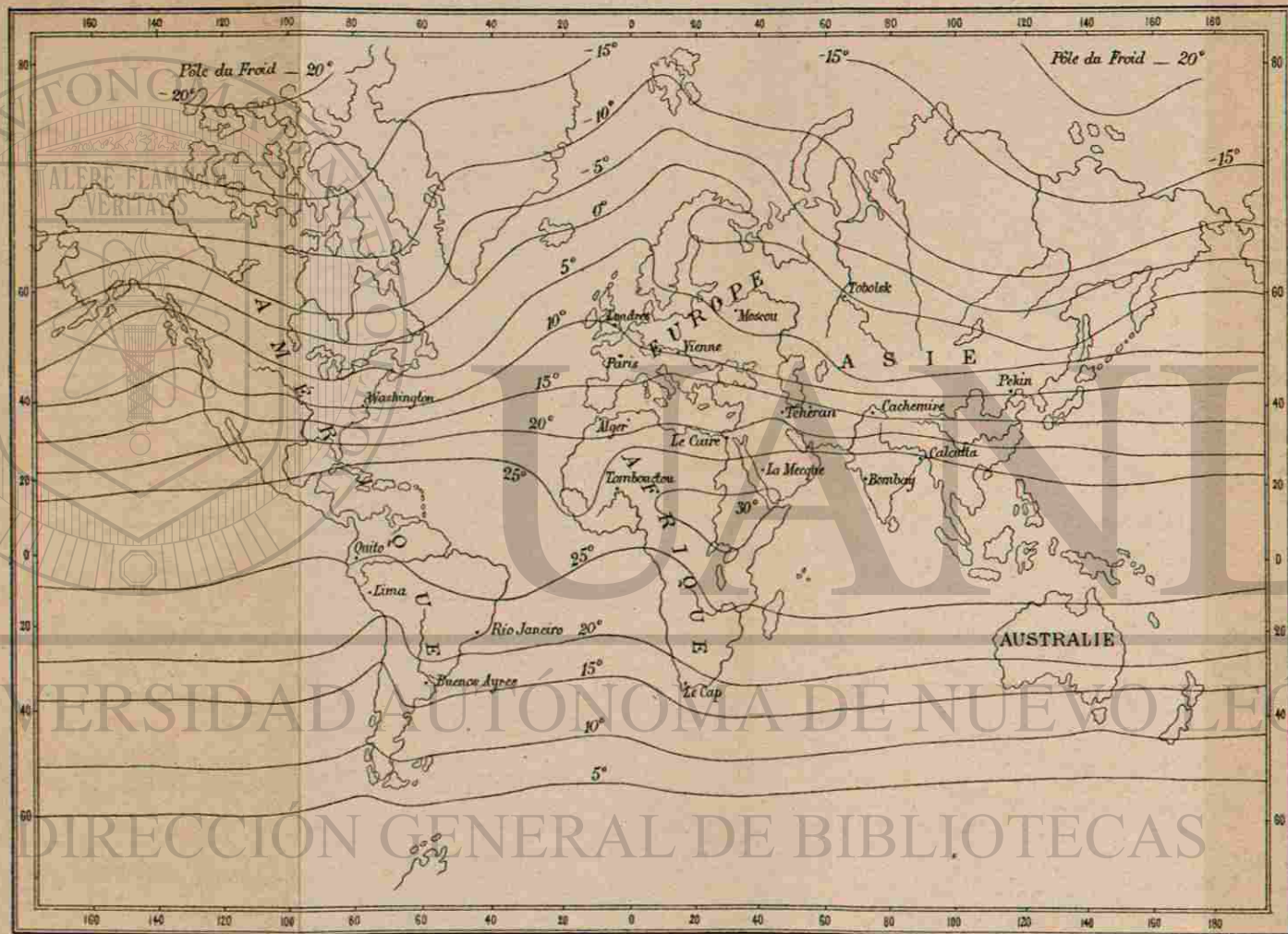
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

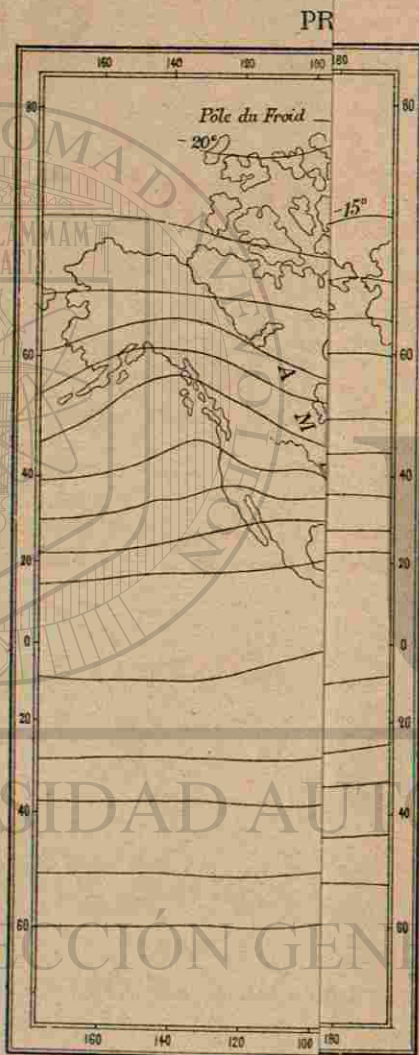


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

PROJECTION ÉQUATORIALE DES LIGNES ISOTHERMES DU GLOBE.





BIBLIOTHÈQUE BELGE.



TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE
DE
MÉTÉOROLOGIE,

PAR

J.-C. HOUZEAU,

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BRUXELLES,

ET

A. LANCASTER,

MÉTÉOROLOGISTE-INSPECTEUR AU MÊME ÉTABLISSEMENT.

DEUXIÈME ÉDITION.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

MONS,

HECTOR MANCAUX, IMPRIMEUR-ÉDITEUR.

PARIS. — BAUDRY, RUE DES SAINTS PÈRES, 15.

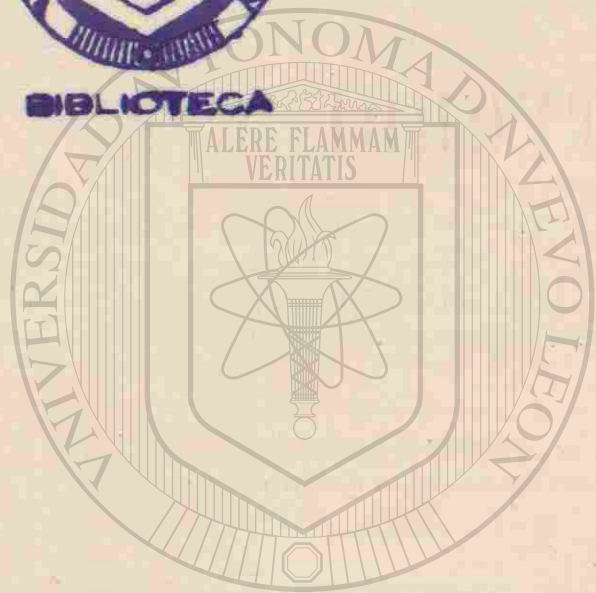
1883.

40977



9C861
H 6
1883

BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INTRODUCTION.

BUT DE LA MÉTÉOROLOGIE.

1. La Météorologie a pour objet l'étude des phénomènes dont l'atmosphère est le siège, et des modifications qui les accompagnent. Ces modifications peuvent affecter la température, l'humidité et la densité de l'air. Les phénomènes qui se produisent dans l'atmosphère constituent les *météores*; tels sont entre autres le vent, la pluie, l'orage.

2. Autrefois, le domaine de la météorologie différait de celui qu'on lui assigne aujourd'hui. Les anciens y faisaient rentrer, comme on le voit par le Traité d'Aristote, tous les phénomènes qui s'observaient entre la terre et le ciel, c'est-à-dire entre la surface du globe et les sphères creuses qui entraînaient les astres. Mais lorsque l'astronomie eut brisé ces sphères et reculé, par des mesures plus exactes, la distance des corps célestes; lorsque les observations des Arabes sur la durée des crépuscules eurent réduit à dix-huit ou vingt lieues l'épaisseur de l'atmosphère, on put s'apercevoir que la

presque totalité des météores sont des manifestations essentiellement terrestres. La région des vents, des orages, de l'arc-en-ciel, n'est autre chose que la couche aérienne et transparente qui enveloppe la Terre de toutes parts. Les comètes seules et les étoiles filantes ont été restituées à l'astronomie¹.

3. La météorologie des modernes comprend deux sections bien distinctes. La première est la météorologie théorique, la seconde, la météorologie pratique. L'une étudie l'atmosphère sous chacun de ses états particuliers de chaleur, de poids, de mouvement; elle cherche à expliquer l'origine des météores et à établir les relations qu'ils peuvent avoir entre eux. L'autre est la science de ce qu'on appelle vulgairement le *temps*; elle examine l'ensemble des conditions atmosphériques existant à un moment donné et essaie de se rendre compte des phénomènes météorologiques qui en seront la conséquence; son but, en un mot, est la prévision du temps.

Cette partie de la météorologie n'a reçu de développement bien sensible que dans ces dernières années. En ce moment elle prend chaque jour plus d'importance; elle paraît même devoir former, dans un avenir prochain, le champ principal des recherches météorologiques. On ne s'étonnera donc pas de la place assez large que nous lui avons réservée dans notre ouvrage.

1. Les personnes que l'histoire de la météorologie pourrait intéresser trouveront, à la page 61 de l'*Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles* pour 1878, la chronologie des découvertes dans cette science.

4. Le Soleil est la cause première de tous les phénomènes dont l'ensemble constitue le *temps*. Ses rayons agissent en premier lieu pour échauffer l'atmosphère, pour donner à celle-ci la *température* nécessaire à l'existence des êtres qui y sont plongés; leur influence se fait en même temps sentir sur l'état d'équilibre de l'enveloppe aérienne dont notre globe est entouré; ils dérangent cet équilibre et font naître d'un lieu à un autre des variations dans la *pression atmosphérique*. Enfin, c'est encore à la chaleur et à la lumière solaires que sont dus les météores, qui, selon leur nature, se divisent en :

1° Météores aériens, tels que les *vents*, les *ouragans*, les *cyclones*, les *trombes*, etc.;

2° Météores aqueux, qui sont les *brouillards*, les *nuages*, la *pluie*, la *neige*, la *grêle*, le *grésil*, la *rosée*, etc.;

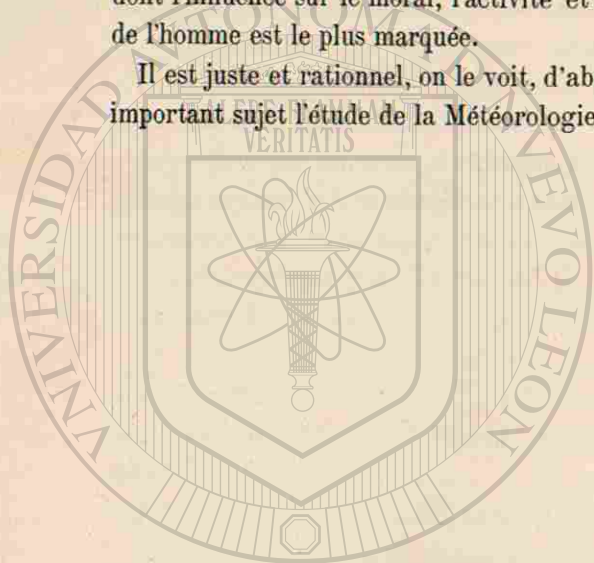
3° Météores lumineux, c'est-à-dire l'*arc-en-ciel*, les *halos*, l'*éclair*, les *aurores polaires*.

La partie théorique de la météorologie comprend l'étude de tous les phénomènes que nous venons d'énumérer. C'est le véritable fondement de la science du temps. La partie pratique vient ensuite: elle met à profit les résultats acquis au point de vue théorique, pour arriver à la connaissance des lois d'après lesquelles varie l'état de l'atmosphère.

Nous commencerons notre *Traité* par la première de ces divisions de la météorologie, et celle-ci par la question la plus intéressante qu'elle nous offre, la

Température. La température est, en effet, le principal facteur des climats, celui qui règle la distribution des animaux et des végétaux à la surface de la Terre, celui dont l'influence sur le moral, l'activité et l'intelligence de l'homme est le plus marquée.

Il est juste et rationnel, on le voit, d'aborder par cet important sujet l'étude de la Météorologie.



TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE.

LIVRE I.

MÉTÉOROLOGIE THÉORIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

TEMPÉRATURE.

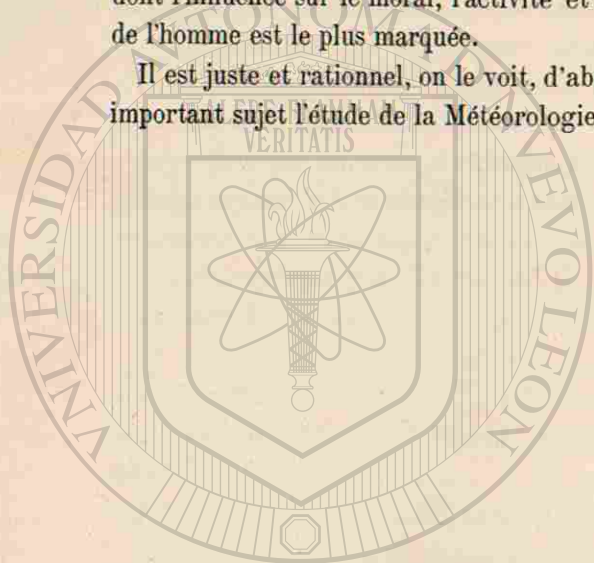
I. LOIS GÉNÉRALES.

5. La température des objets terrestres est dans une mobilité continuelle. Les corps s'échauffent et se refroidissent tour à tour, sans s'arrêter jamais à un état invariable. Ils sont toujours placés entre des causes d'échauffement et des causes de refroidissement, qui l'emportent alternativement les unes sur les autres.

6. Les corps s'échauffent de trois manières différentes : par leur propre conductibilité, par contact, par

Température. La température est, en effet, le principal facteur des climats, celui qui règle la distribution des animaux et des végétaux à la surface de la Terre, celui dont l'influence sur le moral, l'activité et l'intelligence de l'homme est la plus marquée.

Il est juste et rationnel, on le voit, d'aborder par cet important sujet l'étude de la Météorologie.



TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE.

LIVRE I.

MÉTÉOROLOGIE THÉORIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

TEMPÉRATURE.

I. LOIS GÉNÉRALES.

5. La température des objets terrestres est dans une mobilité continuelle. Les corps s'échauffent et se refroidissent tour à tour, sans s'arrêter jamais à un état invariable. Ils sont toujours placés entre des causes d'échauffement et des causes de refroidissement, qui l'emportent alternativement les unes sur les autres.

6. Les corps s'échauffent de trois manières différentes : par leur propre conductibilité, par contact, par

rayonnement. Dans les trois cas, il faut qu'il existe une source de chaleur dans un corps doué d'une température supérieure. Ainsi, en tenant au feu l'une des extrémités d'une barre de fer, la chaleur se propage vers l'autre extrémité après quelque temps, à ce point qu'il devient impossible d'y appliquer la main. On appelle *conductibilité des corps pour la chaleur*, cette propriété qu'ils possèdent de transmettre à toute leur masse la chaleur qui a été communiquée à une de leurs parties. Mais la faculté conductrice des différents corps est fort inégale; très développée dans la plupart des métaux, elle est beaucoup moindre dans le verre, dans les terres. C'est par la conductibilité que la chaleur versée par le soleil sur la superficie du terrain pénètre peu à peu dans sa profondeur.

Le *contact* est un autre mode d'échauffement, dans lequel le corps le plus chaud cède une partie de son excès de température aux corps plus froids qui le touchent. C'est par le contact que la main s'échauffe lorsqu'on la pose sur des objets longtemps exposés au soleil. Le contact des vents chauds produit un effet analogue sur les végétaux et sur l'homme. Dans l'océan aérien comme dans l'océan liquide, les courants chauds apportent une température plus douce, qu'ils communiquent aux objets qu'ils viennent frapper.

Enfin, lorsque la source de chaleur est à distance, elle agit par voie de *rayonnement*. La chaleur s'échappe de toutes les parties des corps chauds, et se répand autour d'eux dans toutes les directions. Ce rayonnement s'opère

pour tous les corps échauffés, lors même qu'il n'est pas accompagné de lumière. Le soleil rayonne à la fois de la lumière et de la chaleur; mais les édifices, les rochers, les arbres, rayonnent aussi le calorique dont ils sont chargés. Tout corps qui reçoit les rayons calorifiques s'échauffe; toutefois cet échauffement se fait dans des proportions fort différentes pour les diverses substances. La chaleur rayonnée, semblable en cela à la lumière, se divise en deux parties au contact des corps: une partie qui se réfléchit, et une partie qui est absorbée. L'échauffement dépend uniquement de cette seconde partie; il est subordonné, par conséquent, au pouvoir absorbant du corps. Le pouvoir d'absorption dépend surtout de l'état de la surface: il est le plus fort pour les surfaces noircies et inégales, le plus faible pour les surfaces éclatantes et polies.

7. Les procédés du refroidissement sont tout à fait analogues à ceux du réchauffement des corps. Les corps se refroidissent par conductibilité, lorsque la température d'une de leurs extrémités s'abaisse, et que la chaleur dont ils sont chargés se meut vers cette extrémité pour rétablir l'équilibre. Ils se refroidissent par contact, comme le sol qui reçoit les pluies froides. Ils se refroidissent enfin par rayonnement, ainsi qu'on l'observe pendant la nuit, pour des objets qui se sont échauffés pendant le jour aux rayons du soleil. Les maisons, les montagnes, les arbres, les nuages même, deviennent alors autant de sources de chaleur, qui perdent peu à peu, par rayonnement, leur température. Cette

circonstance explique comment le voisinage d'un édifice ou d'un arbre peut garantir des gelées tardives les plantes délicates. L'interposition d'une natte ou d'une simple toile s'oppose au refroidissement qui résulte du rayonnement nocturne, parce qu'elle arrête les rayons calorifiques et les empêche de se disperser à l'infini vers les espaces célestes. La couche de neige qui recouvre le sol en hiver le garantit d'autant mieux du refroidissement nocturne qu'elle est plus épaisse, le rayonnement s'opérant toujours par la superficie.

8. L'intensité du rayonnement calorifique dépend principalement de l'état de la surface. On a remarqué qu'il s'effectue surtout par les pointes et les parties déliées : le feuillage, le duvet, le chaume se refroidissent avec une grande rapidité; en peu d'heures, leur température est notablement au-dessous de celle des édifices ou du sol. Dans l'Inde, même, on obtient de la glace en été, en plaçant un vase d'eau pendant la nuit dans un lieu bien découvert, sur quelques roseaux de bambous.

II. INSTRUMENTS; MÉTHODES D'OBSERVATION.

9. THERMOMÈTRE. — Pour mesurer la température d'un corps, on se sert de l'instrument appelé *thermomètre*.

Les thermomètres ordinaires du commerce se composent d'un réservoir cylindrique ou sphérique (fig. 1) rempli de liquide, et d'un tube dans lequel le liquide

s'élève par la chaleur, en vertu de sa dilatation, et descend par le froid, en vertu de sa contraction. On peut employer à cet usage toute espèce de liquide, mais dans les observations météorologiques on n'emploie habituellement que l'alcool ou le mercure. L'alcool ou esprit-de-vin, coloré en rouge, a l'avantage d'être plus visible et de ne pas se congeler, même par les plus grands froids connus; par contre, il est sujet à s'échauffer par une absorption directe de la chaleur et à s'évaporer à la longue. Le mercure se dilate d'une manière très régulière et peut supporter les températures de l'air les plus élevées sans se changer, même partiellement, en vapeur. Les réservoirs cylindriques sont préférables aux réservoirs sphériques; les transmissions de chaleur se font beaucoup plus rapidement dans les premiers.



Figure 1.

A chaque instant, la colonne du thermomètre s'arrête en un point *m*, qui correspond à un certain degré de l'échelle. C'est ce degré qui marque la température actuelle.

L'échelle est réglée sur deux points fixes, celui de la fusion de la glace ou 0°, et celui de l'eau bouillante ou 100°. Aussi longtemps que le sommet *m* de la colonne demeure entre ces deux points, il indique des degrés de *chaleur*. Lorsqu'il descend au-dessous de zéro, l'eau tranquille commence à se congeler, et les degrés sont des degrés de *froid*. On distingue ces derniers, dans

circonstance explique comment le voisinage d'un édifice ou d'un arbre peut garantir des gelées tardives les plantes délicates. L'interposition d'une natte ou d'une simple toile s'oppose au refroidissement qui résulte du rayonnement nocturne, parce qu'elle arrête les rayons calorifiques et les empêche de se disperser à l'infini vers les espaces célestes. La couche de neige qui recouvre le sol en hiver le garantit d'autant mieux du refroidissement nocturne qu'elle est plus épaisse, le rayonnement s'opérant toujours par la superficie.

8. L'intensité du rayonnement calorifique dépend principalement de l'état de la surface. On a remarqué qu'il s'effectue surtout par les pointes et les parties déliées : le feuillage, le duvet, le chaume se refroidissent avec une grande rapidité; en peu d'heures, leur température est notablement au-dessous de celle des édifices ou du sol. Dans l'Inde, même, on obtient de la glace en été, en plaçant un vase d'eau pendant la nuit dans un lieu bien découvert, sur quelques roseaux de bambous.

II. INSTRUMENTS; MÉTHODES D'OBSERVATION.

9. THERMOMÈTRE. — Pour mesurer la température d'un corps, on se sert de l'instrument appelé *thermomètre*.

Les thermomètres ordinaires du commerce se composent d'un réservoir cylindrique ou sphérique (fig. 1) rempli de liquide, et d'un tube dans lequel le liquide

s'élève par la chaleur, en vertu de sa dilatation, et descend par le froid, en vertu de sa contraction. On peut employer à cet usage toute espèce de liquide, mais dans les observations météorologiques on n'emploie habituellement que l'alcool ou le mercure. L'alcool ou esprit-de-vin, coloré en rouge, a l'avantage d'être plus visible et de ne pas se congeler, même par les plus grands froids connus; par contre, il est sujet à s'échauffer par une absorption directe de la chaleur et à s'évaporer à la longue. Le mercure se dilate d'une manière très régulière et peut supporter les températures de l'air les plus élevées sans se changer, même partiellement, en vapeur. Les réservoirs cylindriques sont préférables aux réservoirs sphériques; les transmissions de chaleur se font beaucoup plus rapidement dans les premiers.



Figure 1.

A chaque instant, la colonne du thermomètre s'arrête en un point *m*, qui correspond à un certain degré de l'échelle. C'est ce degré qui marque la température actuelle.

L'échelle est réglée sur deux points fixes, celui de la fusion de la glace ou 0°, et celui de l'eau bouillante ou 100°. Aussi longtemps que le sommet *m* de la colonne demeure entre ces deux points, il indique des degrés de *chaleur*. Lorsqu'il descend au-dessous de zéro, l'eau tranquille commence à se congeler, et les degrés sont des degrés de *froid*. On distingue ces derniers, dans

l'écriture, en les faisant précéder du signe —. Ainsi — 5° se lit *moins cinq degrés*, et représente 5° au-dessous de zéro, 5° de froid.

10. L'invention du thermomètre remonte au seizième siècle. On ne sait pas exactement à qui l'attribuer, mais l'histoire nous apprend que Galilée fut l'un des premiers à se servir du nouvel instrument. Dès qu'il fut connu, on se préoccupa de déterminer deux points fixes auxquels toutes ses indications pussent être rapportées. Parmi les différents essais qui furent tentés dans ce but, trois seulement ont conduit à des échelles thermométriques qui subsistent encore aujourd'hui. Ils sont dus à Fahrenheit, Réaumur et Linné.

Daniel Fahrenheit, né à Dantzig en 1686, choisit comme points fixes : d'une part, le point où s'arrêtait le mercure d'un thermomètre plongé dans un mélange de glace pilée et de sel marin; de l'autre, le point que marquait l'instrument après être resté pendant une heure sous l'aisselle d'un homme bien portant. L'intervalle entre ces deux températures était partagé en 96 parties égales; la première était représentée par 0, la seconde par 96.

Antoine Réaumur, né à la Rochelle en 1683, déterminait les points fixes au moyen de thermomètres à alcool. « Il portait d'abord l'appareil dans de l'eau entourée d'un mélange réfrigérant, formé de glace pilée et de sel marin; aussitôt que l'eau commençait à se couvrir d'une légère couche de glace, il marquait 0° au point où s'arrêtait l'alcool; il portait alors le

thermomètre dans un bassin d'eau, qu'il chauffait progressivement et marquait 80° sur l'instrument, aussitôt que l'alcool commençait à bouillonner. » (RENOU, *Histoire du thermomètre*.)

Le célèbre Linné, enfin, à qui l'on doit l'échelle centigrade, prit comme point 0 la température invariable de la glace fondante, et comme point 100 la température également invariable, sous la même pression atmosphérique, de l'ébullition de l'eau.

De nos jours, tous les thermomètres, qu'ils soient à l'échelle Fahrenheit, Réaumur ou centigrade, ont leurs points fixes déterminés par le système de Linné. Seulement, dans la division Fahrenheit, on marque 32 à la glace fondante et 212 à l'eau bouillante; ce sont les nombres qu'indiquait l'ancien thermomètre Fahrenheit (gradué de 0 à 96), lorsqu'on le plongeait successivement dans la glace et dans l'eau en ébullition. Au thermomètre Réaumur, on inscrit 80 au point d'ébullition.

Nous voyons donc, d'après ce qui précède, que

$$100 \text{ degrés centigrades} = 212 - 32 \text{ ou}$$

$$180^\circ \text{ Fahrenheit} = 80^\circ \text{ Réaumur};$$

ou bien que

$$1 \text{ degré centigrade} = \frac{9}{5} \text{ degré Fahrenheit} =$$

$$\frac{4}{5} \text{ degré Réaumur.}$$

Il est très utile de connaître ces relations entre les degrés de chacune des échelles thermométriques, parce que l'on a souvent besoin, en météorologie, d'y avoir recours. Toutes les observations de température se font en Angleterre et aux États-Unis au moyen de

thermomètres à échelle Fahrenheit ; dans certaines parties de l'Allemagne et de la Russie, au moyen de thermomètres Réaumur ; en Belgique, en France, en Italie, etc., à l'aide de thermomètres centigrades. On ne peut les comparer qu'en convertissant tous les nombres à une même échelle.

Pour familiariser le lecteur avec ces conversions, nous donnerons quelques exemples ; afin d'abrégé, nous représenterons les mots Fahrenheit, Réaumur et centigrade par leurs initiales F, R, C ; c'est toujours ainsi, d'ailleurs, qu'on les désigne.

1^{er} exemple : Soient 52° F. à réduire en degrés centigrades.

Nous savons déjà que le 0 du thermomètre centigrade correspond au 32° degré du thermomètre Fahrenheit ; donc 52° F. équivalent à 52 — 32 ou à 20° F. au-dessus de 0° C. Or, 1° F. = $\frac{5}{9}$ C. ; d'où 20° F. = $\frac{100}{9}$ C. = 11°11 C.

2^e exemple : Soient 15° F. à convertir en centigrades.
15° F. = (15 — 32) × $\frac{5}{9}$ = — 17 × $\frac{5}{9}$ = — $\frac{85}{9}$ = — 9°44 C.

3^e exemple : On demande la valeur, en degrés F., de 25° C.

$$25^{\circ} \text{C.} = 25 \times \frac{9}{5} + 32 = 45 + 32 = 77^{\circ} \text{F.}$$

4^e exemple : Trouver l'équivalent, en degrés F., de — 3° C.

$$-3^{\circ} \text{C.} = -3 \times \frac{9}{5} + 32 = -\frac{27}{5} + 32 = -5,4 + 32,0 = 26^{\circ}6 \text{F.}$$

5^e exemple : Réduire 12° R. en centigrades.

$$12^{\circ} \text{R.} = \frac{12 \times 5}{4} = 15^{\circ} \text{C.}$$

6^e exemple : Réduire 18° C. en Réaumur.

$$18^{\circ} \text{C.} = \frac{18 \times 4}{5} = 14^{\circ}4 \text{R.}$$

11. L'exactitude d'un thermomètre dépend avant tout de la détermination des points fixes. Si cette détermination a été mal faite, l'instrument sera constamment en erreur. Il importe donc de vérifier au moins un de ces points, par exemple celui de la glace fondante, autour duquel le thermomètre oscille pendant l'année. Un autre motif nous y engage, c'est que les thermomètres les mieux construits se dérangent à la longue.

En effet, le verre se contracte par la suite du temps ; la boule diminue donc de capacité, et force le liquide à se tenir plus haut dans le tube. Ce jeu du verre dure plusieurs années. Un thermomètre neuf ne demeure pas rigoureusement exact : les points fixes de son échelle devraient être déplacés à mesure du rétrécissement de la boule.

Pour obvier à cet inconvénient, et si l'on veut connaître la température avec précision, il faudra vérifier chaque hiver le point 0°. Il suffira pour cet objet de placer le thermomètre dans un vase rempli de neige, et de laisser fondre doucement cette neige en apportant le vase dans une chambre chaude. Pendant toute la durée de la fusion, le thermomètre se tiendra au même point, qui serait 0° si l'échelle était bien placée.

En général, on trouvera une petite différence, qui représentera le dérangement du point fixe. On connaîtra par là de combien le thermomètre se tient trop haut ou trop bas. S'il marque, par exemple, 0°2 dans la neige fondante, on en conclura qu'il se tient 2 dixièmes de degré trop haut, qu'il donne toujours 2 dixièmes de

degré de plus que la température véritable. Puis, l'hiver suivant, on renouvellera l'épreuve, pour examiner si cette correction n'a pas varié.

12. MANIÈRE D'OBSERVER LE THERMOMÈTRE. — Observer le thermomètre, c'est lire sur l'échelle de l'instrument combien il marque de degrés.

Cette lecture se fait en dirigeant le rayon visuel perpendiculairement au tube et en l'amenant à passer par le sommet de la colonne liquide.

Les degrés entiers sont généralement indiqués par des traits gravés sur le verre ou sur la planchette de bois à laquelle est fixé l'instrument. On subdivise les degrés entiers en dixièmes; cinq dixièmes répondent à un demi-degré; trois dixièmes à un tiers de degré environ, et ainsi de suite. Cette subdivision, qui rend les nombres plus précis, s'opère à la simple vue. Dans l'écriture, les dixièmes s'écrivent à droite des degrés entiers, dont on les sépare par le signe °. Ainsi, 14°6 signifie quatorze degrés six dixièmes.

13. Lorsqu'on veut mesurer, au moyen du thermomètre, la température d'un corps, on cherche à établir l'équilibre de température par contact. Dans l'eau d'une source, par exemple, le thermomètre se refroidit en perdant de sa chaleur, ou se réchauffe en acquérant une partie de la chaleur de l'eau, jusqu'à ce que l'équilibre soit établi. Mais, dans l'air, l'expérience exige des précautions plus délicates. Pendant le jour, il faut garantir l'instrument des rayons du soleil, afin d'éviter l'absorption de ces rayons par le liquide même du thermomètre.

Ainsi l'esprit-de-vin coloré en rouge, doué d'un grand pouvoir absorbant, s'échauffe rapidement au soleil : le thermomètre monte alors en quelques instants; la température qu'il indique est bien celle du liquide renfermé dans la boule, mais nullement celle de l'air environnant. Il faut donc éviter d'exposer le thermomètre à une source de calorique : *il faut le tenir à l'ombre.*

D'un autre côté, jetez une goutte d'eau sur la boule, et vous verrez bientôt l'instrument descendre et demeurer plus bas jusqu'à ce que toute l'eau soit évaporée. L'évaporation est, en effet, une cause de refroidissement. Aussi *doit-on tenir le thermomètre à l'abri de la pluie et de la rosée.*

Pendant la nuit, il faut préserver l'instrument de son propre rayonnement. On observe, effectivement, qu'un thermomètre suspendu à un ou deux mètres au-dessus du sol se refroidit, dès le coucher du soleil, avec une grande rapidité. L'interposition d'une simple lame de verre entre l'espace céleste et l'instrument s'oppose à ce rayonnement.

Dans les observatoires, on satisfait aux diverses prescriptions que nous venons d'indiquer en plaçant les thermomètres sous des abris en bois, en forme de cages; les côtés en sont à jour (genre persiennes), afin de laisser un libre passage à l'air. Cette cage, que l'on voit représentée page 20, doit être elle-même installée suivant certaines règles : dans un lieu parfaitement découvert, exposé à tous les vents, et autant que possible au-dessus d'un sol gazonné.

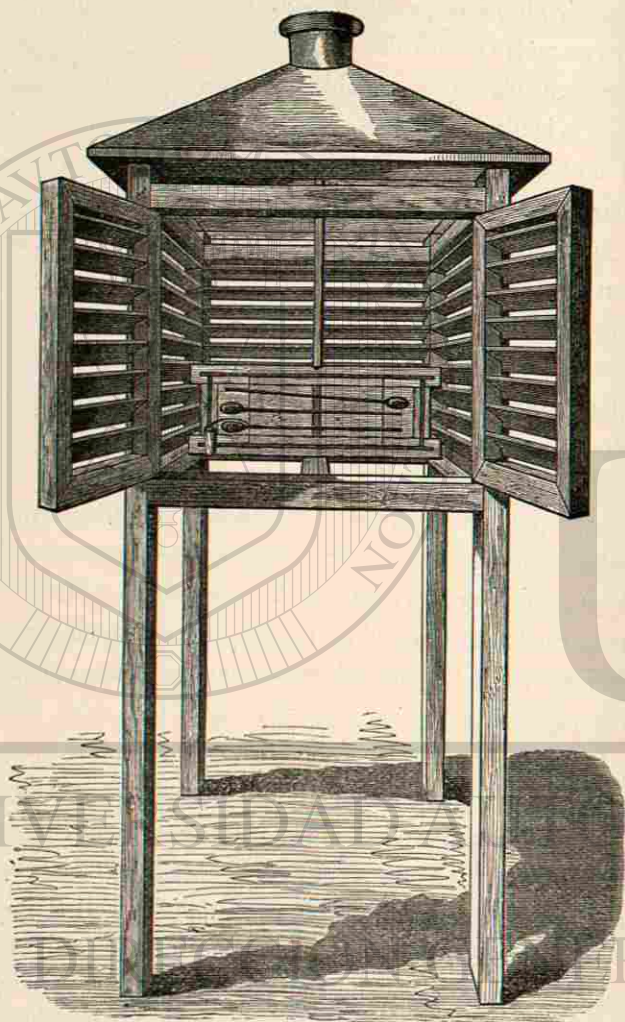


Figure 2.

14. TEMPÉRATURE MOYENNE. — La température de l'air varie à chaque instant de la journée. Pour se former une idée complète de ces variations, on doit l'observer d'heure en heure, et même à des intervalles plus rapprochés encore. Généralement, ce que l'on désire surtout connaître, c'est la température moyenne du jour, c'est-à-dire le point du thermomètre autour duquel les variations se sont effectuées dans l'espace de vingt-quatre heures. Il existe plusieurs manières d'obtenir cette moyenne. La plus sûre, celle qui donne les résultats les plus précis, consiste à noter les indications du thermomètre à des instants très voisins, de cinq en cinq minutes, par exemple, à faire la somme de toutes les indications recueillies et à la diviser par 288, nombre de fois que cinq minutes sont comprises dans un jour. Ce moyen, on le conçoit sans peine, est presque impraticable; personne ne voudrait s'astreindre à un travail aussi fastidieux et aussi pénible, ne fût-ce que pendant un seul jour. Il serait encore très assujettissant si le nombre d'observations était réduit à 24 seulement, soit une toutes les heures. Dans cette occurrence, on s'est demandé si deux ou trois observations par jour, à des heures convenablement choisies, ne suffiraient pas pour obtenir une moyenne assez rapprochée de la moyenne vraie. Un grand nombre de recherches ont été faites dans ce but, et plusieurs ont heureusement abouti. En Belgique, par exemple, M. Quetelet a montré que la moyenne des observations de 9 h. du matin et de 9 h. du soir diffère peu de la moyenne des températures

prises d'heure en heure. Dans d'autres pays, on a trouvé les combinaisons d'heures suivantes, qui toutes peuvent être recommandées aux observateurs :

6 h. 2 h. 10 h.	8 h. 2 h. 8 h.
7 h. 2 h. 10 h.	9 h. 3 h. 9 h.
7 h. 1 h. 9 h.	10 h. 4 h. 10 h.
7 h. 2 h. 9 h.	

15. Il existe une dernière manière — et c'est la plus commode — de trouver facilement l'état thermométrique moyen du jour. Elle consiste à observer la température la plus haute et la température la plus basse qui se sont produites dans l'intervalle de vingt-quatre heures, et à prendre la demi-somme des deux nombres obtenus de la sorte. Ce procédé n'exige qu'une seule observation chaque jour, et donne d'excellents résultats. Aussi est-il en usage dans un grand nombre de stations météorologiques.

A Bruxelles, la température moyenne calculée d'après ce système surpasse seulement de 0°43 la moyenne vraie. Cette différence est à peu près constante pendant toute l'année ; elle est un peu plus faible en hiver (0°29), un peu plus forte en été (0°46).

16. THERMOMÈTRES A MAXIMA ET A MINIMA. — Il est aisé de s'apercevoir que l'observation du maximum et du minimum diurnes de température ne peut se faire au moyen d'un thermomètre ordinaire. La température la plus élevée et la température la plus basse n'ont pas lieu quotidiennement aux mêmes heures. Pour obtenir ces valeurs, on doit avoir recours à des instruments

spéciaux qui enregistrent eux-mêmes mécaniquement les températures extrêmes que l'on désire connaître. On a donné respectivement, à ces instruments, le nom de thermomètre à *maxima* et de thermomètre à *minima*. Il existe plusieurs appareils désignés de la sorte, mais nous ne décrirons ici que ceux offrant le plus de simplicité.

Un thermomètre ordinaire à mercure, dans lequel la partie vide du tube (ou chambre thermométrique) renferme une petite pièce de bois ou de métal pouvant glisser librement le long des parois, constitue le plus simple des thermomètres à maxima. Si un tel instrument se trouve dans une position horizontale, la petite pièce de bois ou de métal (appelée *index*) étant appuyée contre l'extrémité de la colonne liquide, la moindre élévation de température, en dilatant le mercure, forcera celui-ci à pousser l'index devant lui. Que la température vienne ensuite à diminuer, et l'on verra la colonne mercurielle, par l'effet de la contraction, s'éloigner peu à peu de l'index, lequel, évidemment, ne bougera pas. On s'explique facilement, par là, comment celui-ci peut indiquer le *maximum* de chaleur survenu dans un espace de temps donné.

La construction du thermomètre à minima repose sur le même principe que celle du thermomètre à maxima. Il suffit de remplacer le mercure par de l'alcool, et de noyer l'index dans le liquide au lieu de le loger dans la chambre thermométrique. Si, l'extrémité antérieure de l'index étant en contact avec l'extrémité

de la colonne liquide, un abaissement de température se produit, l'alcool en se contractant entraîne l'index avec lui, en vertu de l'adhérence qui existe pour le moment entre celui-ci et la surface du liquide. Quand la température se relève, l'alcool remonte dans le tube, mais l'index reste en place, faisant connaître ainsi le *minimum* de température auquel le thermomètre a été soumis.

17. Il nous reste à montrer comment se fait la lecture des deux instruments que nous venons de décrire : on regarde d'abord à quel point de l'échelle correspond l'extrémité de l'index la plus rapprochée de l'extrémité de la colonne liquide, puis on estime en degrés et fraction de degré la position de ce point.

Pour remettre les index en place, c'est-à-dire mettre les thermomètres en état de fonctionner à nouveau, on incline ceux-ci légèrement, le réservoir en bas pour le thermomètre à maxima, en haut pour le thermomètre à minima, jusqu'au moment où les index sont arrêtés dans leur mouvement de descente par leur rencontre avec le sommet des colonnes d'alcool ou de mercure.

Il arrive parfois, dans cette opération, que l'index du thermomètre à minima sort du liquide. On le fait rentrer en frappant l'instrument verticalement sur la paume de la main, le réservoir en bas. Après une suite de chocs plus ou moins prolongée, l'index reprend sa première position.

18. Les renseignements qui précèdent nous ont initiés à l'emploi du thermomètre et de ses différentes échelles,

aux meilleures méthodes d'observation de la température de l'air et aux moyens de recueillir des données exactes par les procédés les plus simples. La connaissance de ces principes est nécessaire à quiconque voudrait, dans un lieu déterminé, étudier les variations de la température.

C'est cette étude que nous allons maintenant aborder.

III. TEMPÉRATURE DU JOUR.

19. Pour se rendre compte de la variation des températures durant une journée, il suffit d'observer que c'est le soleil qui est la source de chaleur. Ainsi le thermomètre doit monter à mesure que cet astre acquiert de la force, à mesure qu'il s'élève. La chaleur va donc en augmentant à partir du lever du soleil, et pendant toute la matinée.

À midi, l'astre atteint son point le plus élevé, pour commencer ensuite à descendre. Cependant le thermomètre continue encore à monter, après l'instant de midi, parce que la chaleur qui vient du soleil s'ajoute sans cesse à la chaleur que la terre en avait déjà reçue.

C'est seulement vers deux heures en hiver et vers trois heures en été, que les rayons du soleil ne sont plus assez abondants pour maintenir l'effet produit. La chaleur commence alors à diminuer; le thermomètre, après être resté un instant stationnaire, se met à descendre. Ce mouvement de baisse se prolonge naturellement jusqu'à la nuit.

C'est en été que l'influence du soleil a le plus de puissance, et que la température de trois heures surpasse le plus celle du point du jour. Il n'est pas rare de voir ainsi le thermomètre s'élever, dans la journée, de 8 ou 10 degrés. Le 8 juin 1877, par exemple, le thermomètre marquait le matin 10°9, et l'après-midi il s'élevait jusqu'à 26°2, soit à plus de 15° au-dessus de la première indication.

20. Une conséquence qu'il est facile de prévoir, c'est que si le soleil a beaucoup de force, l'heure de la plus grande chaleur sera retardée, parce que les rayons que l'astre nous envoie seront capables de maintenir la température, longtemps même après l'heure de midi. Dans des journées brûlantes, on voit en effet le thermomètre monter jusqu'à quatre heures, et quelquefois plus tard encore.

Au contraire, si le soleil est sans force, si ses rayons sont faibles, la chaleur qu'il nous donne ne soutient plus la température, du moment où l'astre commence à descendre. Le thermomètre s'arrête et se met à baisser, peu d'instants après midi.

On peut donc dire : avec matinée chaude, hausse prolongée du thermomètre ; avec matinée tempérée, halte précoce. *La première partie de la journée détermine en quelque sorte la seconde.*

Or, veut-on se faire une idée précise de la première partie de la journée ? Que l'on consulte le thermomètre à l'heure où il a déjà pu ressentir les premiers effets de la chaleur. On adopte ordinairement l'instant de neuf

heures du matin : cet instant présente aussi l'avantage de fournir un état moyen, presque également distant entre le plus grand froid de la nuit et la plus grande chaleur du jour.

Il suffit par conséquent de comparer l'observation de neuf heures à celle des jours précédents, pour savoir si la journée sera relativement chaude ou froide, et conclure si la température croîtra longtemps ou s'arrêtera de bonne heure.

Cette loi suppose toutefois que l'état du ciel demeure constant. Par une journée sereine, on la verrait se réaliser dans toute son évidence ; mais si le ciel se couvre et se découvre tour à tour, si des nuages passent par intervalles devant le soleil, les mouvements du thermomètre ne seront plus aussi réguliers ; il y aura de la chaleur et du froid par alternatives ; l'instrument marchera par secousses, et subira le contre-coup de chaque éclaircie.

Les nuages amoindrissent, en effet, l'action du soleil. Dans une belle journée d'été, si le ciel vient subitement à se couvrir, on voit le thermomètre tomber de 4 ou 5 degrés. C'est la conséquence de l'affaiblissement des rayons solaires ; c'est l'image anticipée des phénomènes de refroidissement qui suivront, pendant la nuit, la disparition de l'astre.

IV. TEMPÉRATURE DE LA NUIT.

21. Au moment du coucher du soleil, la température s'est déjà notablement abaissée. Après que l'astre a disparu, la source de chaleur se trouve enlevée. Il n'y a plus alors qu'un seul effet, le refroidissement.

La température décroît donc continuellement depuis la disparition du soleil; et si l'astre ne revenait point le lendemain pour verser une chaleur nouvelle, le refroidissement ne s'arrêterait pas. Ainsi le thermomètre doit toujours aller en descendant jusqu'à ce que le jour reparaisse.

Il serait inexact de fixer, par analogie, à deux ou trois heures du matin l'instant du plus grand froid. La température ne cesse pas de tomber, depuis le coucher du soleil jusqu'à l'approche de son lever, quelle que soit la longueur de la nuit. Il faut que la source de chaleur revienne, pour mettre un terme à ce refroidissement continu.

C'est ainsi que tous les effets désastreux du refroidissement nocturne s'opèrent, non pas en pleine nuit, mais vers le lever du soleil : c'est là l'heure dangereuse pour les plantes délicates et pour les fleurs.

22. La terre perd donc, pendant la nuit, la chaleur qu'elle a reçue du soleil pendant la journée. La chaleur entre dans le sol pendant le jour, pour en sortir pendant la nuit.

Il n'est pas nécessaire, en effet, qu'un corps soit lumineux pour qu'il en sorte de la chaleur. Tout le monde

connait la chaleur d'un fer rouge; mais tout le monde sait aussi que quand le fer a cessé d'être rouge, il suffit pendant longtemps d'en approcher la main pour ressentir la chaleur qui en émane encore. La chaleur sort ainsi de tous les corps, du moment où ils sont placés dans une enceinte plus froide qu'eux-mêmes : la chaleur *rayonne*, suivant la belle expression des physiiciens.

Or, pendant la nuit, la chaleur terrestre rayonne vers les espaces célestes. La chaleur sort du sol, des maisons, des arbres, comme elle sort du fer chaud dont nous parlions tout à l'heure.

23. Examinons les différentes conditions de ce *rayonnement*.

En rase campagne, supposons un objet posé sur le sol, une plante; sa chaleur rayonne dans tous les sens, et son refroidissement est rapide. Mais si nous approchons d'un bâtiment, d'un talus, le rayonnement est arrêté de ce côté, comme par un écran. La perte de chaleur est donc moins complète, moins forte, moins accélérée. Le rayonnement s'opère seulement du côté où il n'y a pas d'obstacle, du côté où rien ne s'interpose entre l'objet et le ciel.

Les cultivateurs ont souvent l'occasion d'observer que les effets des gelées tardives s'arrêtent à quelque distance des haies et des murailles. Ce n'est pas seulement à cause de la protection que celles-ci offrent contre le vent froid; c'est surtout parce que le rayonnement y est partiellement arrêté, parce que le refroidissement nocturne y est moindre.

De là résulte l'utilité des *couvertures* de tous genres pour préserver les végétaux. Dérobez aux plantes la vue du ciel, et vous suspendez leur rayonnement. Des toiles, même des châssis vitrés, suffisent pour remplir ce but. Il n'est pas nécessaire de fermer hermétiquement une clôture, mais seulement d'intercepter au passage une partie des rayons de chaleur qui sortent des plantes. Les femmes savent par expérience qu'un simple bonnet de tulle ralentit dans une certaine proportion le refroidissement de la tête, malgré les jours du réseau.

On peut donc préserver de très grands espaces en y jonchant un peu de paille. On peut garantir un espalier en y appliquant des planches, même à quelque distance les unes des autres. S'il s'agissait de prévenir le contact du vent, on ne pourrait espérer d'y réussir qu'au moyen d'une garniture bien close. Mais comme le but est principalement d'empêcher la chaleur dont les plantes sont chargées, de se disperser, tout obstacle placé en face de ces plantes, tout écran, si petit qu'il soit, aura son effet proportionnel.

24. Le grand point de la conservation nocturne des végétaux délicats, c'est donc de leur dérober la vue du ciel. Or, les nuages remplissent précisément ce but. Ils font l'office d'un écran général, qui s'étend au-dessus de la campagne entière.

Aussi, quand le ciel est couvert, les plantes n'ont-elles rien à craindre. Leur rayonnement est intercepté par les nuages. La chaleur qu'elles perdent leur est

renvoyée. Mais quand la nuit est claire, le rayonnement s'opère dans toute sa force : le refroidissement peut être poussé, dans ce cas, jusqu'à un point dangereux. On voit le thermomètre descendre de 7 à 8 degrés.

De là est venu ce préjugé des jardiniers, qui disent que la lune détruit les fleurs délicates. Car lorsqu'il y a des nuages il n'y a, par conséquent, pas de lune. Au contraire, quand la nuit est sereine, c'est alors que les plantes sont exposées; mais c'est alors aussi que la lune se fait remarquer.

Il y a donc trois choses qui se produisent parallèlement :

temps couvert, nuit sombre, préservation ;

ou bien :

temps clair, lune brillante, danger imminent ;

mais dans ces trois choses, le clair de lune n'est qu'une conséquence, comme la gelée, de la sérénité du ciel.

V. TEMPÉRATURE DE L'ANNÉE.

25. Le même raisonnement que nous avons appliqué à la marche des températures pendant le jour, va nous éclairer sur la marche des températures pendant l'année. La source de chaleur est le soleil. La quantité de chaleur que cet astre nous donne chaque jour dépend de plusieurs causes, dont les principales sont la durée de sa présence et l'élévation qu'il peut prendre.

En hiver, les jours sont courts; le soleil, même à midi, est toujours bas et il possède, par conséquent, moins de

De là résulte l'utilité des *couvertures* de tous genres pour préserver les végétaux. Dérobez aux plantes la vue du ciel, et vous suspendez leur rayonnement. Des toiles, même des châssis vitrés, suffisent pour remplir ce but. Il n'est pas nécessaire de fermer hermétiquement une clôture, mais seulement d'intercepter au passage une partie des rayons de chaleur qui sortent des plantes. Les femmes savent par expérience qu'un simple bonnet de tulle ralentit dans une certaine proportion le refroidissement de la tête, malgré les jours du réseau.

On peut donc préserver de très grands espaces en y jonchant un peu de paille. On peut garantir un espalier en y appliquant des planches, même à quelque distance les unes des autres. S'il s'agissait de prévenir le contact du vent, on ne pourrait espérer d'y réussir qu'au moyen d'une garniture bien close. Mais comme le but est principalement d'empêcher la chaleur dont les plantes sont chargées, de se disperser, tout obstacle placé en face de ces plantes, tout écran, si petit qu'il soit, aura son effet proportionnel.

24. Le grand point de la conservation nocturne des végétaux délicats, c'est donc de leur dérober la vue du ciel. Or, les nuages remplissent précisément ce but. Ils font l'office d'un écran général, qui s'étend au-dessus de la campagne entière.

Aussi, quand le ciel est couvert, les plantes n'ont-elles rien à craindre. Leur rayonnement est intercepté par les nuages. La chaleur qu'elles perdent leur est

renvoyée. Mais quand la nuit est claire, le rayonnement s'opère dans toute sa force : le refroidissement peut être poussé, dans ce cas, jusqu'à un point dangereux. On voit le thermomètre descendre de 7 à 8 degrés.

De là est venu ce préjugé des jardiniers, qui disent que la lune détruit les fleurs délicates. Car lorsqu'il y a des nuages il n'y a, par conséquent, pas de lune. Au contraire, quand la nuit est sereine, c'est alors que les plantes sont exposées; mais c'est alors aussi que la lune se fait remarquer.

Il y a donc trois choses qui se produisent parallèlement :

temps couvert, nuit sombre, préservation ;

ou bien :

temps clair, lune brillante, danger imminent ;

mais dans ces trois choses, le clair de lune n'est qu'une conséquence, comme la gelée, de la sérénité du ciel.

V. TEMPÉRATURE DE L'ANNÉE.

25. Le même raisonnement que nous avons appliqué à la marche des températures pendant le jour, va nous éclairer sur la marche des températures pendant l'année. La source de chaleur est le soleil. La quantité de chaleur que cet astre nous donne chaque jour dépend de plusieurs causes, dont les principales sont la durée de sa présence et l'élévation qu'il peut prendre.

En hiver, les jours sont courts; le soleil, même à midi, est toujours bas et il possède, par conséquent, moins de

vigueur. Le sol reçoit moins de chaleur, et il n'en reçoit que pendant huit ou dix heures.

En été, les jours sont longs, le soleil s'élève très haut dans le milieu de la journée, ses rayons sont plus ardents. Le sol reçoit alors une plus grande quantité de chaleur, et il en reçoit durant quatorze ou seize heures.

On comprend donc que les journées d'hiver sont froides, et que les journées d'été sont chaudes.

Mais on ne passe pas en un instant de l'un à l'autre de ces effets. C'est graduellement que les jours allongent; c'est graduellement aussi que le soleil gagne en élévation, et par conséquent en vigueur. Ainsi, à mesure que cet astre revient vers notre pôle, chaque jour devrait être un peu plus chaud que le jour précédent; et c'est ce qui arriverait, en effet, si le ciel était toujours serein et toujours calme. Chaque jour, à l'instant le plus chaud de la journée, le thermomètre monterait un peu plus haut que la veille. L'été se substituerait insensiblement à l'hiver.

Le refroidissement nocturne ne peut pas s'opposer à cet effet. Dans la saison où chaque journée devient plus chaude que la précédente, chaque nuit devient aussi plus courte que celle qui l'a précédée. Le sol gagne plus de chaleur pendant le jour, et il en perd moins pendant la nuit. Le raccourcissement des nuits est donc favorable à l'augmentation des températures.

Seulement, dans la saison opposée, en automne, quand les journées deviennent successivement moins chaudes, les nuits deviennent aussi plus longues, et le

refroidissement plus notable. Le double effet du jour et de la nuit concourt à hâter l'hiver, de la même manière qu'il avait concouru à amener l'été.

26. Par un raisonnement analogue à celui que nous avons appliqué à la chaleur du jour, il est facile de voir que la plus haute température de l'année ne doit pas tomber dans le plus long jour, mais un peu après. La chaleur solaire s'ajoute encore à elle-même pendant quelque temps, avant que le refroidissement l'emporte.

L'expérience montre, effectivement, qu'année commune, la journée la plus chaude ne tombe pas au 21 juin, qui est le plus long jour, mais seulement dans la seconde quinzaine de juillet.

27. Il en est de même de l'époque la plus froide de l'année. Ce n'est pas la fin de décembre, mais la seconde quinzaine de janvier. Les jours sont trop courts et trop froids en cette saison pour compenser immédiatement le refroidissement des longues nuits. Il faut attendre, avant que l'équilibre s'établisse, que le soleil ait acquis de la force. On peut par conséquent assimiler la marche annuelle de la température à sa marche journalière. L'hiver est la nuit de l'année, comme l'été en est le jour. En été c'est l'action solaire qui domine, et en hiver le rayonnement.

28. On peut dire que l'année climatérique s'ouvre avec février. C'est alors que la température commence à croître. Elle augmente rapidement en avril et en mai. Ce mouvement se remarque aisément dans les observations faites journellement à heure fixe. La chaleur

annuelle va en augmentant jusqu'à la seconde moitié de juillet. Mais elle décroît déjà en août, et elle suit durant six autres mois une marche inverse, pour revenir à son point de départ.

Voici quels sont les termes moyens des températures de chaque mois, à l'Observatoire de Bruxelles. Ce tableau indique d'une manière visible la période annuelle que nous venons de décrire.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE.
Janvier	2,2
Février	3,3
Mars	5,3
Avril	9,0
Mai	13,0
Juin	16,6
Juillet	18,1
Août	17,5
Septembre	14,6
Octobre	10,4
Novembre	5,7
Décembre	3,1

La moyenne générale de toute l'année est de 9^o,9; et il est rare que les différentes années s'écartent de deux degrés au-dessus ou au-dessous de cette valeur. Cependant la température éprouve par intervalles des excès de froid ou de chaleur, qui sont très loin de la moyenne du mois auquel ces excès correspondent. Le tableau ci-dessous indique, pour les 50 années de 1833 à 1882, les plus hautes et les plus basses températures que l'on ait observées dans chaque mois à l'Observatoire.

MOIS.	PLUS HAUTE TEMPÉRATURE.	PLUS BASSE TEMPÉRATURE.
Janvier	13,9	— 20,2
Février	18,2	— 16,6
Mars	20,9	— 13,0
Avril	25,8	— 4,1
Mai	30,7	0,2
Juin	34,7	4,0
Juillet	35,2	7,5
Août	34,6	5,9
Septembre	28,9	2,8
Octobre	23,8	— 1,4
Novembre	19,1	— 10,4
Décembre	15,3	— 16,8

Ainsi, la température s'écarte parfois de la moyenne dans des proportions considérables. Les hivers sont souvent très différents entre eux; les gelées ont une intensité et une durée très inégales. On peut voir, par le tableau qui suit, l'époque où elles ont commencé et celle de leur cessation, pendant 20 années, à Bruxelles.

HIVERS.	PREMIER	DERNIER	HIVERS.	PREMIER	DERNIER
	JOUR	JOUR		JOUR	JOUR
DE GELÉE. DE GELÉE.			DE GELÉE. DE GELÉE.		
1858-59	31 octobre.	1 ^{er} avril.	1868-69	16 novembre.	28 mars.
1859-60	11 novembre.	13 mars.	1869-70	29 octobre.	27 mars.
1860-61	2 novembre.	20 avril.	1870-71	3 novembre.	11 avril.
1861-62	31 octobre.	13 avril.	1871-72	27 octobre.	26 mars.
1862-63	20 novembre.	1 ^{er} avril.	1872-73	16 novembre.	26 avril.
1863-64	10 novembre.	9 avril.	1873-74	29 octobre.	14 mars.
1864-65	5 octobre.	4 avril.	1874-75	14 novembre.	24 avril.
1865-66	14 novembre.	23 mars.	1875-76	25 novembre.	13 avril.
1866-67	27 octobre.	22 mars.	1876-77	8 novembre.	12 mars.
1867-68	18 novembre.	25 mars.	1877-78	10 décembre.	28 mars.

Le froid n'atteint pas tous les ans -10° , mais il ne dépasse pas -20° , qui est la limite de nos plus grands hivers. En mai, la terre ne gèle plus, même dans les plus mauvaises années. Enfin, pendant l'été, le thermomètre monte parfois jusqu'à 32 et 33° . Il revient à ce point quelques jours de suite, à l'heure la plus chaude de la journée; mais il le dépasse à peine. Trente-cinq degrés de chaleur et vingt degrés de froid forment les limites extrêmes de la course du thermomètre dans notre climat. Cette course répond, sur l'échelle de l'instrument, à une étendue de cinquante-cinq degrés. Telle est la variation considérable que nous sommes exposés à subir, à six mois seulement d'intervalle.

VI. COURBES THERMIQUES.

29. La courbe $AnBmC$ donne une idée de la marche de la température pendant une période de vingt-quatre heures. Pour se représenter l'état moyen

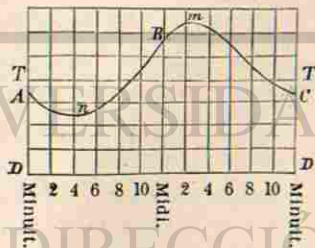


Figure 3.

autour duquel cette température a oscillé, on cherche un terme intermédiaire, représenté par la droite TT parallèle à DD , tel que l'espace superficiel compris entre ces deux droites soit équivalent à l'espace compris entre la base DD et la courbe $AnBmC$. Il y a

toujours, pour toute période donnée, une température moyenne qui caractérise le point du thermomètre autour duquel les variations se sont effectuées durant cette période. La somme de chaleur versée pendant le temps que l'on considère est la même, soit que la température oscille entre les limites n et m , soit que la température TT règne uniformément.

30. La température moyenne de chaque jour caractérise les différentes dates de l'année. Le flux annuel de chaleur nous offre pareillement, depuis la fin de janvier, un accroissement plus ou moins régulier de la température moyenne des jours. Le maximum annuel tombe dans les derniers jours de juillet, et les températures moyennes diminuent ensuite jusqu'à la fin de l'année.

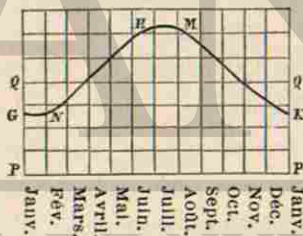


Figure 4.

La courbe $GNHMK$, construite avec les températures moyennes de chaque jour, indique cette marche annuelle de la température. De même que la courbe diurne, elle pourra être remplacée

par une droite QQ qui représente la même somme de chaleur versée uniformément, et l'on obtiendra ainsi la température moyenne de toute l'année.

31. Il faut se garder de croire que les courbes des températures soient toujours aussi régulières que nous les avons représentées. Le cas serait tel si le soleil était

la seule cause des variations de température de l'air ; mais le passage des nuages, la pluie, les coups de vent, produisent une foule de mouvements accidentels dans la courbe diurne; dans la courbe annuelle, d'autre part, des séries de jours chauds ou de jours froids offrent aussi des ondulations passagères. Le type général, cependant, n'est jamais altéré.

32. Les causes perturbatrices que nous venons de signaler comme nuisant plus ou moins à la régularité de la courbe des températures qui résulte d'une année d'observations, ne se reproduisent évidemment pas, pendant une autre année, aux mêmes dates. Tel jour qui, cette année, est sujet à un refroidissement par suite d'un ciel couvert ou pluvieux, verra peut-être l'an prochain le thermomètre se tenir très élevé sous l'influence d'un vent chaud ou d'un ciel sans nuages.

Si l'on prend la moyenne d'un certain nombre d'années d'observations, ces influences accidentelles doivent donc tendre à s'effacer, en se neutralisant l'une l'autre. On peut même dire que par une série d'observations très étendue elles sont complètement écartées.

Partant de ce principe, on devrait trouver comme *courbe normale* des températures, c'est-à-dire courbe construite à l'aide d'indications thermométriques en quantité considérable (embrassant un intervalle de temps d'au moins cent années, par exemple), une ligne qui se confondrait avec celle figurée en GHK. Or, il n'en est pas tout à fait ainsi. La courbe normale, telle que nous l'entendons, présente encore de légères

inflexions, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, qui en détruisent jusqu'à un certain point l'harmonie. Voici, pour nos régions, les dates auxquelles se rapportent les principales de ces inflexions : fin janvier, 11 février, 10-13 avril, fin mai, fin juin, 11-20 août, fin novembre; les première, sixième et septième correspondent à des déviations amenées par un réchauffement notable de la température, les autres à des déviations dues à un refroidissement. Ces anomalies sont périodiques, elles se représentent à peu près tous les ans à date fixe. La cause ou les causes qui les produisent n'ont pu jusqu'ici, malgré les recherches des météorologistes, être expliquées d'une manière satisfaisante.

VII. DISTRIBUTION DE LA TEMPÉRATURE DU GLOBE.

33. Notre globe est une espèce de noyau qui porte deux enveloppes concentriques : l'Océan et l'Atmosphère. Au-dessus de l'écorce du globe s'étale une nappe liquide qui ne laisse à découvert que les parties les plus saillantes du noyau. Ces parties saillantes, qui s'élèvent au-dessus de la surface des eaux, sont nos continents et nos îles; mais on sait que les mers couvrent près des trois quarts de la superficie du globe, tandis qu'un quart seulement de cette superficie est à sec. Bien que la profondeur de l'océan soit considérable en certains endroits, et que des lignes de sonde de quatre et même de huit mille mètres n'aient pas toujours atteint le fond, on a cependant reconnu, par les expériences du

la seule cause des variations de température de l'air ; mais le passage des nuages, la pluie, les coups de vent, produisent une foule de mouvements accidentels dans la courbe diurne; dans la courbe annuelle, d'autre part, des séries de jours chauds ou de jours froids offrent aussi des ondulations passagères. Le type général, cependant, n'est jamais altéré.

32. Les causes perturbatrices que nous venons de signaler comme nuisant plus ou moins à la régularité de la courbe des températures qui résulte d'une année d'observations, ne se reproduisent évidemment pas, pendant une autre année, aux mêmes dates. Tel jour qui, cette année, est sujet à un refroidissement par suite d'un ciel couvert ou pluvieux, verra peut-être l'an prochain le thermomètre se tenir très élevé sous l'influence d'un vent chaud ou d'un ciel sans nuages.

Si l'on prend la moyenne d'un certain nombre d'années d'observations, ces influences accidentelles doivent donc tendre à s'effacer, en se neutralisant l'une l'autre. On peut même dire que par une série d'observations très étendue elles sont complètement écartées.

Partant de ce principe, on devrait trouver comme *courbe normale* des températures, c'est-à-dire courbe construite à l'aide d'indications thermométriques en quantité considérable (embrassant un intervalle de temps d'au moins cent années, par exemple), une ligne qui se confondrait avec celle figurée en GHK. Or, il n'en est pas tout à fait ainsi. La courbe normale, telle que nous l'entendons, présente encore de légères

inflexions, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, qui en détruisent jusqu'à un certain point l'harmonie. Voici, pour nos régions, les dates auxquelles se rapportent les principales de ces inflexions : fin janvier, 11 février, 10-13 avril, fin mai, fin juin, 11-20 août, fin novembre; les première, sixième et septième correspondent à des déviations amenées par un réchauffement notable de la température, les autres à des déviations dues à un refroidissement. Ces anomalies sont périodiques, elles se représentent à peu près tous les ans à date fixe. La cause ou les causes qui les produisent n'ont pu jusqu'ici, malgré les recherches des météorologistes, être expliquées d'une manière satisfaisante.

VII. DISTRIBUTION DE LA TEMPÉRATURE DU GLOBE.

33. Notre globe est une espèce de noyau qui porte deux enveloppes concentriques : l'Océan et l'Atmosphère. Au-dessus de l'écorce du globe s'étale une nappe liquide qui ne laisse à découvert que les parties les plus saillantes du noyau. Ces parties saillantes, qui s'élèvent au-dessus de la surface des eaux, sont nos continents et nos îles; mais on sait que les mers couvrent près des trois quarts de la superficie du globe, tandis qu'un quart seulement de cette superficie est à sec. Bien que la profondeur de l'océan soit considérable en certains endroits, et que des lignes de sonde de quatre et même de huit mille mètres n'aient pas toujours atteint le fond, on a cependant reconnu, par les expériences du

pendule, que la profondeur moyenne de la mer ne dépasse pas trois à quatre kilomètres. On peut donc regarder l'océan comme une première enveloppe du globe terrestre, à travers laquelle percent sur plusieurs points les continents et leurs montagnes, que RITTER compare aux bas-reliefs d'une sphère gigantesque.

La seconde enveloppe de la terre est l'atmosphère. C'est une couche gazeuse de 250 à 300 kilomètres d'épaisseur, déposée tout autour de notre globe. De même que les inégalités du fond de la mer forment les bas-fonds et les gouffres, de même aussi les montagnes et les vallées de nos continents forment les inégalités du fond de l'atmosphère. Mais tandis que l'océan ne couvre qu'une partie du globe, la couche aérienne enveloppe la totalité des mers et des terres, et sert d'enceinte générale au noyau terrestre.

34. Le globe reçoit chaque jour la chaleur solaire; mais avant d'arriver au contact de la terre et des mers, une partie de cette chaleur a été éteinte par son passage à travers l'atmosphère.

L'étude de l'action successive sur l'atmosphère, le sol et l'océan, des rayons calorifiques émis par le soleil, est une de celles qui offrent le plus d'intérêt. Nous l'aborderons dans les pages qui vont suivre.

35. THERMOGRAPHIE ATMOSPHÉRIQUE. — Il n'existe point de milieu d'une transparence absolue. La lumière et la chaleur subissent, en traversant des couches d'eau, d'air, de verre, une extinction qui croît avec l'épaisseur des couches traversées. Dans l'eau l'extinction de la

lumière solaire est tellement rapide, qu'à cinquante mètres de profondeur, en mer, il règne une obscurité presque complète. Depuis les belles recherches de BOUGUER, on a commencé à se rendre compte des lois de l'extinction des rayons solaires dans les couches de l'atmosphère terrestre.

Cette atmosphère forme une enveloppe gazeuse HH' autour de la terre MN. Les rayons solaires qui parviennent à l'observateur O traversent des épaisseurs d'air très inégales, selon la hauteur apparente du soleil sur l'horizon. Si l'astre est au zénith, c'est-à-dire perpendiculairement au-dessus de l'observateur, les rayons traversent l'atmosphère suivant ZO, dans le sens de sa plus petite épaisseur. S'il est, au contraire, à l'horizon,

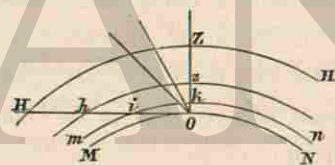


Figure 5.

les rayons doivent parcourir dans l'air le trajet HO beaucoup plus considérable. Suivant ZO, le soleil versait sa lumière et sa chaleur dans toute leur force;

suivant HO, l'œil peut facilement en soutenir l'éclat. L'extinction des rayons dans l'atmosphère est l'unique cause de cette différence. Il est même à remarquer que l'effet produit a principalement son siège dans les couches inférieures de l'atmosphère, qui sont les plus pesantes et les moins diaphanes, car le trajet *iO* du rayon HO dans la petite couche *MmnN* est immense relativement au trajet *kO* du rayon ZO dans la même couche.

36. Il est facile maintenant de s'expliquer comment les rayons solaires ont des intensités si différentes, d'après l'inclinaison suivant laquelle ils ont traversé notre atmosphère. L'expérience montre que près de la moitié des rayons calorifiques et des rayons lumineux du soleil, est éteinte par l'atmosphère dans le trajet vertical ZO, et que les rayons qui parviennent à l'observateur O du soleil levant ou du soleil couchant, forment à peine $\frac{1}{4000}$ de ceux qui ont traversé directement l'atmosphère selon ZO.

L'inclinaison que les rayons solaires atteignent, dans les différentes saisons de l'année, fournit donc la mesure de la quantité de chaleur qui peut traverser la couche atmosphérique et parvenir jusqu'à l'observateur. C'est la différence de cette inclinaison qui fait qu'aux mêmes heures du jour le soleil est moins chaud en hiver qu'en été, et que, dans les mêmes circonstances atmosphériques, la chaleur des rayons solaires dépend de l'élévation de l'astre sur l'horizon.

37. Si l'extinction relative des rayons dépend de l'épaisseur des couches d'air traversées, la valeur absolue de cette extinction dépend du degré de sérénité de l'atmosphère. Les nombres que nous citons tout à l'heure se rapportent à un ciel serein; mais la chaleur éteinte devient bien plus considérable à mesure que l'air se charge de vapeurs ou de nuées. C'est ainsi que la plus grande quantité de rayons solaires arrivant jusqu'au sol (dans un même temps) ne s'observe pas vers la fin de juin, à l'époque du maximum de hauteur de l'astre

au-dessus de l'horizon, mais généralement en mai, qui est le mois le plus sec de l'année. Seulement, l'action du soleil ayant une plus longue durée en juin qu'en mai, le gain sur le rayonnement en devient aussi plus considérable dans le premier de ces mois, et on s'explique de cette manière sa température moyenne plus élevée.

L'atmosphère offre une autre propriété bien remarquable, étudiée avec soin par POUILLET : c'est d'arrêter, dans une proportion plus forte encore, la chaleur rayonnée par le globe. Il en résulte que notre enveloppe aérienne n'est pas seulement un écran qui affaiblit les rayons solaires, mais aussi une sorte d'enceinte qui s'oppose au refroidissement de la terre. Comme la chaleur rayonnée par le globe traverse l'atmosphère plus difficilement que la chaleur incidente lancée par le soleil, la chaleur s'accumule sur la planète, et la température de la terre avec son atmosphère est supérieure d'environ 50° à celle que prendrait la terre nue.

38. Plusieurs appareils ont été imaginés pour mesurer l'intensité du rayonnement solaire. L'un des premiers dont on se soit servi, l'actinomètre de JOHN HERSHEY, se compose d'un thermomètre à grand réservoir, rempli d'un liquide bleu qui favorise l'absorption, et dont on note alternativement le réchauffement en une minute sous l'action des rayons solaires, et le refroidissement à l'ombre dans un intervalle égal. Le pyrrohéliomètre de POUILLET se compose d'un thermomètre placé au fond d'une masse d'eau, que l'on transporte tour à tour au soleil ou à l'ombre. L'actinomètre

d'ARAGO, enfin, consiste en deux thermomètres introduits dans des tubes vides d'air, l'un de ces thermomètres ayant sa boule nue et l'autre sa boule noircie au noir de fumée. La différence qu'ils indiquent, lorsqu'on les expose à l'action solaire, donne le degré d'intensité de cette action.

C'est au moyen de ces instruments que l'on est parvenu à déterminer la grandeur de l'extinction atmosphérique dans différentes circonstances. On a pu déduire également du rayonnement du thermomètre vers l'espace céleste, la température propre de cet espace.

39. La Terre est un globe, autrefois fortement échauffé, qui s'est trouvé suspendu au milieu d'une enceinte très froide. Le globe s'est refroidi peu à peu, et il ne lui reste plus aujourd'hui, suivant FOURIER, que $\frac{1}{50}$ de degré de sa chaleur propre; il n'est plus que de cette petite quantité au-dessus de sa température définitive. Il se maintient sensiblement en équilibre entre la chaleur qu'il reçoit du soleil et de tous les astres, et celle qu'il perd par son rayonnement vers l'espace céleste, très froid, au milieu duquel il se meut. Si l'on représente, d'après POUILLET, par des épaisseurs de glace fondue l'effet de ces diverses sources de chaleur, on trouve que les rayons solaires seraient capables de fondre, en un an, une croûte de glace de 31 mètres d'épaisseur, qui envelopperait la sphère terrestre tout entière. Le rayonnement des étoiles, bien qu'il soit moins apparent, part d'une multitude de points

de la voûte céleste : aussi serait-il capable de fondre une semblable couche de 26 mètres.

La température de l'espace est nécessairement inférieure aux températures les plus basses que l'on peut observer sur le globe; elle devrait être, par conséquent, au-dessous des 63° de froid constatés à Werkhojansk, en Sibérie. Des recherches faites avec soin ont montré qu'elle doit descendre jusqu'à 270 ou 275° au-dessous de zéro.

40. Les considérations qui précèdent nous ont fait voir les altérations de la chaleur solaire avant d'arriver jusqu'à nous, par suite de son passage à travers l'air. Il nous reste à examiner comment se fait la distribution de cette chaleur dans les diverses couches de l'atmosphère, en tenant compte, pour les couches inférieures, de la nature de la surface sur laquelle elle repose.

Bien que, comme nous venons de le voir, les rayons solaires soient considérablement affaiblis en traversant l'atmosphère, le flux de chaleur pénètre cependant dans toute son épaisseur cette couche gazeuse et diaphane; il ne s'enfonce, au contraire, qu'à une vingtaine de mètres dans le terrain. Les corps opaques absorbent plus de chaleur et de lumière que les corps transparents, qui se laissent traverser facilement par la lumière et par la chaleur. L'air s'échauffe donc très peu par l'action directe des rayons solaires, tandis qu'il prend assez rapidement, par le contact, la température des masses sur lesquelles il repose.

Or, ces masses elles-mêmes acquièrent pendant le

jour des degrés de chaleur inégaux, suivant leur opacité ou leur transparence. Les masses transparentes de la mer ne s'échauffent qu'avec lenteur; mais leur température se conserve mieux durant la nuit, parce que les particules refroidies plongent successivement par leur excès de pesanteur. Les masses opaques des continents retiennent, au contraire, à leur surface, toute la chaleur du soleil, et s'échauffent avec rapidité.

L'échauffement du terrain dépend, en outre, de l'état de la superficie et de la couleur du sol. Dans les contrées marécageuses, une partie de la chaleur solaire est employée à l'évaporation de l'humidité: le terrain s'échauffe plus difficilement. Les terres noires absorbent considérablement de chaleur. Dans nos contrées, un thermomètre enterré en été, et à l'heure la plus chaude du jour, dans une terre végétale noire, monte à plus de 40°. Les sables éclatants exercent une action différente. Comme ils réfléchissent une portion considérable de la chaleur qui frappe leur surface, ils rejettent dans les couches inférieures de l'atmosphère cette chaleur réfléchie. C'est à leur réverbération qu'il faut attribuer l'ardeur excessive de l'air dans l'intérieur du désert.

41. En général, la température de l'air qui repose sur la mer est plus constante: elle s'élève moins pendant la journée, et s'abaisse moins pendant la nuit. L'échauffement le plus considérable se produit à la surface des terres nues et sablonneuses, où la couche d'air inférieure reçoit à la fois la chaleur directe du soleil, et la chaleur renvoyée par la surface réfléchissante du sol.

Quant au refroidissement nocturne, accéléré comme on l'a vu, par les aspérités et les parties déliées des corps, il est le plus énergique dans les régions boisées, dont le calorique s'échappe par les mille extrémités du feuillage.

42. Si la couche inférieure de l'océan aérien reçoit principalement sa chaleur de la surface sur laquelle elle repose, il est naturel de penser que la température décroît à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère; et c'est ce que l'expérience confirme en effet. La chaleur communiquée par le sol reste pour la plus grande partie dans les couches d'air inférieures. L'océan aérien présente donc le phénomène inverse de l'Océan liquide, et le maximum de température s'observe à la limite de l'air et des eaux.

Une autre cause concourt à la diminution de la chaleur dans les hautes couches atmosphériques, c'est que la capacité de l'air pour la chaleur augmente à mesure qu'il se dilate. Or, par suite de la diminution de la pression lorsqu'on s'élève, l'air pris à la surface doit occuper un volume d'autant plus considérable que le niveau où il se transporte est plus élevé. A mesure qu'il se dilate, on voit donc sa température s'abaisser spontanément.

43. Le décroissement de la température avec la hauteur offre une marche assez régulière. Dans quelques circonstances atmosphériques exceptionnelles, l'observation a constaté une inversion des températures. Mais pour l'ordinaire, le thermomètre baisse d'un degré centigrade pour 150 à 180 mètres d'élévation.

Le relief de la croûte solide du globe, qui pénètre à des élévations plus ou moins grandes dans l'épaisseur de l'océan aérien, éprouve les effets immédiats de ce décroissement des températures. Les plateaux ont une température moyenne inférieure à celle des plaines basses et des bords de la mer. La végétation y est plus tardive; les dernières neiges y sont plus persistantes. C'est ainsi que dans nos Ardennes, dont le faite s'élève de 400 à 600 mètres au-dessus de la mer, l'hiver est beaucoup plus rigoureux que dans les Flandres, et que la neige règne jusqu'en mai ou en juin sur les Hautes-Fagnes de Spa et de Malmedy.

44. Au reste, la diminution de la chaleur par l'élévation au-dessus du niveau de la mer est attestée de la manière la plus frappante par le phénomène des neiges perpétuelles. A mesure qu'on s'élève sur le flanc des Alpes, on voit successivement disparaître les plantes les plus délicates. Les arbres fruitiers s'arrêtent les premiers, ainsi que les campagnes cultivées. Les grands arbres, nos hêtres et nos chênes, ne dépassent pas 1 000 et 1 400 mètres. Les céréales accompagnent l'homme jusqu'à ses plus hautes demeures; mais les arbres nains et les plantes herbacées atteignent seuls la limite des glaciers.

La même succession des végétaux et des climats se retrouve sur les flancs des Cordillères, de l'Himalaya et de toutes les grandes montagnes. Le sommet de ces chaînes est couvert de neiges éternelles. La limite de ces neiges montre à l'œil de l'observateur la couche de

l'océan aérien dont la température ne s'élève jamais au-dessus de zéro. Selon la remarque faite pour la première fois par le Père *d'Acosta*, depuis la découverte de l'Amérique, le niveau de cette couche est d'autant plus élevé qu'on approche davantage de l'équateur. Entre les tropiques, les neiges perpétuelles ne paraissent guère qu'à 5 000 mètres d'altitude, tandis qu'elles descendent à 3 000 dans les Alpes.

46. Toutefois, si le refroidissement des couches d'air produit celui des climats sur les reliefs qui se dressent comme des bas-fonds dans l'océan aérien, ces immenses masses solides réagissent, de leur côté, sur la température de l'air. Lorsqu'on s'élève sur un vaste plateau, comme au Mexique ou au Thibet, la chaleur ne décroît pas aussi rapidement que si l'on s'élevait sur un pic isolé ou dans la nacelle d'un aérostat. Ce phénomène n'est nulle part aussi sensible que dans la chaîne de l'Himalaya. Du côté du sud, où les montagnes sont dégagées et s'élèvent immédiatement des plaines basses de l'Inde, les neiges éternelles commencent à 4 000 mètres; sur le versant nord, au contraire, qui confine au plateau élevé du Thibet, elles demeurent à plus de 5 000 mètres.

47. TEMPÉRATURE DE LA MER. — L'expérience a constaté que la température décroît à mesure qu'on s'enfonce dans l'océan ou dans un lac. Cet effet est surtout sensible dans les mers, où les eaux froides peuvent être amenées d'une grande distance. La basse température qui règne dans le fond de l'océan liquide ressent à peine l'influence du cours des saisons.

48. Pour mesurer la température des différentes couches de la mer, on descend, à des profondeurs inégales, des thermomètres à minima, qui indiquent d'eux-mêmes, comme nous le savons, le degré le plus bas auquel ils sont parvenus. On a observé que la température décroît d'autant plus lentement que la mer est plus profonde. Sur les bas-fonds, le refroidissement de l'eau, avec la profondeur, est extrêmement rapide. Les bas-fonds sont littéralement recouverts d'une couche d'eau froide, soit que les nappes sous-marines qui suivent le fond de la mer s'infléchissent pour franchir ces obstacles, soit que les particules refroidies à la surface et précipitées ensuite, séjournent sur ces plateaux submergés.

49. La température qui règne dans les régions les plus profondes des mers est peu supérieure au point de congélation de l'eau. On sait que ce liquide a son maximum de densité vers 4 degrés centigrades. La pesanteur spécifique de l'eau augmente à mesure qu'elle se refroidit, jusqu'à ce point de 4°; après quoi la pesanteur spécifique diminue de nouveau jusqu'au moment de la congélation. Or, si l'eau froide est plus pesante que l'eau chaude, il faut que toutes les particules refroidies se précipitent vers le fond. Les eaux froides des régions polaires, celles qui proviennent de la fonte des glaces, se répandent naturellement dans le fond de la mer et non pas à la surface, à cause de leur excès de pesanteur.

50. La température ne décroît pas seulement, dans le sein des mers, en allant de la surface vers le fond, elle décroît aussi, comme sur toute la superficie du globe,

en allant de l'équateur vers les pôles. Mais cette dernière diminution donne lieu, pour l'Océan, à un phénomène particulier, celui des Glaces polaires. Le point de congélation de l'eau de mer, à cause de la salure, est de quelques degrés au-dessous de zéro. L'agitation des eaux retarde aussi la congélation, qui ne s'effectue, en pleine mer, que lorsqu'elle est depuis longtemps accomplie dans les baies tranquilles et le long du rivage.

51. Les glaces forment vers les deux pôles de la terre deux espèces de calottes sphériques d'une immense étendue. Chacune de ces calottes se resserre dans la saison qui correspond à son été et se développe de nouveau dans la saison qui lui ramène l'hiver. L'espace occupé par les glaces est plus considérable dans les régions australes que dans les régions boréales. Il faut attribuer cette différence en faveur du pôle nord au voisinage des grands continents qui se prolongent jusque sous l'équateur, et qui transmettent de proche en proche une partie de la chaleur versée sur les tropiques. Les glaces perpétuelles du pôle septentrional ne dépassent guère le 70° parallèle, tandis que les glaces du pôle sud s'avancent jusqu'au 65°.

52. Lorsqu'on se rend des mers tempérées vers les mers polaires, la première apparition que l'on rencontre est celle des glaces flottantes. Des montagnes de glace de dimensions parfois colossales flottent à la surface de la mer. La glace surnage, en effet, en vertu de sa légèreté spécifique; seulement, comme la densité de la glace n'est pas de beaucoup inférieure à celle de l'eau, il n'y

a que la tête de la masse solide qui s'élève au-dessus du niveau des flots, et la plus grande partie de la montagne de glace est cachée sous les eaux. En pénétrant dans des eaux d'une température plus douce, ces blocs immenses se fondent peu à peu dans leur partie immergée. Il arrive souvent, quand cette partie noyée a été suffisamment amincie, que la tête l'emporte tout à coup par son surcroît de masse, et que le bloc chavire, en troublant au loin le repos des eaux.

53. La distribution de la température doit produire, au sein de l'océan liquide, une vaste circulation. Nous venons de voir que l'eau froide, par son excès de poids, gagne constamment le fond des mers. L'eau chaude, au contraire, occupe la surface. Dans les régions polaires, l'eau refroidie par le rayonnement se précipite dans les profondeurs de l'océan. Le vide que cause cette précipitation attire naturellement vers le pôle les eaux chaudes de la surface. Les eaux que le soleil a échauffées sous les tropiques se portent donc par la surface vers les régions polaires, s'y enfoncent dans l'épaisseur de l'océan, à mesure qu'elles se refroidissent, et remontent enfin à la surface sous les tropiques, rappelées par la chaleur du soleil.

Indépendamment de cette circulation intérieure, il existe un grand nombre de courants qui ont des causes particulières. La direction habituelle des vents et la propagation graduelle de la marée tendent à pousser la masse entière des eaux de l'orient vers l'occident. Les variations de la pesanteur spécifique suivant la latitude,

la profondeur, la salure, déterminent au sein de l'océan le mouvement des veines liquides. Ainsi, sous l'influence constante des vents alizés, il existe dans les mers, vers les régions tropicales, un courant dirigé de l'Est à l'Ouest, que l'on nomme courant équatorial, et dont la vitesse est, suivant *Daussy*, de 18 $\frac{1}{2}$ kilomètres en 24 heures. Ce courant, après avoir traversé les mers de l'Inde, contourne l'extrémité méridionale de l'Afrique, coupe obliquement l'Atlantique, se réfléchit dans le golfe du Mexique, et, sous le nom de Gulf Stream, traverse une seconde fois cette mer pour venir s'éteindre aux côtes de l'Islande et de la Norvège. Le Gulf Stream apporte dans nos mers tempérées les eaux chaudes des régions tropicales ; on le reconnaît, aussitôt qu'on y pénètre, par l'élévation de la température de l'eau. Au contraire, un courant d'eau froide, qui découle du pôle austral, longe les côtes du Chili et du Pérou, pour se détourner tout à fait vers l'ouest après avoir dépassé la latitude de Payta. Dans l'Atlantique, cinq grandes veines liquides ont établi leur cours régulier : le Gulf Stream, le courant équatorial, celui du golfe de Guinée, celui des côtes du Brésil, et celui de l'Afrique méridionale. On présume que la masse mobile des eaux a une grande profondeur, car le courant de la côte méridionale d'Afrique s'infléchit sur le banc de Lagullas, par 100 à 130 mètres de fond. Mais ces immenses fleuves océaniques sont séparés par des masses d'eau stagnante.

54. Les courants ont pour effet de rendre très inégale la distribution de la température à la surface des

mers. Ainsi, tandis qu'à quelque distance des côtes occidentales de la Norwège, par 60° de latitude environ, l'océan a une température moyenne annuelle de + 5° C., à l'est de l'Amérique du Nord et à la même hauteur en latitude, la température de l'eau se tient à — 5° C. Cette différence notable est due à l'influence du Gulf Stream d'une part, et de l'autre à l'action d'un courant froid qui vient du Nord.

55. TEMPÉRATURE DE LA TERRE. — Les mineurs ont reconnu depuis longtemps que la température augmente à mesure que l'on s'enfonce plus profondément dans le sein de la terre. Mais il fallait que le thermomètre fût inventé pour qu'on pût déterminer avec précision la loi de cet accroissement.

Genssane fut le premier qui porta le thermomètre dans des mines profondes : il constata l'augmentation graduelle de la chaleur à mesure que l'on s'enfonce. Cette augmentation est si rapide qu'il règne une température constante de plus de 35° dans la célèbre mine de Valencia, au Mexique, qui atteint 700 mètres de profondeur. Dans les principales houillères de notre pays, où les travaux descendent à 400 mètres environ au-dessous du sol, le thermomètre enfoncé dans la roche marque constamment plus de 20°.

56. Les expériences qui ont été faites dans différentes contrées ont démontré que l'accroissement de la température est proportionnel à la profondeur, et qu'en partant de la température moyenne de la surface on peut l'évaluer à un degré centigrade pour 35 mètres

d'enfoncement. Si l'on admettait que cette augmentation uniforme se poursuit indéfiniment dans l'intérieur de la planète, on pourrait déterminer les profondeurs auxquelles les différentes substances entrent en fusion ou en ébullition. On trouverait, par exemple, que l'eau se réduirait en vapeur à un peu plus de trois kilomètres au-dessous du sol.

Au-dessous de la croûte superficielle du globe, composée de terrains si divers, la roche granitique paraît régner dans toutes les régions de la planète. C'est ce que semblent indiquer les fragments incrustés dans la lave des volcans encore actifs, fragments qui proviennent d'énormes profondeurs. Or, depuis les expériences de *Mitscherlich*, on sait que le point de fusion des substances réfractaires avait été exagéré, et l'on peut admettre que le granit devient liquide à une température d'environ 1300°. Il suffirait donc de descendre à 40 ou 50 kilomètres dans l'intérieur de la terre pour atteindre l'extrémité inférieure de la croûte solide et pour rencontrer le noyau central à l'état de liquéfaction ignée.

Quelque étonnante que paraisse cette conclusion, elle n'en est pas moins la déduction logique de la loi d'accroissement uniforme de la température avec la profondeur. On estime que la croûte solide qui recouvre le noyau incandescent du globe n'a pour épaisseur que $\frac{1}{160}$ environ du rayon de la planète. Ce noyau liquide doit être soumis, comme nos mers, au phénomène des marées; mais ces marées, d'ailleurs peu puissantes, se

réduisent à des pressions contre la paroi inférieure de l'enveloppe.

La masse liquéfiée s'est souvent injectée de bas en haut dans l'épaisseur de la croûte. Les coulées qu'elle y a déposées conservent encore de nos jours une chaleur propre et ne sont pas toutes entièrement refroidies. On a creusé en Italie, il y a quelques années, un puits profond, dans lequel l'accroissement de la température est d'un degré pour moins de vingt mètres. Ce puits se trouve précisément dans le voisinage d'une de ces masses injectées.

57. Il suffit de descendre à la profondeur d'un petit nombre de mètres pour trouver une température presque invariable, que les ardeurs du soleil ou les froids de l'hiver cessent d'influencer, et qui est, à fort peu près, la température moyenne du lieu. Les caves de nos habitations jouissent déjà de cette température presque constante, et c'est le contraste de ce terme moyen avec la température extérieure qui les fait paraître fraîches en été et chaudes en hiver. Les puits, dont les eaux séjournent à une profondeur constante et généralement peu considérable, fournissent avec une assez grande exactitude la température moyenne du pays. Les sources présentent à peu près le même phénomène. Cependant, d'après *Wahlenberg*, dans les contrées septentrionales leur température est un peu supérieure à la moyenne du lieu.

Les sources sont produites, en effet, par des eaux qui ont accompli un cours souterrain. Dans le trajet, le filet

liquide a traversé des couches d'autant plus chaudes qu'il a pénétré à une plus grande profondeur. S'il descend, au contraire, des parties élevées de la montagne, il apporte la température froide des régions supérieures. La température d'une source fournit en quelque sorte l'histoire de son trajet souterrain.

Au Mont-d'Or, en Auvergne, une source thermale de 45° et une source froide de 10° jaillissent à quelques mètres de distance : l'une vient évidemment des profondeurs du terrain et l'autre des couches moyennes de la montagne. L'eau du puits artésien de Grenelle, qui s'élève rapidement d'une profondeur de plus de 500 mètres, arrive au jour avec une température de 25°. Parmi les sources naturelles, les *Aguas calientes de las Trincheras*, au sud de Porto-Cabello, ont 97° de chaleur. La source la plus chaude de l'Europe, celle de Chaudes-Aigues, a 80°.

Non seulement les sources thermales ne paraissent point s'épuiser, car on a pu reconnaître presque toutes celles que les anciens ont décrites, mais leur température s'est conservée, depuis qu'on l'observe, sans notables variations.

Si la profondeur était plus grande encore, l'eau serait réduite en vapeur, comme au Geysir d'Islande. Mais ce phénomène se lie déjà à celui des éruptions volcaniques, que nous devons laisser aux géologues.

L'échelle croissante des températures dans la croûte solide du globe fournit ainsi l'explication des phénomènes qui se rattachent aux eaux souterraines. La

s'effacer à 19 fois (racine carrée de 365) la profondeur où s'efface le flux diurne. L'expérience a pleinement confirmé cette loi. A vingt mètres de profondeur, le thermomètre ne varie plus d'un centième de degré dans l'intervalle de six mois.

On a donné le nom de *couche invariable* à celle qui sert pour ainsi dire de limite à la pénétration du flux annuel. On vient de voir que cette couche se rencontre dans nos climats à la profondeur d'environ vingt mètres. Mais sous les tropiques, où les différentes saisons offrent de moins grandes variations de température, où l'état du thermomètre est plus constant, la couche invariable doit se rapprocher de la surface. *Boussingault* avait remarqué qu'au Pérou et à la Nouvelle-Grenade, il suffit de creuser à un mètre, ou même à un demi-mètre de profondeur, pour rencontrer presque exactement, en toute saison, la température moyenne de l'année. Cependant les observations de *Caldecott*, faites à Trevandrum, près de la pointe méridionale de l'Inde, et transmises à l'Académie de Bruxelles, montrent que dans certaines contrées des tropiques, où les excursions du thermomètre exposé à l'air libre sont plus grandes, le flux annuel fait descendre le niveau de la couche invariable.

Au reste, le flux diurne et le flux annuel de chaleur ne pénètrent dans le sol qu'avec une très grande lenteur. A quelques décimètres de profondeur, la chaleur versée pendant le jour ne parvient que pendant la nuit suivante, en sorte que les heures du maximum et du

minimum sont complètement renversées. Il en est de même pour les saisons, à huit ou dix mètres de profondeur.

La nature des terrains, leur conductibilité pour la chaleur, influent d'ailleurs sur la facilité avec laquelle le flux diurne et annuel les traversent. La roche semble transmettre la chaleur un peu plus rapidement et plus profondément que le sable.

60. Outre la propagation verticale de la chaleur solaire dans le sein de la terre, il faut encore tenir compte de sa propagation latérale de parallèle à parallèle. De même que la chaleur pénètre verticalement dans le sol de haut en bas, de même aussi le sol échauffé des tropiques transmet latéralement vers les régions polaires une partie de son excès de température. Il s'établit donc, dans la couche superficielle du globe, un courant de chaleur permanent, qui transporte vers les pôles de la terre une partie de la chaleur versée par le soleil sur le sol des tropiques. Arrivée aux pôles, cette chaleur se dissipe par le rayonnement. Or, si lente que soit la propagation du calorique dans le sol, cette vaste circulation superficielle a dû finir par s'établir après un certain nombre de siècles. Elle concourt à adoucir le climat des régions polaires dans une proportion qui n'est pas encore assignée.

distribution de la chaleur y affecte une invariabilité que les siècles même ne troublent pas; et si le globe se refroidit encore au milieu de l'espace glacé où il est suspendu, c'est avec une lenteur qui efface tout effet sensible dans la durée des temps historiques.

Mais à la partie tout à fait supérieure de la croûte, les rayons solaires modifient chaque jour et chaque année la température du sol. Le flux de chaleur qui parvient, durant la journée, à la superficie du terrain, s'y enfonce en s'affaiblissant rapidement. Des thermomètres enterrés à quelques décimètres de profondeur montent chaque jour par l'action du soleil et s'abaissent par suite du refroidissement nocturne, comme les thermomètres placés à l'air libre.

58. Pour observer commodément ces mouvements de la chaleur, on enterre la boule du thermomètre dans la couche dont on veut étudier les variations de température, et l'on emplit le tube prolongé de l'instrument de manière à faire toutes les lectures de l'échelle au-dessus de la surface du sol.

Dans cette combinaison, la colonne traverse, il est vrai, des couches d'une température différente, mais le volume du liquide renfermé dans le tube est peu considérable par rapport au volume de la boule; et si l'on connaît la température des diverses couches intermédiaires, on

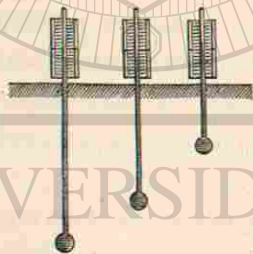


Figure 6.

pourra calculer une correction, toujours faible, qui restituera la précision aux observations.

C'est avec de semblables thermomètres, et en tenant compte de la dilatation ou de la contraction de la colonne renfermée dans le tube, que la marche de la chaleur solaire dans l'intérieur du sol a été étudiée. *Forbes*, à Édimbourg, et *Ad. Quetelet*, à Bruxelles, ont fait les premières séries régulières d'observations. Le flux diurne de chaleur diminue rapidement d'amplitude avec la profondeur. Il suffit d'enterrer de quelques centimètres la boule de l'instrument, pour réduire son oscillation diurne à un petit nombre de degrés. Avant d'être arrivé à un mètre de profondeur, la chaleur versée pendant la journée a cessé complètement d'être sensible.

Mais si le flux diurne s'efface au delà d'une couche d'un mètre d'épaisseur, le flux annuel pénètre à une profondeur plus considérable. Au-dessous de la première couche d'un mètre on n'aperçoit plus les différences du jour et de la nuit, mais on éprouve encore très distinctement celles de l'été et de l'hiver. Toutefois l'amplitude du flux annuel diminue elle-même avec rapidité: à dix mètres elle n'est plus guère dans nos climats que d'un degré.

59. *Fourier* avait trouvé, par la théorie, que les profondeurs auxquelles les différents flux de chaleur deviennent insensibles sont proportionnelles aux racines carrées des périodes. Ainsi, comme la période annuelle renferme 365 périodes diurnes, le flux annuel doit

61. Il règne entre les diverses contrées du globe une grande inégalité de température. L'hiver et l'été existent simultanément dans des régions différentes de la planète. Tandis que la zone tropicale éprouve une température moyenne presque constante de 25 à 28°, les zones polaires sont exposées presque sans interruption aux plus rudes frimas. Le premier fait qui nous frappe, dans la distribution géographique des températures moyennes sur le globe, c'est donc l'accumulation de la chaleur vers l'équateur, et sa diminution à mesure qu'on se rapproche des pôles.

62. L'obliquité des rayons solaires est, en effet, très différente dans les diverses régions du globe. Sous l'équateur et dans toute la zone comprise entre les tropiques, la longueur des jours est presque invariablement de douze heures pendant toute l'année. Mais la course du soleil est à peu près perpendiculaire à l'horizon; l'astre s'élève rapidement, ses rayons acquièrent bientôt toute leur force, et ils versent à midi, du voisinage du zénith, des flots de chaleur et de lumière.

Au delà des tropiques, dans les deux zones tempérées, les jours deviennent inégaux dans les différentes saisons : ils sont courts en hiver et longs en été. En hiver, le soleil s'élève peu sur l'horizon, en sorte que ses rayons ne parviennent qu'à travers les couches inférieures de l'atmosphère. A l'équinoxe le jour est de

douze heures, et le soleil commence à reprendre de l'empire, soit parce qu'il demeure plus longtemps sur l'horizon, soit parce que ses rayons sont moins affaiblis à midi par la couche d'air traversée. En été, les jours

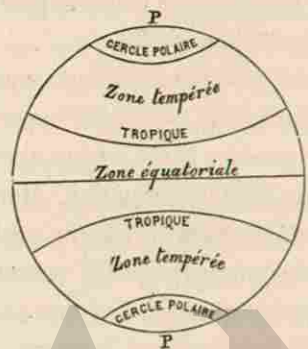


Figure 7.

sont d'autant plus longs que l'on s'avance davantage vers le pôle; mais le soleil n'atteint jamais le zénith, et ses rayons sont toujours arrêtés, en proportion notable, par les couches atmosphériques. Les plus longs jours de la zone tempérée septentrionale, à laquelle nous appartenons, tombent dans la seconde moitié de juin, et les plus courts dans la seconde moitié de décembre. Les plus longs jours de la zone tempérée australe arrivent à la fin de décembre, et les plus courts à la fin de juin. Les saisons sont inverses des deux côtés de l'équateur.

Dans les deux zones ou calottes polaires, le soleil reste entièrement caché pendant une partie de l'année. Le sol se refroidit, par rayonnement, sans aucune compensation, et ce refroidissement va sans cesse en augmentant jusqu'à la réapparition du soleil. L'hiver de ces contrées peut être comparé à une longue nuit. En été, après quelques jours qui s'allongent rapidement, le soleil ne disparaît plus de l'horizon. En hiver il n'y

avait plus de jours, en été il n'y a plus de nuits. Mais l'astre accomplit sa course dans le voisinage de l'horizon; ses rayons sont absorbés dans une immense proportion par les couches de l'atmosphère. La présence continuelle d'un soleil pâle et affaibli ne peut s'opposer efficacement au refroidissement de la surface.

Il résulte de ces différentes circonstances que, sous les tropiques, le climat n'offre pas de variations importantes dans le cours d'une année : il n'y a pour ainsi dire qu'une saison, qui dure sans interruption. Mais lorsqu'on s'éloigne de l'équateur, vers le Sud ou vers le Nord, une période de froid, qui gagne peu à peu en importance, commence à marquer l'hiver, et l'on a par conséquent deux saisons. Si l'on continue à marcher vers les pôles, ces deux saisons offrent une opposition plus marquée, et l'on voit se produire des intermédiaires, caractérisés par des temps variables, qui ne peuvent être franchement classés ni dans l'été ni dans l'hiver. On est alors dans la zone à quatre saisons : entre l'hiver et l'été se place un printemps bien défini; entre l'été et l'hiver il existe une période d'automne. La France possède un climat à quatre saisons. Mais lorsqu'on passe, par la Belgique, dans la plaine cimbri-germanique, les saisons intermédiaires s'effacent de nouveau. Il y a un hiver de plus en plus long, interrompu subitement par des chaleurs estivales de courte durée. A Saint-Petersbourg le blé pousse et mûrit en quelques mois; l'hiver occupe le reste de l'année. Enfin au pôle il n'y a plus qu'un hiver éternel. Notre pays

est à la limite de la zone à quatre saisons; le printemps et l'automne y perdent leurs caractères tranchés, pour faire place à une sorte d'extension de l'hiver.

63. Si l'atmosphère n'existait pas, le soleil serait aussi chaud et aussi brillant à l'horizon qu'au zénit. La température de chaque lieu ne dépendrait que de la longueur des jours; l'été des régions polaires serait d'une ardeur excessive, tandis que celui des contrées tropicales conserverait une certaine modération produite par la succession régulière des nuits et des jours. Mais à cause de la présence de l'atmosphère, c'est l'élévation que le soleil peut prendre sur l'horizon qui détermine la force de ses rayons, et par conséquent la chaleur du climat.

La présence de l'atmosphère a donc pour effet général d'affaiblir de plus en plus la chaleur solaire, à mesure qu'on se rapproche des pôles. Mais une foule de causes locales accélèrent ou retardent la décroissance de la température vers les pôles. Il ne suffit pas de connaître la distance d'un lieu donné à l'équateur, pour pouvoir assigner exactement sa température moyenne; il faut pour la déterminer recourir à l'observation.

A cet effet, on forme au moyen des observations horaires ou des extrêmes diurnes la température moyenne de chaque jour; puis à l'aide des températures moyennes de tous les jours de l'année, on forme la température moyenne annuelle. C'est cette dernière qui assigne un rang au lieu d'observation, parmi les climats chauds ou les climats froids.

Lorsqu'on répète les observations pendant plusieurs années consécutives, on retrouve presque exactement le même chiffre pour la température annuelle. Ainsi, à Bruxelles, cette température varie seulement de 2° en plus ou en moins. Le terme moyen autour duquel elle oscille, qui est pour Bruxelles 10°, est ce qu'on appelle la température moyenne du lieu.

64. *Alexandre de Humboldt* a eu le premier l'ingénieuse idée de représenter par des lignes, sur un planisphère, la distribution des températures moyennes. On joint par un trait tous les points du globe qui jouissent de la même température. On obtient ainsi des courbes qui passent par tous les lieux où l'on éprouve les températures moyennes de 5°, 10°, 15°, etc. Ces courbes ont reçu le nom de lignes isothermes, c'est-à-dire d'égalité de chaleur (voir au frontispice).

65. La plus haute température moyenne est celle de 28°, qu'on observe dans une certaine étendue de la zone tropicale. La chaleur décroît ensuite progressivement, à mesure qu'on avance vers les deux pôles. Mais cette diminution n'est ni uniforme ni régulière. On observe, par exemple, que dans notre zone tempérée, les températures s'abaissent plus rapidement sur les côtes orientales que sur les côtes occidentales des continents. La moyenne annuelle pour Lisbonne dépasse de près de 4° les températures moyennes de Philadelphie et de Pékin, qui ont à fort peu près les mêmes latitudes. Le climat de la France, de la Grande-Bretagne, de la Norvège et de toute l'Europe occidentale en général,

est comparativement plus chaud que celui de l'Autriche, de la Pologne, de la Russie. Le froid augmente, dans l'intérieur de chaque continent, à mesure que l'on avance vers l'Est. Le tracé des lignes isothermes peint aux yeux cette dégradation de la chaleur, lorsqu'on voit ces lignes s'éloigner des pôles en allant de l'Ouest à l'Est, dans la largeur des continents.

66. Il résulte de la distribution des températures sur le globe terrestre que les pôles mêmes de la terre ne sont pas les points les plus froids de sa surface. C'est vers l'extrémité de chacun des deux continents qu'il faut chercher ces points, nommés par *Brewster* les pôles de froid de la terre. L'un paraît situé près de l'embouchure de la Léna, en Sibérie; l'autre, dans les parages encore peu connus des mers polaires américaines, au nord-ouest des îles Parry.

67. Les lignes isothermes représentent donc la distribution des températures moyennes sur le globe. Ces températures sont un résultat du calcul, une sorte de point de repère autour duquel les oscillations réelles s'exécutent. Comme la température varie sans cesse dans le courant de l'année, il faudrait une carte particulière des lignes isothermes pour chaque jour de l'an, si l'on voulait suivre la marche véritable de la chaleur sur le globe. Par la succession des saisons, on verrait chaque ligne isotherme monter vers le pôle et redescendre vers l'équateur. Ainsi, dans notre hémisphère septentrional, toutes ces lignes s'élèveraient au Nord jusque vers la fin de juillet, tellement que la ligne de 0°, qui passait par

Naples au plus fort de l'hiver, recule en été jusqu'au Spitzberg et à la Nouvelle-Zemble. En réalité, les lignes isothermes sont donc dans une oscillation perpétuelle; elles se meuvent sans cesse de l'équateur vers le pôle ou du pôle vers l'équateur.

Mais le trait le plus remarquable de ce mouvement périodique, qui se renouvelle tous les ans, c'est que les lignes isothermes ne marchent pas parallèlement à leur direction moyenne. En se déplaçant, elles se déforment et tournent quelque peu sur elles-mêmes. Dans nos contrées, l'été elles se dirigent à peu près du Sud-Ouest au Nord-Est, et l'hiver du Nord-Ouest au Sud-Est. Les isothermes d'été sont nommées *lignes isothères*, et les isothermes d'hiver *lignes isochimènes*.

68. De l'obliquité considérable de ces lignes et de leur rotation en sens inverse en été et en hiver, résulte une différence notable dans la marche des saisons, suivant que l'on se trouve placé sur la côte occidentale ou dans l'intérieur du continent. Sur la côte, la différence des saisons est moins sensible, les températures extrêmes varient dans des limites plus resserrées. C'est ainsi qu'aux îles Feroë, au nord de la Grande-Bretagne, les températures moyennes de l'été et de l'hiver ne s'élèvent respectivement qu'à 11°6 et 3°9. Dans l'intérieur des continents, des variations énormes prennent place entre l'hiver et l'été. A Jakoutsk, par exemple, au centre de la Sibérie, la différence entre ces deux saisons dépasse 56°; la moyenne de l'été y est de 16°3, celle de l'hiver de — 40°2. En général, l'influence de la mer rend le

climat plus uniforme. Aussi les météorologistes distinguent-ils deux climats principaux, d'après l'étendue des variations qui s'accomplissent dans le courant de l'année. Le *climat constant* ou *maritime* appartient aux contrées voisines de la mer, aux îles, aux péninsules, dont les températures varient comparativement très peu entre l'hiver et l'été. Le *climat excessif* ou *continental* règne dans l'intérieur des grandes masses de terre, et se distingue par les oscillations considérables de la température dans les différentes saisons. Enfin, entre ces deux climats, quelques météorologistes placent le *climat variable*, qui sert d'intermédiaire entre les deux extrêmes, et dans lequel les variations de la température sont modérées.

La Belgique possède un climat de ce genre : la différence des températures estivale et hivernale s'élève à Bruxelles à 14°5.

69. La plus haute température qui ait été constatée jusqu'à ce jour sur le globe est de 67°7 C. Elle a été observée par le voyageur français Duveyrier, dans une exploration au pays des Touaregs. La température la plus basse a été notée à Werkhojansk, en Sibérie : elle était de — 63°2 C.

70. La chaleur est l'élément principal duquel dépendent les productions naturelles et les cultures. On sait combien les végétaux des tropiques diffèrent de ceux des zones tempérées et les végétaux des zones tempérées de ceux des régions polaires. Les lignes isothermes servent en quelque sorte de limites aux principales cultures. Le

bananier s'arrête à 24°, la canne à sucre à 19 ou 20, le caféier à 18, l'oranger (en pleine terre) à 17°, le dattier à 14, l'olivier à 13,5, la vigne vers 10. Nos céréales cessent de fructifier par des moyennes annuelles supérieures à 19°.

Cependant la température moyenne de l'année n'est pas le seul élément qui limite la patrie des végétaux. Les grands froids de l'hiver détruisent, dans l'intérieur des continents, des plantes qui atteindraient d'ailleurs la ligne isotherme. L'oranger se gèle et périt, lorsque le froid descend à 6° au-dessous de zéro. D'autre part, les fruits ne mûrissent qu'après avoir reçu une somme de chaleur suffisante. La vigne, qui végète jusqu'aux rivages de la Baltique, donne seulement du vin potable dans les contrées dont la température moyenne de juin, juillet et août surpasse 18°.

71. Il y a près de quarante ans, l'Académie de Bruxelles a donné l'impulsion à un vaste système d'observations, qui s'étend aujourd'hui à tous les pays civilisés, et qui a pour but d'enregistrer l'époque des phénomènes périodiques naturels. La naissance et la chute des feuilles, la floraison, la maturité des fruits, l'apparition des oiseaux et des insectes, ont trouvé place dans cette grande étude de la nature. Un jour nous pourrons suivre, sur des cartes géographiques, les progrès de la végétation, l'épanouissement des fleurs, l'émigration des oiseaux; nous verrons la terre reprendre et perdre tour à tour son animation et sa parure.

IX. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LES PHÉNOMÈNES NATURELS.

72. Le progrès annuel de la température détermine l'aspect des campagnes. C'est sous l'influence de la chaleur que la terre reprend sa parure; et c'est au retour de l'hiver qu'elle se découvre et se dépouille.

On a cru trouver pendant longtemps, dans la précocité des plantes ou dans leur retard, dans l'arrivée ou le départ des oiseaux de passage, des pronostics des saisons futures. Mais l'expérience a souvent démenti ces rapprochements; et nous ne devons pas nous en étonner. Le développement des plantes n'est pas l'annonce de la chaleur qui doit suivre, mais la conséquence de celle que la terre a déjà reçue. Les migrations des oiseaux ne sont aussi que les résultats du temps qui règne dans les pays d'où ils viennent, et non pas du temps qu'il ne fait pas encore.

Pour les plantes, si le printemps se fait attendre, l'éclosion sera tardive, les bourgeons, les feuilles, les fleurs paraîtront plus tard qu'à l'ordinaire. La température aura beau s'élever rapidement à la suite des gelées du mois de mars, les campagnes ne seront pas aussi avancées, lorsque le thermomètre viendra à 10°, qu'elles l'étaient après un hiver doux par 7° ou 8°. La raison en est toute simple: la sève ne se met en mouvement que sous l'impulsion des rayons solaires. Si la chaleur augmente, le mouvement s'accélère. Mais quand l'ébranlement a été tardif, il faut longtemps pour

bananier s'arrête à 24°, la canne à sucre à 19 ou 20, le caféier à 18, l'oranger (en pleine terre) à 17°, le dattier à 14, l'olivier à 13,5, la vigne vers 10. Nos céréales cessent de fructifier par des moyennes annuelles supérieures à 19°.

Cependant la température moyenne de l'année n'est pas le seul élément qui limite la patrie des végétaux. Les grands froids de l'hiver détruisent, dans l'intérieur des continents, des plantes qui atteindraient d'ailleurs la ligne isotherme. L'oranger se gèle et périt, lorsque le froid descend à 6° au-dessous de zéro. D'autre part, les fruits ne mûrissent qu'après avoir reçu une somme de chaleur suffisante. La vigne, qui végète jusqu'aux rivages de la Baltique, donne seulement du vin potable dans les contrées dont la température moyenne de juin, juillet et août surpasse 18°.

71. Il y a près de quarante ans, l'Académie de Bruxelles a donné l'impulsion à un vaste système d'observations, qui s'étend aujourd'hui à tous les pays civilisés, et qui a pour but d'enregistrer l'époque des phénomènes périodiques naturels. La naissance et la chute des feuilles, la floraison, la maturité des fruits, l'apparition des oiseaux et des insectes, ont trouvé place dans cette grande étude de la nature. Un jour nous pourrons suivre, sur des cartes géographiques, les progrès de la végétation, l'épanouissement des fleurs, l'émigration des oiseaux; nous verrons la terre reprendre et perdre tour à tour son animation et sa parure.

IX. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LES PHÉNOMÈNES NATURELS.

72. Le progrès annuel de la température détermine l'aspect des campagnes. C'est sous l'influence de la chaleur que la terre reprend sa parure; et c'est au retour de l'hiver qu'elle se découvre et se dépouille.

On a cru trouver pendant longtemps, dans la précocité des plantes ou dans leur retard, dans l'arrivée ou le départ des oiseaux de passage, des pronostics des saisons futures. Mais l'expérience a souvent démenti ces rapprochements; et nous ne devons pas nous en étonner. Le développement des plantes n'est pas l'annonce de la chaleur qui doit suivre, mais la conséquence de celle que la terre a déjà reçue. Les migrations des oiseaux ne sont aussi que les résultats du temps qui règne dans les pays d'où ils viennent, et non pas du temps qu'il ne fait pas encore.

Pour les plantes, si le printemps se fait attendre, l'éclosion sera tardive, les bourgeons, les feuilles, les fleurs paraîtront plus tard qu'à l'ordinaire. La température aura beau s'élever rapidement à la suite des gelées du mois de mars, les campagnes ne seront pas aussi avancées, lorsque le thermomètre viendra à 10°, qu'elles l'étaient après un hiver doux par 7° ou 8°. La raison en est toute simple: la sève ne se met en mouvement que sous l'impulsion des rayons solaires. Si la chaleur augmente, le mouvement s'accélère. Mais quand l'ébranlement a été tardif, il faut longtemps pour

regagner le temps perdu. Quelques jours très chauds sont nécessaires pour cet objet. Et si ces jours de forte chaleur ne viennent pas, toute la saison sera effectivement retardée. Ce retard, par lui-même, n'annoncera pourtant rien pour l'avenir, il *constatera* seulement la marche passée des températures.

Il en est de même dans le règne animal. Les progrès plus ou moins rapides de la chaleur accélèrent ou retardent les époques naturelles. Les perdrix ne s'accouplent guère avant que le thermomètre marque 3° ou même 4°. Les insectes n'éclosent pas avant que les jeunes feuilles qui doivent leur servir de nourriture se soient développées. Il faut bien, au contraire, que les canards émigrent, quand les glaces ont envahi les étangs.

Ainsi, pour les animaux comme pour les plantes, tout est réglé par les effets passés, nullement par les effets à venir. On peut dire seulement, pour les oiseaux de passage, que leurs migrations sont déterminées par l'état de la saison dans les contrées lointaines, et qu'ils peuvent nous éclairer aussi sur les variations qui se produisent à de grandes distances.

Cette observation est vraie en elle-même; cependant elle n'a pas une importance capitale. Les pays chauds, d'où les oiseaux partent au printemps pour se rendre dans nos climats, ont des saisons fort régulières. Aussi l'arrivée du rossignol, par exemple, diffère-t-elle rarement de trois ou quatre jours, en avance ou en retard, par rapport à l'époque moyenne. D'autres oiseaux

attendent un état favorable de l'atmosphère, le clair de lune, une certaine direction du vent : l'époque de leur migration dépend donc de circonstances étrangères à la température. Ainsi l'on aurait grand tort d'accorder une confiance aveugle à cette espèce d'indications.

73. Ce qui est vrai, c'est que la température est le grand mobile des phénomènes annuels; c'est que le développement général de la nature s'accélère quand la fin de l'hiver est douce et que la température s'élève régulièrement en mars et en avril; c'est qu'au contraire le réveil printanier se fait attendre, quand l'hiver est long et la hausse de la température tardive.

Afin de bien marquer cette dépendance, nous allons mettre sous les yeux de nos lecteurs les principaux traits d'un calendrier thermométrique de Belgique. Les phénomènes n'y sont pas rapportés à des dates, comme dans un calendrier ordinaire, mais à des températures. Lorsque le thermomètre que l'on observe à neuf heures du matin arrive au point indiqué, l'époque normale du phénomène est atteinte.

Seulement, nous l'avons dit, si le printemps a été tardif, il faudra que le thermomètre vienne un peu plus haut, quelquefois 2° ou même davantage, comme en 1845¹. En automne, au contraire, si l'été a eu de vives chaleurs, la maturité des fruits sera complète avant que

1. Consultez, au reste, sur le véritable mode d'action de la chaleur, la notice publiée par Ad. Quetelet dans l'*Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles*, année 1849.

le thermomètre soit tout à fait parvenu jusqu'au point que donne le tableau.

Enfin, quelques phénomènes qui sont plutôt dépendants de l'époque de l'année que de la température elle-même, resteront indiqués par leurs dates.

TEMPÉRATURE A 9 H. DU MATIN.	PHÉNOMÈNES NATURELS.
	Dès les premiers jours de février, l'alouette monte et commence à chanter, les cigognes passent vers le 20 du même mois.
4°	Les perdrix s'accouplent; le <i>erocis</i> printanier fleurit.
5°	La grenouille se réveille.
6°	Les moineaux commencent à se chamailler; le pêcher et la violette fleurissent.
	Les oies passent vers le 25 mars; les hirondelles arrivent aux premiers jours d'avril.
8° à 9°	Le poirier, le pommier, le cerisier fleurissent; les champs de colza se parent de leurs fleurs jaunes.
9°	C'est ordinairement par cette température qu'arrivent, du 15 au 20 avril, les rossignols, les grives et les cailles. C'est aussi au même moment que l'alose (<i>Clupea alosa</i>) remonte la Meuse.
10°	La luzerne commence à pousser. Le pissenlit dent-de-lion commence à fleurir dans les prés: l'épanouissement de ces fleurs dorées annonce que l'hiver est passé et que la température est assez élevée pour que la terre ne gèle plus.
11°	La vigne commence à pousser; les lilas et les fèves fleurissent. Les hannetons paraissent; les pêcheurs retirent les premiers maquereaux.
12°	L'épine blanche fleurit.
13°	Le sainfoin fleurit; le seigle fleurit.
14°	Le <i>mey-visch</i> (<i>Clupea finta</i>) arrive en masse dans l'Escaut. Le trèfle des prés fleurit; l'avoine, l'orge et le froment fleurissent; la digitale pourprée fleurit.

TEMPÉRATURE A 9 H. DU MATIN.	PHÉNOMÈNES NATURELS.
15°	Les fleurs de la vigne s'épanouissent.
16°	Les pois verts atteignent leur maturité.
17°	Les premières cerises sont mûres; les fèves de marais arrivent à maturité.
18°	Le sainfoin est mûr pour la première coupe; la bruyère commune fleurit.
19°	Les fruits d'été sont à maturité; les groseilles, les framboises et les fraises, les abricots et les prunes. Moisson de l'orge et du seigle. Le chanvre fleurit.
20°	Les pêches sont à maturité. Moisson du blé et de l'avoine.
22 ou 23°	Le chanvre est à maturité.
18°	Les noisettes sont mûres.
	Au commencement de septembre, les cigognes repassent. Vers le milieu du mois, les hirondelles commencent à se rassembler.
14°	Les grives repassent.
13°	Les noix et les raisins sont mûrs.
	Les hirondelles partent aux premiers jours d'octobre.
9°	Dans la seconde quinzaine d'octobre, où tombe d'ordinaire la température de 9°, les oies repassent du Nord vers le Midi.
6°	Les cailles achèvent de partir.

74. Ainsi, la végétation dépend de l'action solaire; mais le succès des cultures n'est pas seulement attaché aux progrès de la température, il dépend encore des points extrêmes par lesquels le thermomètre peut passer.

La vigne ne réussit qu'exceptionnellement en Belgique. Le vin qu'elle donne est toujours de médiocre qualité. L'étendue des plants est d'ailleurs bien limitée; à part quelques côteaux dans les environs de Dinant, de Huy et de Liège, on y a généralement renoncé. Au

contraire, dans les vallées du Rhin et de la Moselle, les vignobles forment une branche importante de culture, et leurs produits sont estimés. On fait dans la vallée de l'Ahr, qui n'est pas plus méridionale que Liège, un vin rouge excellent.

Faut-il en conclure que le climat de Coblençe et de Cologne est plus chaud que le nôtre? Nullement. Ce sont seulement les étés qu'il est permis ici de comparer. La maturité du raisin ne dépend que de la chaleur de cette saison. En Belgique, la température de juillet et d'août ne s'élève pas assez haut pour mûrir complètement ce fruit : il n'y a pas d'assez grandes chaleurs; la maturité du raisin n'est pas poussée assez vite. Aussi, les pluies viennent-elles souvent le surprendre avant qu'il soit tout à fait mûr. Il est manifeste que dans la vallée du Rhin les étés sont plus chauds.

Mais en hiver on observe précisément les rapports contraires. Les grands froids n'ont guère d'importance pour les plantes annuelles que l'on sème au printemps; mais s'ils atteignent une certaine limite, ils peuvent détruire les plantes vivaces qui passent l'hiver en pleine terre. Le murier blanc, par exemple, succombe toujours s'il a éprouvé une seule nuit — 25°.

Or, nous voyons persister en Belgique des végétaux vivaces qui ne résistent pas, sur le Rhin, à côté de ces vignes dont nous parlions tout à l'heure. Le houx est de ce nombre. Cet arbrisseau élégant et délicat se rencontre non seulement dans toutes nos vallées, mais même très haut dans l'Ardenne. Il végète encore au-dessus

de Spa, jusqu'à peu de distance du sommet des Fanges. A Cologne, cependant, il ne résiste point aux hivers rigoureux ni aux longs retards du printemps. Ainsi, nos étés n'ont pas d'aussi grandes chaleurs que ceux des provinces du Rhin, mais, d'un autre côté, nos hivers n'ont pas d'aussi grands froids.

75. Du printemps et de l'été dépendent le développement des plantes annuelles ainsi que la maturation des fruits. De l'hiver dépend l'existence même des plantes vivaces.

Le froid agit sur les végétaux en arrêtant le mouvement de la sève; par suite, les canaux se trouvent engorgés d'un côté et vides de l'autre; les tissus alors se désorganisent. Cet effet commence par les parties herbacées, pour gagner plus tard les parties ligneuses, et faire périr jusqu'au tronc lui-même. Les jeunes pousses du chêne résistent à la température de la formation de la glace, mais celles de la luzerne y périssent. En automne, les froids précoces des nuits détruisent les dernières pousses, surtout chez les légumineuses.

Au reste, la répétition fréquente de la gelée et du dégel a souvent un effet tout aussi désastreux que les froids vifs. Le terrain supérieur, en se gonflant par la gelée, se soulève et arrache les racines. La terre se pulvérise au dégel, et alors les racines demeurent nues et détachées du sol. La succession des petites gelées nocturnes, avec des dégels de jour, peut donc nuire à beaucoup de végétaux, qui bientôt jaunissent et meurent.

Le réchauffement trop prompt est une autre cause de destruction. Il est désirable qu'une plante gelée se réchauffe lentement. On voit, en effet, qu'après les petites gelées de février et de mars, le côté exposé au soleil souffre plus que celui qui est exposé au Nord. C'est l'effet du dégel trop subit qui l'atteint le matin.

Il ne faut donc pas se hâter de déterminer la chaleur générale d'un climat par les plantes qui réussissent et par celles que l'on ne peut cultiver. Ces différences dépendent de la nature des plantes, du rapport des saisons entre elles, du mode d'agir des gelées tardives.

Il serait par conséquent impossible de se former une idée parfaitement juste d'un climat, en parcourant le pays dans une seule saison. Il serait encore bien plus inexact d'appliquer à un pays tout entier les dates agricoles d'une seule localité. Qui ne sait, en effet, quelles sont les influences de l'exposition, de la nature du sol, de l'élévation des plateaux; influences qui peuvent aller jusqu'à proscrire d'une manière absolue certaines cultures ?

Telle plante, par exemple, qui ne souffrira pas de la gelée dans le sable parce que le sable est divisé, périra dans l'argile où la plaque supérieure se soulève. De même, les moissons qui viennent sur les terrains de craie blanche seront plus précoces, parce que les rayons solaires sont réfléchis par ce sol éclatant et retournent frapper l'épi.

Mais la cause la plus visible d'inégalité, c'est l'élévation générale du terrain. Plus on s'élève sur les

montagnes et plus il fait froid. Chacun peut vérifier ce fait en petit dans l'Ardenne. On sait combien les neiges y sont abondantes en hiver. Sur les hautes Fanges, entre Spa et Malmédy, elles ne sont pas encore toutes fondues au mois de mai.

76. Sous le rapport de la hauteur du sol au-dessus du niveau de la mer, on peut partager la Belgique en trois régions.

La première, ou la basse Belgique, renferme tout le pays au nord de la Sambre et de la Meuse, par conséquent les Flandres, le Brabant, la Campine, le Hainaut proprement dit et la Hesbaie. Charleroi, Namur et Liège sont sur la ligne de séparation. A la rive gauche de la Sambre et de la Meuse, les plaines ne vont que très exceptionnellement à 200 mètres d'élévation au-dessus du niveau de la mer.

La seconde zone, ou Belgique moyenne, se compose de l'Entre-Sambre-et-Meuse, du Condroz et du pays de Herve. Ici les plateaux sont généralement renfermés entre 200 et 300 mètres.

Enfin, la troisième zone est l'Ardenne, ordinairement comprise entre 400 et 500 mètres, avec des sommets de 600 mètres et même davantage.

Or, l'expérience a fait voir que les moissons éprouvent un retard de quatre jours pour cent mètres d'élévation. En prenant la zone basse pour point de départ, et toutes choses égales d'ailleurs, elles se feront donc huit jours plus tard dans la zone moyenne et quinze jours plus tard dans l'Ardenne. Dans cette dernière région, en effet, le

thermomètre se tient en moyenne 3° plus bas qu'à Bruxelles.

On voit à quelles erreurs on s'exposerait si l'on appliquait les mêmes règles au pays tout entier. On aperçoit, en particulier, pourquoi l'époque de l'ouverture de la chasse diffère selon les provinces. Des dates fixes, fondées sur les observations d'une seule année et d'une seule localité, ne pourraient rien nous enseigner.

C'est pourquoi nous avons préféré ordonner notre calendrier d'après les degrés du thermomètre. Il s'applique alors à tous les cantons et à toutes les années. Il n'est plus troublé que par les accès plus ou moins vifs de chaleur qui peuvent accidentellement pousser la végétation.

X. INFLUENCE DES HYDROMÉTÉORES ET DU VENT SUR LA TEMPÉRATURE.

77. Nous avons eu maintes fois l'occasion, dans les pages qui précèdent, de parler incidemment de l'influence exercée sur la marche du thermomètre par l'état nuageux ou clair du ciel, la pluie, le vent. Nous entrerons ici dans quelques détails au sujet de ces influences.

78. La présence ou l'absence des nuages, leur étendue, leur épaisseur, sont une des principales causes des fluctuations de la température pendant le jour. Si le soleil, après avoir brillé pendant un certain temps, vient à être caché par les nuages, on voit en été le thermomètre descendre aussitôt; en hiver, dans de semblables

circonstances, le mouvement du mercure est inverse. Si, au contraire, un ciel pur succède à un ciel couvert, le thermomètre éprouve en été une hausse, en hiver une baisse.

Cette différence qui s'observe entre les saisons, au sujet de l'état du ciel sur la température, s'explique de la manière suivante :

En été, l'influence du soleil est dominante; si l'astre brille, le thermomètre éprouve aussitôt les effets de sa présence; s'il est caché par les nuages, la température s'élève lentement, ou, si à un ciel pur succède un ciel couvert, un abaissement très sensible du thermomètre se produit.

En hiver, au contraire, le soleil agit faiblement; les fluctuations thermométriques sont dues principalement aux changements dans la direction du vent. Or, les courants venant de la mer, qui sont relativement chauds en hiver, amènent avec eux les nuages, tandis que les courants froids sont secs, et marquent leur passage en rendant le ciel très pur.

En été, la température moyenne d'un jour quelconque sera donc au-dessus ou au-dessous de la valeur normale, selon que le ciel aura été serein ou couvert durant l'espace de vingt-quatre heures.

En hiver, on trouvera un résultat opposé.

Le 22 juillet 1873, par exemple, la température moyenne de Bruxelles s'est élevée à 26°0, soit à 7°2 au-dessus de la température normale pour ce jour. Le soleil n'avait pas été caché un seul instant par les nuages.

Le 22 juillet 1875, le thermomètre s'est tenu trop bas de 1°4; mais le ciel avait été constamment nuageux.

Le 10 février 1874, ciel beau; température moyenne — 6°2, ou de 9° au-dessous de la valeur normale.

Le 19 janvier 1875, ciel couvert; le thermomètre marque 7°8 de plus que le chiffre normal.

79. L'aspect du ciel influe également sur l'instant du maximum et du minimum diurnes. S'il s'agit de l'été, le maximum a lieu plus tard et le minimum plus tôt par un ciel serein que par un ciel couvert; on observe le contraire en hiver.

L'absence de nuages, enfin, augmente l'amplitude de la variation diurne de température, c'est-à-dire l'écart existant entre le maximum et le minimum absolus d'un jour.

80. Après l'influence de l'état du ciel sur la température vient celle de la pluie, non moins accusée. Seulement, la première s'exerce constamment, tandis que la seconde n'est qu'accidentelle. Les recherches entreprises par Ad. Quetelet au sujet de cette dernière influence l'ont conduit aux résultats intéressants que voici : Pendant l'hiver, la pluie élève la température normale de 2°; elle l'abaisse, au contraire, de plus d'un demi-degré au printemps. L'abaissement subsiste encore, bien qu'un peu moindre, en été; puis la température normale est encore dépassée d'un demi-degré en automne. L'effet général produit sur l'année entière une élévation de 0°43 au-dessus de la température ordinaire.

Les pluies sont, en conséquence, comparativement

chaudes en hiver, froides en été. L'effet d'une pluie isolée est quelquefois assez grand pour produire sur le thermomètre une chute ou une hausse de 10°.

81. Le vent est également une des principales causes des variations de température. Tout le monde sait par expérience que le vent du Nord apporte le froid, le vent du Sud la chaleur. Mais cette loi n'est pas rigoureuse pour tout le cours de l'année. En hiver, les plus grands froids nous arrivent par des vents compris entre le N. et le NE., les poussées de chaleur par des vents d'entre S. et SW'. En été, les grandes chaleurs coïncident généralement avec des vents soufflant des régions comprises entre le S. et le SE., tandis que les vents froids coulent alors du NNW.

Un changement de vent occasionne parfois, dans l'intervalle de quelques heures seulement, des oscillations considérables de température. C'est ainsi que dans la nuit du 21 au 22 avril 1875, un vent de NE. ayant succédé au vent de SW. qui régnait dans la matinée du 21, le thermomètre descendit à Bruxelles à + 4°3, alors que dix-sept heures auparavant il indiquait + 21°8. En Angleterre, le même phénomène se produisit, et dans des proportions plus remarquables encore. En certains endroits, l'abaissement de température atteignit 22° environ.

1. La lettre W. signifie Ouest. — Voir page 108.

XI. CONCLUSION.

82. Tous les grands phénomènes de la physique du globe concourent, en chaque point de la terre, à former le climat. C'est le climat qui règle les productions et les cultures, qui arrête les propagations des plantes, qui s'oppose aux migrations des animaux; par suite, c'est aussi le climat qui détermine les travaux de l'homme. Chaque grande région naturelle du globe présente un type propre, des produits originaux et une industrie distincte.

83. Différentes causes concourent à l'adoucissement du climat de nos régions.

En vertu de ce fait que les terres s'échauffent plus que l'eau, les vents qui ont passé au-dessus des masses continentales apportent relativement plus de chaleur. La température augmente, dans notre hémisphère, quand les vents du Sud ont traversé une grande étendue de continents. C'est ainsi que l'occident de l'Europe, qui reçoit des vents du Sud qui ont passé au-dessus des régions brûlantes de l'Afrique, est plus tempéré que la Chine, dont les vents du Midi viennent de la mer (voyez page 66).

Les courants de l'Océan, qui traversent différentes zones en conservant une partie de leur température, concourent aussi à modifier les climats. C'est à l'influence de la grande veine liquide du Gulf Stream, formée dans les mers chaudes du Mexique, et qui vient mourir sur

les côtes des Iles Britanniques et de la Norvège, qu'il faut attribuer la douceur des hivers dans ces contrées. Dans certaines parties du Cornouailles et du Devonshire, les myrtes, les camélias, les fuchsias passent l'hiver en pleine terre, bien que leurs fruits ne mûrissent pas en été.

Les courants de l'atmosphère ou les vents influent puissamment sur la distribution de la température. Le courant supérieur du Sud-Ouest, qui vient des régions tropicales, réchauffe nos climats. Sur les côtes occidentales, c'est un vent de mer, chargé d'humidité, dans lequel le refroidissement forme des nuages aussitôt qu'il pénètre au-dessus du continent. Ces nuages s'opposent au rayonnement nocturne, et adoucissent ainsi les froids de l'hiver. Sur les côtes orientales, au contraire, les vents du Sud-Ouest sont des vents de terre, des vents secs, par lesquels l'atmosphère reste sereine.

La nature du terrain est une dernière cause d'inflexion des lignes isothermes. Les contrées sèches sont plus chaudes que les contrées marécageuses, dans lesquelles l'évaporation des eaux absorbe une portion de la chaleur. Les contrées cultivées sont plus chaudes que les contrées boisées, parce que les masses de feuillage développent l'évaporation pendant le jour et rayonnent le calorique avec force pendant la nuit. Sur les côtes septentrionales de la Sibérie, le rivage est plus libre et les glaces sont moins persistantes le long des parties qui ont reçu quelque culture. Les forêts ont aussi pour effet d'accroître la circulation des eaux en augmentant l'évaporation, et

par suite la quantité de pluie. Les rivières, suivant une remarque déjà faite par *Linné*, sont plus nombreuses et plus abondantes dans les contrées sauvages que dans les contrées cultivées.

84. Si la température est adoucie par le confinement à des terres tropicales, par l'exposition à des courants chauds de la mer, par le contact de la nappe atmosphérique qui marche de l'équateur vers les pôles, enfin par un sol desséché et cultivé, la température est, au contraire, abaissée par les conditions inverses. De là les inflexions des lignes isothermes, et les différences des climats à égalité de latitude. Le degré de l'humidité, la direction dominante des vents, concourent encore à diversifier les climats.

Nous sommes conduits ainsi à entrer dans une foule de considérations locales, dont il faudra chercher pour chaque point l'effet résultant. Mais quand on examine les phénomènes climatologiques dans leur ensemble, ce qui nous frappe, c'est la vaste circulation qui existe dans l'atmosphère et dans la mer. Au moyen de cette circulation, chacune de ces enveloppes est continuellement brassée, et les altérations locales de sa constitution s'effacent. C'est ainsi que l'atmosphère de nos villes est purifiée sans cesse par les vents qui apportent l'air des campagnes. En même temps, les nappes mobiles qui se meuvent dans l'air et dans l'eau réchauffent les régions polaires en y transportant la chaleur des tropiques, et tempèrent les contrées équatoriales, en y portant la fraîcheur des hautes latitudes. L'effet de cette grande

circulation au sein des éléments fluides est donc de rétablir l'ordre troublé, de s'opposer aux écarts extrêmes, et de faire régner une certaine unité sur toute la surface du globe.

CHAPITRE II.

PRESSIION 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-

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



Figure 8.



Figure 9.

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 par 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.

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



Fig. 10.

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.

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



Fig. 12.

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^e 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.

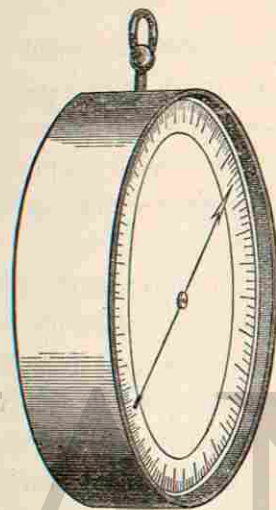


Figure 14.

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^{mm} 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

α.

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^{mm} et 780^{mm}, 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 Dorés, 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 *Glaisier* 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^{mm}28. A Bruxelles, par 51° de latitude, elle n'est déjà plus que de 0^{mm}61, et à Bossekop, par 66°58' N., elle est de 0^{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 ^{mm} 57
Été	0 ^{mm} 50
Printemps	0 ^{mm} 67
Automne	0 ^{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^{mm}60 en hiver ;

755^{mm}47 au printemps ;

756^{mm}67 en été ;

755^{mm}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 dissimulables.

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.

CHAPITRE III.

DU VENT.

I. REMARQUES GÉNÉRALES.

103. Le vent est de l'air qui coule.

L'air est toujours présent autour de nous ; mais sa légèreté et son invisibilité nous le dérobent, aussi longtemps qu'il ne nous frappe pas dans son mouvement. Il devient seulement sensible quand il coule, ou quand nous fendons sa masse avec vitesse. Lorsque nous sommes, par exemple, à la course ou dans une voiture découverte d'un train de chemin de fer, nous frappons l'air dans notre marche, et nous ressentons sa résistance. Dans l'autre cas, c'est l'air qui nous frappe, et nous disons : « il fait du vent ».

L'air est un fluide, comme l'eau ; seulement il est beaucoup plus subtil et plus transparent. Suivant une comparaison d'une extrême justesse, nous vivons dans l'air comme les poissons vivent dans l'eau. Un temps calme est l'équivalent d'une eau tranquille. Les vents représentent les courants.

Il y a, au milieu de la mer, d'immenses fleuves qui

entraînent les vaisseaux à la dérive, et qui sont séparés les uns des autres par des masses d'eau immobiles. Ces fleuves intérieurs de la mer sont l'image fidèle des vents. Comme eux, les fleuves aériens se meuvent au milieu de la masse générale de l'air. Comme eux, ils entraînent à la dérive les corps flottants, les feuilles des arbres, les nuages, les ballons que nous voyons lancer dans les fêtes publiques.

De même que les courants de la mer poussent le sable de son lit, de même les vents, ou les courants de l'air, fouettent les arbres et entraînent les poussières légères. Les courants de l'océan mélangent les eaux entre toutes les parties du globe ; ils égalisent la température et la salure des zones : c'est comme un immense brassage naturel. Les courants de l'air font le même office dans l'atmosphère. Ils entraînent l'air vicié des villes vers les campagnes, où il s'épure. Ils lavent, pour ainsi dire, la surface du globe. Et ce brassage est si complet que les chimistes trouvent à l'air sensiblement la même composition, dans quelque endroit qu'ils le recueillent.

L'influence des vents consiste encore, et surtout, à élever ou à abaisser la température, à apporter la sécheresse ou l'humidité. Si la chaleur solaire, régulière et permanente dans ses effets, est l'élément fondamental des climats, les mouvements des masses atmosphériques sont la principale origine des variations passagères.

104. Il faut considérer dans les vents deux éléments distincts : la direction et la vitesse.

DIRECTION DU VENT. — La direction du vent s'obtient

de plusieurs manières : quand on veut l'observer régulièrement, comme on le fait dans les observatoires, on se sert de la girouette. Pour plus d'exactitude, on rend mobile la tige ou axe de cet instrument, et l'on peut noter à chaque instant la direction du vent, de l'intérieur même du bâtiment au-dessus duquel elle est placée, au moyen d'une aiguille attachée à cette tige, et qui parcourt un cadran.

Le sens des mouvements de l'air près du sol est aussi indiqué par la fumée des cheminées, et quant aux courants des hautes régions de l'atmosphère, on observe leur marche par celle des nuages.

105. Pour désigner les différents points d'où peut souffler le vent, on suppose l'horizon partagé en seize parties égales, auxquelles on applique respectivement les dénominations et signes conventionnels suivants :

Nord	N.
Nord-Nord-Est	NNE.
Nord-Est	NE.
Est-Nord-Est	ENE.
Est	E.
Est-Sud-Est	ESE.
Sud-Est	SE.
Sud-Sud-Est	SSE.
Sud	S.
Sud-Sud-Ouest	SSW.
Sud-Ouest	SW.
Ouest-Sud-Ouest	WSW.

Ouest	W.
Ouest-Nord-Ouest	WNW.
Nord-Ouest	NW.
Nord-Nord-Ouest	NNW.

Autrefois l'Ouest était représenté en français par un O.; mais les météorologistes sont convenus récemment de remplacer cette lettre par un W., afin de mettre de l'uniformité dans les indications employées dans les divers pays.

106. FORCE OU VITESSE DU VENT. — La force ou vitesse du vent se mesure de plusieurs manières. S'il s'agit des courants supérieurs, on déduit leur vitesse du mouvement plus ou moins rapide des nuages. Pour les vents inférieurs, on peut estimer leur force à l'aide d'instruments particuliers ou par l'action qu'ils exercent sur le corps ou sur des objets flexibles, tels que les feuilles et les branches des arbres, ou les arbres eux-mêmes. Dans ce dernier cas, on est convenu d'indiquer

le calme complet de l'air par le chiffre 0,	
un vent faible	1,
un vent modéré	2,
un vent fort	3,
vent très fort (bourrasque)	4,
la tempête	5,
et l'ouragan	6.

Ces mêmes chiffres s'appliquent à la vitesse des nuages : 0 désigne un état stationnaire ou un mouvement extrêmement lent, à peine appréciable; 6, une

très grande rapidité, telle qu'on en observe seulement pendant les tempêtes. Les chiffres 1, 2 ... 5 indiquent les vitesses intermédiaires entre ces deux valeurs extrêmes.

107. Parmi les instruments qui mesurent l'intensité du vent, les uns font connaître sa *force*, les autres sa *vitesse*.

On mesure la force en présentant au courant aérien une plaque d'une certaine surface, qui appuie contre un ressort. La contraction du ressort montre à chaque instant la force du vent. On se sert aussi d'un tube recourbé en forme d'U, terminé par un bec horizontal à l'une de ses extrémités.

Ce tube est rempli d'eau et une échelle graduée est fixée entre les deux branches A et B. Lorsque l'air est parfaitement calme, le niveau du liquide est le même dans A et B; mais dès que le vent se met à souffler, l'air est chassé avec plus ou moins de force dans le tuyau C et il vient presser la surface de

l'eau en B. Celle-ci cède sous l'effort et l'on voit alors le liquide monter dans le tube A, d'autant plus que l'action du vent a été plus énergique. La grandeur de ces déplacements peut s'observer à chaque instant au moyen de l'échelle graduée.

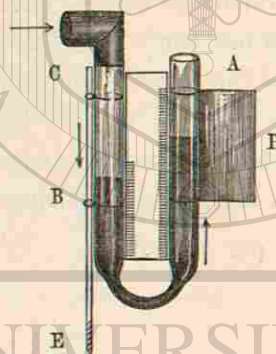


Figure 15.

La plaque P sert de girouette et tout l'appareil tourne autour de l'axe E.

108. L'instrument dont on se sert généralement pour apprécier la vitesse du vent se compose d'une tige verticale, au sommet de laquelle sont fixés horizontalement deux barres se coupant à angles droits, et terminées de chaque côté par une demi-sphère creuse ou coupe. La tige pouvant tourner librement sur elle-même, dès que

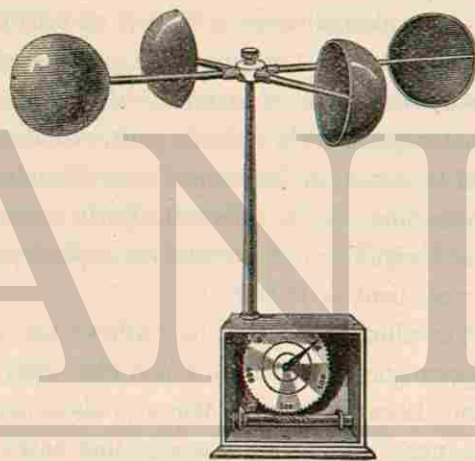


Figure 16.

l'air coule il pousse successivement devant lui les quatre coupes, et leur imprime un mouvement de rotation dont la rapidité, comme on le conçoit, est proportionnelle à la vitesse même de l'air. Un engrenage participe à toutes les révolutions de la tige et les transmet à l'aiguille d'un cadran. (Ces pièces se voient dans la boîte

qui supporte l'appareil.) On peut obtenir de la sorte, pour un temps donné quelconque, la longueur de la distance parcourue par le vent.

109. Nous venons d'examiner les divers moyens d'observer la direction du vent et de mesurer sa vitesse. Il serait intéressant d'étudier maintenant comment se comportent les courants aériens sous ces deux aspects. Avant d'aborder cette étude, il est une question, cependant, à laquelle nous chercherons à répondre, parce qu'elle s'offre naturellement à l'esprit et mérite qu'on s'y arrête un instant. Cette question peut se résumer dans ces mots : *Quelle est la cause du vent ?*

Demander quelle est la cause du vent, c'est demander quelle est la raison qui détermine l'air à s'écouler d'une région vers une région différente. Cette raison n'est autre que l'inégalité de la pression atmosphérique dans les différents lieux de la terre.

Quand on allume un foyer, l'air s'élève par la cheminée, parce que la chaleur l'a rendu plus léger. Il se forme donc là une diminution dans le poids de la couche aérienne, une sorte de vide. Aussitôt une autre masse d'air afflue de tous côtés vers l'embouchure, afin de remplacer celle qui s'engage dans le conduit et qui s'élève. Il s'établit un *appel*. Tout le monde sait que c'est là non seulement le principe de nos cheminées ordinaires, mais aussi celui des foyers d'aérage des mines, qui par leur appel forcent l'air corrompu des galeries à remonter au jour, et déterminent, dans les travaux souterrains, une ventilation légère, dont on

s'aperçoit fort bien à l'inclinaison de la flamme des lampes.

Le même principe règne pour tous les fluides en général. Quand on ouvre la vanne d'un moulin, l'eau du réservoir se précipite par le passage, parce qu'elle est entraînée par son poids. Tout près de l'ouverture, le courant est rapide; plus loin, il devient moins sensible; mais la masse entière n'en est pas moins *appelée* vers la décharge, par le vide qui s'y fait sans cesse. C'est l'exemple de ce qui se passe dans l'air.

Si l'atmosphère avait partout et toujours la même densité, en d'autres termes, si tous les baromètres établis à la surface du globe donnaient continuellement les mêmes indications, les vents nous seraient inconnus. Il n'y aurait pas de motif pour qu'une masse d'air se transportât dans un sens ou dans l'autre. Mais il s'en faut de beaucoup que tous les baromètres soient d'accord, même pendant un instant très court et sur un espace restreint; un grand nombre de causes tendent à détruire sans cesse l'équilibre de l'atmosphère, ou plutôt à maintenir son état d'instabilité, car l'équilibre atmosphérique est un phénomène irréalisable.

Parmi les agents les plus énergiques et les plus actifs qui concourent à troubler constamment la distribution des pressions barométriques, il faut citer en premier lieu la chaleur. Chaque fois qu'une région quelconque est plus échauffée que celles qui l'entourent, l'air y devient plus léger, il s'élève, et, arrivé à une certaine hauteur, il se déverse sur les contrées voisines. Le

pois de ces nouvelles couches aériennes, s'ajoutant à celles qui existent déjà sur ces contrées, y fait évidemment monter le baromètre, tandis qu'il baisse à l'endroit échauffé, d'où ces couches d'air sont parties. De là inégalité dans les pressions atmosphériques, de là appel d'air vers la région plus chaude. C'est, en grand, la reproduction de ce que nous avons constaté pour le *tirage* de nos foyers.

Le froid produit les mêmes effets, mais en opérant d'une manière opposée. Comme il contracte les corps, chaque fois qu'une source de froid agira sur une portion de l'atmosphère, celle-ci se contractera, c'est-à-dire prendra un volume moindre, et le vide formé de la sorte dans le haut de l'enveloppe aérienne sera bientôt comblé par l'air environnant. L'*appel*, au lieu de se faire de bas en haut comme pour la chaleur, s'opère ici de haut en bas. On a exactement le cas d'une vanne et d'une chute d'eau, on a une véritable chute d'air. La pression barométrique augmentera donc où cette chute se produira, et elle diminuera au contraire aux endroits où se fera l'appel.

L'évaporation est une autre cause de changements dans la distribution des pressions; elle fait entrer dans l'atmosphère un nouvel élément qui en modifie la tension : nous voulons parler de la vapeur d'eau, dont le poids s'ajoute à celui de l'air, conformément à la loi des mélanges gazeux.

Plus tard, la condensation de cette même vapeur d'eau, ou sa précipitation sur le sol sous forme de pluie,

de neige, de grêle, troublent de nouveau l'équilibre atmosphérique.

Voilà assez de faits pour expliquer les modifications incessantes qui se présentent dans l'état d'équilibre de l'air. Ces modifications conduisent toutes au même résultat, qui est de partager l'atmosphère en zones à haute pression barométrique, et en zones à faible pression. A la surface du sol, l'air s'écoule donc des premières vers les secondes, il s'établit un échange tendant à uniformiser les pressions. Telle est la cause des mouvements qui s'opèrent dans la masse aérienne; telle est la cause du déplacement, du voyage de ses parties; en un mot, telle est la cause du vent.

II. DIRECTION GÉNÉRALE DES VENTS.

110. Des premières idées théoriques exposées dans le paragraphe précédent résultent sur-le-champ plusieurs conséquences. On voit d'abord que la direction habituelle du vent, dans un endroit quelconque, est déterminée par la position de ce point vis-à-vis des zones à hautes et à basses pressions. Si ces dernières se montrent généralement au Nord de l'endroit considéré, le vent y soufflera plus fréquemment du S. que de toute autre région; si c'est au midi qu'elles s'établissent de préférence, la girouette de notre poste d'observation prendra le plus souvent la direction du N., et ainsi de suite. Toujours, la distribution des zones atmosphériques où existe un vide où un trop-plein d'air règlera la marche

des courants sur les contrées voisines de ces zones.

111. Avant d'aller plus loin, il est une remarque importante à faire au sujet de la direction que prend un courant aérien, suivant qu'il a son origine au sud ou au nord du centre d'attraction, du foyer d'appel. Si le globe terrestre était en repos, une particule d'air marchant de l'équateur vers le pôle, par exemple, se dirigerait exactement du S. au N., en d'autres termes parcourrait un arc de grand cercle; le cas serait identique pour une molécule d'air descendant du pôle vers l'équateur; elle marcherait N.-S. Mais la terre est animée d'un mouvement extrêmement rapide, que partage sans doute l'atmosphère qui l'entoure; le choc des objets terrestres contre la masse aérienne serait d'une violence destructive si l'atmosphère ne se mouvait pas avec la terre. D'autre part, les différents parallèles du globe n'ont pas la même vitesse de rotation. La circonférence parcourue chaque jour est beaucoup plus grande à l'équateur que sous les latitudes élevées. Chaque point de l'équateur tourne avec une vitesse de 463 mètres à la seconde; à 60° de latitude, cette vitesse n'est plus que la moitié de ce nombre, soit 231 mètres, et au pôle elle est nulle. Si nous supposons donc, sur notre hémisphère, l'air des régions équatoriales attiré vers le pôle, il rencontrera successivement des parallèles dont la vitesse de rotation diminue sans cesse. Et comme il atteint chaque zone successive avec la vitesse qu'il avait prise sous la zone précédente, il est toujours en avance sur la vitesse de rotation du parallèle où il arrive. Au lieu de

marcher S.-N., il prendra évidemment la direction SW.-NE. et au lieu d'arriver droit au foyer d'appel, il passera à l'est de ce point. Le même raisonnement appliqué à une masse d'air dirigée du N. vers le S., nous montrera qu'elle passera à l'ouest du centre d'attraction, lorsqu'elle aura atteint le parallèle où ce centre est fixé. Son mouvement se fera donc suivant la ligne NE.-SW. et non S.-N.

En résumé, les transports aériens qui s'accomplissent entre des zones à pression barométrique élevée et à pression barométrique plus faible ne suivent pas le chemin le plus direct pour arriver à rétablir l'équilibre atmosphérique. Nous venons de voir qu'ils inclinent toujours vers la droite du centre des basses pressions. Une fois arrivés à la hauteur de ce centre, l'espèce d'attraction que celui-ci exerce sur eux ne se fait plus du S. au N., ou vice versa, mais évidemment de l'E. à l'W. et de l'W. à l'E. Mais ici encore se produit une déviation dans la marche des masses d'air; la vitesse de translation dont elles sont animées, combinée avec l'attraction vers le foyer d'appel et avec la force centrifuge, leur assigne pendant un certain temps un mouvement circulaire autour de ce foyer, dont elles se rapprochent de plus en plus. Lorsqu'enfin elles l'ont atteint, on constate que pour y arriver elles ont dû décrire de véritables spirales. Les figures de la page suivante donnent une parfaite idée de ces mouvements.

Sur l'hémisphère sud, les spirales inclineraient à gauche du centre A, comme on le conçoit sans peine.

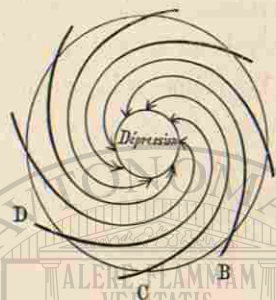


Figure 17.

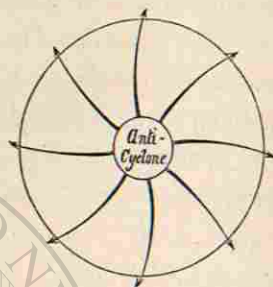


Figure 18.

112. Les principes établis ci-dessus permettent de rendre compte de la fréquence relative des vents dans les diverses régions du globe. Prenons notre pays pour exemple : en hiver, à de rares exceptions près, le vent qui y domine constamment est celui du SW.; au printemps et en été, au contraire, le vent de NE., directement opposé au SW., dispute la prépondérance à celui-ci. Or, ceci s'accorde parfaitement avec la théorie, car en hiver les faibles pressions barométriques occupent d'une manière presque permanente le N. de notre pays, tandis que dans la saison chaude, elles couvrent souvent les contrées qui sont au S.

III. ORDRE DE SUCCESSION DES VENTS.

113. DÉPRESSIONS ET ANTICYCLONES. — Avant d'aborder la question de la succession des vents, il importe d'indiquer quels sont les noms sous lesquels on désigne en météorologie les zones à pression barométrique

faible, c'est-à-dire où il y a déficit d'air, et celles à pression barométrique élevée, où l'air est en excès. Ces expressions devant revenir souvent dans les chapitres qui vont suivre, il est préférable d'employer un seul mot, afin de rendre les explications plus concises.

Les zones à pression faible s'appelaient autrefois « cyclones », du grec κύκλος, « cercle », parce que l'on y supposait à l'air un mouvement circulaire; ce terme est peu employé aujourd'hui; on le réserve pour désigner certaines tempêtes de l'Océan indien, et, en Europe, on lui préfère celui de *tourbillon*, ou de *dépression*; ce dernier surtout est usité, car il fait naître à l'esprit l'image d'un creux, d'un vide, qui existe au figuré dans les zones à basse pression. C'est le mot que nous emploierons.

Quant aux régions où la pression atmosphérique est forte, on les appelle par opposition *anticyclones*.

114. Si les dépressions et les anticyclones occupaient toujours les mêmes endroits de la surface du globe, les vents souffleraient partout du même point de l'horizon pendant l'année entière. Pour une localité située exactement au S. d'une dépression, par exemple, la girouette y serait continuellement tournée vers le SW., d'après la loi des échanges aériens entre les anticyclones et les dépressions, formulée dans le paragraphe précédent; pour une localité située au N., le vent conserverait constamment la direction NE. Puisque les vents n'ont pas cette régularité, tout au moins dans nos contrées, nous devons admettre que les dépressions et

les anticyclones se déplacent; c'est en effet ce que nous apprend l'observation.

Ce premier point établi, il reste à expliquer un phénomène remarquable que présente chez nous — et aussi dans les pays qui nous entourent — la direction du vent. Sous nos latitudes, la direction du courant aérien indiquée par la girouette varie sans cesse. Cependant, malgré des oscillations nombreuses, on peut reconnaître que ces changements de direction ne sont pas soumis aux caprices du hasard, mais qu'ils s'effectuent d'une manière régulière et dans un ordre de succession parfaitement déterminé, généralement de même sens. Si le vent souffle d'abord de l'E. et qu'il arrive, au bout d'un certain temps, à souffler de l'W., c'est ordinairement par le S. qu'il a passé dans l'intervalle; et pour revenir à l'E. il passera ensuite par le N. En sorte que la girouette tourne lentement sur elle-même, toujours dans le même sens, accomplissant un nombre de rotations plus ou moins grand dans une année.

Ce mouvement de la girouette s'exécute dans le sens de la marche apparente du soleil. Pour nous, elle va de l'E. au S., à l'W. et au N., pour revenir à son point de départ. Dans l'hémisphère opposé, la direction du mouvement est inverse.

Mais le temps que la girouette demeure dans le voisinage de chaque point cardinal est fort différent. Tandis que les vents d'E. et de SE. sont rares dans nos climats, les vents d'W et de SW. règnent une grande partie de l'année.

115. Tous ces faits s'expliquent aisément si l'on envisage la marche des dépressions atmosphériques et des anticyclones en Europe, et notamment la marche des premières, parce qu'elles règnent plus fréquemment sur nos régions. En général, celles-ci nous arrivent de l'Océan atlantique par le SW. de l'Irlande; elles longent ensuite les côtes occidentales de cette île, puis celles de l'Écosse et de la Norvège, et elles disparaissent au N. du continent par la Laponie; souvent aussi, après avoir atteint le golfe de Bothnie, elles descendent sur l'Europe centrale et se dirigent soit vers la Méditerranée, soit vers la mer Noire.

Si nous reportons un instant notre pensée sur ce qui a été dit de la circulation des vents autour d'un appel d'air ou dépression (page 116), et si nous jetons un coup d'œil sur la figure explicative 17, nous reconnaissons facilement que pour toute localité située au SE. d'une dépression, le vent doit souffler du S. C'est ce qu'on observe à Bruxelles, par exemple, lorsqu'une zone de faibles pressions barométriques aborde l'Europe par la pointe SW. de l'Irlande; puis quand la dépression a atteint le nord de l'Écosse, la girouette indique à Bruxelles le SSW.; quand elle est près des côtes de Norvège, le vent de SW. se déclare.

Continuant à suivre la dépression dans sa course, nous voyons le vent passer successivement à l'W., au NW., au N. et au NE., selon que l'appel d'air occupe soit le golfe de Bothnie, soit le nord de l'Allemagne, l'Allemagne centrale ou enfin l'Autriche.

Si la dépression s'éloigne ensuite du côté de la Russie, mais qu'il s'en montre une nouvelle, — sur le golfe de Gascogne par exemple, — le vent va continuer sa rotation par l'E. et le SE., pour atteindre ensuite au S. et recommencer son tour d'horizon comme précédemment.

Ces divers changements de direction du vent sont conformes à ce que nous enseigne la figure 17, où la dépression est représentée par le petit cercle central et les différentes positions de Bruxelles vis-à-vis d'elle par les points B, C, D, ..., etc.

116. Parfois le vent, après avoir soufflé pendant un temps assez notable du même côté, saute brusquement du côté opposé et y reste avec la même persistance. Ce phénomène a lieu chaque fois que le poste d'observation se trouve sur la trajectoire d'une dépression.

Pour mieux préciser les faits, représentons-nous une dépression sur l'Angleterre, se dirigeant en droite ligne vers Bruxelles. Aussi longtemps qu'elle se trouvera à gauche de cette ville, la girouette indiquera le S. dans celle-ci, puisque l'appel d'air occupe constamment la même position relative (au NW.) vis-à-vis de Bruxelles. Mais à peine la dépression aura-t-elle dépassé le lieu d'observation, que nous verrons la girouette passer sans transition au N. et s'y maintenir jusqu'au moment où le mouvement atmosphérique changera de direction ou bien cessera d'étendre son action sur Bruxelles.

117. Jusqu'ici nous avons considéré de quelle manière se comporte la direction du vent dans un endroit donné, lorsque les dépressions se meuvent au-dessus de ce point

(c'est-à-dire à une latitude plus élevée) ou rencontrent ce point. Il nous reste à examiner ce qu'elle devient quand les dépressions passent au-dessous du point considéré. Le problème sera facile à résoudre.

Les dépressions, avons-nous dit, avancent presque toujours sur notre continent du SW. au NE. Supposons un instant qu'il s'en montre une en Espagne, puis étudions les oscillations de la girouette de l'Observatoire de Bruxelles à mesure que ce foyer d'appel pénètre en Europe par la France, la Suisse, la Bavière, etc. A son apparition sur la péninsule ibérique, le vent aura chez nous la direction E.; il tournera ensuite successivement au NE. et au N., aussitôt que la dépression aura atteint le midi de la France, puis la Bohême. Ces changements s'expliquent très simplement par l'examen de la figure avec laquelle nous sommes déjà familiarisés. Mais nous observons immédiatement, ici, que la rotation de la girouette ne se fait plus suivant la marche du soleil; elle s'accomplit d'une manière entièrement opposée, de l'E. à l'W. par le N. C'est ce que l'on appelle la *rotation inverse* du vent, par opposition à la rotation directe, qui est de même sens que le mouvement apparent du soleil.

118. Les anticyclones donnent lieu aux mêmes mouvements de la girouette; s'ils passent de l'W. à l'E., à une latitude plus élevée que le poste d'observation, on voit le vent, primitivement au NE., virer successivement à l'E., au SE., puis au S. : donc rotation directe.

Un anticyclone marchant au-dessous du point considéré produit un effet contraire; du S., où elle se trouvait

d'abord, la girouette tourne au SE., à l'E. et au NE., c'est-à-dire en rotation inverse. Mais les anticyclones se meuvent aussi bien de l'E. à l'W. que de l'W. à l'E. (ce qui se présente très rarement pour les dépressions); la rotation du vent peut donc être ou directe ou inverse, pour un anticyclone passant au-dessus de la station ou au-dessous : le sens de cette rotation dépend à la fois de la direction et de la position du météore.

119. En Belgique, la girouette fait un certain nombre de rotations par année, et la plupart sont directes; les rotations inverses ou rétrogrades sont rares; elles ont lieu principalement en été.

A certaines époques, les changements de vent paraissent fort irréguliers; on voit alors la girouette tourner d'abord avec le soleil d'une petite quantité, puis rebrousser chemin, reprendre ensuite sa marche directe, être soumise en quelque sorte à une lutte de deux influences contraires qui prennent tour à tour le dessus. Ce sont ces époques que l'on caractérise par le nom de *variabilité des vents*. Elles forment des périodes critiques dans l'année.

IV. VENTS SUPÉRIEURS.

120. Les vents dont nous venons de faire l'étude sont ceux qui se produisent à la surface ou près du sol. La girouette nous les indique constamment. Mais ces vents ne sont pas les seuls qui nous révèlent les mouvements

de l'atmosphère; jetons un regard au-dessus de nos têtes, et nous verrons d'autres indices de la circulation aérienne, mais dans des régions beaucoup plus élevées que celles où se meut la girouette. Ces indices sont les nuages. Jamais ils ne sont immobiles; ils semblent parfois stationnaires, mais ce n'est qu'une illusion, due à la grande hauteur à laquelle ils se trouvent; le plus souvent, on les voit courir avec rapidité, se choquer les uns contre les autres, en suivant tous une même direction. Quelle est la force qui les pousse? C'est le vent. C'est la même force qui permet au ballon de fendre l'espace, qui lui fait parcourir des distances parfois considérables dans un court laps de temps; si l'air ne le chassait pas devant lui, il n'aurait d'autre mouvement que celui qui le fait s'élever verticalement au-dessus de son point de départ. Il existe donc des courants aussi bien dans les hautes régions de l'atmosphère que dans celles où nous nous trouvons plongés; seulement, nous ne pouvons étudier les premiers aussi aisément et avec autant de suite que ceux des régions inférieures. Le ciel ne renferme pas toujours des nuages, et quand il en existe, il est quelquefois difficile de noter le sens de leur mouvement. On a pu cependant, grâce à un vaste système d'observations étendu à la surface entière de l'Europe, reconnaître les lois principales auxquelles obéissent ces vents supérieurs. La plus importante de ces lois est la suivante : Au-dessus d'un minimum barométrique ou dépression, l'air des couches élevées de l'atmosphère se meut en spirales divergentes et se porte vers les zones

à maxima barométriques ou anticyclones. C'est exactement le contraire de ce qui s'observe près du sol ; là on voit, en effet, l'air s'échapper des anticyclones pour se porter vers les centres de dépressions, et décrire dans sa course des spirales convergentes (n° 111). Cependant, les mêmes principes de l'équilibre des gaz expliquent ces deux aspects différents de la circulation atmosphérique. A l'endroit où règne une dépression, l'air est plus léger que sur les régions voisines ; il s'élève donc en vertu de cette légèreté spécifique et son mouvement ascensionnel continue jusqu'au moment où il atteint des couches aériennes de densité moindre que la sienne. La masse aérienne ascendante presse alors les masses qui l'entourent, celles-ci lui offrant peu de résistance, puisqu'elles possèdent une tension moins forte, et qu'elles sont attirées, d'autre part, par le vide formé au-dessus de l'anticyclone. L'air supérieur de celui-ci descend, on le conçoit, à mesure que sa partie inférieure s'affaiblit pour alimenter la dépression. Les afflux d'air successifs qui parviennent au centre de cette dernière se comportent tous de la manière décrite ci-dessus, c'est-à-dire que tous sont poussés vers les régions supérieures, et ainsi s'établit, entre les zones à maxima et à minima barométriques, un double échange continu ; dans le bas de l'atmosphère, comme nous l'avons vu déjà, il a lieu des zones à maxima vers celles à minima, dans le haut il se produit dans le sens inverse.

La rotation de la terre, enfin, exerce son influence des deux côtés, en dirigeant les divers courants suivant

des spirales divergentes ou convergentes, selon qu'on les considère comme émanant des anticyclones ou atteignant les dépressions formées dans l'atmosphère.

V. ANCIENNE THÉORIE.

121. Nous ne pouvons terminer le chapitre de la direction du vent, sans dire quelques mots de la théorie généralement adoptée, autrefois, pour rendre compte de tous les mouvements de l'air. Si elle ne satisfait plus à l'ensemble des faits observés, elle n'en conserve pas moins le mérite d'avoir beaucoup aidé à l'étude de la marche du vent, et sous certains rapports, du reste, elle est encore exacte.

D'après cette ancienne manière de voir, tous les mouvements aériens sont dus à une cause unique : l'échauffement considérable des régions équatoriales. Les pays chauds font sans cesse l'office d'un foyer qui appelle l'air pour le pousser en haut, et les pays froids font l'office d'une vanne de décharge, qui l'appelle pour le précipiter en bas. De ces principes résulte comme première conséquence la superposition des vents chaud et froid, celui-ci coulant à la surface du sol, le premier dans les régions élevées de l'atmosphère. Ces deux courants étaient les seuls admis pour le globe entier ; ils portaient le nom de *vents essentiels*, pour les distinguer des vents accidentels que des inégalités locales de température devaient produire par intervalles.

Pour expliquer la succession des vents (rotation

directe) telle qu'on l'observe dans nos climats, on admettait que le courant chaud, en approchant de nos contrées, s'inclinait vers le sol par suite de son refroidissement sous l'influence du courant froid des régions polaires. Les deux grands fleuves d'air marchant en sens opposé ne se trouvaient plus alors précisément l'un au-dessus de l'autre; ils se pénétraient, et, par suite, coulaient côte à côte. Telle était l'origine assignée aux deux courants essentiels qui dominent dans l'Europe occidentale. Quant aux vents accidentels, on les faisait naître de la combinaison même de ces vents primitifs. Là où ces derniers se touchent, disait-on, il doit exister une sorte de tourbillon, de *remous*, comme on en observe dans les tournants des rivières. En supposant que le courant froid se trouve à droite de la ligne qui le sépare du courant chaud, ce *tournoiement* de l'air a lieu, d'après les lois de la mécanique, dans le même sens que les aiguilles d'une montre. Un observateur qui se transporterait d'un courant dans l'autre, muni d'une girouette, verrait donc celle-ci prendre successivement les directions intermédiaires entre le N. et le S., ou vice versa, selon qu'il serait parti du courant N. ou du courant S. Or, ce qui se réaliserait pour un voyageur si les courants étaient fixes, se réalise de temps à autre pour un observateur sédentaire, parce que les limites des courants varient. Tantôt c'est la veine chaude qui s'élargit, tantôt c'est le fleuve froid qui prend plus de puissance. La *ligne de séparation* des deux courants se transporte donc de gauche à droite

ou de droite à gauche, à travers différents pays. Aujourd'hui nous sommes plongés dans le vent chaud; demain la zone de tournoiement pourra nous atteindre; après-demain elle nous dépassera, et nous nous trouverons envahis par le vent froid.

La théorie que nous venons d'esquisser a été émise par le célèbre météorologiste allemand *Dove*, à une époque où les observations ne se faisaient pas comme de nos jours sur toute la surface de l'Europe et en des points très rapprochés; elle ne s'est pas trouvée d'accord avec les faits, parce qu'elle admet une cause unique de rupture d'équilibre dans la pression atmosphérique, la chaleur, tandis que la vapeur d'eau joue un rôle tout aussi important, — sur la plus grande partie du globe au moins, — pour déranger cet équilibre. La circulation aérienne n'a pas le caractère de simplicité et de régularité que cette théorie lui prête, si ce n'est près des tropiques, là où règnent les vents constants dits *alisés*; elle est entièrement basée sur les lois que nous avons développées précédemment (n° 109), lois qui sont les seules admises aujourd'hui par les météorologistes.

VI. CARACTÈRES DES VENTS.

122. Les vents occupent une place prépondérante dans la constitution des climats. Ils exercent une grande influence sur les variations du thermomètre, sur l'état d'humidité ou de sécheresse de l'air en un lieu donné. Ce sont là leurs principales propriétés.

Au point de vue des changements de température, les vents de notre hémisphère se partagent en deux classes bien distinctes : les vents *équatoriaux* et les vents *polaires*. Les premiers ont pour effet de relever la température, les seconds de l'abaisser : comme l'indiquent leurs noms, les uns nous viennent des régions méridionales, les seconds coulent des régions boréales.

La plupart des vents appelés tropicaux nous arrivent par le chemin de la mer ; ils ne sont pas seulement *chauds*, ils sont de plus *humides*.

Les vents polaires, au contraire, nous viennent en général par l'intérieur des continents ; ils ne sont pas seulement *froids*, ils sont *secs*.

On voit quelle est l'opposition de ces caractères.

Aussi ces courants ne se manifestent-ils pas uniquement dans le temps de leur présence. On ressent déjà leur approche. Certains pronostics les annoncent.

Pour reconnaître l'action des vents sur le thermomètre, il faut comparer l'état de cet instrument à celui qu'il prendrait dans un air calme, à la même époque de l'année et à la même heure du jour. Cette comparaison conduit à former une rose des vents thermométrique, que nous allons reproduire. C'est toujours des observations de Bruxelles qu'il s'agit.

DIRECTION DU VENT.	EFFET DE CHALEUR.	EFFET DE FROID.
NW.	"	2°2
N.	"	2°0
NE.	"	2°8
E.	"	1°8

DIRECTION DU VENT.	EFFET DE CHALEUR.	EFFET DE FROID.
SE.	1°0	"
S.	2°5	"
SW.	2°1	"
W.	1°5	"

Ainsi, quand nous sommes plongés en plein courant froid, le thermomètre se tient environ 3° trop bas ; et quand du vent chaud nous enveloppe, il se tient 2° ou 2°,5 trop haut.

Voilà donc les effets des vents sur la température. Les uns l'élèvent de 2° ou 2°,5 au-dessus du terme que l'on serait en droit d'attendre de la saison. Les autres l'abaissent d'environ 3° au-dessous de ce même point. Les vents S. et SW. viennent, en effet, des pays chauds, et les vents NE. et N. des pays froids. Et si l'on demande pourquoi l'effet *en froid* est plus considérable que l'effet *en chaud*, nous répondrons qu'en partant de la Belgique il faut faire moins de chemin vers le Nord pour voir le froid augmenter d'une certaine quantité, qu'il n'en faut faire vers le Sud pour voir la chaleur s'accroître de la même valeur. Par exemple, les contrées qui sont de 5° plus froides que Bruxelles, sont plus voisines de nous que les contrées qui sont de 5° plus chaudes. A égale différence, le vent froid a donc moins de chemin à faire que le vent chaud avant de nous parvenir. Les distances étant plus courtes vers le Nord, le courant froid n'a pas autant de temps pour se réchauffer, avant de nous atteindre, que le vent chaud en a pour se refroidir.

De ce que les courants froids ont chez nous une

action plus puissante que les courants chauds, résulte encore cette conséquence, que leurs effets sont plus prompts, plus brusques, si l'on peut s'exprimer ainsi.

123. L'influence des vents sur l'état hygrométrique de l'air se reconnaît aisément par les quantités de pluie que nous amène chacun d'eux. Il est facile d'observer qu'il pleut le plus souvent et le plus abondamment, en Belgique, par les vents des régions W. à S. L'air qui nous arrive de ces régions est toujours chargé de vapeur; au contraire, les vents de N. à E. donnent très peu d'eau; ils sont même souvent privés de nuages, qui sont les indices d'une atmosphère humide. Ce sont eux qui généralement nous apportent le beau temps.

VII. VENTS CONSTANTS, VENTS PÉRIODIQUES ET VENTS LOCAUX.

124. VENTS CONSTANTS. — Nous avons déjà dit un mot des vents constants ou *vents alisés*, qui règnent dans les régions voisines de l'équateur. L'air des contrées tropicales se dilate sous l'influence de l'échauffement considérable du sol qu'il recouvre; il acquiert de la légèreté, il s'élève vers les régions supérieures de l'atmosphère. L'existence de cet immense anneau ascendant appelle nécessairement par le vide formé, l'air plus pesant des latitudes moins échauffées. Cet air se rend vers les tropiques en rasant la surface du sol et donne naissance aux vents alisés. Ces vents seraient dirigés exactement du Nord au Sud ou du Sud au Nord, suivant l'hémisphère dans lequel on les

observerait, si le globe terrestre était en repos. Mais, en réalité, ils soufflent du NE. dans l'hémisphère septentrional, et du SE. dans l'hémisphère méridional, à cause du mouvement de rotation de la terre (n° 111).

Les vents alisés s'appellent « vents du commerce » (trade-winds) en Angleterre, à cause des avantages qu'ils procurent à la navigation.

125. VENTS PÉRIODIQUES. — Les vents périodiques sont ceux qui soufflent d'une manière régulière, mais seulement à certaines époques déterminées. Les *moussons* (*mausim*, mot arabe qui signifie saison) constituent les principaux vents périodiques. On les observe particulièrement dans l'Océan Indien, en Australie et jusqu'au nord de l'Amérique, mais c'est au sud de l'Asie, dans l'Inde, qu'elles sont le mieux marquées. Là, pendant tout l'hiver, le vent vient du NE. : c'est la mousson du N.; pendant l'été, il vient du SW. : c'est la mousson du S. Ces vents ont leur origine dans les différences de pression atmosphérique existant, en hiver et en été, entre l'intérieur de l'Inde et l'Océan. Pendant la saison froide, le baromètre se tient très haut dans les terres, et relativement bas sur la mer; l'air se précipite donc du côté où existe le vide et donne lieu à la mousson du NE. En été les conditions sont renversées : la terre est plus chaude que la mer, l'air y est fortement dilaté et par conséquent plus léger; le déficit qui en résulte dans la pression barométrique tend sans cesse à disparaître par l'arrivée des masses d'air de l'Océan, qui forment de la sorte un courant continu et régulier du SW. La

mousson d'hiver apporte la sécheresse et le beau temps; la mousson d'été, des pluies extrêmement copieuses.

126. VENTS LOCAUX. — Les *vents locaux* sont généralement dus à la configuration du sol.

Nous parlerons d'abord des vents de montagne. L'observation a fait connaître que les montagnes sont plus froides que les plaines : or, puisqu'elles sont plus froides, elles doivent être le siège d'une chute d'air. L'air refroidi qui s'y précipite de haut en bas s'écoule le long des versants. C'est pour cette raison que, de quelque côté qu'on gravisse une montagne couverte de neige, le vent vient du sommet. Il y a quelques brises froides, surtout en hiver, qui descendent les flancs de l'Ardenne.

Les personnes qui ont habité le bord de la mer connaissent toutes ce que l'on appelle le *vent des côtes*.

En voici l'explication. Quand le soleil luit, le sol s'échauffe plus que l'eau. Ainsi, dans les belles journées, l'air qui repose sur la terre est plus chaud que celui qui repose sur la mer. L'air de la terre appelle donc celui de la mer. Vers midi, lorsque cette différence est développée, on sent l'air affluer de la mer vers la côte, et rafraîchir l'atmosphère. C'est ce qui fait que, dans le voisinage de la mer, la hausse du thermomètre, dans la journée, s'arrête plus tôt que vers le centre du pays. Mais la nuit la terre se refroidit plus que la mer, et la brise retourne en sens opposé.

Dans certains pays, on observe des vents locaux très caractérisés, et dont les effets sont souvent désastreux,

soit au point de vue de l'agriculture ou de la navigation, soit au point de vue de la santé publique.

Le midi de l'Europe a le *bora* (sur l'Adriatique), vent froid et fort; le *mistral* (France méridionale), vent froid et fort de NE.; le *föhn* (Suisse), vent sec et chaud; le *sirocco* (midi de l'Italie et Syrie), vent chaud; le *solano* (Espagne), vent très chaud du SE. Sur les bords du golfe du Mexique et jusqu'aux Antilles, règnent les *northers*, vents très froids du Nord, ainsi que l'indique leur nom. Dans les pampas de l'Amérique méridionale souffle, par moments, un vent sec appelé *pampero*. Qui ne connaît pas, au moins de nom et de réputation, le *simoun* de l'Afrique et de l'Arabie, le vent le plus chaud et le plus dangereux peut-être du globe entier? Enfin, nous citerons l'*harmatant* (air matant) des côtes de Guinée, qui y apporte chaque jour l'atmosphère lourde et suffocante de l'intérieur de l'Afrique.

VIII. FORCE DU VENT.

127. La raison pour laquelle une masse d'air se transporte d'un endroit dans un autre, réside, avons-nous dit, dans la différence des pressions barométriques en ces deux endroits. La *force* ou *vitesse* du vent est due naturellement à la même cause. Si les baromètres de deux localités plus ou moins éloignées ont leurs indications peu différentes, l'air marchera de l'une vers l'autre avec peu de vitesse; si leurs indications sont très dissemblables, l'air se dirigera rapidement vers le point

où la pression est le plus faible. Ces phénomènes sont l'image exacte de ceux que présentent les cours d'eau; les rivières dont le lit n'est que légèrement incliné ont un courant peu prononcé; celles dont le lit offre une pente raide ont un courant rapide. Nous ferons encore la comparaison suivante. En été, l'air des appartements est généralement à la même température que l'air extérieur, et par suite ils possèdent tous deux la même densité; si l'on ouvre une fenêtre d'un côté et une porte d'un côté opposé, il ne s'établit aucun courant, l'air extérieur n'étant pas sollicité vers l'intérieur et vice versa. Mais en hiver, lorsque les chambres sont parfois très chaudes et que l'air du dehors est très froid, si on répète la même opération que ci-dessus, on sentira immédiatement l'air fouetter le visage et affluer d'une manière continue.

En résumé, les causes assignées à l'origine des mouvements de l'air doivent nécessairement être celles qui déterminent le plus ou moins de vitesse de ces mouvements. Partant de ce principe, l'étude des vents sous le rapport de leur intensité devient des plus claires et des plus simples à la fois. Si à la surface de l'Europe, par exemple, la pression atmosphérique est répartie avec uniformité, c'est-à-dire que la différence entre les hauteurs barométriques les plus élevées et les hauteurs les plus faibles n'est pas considérable, on n'observera pas de vents forts sur notre continent. Mais qu'en un point quelconque le baromètre descende très bas, et qu'en un autre point, même assez distant du premier,

le baromètre s'élève très haut, les vents vont aussitôt prendre de la force, et d'autant plus, que la différence entre les pressions extrêmes sera plus prononcée. L'air se portera violemment des unes vers les autres. Lorsque cette différence dépassera certaines limites, l'intensité du vent sera de nature à causer des dégâts aux édifices, à renverser des arbres : ce sera la tempête.

128. La distribution des pressions atmosphériques est donc le régulateur de la force du vent. Or, dans nos pays, ainsi que nous l'avons déjà signalé, les fluctuations barométriques sont beaucoup plus étendues en hiver qu'en été; cela revient à dire que la distribution des pressions de l'air y présente moins d'uniformité dans la première de ces saisons que dans la seconde. C'est donc en hiver que l'on doit observer chez nous les vents les plus intenses. C'est effectivement ce qui a lieu. Prenant Bruxelles pour exemple, et représentant par 1 la force moyenne du vent pendant le mois où elle est le plus faible, les autres mois se placent dans l'ordre suivant quant à l'intensité des courants aériens :

Janvier 1,7	Avril 1,2
Février 1,6	Septembre 1,2
Décembre 1,6	Août 1,1
Mars 1,5	Juillet 1,1
Novembre 1,5	Juin 1,0
Octobre 1,2	Mai 1,0

Outre cette répartition de la force du vent dans le cours d'une année entière, on constate des différences

bien marquées entre la vitesse de l'air pendant les heures de la nuit et celle des heures du jour. L'observation montre qu'en général l'intensité du vent est plus grande pendant le jour que pendant la nuit. Cette intensité reste faible et à peu près constante depuis la soirée jusqu'au lever du soleil. Elle augmente alors progressivement jusqu'à midi ou une heure, instant où la vitesse du vent est à peu près double de ce qu'elle était pendant la nuit. Puis elle commence à s'affaiblir peu à peu.

Cette période diurne de l'intensité du vent est attribuée à l'action solaire. Nulle la nuit, cette action laisse alors l'atmosphère au repos; agissant dans le jour, elle détermine des appels d'air, appels de plus en plus prononcés à mesure qu'elle s'exerce davantage; et cet air qui afflue pour remplacer celui qu'elle dilate et fait monter dans les hautes régions de l'atmosphère, voit sa vitesse s'accroître jusqu'au moment où l'effet de la chaleur solaire atteint son maximum, soit vers 1 ou 2 h. de l'après-midi.

129. TEMPÊTES. — Ainsi que nous le signalions tout à l'heure, quand le vent acquiert une vitesse telle qu'il déracine les arbres ou renverse les constructions légères, on dit qu'il souffle en *tempête*.

La tempête résulte d'un violent appel d'air vers une dépression atmosphérique.

Dans nos contrées, il faut que l'air marche avec une vitesse d'au moins 28 mètres à la seconde pour qu'il y ait tempête; mais dans certains pays, où le vent possède

en général une force plus grande que chez nous, cette vitesse de l'air n'est pas considérée comme tempétueuse: il faut 40 mètres et parfois davantage. Pendant une forte tempête qui a sévi le 11 janvier 1878 au Mont Washington, aux États-Unis, l'anémomètre a indiqué 83 mètres à la seconde.

A Bruxelles, le plus fort coup de vent constaté depuis 1850, soit donc en 30 ans, correspondait à une vitesse de près de 35 mètres en une seconde.

Dans la *bourrasque*, le vent est moins intense que dans la tempête; elle commence lorsque la vitesse de l'air atteint 22 mètres. L'*ouragan*, au contraire, est plus violent que la tempête; on donne ce nom aux rafales qui dépassent 32 mètres.

130. Le phénomène que nous appelons tempête en Europe est connu sous le nom de *cyclone* dans l'océan Indien, de *typhon* dans la mer de Chine, de *hurricane* ou ouragan aux Antilles, de *tornado* aux États-Unis. Les effets de ces météores sont beaucoup plus désastreux que ceux de la tempête, mais le caractère général du phénomène est partout le même.

Partout, c'est de l'air attiré violemment vers un point où le baromètre est notablement plus bas que dans les régions qui l'entourent, et qui arrive au bout de sa course après avoir décrit de véritables spirales. Seulement, comme nous l'avons déjà expliqué, sur l'hémisphère nord cet air se meut en sens inverse des aiguilles d'une montre, et sur l'hémisphère sud dans le même sens que ces aiguilles.

Les ouragans des Antilles sont célèbres par les désastres épouvantables qu'ils occasionnent. Tout le monde connaît la description qu'en a faite l'abbé Raynal dans son *Histoire philosophique*.

Kaemtz, d'autre part, rapporte dans son *Traité de météorologie*, qu'en 1681 Dampier observa à Antioa un ouragan qui dura depuis le matin, à 8 heures, jusqu'au lendemain à 4 heures. Le capitaine Gadburg était descendu à terre avec son équipage; lorsqu'il voulut retourner à bord, il trouva le navire couché sur le flanc et la pointe du mât enfoncée dans le sable. L'ouragan reprit alors avec une nouvelle force; les vagues s'élevaient à une hauteur monstrueuse; on trouva des tonneaux à un quart de lieue dans les terres; un navire fut lancé dans une forêt, et un autre sur une roche élevée de 3 mètres au-dessus des plus hautes marées.

Les cyclones de l'Inde sont aussi des plus désastreux. On n'a pas perdu le souvenir de celui qui ravagea le Bengale en 1876, en causant des désastres incalculables. En voici une relation succincte, d'après la description consignée dans un rapport officiel :

« Le cyclone qui a sévi le 31 octobre 1876 prit naissance dans la baie du Bengale et coula de grands navires sur son passage en se dirigeant vers le Nord. Il épargna Calcutta, mais frappa Chittagong, ville située à l'angle nord-est de la baie; il jeta sur la côte tous les bâtiments abrités dans le port et il faillit détruire la ville elle-même. La mer soulevée inonda les grandes îles de Hattiah, Sundeep et Dakhin, situées dans une des

bouches du Gange, recouvrit quelques îles moins considérables, et envahit la terre ferme sur un espace de 8 à 10 kilomètres. Il paraît que ces immenses vagues roulaient avec une rapidité surprenante. A 11 heures, dans la nuit du 31 octobre, les dépêches reçues à Calcutta n'annonçaient pas encore le danger réel; à minuit, toutes les terres précitées étaient recouvertes de six mètres d'eau.

« Le cyclone a complètement dévasté ce district. Le silence de la mort plane sur toute la contrée. Surprise par l'invasion des vagues, la population se réfugia sur les arbres les plus élevés. Ceux qui purent y trouver un asile durent le partager avec les bêtes féroces, les oiseaux et les serpents. Des milliers de maisons furent démolies par les vagues furieuses; les seuls débris d'habitations humaines, trouvés après le désastre, avaient été jetés sur la plage de Chittagong, à 16 kilomètres de distance. La *Gazette du Gouvernement*, de Calcutta, dit que partout où les flots passèrent, les deux tiers de la population disparurent. Des rapports officiels évaluent à plus de 250000 le nombre des victimes des trois inondations successives qui ont submergé plus de 7500 kilomètres carrés.

« Le cyclone de 1876 est un des plus terribles dont on ait gardé le souvenir au Bengale. » (*La Nature*, 1877, page 74.)

CHAPITRE IV.

DE L'HUMIDITÉ DE L'AIR.

I. REMARQUES GÉNÉRALES.

131. L'air n'est jamais complètement sec. Il est toujours chargé d'une certaine quantité de vapeur d'eau; plus il en renferme, plus il est *humide*; moins il en renferme, plus il est *sec*.

Cette dose de vapeur d'eau a pourtant une limite, et quand la limite est atteinte on dit que l'air est *saturé*. Au delà, la vapeur ne peut plus se soutenir en vapeur transparente. Le surplus se condense et retombe.

La dose de saturation dépend d'ailleurs de la température. Plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur transparente; et plus il est froid, moins il peut en renfermer.

De l'expression de *vapeur transparente*, il ne faut pas conclure cependant que sa présence ne soit point sensible. C'est cette vapeur qui affaiblit la teinte azurée du ciel. Plus il y en a dans l'air, plus le ciel est blafard, l'horizon grisâtre, comme dans les matinées du printemps. Les objets du paysage semblent alors à une

grande distance : l'humidité de l'air est considérable.

Mais plus avant dans la journée, le bleu du ciel se fonce, les objets semblent se rapprocher, on croirait facile d'engager une conversation avec des personnes fort éloignées dans la campagne. C'est qu'alors l'air a repris sa pureté : l'humidité est beaucoup moindre.

Ainsi la vapeur, malgré sa transparence, blanchit la masse de l'air, et jette une sorte de voile grisâtre sur le paysage. Il importe cependant de bien la distinguer du brouillard et des nuages. Elle est dissoute dans l'air, tandis que le brouillard et les nuages en sont séparés.

132. La vapeur d'eau dissoute par l'atmosphère joue un rôle important dans les phénomènes météorologiques. La tension ou la force d'élasticité de cette vapeur serait capable, à elle seule, de soutenir le baromètre à quelques millimètres de hauteur, en sorte que la pression atmosphérique s'augmente de la pression propre exercée par la vapeur d'eau. Il résulte des expériences de *Regnault* que la force élastique de la vapeur d'eau qui se développe dans une atmosphère aérienne est sensiblement égale à la force élastique qu'elle acquerrait d'elle-même, hors de la présence de l'air : c'est-à-dire dans le vide, et dans un espace clos. La pression barométrique que nous observons à chaque instant est la somme de la pression de l'air sec et de celle de la vapeur d'eau.

A chaque degré de température correspond une tension particulière que la vapeur prendrait dans le vide et en vase clos. Cette tension décroît en même temps que

la chaleur. Elle devient très faible lorsqu'on approche du point de congélation. Mais elle se continue cependant dans les températures inférieures à zéro. C'est alors la glace même qui s'évapore lentement.

Un mètre cube d'air sec peut se charger d'une quantité de vapeur égale à celle qui se formerait dans un espace vide d'un mètre cube de capacité. Mais il s'en faut de beaucoup que l'atmosphère contienne constamment cette dose limite. En général, le degré d'humidité de l'air se trouve compris et oscille entre la sécheresse absolue et la saturation.

133. ÉVAPORATION. — L'eau s'évapore sans cesse, et c'est cette évaporation qui alimente l'humidité de l'air. A la surface des mers, l'air renferme toute la dose d'humidité dont il est capable : il est saturé. Mais dans l'intérieur des continents, son humidité n'est que partielle.

S'il est saturé, il ne peut plus gagner d'humidité : il ne se fait donc plus d'évaporation à la surface du terrain. Mais s'il ne l'est pas, tout ce qui est mouillé fournit de la vapeur et sèche. L'activité du séchage dépend par conséquent de l'état de sécheresse de l'air.

De plus, si l'air est en repos, l'évaporation est bientôt arrêtée, parce que l'air est bientôt saturé. Mais si l'air se meut, si du nouvel air sec arrive sans cesse, l'évaporation se continue, le séchage se poursuit.

Ces considérations nous expliquent déjà pourquoi les vents d'Est sont les plus désirables pour les foins, pour les blés, pour certaines opérations de la teinturerie.

C'est que ces vents sont secs, et que par conséquent ils déterminent une évaporation active. Les vents humides de l'Ouest sont, au contraire, les plus mauvais.

Ainsi *l'évaporation augmente à mesure de la sécheresse et de la force du vent.*

134. Mais l'acte de l'évaporation entraîne un autre résultat physique, le refroidissement. Tout le monde sait que les linges mouillés que l'on étend au vent sont beaucoup plus froids que les objets secs. *Le refroidissement accompagne donc l'évaporation.*

Cette observation va nous faire comprendre comment nos sensations personnelles sont souvent en désaccord avec le thermomètre. Il arrive que nous sommes transis de froid, tandis que cet instrument marque encore 4 ou 5° de chaleur. Il arrive aussi que la chaleur nous accable à 20°, tandis qu'elle est quelquefois très supportable à 25°.

Nos organes, en effet, sont médiocrement affectés par le froid ou par la chaleur; mais ils le sont grandement par l'évaporation. Une transpiration plus ou moins sensible couvre toujours la peau. L'évaporation de cette humidité refroidit sans cesse la surface du corps. Quand cette évaporation est active, nous ne ressentons pas réellement autant de chaleur qu'il y en a dans l'air.

Tous les voyageurs qui ont été dans le Nord, et qui ont éprouvé des froids de — 30°, — 40° et même davantage, s'accordent à reconnaître que cette température rigoureuse ne fait point souffrir, tant que l'évaporation est lente à la surface de la peau. Mais si le vent s'élève

et que l'évaporation s'accélère, la sensation du froid devient pénible ; la souffrance commence, la peau se dessèche et se gerce. Le froid est donc moins sensible pour nous, par un air humide et tranquille, et beaucoup plus sensible par un vent sec. De même, et par une conséquence semblable, la chaleur nous accable dans toute sa force quand l'air reste humide et immobile ; mais nous ne la sentons qu'en partie quand il est sec et agité.

Ainsi notre peau est toujours plus froide qu'elle ne le serait sans l'évaporation. De même, les plantes ne souffrent pas autant du froid par les nuits tranquilles. Mais que le vent d'Est vienne à souffler, bien que la température reste à peu près la même, et l'humidité de leurs surfaces s'évapore, leurs tissus se dessèchent, les feuilles sont grillées.

Il résulte de là que si nous ne pouvons pas juger du vrai degré de température par nos sensations, c'est que nous ne sommes pas dans les mêmes conditions que le thermomètre, c'est que le thermomètre est sec et que notre peau est mouillée. Mais appliquons un linge humide sur la boule de l'instrument : nous le verrons bientôt descendre, et il se maintiendra plus bas qu'un thermomètre à boule sèche aussi longtemps qu'il y aura de l'humidité sur le linge. Nous aurons alors une autre température, une température inférieure à celle de l'air. C'est cette température plus basse que les êtres organisés, les plantes et l'homme lui-même ressentent. La différence va quelquefois à 10°. Elle nous donne la mesure de l'état hygrométrique de l'air.

135. Il est une distinction essentielle à faire, au sujet de l'humidité de l'air, entre l'*humidité absolue* ou quantité réelle de vapeur contenue dans l'air et l'*humidité relative*, qui indique à quelle distance du point de saturation la vapeur d'eau se trouve. Cette dernière manière de considérer l'état hygrométrique de l'air est celle qui intéresse plus particulièrement la météorologie : l'évaporation, la formation du brouillard, des nuages, de la pluie, de la rosée, etc., etc., en dépendent bien plus que du degré absolu d'humidité atmosphérique. Lorsqu'on trouve qu'il fait très humide, cela n'indique pas nécessairement que l'air renferme beaucoup de vapeur d'eau, mais seulement qu'il en contient presque toute la quantité dont il peut se charger à la température actuelle. Ainsi, l'air peut être très sec tout en étant mélangé à une quantité notable de vapeur d'eau, et, d'autre part, être humide avec une faible dose de vapeur.

Pour apprécier l'état hygrométrique de l'air à un moment donné, il faut donc tenir compte de ce que serait cet état si l'air était complètement saturé de vapeur d'eau. Plus la vapeur de l'air est éloignée du point de saturation et plus l'air est sec, quelle que soit la quantité de vapeur tenue en dissolution. Le degré d'*humidité relative* résulte du rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air à l'instant de l'observation et celle qu'il contiendrait (la température restant la même) à la saturation.

Citons un exemple. Si, par un jour d'hiver et par un

jour d'été, l'air renferme chaque fois la moitié de la vapeur d'eau qu'il pourrait tenir en suspension à la température qu'il possède, l'humidité relative sera la même pour ces deux jours, bien que la quantité absolue de vapeur dissoute dans l'air le jour d'été puisse être dix fois plus forte que celle du jour d'hiver. Il suffit seulement que les rapports dont nous venons de parler soient les mêmes, et dans le cas cité c'est ce qui a effectivement lieu.

136. **HYGROMÈTRES.** — On a proposé trois méthodes différentes pour déterminer le degré d'humidité de l'air. *Deluc* et *de Saussure* employaient des substances susceptibles de s'allonger à mesure que la dose de vapeur augmente, telle que les brins de baleine ou les cheveux, dont ils mesuraient l'allongement en les faisant agir sur un bras de levier. Ces instruments se nomment des *hygromètres*. Ils présentent un défaut capital : c'est que l'allongement des substances hygrométriques n'est pas proportionnel à l'augmentation de la dose de vapeur d'eau.

137. Le procédé de *Daniel* est plus rigoureux, mais il exige une véritable expérience. Il a pour principe d'amener l'air à saturation en abaissant sa température. On comprend, en effet, que si l'air n'est point saturé, la quantité de vapeur qu'un mètre cube de cet air renferme serait cependant suffisante pour porter à saturation un autre mètre cube d'air pris à une température plus basse. On pourra donc toujours arriver, par un refroidissement suffisant, à saturer une masse d'air qui

renferme de la vapeur. Or, il est facile d'apercevoir, dans une masse d'air qui se refroidit, l'instant où cette masse atteint la saturation ; car toute la vapeur qui excède la dose de saturation doit alors se précipiter, et elle ternit, comme la rosée, en se déposant, les surfaces polies et brillantes. Pour mesurer le degré d'humidité de l'air, on prend donc un vase en argent, on l'emplit d'éther ou de tout autre liquide d'une évaporation rapide, et l'on tient au milieu de ce liquide un petit thermomètre. L'éther, en s'évaporant, se refroidit rapidement ; le thermomètre baisse, et les parois du vase éprouvent également l'action réfrigérante du liquide. Tout à coup l'air extérieur, en contact avec ces parois, les ternit en y déposant son humidité. Cet effet se produit à l'instant où l'abaissement de température a amené à saturation l'air qui ne contenait pas, à une température plus élevée, toute la vapeur d'eau dont il était capable. Amener l'air à cette température réduite où commence la précipitation de son humidité, l'amener, comme on dit, au point de rosée, c'est le forcer à accuser d'une manière visible la dose de vapeur transparente qu'il contenait. Comparer la température du point de rosée à celle de l'air libre suffit pour déterminer la proportion actuelle de vapeur d'eau.

138. Mais l'instrument le plus commode et le plus sûr pour observer l'humidité de l'air, c'est le *psychromètre* (du grec ψυχρός, froid, et μέτρον, mesure), proposé par *August*, que nous avons déjà signalé sommairement tout à l'heure (page 146). Cet instrument se compose de

deux thermomètres entièrement semblables quant à la forme, mais dont l'un A, a la boule sèche, et dont l'autre, B, a la boule humide. Le premier accuse la température actuelle de l'air; le second se tient toujours à une température inférieure, parce qu'il est refroidi sans cesse



Fig. 19.

par l'évaporation qui s'opère à la surface de la boule. Or, la rapidité de cette évaporation est d'autant plus grande que l'air est plus sec, et par conséquent plus avide d'eau. La différence des températures marquées par les deux thermomètres ira donc en augmentant à mesure que l'air sera plus sec, et l'on tirera de cette différence, par un calcul facile, la proportion d'humidité. Par la gelée la loi est encore vraie, car la glace a aussi son évaporation. Il faut donc verser de l'eau sur le linge, puis attendre que le linge soit gelé. La

boule glacée de l'instrument sera encore plus froide que la boule nue; elle indiquera une gelée plus forte que la gelée réelle. Afin d'entretenir sans cesse la fraîcheur à la surface de la boule B, on l'enveloppe d'un linge qui plonge dans une petite cuvette DD remplie d'eau, et qui élève le liquide jusqu'à la boule de l'instrument, en vertu de la succion capillaire.

On trouvera, à la fin du volume, des tables qui donnent l'humidité relative de l'air d'après l'observation du psychromètre.

139. Les observateurs munis d'instruments propres à mesurer le degré d'humidité de l'air ont pu étudier la distribution de la vapeur d'eau dans les différentes couches de l'atmosphère, dans les diverses contrées du globe, et dans toutes les saisons de l'année.

On a reconnu que la proportion de vapeur diminue à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. Sur les plateaux élevés, la sécheresse est déjà un obstacle considérable à la végétation. Si nos montagnes étaient de quelques milliers de mètres plus élevées, les neiges perpétuelles se réduiraient elles-mêmes en vapeur, suivant l'opinion de *Bouguer*, à cause de l'excessive sécheresse qui règnerait à cette altitude.

La température exerce une action très marquée sur l'état hygrométrique de l'air, et cette action se manifeste surtout dans les périodes annuelle et diurne de l'humidité. La *quantité de vapeur* augmente en été et diminue en hiver. Elle augmente de même, chaque jour, jusqu'à deux ou trois heures de l'après-midi, pour diminuer ensuite, comme la température, jusqu'au lendemain matin.

Mais, s'il s'agit du *degré d'humidité relative*, c'est l'inverse qu'on constate. L'air est plus sec en été qu'en hiver, pendant le jour que pendant la nuit.

Le même contraste s'observe entre les régions équatoriales et les régions polaires: celles-ci sont, en général, beaucoup plus humides que les premières, bien que les couches aériennes qui les recouvrent soient beaucoup moins riches en vapeur d'eau.

II. ROSÉE.

140. Lorsqu'une masse d'air qui renferme de la vapeur d'eau se trouve en contact avec des objets froids, une partie de la vapeur se condense sur ces objets, et se dépose à leur surface sous forme de gouttelettes : c'est la *rosée*.

Si nous dirigeons notre haleine sur une vitre ou sur un métal poli, le verre ou le métal se ternissent, pourvu qu'ils soient plus froids que l'haleine. C'est là le phénomène de la rosée. La vapeur se dépose par le refroidissement. Mais quand les objets sont aussi chauds ou plus chauds même que l'air qui les frappe, le dépôt n'a plus lieu : leur chaleur, loin de résoudre la vapeur en eau, favoriserait plutôt l'évaporation ; il n'y a donc plus de rosée.

En termes généraux, *la rosée se dépose au contact des objets qui sont plus froids que l'air.*

Les vitres de nos chambres se chargent d'humidité, quand il fait chaud dans l'appartement et froid à l'extérieur. Alors, en effet, les vitres sont sans cesse refroidies par l'air du dehors ; elles font sur l'air intérieur l'effet d'un corps froid ; la rosée s'y dépose. En hiver cette rosée passe même à l'état de glace : c'est le *givre*, c'est la *gelée blanche* des campagnes.

De même, au début d'un dégel, au moment où l'air se réchauffe tandis que les murailles sont encore refroidies, l'eau se condense en gouttelettes sur leurs surfaces

froides. C'est aussi un véritable dépôt de rosée, et les murailles continuent à *pleurer*, pour nous servir de l'expression vulgaire, jusqu'à ce qu'elles soient devenues aussi chaudes que l'air.

141. Dans la nature, quelle est la cause capable de rendre le sol et les végétaux plus froids que l'air? Nous n'en connaissons qu'une, c'est le rayonnement nocturne (n° 23). Aussi la rosée suit-elle les progrès de ce rayonnement : elle se dépose en plus grande abondance vers la fin de la nuit ; elle mouille de préférence les parties minces et déliées des végétaux.

On a vu (n° 23) que le rayonnement nocturne dure sans interruption depuis le coucher jusqu'au lever du soleil, en sorte que le refroidissement des corps va toujours croissant durant cet intervalle. Il est donc naturel que le dépôt de la rosée se fasse plus abondamment à la fin de la nuit qu'au commencement. Mais si le vent s'élève, l'évaporation devient plus active (n° 133), et la rosée disparaît à mesure qu'elle se forme.

D'un autre côté, si le ciel se trouble, le sol cesse de rayonner vers l'espace et de se refroidir ; les objets terrestres se trouvent bientôt réchauffés par le contact de l'air ; il ne s'y dépose plus de rosée.

C'est pour ces différentes raisons que *la rosée est notablement plus abondante par un temps calme et par un ciel clair.*

142. Nous avons dit aussi que la rosée se dépose principalement sur les objets fins et déliés. On voit, au lever du soleil, ses gouttelettes suspendues à la pointe

des feuilles et aux poils mêmes des végétaux. C'est qu'en effet les objets les plus déliés sont ceux qui se refroidissent le plus vite. Un fil de fer est plus vite refroidi qu'une barre. Si nous posons un thermomètre sur une grosse pierre, la chaleur de la pierre l'alimente sans cesse, pendant que le rayonnement nocturne du thermomètre s'opère; la chaleur qu'il rayonne est remplacée par la chaleur que le support lui fournit. Mais une feuille n'a pour communiquer avec le corps de la plante qu'une mince pétiole. Elle est pour ainsi dire isolée dans l'air. Quand elle a perdu sa chaleur, elle ne peut plus en tirer du sol par l'intermédiaire du tronc.

Telle est la cause qui détermine l'abondance de la rosée sur les feuilles et sur les poils des végétaux, sur le chaume, sur les cordages, sur la crête des sillons dans les terres labourées. Et si la nuit a été suffisamment froide, cette rosée s'est convertie en *givre*, et les plantes portent au lever du soleil des *barbes* éclatantes.

Mais bientôt l'évaporation, qui s'opère sous l'action du soleil et du vent, fait disparaître ces produits de la nuit. La rosée d'ailleurs ruisselle jusqu'à terre, humecte le sol, contribue aux sources. Son volume total est beaucoup plus considérable dans les forêts, parce que nulle part il n'y a une aussi grande accumulation de feuilles et de branchages. On voit ainsi comment les forêts recueillent l'humidité de la nuit, et entretiennent les sources du voisinage.

III. BROUILLARD.

143. La formation du brouillard exige des rapports de température précisément opposés.

Quand l'air est saturé, l'évaporation doit nécessairement s'arrêter. Si la température de la masse saturée s'élève, comme l'air en s'échauffant devient capable de dissoudre une plus grande dose de vapeur, l'évaporation recommence. Mais si la température s'abaisse, comme il ne peut plus contenir autant de vapeur, il faut qu'une partie de cette vapeur *se prenne*, c'est-à-dire qu'elle passe à l'état de *brouillard*. Le trop-plein, si l'on nous permet cette expression, se transforme donc de vapeur transparente en vésicules opaques.

Ainsi la formation du brouillard est la contre-partie de l'évaporation. C'est le retour de la vapeur transparente de l'air à l'état liquide.

La rosée ne se forme qu'au contact des corps froids; le brouillard se prend dans toute la masse. Pour donner naissance à de la rosée, il fallait que l'air chaud rencontrât des objets froids. Pour produire du brouillard, il faut, au contraire, que l'évaporation d'un terrain chaud soit arrêtée en masse par de l'air froid.

Aussi *le brouillard se présente-t-il quand le sol est plus chaud que l'air*. Il exige des conditions précisément inverses de celles de la rosée.

La rosée s'observe surtout au printemps et en été, après les nuits sereines; cette sérénité même présage une belle journée.

Le brouillard se produit surtout en automne et en hiver. L'air froid coule alors au-dessus d'une surface plus chaude que lui. On voit fumer le sol, les rivières, les marais. L'évaporation se prend à mesure qu'elle s'élève.

De ce que le brouillard se forme dans la masse de l'air, tandis que la rosée ne se condense que sur les objets refroidis, résulte encore cette différence : le brouillard mouille tout ce qu'il touche; la rosée a ses points de dépôt particuliers.

Le brouillard est formé de vésicules liquides pleines et creuses, mais principalement de ces dernières. Le diamètre de ces vésicules a été mesuré par plusieurs observateurs; il est, en moyenne, de 2 centièmes de millimètre environ.

IV. NUAGES.

144. Il n'y a pas de distinction essentielle entre les nuages et les brouillards. On dit que les brouillards reposent sur le sol, et que les nuages sont suspendus dans l'atmosphère. Mais toutes les personnes qui ont voyagé dans les montagnes savent qu'on traverse des nuages à toute élévation. Nous en avons même vu en Ardenne, dans les vallées de la Lesse et de la Semois, qu'il fallait traverser pour gagner les plateaux. Ainsi tel nuage pour un habitant de la vallée est un brouillard pour l'habitant du plateau qui s'y trouve plongé.

Ce que nous avons dit de la formation du brouillard s'applique donc rigoureusement à celle des nuages. *Toutes les fois qu'une masse d'air est amenée au-dessous de son point de saturation, les flocons nuageux paraissent.*

Le refroidissement d'une masse d'air entraîne donc la condensation de ses vapeurs transparentes. C'est ainsi que se produisent ces flots blanchâtres de brouillard qui s'échappent de la cheminée des locomotives. Il se forme là de véritables nuages artificiels.

145. Une autre cause de la condensation, c'est le mélange de deux masses d'air à des températures inégales. Les physiiciens démontrent, en effet, que si l'on prend deux masses d'air saturées, l'une plus chaude et l'autre plus froide, le mélange n'est plus capable de contenir la somme des doses de vapeur. Nous devons accepter cette loi comme une donnée de l'expérience.

Il en résulte que si le vent du Midi est chaud et saturé, et qu'il rencontre le vent du Nord, plus froid mais également saturé, leur mélange devra nécessairement abandonner de la vapeur transparente et donner lieu à la formation de nuages. En général, *toute rencontre de deux vents saturés ne peut se faire sans nuages.*

Ainsi, soit refroidissement direct, soit mélange, l'air qui est à saturation est très propre à donner naissance aux nuages. Mais, au contraire, si l'air est éloigné de la saturation, s'il est sec, il faudra des altérations beaucoup plus grandes pour qu'il arrive à abandonner sa vapeur.

Le brouillard se produit surtout en automne et en hiver. L'air froid coule alors au-dessus d'une surface plus chaude que lui. On voit fumer le sol, les rivières, les marais. L'évaporation se prend à mesure qu'elle s'élève.

De ce que le brouillard se forme dans la masse de l'air, tandis que la rosée ne se condense que sur les objets refroidis, résulte encore cette différence : le brouillard mouille tout ce qu'il touche; la rosée a ses points de dépôt particuliers.

Le brouillard est formé de vésicules liquides pleines et creuses, mais principalement de ces dernières. Le diamètre de ces vésicules a été mesuré par plusieurs observateurs; il est, en moyenne, de 2 centièmes de millimètre environ.

IV. NUAGES.

144. Il n'y a pas de distinction essentielle entre les nuages et les brouillards. On dit que les brouillards reposent sur le sol, et que les nuages sont suspendus dans l'atmosphère. Mais toutes les personnes qui ont voyagé dans les montagnes savent qu'on traverse des nuages à toute élévation. Nous en avons même vu en Ardenne, dans les vallées de la Lesse et de la Semois, qu'il fallait traverser pour gagner les plateaux. Ainsi tel nuage pour un habitant de la vallée est un brouillard pour l'habitant du plateau qui s'y trouve plongé.

Ce que nous avons dit de la formation du brouillard s'applique donc rigoureusement à celle des nuages. *Toutes les fois qu'une masse d'air est amenée au-dessous de son point de saturation, les flocons nuageux paraissent.*

Le refroidissement d'une masse d'air entraîne donc la condensation de ses vapeurs transparentes. C'est ainsi que se produisent ces flots blanchâtres de brouillard qui s'échappent de la cheminée des locomotives. Il se forme là de véritables nuages artificiels.

145. Une autre cause de la condensation, c'est le mélange de deux masses d'air à des températures inégales. Les physiiciens démontrent, en effet, que si l'on prend deux masses d'air saturées, l'une plus chaude et l'autre plus froide, le mélange n'est plus capable de contenir la somme des doses de vapeur. Nous devons accepter cette loi comme une donnée de l'expérience.

Il en résulte que si le vent du Midi est chaud et saturé, et qu'il rencontre le vent du Nord, plus froid mais également saturé, leur mélange devra nécessairement abandonner de la vapeur transparente et donner lieu à la formation de nuages. En général, *toute rencontre de deux vents saturés ne peut se faire sans nuages.*

Ainsi, soit refroidissement direct, soit mélange, l'air qui est à saturation est très propre à donner naissance aux nuages. Mais, au contraire, si l'air est éloigné de la saturation, s'il est sec, il faudra des altérations beaucoup plus grandes pour qu'il arrive à abandonner sa vapeur.

L'état d'un air humide est donc instable : le moindre changement peut troubler sa transparence. *L'état d'un air sec est stable* : il faut des changements considérables pour le troubler.

Or, on reconnaît que l'air est humide quand l'évaporation est lente ou nulle, quand la boule mouillée du thermomètre n'accuse pas une plus basse température que la boule sèche (n° 138), quand les nuages artificiels qui sortent des machines à vapeur ont de la peine à se dissoudre, quand le brouillard va en s'épaississant au lieu de s'évaporer.

Au contraire, si les corps sèchent au lieu de se mouiller, si le thermomètre à boule humide accuse un froid sensible, si la vapeur des locomotives se fond et disparaît très vite, c'est que l'air est sec et éloigné du point de saturation.

Dans le premier cas, les nuages finiront probablement par se résoudre en pluie; dans le second, ils repasseront à l'état de vapeur transparente.

146. DIFFÉRENTES ESPÈCES DE NUAGES. — D'après ce qui précède, on peut distinguer les nuages selon qu'ils sont formés dans une même masse d'air qui se refroidit, ou dans le mélange de deux masses d'air inégalement échauffées. Comme les conséquences qu'ils entraînent à leur suite sont différentes dans les deux cas, nous n'avons pas pu passer cette distinction sous silence.

Considérons d'abord les nuages de pur *refroidissement*.

Il n'est personne qui n'ait remarqué, dans le cours

d'une belle journée, des nuages blancs qui ressemblent à des montagnes entassées. Au-dessous, leur base est plate et horizontale; comme elle est dans l'ombre, sa teinte est plus obscure; mais au-dessus de cette base s'élèvent des croupes qui offrent l'aspect de sommités couvertes de neige.

Voici la cause de ces apparences. La chaleur du jour produit des courants chauds ascendants. L'air qu'ils entraînent s'est chargé de vapeur transparente à la surface du terrain. Mais à mesure qu'on s'élève il fait plus froid : c'est là un fait d'expérience. Il arrive donc un moment où l'air ascendant atteint sa température de saturation; et au-dessus de ce niveau, il faut que sa vapeur se prenne.

La base horizontale des nuages dont nous parlons est le lieu visible où la vapeur de l'air ascendant commence à se prendre par le refroidissement dû à la hauteur.

Aussi, à mesure que les courants ascendants deviennent plus chauds, ces nuages s'élèvent davantage. Ils sont plus hauts dans le milieu du jour qu'ils ne l'étaient le matin; et le soir, quand les courants qui montent perdent de leur force, ils se rabaisent, et se dissolvent en rentrant dans un air plus chaud. Leur élévation au-dessus de nos plaines varie d'ordinaire entre cinq cents et mille mètres.

Ces *nuages de refroidissement*, appelés *cumuli*, se forment donc le jour et sous l'influence du soleil. Quand ils nous donnent de la pluie, c'est pendant la journée, tandis que le soir le ciel redevient serein.

Cependant s'ils ne descendent pas dans la soirée, s'ils se foncent et s'épaississent, c'est qu'il existe au-dessus d'eux une autre couche de nuages; c'est donc que les régions élevées de l'air sont humides et voisines de la saturation : on doit s'attendre à des pluies ou à des orages.

147. Mais indépendamment de ces nuages de jour, il arrive aussi, pendant la nuit, que l'abaissement graduel de la température de l'air condense tout d'un coup la vapeur de ces nappes supérieures. Ce phénomène arrive à l'instant où la température des hautes couches de l'air passe au-dessous du point de saturation. A ce moment, le ciel s'obscurcit instantanément dans toute son étendue. A la sérénité de la première partie de la nuit succède subitement un voile uni, plus ou moins élevé.

En hiver, ce voile couvre le ciel des semaines entières. S'il se résout en pluie le matin, le soleil luit encore, et les nuages de refroidissement qui sont dus aux courants ascendants reprennent leur cours. Les nuages de jour se forment au soleil, pendant que les nuages de nuit s'y dissolvent.

148. Envisageons maintenant les nuages de *mélange*.

Quand un vent chaud règne, si un vent froid vient à nous atteindre, de vastes nuages se forment tout à coup. C'est l'effet de la pénétration du courant froid dans le courant chaud. Ces nuages constituent des bancs étendus, épais, persistants. Ils commencent, comme le vent froid, par les basses régions de l'air : ils ont, par conséquent, une faible élévation. Le vent du Nord les entraîne sans cesse, mais il s'en forme constamment de nouveaux,

jusqu'à ce que le vent sec soit bien établi. Lorsqu'ils cessent de se former, le ciel serein leur succède; les derniers bancs sont refoulés par le vent, et, selon l'expression vulgaire, *les nuages se déchirent*.

149. Au contraire, si c'est un vent chaud qui pénètre dans du vent froid, la vapeur *se prend* encore, mais l'effet commence par le haut. On voit paraître sur le fond bleu des lanières blanchâtres, des filaments légers qui semblent partir d'un même point du ciel. A cette classe appartiennent les *arbres du vent* des habitants de nos campagnes. Leur nom scientifique est *cirrho*.

Ces filets sont comme les stries latérales, les *lignes de séparation* visibles de deux courants dans les régions supérieures de l'air. Ce sont les plus élevés de tous les nuages. Leur hauteur n'est guère moindre de six à sept mille mètres. Ils ne donnent pas de pluie par eux-mêmes, mais d'ordinaire ils finissent par s'épaissir; ce sont eux, ou plutôt l'humidité qui les accompagne et dont ils ne sont que le signe, qui empêche les gros nuages inférieurs de se dissoudre le soir.

150. Après les nuages principaux dont nous venons de parler, les météorologistes distinguent encore quelques formes secondaires, qui s'observent moins fréquemment : ce sont les *nimbi*, les *strati*, les *cirrho-cumuli* et les *cirrho-strati*.

Le nimbus est le nuage d'où s'échappe la pluie; il est large, lourd, grisâtre et à bords dentelés, déchirés. Un seul de ces nuages peut parfois recouvrir une grande étendue du ciel.

Les strati sont ces longs nuages étroits, sous forme de bandes parallèles, et très souvent colorés, que chacun a pu remarquer à l'horizon, soit au lever, soit au coucher du soleil.

Le cirrho-cumulus et le cirrho-stratus sont, comme l'indiquent leurs noms, des composés de cirrhi, de cumuli et de strati. Le cirrho-cumulus tient du cirrus par ses dimensions, son élévation; du cumulus par sa forme; on le désigne vulgairement sous le nom de nuage *pommelé, moutonné*. Les cirrho-strati, appelés par certains météorologistes *bandes polaires*, et auxquels on assigne une relation avec les aurores boréales, sont, comme les strati, de longs rubans parallèles, mais blancs, et fixés, non pas à l'horizon, mais à travers tout le ciel, en passant non loin du zénith. Il n'est pas rare de les voir partir d'un point de l'horizon NE., par exemple, s'étendre de là en éventail et se resserrer de nouveau à l'horizon opposé, au SW.

151. Bien que l'eau soit plus pesante que l'air, les nuages restent suspendus dans l'atmosphère. *De Saussure* attribuait ce phénomène à l'état vésiculaire des particules d'eau. Il supposait que ces petites sphères avaient leur intérieur occupé par de l'air humide et qu'elles acquéraient par là une légèreté suffisante pour se soutenir dans l'atmosphère comme autant d'aérostats.

On a également eu recours aux courants ascendants pour expliquer la suspension des nuages. Leur chute serait contrariée, arrêtée par la force ascensionnelle des courants d'air verticaux.

Une autre explication est celle qui admet la chute lente du nuage, mais avec dissolution de sa partie inférieure à mesure qu'elle pénètre dans une couche d'air plus chaude ou moins humide, et condensation de vapeur à sa partie supérieure. Le nuage subirait ainsi une continuelle transformation.

On peut encore invoquer le mouvement horizontal de l'air qui porte les nuages, mouvement qui a pour effet de diminuer notablement la vitesse de chute de ceux-ci. N'a-t-on pas vu souvent, du reste, des quantités énormes de poussière ou de cendre transportées à des distances considérables par les courants de l'atmosphère ?

Enfin, la suspension des nuages pourrait être due avant tout à leur électricité, qui les repousserait loin du sol. Chaque fois qu'un nuage se résout en pluie, c'est-à-dire chaque fois que les vésicules tombent vers la terre et se réunissent en gouttes, l'électricité se dégage (n° 156). Il y a plus; suivant un physicien américain, *Stevelly*, il suffirait de dégager l'électricité du nuage, de la ramener dans le sol par l'intermédiaire d'un courant d'air chaud ascendant, pour mettre fin à la suspension du nuage et le faire tomber sous forme de pluie. Il est du moins constaté que la réunion des grands foyers allumés provoque la chute de la pluie; que la pluie tombe fréquemment, par exemple, dans les pays où l'on pratique sur une vaste échelle la carbonisation du bois, et que, dans la ville de Manchester, depuis la multiplication des usines, il ne se passe presque plus un jour sans pluie.

152. La *pluie* est le dernier effet des nuages. C'est ainsi que l'eau qui a été enlevée de la surface du globe y retourne. La *neige* ne diffère de la pluie que parce qu'elle tombe cristallisée, au lieu de tomber liquide.

153. On mesure dans des *udomètres* ou *pluviomètres* l'épaisseur de la couche d'eau que la pluie aurait formée à la surface du sol, si elle n'avait pu s'écouler d'aucun côté.

L'udomètre dont on se sert dans les stations météorologiques belges se compose d'un entonnoir récepteur ayant une ouverture de 20 centimètres de diamètre, terminé par un tube en zinc, lequel communique lui-même avec un second tube en verre qui lui est parallèle (voir figure ci-contre). Une échelle graduée est placée à côté de celui-ci.



Fig. 20.

Le rapport des sections intérieures des deux tubes est tel que la hauteur de pluie dans le petit tube est dix fois supérieure à la hauteur vraie de la pluie tombée.

En sorte qu'un centimètre et un millimètre de l'échelle représentent un millimètre et un dixième de millimètre d'eau tombée.

Lorsque l'instrument reçoit de la neige, on obtient la fusion de celle-ci en plaçant dans la boîte du pluviomètre une ou deux veilleuses allumées, puis on mesure la quantité d'eau recueillie comme pour la pluie.

On conçoit sans peine que le meilleur emplacement pour le pluviomètre est un endroit parfaitement découvert, isolé des habitations et des arbres. Il faut que la pluie puisse y parvenir sans être aucunement dérangée dans son trajet entre les nuages et la terre. Une autre précaution importante est de ne pas installer l'instrument à une trop grande hauteur au-dessus du sol; un mètre 50 centimètres est la hauteur recommandée. On a constaté que les quantités d'eau recueillies au pluviomètre diminuent à mesure que la position de l'instrument s'éloigne de la surface du sol, et comme on n'a généralement en vue que la mesure de l'eau qui tombe réellement sur celle-ci, il importe d'en rapprocher le pluviomètre à la distance jugée le plus convenable.

154. FORMATION DE LA PLUIE ET PHÉNOMÈNES QUI L'ACCOMPAGNENT. — Quand les nuages ne sont pas soutenus par les courants ascendants, ou dissous par le voisinage d'un air plus sec, ils se résolvent, comme les brouillards, en gouttes fines qui s'accroissent peu à peu dans leur chute.

Si le nuage est blanchâtre, si le ciel est d'un azur foncé dans les éclaircies, c'est que les gouttes d'eau qui composent le brouillard sont petites, et que l'air environnant est dépourvu de vapeur. Ce sera une double raison pour ne point appréhender la pluie. Mais si les

nuages sont gris et le ciel blafard par les intervalles, c'est que les gouttes sont grosses et l'air humide : la pluie sera très probable.

Le nuage ne se résout guère, en effet, avant que les gouttes d'eau qui le composent aient atteint un certain volume. C'est dans ces gouttes que se forment les *couroannes* qui paraissent la nuit, dans les nuages, autour et tout près de la lune. Si les gouttes sont petites, le diamètre de la couronne est plus grand ; si elles sont grosses, au contraire, la couronne se resserre et se rapproche de l'astre, qu'elle semble presque toucher.

Ainsi, les couronnes n'annoncent la pluie que lorsqu'elles sont étroites. Sont-elles larges, le nuage n'a rien de menaçant.

Mais il arrive souvent de voir de larges couronnes se rétrécir progressivement ; et dans ce cas l'on peut prévoir qu'avant peu d'heures les nuages se résoudreont en pluie.

Ces couronnes sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne le pense. On ne les remarquera guère que la nuit, quand elles paraissent autour de la lune. Il y en a pourtant pendant le jour, autour du soleil. Il est vrai que celles-ci sont moins faciles à observer, parce que la lumière de l'astre nous éblouit. Mais si l'on noircit un morceau de verre à la flamme d'une chandelle, et que l'on regarde les nuages dans ce verre comme dans un miroir, on distinguera fréquemment des couronnes solaires. Dans les matinées où le brouillard a de la peine à se dissiper, on pourra souvent reconnaître par là si la pluie tombera

ou bien si les nuages s'évaporeront, suivant que la couronne autour du soleil va en se rétrécissant ou en augmentant de largeur.

On peut donc poser cette règle qui est rigoureuse : *avec des gouttes qui croissent, la couronne se resserre ; avec des gouttes qui s'évaporent, la couronne s'élargit.* Naturellement, le premier cas annonce la pluie, et le second la dissolution des nuages.

155. C'est dans l'acte de la formation des nuages que la lumière du ciel prend cette coloration rouge-brun ou orangée que l'on observe fréquemment. Quand la vapeur passe de l'état de transparence à celui de brouillard, il y a un instant où elle revêt d'une teinte particulière les rayons lumineux qui la traversent. On peut vérifier ce fait par une épreuve bien simple. Lorsqu'on parcourt en chemin de fer un souterrain d'une certaine étendue, la vapeur qui s'échappe de la locomotive et qui se transforme en brouillard, offre un exemple de ce phénomène de coloration. Si l'on regarde alors en arrière, à travers la masse floconneuse que la machine laisse sur son passage, on aperçoit le jour à l'extrémité de la galerie, mais ce jour offre pour l'ordinaire une teinte orangée, qui se fonce à mesure qu'on avance, et qui finit par passer au rougeâtre.

Telle est l'image de cette coloration en rouge qui anime l'horizon au lever et au coucher des astres. La vivacité de la teinte est proportionnelle à la masse des vapeurs qui repassent de l'état transparent à l'état floconneux. C'est le signe visible de la *prise* des vapeurs,

de leur condensation. Plus les couleurs rouges sont vives, plus la résolution des vapeurs est active. La vivacité de cette teinte annonce donc l'humidité de l'air, la naissance des nuages, et, par suite, l'approche des troubles atmosphériques et de la pluie.

156. Au moment de la condensation de la vapeur, au moment où les gouttes se forment en abondance et où la pluie s'échappe, il se fait un dégagement considérable d'électricité. Ce dégagement est d'autant plus brusque que la condensation de la vapeur est elle-même plus subite. Ainsi, quand la pluie tombe doucement, quand les nuages se résolvent avec lenteur, les phénomènes électriques sont peu marqués. Mais si l'ondée est soudaine, si les nuages se transforment instantanément en une masse d'eau, l'électricité n'a pas le temps de s'écouler. Elle fait alors explosion : il y a un coup de tonnerre.

Ceci nous explique pourquoi, dans les orages, l'éclair accompagne les redoublements de pluie. Ces redoublements sont dus, en effet, à un nouveau mélange de deux masses d'air par l'effet d'un coup de vent subit. Il en résulte une condensation brusque et considérable de vapeur. Des torrents d'eau s'échappent à l'instant du nuage, et avec eux des torrents d'électricité auxquels l'acte de la condensation donne naissance. La pluie et la foudre sortent à la fois du nuage. Et si le redoublement de la pluie n'arrive d'ordinaire qu'après l'éclair, c'est que la pluie vient de haut, et qu'il lui faut un certain temps pour nous atteindre.

Nous pouvons donc poser cette règle, qui est précisément en contradiction avec l'opinion vulgaire : *les phénomènes électriques de l'atmosphère sont la conséquence et non pas la cause des orages.*

Nous pouvons admettre ensuite que les pluies ordinaires ne diffèrent des pluies d'orage que du moins au plus, et que les unes comme les autres donnent lieu à un dégagement d'électricité.

Il ne faut donc pas faire une classe à part pour les nuages électriques. Nous pouvons parfaitement les traiter, pour notre objet, d'après les mêmes lois générales.

157. FORMATION DE LA GRÊLE ET DU VERGLAS. — Si les gouttes sont formées dans un courant chaud supérieur ou dans quelque nuage échauffé par le soleil, et si elles rencontrent dans leur chute un courant froid, sous l'ombre du même nuage, il arrivera parfois qu'elles seront glacées. Elles tomberont alors sous forme de *grêle*. On voit donc pourquoi la grêle accompagne de préférence les grains du printemps, où le voisinage de vents du sud et de vents du nord coïncide avec un décroissement fort rapide de la température à mesure qu'on s'élève. C'est dans les mêmes circonstances que tombent ces larges gouttes clair-semées qui ne sont que de la grêle fondue.

158. En hiver, après un froid rigoureux et continu, si du vent chaud commence à souffler dans le haut de l'atmosphère, on voit souvent tomber ces larges gouttes, toujours très froides. Elles gèlent de nouveau

en touchant le sol, qu'elles recouvrent de *verglas*. Ordinairement, ces phénomènes sont accompagnés d'une baisse rapide du baromètre : le courant chaud gagne de plus en plus, et le dégel ne se fait pas attendre.

159. On a demandé pourquoi la grêle est beaucoup plus fréquente le jour que la nuit. C'est, en effet, une remarque qui est commune à la grêle et aux orages. Mais pour y répondre il suffit de remarquer que les grains, c'est-à-dire les courants subits, sont plus communs pendant le jour. N'est-ce point l'inégalité des températures qui cause ces courants extraordinaires, qui les sollicite à se porter brusquement tantôt dans une direction, tantôt dans une autre, souvent opposée à la première? Or, à quelle époque les inégalités de température auront-elles plus de puissance, si ce n'est pendant le jour, quand une contrée se trouve échauffée par les rayons du soleil et la contrée voisine à l'ombre des nuages? Les coups de vent sont non seulement plus subits, mais aussi plus forts pendant la journée. La condensation brusque des vapeurs, la formation de la grêle, les ondées, le tonnerre, seront donc plus fréquents durant le jour, comme l'expérience l'atteste en effet.

160. FORMATION DE LA NEIGE. — Nous avons vu que le froid augmente à mesure qu'on s'élève. Ce refroidissement est d'un degré environ pour une différence de niveau de 200 mètres. Ainsi, quand nous avons 5° dans la plaine, on trouverait 0° vers 1,000 mètres de hauteur. La *neige* se forme lorsque les nuages se résolvent lentement à une température plus basse que zéro.

Par une gelée faible, la neige est abondante, ses flocons sont gros et lourds. Mais par les grands froids, la neige devient plus rare, les flocons sont plus petits et plus légers; ils cessent plus vite de tomber; ils finissent par se transformer en petits grains fins, en une sorte de poussière de neige. Il est extrêmement rare de voir tomber la neige quand le thermomètre a atteint — 15°. A ce degré de froid, la dose de vapeur que l'air peut contenir n'est plus suffisante pour alimenter de gros nuages.

161. DISTRIBUTION DES PLUIES. — L'épaisseur de la couche de pluie reçue en une année à la surface du sol varie beaucoup suivant les localités. Deux endroits très voisins accusent souvent, sous ce rapport, des différences très notables, que l'on doit attribuer à la situation topographique, au mode de culture, à l'influence des terrains boisés ou non boisés, etc. Il y a peu d'éléments météorologiques qui soient distribués d'une manière plus irrégulière. On a pu néanmoins poser quelques grandes lois générales, qui ne font que s'affermir par des observations plus nombreuses; la première, c'est que la région des tropiques est celle qui reçoit moyennement le plus d'eau, les régions polaires celles qui en reçoivent le moins. Dans ces dernières le pluviomètre recueille rarement plus de 250 millimètres en une année, tandis que dans les contrées tropicales il en recueille des quantités qui varient depuis 1 mètre jusqu'à 5, 6 et 7 mètres. C'est dans la zone tempérée que la répartition des pluies est la plus inégale.

Une seconde loi, parfaitement établie également, montre que la couche d'eau pluviale est plus grande au bord de la mer qu'à l'intérieur des terres. Il suffit de jeter les yeux sur la carte hyétométrique de l'Atlas de Berghaus, où les quantités de pluie sont représentées par l'énergie des teintes, pour reconnaître que les eaux atmosphériques se déchargent surtout sur les côtes; il n'en parvient qu'une faible quantité au centre des continents. A Ostende, par exemple, il tombe annuellement 615^{mm}, et à Vienne, à l'intérieur des terres, 447^{mm} seulement.

Les montagnes, enfin, exercent dans certaines régions une influence considérable sur la distribution des pluies. Le versant qui fait face à la mer reçoit généralement des pluies copieuses, tandis que le versant opposé se distingue par sa sécheresse. Les vents humides, en se heurtant à la pente montagneuse, se dépouillent d'une grande partie de la vapeur d'eau qu'ils transportent, et arrivent ainsi à l'autre pente avec des propriétés hygrométriques complètement différentes. Bergen et Christiana, en Norwège, nous en offrent un exemple : à Bergen, au bord de l'Océan et au pied des Alpes scandinaves, il tombe annuellement 2250^{mm} de pluie; à Christiana, sur le versant opposé de la chaîne montagneuse, on ne recueille que 534^{mm}.

162. EFFETS DES PLUIES. — Considérons d'un point de vue général cette grande circulation des eaux, qui les enlève à la mer sous forme de vapeur, qui les transporte dans l'intérieur des continents sous forme

de nuages, qui les fait retomber en pluie, les conduit dans le sein de la terre d'où elles ressortent par les sources et les fontaines, et les ramène enfin à l'Océan par les rivières et les fleuves.

C'est la chaleur qui est le principe de l'évaporation, et qui est ainsi la force motrice de cette vaste circulation.

En été, l'air est plus chaud, et par là susceptible d'entraîner une plus grande quantité de vapeur. En hiver, il est plus froid, et la dose de vapeur qu'il charrie est moindre.

On voit tout de suite quels effets doivent en résulter. En automne, époque où la température décroît, l'air doit se débarrasser de l'excès de vapeur dissoute dont il avait pu se charger pendant l'été. Il doit laisser retomber cette vapeur : ce sera le moment principal des pluies. Le refroidissement automnal est accompagné, en effet, de chutes d'eau très abondantes.

Au printemps, au contraire, époque où la température va en s'élevant, l'air devient capable de recevoir une charge toujours croissante de vapeur. Il n'est presque jamais saturé. Il enlève alors des masses considérables d'eau qu'il ne nous rendra qu'en automne. Le printemps est la saison des jours sereins, comme l'automne est celle des jours sombres.

D'octobre à décembre inclusivement, les pluies sont très abondantes et surtout persistantes; c'est également l'époque où les cours d'eau atteignent leur niveau le plus élevé. Aussi la plupart des inondations arrivent-elles durant cette période, ou même un peu plus tard,

à la suite de la fonte des neiges. Il suffit, dit-on, qu'il tombe une couche de pluie de 30 millimètres dans les vingt-quatre heures, pour que nos rivières sortent de leur lit.

Mais il y a, même en été, des pluies subites dues au mélange brusque de deux courants, qui sont parfois bien plus abondantes. La pluie diluviale du 4 juin 1839, qui n'a été forte que pendant trois heures, a donné 113 millimètres d'eau à l'Observatoire de Bruxelles. C'est à la suite de cette averse prodigieuse que le hameau de Borgt, près de Vilvorde, a été en partie détruit.

163. C'est la pluie qui tombe sur les plateaux qui fait enfler les rivières. Il faut un certain temps pour que l'effet de cette pluie se fasse sentir dans le bas du cours d'eau, et que la crue devienne désastreuse. Dans les bassins du Rhône et de la Saône, si sujets aux inondations d'automne, des observateurs sont établis dans le haut des vallées, et mesurent la pluie jour par jour. Quand la chute a dépassé un certain terme, on en donne avis immédiatement à Lyon, où l'on peut maintenant prévoir plusieurs jours à l'avance l'arrivée des grosses eaux, et calculer même le niveau qu'elles pourront atteindre. Des dispositions analogues sont prises, en France, sur beaucoup d'autres rivières, notamment sur la Seine, et, chez nous, dans les bassins de l'Escaut et de la Meuse.

164. L'effet naturel de la pluie sur le climat est un refroidissement de la température. D'abord, l'eau est

d'autant plus froide qu'elle tombe d'une plus grande élévation. Ensuite, l'humidité dont elle imbibe le sol donne lieu à une évaporation considérable, qui entraîne un refroidissement. La terre devient alors comme la boule mouillée d'un thermomètre. En hiver, cet effet peut être compensé en partie par la transformation du ciel serein en ciel couvert, d'où résulte l'interruption du rayonnement. Mais, en été, la formation des nuages intercepte de son côté la chaleur solaire, et les pluies sont suivies d'un abaissement notable de la température.

165. La chute des neiges entraîne des résultats différents. Celles-ci forment une espèce de manteau qui recouvre et protège la terre. Comme le rayonnement s'opère par la surface, c'est la couche superficielle de la neige qui se refroidit, et le sol se trouve garanti du rayonnement nocturne. Il faudrait une longue gelée avant que les progrès du froid traversassent une couche de neige d'une certaine épaisseur. Mais au moment de la fonte, la neige soutire au sol sa chaleur; le froid commence alors à pénétrer la terre.

C'est aussi le moment où les eaux ruissellent avec abondance, où les rivières grossissent, où les fleuves débordent. Si la fonte des neiges est fort subite, il arrive fréquemment des inondations. Les eaux qui tombent des nuages doivent en définitive retourner à la mer, d'où la chaleur du soleil les avait soulevées.

CHAPITRE V.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.

I. LOIS GÉNÉRALES.

166. La terre est un vaste réservoir d'électricité. La plupart des expériences électriques qu'on montre dans nos cabinets de physique ne sont que la reproduction en petit des phénomènes que la nature nous offre. L'équilibre électrique se rétablit, lorsqu'il a été rompu, par l'étincelle brillante de la foudre. Des courants continus circulent dans le sol et dans l'atmosphère. Une foule d'actions particulières, l'évaporation de l'eau, la végétation des plantes, la chute de la pluie, sont autant de sources locales d'électricité.

167. L'un des instruments les mieux appropriés à l'étude de l'électricité de la terre, est l'électromètre de *Peltier*. Il repose sur un double principe : sur la direction propre que prend une aiguille aimantée, et sur la répulsion mutuelle de deux corps chargés de la même espèce d'électricité.

Supposons qu'une petite aiguille aimantée AB, coudée dans sa partie moyenne *ab*, soit suspendue par le point



Figure 21.

c immédiatement au-dessus d'un barreau de laiton MM, susceptible d'être électrisé. Si l'appareil est placé dans

la direction naturelle de l'aiguille aimantée, l'aiguille AB se tiendra dans le sens du barreau MM ; mais si l'on électrise ensuite tout le système, l'aiguille et le barreau se repousseront mutuellement. Dès lors l'aiguille aimantée, qui est mobile, s'écartera de sa position naturelle pour prendre la nouvelle direction AB. La distance MA ou MB pourra se mesurer sur un cadran gradué, et la grandeur même de cet écart donnera la mesure de la charge électrique. C'est sur cette construction fort simple que repose l'électromètre de *Peltier*.

168. Dans un même corps, l'électricité se transmet en vertu d'une propriété particulière nommée *conductibilité*. Les métaux, l'eau, les surfaces humides, le corps humain, sont de bons conducteurs de l'électricité, tandis que l'air sec, le verre, la soie, la poterie, le bois sec, sont de mauvais conducteurs. C'est par la conductibilité du métal que l'électricité se répand, avec une rapidité qui surpasse l'imagination, d'une extrémité à l'autre des fils de nos télégraphes.

Mais l'électricité ne pénètre pas à l'intérieur des corps ; elle reste adhérente à leurs surfaces. Elle

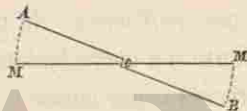


Figure 22.

Mais l'électricité ne pénètre pas à l'intérieur des corps ; elle reste adhérente à leurs surfaces. Elle

s'accumule inégalement sur les différents points de leur superficie. Elle se porte de préférence aux extrémités des corps, aux angles et surtout aux pointes. Quand on électrise, par exemple, un fil de métal, le fluide électrique se porte principalement aux deux extrémités du fil. Il est facile de se rendre compte de ces effets, en réfléchissant que toutes les parties du fluide électrique se repoussent mutuellement, qu'elles tendent constamment à s'écarter le plus possible les unes des autres.

169. L'électricité s'acquiert suivant deux modes principaux : par *contact* et par *influence*. Si nous possédons une source d'électricité, un corps fortement électrisé, tout autre corps en recevra, par contact, une certaine dose d'électricité. Il suffit, pour distribuer le fluide, que le contact dure un seul instant. Si le corps que l'on présente est bon conducteur, le contact immédiat n'est même pas nécessaire. A une proximité suffisante, l'électricité s'élance sous forme d'étincelle. Mais pour que la charge électrique demeure sur le corps, il faut qu'elle ne puisse pas se répandre, par contact, sur d'autres objets. Il faut, par conséquent, que le corps ne soit en contact qu'avec des substances qui ne produisent que très imparfaitement l'électricité, qu'il repose, par exemple, sur des supports de verre ou de poterie, qu'il soit entouré d'un ruban de soie ou d'une couche de résine. On dit alors que le corps est *isolé*. Mais malgré l'isolement même, qui ne peut jamais être parfait, la charge électrique se dissipe peu à peu, et finit, après un temps suffisant, par disparaître tout entière.

170. Il y a deux espèces d'électricité : l'électricité vitrée, que les physiiciens nomment aussi électricité positive, fournie par le frottement du verre; et l'électricité résineuse, appelée aussi négative, qui résulte du frottement de la résine, de la laque. Ces deux électricités s'attirent entre elles et tendent sans cesse à s'unir. Elles existent à l'état d'union et de neutralité dans tous les corps. Mais lorsqu'on approche un corps BC d'un autre corps électrisé A, l'influence de l'électricité dont A est



Figure 23.

couvert opère la séparation des deux électricités naturelles de BC; elle attire vers C l'électricité de nom contraire à celle de A, et repousse vers B l'électricité de même nom. Si A est chargé de fluide vitré, le fluide résineux du corps BC se portera en C, et son fluide vitré en B. Avant l'approche de A, le corps BC n'offrait aucun effet électrique, parce que ses deux électricités étaient unies et se neutralisaient réciproquement. Après l'approche du corps A, il s'est électrisé vers les extrémités C et B. Enfin, si l'on enlève le corps A, ses deux électricités se réuniront de nouveau et se neutraliseront encore une fois : le corps BC rentrera dans l'état naturel.

La présence de quelques corps électrisés trouble donc l'équilibre électrique de tout ce qui les entoure. Les phénomènes produits par influence sont au moins aussi nombreux et aussi variés que ceux qui sont dus au contact et à l'électrisation directe.

171. Revenons maintenant à l'électromètre de *Peltier*

et aux phénomènes qu'il constate. Afin d'appropriier son instrument aux expériences de la physique du globe, *Peltier* isole le système des deux aiguilles; il le garantit par une cloche en verre, et surmonte les aiguilles d'une tige verticale EF en laiton, terminée par une boule creuse D d'environ un décimètre de diamètre. Plaçons l'instrument de façon à ce que l'aiguille fixe se trouve

dans la même direction que l'aiguille aimantée. Si on électrise la boule supérieure, les aiguilles indiquent par l'écart qu'elles prennent la mesure de la charge électrique; il suffit de toucher la boule supérieure D avec le doigt, pour enlever cette électricité. Le fluide dont les aiguilles MM étaient chargées parcourt alors la tige FE, traverse la boule D, et rentre par l'intermédiaire du corps de l'observateur dans le sein de la terre. Or, supposons

qu'on transporte l'instrument dans un lieu où il s'électrise par influence, la divergence des aiguilles se manifestera immédiatement. Pendant que la boule D est influencée par l'électricité extérieure, appliquons le doigt au bas de la tige pour enlever l'électricité libre de la partie inférieure de l'instrument; reportons ensuite l'appareil dans sa situation primitive, et une divergence égale des aiguilles fera connaître la

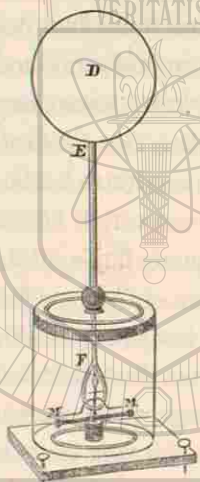


Figure 24.

quantité de fluide qui était influencée par l'électricité extérieure. L'électromètre de *Peltier* peut donc indiquer à tout instant le degré de tension électrique de l'air en un point donné.

172. Le premier et le plus remarquable des résultats que cet instrument fournit, c'est de montrer l'accroissement de l'électricité vitrée à mesure qu'on s'élève. *Peltier* regarde la terre comme un globe immense puissamment chargé d'électricité résineuse. Les objets qui reposent à sa surface, les hommes qui l'habitent, partagent, par le contact continu, cette charge d'électricité résineuse. Mais par suite de ce partage même, de cet équilibre universel, il n'en résulte aucune manifestation. Seulement, à mesure que l'on s'éloigne de la surface de la terre, l'électricité résineuse diminue, et l'électricité vitrée devient sensible de plus en plus.

Lorsque l'électromètre a été équilibré au niveau du sol, et qu'on le porte successivement à des hauteurs de quelques décimètres, de quelques mètres, on voit la charge vitrée augmenter proportionnellement aux différences de niveau. Il faut avoir soin toutefois de se placer dans un lieu bien découvert, qui ne soit dominé ni par les édifices ni par les arbres. En effet, comme nous l'avons dit (n° 168), l'électricité répandue à la surface des corps s'accumule de préférence vers les saillies et les pointes. Le sommet des arbres et des édifices est toujours le siège d'une accumulation considérable de fluide. Dans des lieux dominés par de semblables objets, l'électromètre est soumis à des influences latérales qui

masquent l'effet principal. La tête même de l'observateur agit par influence, lorsqu'elle dépasse le niveau de la boule D de l'instrument.

Ainsi, sous l'influence régulière du globe terrestre, l'électricité vitrée sensible croît à mesure que l'on s'élève. Mais cet accroissement qui atteste la charge d'électricité résineuse que la terre possède en propre, peut être altéré par l'électricité particulière de l'air et des nuées. Les courants inférieurs de l'atmosphère, ceux qui transportent les nuages les moins élevés, d'une teinte grise ou ardoisée, sont chargés d'électricité résineuse. Au contraire, les courants supérieurs, qui se meuvent dans les hautes régions de l'air, et dans lesquels se soutiennent les nuages plus délicats, blancs, orangés ou roses, sont chargés d'électricité vitrée. Les brouillards, les neiges, amènent presque toujours de l'électricité vitrée, tandis que les pluies, les orages, nous apportent tour à tour les deux espèces de fluides.

173. Par des observations assidues de l'électromètre, on a pu suivre la marche de l'électricité atmosphérique dans les différentes saisons et aux différentes heures du jour. D'après les séries d'observations qui ont été recueillies, et qui sont dues principalement à *Schübert*, de Tübingen, et à *Ad. Quetelet*, l'électricité vitrée se manifeste presque sans exception pendant toute l'année. Rarement on observe de l'électricité résineuse; elle précède ou suit en général des pluies ou des orages. L'intensité et la nature de l'électricité dépendent alors de l'élévation des nuages et de leur charge électrique

propre. L'influence régulière du globe disparaît sous l'influence de chaque nuage particulier, dont nous décrirons plus loin les caractères.

La courbe des variations électriques annuelles a une marche inverse de celle des températures de l'air; la plus grande intensité se présente en janvier et la plus faible en juin et juillet. Pendant ces deux mois, elle reste à peu près la même, quel que soit l'état du ciel, mais à partir de cette époque, l'électricité, par un ciel serein, surpasse d'autant plus l'électricité observée par un ciel couvert, qu'on se rapproche davantage de janvier: c'est alors que se présente la plus grande différence. Dans la période diurne, deux maxima suivent de deux à trois heures l'un le lever et l'autre le coucher du soleil, et deux minima les précèdent: le premier la nuit, vers l'heure de la plus basse température; le second le jour, à l'heure de la plus haute température.

II. ORAGES.

174. Nous venons de décrire l'électricité de l'atmosphère dans son état normal habituel. Cet ordre normal est troublé de temps à autre par des causes accidentelles: l'électricité s'accumule sur certains nuages, sur certains points de la surface du globe, et trouble par son influence l'équilibre électrique des corps voisins. Ces conditions accidentelles, qui altèrent l'ordre normal des phénomènes, donnent naissance à des manifestations nouvelles. On les désigne sous le nom générique

de *perturbations*, et leurs effets accompagnent les mouvements atmosphériques appelés *orages*.

175. A la suite de certaines circonstances particulières, qui se présentent notamment dans les chaudes journées de l'été, les nuages se chargent d'une quantité considérable de fluide électrique. Ce fluide se répand sur toute la surface extérieure du nuage, auquel il sert en quelque sorte d'enveloppe. Cette électricité est habituellement résineuse, mais parfois aussi elle est vitrée.

Un semblable nuage agit immédiatement par influence sur les autres nuages qui l'entourent, et sur le sol même au-dessus duquel il vient à passer. Il attire l'électricité de nom contraire à la sienne et repousse celle de même nom. Les nuées qui sont dans son voisinage s'électrisent par influence; les objets terrestres, et particulièrement les sommités des édifices et des arbres, s'électrisent également. A mesure que l'électricité se développe dans le nuage primitif, l'influence augmente, les nuées et les corps voisins s'électrisent davantage par leurs extrémités qui approchent le nuage orageux. Un moment arrive où la tension électrique devient suffisante pour franchir la distance qui sépare le nuage de l'un des objets voisins. L'électricité s'élance alors, sous la forme d'une brillante étincelle; les électricités de nom contraire se joignent et se neutralisent. Tout rentre pour un moment dans le repos.

176. A l'approche d'un nuage orageux, l'une des électricités du sol se porte donc en abondance sur toutes les saillies; elle s'échappe même des pointes les plus déliées

pour aller neutraliser dans le sein du nuage l'électricité orageuse. Si ces effluves sont orageuses, le nuage rentrera de lui-même dans l'état naturel. Mais si la tension électrique n'est pas suffisamment atténuée par ces effluves invisibles, l'équilibre s'établira brusquement par la chute subite de la foudre.

La distribution de l'électricité, qui se porte toujours de préférence et en plus grande abondance vers les parties saillantes et pointues des corps, explique pourquoi les rochers aigus, les arbres, le sommet des édifices sont souvent frappés de la foudre. C'est également sur cette propriété des corps conducteurs qu'est fondée l'admirable invention du paratonnerre. Cet instrument se compose d'une tige verticale en métal, surmontée d'une pointe très aiguë. A l'approche des nuages orageux, l'électricité du sol se porte, par influence, vers le sommet de la tige, d'où elle s'écoule peu à peu vers le nuage, pour y neutraliser l'électricité orageuse. Le nuage perd de sa charge électrique, son action s'affaiblit et les symptômes orageux ne tardent pas à disparaître. Mais si l'écoulement de l'électricité par le sommet du paratonnerre n'est pas assez abondant, si la pointe surtout en est émoussée, l'union des deux électricités se fait tout à coup et bruyamment, par le trajet d'une étincelle : la foudre tombe sur le paratonnerre.

Dans cette prévision, et afin d'éviter les effets désastreux de la foudre, on attache à la partie inférieure de la tige un fil de métal qui va se perdre dans le sol, et qui conduit l'étincelle tout entière dans le sein de la terre,

177. Depuis les beaux travaux de *Franklin*, le paratonnerre fournit les moyens d'étudier toutes les variations de l'électricité des nuages. Il suffit de mettre le fil conducteur du paratonnerre en communication avec un électromètre, pour suivre tous les mouvements de l'électricité. A mesure que le nuage orageux se forme et se développe, on voit croître la tension électrique. Quand cette tension atteint un certain degré, la foudre s'élance sur quelque nuage voisin ou sur quelque objet terrestre. A cet instant même, le nuage rentre dans l'état naturel. Toute l'électricité du sol, attirée par influence, retourne en même temps dans le sein de la terre. Durant quelques instants, tout rentre dans l'état normal. Mais si l'électricité s'accumule de nouveau sur le nuage, si la tension recommence à croître, on peut bientôt prévoir un autre coup de foudre, par lequel l'électricité se déchargera de nouveau.

178. Le plus souvent, l'étincelle de la foudre s'échange de nuage à nuage. Plus rarement la foudre se dirige vers les objets terrestres. L'étincelle de la foudre est crochue et colorée comme celle de nos machines électriques. L'intervalle qui sépare l'éclair du moment où l'on entend l'explosion peut servir à calculer la distance à laquelle cette explosion a éclaté. La lumière se propage, en effet, avec une vitesse presque infinie. Le son, au contraire, ne se transmet qu'avec une vitesse de trois cent trente mètres environ par seconde. Chaque seconde qui s'écoule entre l'apparition de l'éclair et l'audition du tonnerre correspond, par conséquent, à une distance de

trois cent trente mètres qui sépare l'observateur du lieu de l'explosion.

179. La foudre parcourt parfois dans les airs un espace considérable. On peut se faire une idée de ce trajet immense par la durée des roulements du tonnerre. Une partie de ces roulements doit être attribuée sans doute à la répercussion du son par les nuages. Mais la durée des roulements qui parviennent directement à l'oreille de l'observateur nous fournit quelque lumière sur la longueur du chemin parcouru par l'étincelle. Si l'éclair parcourt, par exemple, le trajet AB, l'observateur placé en O entendra le coup de tonnerre lorsque

le son parti de A lui parviendra après avoir franchi la distance AO. Mais le son parti de B ne lui

parviendra que plus tard, parce que la distance BO surpasse AO. Le retard dépendra du temps nécessaire au son pour parcourir l'excès d'éloignement BM. Or, depuis le moment où le son parti de A parvient à l'observateur jusqu'à l'instant où le son parti de B lui arrive, le roulement du tonnerre se fait entendre sans interruption pour l'observateur placé en O. Certains roulements se prolongent pendant plusieurs minutes. En supposant une seule minute, ou soixante secondes, l'excès de BO sur AO serait de soixante fois trois cent trente mètres, ou de près de vingt kilomètres. Le trajet

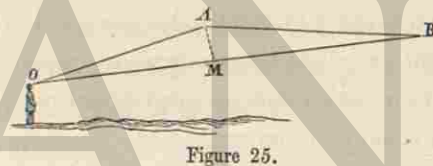


Figure 25.

BA de l'étincelle surpasse encore cet excès BM, suivant l'obliquité sous laquelle il se présente à l'observateur. On pourrait donc affirmer, dans cette supposition, que le chemin parcouru par la foudre devrait surpasser vingt kilomètres.

180. La durée de l'étincelle électrique elle-même est excessivement courte, quelle que soit d'ailleurs l'étendue du trajet qu'elle parcourt. Par des procédés très ingénieux, mais qu'il nous est impossible de décrire ici, un savant physicien anglais, *Wheatstone*, a mesuré la durée des éclairs; cette durée était toujours d'une minime fraction de seconde, soit que la foudre se présentât sous la forme d'un trait délié, soit qu'elle se développât en large nappe à la surface des nuages. Les éclairs qui semblent avoir une longue durée se composent d'une série d'étincelles distinctes s'échappant rapidement les unes à la suite des autres.

181. Un grand orage électrique est un spectacle imposant. Les nuages orageux, disposés d'ordinaire en plusieurs couches superposées, se repoussent mutuellement, parce qu'ils sont chargés d'électricité de même nature. Les nuages environnants, électrisés seulement par influence, sont attirés par le foyer orageux. Des étincelles éclatantes, accompagnées d'une explosion plus ou moins prolongée, répétée par les échos, illuminent les régions célestes. On peut voir souvent, alors, la foudre frapper les arbres, les édifices.

182. Quand le nuage orageux A rentre dans l'état naturel à la suite d'une décharge éclatante, les électricités

du nuage BC, séparées par influence, se réunissent et se neutralisent à leur tour. L'électricité, qui s'était



Figure 26.

accumulée en B, avait également électrisé par influence le sol O; à l'instant où l'éclair s'échappe, tout rentre dans l'état naturel. L'observateur placé en O reçoit une secousse

violente, au moment où les deux électricités séparées se réunissent. Bien qu'éloigné du lieu où la foudre éclate, il peut être renversé par cette recombinaison des électricités. Cette action invisible, inattendue, souvent aussi dangereuse que la chute directe de la foudre, porte le nom de *choc en retour*.

183. Pendant longtemps on a cru que les orages étaient des phénomènes purement locaux. Ils prenaient naissance, se développaient et s'éteignaient, supposait-on, au même endroit ou sur un espace de peu d'étendue. Aujourd'hui, grâce aux recherches entreprises par plusieurs Observatoires sur ces intéressants météores, il est parfaitement établi qu'ils sévissent souvent sur une ou plusieurs contrées et possèdent un mouvement de translation parfois très rapide. On a, de plus, montré leur relation intime avec les *dépressions* atmosphériques. L'examen des nombreux renseignements que notre Observatoire a recueillis, depuis 1877, sur les orages en Belgique, confirme pleinement cette manière de voir. Tous les orages observés, à très peu d'exceptions près, se sont produits pendant que nos régions subissaient

l'influence de dépressions passant sur l'Europe occidentale, et l'on a constaté, d'autre part, qu'aux époques où la pression barométrique était élevée sur cette partie du continent, notre pays a chaque fois été exempt de phénomènes orageux.

Une étude attentive des conditions atmosphériques sous l'influence desquelles se produisent les orages, et des phénomènes particuliers qui les accompagnent, fait supposer que ces météores consistent eux-mêmes en de petites dépressions, possédant — dans des limites plus étroites — tous les caractères des dépressions étendues, dont ils seraient en quelque sorte des satellites.

Cette étude fait voir aussi que la production des orages dépend de l'état des deux facteurs climatologiques les plus importants : la pression atmosphérique et la température. Une température élevée, au moment d'une dépression barométrique, est la circonstance la plus favorable; une température élevée sans dépression, et réciproquement, n'amène pas d'orages.

Les orages se produisent de préférence le jour que la nuit, et beaucoup plus souvent l'après-midi que dans la matinée. L'heure où ils éclatent le plus fréquemment est celle qui coïncide avec l'instant du maximum thermométrique et du minimum barométrique diurnes, c'est-à-dire entre 3 et 4 heures du soir.

La température moyenne des jours d'orage dépasse notablement la valeur normale pour ces mêmes jours, et les orages sont d'autant plus violents que les différences sont plus grandes. Ainsi, à Bruxelles, les

jours à orage violent ont une température moyenne de 3°,2 supérieure à la valeur normale; les jours à orage fort dépassent cette valeur de 3°,0, et les jours d'orage en général la dépassent de 1°,8.

L'air est généralement plus calme à l'approche des orages qu'en temps ordinaire.

184. Les orages sont plus rares dans les contrées du nord que dans la zone tropicale. Il tonne presque tous les jours, dans certaines saisons de l'année, aux rivages de la Guyane et du Venezuela. Au delà des cercles polaires, les orages deviennent des phénomènes excessivement accidentels, qui ne se présentent pas chaque année.

L'été, dans notre hémisphère, est la saison principale des orages, et leur fréquence présente deux maxima pendant cette période : l'un à la fin de juin, l'autre à la fin de juillet. Cette particularité est générale en Europe, mais les dates des maxima varient avec la latitude. Ces deux maxima paraissent dus à l'influence combinée de la température et de la pression barométrique.

Le nombre d'orages qui éclatent en hiver est très restreint, et, contrairement à une idée assez répandue, les orages d'hiver sont, — toute proportion gardée bien entendu — moins intenses que les orages d'été.

Les orages semblent soumis, dans plusieurs pays d'Europe, à une périodicité annuelle de longue durée; le minimum de la période a eu lieu entre 1835 et 1845 environ; l'époque du maximum ne peut encore être déterminée avec certitude.

Les pays de montagnes paraissent être visités plus fréquemment par les orages que les pays de plaines; la configuration accidentée du sol peut donner lieu à la formation d'orages locaux, tandis que les pays plats ne sont le plus généralement visités que par les orages dépendant de dépressions atmosphériques.

En Belgique, les manifestations électriques sont, d'une manière générale, moins fréquentes dans les provinces de l'ouest que dans celles de l'est; elles suivent habituellement la direction SW.-NE., et leur vitesse moyenne est de 8 à 10 lieues à l'heure.

Elles se montrent le plus souvent par des pressions barométriques comprises entre 755 et 750^{mm} (réduites au niveau de la mer) et les pluies qui les accompagnent sont plus copieuses à l'W. qu'à l'E. du pays.

Les coups de foudre (chutes de fluide électrique sur la terre) sont plus nombreux dans les campagnes que dans les villes. Les orages très intenses sont, du reste, relativement rares dans nos villes; ainsi, à Bruxelles, on observe en moyenne un seul orage fort chaque année et un orage violent tous les deux ans seulement.

La durée moyenne des orages proprement dits (éclairs, tonnerre et pluie) est, dans nos contrées, de 30 à 40 minutes environ.

185. Parmi les orages remarquables sous le rapport de l'extension, de la marche rapide et des effets désastreux, observés en Belgique, nous citerons celui du 19 février 1860, rapporté par Ad. Quetelet dans sa *Météorologie* :
« Le dimanche soir, 19 février 1860, éclata sur la

Belgique le plus terrible orage dont les annales de la science fassent mention pour ce pays. Il suivit à peu près la route ordinaire que parcourent la plupart des fléaux semblables qui ont affligé nos contrées. Vers 7 heures, il éclatait sur Rolleghem et Courtrai; une heure après, ses ravages s'exerçaient sur Gand, Bruxelles et les environs d'Anvers; se détournant ensuite vers Liège, où il éclatait à 9 heures, semant la dévastation sur son passage, il pénétrait sur le territoire prussien, et, vers 10 heures, il incendiait l'église de Melhem, près de Cologne.

« Pendant ce trajet, l'orage se dédoublait: vers 9 heures du soir, il frappait plusieurs tours dans les environs de Charleroi, et se dirigeait également sur Liège, en longeant la Sambre et la Meuse.

« Jamais l'orage n'a atteint, dans notre pays, autant de points à la fois; il est tombé sur plus de vingt clochers, qu'il a plus ou moins endommagés. »

III. TROMBES.

186. Tout le monde a eu l'occasion de voir, notamment en été, de petits tourbillons prendre naissance à la surface du sol; aussitôt formés, ils s'avancent avec une grande rapidité, et au moindre obstacle ils s'évanouissent promptement. C'est de l'air mêlé à de la poussière qui tourne sur lui-même en spirales ascendantes, et qu'anime, en outre, un mouvement horizontal de translation. La trombe est la reproduction en grand

du tourbillon, avec cette différence que dans celui-ci les actions mécaniques seules entrent en jeu pour le produire, tandis que la trombe, d'après la théorie généralement adoptée, est due à la combinaison d'actions électriques et mécaniques.

C'est en mer que celle-ci s'observe le plus souvent. Elle se présente sous la forme d'un immense cône d'air et de vapeurs, dont la pointe est tournée vers le bas; sous cette pointe, l'eau de la mer s'élève en bouillonnant, en prenant de son côté la forme d'un cône, mais plus petit. L'aspect général du phénomène est donc celui de deux cônes, aériforme et liquide, se touchant par leurs sommets.

Les marins attribuent l'existence de la vapeur d'eau condensée dans les trombes, à l'aspiration exercée par celles-ci sur la mer. Cette opinion, qui repose sur l'observation du petit cône liquide, est erronée. Ce cône est le résultat de l'affouillement de la surface de la mer par le tourbillon, lequel possède, comme on sait, un mouvement sur lui-même extrêmement rapide; la vapeur qui rend visible le tourbillon provient de la condensation rapide de l'humidité que contiennent les masses d'air qui y affluent constamment, et qui servent à entretenir sa force vive.

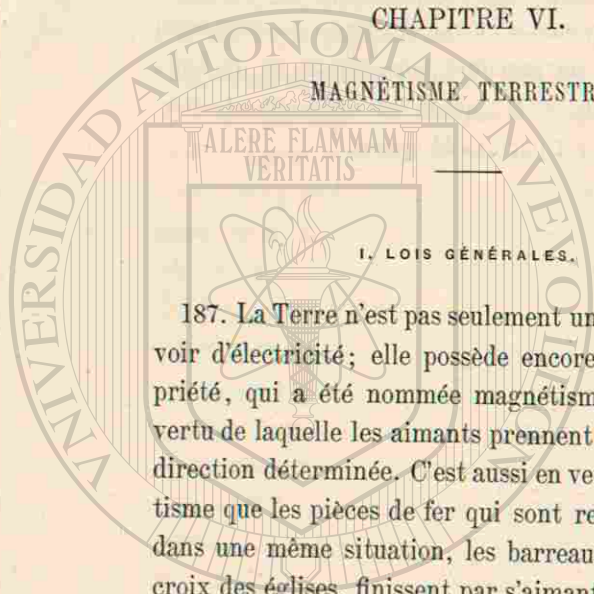
Les effets mécaniques des trombes sont souvent énormes. Tous les objets qui se trouvent sur leur passage sont broyés, jetés au loin; sur l'Océan, les navires sont engloutis en un instant; sur terre, les arbres sont tordus comme des fétus de paille, les habitations

s'écroulent comme des châteaux de cartes, des troupeaux entiers sont quelquefois portés à plusieurs mètres de distance.

La trombe est cependant un phénomène local; elle a un faible développement et une existence généralement éphémère; elle ne parcourt jamais plus de quelques lieues. Elle est moins fréquente sur terre que sur mer, mais sa violence est partout la même.

CHAPITRE VI.

MAGNÉTISME TERRESTRE.



187. La Terre n'est pas seulement un immense réservoir d'électricité; elle possède encore une autre propriété, qui a été nommée magnétisme terrestre, en vertu de laquelle les aimants prennent en tout lieu une direction déterminée. C'est aussi en vertu de ce magnétisme que les pièces de fer qui sont restées longtemps dans une même situation, les barreaux des grilles, les croix des églises, finissent par s'aimanter.

La pierre d'aimant, qui est un oxyde de fer, se rencontre dans quelques mines. La propriété qu'elle possède, lorsqu'elle est librement suspendue, de se diriger vers les pôles de la Terre, a été connue en Chine dans une haute antiquité. Au douzième siècle avant notre ère, des ambassadeurs du Tonkin et de la Cochinchine étant venus à la cour de l'empereur Tchhingwang, celui-ci leur fit présent de cinq appareils magnétiques qui devaient les guider dans leur marche à travers les contrées désertes. Dès le troisième siècle de l'ère vulgaire, les

vaisseaux chinois faisaient usage d'une espèce de boussole. La pierre aimantée flottait, au moyen d'un morceau de bois léger, sur une cuvette remplie d'eau, et elle était surmontée d'une petite figure dont le bras était tendu vers le sud. C'est par les Arabes que l'usage de la boussole s'est introduit en Europe; au treizième siècle, les Catalans et les Basques s'en servaient communément. Les navigateurs italiens leur en empruntèrent l'usage. Leur boussole était aussi soutenue sur l'eau par un flotteur, et les deux pointes de l'aimant indiquaient le nord et le sud.

Aujourd'hui l'on est parvenu à communiquer au fer les propriétés de l'aimant, en le frottant avec un aimant naturel ou avec un barreau de fer déjà aimanté. Cette découverte précieuse a considérablement étendu l'usage des aiguilles aimantées et l'étude des phénomènes qu'elles nous révèlent. Le perfectionnement des arts

mécaniques a contribué, de son côté, à donner à ces instruments plus de sensibilité et d'exactitude. Les aiguilles aimantées de nos cabinets ont la forme de petits barreaux réguliers. Elles sont suspendues à un fil de soie détordue qui leur permet de prendre librement toutes les directions. Tout barreau, tel que ABCD, suspendu



Figure 27.

par le point O, renferme une ligne idéale intérieure *pq*, qui porte le nom d'axe magnétique, et dont la direction est soumise à la force magnétique

de la Terre. Avant de faire usage d'un barreau aimanté, il importe d'examiner si l'axe magnétique est parallèle aux arêtes longitudinales AD et BC du barreau. Supposons un barreau EFGH, dans lequel l'axe *mn* est oblique sur les arêtes. Retournons ce barreau sens dessus dessous et suspendons-le de nouveau par le même point O; l'axe magnétique *mn* conservera la même situation dans l'espace, parce que cet axe obéit à la force directrice de la Terre; mais le corps du barreau prendra la nouvelle situation *fehgh*, dans laquelle les petites lettres désignent les situations occupées après le retournement par les angles auxquels étaient affectées les grandes lettres correspondantes.

C'est toujours de la direction de l'axe magnétique que nous entendrons parler à l'avenir. Nous supposons que les barreaux dont on fait usage ont été soigneusement vérifiés par le retournement.

188. L'aiguille aimantée ne se dirige pas exactement du nord au sud. Dans nos contrées, sa pointe nord dévie ordinairement vers l'ouest, tandis que dans d'autres régions du globe elle dévie vers l'est. On a donné le nom de *méridien magnétique* au plan qui passe par l'axe du barreau, par analogie avec le méridien astronomique qui va du vrai sud au vrai nord. En Belgique, une aiguille aimantée AB, suspendue librement par son centre O, fait un angle de près de 17° avec la ligne



Figure 28.

SN du sud au nord. Cet angle AON se nomme la *déclinaison magnétique*. On dit que cette déclinaison est occidentale ou orientale, suivant que la pointe nord du barreau, en d'autres termes le nord magnétique, tombe à l'ouest ou à l'est du vrai nord.

Il importe donc de savoir, lorsqu'on se sert de la boussole, de quel côté elle décline, et quelle est la grandeur de sa déclinaison. Si cette déclinaison était la même dans toutes les contrées de la terre, il suffirait d'appliquer une correction constante à la direction de l'aiguille pour déterminer le nord vrai. Mais il est loin d'en être ainsi. Si l'on part de Bruxelles, par exemple, où la déclinaison est de 17° vers l'ouest, et qu'on se rende aux États-Unis d'Amérique, on voit cette déclinaison diminuer progressivement, jusqu'à ce qu'elle devienne nulle dans les régions de l'Ohio et du Missouri. Si l'on continue à s'avancer dans l'intérieur du continent américain, la pointe nord de la boussole commence à passer à l'est du méridien astronomique, et la déclinaison devient orientale. Il est donc nécessaire de connaître en particulier, pour chaque lieu du globe, dans quel sens et de quelle grandeur est la déclinaison magnétique.

Cette difficulté s'opposait autrefois à l'usage de la boussole. La déclinaison magnétique, reconnue très anciennement par les Chinois, découverte en Europe par *Peregrini* et observée par *Christophe Colomb* dans sa première traversée de l'Atlantique, jetait une grande incertitude sur les opérations des navigateurs. Au dix-septième siècle, l'Angleterre fit entreprendre de

longs voyages pour étudier la déclinaison magnétique dans les parages des différentes mers. En réunissant les résultats obtenus dans ces voyages, en figurant par de petites flèches, sur une mappemonde, la direction qu'affectait l'aiguille dans les différents lieux d'observation, on a reconnu que toutes ces flèches convergent à peu près vers deux points qui ne sont pas les pôles de la terre. On a nommé ces deux points les *pôles magnétiques*. Depuis les premiers calculs de *Halley* pour déterminer leur situation, *John Ross* est parvenu au pôle magnétique du nord, dans les terres polaires de l'Amérique septentrionale, et *James Ross* et *Crozier* se sont trouvés à quelques lieues de l'autre pôle magnétique, dans les mers glaciales du Sud.

189. La connaissance des pôles magnétiques donne la clef des phénomènes généraux que nous présente l'aiguille aimantée. Il suffit de savoir où ces pôles sont situés pour calculer à l'avance quelle sera la déclinaison de l'aiguille dans un lieu donné du globe. De légères influences locales, que l'on reconnaît dans un grand nombre de contrées, n'altèrent jamais le résultat d'une manière importante.

On peut donc se représenter toutes les aiguilles aimantées qui existent sur le globe comme dirigées vers un pôle particulier, un peu distant du pôle de la terre. Mais l'expérience a constaté que le pôle magnétique lui-même n'est pas fixe sur la surface du globe : il se déplace par la suite des temps. Avant le dix-septième siècle, la déclinaison de l'aiguille, qui est aujourd'hui

occidentale dans nos contrées, était au contraire vers l'orient. En 1663 la boussole indiquait le vrai nord à Paris. Après cette époque, elle déclina de plus en plus à l'ouest et atteignit vers 1814 à 1815 sa plus grande excursion occidentale. Depuis, l'aiguille revient vers le nord vrai.

190. On a constaté des changements semblables dans tous les lieux dont on possède des observations anciennes. Partout la pointe nord de la boussole se porte, par la suite des années, de l'est à l'ouest, pour revenir ensuite vers l'est. Or, on peut se représenter ces effets en attribuant au pôle magnétique un mouvement de rotation autour du pôle de la terre. A mesure que le pôle magnétique se déplace, il entraîne toutes les aiguilles qui se dirigent à lui, et, suivant qu'il passe d'un côté à l'autre du pôle de la terre, la déclinaison, dans un même lieu, devient occidentale ou orientale.

Toutefois, les observations précises de l'aiguille aimantée ne remontent pas assez haut pour assigner exactement en combien d'années le pôle magnétique fait le tour du pôle terrestre. On ne peut pas préciser non plus si ce mouvement de rotation est uniforme, si la distance du pôle magnétique au pôle terrestre demeure constante. Ce qui est incontestable, c'est que le pôle magnétique du nord, qui était situé durant le siècle dernier dans les parages de la baie de Baffin, se transporte maintenant vers le détroit de Behring, en longeant les côtes septentrionales de l'Amérique.

191. Lorsqu'on observe heure par heure la direction

d'une aiguille aimantée, on reconnaît que dans nos contrées la pointe nord se porte d'abord vers l'ouest, pendant la matinée; qu'elle revient ensuite vers l'est à partir de 1 heure ou 2 heures de l'après-midi; qu'elle rétrograde de nouveau vers l'ouest pendant la plus grande partie de la nuit; enfin qu'elle revient à l'est depuis 2 ou 3 heures du matin jusqu'à 9 heures environ. Ces mouvements sont toujours renfermés, d'ailleurs, dans des limites très étroites; ils sont un peu plus forts en été qu'en hiver, mais ils se bornent toujours à de petites oscillations.

Dans les contrées australes, lorsqu'on est plus rapproché du pôle magnétique du sud, ces mouvements se font dans le sens inverse, tout en affectant les mêmes périodes.

Ainsi, deux fois chaque jour l'aiguille aimantée tourne d'orient en occident, et revient sur elle-même d'occident en orient. Si l'on considère que cette oscillation universelle est liée aux heures du jour, on voit que le mouvement doit se propager de l'est à l'ouest, sur la surface du globe, dans le sens de la marche apparente du soleil.

192. Depuis les belles recherches de *Ersted*, on sait que le magnétisme n'est qu'une dépendance de l'électricité. Toutes les fois qu'un courant électrique circule dans le voisinage d'une aiguille aimantée, cette aiguille est sollicitée à prendre une position perpendiculaire au courant; si le fil AB est suffisamment électrisé, le barreau aimanté MN, suspendu par le point O au-dessus de ce fil, prendra une direction MN perpendiculaire à

AB. Considérer la direction de l'aiguille, c'est, par conséquent, constater la direction du courant électrique qui assigne à cette aiguille sa position.

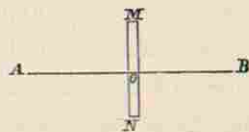


Figure 29.

193. Le soleil verse chaque jour, sur la surface du globe, un nouveau flux de chaleur.

L'échauffement du sol se propage d'orient en occident. L'échauffement plus ou moins rapide du terrain donne naissance, comme on l'observe dans les expériences de laboratoire, à des courants électriques journaliers. Le passage de ces courants dévie l'aiguille aimantée de sa position naturelle; ils tendent, suivant leur force, à lui imposer une direction perpendiculaire à celle de leur propre mouvement, puis, lorsqu'ils s'affaiblissent, ils le rendent à sa liberté.

Les oscillations diurnes des barreaux aimantés sont l'indice du passage de ces courants électriques, qui se développent dans les couches supérieures du sol, sous l'influence de la chaleur solaire. Mais des observations suivies en Angleterre sur les grandes lignes des télégraphes électriques, ont servi à constater directement l'existence de ces courants.

Puisque les oscillations journalières des aiguilles aimantées sont le produit d'une circulation électrique s'établissant à chaque retour du soleil dans les couches supérieures du terrain, on peut penser, par analogie, que la direction permanente de ces aiguilles vers les pôles magnétiques est simplement la conséquence d'un autre

courant constant. Il n'est plus permis de croire, comme au temps de *Fracastor*, que l'aiguille soit attirée par d'immenses montagnes de fer. Le déplacement du pôle magnétique suffirait seul pour renverser cette hypothèse. Mais on peut admettre qu'une vaste circulation électrique, dirigée à peu près de l'est à l'ouest, s'accomplit dans le sol sans interruption. La puissance directrice de la Terre ne serait alors qu'une conséquence de cette vaste rotation.

La constitution inégale des terrains, la conductibilité plus ou moins grande des diverses couches de la terre et de la mer, produirait alors les petites inégalités que l'on observe dans la direction de l'aiguille, qui n'est jamais en toute exactitude celle du pôle magnétique.

La terre nous apparaît ainsi comme un globe immense dont la croûte est sillonnée de courants électriques, ces courants formant une espèce de tourbillon dont les pôles magnétiques marquent l'axe. Toutes les aiguilles aimantées que l'on suspend librement à la surface de la terre obéissent à l'influence de cette circulation électrique, en prenant une direction déterminée. Mais il nous reste un autre phénomène à envisager.

194. Si l'on suspend à un fil PQ un barreau de fer, on peut faire prendre à ce barreau la position horizontale HH. Si l'on aimante ensuite le barreau, non seulement il se dirige vers le nord magnétique, mais sa pointe A plonge sous l'horizon, et son extrémité B se relève. La force directrice n'agit donc pas dans un plan horizontal :

elle attire l'une des extrémités de l'aiguille vers l'intérieur de la terre. Dans nos contrées, c'est la pointe

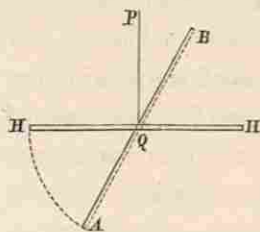


Figure 30.

nord qui s'abaisse vers l'horizon ; dans les contrées australes, c'est la pointe sud. L'angle HQA que fait l'aiguille avec l'horizon se nomme l'inclinaison magnétique. Aussi, lorsqu'on veut faire tenir l'aiguille horizontalement, comme dans

les boussoles d'arpentage, on est obligé d'appliquer sur l'extrémité B un petit contrepoids qui l'empêche de se redresser.

Que l'on se représente le globe de la terre avec ses pôles P et Q, que l'on place sur ce globe les pôles magnétiques M et N. Marquons par un dard de flèche la pointe nord de nos aiguilles aimantées.



Figure 31.

Au pôle magnétique M, l'aiguille se tient verticale, la pointe nord en bas. Mais à mesure qu'on s'éloigne de ce pôle, la pointe nord se relève. Arrivé en E, à égale distance des deux pôles M et N, l'aiguille aimantée se tient hori-

zontale ; puis la pointe sud s'abaisse de plus en plus jusqu'à l'autre pôle magnétique N, où l'aiguille est de nouveau verticale, la pointe nord en haut.

La ligne EE, sous laquelle le barreau aimanté reste

horizontal, sous laquelle l'inclinaison magnétique est nulle, a été appelée *l'équateur magnétique*.

Puisque l'inclinaison de l'aiguille dépend aussi de la situation des pôles magnétiques, cette inclinaison doit varier dans chaque lieu, comme la déclinaison, à mesure que ces pôles se déplacent. A Bruxelles, elle diminue lentement, et confirme ce fait, que le pôle magnétique septentrional s'éloigne actuellement de nous.

195. La puissance directrice de la terre ramène l'aiguille à sa position primitive chaque fois qu'elle en a été écartée, comme la gravité ramène le pendule vers la verticale. Mais on comprend que l'aiguille reviendra à sa position normale avec d'autant plus de rapidité que la force directrice de la terre sera plus énergique. Le nombre de ses oscillations mesurera l'intensité du magnétisme terrestre. Des essais de cette nature avaient déjà été entrepris dans l'expédition malheureuse de *La Pérouse*. Depuis, ils ont été répétés dans un grand nombre de points du globe. Il est résulté de ces expériences comparatives que la puissance directrice de la terre est le plus intense vers ses pôles magnétiques, et le plus faible dans le voisinage de l'équateur.

II. PERTURBATIONS.

196. Nous avons vu que les perturbations électriques, en d'autres termes les orages, ont leur siège dans les régions atmosphériques. Des perturbations analogues

se produisent dans les courants intérieurs desquels dépendent les phénomènes du magnétisme. Il arrive, de temps à autre, que les mouvements d'ordinaire bien réguliers de l'aiguille aimantée manifestent un trouble accidentel. La pointe du barreau se meut par secousses vers l'ouest ou vers l'est; elle s'écarte parfois considérablement de sa position moyenne; puis, au bout de plusieurs heures, après plusieurs oscillations en sens divers, elle revient lentement à sa situation normale.

197. On n'est point parvenu à découvrir jusqu'ici les causes premières des perturbations magnétiques. Seulement, par des observations simultanées de l'aiguille aimantée, dans un grand nombre de stations des deux hémisphères, on a reconnu que ces perturbations s'étendent parfois à des régions d'une immense étendue. Il y a des perturbations locales qui ne s'exercent que dans un rayon fort rétréci. Mais beaucoup de perturbations embrassent en même temps une vaste portion du continent. Dans tout le cercle de leur activité, l'aiguille aimantée s'agite dans le même sens, au même moment physique. Il arrive plusieurs fois chaque année que les barreaux magnétiques dont on suit la marche nuit et jour dans la plupart des observatoires de l'Europe sont troublés au même instant. La pointe nord des aiguilles se porte subitement à l'ouest, depuis les limites de la Sibérie jusqu'aux côtes mêmes de l'Atlantique. Mais les perturbations sont arrêtées en général par le bassin des mers; celles que l'on observe en Amérique et celles qui

se produisent sur notre continent sont très souvent indépendantes les unes des autres.

La plupart des courants qui donnent naissance à ces perturbations, se meuvent apparemment dans les couches tout à fait supérieures du terrain. On s'explique alors comment les mers arrêtent la propagation de ces courants, et comment les perturbations que l'on observe à la surface sont parfois tout à fait insensibles dans les mines profondes.

198. Les perturbations magnétiques qui surviennent la nuit sont quelquefois accompagnées d'une manifestation lumineuse, qui a son siège dans le voisinage du méridien magnétique. Cet effluve lumineux, fort peu remarqué des anciens, a reçu de Gassendi le nom d'*aurore boréale*.

L'aurore boréale se compose d'un arc de lumière AB, qui s'élève au-dessus de l'horizon du côté du nord, et



Figure 32.

dont le point culminant est situé à peu près dans le méridien magnétique. Cet arc repose sur un segment S d'une couleur foncée, offrant quelque ressemblance avec un nuage épais. Au-dessus de l'arc AB s'élancent des

rayons de lumière, qui s'élèvent vers le zénith. Peu à peu ces rayons s'allongent, ils s'étendent sur une grande partie du ciel, et se colorent de nuances variées. Ils convergent vers un point situé au delà du zénith, où leur réunion forme une coupole de lumière. Les raies brillantes partent de ce nœud de lumière, comme les plumes étincelantes d'un immense oiseau de paradis (*Necker de Saussure*). On observe que le point de réunion des rayons est précisément le point du ciel vers lequel se dirige la pointe relevée du barreau magnétique d'inclinaison.

Plus tard, ces rayons se dissolvent en se roulant sur eux-mêmes; le ciel n'offre plus que des plaques éparses et mouvantes de lumière. Ces plaques, dans leur mobilité, semblent entraîner l'aiguille aimantée dont on dirait qu'elles conduisent la pointe. Enfin, les lueurs s'affaiblissent et s'effacent peu à peu, et lorsque le jour paraît et met un terme aux dernières clartés de l'aurore boréale, le ciel semble traversé de bandes régulières et alignées de vapeurs blanchâtres.

Toutes les parties de l'aurore sont transparentes et laissent apercevoir les étoiles. Mais la scintillation de sa lumière a servi à la faire distinguer plusieurs fois pendant le jour malgré la présence du soleil.

199. L'explication complète de ce beau phénomène dépasse aujourd'hui les limites de nos connaissances. Suivant *Hansteen*, l'aurore boréale a son siège dans les hautes régions de l'atmosphère, au-dessus du pôle magnétique de la terre. Dans le voisinage de ce pôle, il

existerait sous certaines circonstances un effluve de particules électrisées, qui s'élèveraient du sein de la terre. Ces particules deviendraient lumineuses à une élévation suffisante dans l'atmosphère. Elles se disposeraient en outre en longs filets parallèles à l'aiguille d'inclinaison. D'après *De la Rive*, au contraire, la vapeur d'eau qui s'élève sous l'équateur vers les hautes régions de l'atmosphère et s'écoule de là vers les pôles, entraîne avec elle une certaine quantité d'électricité. En arrivant dans les régions polaires, où les courants se rapprochent du sol, cette vapeur se trouve en présence d'une électricité de nom contraire. La recombinaison s'opère alors, en donnant lieu, lorsque la charge est suffisante, aux phénomènes lumineux que nous avons décrits.

Mais quelle que soit l'hypothèse à laquelle on s'arrête, la relation qui existe entre les phénomènes électromagnétiques et l'aurore boréale n'en est pas moins établie. L'aurore forme au-dessus du pôle magnétique une sorte de couronne lumineuse, dont les contrées environnantes aperçoivent un arc partiel.

200. L'aurore boréale devient beaucoup plus fréquente à mesure qu'on avance vers le nord. Dans les régions polaires il ne se passe presque pas de nuit sans que la clarté de l'aurore vienne combattre l'obscurité. Mais dans nos régions, ce phénomène ne se présente qu'à d'assez rares intervalles. Seulement, après avoir observé de fortes perturbations magnétiques, nous apprenons d'ordinaire qu'à ce même instant l'aurore boréale

se montrait dans tout son éclat aux habitants du septentrion.

Entre les tropiques, les aurores boréales deviennent très rares. Des aurores analogues, qu'on a nommées *aurores australes*, se montrent pareillement à l'entour de l'autre pôle magnétique. Ces aurores affectent parfois l'aiguille aimantée jusque dans notre hémisphère. Les deux pôles magnétiques sont le centre de phénomènes lumineux, qui apparaissent quelquefois simultanément, et forment alors une double couronne aux pôles de la planète.

CHAPITRE VII.

OPTIQUE ATMOSPHÉRIQUE.

I. COULEUR DU CIEL.

201. C'est à travers la couche atmosphérique, qui recouvre la terre comme un voile à demi transparent, que nous recevons la lumière. Dans leur passage à travers cette couche, les rayons se teignent d'un bel azur. La coloration ne devient sensible que quand l'épaisseur d'air traversée est considérable. Aussi peut-on juger de la distance relative qui nous sépare des montagnes éloignées, d'après l'intensité de la teinte bleuâtre qui s'interpose.

Le fond bleu de l'atmosphère dessine au-dessus de nos têtes la voûte du ciel, que les anciens comparaient à une tenture éclatante. Cette voûte n'est pas autre chose que la sphère aérienne qui enveloppe le globe de la Terre. Quand l'air est bien sec, sa couleur bleue s'assombrit; lorsqu'il est chargé d'humidité, elle blanchit, au contraire, de plus en plus. Les vésicules aqueuses qui sont suspendues dans l'atmosphère renvoient de la lumière blanche, dans laquelle la teinte propre de l'air finit par

se fondre. Il est facile d'observer, par les matinées humides, la bande grisâtre que les brumes dessinent au voisinage de l'horizon.

202. On a imaginé divers appareils, nommés *cyanomètres*, pour mesurer l'intensité de l'azur du ciel. *Saussure* comparait la coloration de l'atmosphère à des bandes de papier, peintes en bleu au moyen de solutions de plus en plus concentrées, et formant ainsi une échelle de teintes. L'azur du ciel pouvait être assimilé chaque fois à l'un des numéros de l'échelle, et son intensité se trouvait ainsi exprimée en nombres. Mais la difficulté de faire produire à ces solutions diverses des effets d'une progression exactement régulière, a engagé *Arago* à employer un appareil de polarisation dans lequel le rayon bleu passe, durant la rotation d'un cristal, par toutes les intensités de couleur.

II. TRANSPARENCE DE L'AIR.

203. La vapeur d'eau qui blanchit la teinte de l'atmosphère enlève également à notre enveloppe aérienne une partie de sa transparence. Il y a des jours où l'on aperçoit nettement les objets qui sont situés à l'horizon; tandis qu'à d'autres époques les phares mêmes, obscurcis par le brouillard, ne peuvent plus être distingués à quelques kilomètres de distance. Les nuits sont si claires sur l'océan Pacifique, que les navigateurs les comparent à nos clairs de lune, vers le temps du premier quartier. *Alexandre Burnes* parle avec admiration

de la transparence de l'atmosphère dans la contrée de Bokhara.

Saussure mesurait le degré de transparence de l'air par une méthode très ingénieuse. Il s'éloignait d'un disque de papier blanc, placé sur un fond noir, jusqu'à ce qu'il perdit le disque de vue. Il remplaçait ensuite ce premier cercle blanc par un second disque d'un diamètre double. Si la transparence de l'air eût été parfaite, il aurait cessé de distinguer le second disque à une distance double de la première. Mais toujours il le perdait auparavant, parce que la couche d'air interposée, en augmentant d'épaisseur, affaiblissait de plus en plus les rayons lumineux. Le rapport de la seconde distance à la première donnait donc la mesure de la diaphanéité actuelle de l'air.

204. La lumière qui pénètre dans l'atmosphère éprouve, comme dans tous les milieux, une réfraction et une réflexion. Par la réfraction, les rayons se brisent et s'infléchissent; ils nous font paraître les objets dans une direction quelque peu différente de celle qu'ils occupent réellement. Par l'effet de la réfraction atmosphérique, les astres se lèvent un peu plus tôt et se couchent un peu plus tard. Les objets terrestres les plus éloignés paraissent un peu plus exhaussés qu'ils ne le sont en réalité. La réfraction est surtout très sensible dans le voisinage de l'horizon, et elle acquiert, dans certaines circonstances atmosphériques, une intensité remarquable. C'est ainsi que dans nos polders, par un commencement de brouillard, le terrain paraît, dans

l'éloignement, presque au même niveau que le sommet des digues. C'est à la faveur de ces fortes réfractions que l'on a quelquefois aperçu du haut du Mont-Trinité, près de Tournai, la flèche de la cathédrale d'Anvers, qui resterait toujours cachée par la rondeur de la terre, si le rayon lumineux n'était pas détourné.

205. La réflexion qui s'opère sur les particules d'air transmet également la lumière dans des lieux où elle n'arriverait pas directement. C'est cette réflexion qui donne naissance aux crépuscules. Le matin, avant que le soleil soit visible pour l'observateur placé à la surface du globe solide, les rayons lumineux atteignent déjà les hautes régions de l'atmosphère, au-dessus de la tête de l'observateur. Ces hautes régions réfléchissent vers le sol une partie de la lumière qui les illumine. Si l'air des régions supérieures n'était pas éclairé avant l'observateur, et ne réfléchissait pas la lumière, le lever du soleil ne serait pas précédé de l'aurore. La lumière des crépuscules n'est que la lumière solaire, réfléchi par les couches supérieures de l'enveloppe aérienne; et c'est la durée des crépuscules, observée déjà par *Al-Hazen*, qui a servi à calculer l'élévation des dernières particules d'air réfléchissantes.

206. Quand la densité de deux couches d'air superposées varie brusquement, la surface de séparation de ces deux couches produit l'effet d'un miroir. La nappe fortement échauffée qui repose immédiatement sur le sable du désert, renvoie l'image des objets supérieurs qui s'élèvent au-dessus de son niveau. Il semble de loin

que les hommes, les animaux, les palmiers, soient au milieu d'une nappe d'eau. On distingue auprès de chaque objet son image renversée, et cette image se forme par réflexion à la surface d'une couche d'air qui recouvre le sol, comme elle se formerait à la surface de l'eau. C'est le phénomène du mirage, si fréquent en Libye, et déjà mentionné par *Diodore*.

207. La réfraction et la réflexion de la lumière donnent également naissance à des phénomènes fort remarquables, lorsqu'elles ont pour siège les vésicules d'eau suspendues dans l'atmosphère, ou les petits cristaux glacés dans lesquels ces vésicules se transforment à une élévation suffisante.

Dans les gouttes d'eau sphériques, la lumière se décompose dans ses rayons primitifs, et produit le phé-

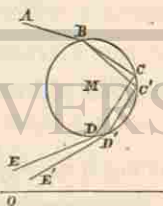


Figure 33.

nomène remarquable de l'arc-en-ciel, un des premiers objets d'admiration des peuples pasteurs. La lumière blanche du soleil, en pénétrant dans la petite sphère aqueuse M, se réfracte et se dé-

compose. Le rayon AB s'infléchit légèrement suivant BC, et comme l'inflexion n'est pas la même pour tous les rayons élémentaires qui étaient réunis dans le faisceau de lumière blanche, les rayons colorés se séparent et forment le

pinceau BCC'. A la surface intérieure de la petite sphère d'eau, la lumière se réfléchit suivant CD, puis au sortir de la sphère elle éprouve une seconde réfraction, qui sépare encore davantage les rayons des différentes couleurs. Le pinceau CC'D'D parvient alors vers le sol, dans la direction EE', en s'épanouissant de plus en plus. Les gouttes d'eau font sur la lumière l'effet du prisme. L'observateur placé en O reçoit les rayons du soleil après leur réflexion et leur décomposition. Et comme le même phénomène s'opère dans toutes les petites sphères aqueuses qui se trouvent dans les mêmes situations relatives par rapport au soleil et à l'observateur, nous apercevons dans l'air un arc immense coloré.

Antonio de Dominis acquit le premier la certitude de l'origine hydroscopique de l'arc-en-ciel, en élevant successivement devant lui de petites sphères en verre, tandis qu'il tournait le dos au soleil. Il vit que, dans des positions convenables pour renvoyer les rayons lumineux, ces sphères se coloraient des teintes brillantes de l'arc-en-ciel, et reproduisaient, dans le cabinet, le phénomène de la nature.

Il résulte de la théorie de l'arc-en-ciel que ce phénomène est toujours situé dans la partie de l'horizon opposée à celle que le soleil occupe. L'arc est complet ou brisé suivant l'étendue des régions aériennes dans lesquelles les circonstances atmosphériques nécessaires à sa production sont réalisées. Le cercle entier peut même devenir visible ; l'arc-en-ciel, prolongé par sa partie inférieure qui s'interpose devant les objets

terrestres, vient alors se fermer aux pieds de l'observateur.

L'arc-en-ciel étant un phénomène de position, qui n'a pas d'existence réelle dans l'espace, chaque observateur voit son arc-en-ciel particulier, dans des gouttelettes d'eau différentes.

D'ailleurs, si l'arc-en-ciel le plus brillant et le plus remarquable est produit par une seule réflexion en C (figure précédente) de la lumière solaire dans l'intérieur de la sphère aqueuse, il peut exister d'autres arcs colorés, formés par la lumière réfléchi deux, trois, quatre fois, etc., à l'intérieur de la sphère. Le rayon solaire réfléchi en K, puis en C, avant de sortir de la gouttelette, donne naissance à l'arc-en-ciel secondaire; le rayon réfléchi en L, en K et en C produit l'arc-en-ciel tertiaire, et ainsi de

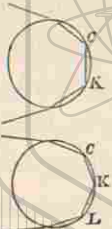


Figure 33.

suite. On peut souvent reconnaître, avec un peu d'attention, deux arcs-en-ciel concentriques.

208. Dans les hautes régions de l'air, l'eau contenue dans l'atmosphère se congèle, à cause de l'abaissement de la température; elle prend alors la forme de petites aiguilles de glace innombrables. Ces aiguilles, examinées au microscope, offrent la figure de prismes hexagonaux, et cette forme prismatique est celle dans laquelle la cristallisation naturelle de l'eau s'opère. Ces milliers d'aiguilles dévient, par leur réfraction, la lumière qui les traverse, et donnent naissance à des cercles éclatants,

nommés *halos*, autour du soleil ou de la lune. Pour comprendre la formation de ces cercles, il faut se rappeler que les rayons réfractés qui sortent d'un prisme prennent une direction déterminée, qui dépend de la situation relative du prisme et du rayon incident. A mesure que cette situation change, le rayon réfracté change également de direction, mais avec une rapidité variable. Sous une certaine position du prisme, il faut imprimer à ce prisme de grands mouvements pour déplacer d'une quantité sensible le rayon réfracté. Les aiguilles de glace qui flottent dans l'atmosphère sont tournées en tous sens, et réfractent par conséquent dans toutes les directions la lumière qui les traverse; mais toutes celles qui se rapprocheront de cette position particulière dont nous venons de parler enverront les

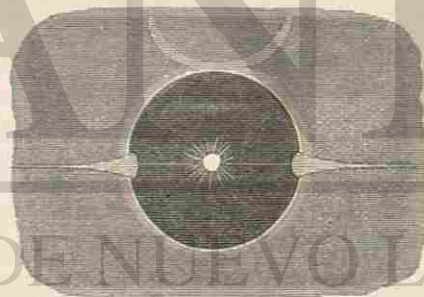


Figure 35.

rayons dans des directions fort peu différentes; en sorte que la lumière qui aura passé par ces prismes sera renforcée, à cause de son accumulation vers une même direction, tandis que celle qui passe par les prismes différemment tournés se disperse et s'affaiblit.

Au reste, les halos ne se composent pas seulement de cercles concentriques au soleil ou à la lune, mais aussi d'autres cercles, qui coupent les premiers, parallèles à l'horizon. Aux intersections de ces cercles lumineux brillent les faux soleils ou *parhélies* et les fausses lunes ou *parasélènes*.

La condition essentielle de la production des halos est, comme on vient de le voir, l'existence de cristaux glacés dans l'atmosphère. Cette condition est souvent satisfaite à la fois dans une région fort étendue, et l'on observe simultanément le halo dans des localités éloignées entre elles. Ce phénomène est d'ailleurs plus fréquent qu'on ne le pense communément. Il n'est pas rare de l'apercevoir en regardant le soleil par réflexion, sur un verre noirci, lorsque quelques filaments blanchâtres de nuages se soutiennent dans les hautes régions d'une atmosphère sereine.

LIVRE II.

MÉTÉOROLOGIE PRATIQUE.

INTRODUCTION.

209. Toute science peut être envisagée sous deux aspects bien distincts : au point de vue théorique et au point de vue pratique. L'étude des phénomènes en eux-mêmes, c'est-à-dire la recherche de leur origine, de la relation qui les relie l'un à l'autre, constitue la partie théorique de la science; l'application des résultats de cette étude à un but d'utilité immédiate en forme le côté pratique.

Nous avons, dans les pages qui précèdent, examiné séparément chacun des phénomènes dont notre atmosphère est le théâtre; la production, l'absence, les modifications incessantes de ces phénomènes déterminent ce que nous appelons vulgairement le *temps*, et la prévision des *changements* ou variations que celui-ci éprouve représente le but pratique de la météorologie. La connaissance de ces changements est de la plus haute importance, non tant pour l'habitant des villes, dont les

Au reste, les halos ne se composent pas seulement de cercles concentriques au soleil ou à la lune, mais aussi d'autres cercles, qui coupent les premiers, parallèles à l'horizon. Aux intersections de ces cercles lumineux brillent les faux soleils ou *parhélies* et les fausses lunes ou *parasélènes*.

La condition essentielle de la production des halos est, comme on vient de le voir, l'existence de cristaux glacés dans l'atmosphère. Cette condition est souvent satisfaite à la fois dans une région fort étendue, et l'on observe simultanément le halo dans des localités éloignées entre elles. Ce phénomène est d'ailleurs plus fréquent qu'on ne le pense communément. Il n'est pas rare de l'apercevoir en regardant le soleil par réflexion, sur un verre noirci, lorsque quelques filaments blanchâtres de nuages se soutiennent dans les hautes régions d'une atmosphère sereine.

LIVRE II.

MÉTÉOROLOGIE PRATIQUE.

INTRODUCTION.

209. Toute science peut être envisagée sous deux aspects bien distincts : au point de vue théorique et au point de vue pratique. L'étude des phénomènes en eux-mêmes, c'est-à-dire la recherche de leur origine, de la relation qui les relie l'un à l'autre, constitue la partie théorique de la science; l'application des résultats de cette étude à un but d'utilité immédiate en forme le côté pratique.

Nous avons, dans les pages qui précèdent, examiné séparément chacun des phénomènes dont notre atmosphère est le théâtre; la production, l'absence, les modifications incessantes de ces phénomènes déterminent ce que nous appelons vulgairement le *temps*, et la prévision des *changements* ou variations que celui-ci éprouve représente le but pratique de la météorologie. La connaissance de ces changements est de la plus haute importance, non tant pour l'habitant des villes, dont les

intérêts ne dépendent pas, en général, des influences atmosphériques, que pour le marin, pour l'agriculteur, pour l'industriel. La vie du premier est parfois le jouet d'une tempête qu'il n'a pas su prévoir; les semis du second peuvent être détruits en un instant par une gelée tardive; les produits, les installations du troisième sont à certains moments fortement exposés à souffrir des intempéries.

210. Depuis longtemps l'homme cherche à prévenir ces dangers, en s'efforçant de démêler les lois qui président aux variations atmosphériques. Avant que la météorologie fût placée au rang des sciences — et nous ne sommes pas très éloignés de cette époque — la prévision du temps était uniquement fondée sur l'empirisme, elle n'avait aucune base certaine. A mesure que la science fit des progrès, on abandonna peu à peu ces procédés d'un autre âge, pour s'en tenir exclusivement aux données positives fournies par l'observation ou par les théories reconnues exactes. Un pas sérieux fut fait dans cette voie, lorsqu'on parvint à établir que le temps régnant à un moment donné dans une localité n'est pas particulier à cette localité seulement, mais qu'il s'étend sur des espaces plus ou moins vastes et se propage d'un lieu à un autre avec une vitesse plus ou moins grande.

Pour arriver à ce résultat, il était nécessaire de réunir les observations d'un nombre assez considérable de stations météorologiques, formant un réseau de quelque étendue; ces stations devaient, en outre, posséder les mêmes instruments ou tout au moins les

mêmes méthodes d'expérience, observer aux mêmes heures, user de moyens de communication rapide, etc. Toutes ces conditions n'ont pu être réunies qu'à des époques encore rapprochées de nous. Même aujourd'hui, l'uniformité des instruments n'est pas encore complète; l'unité de méthode n'a été établie que récemment, grâce aux Congrès internationaux de météorologie; enfin, l'emploi du télégraphe pour la transmission des observations n'a pris de l'extension que pendant ces dix dernières années.

La prévision du temps n'est plus, de nos jours, livrée comme autrefois à quelques individualités, personnes généralement peu au courant de la science, mais que certains succès plus ou moins douteux faisaient regarder par la foule comme des prophètes. Il se faisait beaucoup de bruit autour d'elles d'abord, mais leurs noms tombaient bientôt dans l'oubli. Actuellement, la prévision du temps forme dans tous les grands observatoires météorologiques un service distinct; elle a ses organes, — les cartes du temps, — dans la plupart des pays où la météorologie est cultivée. La Belgique n'est pas restée en arrière dans cette voie; l'Observatoire de Bruxelles publie, depuis 1876, une carte et un bulletin atmosphériques que tout le monde connaît.

CHAPITRE I^{er}.

CARTES DU TEMPS.

211. Nous nous proposons de faire connaître, dans les paragraphes qui vont suivre, les résultats auxquels a conduit l'étude des cartes du temps, et de montrer la manière de se servir de leurs indications pour prévoir les changements dans l'état de l'atmosphère. Avant d'aborder cet examen, nous initierons le lecteur à la construction de ces cartes, en prenant comme exemple celle que fait paraître notre Observatoire.

La publication belge, dont on trouvera à la fin du volume un spécimen, comprend en réalité trois cartes distinctes : 1^o celle des pressions barométriques et des vents; 2^o celle des températures et des pluies; 3^o celle des changements. C'est la première qui nous occupera plus particulièrement.

Chaque jour, dans la matinée, l'Observatoire reçoit par dépêches télégraphiques les observations météorologiques faites à 8 heures du matin dans une cinquantaine de stations, répandues sur toute la surface de l'Europe et jusqu'en Algérie; ces observations comprennent : la hauteur du baromètre réduite à 0^o de température et au niveau de la mer, la direction et la

force du vent, l'état du ciel et la température. Quelques stations indiquent en outre la température du thermomètre mouillé et la pluie tombée dans les vingt-quatre heures précédentes; les stations anglaises, enfin, donnent l'état de la mer.

A mesure que ces télégrammes arrivent, on reporte sur une carte les indications qu'ils renferment. On inscrit d'abord la direction du vent; on la représente par une petite flèche orientée suivant la direction signalée, en ayant soin de placer la pointe du côté où va le vent. Les différents degrés de force du vent sont indiqués en donnant à cette flèche divers aspects convenus. (Voir la carte à la fin de l'ouvrage.)

La direction et la force du vent ayant été inscrites sur la carte, comme il vient d'être dit, il reste à y marquer les hauteurs barométriques. Mais avant d'aller plus loin, nous avons à expliquer pour quel motif ces hauteurs barométriques doivent, pour pouvoir être utilisées, être toutes *réduites au niveau de la mer*.

212. On sait que la colonne barométrique décroît lorsqu'on s'élève dans l'atmosphère (n^o 95); si, en un point situé au bord de la mer, par exemple, elle marque 760^{mm}, elle ne marquera plus que 755^{mm} environ à une hauteur verticale de 50 mètres au-dessus de ce point. Ces indications diffèrent évidemment, dans le cas présent, de la différence de niveau des lieux d'observation. Mais supposons un instant que le baromètre se tienne, en deux stations météorologiques plus ou moins éloignées sur la surface terrestre, et ayant aussi entre

elles une différence d'altitude de 50 mètres, d'un côté à 760^{mm}, et de l'autre à 752 seulement. Il y aura entre les deux localités un écart de 3^{mm} provenant d'une autre cause que l'altitude. C'est exactement comme si le second baromètre marquait 757^{mm}, en supposant que l'élévation du terrain au-dessus de laquelle il se trouve eût subitement disparu, et qu'il fût par conséquent descendu 50 mètres plus bas.

Pour comparer entre elles des observations barométriques faites à diverses hauteurs, et notamment pour rechercher les différences de pression dues à d'autres causes que l'altitude, il faut donc ramener toutes les observations à ce qu'elles seraient à un même niveau, ou, en d'autres termes, les corriger de l'altitude. Le niveau que l'on a choisi est celui de la mer, parce qu'il est la base de tous les nivellements; quant à la correction à appliquer, elle est en moyenne de 1 millimètre par différence de niveau de 10 mètres et demi, et elle s'ajoute, évidemment, au nombre observé.

213. Revenons à la construction de notre carte météorologique.

On écrit sur cette carte, à côté de chaque ville, la hauteur barométrique qui s'y rapporte, et, cela fait, on trace des lignes passant par tous les points où la pression atmosphérique est la même. D'habitude, on ne réunit de la sorte que les points ayant une pression exprimée en chiffres ronds, de 5 en 5 millimètres, comme 740, 745, 750, 755, 760, 765, afin d'éviter la confusion qui résulterait d'un trop grand nombre de

courbes. On a donné à ces lignes le nom d'*isobares*, du grec *ισος*, égal, et *βάρος*, poids.

Notre carte des pressions barométriques et des vents est terminée. Celles des températures et des changements se font d'après un système semblable, et, une fois construites, il ne reste plus qu'à tirer de ces trois cartes des déductions sur la prévision du temps. Avant d'être en mesure d'aborder ce dernier sujet, il aura fallu dresser des cartes du même genre pour plusieurs jours consécutifs, dans le but d'établir des rapprochements ou des comparaisons entre elles.

214. Un premier examen d'une série de cartes météorologiques conduit aux règles suivantes :

1° Les lignes isobarométriques ont le plus souvent la forme de cercles ou d'ellipses concentriques ;

2° Le centre de ces systèmes de courbes est, *a*) soit un point où la pression atmosphérique est le plus faible (autrement dit où la pression présente un *minimum*) : les isobares vont alors en augmentant de valeur à partir de ce centre; *b*) soit un point où la pression est le plus forte (présente un *maximum*) : les isobares diminuent en s'éloignant de ce point ;

3° La distance qui sépare les lignes isobares est très variable; on reconnaît aisément, toutefois, qu'elle est généralement plus faible dans les zones ayant un minimum de pression pour centre; ®

4° Il existe ordinairement plusieurs de ces systèmes de courbes, au même instant, à la surface de l'Europe ;

5° Les flèches du vent sont toujours à peu près

parallèles aux lignes isobares ; seulement, dans les systèmes de courbes où le centre constitue un minimum barométrique, les flèches sont toutes dirigées en sens inverse de la marche des aiguilles d'une montre ; dans les systèmes ayant au centre un maximum barométrique, les flèches sont au contraire dirigées dans le sens de la marche des aiguilles d'une montre.

6° Lorsque les isobares sont très rapprochées, les flèches du vent qu'elles enserrent entre elles indiquent généralement des vents forts ; lorsqu'elles sont éloignées, les flèches indiquent des vents faibles ;

7° Les différents systèmes de courbes se déplacent d'un jour à l'autre à la surface de l'Europe, mais en conservant toujours entre leurs centres des distances assez considérables.

La plupart des propositions que nous venons d'énoncer, propositions qui résultent, comme nous l'avons dit, de l'examen des cartes synoptiques, ont déjà fait l'objet d'une étude spéciale au chapitre DES VENTS. Nous y avons signalé, en effet, le partage de l'atmosphère en zones à faible pression barométrique ou *dépressions*, et en zones à forte pression ou *anticyclones* ; elles représentent les unes un *déficit*, les autres un *trop-plein* d'air en un endroit donné, ainsi que le montrent les hauteurs barométriques se rapportant à chacune d'elles.

215. Les lois qui déterminent la direction et la force du vent propres à ces deux états atmosphériques si

opposés, ont été expliquées pages 118 à 124, 135 à 137. Mais il est une autre loi remarquable, dont nous n'avons pas eu à parler jusqu'ici, qui découle de l'orientation des flèches autour des lignes isobarométriques ; la voici énoncée dans toute sa simplicité : *Tournez le dos au vent, étendez les bras, et vous aurez les faibles pressions à votre gauche, les fortes à votre droite.* Cette loi est appelée loi de *Buys-Ballot*, du nom de son auteur, éminent météorologiste néerlandais. Elle est d'une importance de premier ordre pour la prévision du temps, et elle rend de grands services aux personnes, — comme les marins, par exemple, — qui n'ont pas de cartes du temps à leur disposition. Aussi doit-elle être retenue avec soin.

216. Il reste à nous occuper de la marche des dépressions et des anticyclones, des effets de ces météores sur l'état atmosphérique des contrées qu'ils traversent, et surtout à déduire de nos recherches des règles pour la prévision du temps dans notre pays.

Comme les mouvements de l'atmosphère ont des allures nettement tranchées selon qu'il s'agit de l'hiver ou de l'été, nous tiendrons compte de la distinction des saisons dans l'étude qui va suivre.

CHAPITRE II.

DES DÉPRESSIONS ATMOSPHÉRIQUES.

I. DÉPRESSIONS EN HIVER.

217. L'hiver est la saison des dépressions; c'est à cette époque qu'elles prennent le plus souvent le caractère de bourrasques ou de tempêtes.

Pour nous faire une idée exacte de ce qu'est une dépression dans la période froide de l'année, suivons un de ces météores depuis sa naissance — ou plutôt à partir de son arrivée sur le continent — jusqu'au moment de sa disparition de la surface de l'Europe. Recherchons avec un soin particulier les indices précurseurs de son approche : c'est là que réside la partie essentielle de la prévision du temps, c'est-à-dire savoir discerner les signes d'un trouble ou d'un rétablissement prochain dans les conditions d'équilibre atmosphérique.

Nous sommes à Bruxelles, au mois de janvier, le 15 par exemple. Le temps est beau, le baromètre est élevé; cette situation est caractérisée par un ciel pur, un air froid, un vent faible et de direction E. Si nous jetons les yeux sur la carte météorologique du jour, nous

voyons que sur toute l'étendue de l'Europe occidentale l'état de l'atmosphère est sensiblement le même qu'à Bruxelles; les différences ne portent que sur le degré de froid ou de clarté du ciel, et sur l'orientation des girouettes, qui varie de l'E. au SE. A Valentia (pointe SW. de l'Irlande), entre autres, le vent souffle de cette dernière direction.

En comparant le lendemain, 16 janvier, les données météorologiques reçues des divers postes d'observation avec celles de la veille, on constate à peine un changement; un esprit non prévenu pourrait en inférer que le beau temps va se prolonger, qu'il n'existe pas de menace de trouble. Cependant, en examinant les choses de près, on remarque qu'à Valentia le baromètre a éprouvé une légère baisse pendant les vingt-quatre heures précédentes, et que le vent y est passé au S.; soyons sur nos gardes : ce sont les symptômes d'une dépression qui avance vers l'Europe et dont Bruxelles subira peut-être bientôt les effets. Déjà, dans cette ville, nous apercevons quelques filaments blancs et très ténus jetés çà et là dans le ciel : ce sont des cirrus, les avant-coureurs du mauvais temps.

Le 17 janvier, une situation nouvelle commence à se dessiner; la chute barométrique s'accroît au SW. de l'Irlande, et s'étend non seulement à cette île, mais à une grande partie des côtes occidentales d'Europe; elle a même gagné nos contrées, car le baromètre de l'Observatoire se tient un peu plus bas que la veille à la même heure : il accuse donc une légère baisse. Le vent

a tourné à Valentia du S. au SW., à Bruxelles il s'est avancé jusqu'au S. La température s'est relevée, faiblement d'abord, puis d'une manière brusque et considérable; la pluie, qui s'était déclarée dès le 16 à l'extrême pointe Ouest de l'Europe, a gagné peu à peu toute l'Irlande, l'Angleterre ensuite, et elle vient de se montrer sur nos côtes; elle est déjà générale sur une immense étendue.

En consultant la carte météorologique du 18 janvier, on s'aperçoit que le changement atmosphérique est complet; une dépression s'étale sur les Iles britanniques, la mer du Nord, les Pays-Bas, la Belgique et le nord de la France; son centre se trouve près des rivages de l'Océan, non loin de l'Irlande. Le vent a continué son mouvement de rotation de droite à gauche; chez nous, il souffle du SW. et avec assez de force, et ses rafales fouettent la pluie, qui tombe serrée et persistante. Le mauvais temps règne d'une manière décidée.

218. Tous les troubles atmosphériques que nous subissons en hiver se déclarent et se propagent de la sorte; leur point d'origine peut varier, mais s'ils nous atteignent, c'est toujours dans des conditions identiques à celles que nous venons de signaler. L'influence des dépressions sur l'état météorologique, dans la saison où elles sont le plus intenses, s'observe surtout dans la hausse notable du thermomètre à leur approche; cette hausse persiste jusqu'au moment où elles s'éloignent du lieu d'observation. Aussi, les hivers remarquables par un grand nombre de dépressions le sont-ils tout autant

par une température très clémente : témoin l'hiver de 1876-1877, pendant lequel les dépressions et les bourrasques se succédèrent sans interruption, et dont la douceur eut un caractère tout exceptionnel. Cette influence des dépressions d'hiver sur la température s'explique aisément; à cette époque de l'année, la mer possède une température plus élevée que le continent, l'air qui la recouvre est plus chaud que celui qui recouvre la terre; dès qu'une dépression se déclare près des côtes européennes, l'air froid est attiré vers le centre d'appel, l'air chaud également, et comme leur mouvement à tous deux ne se fait pas en ligne droite, mais en spirale, les masses aériennes venant de la mer doivent passer au-dessus d'une partie des terres avant d'atteindre le cœur de la dépression. Ces couches d'air sont chargées d'humidité, produite par l'évaporation incessante qui s'opère à la surface de l'Océan; en abordant le continent, elles se refroidissent légèrement et perdent en même temps de leur capacité pour la vapeur d'eau (n° 131); elles continuent à se refroidir à mesure qu'elles pénètrent plus avant dans nos pays, et bientôt arrive l'instant où leur point de saturation est dépassé; la pluie tombe alors. La plupart du temps, celle-ci se déclare déjà sur les côtes et même sur les régions maritimes qu'elles bordent.

Tels sont les effets des dépressions au point de vue de la température et des précipitations aqueuses. Elles exercent aussi, nous l'avons déjà vu (pages 118 à 124, 135 à 137), une action marquée sur la direction et la

force du vent; on peut même dire que ces deux éléments météorologiques sont entièrement réglés par elle, là où elles sévissent; les influences locales sont impuissantes à contrarier les grands mouvements de l'air.

219. DIRECTION DES DÉPRESSIONS D'HIVER. — S'il était toujours possible de connaître à l'avance le lieu par lequel une dépression abordera l'Europe, et surtout de savoir quelle direction elle suivra ensuite, la prévision du temps serait chose facile pour l'observateur placé à une certaine distance dans l'intérieur du continent, à Bruxelles par exemple. On pourrait, qu'on nous pardonne l'expression, prescrire un ou deux jours à l'avance la *recette* du temps à venir.

La météorologie pratique n'en est pas encore à ce point; mais il peut être utile de rechercher si de longues séries d'observations ne nous apprennent rien quant aux lieux habituels d'origine des dépressions et à leur marche générale; ces phénomènes sont-ils complètement soumis aux caprices du hasard? ou montrent-ils quelque constance dans leurs manifestations? A ces diverses questions, un examen attentif des cartes météorologiques d'une année seulement répond d'une manière favorable. Oui, les dépressions — ou plutôt les mauvais temps — se déclarent de préférence en certains endroits des côtes européennes, elles suivent une direction qui paraît déterminée par certaines lois encore peu connues.

220. Avant tout, il importe de rappeler (n° 217) que les dépressions intenses ne prennent jamais naissance

sur le continent même; elles s'annoncent toujours comme venant de la mer.

Trois routes principales semblent conduire les dépressions d'hiver du côté de l'Europe: l'une aboutit à l'Irlande, la seconde du côté des Iles Hébrides, la troisième à la pointe septentrionale de la péninsule scandinave.

Il arrive rarement, en hiver, que les premiers symptômes d'une dépression se manifestent ailleurs qu'en ces trois points.

La marche ultérieure du météore dépend de son point d'arrivée; la plupart des dépressions qui nous atteignent par l'Irlande, — presque toutes pourrait-on dire, — se transportent du SW. au NE., souvent en longeant les rivages occidentaux des Iles britanniques, comme si la terre opposait une barrière à leur mouvement du côté de l'Est; un certain nombre cependant traversent parfois l'Irlande et le nord de l'Angleterre, pour, de là, gagner la mer du Nord et la Norvège; quelques-unes passent sur le midi de l'Angleterre, puis suivent la vaste plaine baltique pour atteindre la Russie; et, fait important à noter, c'est la route habituelle des tempêtes les plus à craindre pour nous; le grand ouragan du 12 mars 1876, dont le souvenir n'est pas encore effacé, a parcouru exactement ce chemin.

Les dépressions du NW. de l'Europe se dirigent ordinairement vers le golfe de Bothnie ou vers la Baltique méridionale; plus rarement elles descendent au SE. par la mer du Nord, mais elles présentent alors le plus de

dangers pour nous, elles nous touchent plus directement.

L'arrivée des dépressions par l'extrémité nord de la Scandinavie s'observe moins fréquemment que l'arrivée par l'Irlande ou les Hébrides; toutefois, les mauvais temps qui nous atteignent par cette voie peuvent acquérir tout autant d'intensité que ceux venus d'un autre côté; leur route la plus générale est du N. au S. par le golfe de Bothnie, la Baltique et la Pologne.

221. La vitesse de translation de ces mouvements atmosphériques est variable; les uns avancent avec une extrême lenteur, ils se déplacent à peine d'un jour à l'autre: leurs effets sont alors moins prononcés, mais ils ont une durée plus longue; les autres possèdent quelquefois une vitesse extraordinaire: c'est le cas pour les grandes tempêtes, comme celle du 12 mars 1876, déjà citée, dont la course atteignit un moment 130 kilomètres à l'heure, c'est-à-dire une rapidité deux fois et demie aussi considérable que celle d'un train express.

222. L'étendue des dépressions, ou plutôt de la région soumise à leur action est aussi très variable. On ne sera pas étonné d'apprendre, sans doute, que ces phénomènes sévissent souvent sur des espaces immenses, embrassant en étendue plusieurs centaines de mille lieues carrées. Il n'est pas rare de voir une dépression faire sentir à la fois ses effets sur les Iles britanniques, le Danemark, les Pays-Bas, la Belgique, la France et l'Allemagne. Maintes fois aussi, ses dimensions varient notablement d'un jour à l'autre; elle se resserre, puis s'étale de

nouveau, passant de la sorte par des phases successives d'intensité. En général, plus le trouble atmosphérique a d'extension, plus est grande son énergie.

223. Il est temps de résumer, sous forme de propositions, les principaux faits qui se dégagent de l'examen que nous venons de faire. Les conclusions suivantes peuvent être considérées comme parfaitement établies:

1° Les dépressions ou mauvais temps abordent toujours l'Europe, en hiver, par la région comprise entre l'W. et le N.

2° Les endroits où elles se déclarent de préférence sont: la côte occidentale d'Irlande, les Iles Hébrides et le nord des pays scandinaves.

3° Celles venues par le premier de ces points suivent ordinairement les directions (nous les signalons dans l'ordre de fréquence) SW.-NE. et WSW.-ENE.; par le second, WSW.-ENE., WNW.-ESE. et NW.-SE.; par le troisième, N.-S.

4° Les principaux effets de toutes ces dépressions sur l'état atmosphérique de la Belgique, sont les suivants: a) lorsqu'elles approchent, élévation marquée de la température, pluies générales, vent de SW. à W.; b) lorsqu'elles s'éloignent, abaissement léger du thermomètre pour les premières, plus prononcé pour les secondes, assez considérable pour les troisièmes; neige après le passage des dépressions du NW. et du N.; vent au NW. ou au N.

La force du vent dépend, comme on sait, du plus ou moins de rapprochement des isobares; si la chute

barométrique annonçant la dépression a été rapide, on doit s'attendre à du vent fort; dans le cas contraire, le vent restera faible ou modéré. La chute mercurielle devient rapide quand elle atteint ou dépasse un millimètre à l'heure.

La position de l'observateur par rapport au centre de la dépression n'a aucune influence sur l'intensité du vent; on peut se trouver près de ce centre et n'éprouver qu'une brise légère, même le calme, alors qu'une forte tempête règne sur la périphérie du météore.

5° Une baisse barométrique et un changement de vent, soit à Valentia (Irlande), soit à Thursö (nord de l'Écosse), Sumburgh Head (Hébrides) ou Stockholm, sont des indices certains de l'arrivée d'une dépression vers l'Europe.

Si à ce moment de fortes pressions couvrent l'Europe et que cette baisse se montre intense de prime abord, des vents violents sont à craindre.

6° Lorsqu'une dépression, en s'éloignant du lieu d'observation, y est suivie d'une hausse modérée du baromètre, on peut espérer le rétablissement prochain de l'équilibre atmosphérique; si la hausse barométrique est très rapide, une nouvelle dépression est à craindre; si la hausse est brusquement arrêtée par une nouvelle baisse, un second trouble succède au premier à courte échéance.

II. DÉPRESSIONS EN ÉTÉ.

224. Le caractère des dépressions de l'été diffère essentiellement de celui des dépressions d'hiver. Les perturbations atmosphériques de la saison chaude sont moins profondes que celles de la saison opposée, leurs effets sont moins accusés, moins étendus, ils sont plus localisés; leur durée, également, est moindre. Les vents violents et continus de l'hiver sont inconnus en été; c'est à peine si quelque coup de vent un peu intense se montre parfois pendant un orage; la pluie n'est pas aussi générale, aussi persistante, mais elle est plus copieuse, plus serrée: les pluies d'été sont de courte durée généralement, mais en peu d'instantes elles donnent autant d'eau au pluviomètre que la pluie de plusieurs jours en hiver. Les masses d'air mises en mouvement par les dépressions de l'été rafraîchissent l'atmosphère au lieu de l'échauffer davantage: c'est qu'en cette saison l'air de la mer est plus froid que celui du continent; le vent d'W. est alors un vent frais et le vent d'E. un vent chaud; en hiver, au contraire, le premier fait monter le thermomètre, le second le fait baisser. Tels sont les traits essentiels des troubles atmosphériques à l'époque où le soleil est le plus haut sur l'horizon. Il nous reste à ajouter que leur marche est moins nette, moins caractérisée que celle des dépressions hivernales; leurs points d'arrivée en Europe sont aussi un peu différents: le nord de l'Écosse et le golfe de Bothnie ne leur servent

plus que très rarement de *ports d'entrée* sur le continent; c'est l'Irlande qui leur livre surtout passage, puis en seconde ligne la Manche, le golfe de Gascogne et l'Espagne.

La direction du SW. au NE. domine toujours; mais une grande partie des dépressions venues par les côtes irlandaises se déplacent également de l'W. à l'E.

225. L'orage, et sa compagne la grêle, sont les phénomènes principaux des dépressions de l'été. Presque toutes — les exceptions sont rares — apportent des manifestations électriques avec elles; ce fait a une sérieuse importance, parce qu'il permet de prévoir avec un grand degré de certitude l'approche des orages et des grêles, et partant, de mettre sur leurs gardes les cultivateurs, dont les récoltes sont constamment à la merci de ces météores. Parfois la dépression avance avec lenteur et semble rester planer sur une même région: les orages peuvent, dans ce cas, se succéder plusieurs jours de suite, comme on l'observe si fréquemment en juin et en juillet.

Les règles à suivre pour la prévision des orages, règles établies d'après un examen attentif d'un grand nombre d'observations, sont les suivantes:

1° Les orages éclatent de préférence sous l'influence des dépressions atmosphériques dont le centre se trouve à l'W., à l'WNW. ou au NW. de notre pays.

2° Ils sont en général le plus violents lorsque le foyer des dépressions est en Irlande ou près de ses côtes.

226. Il est encore une remarque dont il faut bien tenir compte pour la prévision en été; les baisses barométriques en cette saison ne sont jamais aussi prononcées qu'en hiver: on serait donc tenté de ne prêter que peu d'attention à un faible mouvement descendant de la colonne mercurielle. Ce serait une grave erreur; une chute du baromètre se déclarant sur un espace de quelque étendue, peut parfois être suivie de pluies très intenses et particulièrement de phénomènes orageux.

227. En ce qui concerne la direction et la force du vent, les règles qui s'appliquent aux dépressions de l'hiver subsistent pour celles de l'été: les changements dans l'orientation du vent dépendent de la route que parcourt la dépression, et la force du vent, du plus ou moins d'écartement des isobares; mais, comme nous l'avons déjà dit, les courbes d'égale pression sont rarement proches l'une de l'autre en été.

III. DÉPRESSIONS SECONDAIRES.

228. La dépression secondaire est une dépression dans une dépression; c'est un vide local qui se forme dans le cercle d'action d'un trouble déjà existant.

Les dépressions secondaires naissent principalement sur la partie méridionale de la mer du Nord, sur la Baltique et sur la Méditerranée, lorsqu'une dépression principale atteint l'Europe par les Hébrides, par la Laponie ou par l'Irlande. Elles sont dues, très probablement, à la diminution de pression barométrique qui

résulte des fortes condensations de vapeur d'eau sur ces sortes de mers intérieures. On a remarqué qu'elles se formaient presque toujours après la chute de pluies copieuses et générales. Leur existence est le plus souvent éphémère et leur marche très indécise; leur mouvement est dans mainte occasion à peu près nul, et on les voit, d'un jour à l'autre, se combler sur place.

IV. ORIGINE DES DÉPRESSIONS.

229. Avant de clore définitivement le chapitre des dépressions, il est nécessaire de dire quelques mots de nos connaissances relatives à l'origine de ces phénomènes. Quelle est la cause de leur formation? Où prennent-ils naissance? Quel est le moteur qui les fait se mouvoir d'un endroit vers un autre?

A ces questions, il faut bien l'avouer, la science n'est pas encore parvenue à répondre d'une manière satisfaisante. Non pas qu'on n'ait cherché à les résoudre. Plusieurs théories, au contraire, prétendent à cet honneur, mais aucune d'elles n'a reçu, jusqu'ici, l'assentiment unanime des météorologistes. Les avis restent très partagés.

Pour les uns, l'action du soleil joue le principal rôle : si l'air d'une région reçoit un excès de chaleur, il se dilate fortement, et, dans certaines circonstances, il peut s'élever verticalement avec une grande rapidité. De là raréfaction en bas et appel de l'air environnant. Pour d'autres, cet appel d'air est dû uniquement à la

condensation de la vapeur d'eau que renferme toujours l'atmosphère en proportion plus ou moins considérable, et dont la tension s'ajoute à celle de l'air; si la vapeur invisible disparaît, c'est-à-dire se transforme en pluie ou en neige, sa tension disparaît aussi et la pression barométrique diminue là où s'est opérée cette condensation. Il en résulte un vide et par suite un appel d'air. Une troisième théorie, dont un éminent astronome français, M. Faye, est le principal défenseur, fait naître les dépressions dans les courants supérieurs. « Les mouvements gyroïdes à axe vertical, dit M. Faye, se produisent dans l'atmosphère aux dépens des inégalités de vitesse des grands courants horizontaux. C'est un phénomène général, semblable mécaniquement aux tourbillons de nos cours d'eau. Comme eux, ils sont toujours descendants. Ils suivent le fil du courant supérieur avec la vitesse uniformisée et réduite de celui-ci; leur étude nous fait connaître la marche des courants supérieurs de l'atmosphère, qu'ils tracent en quelque sorte sur le sol, en se propageant avec leur vitesse et leur direction au sein des couches inférieures. »

La dernière théorie à signaler est celle de Dove, dont nous avons déjà parlé, à un autre point de vue, au chapitre de la succession des vents. Elle est presque abandonnée aujourd'hui. D'après l'illustre météorologiste, les mouvements tournants se forment aux endroits où se côtoient les deux grands courants qui seuls, selon lui, occupent l'atmosphère : le courant équatorial et le courant polaire. Le déplacement de la ligne de rencontre

de ces deux courants amène aussi le déplacement des tourbillons ou dépressions qui y règnent.

230. On n'est pas d'accord, on le voit, sur la cause de la formation des dépressions. On ne l'est pas davantage quant à leur lieu d'origine. Nous parlons ici, bien entendu, de l'origine des dépressions d'Europe.

Certains météorologistes les font venir des Montagnes rocheuses, aux États-Unis; d'autres croient qu'elles prennent naissance sur les côtes occidentales de notre continent. La supposition qui pendant longtemps a réuni le plus d'adhérents est celle qui leur donnait l'Atlantique comme berceau et notamment la région où coule le Gulf-Stream. Mais avec le développement du réseau météorologique de l'hémisphère nord, cette hypothèse a également été reconnue inexacte, tout au moins dans la majorité des cas. Le *Weather-Service* (Service du temps) des États-Unis publie aujourd'hui des cartes sur lesquelles on peut voir, fréquemment, des dépressions se déclarer sur les côtes de Californie, traverser ensuite, en marchant constamment dans la direction W.-E., toute l'immense étendue de l'Amérique septentrionale, passer de là sur l'Atlantique, l'Europe, l'Asie et déboucher enfin au Pacifique, d'où elles avaient semblé venir. Les observations manquant encore pour cette partie du globe, on perd généralement la trace des dépressions lorsqu'elles atteignent ce vaste Océan. Nous apprendrons peut-être un jour que certains de ces mouvements tourbillonnaires, appelés dépressions, font plusieurs fois le tour de notre hémisphère, en suivant

toujours une même direction, sensiblement parallèle à l'équateur.

231. La science n'est pas plus positive en ce qui concerne la cause de la translation de ces météores; c'est même peut-être sous ce rapport que nous sommes le moins avancés. La pluie, disent les uns, est l'unique agent qui leur donne le mouvement; ils suivent la ligne de plus forte pluie et se reforment constamment. Ceux qui les font naître dans les courants des hautes régions de l'atmosphère, ou à la limite commune de deux courants coulant côte à côte ou superposés, les font aussi participer, comme nous l'avons vu tout à l'heure, au mouvement général de translation de ces fleuves d'air. Et ainsi de suite.

A notre avis, le parti le plus sage, en présence de ces divergences d'opinion, est de s'en tenir pour le moment à la constatation des faits, sans vouloir en donner une explication quand même. La météorologie montre d'ailleurs des progrès chaque jour plus marqués; il y a donc tout lieu d'espérer que cette belle et importante question de l'origine des dépressions atmosphériques recevra sa solution dans un avenir peu éloigné.

CHAPITRE III.

DES ANTICYCLONES.

232. Un *appel* d'air constitue la *dépression*; un *refoulement* d'air l'*anticyclone*. Toute masse aérienne dont la densité est plus grande que celle des couches d'air qui l'entourent éprouve une véritable dilatation ayant son centre comme point de départ et se propageant de proche en proche jusqu'à ce qu'il y ait partout uniformité de pression. Lorsque ce phénomène a lieu dans de vastes proportions, la dilatation des masses aériformes se change en un transport très sensible de ces mêmes masses, du point où elles sont les plus denses vers ceux où elles le sont le moins, et cela d'une manière d'autant plus prononcée que les différences de densité sont plus fortes; en un mot, il se produit du vent.

Nous avons vu (n° 113) comment se comportent, dans l'atmosphère, les mouvements résultant d'une situation de ce genre. L'air s'éloigne de toutes parts de la zone de hautes pressions barométriques et se meut en décrivant des spirales divergentes dirigées dans le sens de la marche des aiguilles d'une montre.

233. Sur une carte météorologique, les anticyclones sont formés, comme les dépressions, par la réunion d'un

certain nombre de courbes concentriques; mais, à l'inverse de celles-ci, les premiers ont au centre une hauteur barométrique plus grande que tout autour; c'est le *maximum* absolu de pression; les dépressions ont comme centre, au contraire, la plus faible valeur barométrique, ou le *minimum* absolu de pression.

234. Les dépressions nous amènent toujours du mauvais temps, les anticyclones le beau temps; les derniers sont plus rares, malheureusement, que les premiers; leur existence est aussi plus capricieuse. L'anticyclone n'a pas cette marche décidée, souvent rapide de la dépression; il n'a pas sa constance dans la route suivie; la lenteur, l'indécision sont les caractères de sa marche; parfois il reste pendant plusieurs jours comme immobile, il semble rivé à la région qu'il recouvre.

235. Pour notre pays, ainsi que nous l'avons vu, le régime des vents d'W. est la conséquence presque générale du passage des dépressions; les anticyclones nous apportent, dans la majorité des cas, les vents d'E. En hiver, ces météores se forment sur le golfe de Bothnie et la Baltique, et de là avancent lentement vers l'ouest de l'Europe, en passant par le nord de l'Allemagne, la Belgique et quelquefois l'Angleterre; maintes fois, à leur arrivée sur nos contrées, ils disparaissent peu à peu, ils *fondent* en quelque sorte, sous l'influence d'une dépression existant au large des côtes de France et d'Irlande, et se dirigeant vers nous. Un froid excessif par ciel pur accompagne ordinairement les anticyclones de l'hiver; cependant si l'état atmosphérique qui les a

précédés a été signalé par une forte humidité, ils peuvent donner lieu à d'épais brouillards et même à de la pluie, ou plutôt de la bruine. En été, l'anticyclone est également un messenger du beau temps; mais le froid de l'hiver est remplacé alors par de fortes chaleurs, le vent d'E. ayant traversé des régions beaucoup plus chaudes que la nôtre, et le ciel pur permettant au soleil de darder sur nous ses rayons les plus ardents. C'est dans ces circonstances que nous éprouvons les températures les plus élevées de l'année.

236. Les anticyclones de l'été suivent aussi le chemin indiqué pour ceux de la saison froide; mais on en voit aussi, fait singulier, qui suivent une marche entièrement opposée, c'est-à-dire du SW. au NE.; ceux-ci viennent de France; ils s'étalent ensuite sur l'Europe centrale, puis gagnent la Baltique et le nord du continent. Les mêmes faits peuvent se présenter en hiver. Au résumé, la route probable de ces intéressants phénomènes doit se déterminer d'après leur point d'origine: tout anticyclone prenant naissance sur la Suède ou abordant l'Europe par la partie septentrionale de ce pays, descendra sur le continent en suivant une direction moyenne NE.-SW.; s'il se déclare au midi de la France, il prendra la direction opposée, ou SW.-NE.; enfin, s'il s'annonce par les Iles britanniques, son mouvement sera dirigé de l'W. à l'E. Les anticyclones de cette dernière catégorie s'observent assez rarement.

Autant la dépression agite l'air — fréquemment avec force — en l'attirant vers son centre, autant

l'anticyclone se distingue par le calme de l'atmosphère pendant toute sa durée. Le cas d'un anticyclone donnant naissance à des vents forts est tout à fait exceptionnel.

CHAPITRE IV.

PRÉVISION LOCALE.

237. La prévision du temps, telle que nous venons de l'étudier, s'applique non seulement à une seule localité déterminée, mais peut embrasser une vaste région, selon le nombre et la valeur des informations obtenues. C'est, comme nous l'avons dit, la prévision dans sa plus large acception, celle dont les services sont le plus considérables et qui, aujourd'hui, est pratiquée dans tous les pays civilisés. Elle ne peut se faire, malheureusement, que par des établissements munis d'instruments météorologiques perfectionnés et nombreux, et recevant par dépêches télégraphiques les observations d'un grand nombre de stations.

Les cartes publiées au moyen de ces données sont, il est vrai, accessibles au public; mais, en Belgique comme ailleurs, elles ne parviennent que très tardivement dans les parties reculées du pays, et là surtout où les communications ne se font pas par voie rapide. La prévision énoncée par l'Observatoire de Bruxelles, par exemple, à 3 heures de l'après-midi, n'est connue dans certaines localités éloignées que le surlendemain matin; elle a perdu alors beaucoup de sa valeur, elle peut même être

devenue complètement inopportune, si les mouvements atmosphériques ont été précipités. Il est donc essentiel de donner, à côté des règles de la prévision générale, un aperçu des règles de la prévision locale, pouvant servir sans le secours d'aucune carte météorologique, avec l'aide d'un baromètre et d'un thermomètre seulement. Les personnes auxquelles s'adressent particulièrement ces indications auront, pour en tirer quelque profit, à se rendre d'abord un compte exact de l'influence que peut exercer le lieu qu'elles habitent sur la marche des vents, de la température, etc. Telle localité, par sa situation dans une vallée, est abritée de certains vents; telle autre, entourée de forêts, s'échauffe ou se refroidit plus lentement et moins fortement qu'en rase campagne; la pluie y est plus fréquente et plus copieuse. Toutes ces influences dépendant de la position géographique sont à considérer dans la prévision locale; les négliger pourrait conduire à des erreurs, quelquefois importantes, dans l'application des règles que nous allons esquisser brièvement. C'est à l'observateur à modifier celles-ci, suivant les remarques qu'il aura pu faire dans le sens que nous venons d'indiquer.

238. PERMANENCE DANS L'ÉTAT DU TEMPS. — La prévision locale ne donne des résultats satisfaisants qu'à la condition de suivre attentivement, et d'une manière continue, l'allure des instruments, c'est-à-dire du baromètre, de la girouette et du thermomètre. On se trompera rarement si l'on observe ce précepte. C'est l'observation et le raisonnement, ne l'oublions pas, et

non le préjugé qui doivent nous guider dans nos inductions.

Ce serait, par exemple, une grande erreur de croire qu'il faut un été chaud après un hiver froid, sous prétexte que l'équilibre doit se rétablir. Les extrêmes ne se compensent pas aussi vite. S'il existe une cause profonde de refroidissement, cette cause, au contraire, laissera souvent des traces prolongées, et l'année entière s'en ressentira¹.

Il en est de même pour toutes les autres inégalités. Quand un effet se produit, c'est qu'il existe une cause. On peut donc en conclure à la permanence de l'effet plutôt qu'à sa cessation.

Lorsqu'une année s'annonce pluvieuse, comme 1877, elle conserve souvent le même caractère pendant plusieurs saisons. Pour annoncer un changement du caractère dominant, il faut attendre que l'on aperçoive les signes précurseurs de la variation.

Chacun pourra se convaincre en peu de jours de cette vérité. Supposons que nous sommes dans une période de jours froids, et proposons-nous de dire le temps qu'il fera le lendemain. Nous réussirons presque constamment en annonçant pareillement un temps froid. En général, il y a beaucoup de chances pour que le temps

1. Nous avons eu, récemment, un nouvel exemple frappant de cette vérité; pendant 15 mois consécutifs — de novembre 1878 à janvier 1880 — la moyenne thermométrique de chaque mois, en Belgique, a été inférieure à la valeur habituelle.

de demain ressemble à celui d'aujourd'hui; il y en a fort peu pour qu'il en diffère. Nous devons donc conclure avec une certaine probabilité : « Le temps durera ».

Mais si le thermomètre modifie sa marche, si le vent tourne ou si le baromètre annonce un changement dans l'état actuel d'équilibre atmosphérique, alors les conditions deviennent différentes. C'est que la cause dont nous éprouvions l'effet a disparu. Dans ce cas, mais dans ce cas seulement, au lieu de conclure à la durée des phénomènes actuels, nous sommes fondés à dire : « Le temps changera ».

Que chacun fasse cette expérience pendant quelques jours, et il reconnaîtra que dix fois contre une, le temps du lendemain ressemble à celui de la veille¹. Cette loi est celle de la *permanence momentanée* des causes. Elle s'applique aussi à l'aspect général des saisons. L'hiver dépend jusqu'à un certain point de l'automne. Le printemps est froid et tardif quand l'hiver a été fort et prolongé. L'été seul affecte une sorte d'indépendance. A cette époque de l'année, le soleil a repris sa puissance, et les phénomènes subséquents ne sont plus sous l'influence aussi directe des phénomènes qui ont précédé.

239. RÉGIMES CYCLONIQUE ET ANTICYCLONIQUE.

Nous avons vu (nos 217 à 227, 232 à 236) combien l'état du temps dans notre pays diffère selon que nous nous trouvons sous l'influence d'une dépression ou d'un anticyclone : bien plus, nous avons montré que le régime

1. Dans son aspect général, bien entendu.

atmosphérique restant le même, on constate de notables différences soit qu'on considère la saison froide ou la saison chaude. A chacune de ces situations si nettement caractérisées, correspond un état particulier des principaux éléments météorologiques autres que la pression barométrique, qui sert à les déterminer. Le vent ne souffle pas indifféremment du SW., par exemple, pendant le règne d'un anticyclone et lors du passage d'une dépression; la température n'est pas chaude ou froide, à la fois par l'une et l'autre situation; et ainsi de suite. Chacun de ces régimes a ses propriétés spéciales: au régime cyclonique appartiennent les vents d'W. à SE., qui sont en même temps chauds et humides, qui amènent les nuages et la pluie; au régime anticyclonique correspondent les vents d'E. à NW., froids et secs, qui rendent l'atmosphère pure.

Le petit tableau ci-dessous montre clairement la relation qui lie les différents vents aux deux régimes dont nous parlons. (Voir aussi le tableau de la page 130.)

DIRECTION DU VENT.	DIFFÉRENCE AVEC LA HAUTEUR BAROMÉTRIQUE MOYENNE.
NW.	+ 0 ^{mm} ,5
N.	+ 2 ^{mm} ,2
NE.	+ 2 ^{mm} ,8
E.	+ 1 ^{mm} ,4
SE.	- 0 ^{mm} ,7
S.	- 1 ^{mm} ,9
SW.	- 1 ^{mm} ,8
W.	- 1 ^{mm} ,2

Le signe + indique que le baromètre dépasse la moyenne de la quantité indiquée; le signe — qu'il est au-dessous de cette même moyenne.

Nous savons donc quel est le temps qui doit régner, d'une manière générale, par chacun des vents de la rose; et comme nous avons appris que la girouette, dans ses évolutions, suit une marche régulière, dans le même sens que les aiguilles d'une montre (n° 114), nous possédons un ensemble d'éléments suffisamment sûrs pour aborder avec fruit la prévision locale. Celle-ci deviendra chose aisée pour un observateur attentif, suivant avec soin la marche des instruments et bien au courant des faits que nous venons d'énoncer. Le seul avantage que le météorologiste muni de cartes du temps aura sur lui, c'est de posséder les moyens de pouvoir discerner, plus longtemps à l'avance, les modifications ou changements qui se préparent dans l'état de l'atmosphère au lieu où il se trouve.

240. ÉTAT DU TEMPS SOUS L'INFLUENCE DES VENTS DU N. ET DE L'E. — Aussi longtemps que dominant les vents d'E., le baromètre va en montant. Quant au thermomètre, en hiver il va en descendant, et en été en montant. Le ciel finit par devenir clair, ce qui, en hiver, redouble le froid. En été il en résulte de belles et chaudes journées, et des nuits sereines durant lesquelles la rosée se dépose en abondance.

En hiver, si la pluie et la neige ont tombé par les vents de NW. et de N., et que le vent s'établisse au NE., les ondées alternent avec le soleil. Ce vent froid

précipite sur place les vapeurs qu'il rencontre. Si la température est voisine de zéro, il neige même plus souvent qu'il ne pleut.

Au printemps, le vent de NE. est encore le plus froid, il détermine alors un grand nombre d'affections rhumatismales, et fait souffrir les plantes délicates. Si le baromètre a monté très vite, si le vent a passé en peu de temps du SW. au NE., où il s'arrête, il faut s'attendre à un froid prolongé, comme en 1829, en 1879 et en 1880.

Lorsque le courant anticyclonique est bien établi, il en résulte, en effet, la sérénité de l'air. Les nuits sont fraîches et accompagnées de rosée. Certaines fleurs se ferment, comme le laiteron de Sibérie¹, pour dérober à l'action du rayonnement nocturne les organes délicats qu'elles enveloppent. Les astres sont clairs à l'horizon. Le soleil se couche dans un ciel sans nuage, que colore souvent une belle teinte orangée. Les vapeurs du matin s'élèvent dans le jour et ne retombent que le soir. Tous ces caractères sont les marques franches, décidées, des vents anticycloniques.

En été surtout, la transparence de l'air favorise l'action du soleil sur les vapeurs du matin. Seulement, si le vent de NE. s'est mis subitement à souffler, il tombe souvent de larges gouttes de pluie pendant quelques instants, après quoi le ciel reprend son azur. Mais les vents continus de NE. et d'E. sont presque toujours

1. *Sonchus sibiricus*.

secs en été. Ce dernier fait maintes fois monter le thermomètre lorsqu'il règne dans cette saison.

241. Au mois de mai, nous éprouvons souvent une certaine permanence du vent de la région E., à laquelle nous devons une série de beaux jours, généralement froids. Mais lorsqu'on approche de la fin de cette série, l'air perd graduellement de sa transparence, le rayonnement nocturne n'est plus aussi énergique, le thermomètre ne descend plus aussi bas pendant la nuit, la rosée est par conséquent moins abondante. On peut dire alors que le temps va changer, et l'on ne tarde pas, en effet, à distinguer de nouveaux symptômes.

242. C'est durant les vents secs de l'automne que l'on a coutume de brûler dans les champs les mauvaises herbes et les souches de pommes de terre. Il faut, en effet, un temps sec pour cette opération. En Hollande, c'est par les premiers vents NE. du printemps qu'on met le feu aux tourbes qui ont été retournées avant l'hiver. Il n'est donc pas étonnant d'apercevoir souvent des fumées dans l'air, quand un courant froid règne depuis une certaine durée. Mais ces fumées et les odeurs qui les accompagnent sont une suite des travaux auxquels le vent sec invite les cultivateurs, et nullement une propriété, encore moins une cause de ce vent.

243. SUBSTITUTION DES VENTS CYCLONIQUES AUX VENTS ANTICYCLONIQUES. — Quand le régime anticyclonique règne, la girouette est tournée, comme nous venons de le voir, du côté de l'E. ou du N. En partant du point qu'elle occupe, elle va marcher vers le midi. Chaque

vent qui succédera sera plus méridional et plus humide que le précédent, il sera plus chaud et plus léger. La pluie viendra après la neige. Le changement de temps s'opèrera d'abord par les hautes régions de l'atmosphère, et atteindra successivement des couches de plus en plus rapprochées du sol. La transition ne nous surprendra donc pas d'une manière brusque ; les pluies de mélange ne seront pas d'une extrême abondance.

244. Durant le règne des vents froids, il faut toujours avoir les yeux sur les régions élevées de l'atmosphère, et sur le baromètre qui accuse les variations dans la pesanteur de toute la colonne d'air, si l'on veut être prévenu des changements qui se préparent.

Un des premiers symptômes est l'apparition des cirrus, ces nuages en filaments délicats que nous connaissons déjà, qui ressemblent à des mèches de cheveux, et qui se tiennent dans les plus hautes régions. Ils forment souvent de longues bandes étroites qui s'étendent d'une extrémité à l'autre de l'horizon. Leur mouvement paraît d'autant plus lent qu'ils marchent pour l'ordinaire dans le sens de leur longueur. Ces légers nuages, qui se trouvent souvent à une hauteur de six ou huit mille mètres au-dessus du sol, marquent à l'œil la direction que prendra prochainement le vent à terre. On a constaté en effet, par des observations très nombreuses, que la girouette se tournait invariablement, après un temps plus ou moins long, du côté de l'horizon où les cirrus s'étaient montrés tout d'abord.

Ceux-ci sont très souvent orientés du SW. au NE. Par un effet de perspective, ils semblent s'élever de l'horizon SW., comme les branches divergentes d'un arbre. Il est donc vrai, comme le disent nos campagnards, que le vent soufflera du côté d'où cet arbre part.

Néanmoins, tant que ces nuages sont légers, tant que leurs filaments sont nets et déliés, et que le baromètre reste stable, rien ne menace encore. Ils accompagnent souvent un beau temps durable. Mais s'ils se joignent entre eux par un léger voile qui s'étend sur tout le firmament, si le ciel devient *farineux*, que le baromètre a un mouvement indécis, c'est le signe de l'arrivée d'une dépression, encore éloignée il est vrai, mais dont les effets ne tarderont pas à se faire sentir.

Alors les astres sont pâles et sans éclat à l'horizon. Ils paraissent plus près que d'habitude ; la lune surtout est terne ou jaunâtre, avec un disque d'une grandeur inaccoutumée à son lever et à son coucher. Les vapeurs ne descendent plus le soir comme à l'ordinaire ; les nuits sont moins sereines ; les étoiles moins brillantes, la rosée moins forte. Déjà même le baromètre cesse de monter.

Les signes d'humidité se font sentir ensuite. Le sel et la chair s'emprennent d'eau. Une sorte de moiteur se dépose sur les pierres, et particulièrement sur nos pierres bleues, où elle est plus apparente. Souvent le vent régnant de l'E. ne souffle plus que le matin et s'arrête dans le milieu du jour. Les gros nuages blancs, en forme de montagnes, qui se sont élevés pendant la

journée, s'épaississent vers le soir et semblent s'étendre en nappe. Parfois il en tombe une pluie légère.

L'observateur attentif ne peut laisser échapper tous ces signes. Il en saisira facilement l'accord, surtout s'il est bien pénétré de leurs causes. La nature entière ressent la transition qui se prépare. L'attitude des animaux et des plantes même confirmera souvent nos jugements, sans qu'elle doive toutefois les influencer.

245. Ce que nous disons ici des plantes et des animaux n'est pas une opinion hasardée. Le grand Linné n'a-t-il pas observé que le souci d'Afrique¹, dont les fleurs s'épanouissent d'ordinaire vers six ou sept heures du matin, ne s'ouvre pas lorsqu'il doit tomber de la pluie ? Chez les animaux, parmi les indices les plus constants, on remarque qu'aux approches des changements de temps, les abeilles s'écartent peu de leurs ruches et que les fourmis ralentissent leurs travaux ; les vers de terre sortent de leurs retraites desséchées, et les hirondelles se mettent à raser la terre, apparemment pour les surprendre. L'excitation nerveuse est plus développée : le coq se réveille plus tôt qu'à l'ordinaire ; la piqûre des insectes est plus vive ; les oies trépignent ; beaucoup d'animaux jettent des cris plus nombreux et plus importuns.

Mais les animaux, s'ils ressentent peut-être plus vivement les influences atmosphériques, ne sont cependant pas plus infaillibles que l'homme. Ils ne font que subir

1. *Calendula humilis*.

l'influence des premiers signes avant-coureurs. Si ces signes s'effacent, si la dépression qui s'avance vers nous se retire, ils seront trompés aussi bien que nous. Si le trouble atmosphérique arrive, au contraire, à l'improviste, ils pourront être surpris. On voit souvent des abeilles surprises à de très grandes distances par des orages instantanés, locaux.

246. Tous les phénomènes marchent à l'unisson dans la nature. Les effets ne devancent pas leurs causes. Il n'y a donc pas d'indice absolument certain pour un fait aussi variable que les changements dans les courants aériens. Mais les indices doivent se compléter entre eux, se vérifier les uns par les autres. Alors l'opinion de l'observateur se forme. Et si la somme de ces différentes remarques nous apprend que les hautes régions de l'air se troublent, que l'humidité commence à croître, que la pesanteur de la colonne d'air diminue, qu'alors l'observateur tienne pour certain qu'un courant ayant une origine cyclonique règne déjà dans la partie supérieure de l'air. Les changements qu'annoncent ce courant ne tarderont pas, sans doute, à faire sentir leur influence à terre.

Supposons, en effet, que la baisse barométrique se déclare nettement. C'est alors que les gaz des égouts et des fosses d'aisances se répandent au dehors, parce que la colonne d'air qui les comprimait n'est plus aussi pesante. Les odeurs deviennent donc incommodés quand le baromètre baisse ; elles n'annoncent pas autre chose.

247. L'établissement du vent supérieur en relation

avec le changement de régime, n'est pas toujours immédiatement accompagné de pluie. En hiver, au contraire, il a souvent la force, s'il n'est pas trop humide, de dissoudre toutes les vapeurs, par suite de sa température élevée. C'est ce qui se voit surtout quand la substitution s'opère subitement. Ainsi, dans cette saison, si le baromètre baisse avec rapidité, et que le vent des hautes régions passe brusquement au S. ou au SW., le ciel devient serein, même s'il était couvert sous le règne des vents froids. Toute la vapeur est alors dissoute par l'excès de chaleur du vent du midi ; l'atmosphère devient sèche et transparente.

Alors, en vertu du rayonnement nocturne, le froid augmente au lieu de diminuer. On éprouve quelques jours d'une gelée intense. Néanmoins cet effet ne peut point durer ; il cesse au moment où le vent cyclonique chaud se déclare à terre ; le ciel se couvre de nuages légers, puis de nuages plus lourds ; vingt-quatre heures après, le dégel commence.

Si le baromètre a baissé lentement, la neige que nous donnaient les vents d'E. s'est transformée lentement en pluie, et cette transformation même était le présage d'un temps plus doux.

248. En hiver, le résultat de la substitution du régime cyclonique au régime anticyclonique dépend donc principalement de la quantité de vapeur dont les vents chauds, qui caractérisent le premier, sont chargés relativement à leur température.

S'ils sont peu chargés de vapeur, le ciel reste serein,

ou bien les nuages qui se forment sont légers, et se bornent à ces petits pelotons arrondis qui font dire que le ciel est *pommelé*. L'effet définitif est alors la substitution d'une température douce au froid qui régnait antérieurement. On passe même un instant par une période de recrudescence de froid, à cause de l'influence du ciel serein ; tandis qu'en été le vent SE. est dès l'abord le plus chaud de tous les vents, parce qu'il donne toute latitude à l'action solaire.

Si les courants cycloniques sont composés, au contraire, d'un air humide, les nuages se forment et s'épaississent immédiatement. Par le vent du S. le ciel est souvent couvert ; les courants ascendants sont faibles ; les vapeurs demeurent dans les couches basses ; le baromètre continue à baisser ; la pluie devient probable. Enfin, si le vent, dans sa rotation, passe de suite vers le SW. ou vers l'W., la pluie se déclare immédiatement.

Tels sont les phénomènes qui se manifestent en hiver lorsque le vent tourne, conformément à ce qui s'observe le plus fréquemment, de l'E. à l'W. par le S. Ce mouvement est d'une constance remarquable. De ce côté, les sautes en retour sont très rares ; mais quand elles se produisent, elles donnent de la pluie. Elles sont cependant accompagnées, assez souvent, d'une nouvelle hausse du baromètre. Ainsi, par les vents qui viennent de l'est de la rose, on voit de la pluie chaque fois que le baromètre remonte. Nous fixons l'attention sur ce point, parce qu'il est contraire aux pronostics vulgaires que l'on tire de la marche de cette instrument.

249. Le passage de la girouette de l'E. à l'W. par le S. donne lieu, en été, à des effets plus complexes qu'en hiver. Les vents d'E. et de SE., comme nous l'avons signalé tout à l'heure, sont parfois très chauds à cette époque de l'année, et la baisse du baromètre qui annonce leur remplacement par les vents de SW. et d'W. est alors le présage d'une chute du thermomètre.

Ainsi qu'en hiver, cette rotation de la girouette indique la fin du beau temps, l'arrivée d'un air humide ; mais ce qui la distingue des mêmes substitutions de vents dans la saison froide, c'est qu'en été elle est, en outre, presque toujours accompagnée d'orages. Nous ne séparons pas de ceux-ci les grosses averses, vulgairement nommées « pluies d'orages », qui sont fréquentes dans cette saison. On l'a déjà dit (n° 156), la seule différence est si l'électricité s'écoule invisible, ou bien si elle fait explosion sous forme d'éclair et de tonnerre.

Si la température n'est pas fort élevée au moment où se déclare la baisse barométrique et le changement de vent, nous avons peu à craindre. Mais par une haute température et un calme apparent de l'atmosphère, nous devons appréhender un orage. Cet orage peut être ou local ou venir d'une région plus ou moins éloignée. L'orage local se forme généralement de la manière suivante : par un ciel serein et un air calme, des courants ascendants prennent naissance ; ceux-ci font vaciller en s'élevant les feuilles des arbres, bien que le vent soit insensible. L'air étant tranquille, l'évaporation s'arrête, et la chaleur devient accablante, même par rapport au

degré du thermomètre. Les nuages commencent alors à se former.

Il est rare qu'ils ne se disposent pas en deux couches. La vapeur des courants ascendants *se prend* en grosses montagnes entassées, ainsi que nous l'avons décrit au n° 146. Ces nuages sont larges, et leur blancheur est éclatante.

Au-dessous paraissent peu à peu de petits nuages vaporeux, d'un gris-cendré ou presque noirs. Ils semblent errer çà et là, d'un mouvement différent des gros nuages qui les dominent. Ils s'augmentent et s'épaississent ; mais leurs bords conservent toujours un aspect frangé ; on voit s'en détacher des filets de vapeur, tremblotants et sinueux.

La physionomie différente de ces deux espèces de nuages est due à la diversité des conditions électriques dans lesquels ils se trouvent. La seconde couche n'achève pas toujours de se former. Elle se fond lentement dans la première. Le matin surtout les nuages se dissipent plus facilement, et, dans ce cas, l'orage ne se forme point.

Mais supposons que les nuages s'étendent et que le soleil se cache, et suivons les effets qui pourront en résulter. Aussitôt que le soleil est couvert, l'air se refroidit au-dessous des nuages. Le baromètre a un petit mouvement de hausse. C'est l'instant de crise, où l'allure du phénomène va se décider.

Si le refroidissement local n'est pas très brusque, l'air des cantons voisins a le temps d'affluer pour participer

à la chute d'air qui s'opère au-dessus de notre tête. Les apparences, après avoir été menaçantes, se dissipent.

Mais, à l'instant où le soleil se cache, si la baisse du thermomètre est subite, si le baromètre monte¹ comme par une secousse soudaine, l'orage est inévitable.

Bientôt, en effet, la chute d'air s'établit au-dessus de notre tête. Les vapeurs qui descendent dans cette colonne froide se prennent en abondance. La pluie se détache du nuage, et avec la pluie part la foudre (n° 156). L'orage dure aussi longtemps que la chute d'air se prolonge.

A mesure que la pluie tombe, les deux couches de nuages se rapprochent, pour finir par se confondre. Leurs nuances opposées se fondent à la fin dans une seule teinte grisâtre ; et c'est de cette nappe grise que s'échappent les dernières gouttes d'eau.

L'air est alors imprégné d'humidité. L'arc-en-ciel qui n'annonce pas autre chose que cette humidité, paraît à l'opposite du soleil. Et si l'orage a été entièrement local, le temps se rétablit.

Il arrive souvent en été qu'une crise semblable, suivie ou non suivie d'orage, se reproduit plusieurs jours consécutifs, vers la même heure.

250. Quand l'orage arrive tout formé, les symptômes qui l'annoncent sont différents. Il est encore loin de nous et déjà le ciel commence par prendre un aspect

1. Cet accès de hausse ne va guère, il est vrai, qu'à un demi-millimètre, mais cela suffit pour un observateur attentif.

farineux ; un léger voile, très élevé dans l'atmosphère, le trouble ordinairement. Le baromètre baisse lentement pendant un jour ou deux, le ciel se couvre tout à fait, puis l'on voit apparaître à l'horizon un épais nimbus de couleur plombée, s'avancant d'un mouvement rapide. C'est l'avant-garde de l'orage. Au moment où il passe près du zénith, l'éclair brille et le tonnerre éclate.

La fin de cette sorte d'orage ne marque pas le retour du beau temps. Le baromètre, qui a éprouvé un petit soubresaut au moment du passage du météore, se met à redescendre aussitôt qu'il s'éloigne, et la pluie continue à tomber.

251. RÈGNE DES VENTS DU S. ET DE L'W. — Dans la substitution des vents de S. et d'W. aux vents d'E., l'état du ciel dépend surtout de la quantité de vapeurs dont ces vents sont chargés. Si le vent s'arrête dans les environs du sud, il pourra souvent dissoudre les vapeurs. Il favorise alors le temps clair, d'où résulte du froid en hiver, et de belles journées en été et même en automne. Dans cette dernière saison, c'est au règne des vents du midi, à la suite des vents de NE., que nous sommes souvent redevables d'une série de beaux jours, auxquels on donne, suivant l'époque où ils se déclarent, les noms d'été de Sainte-Thérèse ou de Saint-Martin.

Mais le vent SW. amène des vapeurs toutes précipitées. Il laisse échapper une pluie fine, qui d'ordinaire a quelque durée. En hiver, il réchauffe le temps, parce que la mer, d'où il vient, est alors plus chaude que les terres. En été, il le refroidit généralement, parce que

l'air de la mer, à cette époque, est plus froid que celui du continent, et aussi par l'effet de la disparition du soleil.

Aussi, faut-il bien remarquer que si la pluie va en augmentant du SE. au SW., et le baromètre en s'abaissant, le thermomètre, dans ce fragment de rotation, monte en hiver, mais descend en été.

252. C'est en automne et en hiver que les vents SW. versent le plus de pluie. Dans les derniers jours de septembre et, plus souvent, dans les premiers jours d'octobre, ils font irruption presque chaque année avec une violence remarquable. C'est l'instant où s'opère le changement de régime dans les conditions atmosphériques ; on entre dans la période hivernale, dont le caractère diffère essentiellement de celui de l'été, tant sous le rapport cyclonique qu'anticyclonique. Cette transition rend souvent très désagréable et très variable la dernière quinzaine de septembre. C'est alors que la tempête balaie durant quelques jours les feuilles des arbres, qui sont en partie dépouillés après ce souffle violent.

Mais si le vent s'arrête quelque temps au S. avant de passer au SW., on peut, comme nous l'avons dit plus haut, espérer encore de beaux jours. Le ciel reste d'abord serein. Le soleil se lève et se couche sur un horizon d'autant plus rouge que la transformation des vapeurs en eau est plus abondante, et la pluie plus prochaine. Il y a de la rosée par des nuits très fraîches. Et quand cette rosée devient copieuse, c'est le signe

que l'air gagne en humidité, et que la fin du beau temps approche.

Il est donc prudent de remarquer que les signes fournis par la rosée sont précisément opposés, suivant qu'un vent chaud règne à la place d'un vent froid. Par ce dernier, quand les beaux jours approchent de leur terme, la rosée s'affaiblit (n°141); par un courant chaud, elle augmente.

253. Quand le vent passe au SW. ou à l'W., l'humidité devient plus prononcée. Les vapeurs se prennent alors en nuages. Ces nuages peuvent être charriés assez loin dans l'intérieur du continent, si la terre est chaude et qu'ils sont eux-mêmes élevés. S'ils sont bas, comme c'est habituellement le cas en hiver, ils donnent de la pluie.

Au reste, c'est une erreur de croire que les pluies du SW. doivent nécessairement se prolonger. Il faut pour cela que la girouette reste longtemps fixée en ce point de l'horizon. Dans ce cas, on voit la chute du baromètre se poursuivre, et cet instrument descendre plus bas qu'il ne le fait d'ordinaire par les mêmes vents. On peut alors en conclure des pluies continues, mais non pas précisément de « grandes pluies », comme on a coutume de l'annoncer.

254. SUBSTITUTION DES VENTS DU N. ET DE L'E. AUX VENTS DU S. ET DE L'W. — En continuant sa rotation, la girouette tourne du SW. au NE. par l'W. et le N. Chaque vent successif est plus froid et plus sec que celui qui l'a précédé. En hiver, la neige succède à la pluie,

En été, le ciel s'éclaircit par moments, mais chaque nouveau banc de nuages qui passe amène avec lui des averses.

Dans cette partie de la rose, à mesure que le baromètre monte, la girouette accomplit sa rotation. Le mouvement de celle-ci se déclare à l'instant où le changement d'allure du baromètre se manifeste. Le vent froid nous arrive alors, avec sa température plus basse.

Aussi, lorsque la neige tombe par les vents d'W., et que le baromètre s'élève en même temps, il faut appréhender un froid rigoureux ; car si la neige tombait déjà par le courant d'W., qui est généralement chaud, que ne faut-il pas attendre du courant froid de NW. ou de N., qui lui succédera très probablement, ainsi que nous l'annonce la hausse du baromètre !

On est donc fondé à adopter le proverbe « nouvelle neige, nouveau froid ». Seulement ce proverbe n'est vrai qu'à l'W. Nous avons vu (n° 247) qu'au contraire, à l'E., la neige précède la chaleur.

Si le vent d'W. donnait seulement de la pluie, le mouvement ascendant du baromètre annoncera la transformation de cette pluie en neige. Nous pouvons donc établir cette autre conséquence, que la pluie, avec hausse du baromètre, annonce une pluie plus froide ou de la neige, selon la saison. Cette dernière déduction reste vraie dans les deux portions de la rose (W. et E.).

Par le vent de NW., la pluie qui tombait déjà de l'W. se continue, la température baisse ; en été c'est le plus froid de tous les vents, parce qu'il vient des

régions où la température est alors la plus basse de toute l'Europe.

Mais si la girouette va jusqu'au N., la pluie n'est plus continue : on aperçoit le bleu du ciel par les intervalles des nuages. Ceux-ci se sont enfin déchirés. On distingue souvent, vers l'horizon opposé, leurs bancs épais que le souffle du courant entraîne loin de nous. Les pluies que ces vents nous donnent, ainsi que la plupart des neiges, ne tombent que d'une seule couche de nuages, d'une couche basse.

255. Au printemps, si le baromètre a beaucoup baissé par les vents SW., puis qu'il monte lentement, si le vent passe de l'W. au NW. où il persiste, c'est une preuve de la prédominance des vents occidentaux. Le temps sera influencé par eux pendant une longue durée, comme en 1833.

Au contraire, si les vents d'ouest n'ont pas grande puissance, la girouette poussera plus loin sa rotation. Nous entrerons dans un courant franchement froid.

En hiver, avec des vents d'W., et par un ciel serein ou couvert, que le vent passe au N. ou au NE., des nuages épais s'accumulent. Le baromètre monte ; mais, par ciel serein, la chute du thermomètre n'apparaît pas au premier abord, parce que ces nuages s'opposent au rayonnement du sol. C'est ainsi qu'après un vent d'W. avec ciel pur, on voit souvent les vents d'E. ou de NE. qui s'élèvent tout à coup, troubler la transparence de l'air, saisir la vapeur en pluie, en neige, en brouillard. Toutes ces pluies ont lieu par baromètre montant.

Mais au bout de peu de temps, si le courant froid continue à régner, sa sécheresse absorbe toutes ces vapeurs, et le ciel reprend sa sérénité.

256. Nous voyons ainsi comment nous repassons du régime cyclonique au régime anticyclonique, qui nous avait servi de point de départ. Cependant c'est principalement à l'W. de la rose que le vent fait des sautes en retour. Mais si celles-ci sont fréquentes, elles ne sont pas de longue durée. Elles ramènent une température plus élevée, un air plus chaud qui dissout les vapeurs et donne une phase de beau temps. Le baromètre les annonce par son mouvement de baisse. Une certaine chaleur succède alors à la pluie de l'W., et marque le rebroussement du vent vers le S.

Néanmoins, cette circonstance n'est jamais d'une longue durée. Les pas rétrogrades du vent sont courts. La girouette se met donc bientôt à reprendre sa rotation régulière; elle se porte d'un nouveau pas vers le N.

Ainsi, chaque retour au S. semble rétablir le temps; mais ces retours signalés d'avance par une baisse du baromètre, ne seront ni solides, ni durables. A l'instant où la baisse barométrique s'arrêtera, et où le vent reprendra sa marche au N., le temps se refroidira de nouveau, et la pluie tombera.

On conçoit que quand ces oscillations du vent se répètent, le baromètre n'a aucune fixité; sa marche change sans cesse et semble indécise. Le temps passe incessamment de la sérénité aux ondées. Nous en avons des

exemples fréquents au printemps, dans ces alternatives rapides d'un ciel pur avec de la pluie, de la neige, du grésil. C'est l'époque des « vaux de mars », qui, pour le dire en passant, arrivent plus souvent chez nous en avril. C'est l'époque des bourrasques que l'on appelle « de l'équinoxe ».

257. TABLEAU DES VARIATIONS DU TEMPS. — De tout ce que nous avons dit, on conclura facilement que *la hausse ou la baisse du baromètre n'a pas*, quant à l'état du temps, *de signification ABSOLUE*. Elle exprime seulement une modification dans la distribution de la pression atmosphérique, et aussi, d'une façon générale, un rapport entre le vent qui souffle et celui qui va souffler. Mais, dans ce sens même, on comprend les nombreux services que cet instrument peut nous rendre. Seulement il faut l'employer avec discernement, et non pas par une simple routine.

Aussi longtemps qu'on ne tiendra pas compte du vent régnant, qu'on voudra soumettre tous les vents sous le rapport de leurs propriétés physiques, à une même loi, établir, en un mot, une règle unique, on ne pourra ni démontrer cette règle, ni la voir se vérifier dans l'expérience. Mais quand on distinguera entre elles les différentes parties de la rose des vents, quand on tiendra compte des caractères opposés des courants, les phénomènes deviendront constants, et les effets suivront leurs causes. Avec la *confusion* des vents, on ne peut rien établir de fixe; avec leur *distinction*, on saisit l'enchaînement des phénomènes.

258. C'est ce qui explique la disposition du tableau qui suit. Nous supposons que celui qui le consulte a d'abord déterminé le vent régnant. Puis, suivant les indications du baromètre, du thermomètre, de l'état du ciel et des nuages, on pourra conclure, avec une grande probabilité, quel sera l'effet de la variation qui s'apprête.

Le point de départ pour consulter le tableau, c'est donc toujours le *vent régnant*. Il faudra sans doute se guider d'après la girouette, ou mieux encore d'après la marche des nuages *inférieurs*. Cependant les caractères des vents ne sont pas tellement attachés à leur direction effective que le même courant, sans changer de propriétés, ne puisse avoir un jour un peu plus de sud ou un peu plus de nord. Pour consulter le tableau avec fruit, il faut être bien pénétré de ce qui a été dit dans le corps de l'ouvrage, et savoir reconnaître les courants à leur nature plutôt même qu'à leur direction.

Sous cette restriction, le tableau présentera à peu près l'ensemble des variations du temps, telles qu'on les éprouve dans notre pays.

Les deux colonnes qui suivent le nom du vent expriment les *symptômes* sur lesquels l'observateur s'appuie. On suivra du doigt sur le tableau la ligne qui renferme ceux de ces symptômes que l'on aura effectivement constatés. On arrivera de cette manière à la dernière colonne, qui contient les *effets à prévoir*.

259. Par exemple, si le vent est à l'est et que le baromètre descende, on aura à choisir entre quatre hypothèses différentes, selon les circonstances qui régneront.

Supposons que le ciel soit voilé ou qu'il soit chargé de nuages, nous suivrons sur le tableau la ligne qui correspond à cet état, et nous trouverons au bout le mot *pluie*. C'est donc de la pluie que nous pouvons attendre incessamment.

Que le vent soit SW. et que le baromètre monte, nous aurons encore à choisir entre plusieurs conditions différentes. Si les nuages sont bas et qu'il s'en échappe une pluie fine, ou même qu'ils soient seulement menaçants, nous suivrons du doigt la deuxième ligne qui correspond à *baromètre montant*, et nous verrons que le vent s'apprête à passer à l'W., qu'alors les nuages s'épaissiront, que la pluie augmentera, et que l'air subira un refroidissement.

SYMPTOMES.		ÉTAT DU CIEL.	EFFETS A PRÉVOIR.
VENT	ÉTAT DU BAROMÈTRE.		
N.	Montant	Beau ciel . . . Ciel nuageux . . . Pluie ou neige . . . Après vent variable . . .	Temps froid et sec. Le temps s'éclaircit. Le vent passe au NE.; des ondées alternent avec le soleil. L'air se refroidit d'abord, reste serain; puis se réchauffe sous l'influence des rayons solaires. Les nuages s'élèvent et le temps se réchauffe momentanément.
	Descendant	Beau ciel . . . Ciel nuageux; de la pluie ou de la neige au début du vent régnant . . . Beau temps, petits nuages pommelés très élevés . . . Beau temps; léger voile blancâtre sur le ciel, astres pillés . . . Ondées par intervalles . . . Froid rigoureux et continu; apparition du voile blancâtre sur le ciel . . . Ciel couvert . . .	Pluie froide ou neige. Le vent persiste; le temps sec s'établit. Le vent persiste; le temps redevient serain. Chaleur sans pluie. Pluie en été; dégel en hiver. Le vent passe à l'E. ou au S.; le ciel se couvre de petits nuages arrondis, ou devient complètement serain. Chute de gouttes glacées ou de verglas, après quoi le temps doux ou le dégel ne se font pas attendre. Le vent passe brusqu. au SE. ou au S. Le ciel s'éclaircit; le froid est intense; mais 24 h. après, les nuages paraissent et le dégel commence.
NE.	Montant	Beau ciel . . . Ciel nuageux, avec de la pluie ou de la neige au début du vent . . . Beau temps; petits nuages très légers . . . Ciel voilé; nuages . . . Chaleur continue après la pluie . . . Neige . . . Beau ciel . . . Ciel couvert . . .	Pluie froide ou neige, suivant la saison. Le vent persiste; le temps sec dure. Le vent persiste; le ciel redevient serain. Chaleur sans pluie. Pluie. Nouvelles pluies. La neige se transforme en pluie; le temps devient plus doux. Coup de vent du S., parfois accompagné d'orage. Le vent passe subitement au S.; le ciel s'éclaircit; l'atmosphère se sèche, pour ne reprendre son humidité que plusieurs jours après.
	Descendant	Beau ciel . . . Ciel nuageux, avec de la pluie ou de la neige au début du vent . . . Beau temps; petits nuages très légers . . . Ciel voilé; nuages . . . Chaleur continue après la pluie . . . Neige . . . Beau ciel . . . Ciel couvert . . .	Pluie froide ou neige, suivant la saison. Le vent persiste; le temps sec dure. Le vent persiste; le ciel redevient serain. Chaleur sans pluie. Pluie. Nouvelles pluies. La neige se transforme en pluie; le temps devient plus doux. Coup de vent du S., parfois accompagné d'orage. Le vent passe subitement au S.; le ciel s'éclaircit; l'atmosphère se sèche, pour ne reprendre son humidité que plusieurs jours après.

SE.	Montant	Beau ciel . . . Ciel nuageux, avec de la pluie ou de la neige au début du vent . . . Beau temps; petits nuages très légers . . . Ciel voilé; nuages . . . Chaleur continue après la pluie . . . Neige . . . Beau ciel . . . Ciel couvert . . .	Pluie froide ou neige, suivant la saison. Le vent persiste; le temps sec dure. Le vent persiste; le ciel redevient serain. Chaleur sans pluie. Pluie. Nouvelles pluies. La neige se transforme en pluie; le temps devient plus doux. Coup de vent du S., parfois accompagné d'orage. Le vent passe subitement au S.; le ciel s'éclaircit; l'atmosphère se sèche, pour ne reprendre son humidité que plusieurs jours après.
	Descendant	Beau ciel . . . Ciel nuageux, avec de la pluie ou de la neige au début du vent . . . Beau temps; petits nuages très légers . . . Ciel voilé; nuages . . . Chaleur continue après la pluie . . . Neige . . . Beau ciel . . . Ciel couvert . . .	Pluie froide ou neige, suivant la saison. Le vent persiste; le temps sec dure. Le vent persiste; le ciel redevient serain. Chaleur sans pluie. Pluie. Nouvelles pluies. La neige se transforme en pluie; le temps devient plus doux. Coup de vent du S., parfois accompagné d'orage. Le vent passe subitement au S.; le ciel s'éclaircit; l'atmosphère se sèche, pour ne reprendre son humidité que plusieurs jours après.
z.	Montant	Beau ciel . . . Ciel nuageux . . . Après vent variable . . .	Beau temps, mais rarement durable. Des nuages se montrent et le temps change. Les nuages s'épaississent et finissent par donner de la pluie. Temps lourd et pluvieux. Coup de vent, surtout en hiver, et principalement quand le <i>thermomètre</i> est très haut.
	Desc. rapidement.	Beau ciel . . . Ciel nuageux . . . Après vent variable . . .	Beau temps, mais rarement durable. Des nuages se montrent et le temps change. Les nuages s'épaississent et finissent par donner de la pluie. Temps lourd et pluvieux. Coup de vent, surtout en hiver, et principalement quand le <i>thermomètre</i> est très haut.

SYMPTOMES.		EFFETS A PRÉVOIR.	
ÉTAT DU BAROMÈTRE.	ÉTAT DU CIEL.		
Montant très vite	.....	Le vent tourne en peu de temps du SW. au NE. Cette circonstance se présente surtout au printemps; il en résulte alors un froid prolongé.	
Montant	Temps variable et incertain.	Pluie presque inmanquable.	
Montant	Pluie fine; nuages bas	Le vent passe à l'W.; les nuages s'épaississent. Pluie forte; refroidissement de l'air.	
Montant lentement, après avoir beaucoup baissé	Vent très violent.	Du moment où le <i>baromètre</i> , qui descendait auparavant, se met à remonter, le vent passe en peu d'heures au NW. toujours très fort, puis au NE. avec refroidissement.	
Descendant	Temps chaud après des pluies d'ouest.	Le vent passe de l'W. au NW., où il se fixe. — On peut en conclure la prédominance des vents occidentaux pour une longue période de temps.	
Descendant long-temps et très bas.	.....	Rétablissement prochain de la rotation du vent, accompagné de pluie. Pluies persistantes.	

Montant rapidement.	.....	Vents du N. peu durables. — Le vent reviendra ensuite au SW. et le <i>baromètre</i> redescendra, mais sans revenir aussi bas qu'auparavant.	
Montant	Avec baisse thermométrique. Sans baisse thermométrique immédiate	Pluie presque certaine.	
Montant	Pluie	Le vent d'E. ou de NE. s'élève; le ciel se charge; pluie, neige ou brouillard. — Mais le temps redevient serein si le vent d'E. continue. C'est dans ce dernier cas que le refroidissement se fait sentir.	
Oscillant	Neige	Le <i>thermomètre</i> baisse et le vent passe au NW. La pluie persiste et en hiver se transforme en neige.	
Descendant . . . . .	.....	Froid. — Si le vent NW. amène de nouvelle neige, le froid éprouvera une recrudescence marquée et sera rigoureux.	
Descendant très bas.	Pluies abondantes.	Constance des vents du N. Variabilité du temps.	
.....	Temps incertain ou beau	Le temps se réchauffe; bien rarement de la pluie immédiate; mais de la pluie presque infaillible au rétablissement de la rotation du vent.	
.....	Pluie ou neige	Tempête du SW.	
.....	Neige, après d'autres neiges de l'W.	Ciel clair, temps froid.	
.....	Vent très fort à la fin d'une tempête; <i>thermomètre</i> descendant rapidement	Le vent passe au N. ou au NE.; les ondées alternent avec le soleil; le ciel est bleu dans les éclaircies.	
.....	.....	Nouveau froid qui sera rigoureux.	
.....	.....	Retroidissement: le vent passe au NE.	
.....	.....	Intervalle plus doux et sans pluie, jusqu'à ce que le <i>baromètre</i> remonte et que le vent reprenne sa rotation. A ce dernier instant, la pluie tombe.	

CHAPITRE V.

PRONOSTICS DIVERS.

260. L'examen attentif du ciel par un observateur exercé, est dans un grand nombre de cas un guide très sûr pour la prévision du temps. C'est comme si l'on avait devant soi une immense carte météorologique, où il est permis de lire chaque jour les présages de l'état atmosphérique à venir. Le marin et l'homme des champs acquièrent une grande habileté dans la lecture de cette carte, sans cesse à leur portée; leur œil scrutateur aperçoit à l'instant le moindre indice d'un changement de temps, et les conjectures qu'ils tirent de leur observation faillissent rarement. Plusieurs de ces pronostics sont populaires; d'autres sont moins connus. Nous avons pensé qu'il serait utile de réunir ici ceux qu'une longue expérience a consacrés et que leur caractère de généralité permet d'appliquer sans distinction de lieu. Ils ont été puisés pour la plupart dans les ouvrages de Marié-Davy, Fitz-Roy et Chambers.

261. Voici, tout d'abord, les pronostics tirés de l'aspect du ciel au lever et au coucher du soleil :

Si les nuages qui existent au lever du soleil se dissolvent ou s'éloignent vers l'ouest à mesure que le

soleil monte sur l'horizon, c'est l'annonce d'une belle journée;

Lorsque le soleil a une forme *mal définie* à son lever, des ondées en sont la suite en été, et un temps fixe en hiver;

Si les premières lueurs du jour paraissent au-dessus d'un banc de nuages, vent probable; si elles paraissent à l'horizon, beau temps;

Un soleil brillant à son lever indique une belle journée;

Un ciel rouge avant le lever du soleil, et se décolorant immédiatement après, est un signe de pluie;

Un soleil couchant, dans un ciel orangé, clair et sans nuage, est un présage de beau temps; si le ciel est rouge, c'est un indice de vent;

Qu'il soit clair ou nuageux, un ciel rosé au coucher du soleil annonce le beau temps;

Un ciel d'un jaune brillant au coucher du soleil annonce du vent; jaune pâle, de la pluie. Suivant que les teintes rouges, jaunes ou grises prédominent, on peut prévoir le temps avec une grande approximation, surtout si l'on ajoute à ces signes les indications des instruments;

Si le soleil se couche derrière une bande étroite de nuages, on peut s'attendre à du vent, et de la direction où se trouve cette bande;

Un coucher de soleil derrière d'épais nuages, avec un horizon E. rouge-pourpre ou de couleur cuivrée, indique de la pluie.

Les pronostics que nous venons de citer sont peut-être les plus importants. Aux États-Unis, le personnel du service météorologique est exercé à l'observation de l'état du ciel au lever et au coucher du soleil, et les déductions qu'on en tire pour le temps probable se vérifient en moyenne 80 fois sur 100.

262. Les pronostics qui se rapportent aux différents aspects des nuages ou aux phénomènes lumineux, tels que couronnes, halos, etc., ont aussi de la valeur.

De légers nuages, à contours indécis, annoncent du beau temps et des vents modérés. Des nuages épais, à contours bien définis, annoncent du vent;

Plus les nuages paraissent légers, moins on doit attendre de vent; plus ils sont épais, roulés, tourmentés, déchiquetés, plus le vent sera fort;

De petits nuages couleur d'encre annoncent de la pluie; des nuages légers courant au-devant de masses épaisses annoncent du vent ou de la pluie; s'ils sont seuls, du vent seulement, proportionné à leur vitesse;

Des nuages élevés courant dans une direction opposée à celle des couches de nuages inférieurs, ou du vent qui règne, indiquent un changement de vent;

Après un beau temps clair, les premiers signes d'un changement sont ordinairement des nuages élevés par bandes légères en formes de barbes de plumes, puis des nuages pommelés qui augmentent et bientôt assombrissent le ciel (n° 244). Généralement, plus les nuages paraissent éloignés et élevés, plus le changement de temps sera lent, mais aussi plus il sera considérable;

Observez les nuages qui se forment sur les hauteurs ou s'y accrochent : s'ils s'y maintiennent ou descendent, c'est signe de vent et de pluie; s'ils montent et se dispersent, c'est signe de beau temps;

Si de petits nuages s'accroissent, on doit s'attendre à de la pluie; si de gros nuages diminuent, on peut espérer du beau temps;

Un ciel bleu foncé sombre indique du vent; un ciel bleu clair et brillant indique le beau temps;

Le ciel est d'autant plus noir qu'il y a moins de vapeurs interposées entre lui et l'œil du spectateur. Sur les montagnes, il prend une couleur de bleu indigo foncé. Si l'air se charge de vapeurs, la teinte du ciel devient blanche, *farineuse* comme on dit : ce signe annonce aussi de la pluie;

Un ciel rouge ou jaune dans la matinée annonce du vent et un temps troublé;

Un arc-en-ciel, dans la matinée, est considéré comme le signe d'un temps humide et venteux; un arc-en-ciel dans la soirée, comme l'indice de beau temps;

Les couronnes présagent de la pluie lorsque leurs dimensions diminuent, et du beau temps quand elles augmentent (n° 154);

Un halo autour du soleil ou de la lune est presque toujours suivi de pluie et d'une atmosphère troublée; en été, il annonce souvent la venue d'un orage;

L'aurore boréale est généralement suivie dans les vingt-quatre heures d'un temps pluvieux et de coups de vent;

Lorsque des mauvais temps vont se déclarer, les étoiles scintillent fortement un ou deux jours à l'avance; par du beau temps, leur scintillation devient faible.

Nous arrêtons ici cette liste, déjà longue, des divers pronostics qu'offre l'examen seul du ciel. Il en existe encore un grand nombre, mais l'étendue limitée de notre Traité ne nous permet pas de les reproduire. Nous n'avons, du reste, négligé aucun des principaux.

APPENDICE.

I. INSTRUMENTS ENREGISTREURS.

263. En parlant de la prévision du temps à l'aide des cartes météorologiques, nous avons signalé la nécessité, pour en obtenir de bons résultats, d'avoir à sa disposition une collection des principaux instruments météorologiques, et de consulter sans cesse leurs indications. Mais l'observation souvent réitérée de ces divers instruments prend beaucoup de temps et devient à la longue assujétissante; on a donc dû songer à trouver un moyen de simplifier cette manière d'opérer et on y est parvenu très heureusement par l'invention des appareils enregistreurs, qui tracent, sur une feuille de papier ou de métal, les mouvements successifs des instruments dont on désire apprécier la position avec facilité et à tout instant.

Depuis une vingtaine d'années, plusieurs systèmes d'enregistreurs ont été mis au jour; on peut les classer en trois catégories: les enregistreurs automatiques, électriques et photographiques. Dans les premiers, la force qui fait mouvoir le stylet traceur est communiquée à celui-ci par l'instrument météorologique lui-même:

Lorsque des mauvais temps vont se déclarer, les étoiles scintillent fortement un ou deux jours à l'avance; par du beau temps, leur scintillation devient faible.

Nous arrêtons ici cette liste, déjà longue, des divers pronostics qu'offre l'examen seul du ciel. Il en existe encore un grand nombre, mais l'étendue limitée de notre Traité ne nous permet pas de les reproduire. Nous n'avons, du reste, négligé aucun des principaux.

APPENDICE.

I. INSTRUMENTS ENREGISTREURS.

263. En parlant de la prévision du temps à l'aide des cartes météorologiques, nous avons signalé la nécessité, pour en obtenir de bons résultats, d'avoir à sa disposition une collection des principaux instruments météorologiques, et de consulter sans cesse leurs indications. Mais l'observation souvent réitérée de ces divers instruments prend beaucoup de temps et devient à la longue assujétissante; on a donc dû songer à trouver un moyen de simplifier cette manière d'opérer et on y est parvenu très heureusement par l'invention des appareils enregistreurs, qui tracent, sur une feuille de papier ou de métal, les mouvements successifs des instruments dont on désire apprécier la position avec facilité et à tout instant.

Depuis une vingtaine d'années, plusieurs systèmes d'enregistreurs ont été mis au jour; on peut les classer en trois catégories: les enregistreurs automatiques, électriques et photographiques. Dans les premiers, la force qui fait mouvoir le stylet traceur est communiquée à celui-ci par l'instrument météorologique lui-même:

tels sont le barométrographe et le thermométrographe de Kreil, les anémomètres d'Osler et de Robinson, etc.

Les enregistreurs électriques fonctionnent, comme leur nom l'indique, par l'électricité ; un courant qui est lancé dans un fil à des intervalles déterminés met en branle différentes pièces en rapport avec les instruments et leur fait marquer certains traits représentant les uns la hauteur barométrique, d'autres le degré du thermomètre sec et celui du thermomètre humide, et ainsi de suite. Parmi les appareils de cette sorte, nous mentionnerons les météorographes du père Secchi et de M. F. Van Rysselberghe, notre compatriote. Ce dernier surtout possède des qualités exceptionnelles : sa précision, les facilités qu'il offre pour la reproduction immédiate, à un grand nombre d'exemplaires, de ses indications, son prix peu élevé comparé à celui des autres enregistreurs, en font un météorographe recommandable à tous égards. Le succès qu'a obtenu cet instrument confirme ce que nous venons d'en dire.

Il nous reste à citer les enregistreurs par la photographie. Un faisceau de lumière est projeté sur l'instrument dont on désire avoir la marche continue ; si c'est le baromètre, une partie des rayons lumineux est interceptée par la colonne mercurielle, et l'autre, qui traverse la chambre barométrique, vient tomber sur un papier sensibilisé, où elle laisse une trace noire lorsque le papier est développé ; ce papier est appliqué sur un cylindre qui tourne sur lui-même au moyen d'un mouvement d'horlogerie. Le procédé est à peu de chose près

le même pour le thermomètre. Ce système d'enregistrement est principalement usité en Angleterre, où il a pris naissance.

L'Observatoire de Bruxelles possède des spécimens de chacune des trois catégories d'appareils dont nous venons d'indiquer les principes¹.

II. INFLUENCES COSMIQUES

264. INFLUENCE LUNAIRE. — Les astres, autres que le soleil, exercent-ils une influence sur les variations de notre atmosphère ? A cette question, un grand nombre de personnes répondront oui, et citeront immédiatement la lune pour appuyer leur dire ; elles sont convaincues que notre satellite exerce une action marquée sur le cours des phénomènes météorologiques, elles en font le régulateur de plusieurs météores, comme la pluie, le vent, les nuages, etc. Chaque phase de la lune a ses effets particuliers.

Cette théorie facile, malheureusement trop répandue encore chez le vulgaire, pèche par son côté prétendument le plus fort, c'est-à-dire l'expérience, sur laquelle elle est soi-disant fondée. Celle-ci, au lieu de la confirmer, la détruit.

1. L'*Annuaire* de l'Observatoire pour 1880 a publié une description succincte (pages 177 à 189) de tous les instruments météorologiques enregistreurs que possède cet établissement.

Quoi! nous dira-t-on, cette influence de la lune qui fait l'objet d'une croyance si enracinée, si générale, cette influence n'existe pas! — Non, en vérité; cette influence n'est qu'un préjugé. La science n'a pas reconnu à la lune d'action sensible sur le climat. Des séries presque séculaires d'observations ont été discutées dans le but, dans le désir même de dévoiler cette action supposée. Aucun effet manifeste, digne de fixer l'attention du praticien, n'a été reconnu.

On s'écrie qu'une croyance aussi universelle n'est point sans fondement, et que des effets même moins tranchés n'échappent pas à la longue expérience des générations. Eh bien! il y a deux phénomènes dans l'année qui sont d'une périodicité remarquable et d'une importance décidée : nous voulons parler des deux refroidissements *fixes* (n° 32) de février et de mai. Ils arrivent pour ainsi dire à jour marqué; celui du mois de mai vient arrêter la végétation, interrompre les travaux des champs, contrarier les fleuristes et les jardiniers. Cependant l'expérience des générations ne les avait pas reconnus; les praticiens les ont toujours subis sans soupçonner leur périodicité, sans apercevoir qu'ils revenaient à jour fixe. C'est à l'observation du thermomètre que nous devons cette révélation. Que l'on dise encore que l'expérience prétendue du vulgaire n'est point sujette à erreur! Elle a proclamé l'influence lunaire, qui est insensible; et les refroidissements périodiques les plus constants lui ont échappé!

Engageons, par conséquent, le lecteur à se défier de

préjugés et de lui-même. Quel cas ferait-il d'une idée ancienne, du moment où il sait qu'elle est fausse? Au contraire, s'il attache un certain prix à lire dans les phénomènes du climat, autant du moins que nous pouvons le faire aujourd'hui, nous lui tracerions la marche suivante :

Bornez-vous d'abord, lui dirions-nous, à observer tout ce qui arrive. Cherchez à vous rendre compte des changements qui s'opèrent, des faits qui sont accomplis. Pourquoi la rosée a-t-elle été plus abondante; quelle circonstance a déterminé la chute d'une pluie passagère; pourquoi les nuages se sont-ils dissipés; par quelle cause se reforment-ils; pourquoi le vent s'est-il refroidi? Qu'aucun effet ne passe inaperçu, et que chaque fois on établisse la liaison de cet effet avec tous les autres phénomènes.

C'est là une espèce d'exercice pratique dont on ne reconnaît pas d'abord l'utilité. Mais, nous ne craignons pas de l'affirmer, lorsqu'on y aura mis quelque suite, lorsqu'on se sera rendu familière l'explication des phénomènes courants, on aura du même coup l'intelligence de ceux qu'on peut attendre dans un avenir prochain.

265. INFLUENCE DES TACHES DU SOLEIL. — Si l'on doit refuser à la lune une influence sensible sur notre atmosphère, on ne saurait assez, par contre, reconnaître celle qu'exerce le soleil sur cet océan aérien dans lequel nous vivons. L'astre qui nous éclaire est l'origine ou la cause de tous les mouvements atmosphériques dont nous subissons les effets; c'est lui qui nous apporte la

chaleur ; qui transforme l'eau de la mer en vapeur et la verse ensuite en pluie sur nos contrées ; qui donne naissance aux vents en détruisant l'équilibre de la masse aérienne, etc. On ne saurait donc assez étudier la constitution de ce moteur puissant, et surtout les transformations ou modifications qui peuvent se produire à sa surface ou dans son intérieur, et dont nous éprouvons sans nul doute le contre-coup.

Tout le monde a vu les taches du soleil ou sait qu'il s'en montre de temps en temps sur l'enveloppe solaire. Leur découverte remonte à l'année 1610 ; à peine fut-elle connue, que naquit l'idée d'une influence de ces taches sur la marche des phénomènes météorologiques ; mais on fut longtemps sans être d'accord sur la nature de cette influence. Pour les uns, les taches affaiblissaient le pouvoir rayonnant du soleil ; pour d'autres, au contraire, elles l'augmentaient. Dans ces dernières années, des recherches suivies, d'après une méthode sûre, furent entreprises pour élucider cette question controversée. La comparaison des époques de maxima et de minima des taches avec celles de plus haute ou de plus basse température moyenne annuelle en différents lieux du globe, montra clairement que les taches diminuaient l'activité solaire. A Bruxelles, par exemple, la moyenne thermométrique d'une année où les taches sont en petit nombre est sensiblement plus élevée que celle d'une autre année où les taches ont été plus fréquentes. Or, il est démontré aujourd'hui par l'observation que la fréquence des taches du soleil est soumise à

des fluctuations, dont la période est en moyenne de 10 à 11 ans. Dans la durée d'une période, le nombre de taches passe successivement par un minimum et un maximum, pour revenir à son point de départ, c'est-à-dire un nouveau minimum. La température éprouve donc aussi cette périodicité, mais en sens inverse ; elle commence par un maximum, arrive à un minimum, puis revient à la fin du terme à un autre maximum.

Une fois cette loi trouvée, le chemin était ouvert à d'autres rapprochements entre les taches solaires et les phénomènes météorologiques. La pluie, les tempêtes, les orages, la direction du vent, la grêle, etc., furent l'objet d'investigations de ce genre. Les résultats obtenus ont été plus ou moins concluants, mais leur tendance générale témoigne certainement d'une liaison entre le phénomène céleste et chacun des phénomènes terrestres. Nous mentionnerons entre autres ceux qui sont relatifs aux quantités annuelles de pluie ; ils ont été établis d'après un grand nombre d'observations :

1° La quantité annuelle de pluie est le plus considérable à l'époque des maxima de taches, et le moins aux époques de minima ;

2° Elle semble proportionnelle aux nombres et à l'étendue des taches.

Si des recherches ultérieures viennent confirmer cette loi, on conçoit sans peine l'importance qu'elle en acquerra. Pouvoir prédire longtemps à l'avance le caractère de sécheresse ou d'humidité d'une année désignée serait, dans bien des cas, un bienfait immense.

Personne n'ignore que dans l'Inde et la Chine, par exemple, se montrent parfois des sécheresses à la suite desquelles surgissent des famines terribles, et comme conséquences de celles-ci des épidémies causées par le nombre considérable de morts. Si quelque jour on arrive à connaître les dates à peu près exactes des retours de ces périodes calamiteuses, on pourra également en prévenir les effets par divers moyens.

Comme on le voit, la question dont nous venons d'exposer les premiers résultats a une grande portée, non seulement comme étude purement scientifique, mais aussi au point de vue humanitaire. Il est vivement à souhaiter que des recherches nouvelles et plus étendues sanctionnent et précisent d'une manière définitive les lois citées plus haut, qui aujourd'hui ne sont encore, il faut l'avouer, qu'ébauchées. La prévision à longue échéance cesserait alors d'être une utopie, et nous aurions la clef, sinon des phénomènes de détail, au moins de l'allure générale du temps.

TABLES MÉTÉOROLOGIQUES.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Personne n'ignore que dans l'Inde et la Chine, par exemple, se montrent parfois des sécheresses à la suite desquelles surgissent des famines terribles, et comme conséquences de celles-ci des épidémies causées par le nombre considérable de morts. Si quelque jour on arrive à connaître les dates à peu près exactes des retours de ces périodes calamiteuses, on pourra également en prévenir les effets par divers moyens.

Comme on le voit, la question dont nous venons d'exposer les premiers résultats a une grande portée, non seulement comme étude purement scientifique, mais aussi au point de vue humanitaire. Il est vivement à souhaiter que des recherches nouvelles et plus étendues sanctionnent et précisent d'une manière définitive les lois citées plus haut, qui aujourd'hui ne sont encore, il faut l'avouer, qu'ébauchées. La prévision à longue échéance cesserait alors d'être une utopie, et nous aurions la clef, sinon des phénomènes de détail, au moins de l'allure générale du temps.

TABLES MÉTÉOROLOGIQUES.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



TABLES.

RÉDUCTION DU BAROMÈTRE A 0°.

On sait que le baromètre peut indiquer, pour une même pression de l'air, des hauteurs différentes. La cause en est due à la dilatation plus ou moins grande du mercure par l'effet de la température : selon que celle-ci augmente ou diminue, le mercure se dilate ou se contracte.

Pour rendre les observations barométriques comparables entre elles, il faut donc les ramener toutes à une même température. 0° cent. est celle qui a été adoptée partout dans ce but.

Chaque nombre observé doit subir de ce fait une correction, que l'on trouvera dans le tableau ci-contre.

La première colonne verticale renferme les différents degrés que peut marquer le thermomètre du baromètre. Les colonnes suivantes donnent la correction à appliquer pour chacun de ces mêmes degrés.

Quand la température est *au-dessous* de 0°, la correction est *ADDITIVE* ; elle est *SOUS-TRACTIVE* quand la température est *au-dessus* de 0.

On fera en sorte d'apporter le plus grand soin à bien observer cette règle.

Dans la plupart des cas, l'observation donnera des valeurs comprises entre celles pour lesquelles le tableau a été construit. On choisira alors dans la table les nombres qui se rapprochent le plus de ceux observés.

Si, par exemple, je lis + 5°,4 au thermomètre, et 756^{mm},7 au baromètre, je chercherai dans la première colonne verticale le chiffre 5 ; puis je promènerai le doigt horizontalement de gauche à droite jusqu'à la rencontre de la colonne ayant en tête le nombre 760^{mm}. Le nombre 0,6 que j'y trouverai sera la correction à appliquer à la hauteur lue : 756^{mm},7. D'après la règle que nous avons énoncée plus haut, cette correction est soustractive. Le baromètre ramené à 0° de température sera donc :

$$\begin{array}{r} 756,7 \\ - 0,6 \\ \hline \text{ou } 756,1 \end{array}$$

Table pour la réduction du baromètre à la température de 0° C.

Température du baromètre.	HAUTEURS DU BAROMÈTRE.											
	670	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770	780
±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
10	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3
11	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4
12	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5
13	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6
14	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
15	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9
16	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0
17	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1
18	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3
19	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4
20	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5
21	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6
22	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8
23	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9
24	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0
25	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1
26	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3
27	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4
28	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5
29	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6
30	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8

TABLES PSYCHROMÉTRIQUES.

Connaissant les températures marquées par les deux thermomètres du psychromètre à un instant donné, on peut trouver immédiatement, au moyen des tables qui vont suivre, le nombre qui représente l'état hygrométrique de l'air à ce même instant.

Le nombre le plus élevé que renferment ces tables est 100 : il se rapporte à un air saturé d'humidité. A mesure que les nombres décroissent, la sécheresse de l'air augmente ; les nombres les plus faibles que l'on observe dans notre pays varient entre 25 et 40.

Il y a trois éléments à considérer dans l'emploi des tables : la pression atmosphérique au moment de l'observation du psychromètre, la température du thermomètre sec, et enfin la différence entre cette température et celle que marque le thermomètre mouillé.

La pression atmosphérique indique quelle est la table dont on doit faire usage : si elle est entre 780^{mm} et 740^{mm}, on prend la table **A** (pages 298 à 308) ; si elle est au-dessous de 740^{mm}, on prend **B** (pages 309 à fin).

La température du thermomètre sec entre comme argument dans la colonne horizontale qui se trouve en tête des tableaux ; la différence des températures des deux thermomètres, comme argument dans la première colonne verticale.

Pour plus de simplicité dans les explications qui vont suivre sur la manière de se servir des tables psychrométriques, nous désignerons le thermomètre sec par la lettre t , le mouillé par t' , et leur différence par $t - t'$.

1^{er} EXEMPLE. Supposons que l'observation du psychromètre ait donné : $t = 15^{\circ},3$; $t' = 11^{\circ},2$; et que le baromètre, au même moment, marquait 752^{mm}, 6.

Je remarque en premier lieu que c'est la table **A** dont je devrai faire usage. Puis je prends la différence $t - t' = 4^{\circ},1$. Je cherche ensuite dans les différentes pages dont se compose la table, quelle est celle qui me donne à la fois : dans la colonne horizontale, le degré 15 (le plus rapproché de 15^o,3) ¹.

1. La colonne horizontale qui se trouve en tête de chaque tableau ne contient les températures du thermomètre sec que de degré en degré. On y prendra toujours le nombre qui se rapproche le plus de celui obtenu par l'observation.

et dans la première colonne verticale, le nombre 4^o,1. C'est la page 304. Le chiffre qui se trouve à l'intersection de la ligne verticale abaissée du nombre 15 et de la ligne horizontale menée à partir du nombre 4,1, me donne la valeur de l'humidité de l'air pour l'observation indiquée : soit 59.

2^e EXEMPLE : $t = - 12^{\circ},7$; $t' = - 14^{\circ},0$; Bar. = 709^{mm},4. D'où $t - t' = 1^{\circ},3$.

Je dois prendre la table **B**, où je trouve, page 309, à l'intersection des lignes verticale et horizontale menées de $- 13^{\circ}$ (valeur la plus rapprochée de $- 12^{\circ},7$) et de 1^o,3, le nombre demandé : 63.

3^e EXEMPLE : $t = + 1^{\circ},5$; $t' = - 0^{\circ},4$; Bar. = 738^{mm},2. D'où $t - t' = 1^{\circ},9$.

Je cherche dans la table **B**, page 310, le nombre placé à l'intersection de la colonne verticale $+ 1^{\circ}$ et de la ligne horizontale 1,9 : 70 est le nombre demandé.

Dans le cas où l'observation du psychromètre donne une température plus élevée au thermomètre humide qu'au thermomètre sec, on met 100 pour l'état hygrométrique.

Table psychrométrique A

Différence des therm. sec et mouillé ou t-t'	THERMOMÈTRE SEC OU T.										
	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
0,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,1	98	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99
0,2	97	97	97	97	97	97	97	97	98	98	98
0,3	95	95	95	95	96	96	96	96	96	96	96
0,4	94	94	94	94	94	94	95	95	95	95	95
0,5	92	92	92	92	93	93	93	93	94	94	94
0,6	90	90	91	91	92	92	92	92	93	93	93
0,7	89	89	89	89	90	90	91	91	92	92	92
0,8	87	87	88	88	89	89	90	90	90	90	90
0,9	86	86	86	86	87	87	88	88	89	89	89
1,0	84	84	85	85	86	86	87	87	88	88	88
1,1	82	82	83	84	85	85	86	86	87	87	87
1,2	81	81	82	82	83	83	84	85	86	86	86
1,3	79	79	80	81	82	82	83	83	84	85	85
1,4	77	78	79	79	80	81	82	82	83	84	84
1,5	75	76	77	78	79	79	80	81	82	82	83
1,6	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82
1,7	72	73	74	75	76	77	78	79	80	80	81
1,8	71	72	73	74	75	76	77	77	78	79	79
1,9	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	78
2,0	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	77
2,1	66	67	68	70	71	72	73	74	75	76	76
2,2	65	66	67	68	69	70	72	73	74	75	75
2,3	63	64	65	67	68	69	70	71	72	73	74
2,4	62	63	64	65	67	68	69	70	71	72	73
2,5	61	62	63	64	65	66	68	69	70	71	72
2,6	60	61	62	63	64	65	67	68	69	70	71
2,7	58	59	60	61	63	64	66	67	68	69	70
2,8	56	57	58	60	62	63	64	65	66	67	68
2,9	55	56	57	58	60	61	63	64	65	66	67
3,0	54	55	56	57	59	60	62	63	64	65	66
3,1	52	54	55	56	58	59	61	62	63	64	65
3,2	51	52	53	54	56	58	59	61	62	63	64
3,3	49	50	52	53	55	56	58	59	61	62	63
3,4	47	48	50	51	54	55	57	58	60	61	62

(Baromètre : de 740^{mm} à 780^{mm}).

Différence des therm. sec et mouillé ou t-t'	THERMOMÈTRE SEC OU T.												
	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°		
0,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0,1	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
0,2	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	
0,3	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	
0,4	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	
0,5	94	94	94	95	95	95	95	95	95	95	95	95	
0,6	93	93	93	94	94	94	95	95	95	95	95	95	
0,7	92	92	92	93	93	93	94	94	94	94	94	94	
0,8	91	91	91	92	92	92	93	93	93	93	93	93	
0,9	90	90	90	91	91	91	92	92	92	92	92	92	
1,0	89	89	89	90	90	90	91	91	91	91	91	91	
1,1	88	88	88	89	89	89	90	90	90	90	90	90	
1,2	87	87	87	88	88	88	89	89	89	89	89	89	
1,3	86	86	86	87	87	87	88	88	88	88	88	88	
1,4	85	85	85	86	86	86	87	87	87	87	87	87	
1,5	83	84	84	85	85	85	86	86	86	86	86	86	
1,6	82	83	83	84	84	84	85	85	85	85	85	85	
1,7	81	82	82	83	83	83	84	84	84	84	84	84	
1,8	80	81	81	82	82	82	83	83	83	83	83	83	
1,9	79	80	80	81	81	81	82	82	82	82	82	82	
2,0	78	79	79	80	80	80	81	81	81	81	81	81	
2,1	77	78	78	79	79	79	80	80	80	80	80	80	
2,2	76	77	77	78	78	78	79	79	79	79	79	79	
2,3	75	76	76	77	77	77	78	78	78	78	78	78	
2,4	74	75	75	76	76	76	77	77	77	77	77	77	
2,5	73	74	74	75	75	75	76	76	76	76	76	76	
2,6	72	73	73	74	74	74	75	75	75	75	75	75	
2,7	71	72	72	73	73	73	74	74	74	74	74	74	
2,8	69	70	71	72	73	73	74	74	74	74	74	74	
2,9	68	69	70	71	72	73	74	74	74	74	74	74	
3,0	67	68	69	70	71	72	73	73	73	73	73	73	
3,1	66	67	68	69	70	71	72	72	72	72	72	72	
3,2	65	66	67	68	69	70	71	71	71	71	71	71	
3,3	64	65	66	67	68	69	70	70	70	70	70	70	
3,4	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	72	72	

Table psychrométrique A

Différence des therm. sec et mouillé ou $t-t'$.	THERMOMÈTRE SEC OU T.										
	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°
0,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,1	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
0,2	98	98	98	98	98	98	99	99	99	99	99
0,3	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
0,4	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
0,5	96	96	96	96	96	96	96	96	96	97	97
0,6	95	95	95	95	95	95	96	96	96	96	96
0,7	94	94	94	94	94	94	95	95	95	95	95
0,8	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
0,9	93	93	93	93	93	93	94	94	94	94	94
1,0	92	92	92	92	92	92	93	93	93	93	93
1,1	91	91	91	91	91	91	92	92	92	92	92
1,2	90	90	90	91	91	91	91	92	92	92	92
1,3	90	90	90	90	90	90	91	91	91	91	91
1,4	89	89	89	89	89	89	90	90	90	90	90
1,5	88	88	88	88	88	88	89	89	89	90	90
1,6	87	87	87	88	88	88	88	89	89	89	89
1,7	86	86	86	87	87	87	87	88	88	88	88
1,8	86	86	86	86	86	86	87	87	87	87	87
1,9	85	85	85	86	86	86	86	87	87	87	87
2,0	84	84	84	85	85	85	85	86	86	86	86
2,1	83	83	83	84	84	84	84	85	85	85	85
2,2	82	82	83	83	84	84	84	85	85	85	85
2,3	82	82	82	83	83	83	83	84	84	84	84
2,4	81	81	81	82	82	82	83	83	83	84	84
2,5	80	80	80	81	81	81	82	82	82	83	83
2,6	79	79	80	80	80	81	81	81	82	82	82
2,7	78	79	79	80	80	80	81	81	81	81	82
2,8	78	78	78	79	79	79	80	80	80	81	81
2,9	77	78	78	79	79	79	80	80	80	81	81
3,0	76	77	77	78	78	78	79	79	79	80	80
3,1	75	76	76	77	77	77	78	78	78	79	79
3,2	74	75	75	77	77	77	78	78	78	79	79
3,3	74	74	75	76	76	76	77	77	77	78	78
3,4	73	73	74	75	75	75	76	77	77	77	78

(Baromètre : de 740mm à 780mm).

Différence des therm. sec et mouillé ou $t-t'$.	THERMOMÈTRE SEC OU T.										
	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	
3,5	50	52	54	55	57	58	60	61	62	64	
3,6	49	51	53	54	56	57	59	60	61	63	
3,7	47	50	52	53	55	56	58	59	60	62	
3,8	46	48	50	52	53	55	57	58	59	61	
3,9	44	47	49	50	52	54	56	57	58	60	
4,0	43	46	48	49	51	53	55	56	57	59	
4,1	41	44	46	48	50	52	54	55	56	58	
4,2	40	43	45	47	49	51	53	54	55	57	
4,3	39	42	44	46	48	50	52	53	54	56	
4,4	37	40	42	45	47	49	51	52	53	55	
4,5	36	39	41	43	45	47	49	51	52	54	
4,6	35	38	40	42	44	46	48	50	51	53	
4,7	34	37	39	41	43	45	47	49	50	52	
4,8	32	35	37	40	42	44	46	48	49	51	
4,9	31	34	36	39	41	43	45	47	48	50	
5,0				38	40	42	44	46	47	49	
5,1				37	39	41	43	45	46	48	
5,2				35	37	40	42	44	45	47	
5,3				34	36	39	41	43	44	46	
5,4				33	35	38	40	42	44	45	
5,5					34	37	39	41	43	44	
5,6					33	36	38	40	42	44	
5,7					32	34	37	39	41	43	
5,8					31	33	36	38	40	42	
5,9					30	32	35	37	39	41	
6,0					31	34	36	38	40		
6,1					30	33	35	37	39		
6,2					29	32	34	36	38		
6,3					28	31	33	35	37		
6,4					27	30	32	34	36		
6,5						29	31	33	35		
6,6						28	30	32	34		
6,7						27	29	31	33		
6,8						26	28	30	32		
6,9						25	27	29	31		

Table psychrométrique A

Différence des therm. sec et mouillé ou $t-t'$.	THERMOMÈTRE SEC OU T.										
	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	
3,5	64	65	66	67	68	69	70	70	71	72	
3,6	64	65	66	67	68	68	69	69	70	71	
3,7	63	64	65	66	67	67	68	68	69	70	
3,8	62	63	64	65	66	67	68	68	69	70	
3,9	61	62	63	64	65	66	67	67	68	69	
4,0	60	61	62	63	64	65	66	66	67	68	
4,1	59	60	61	62	63	64	65	65	66	67	
4,2	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	
4,3	57	58	59	61	62	63	64	64	65	66	
4,4	56	57	58	60	61	62	63	63	64	65	
4,5	55	56	57	59	60	61	62	62	63	64	
4,6	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	
4,7	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
4,8	53	54	55	57	57	58	59	60	61	62	
4,9	52	53	54	56	57	58	59	60	61	62	
5,0	51	52	53	55	56	57	58	59	60	61	
5,1	50	51	52	54	55	56	57	58	59	60	
5,2	49	50	51	53	54	55	57	58	59	60	
5,3	48	49	51	52	54	55	56	57	58	59	
5,4	47	48	50	51	53	54	55	56	57	58	
5,5	46	47	49	50	52	53	54	55	56	57	
5,6	46	47	48	50	51	52	54	55	56	57	
5,7	45	46	47	49	50	51	53	54	55	56	
5,8	44	45	47	48	50	51	52	53	54	55	
5,9	43	44	46	47	49	50	52	53	54	55	
6,0	42	43	45	46	48	49	51	52	53	54	
6,1	41	42	44	45	47	48	50	51	52	53	
6,2	40	41	43	44	46	47	49	50	51	52	
6,3	39	40	42	44	46	47	49	50	51	52	
6,4	38	40	42	43	45	46	48	49	50	51	
6,5	37	39	41	42	44	45	47	48	49	50	
6,6	36	38	40	41	43	44	46	47	48	49	
6,7	35	37	39	40	42	43	45	46	47	48	
6,8	34	36	38	40	42	42	44	45	46	47	
6,9	33	35	37	39	41	42	44	45	46	47	

(Baromètre : de 740mm à 780mm).

Différence des therm. sec et mouillé ou $t-t'$.	THERMOMÈTRE SEC OU T.										
	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	
3,5	72	73	74	74	74	75	76	76	77	77	
3,6	72	72	73	74	74	75	75	75	76	76	
3,7	71	71	72	73	73	74	75	75	76	76	
3,8	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	
3,9	70	70	71	72	72	73	74	74	74	75	
4,0	69	69	70	71	71	72	73	73	73	74	
4,1	68	68	69	70	70	71	72	72	73	73	
4,2	68	68	69	70	70	71	72	72	72	73	
4,3	67	67	68	69	69	70	71	71	71	72	
4,4	66	67	68	68	69	70	71	71	71	72	
4,5	65	66	67	67	68	69	70	70	70	71	
4,6	65	65	66	67	67	68	69	69	69	70	
4,7	64	65	66	66	67	68	68	69	69	70	
4,8	63	64	65	65	66	67	67	68	68	69	
4,9	63	64	65	65	66	67	67	68	68	69	
5,0	62	63	64	64	65	66	66	67	67	68	
5,1	61	62	63	63	64	65	66	66	66	67	
5,2	61	62	63	63	64	65	65	66	66	67	
5,3	60	61	62	62	63	64	65	65	65	66	
5,4	59	60	61	62	63	63	64	65	65	66	
5,5	58	59	60	61	62	62	63	64	64	65	
5,6	58	59	60	60	61	62	63	63	64	64	
5,7	57	58	59	60	61	61	62	63	63	64	
5,8	56	57	58	59	60	60	61	62	63	63	
5,9	56	57	58	59	60	60	61	62	62	63	
6,0	55	56	57	58	59	59	60	61	62	62	
6,1	54	55	56	57	58	58	59	60	61	62	
6,2	54	55	56	57	58	58	59	60	60	61	
6,3	53	54	55	56	57	57	58	59	60	61	
6,4	52	53	54	55	56	57	58	59	59	60	
6,5	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
6,6	51	52	53	54	55	55	56	57	58	59	
6,7	50	51	52	53	54	55	56	57	57	58	
6,8	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	
6,9	49	50	51	52	53	54	55	56	56	57	

Table psychrométrique A.

Différence des therm. sec et mouillé ou t-t'.	THERMOMÈTRE SEC OU T.									
	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°
7,0	32	34	36	38	40	41	43	44	45	46
7,1	31	33	35	37	39	40	42	43	44	45
7,2	30	32	34	36	38	39	41	42	43	45
7,3	30	32	34	36	38	39	41	42	43	44
7,4	29	31	33	35	37	38	40	41	42	43
7,5	28	30	32	34	36	37	39	40	41	42
7,6	27	29	31	33	35	37	39	40	41	42
7,7	26	28	30	32	34	36	38	39	40	41
7,8	26	28	30	32	34	35	37	38	39	40
7,9	25	27	29	31	33	35	37	38	39	40
8,0	24	27	29	31	32	34	36	37	38	39
8,1		26	28	30	31	33	35	36	37	38
8,2		25	27	29	31	33	35	36	37	38
8,3			26	28	30	32	34	35	36	37
8,4			26	28	29	31	33	34	36	37
8,5			25	27	28	31	33	34	35	36
8,6				26	28	30	32	33	34	35
8,7				25	27	29	31	32	34	35
8,8				24	26	28	30	31	33	34
8,9				24	26	28	30	31	33	34
9,0				23	25	27	29	30	32	33
9,1					24	26	28	29	31	32
9,2					23	26	28	29	31	32
9,3					23	25	27	28	30	31
9,4					22	24	26	28	30	31
9,5					21	23	25	27	29	30
9,6					20	23	25	26	28	29
9,7					19	22	24	26	28	29
9,8					21	23	25	27	28	29
9,9					21	23	25	27	28	29
10,0					20	22	24	26	27	28
10,1						19	21	23	25	26
10,2							21	23	25	26
10,3							20	22	24	25
10,4							19	21	23	25

(Baromètre : de 740^{mm} à 780^{mm}).

Différence des therm. sec et mouillé ou t-t'.	THERMOMÈTRE SEC OU T.									
	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°
7,0	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
7,1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
7,2	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
7,3	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
7,4	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55
7,5	44	45	46	47	48	50	51	52	53	54
7,6	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
7,7	43	44	45	46	47	49	50	51	52	53
7,8	42	43	44	45	46	48	49	50	51	52
7,9	42	43	44	45	46	48	49	50	51	52
8,0	41	42	43	44	45	47	48	49	50	51
8,1	40	41	43	44	45	47	48	49	49	50
8,2	40	41	42	43	44	46	47	48	49	50
8,3	39	40	42	43	44	46	47	48	48	49
8,4	39	40	41	42	43	45	46	47	48	49
8,5	38	39	41	42	43	45	46	47	47	48
8,6	37	38	40	41	42	44	45	46	47	48
8,7	37	38	40	41	42	44	45	46	46	47
8,8	36	37	39	40	41	43	44	45	46	47
8,9	36	37	39	40	41	43	44	45	45	46
9,0	35	36	38	39	40	42	43	44	45	46
9,1	34	35	37	38	39	41	42	43	44	45
9,2	34	35	37	38	39	41	42	43	44	45
9,3	33	34	36	37	38	40	41	42	43	44
9,4	33	34	36	37	38	40	41	42	43	44
9,5	32	33	35	36	37	39	40	41	42	43
9,6	31	33	34	36	37	39	40	41	42	43
9,7	31	32	34	35	36	38	39	40	41	42
9,8	30	32	33	35	36	38	39	40	41	42
9,9	30	31	33	34	35	37	38	39	40	41
10,0	29	31	32	34	35	37	38	39	40	41
10,1	28	30	31	33	34	36	37	38	39	40
10,2	28	30	31	33	34	36	37	38	39	40
10,3	27	29	30	32	33	35	36	37	38	39
10,4	27	29	30	32	33	35	36	37	38	39

Table psychrométrique A. — (Baromètre : de 740^{mm} à 780^{mm}).

Différence des therm. sec et mouillé ou <i>t-t'</i> .	THERMOMÈTRE SEC OU T.									
	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°
10,5	26	28	29	31	32	34	35	36	37	38
10,6	25	27	29	30	32	33	35	36	37	38
10,7	25	27	28	30	31	33	34	35	36	37
10,8	24	26	28	29	31	32	34	35	36	37
10,9	24	26	27	29	30	32	33	34	35	36
11,0	23	25	27	28	30	31	33	34	35	36
11,1	22	24	26	27	29	31	32	33	35	36
11,2	22	24	26	27	29	30	32	33	34	35
11,3	21	23	25	26	28	30	31	32	34	35
11,4	21	23	25	26	28	29	31	32	33	34
11,5	20	22	24	25	27	29	30	31	33	34
11,6	20	22	24	25	27	29	30	31	33	34
11,7	19	21	23	24	26	28	29	30	32	33
11,8	19	21	23	24	26	28	29	30	32	33
11,9	18	20	22	23	25	27	28	29	31	32
12,0	18	20	22	23	25	27	28	29	31	32
12,1		20	21	23	25	26	28	29	30	32
12,2			21	22	24	26	27	28	30	31
12,3			21	22	24	25	27	28	29	31
12,4			20	21	23	25	26	27	29	30
12,5			20	21	23	24	26	27	28	30
12,6				21	23	24	26	27	28	30
12,7				20	22	23	25	26	27	29
12,8				20	22	23	25	26	27	29
12,9				19	21	22	24	25	26	28
13,0				19	21	22	24	25	26	28
13,1					20	22	24	25	26	28
13,2					20	21	23	24	25	27
13,3					20	21	23	24	25	27
13,4					20	22	23	24	26	28
13,5					20	22	23	24	26	28
13,6						19	21	22	23	25
13,7						19	21	22	23	25
13,8						18	20	21	22	24
13,9						18	20	21	22	24

Table psychrométrique B. — (Baromètre : au-dessous de 740^{mm}).

Différence des therm. sec et mouillé ou <i>t-t'</i> .	THERMOMÈTRE SEC OU T.										
	-20°	-19°	-18°	-17°	-16°	-15°	-14°	-13°	-12°	-11°	-10°
0,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,1	95	96	96	96	96	97	97	97	97	97	97
0,2	91	91	92	92	93	93	94	94	94	94	95
0,3	87	88	88	89	90	90	91	92	92	92	92
0,4	82	83	84	85	86	87	88	88	89	89	90
0,5	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
0,6	73	75	76	77	79	80	81	82	84	84	85
0,7	69	71	72	74	76	77	79	80	81	82	83
0,8	64	66	68	70	72	74	76	77	78	79	80
0,9	59	62	64	66	68	70	72	74	75	76	77
1,0	55	57	60	62	64	67	69	71	72	73	75
1,1	51	53	56	59	61	64	66	68	70	71	72
1,2	47	50	53	56	58	61	63	66	68	69	70
1,3	43	46	49	52	55	58	60	63	65	66	68
1,4	39	42	46	48	51	55	57	60	62	63	65
1,5	34	38	42	45	48	52	54	57	59	61	63
1,6	29	34	38	42	44	48	51	54	56	58	60
1,7	26	31	35	39	42	46	48	52	54	55	57
1,8	21	26	31	35	38	42	46	49	51	53	55
1,9	17	22	27	31	35	39	42	46	49	51	53
2,0							39	43	46	48	51
2,1							36	40	43	45	48
2,2							33	37	40	42	45
2,3							29	33	37	40	43
2,4							26	30	34	37	40
2,5											38
2,6											36
2,7											34
2,8											31
2,9											29
3,0											
3,1											
3,2											
3,3											
3,4											

Table psychrométrique B

Différence des therm. sec et mouillé ou t-t'	THERMOMÈTRE SEC OU T.										
	-9°	-8°	-7°	-6°	-5°	-4°	-3°	-2°	-1°	0°	1°
0,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,1	97	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
0,2	95	95	95	96	96	96	96	96	96	96	96
0,3	92	93	93	94	94	94	94	95	95	95	95
0,4	90	91	91	92	92	92	92	93	93	93	93
0,5	88	89	89	90	90	91	91	92	92	92	92
0,6	86	87	87	88	88	89	90	90	91	91	91
0,7	83	84	85	86	86	87	88	89	89	89	89
0,8	81	82	83	83	84	85	86	87	87	87	87
0,9	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	86
1,0	76	77	78	79	80	81	82	83	84	84	84
1,1	73	75	76	77	78	79	80	81	82	82	82
1,2	71	72	74	75	76	77	78	79	80	81	81
1,3	69	70	71	73	74	75	77	78	79	79	79
1,4	66	68	69	71	72	73	75	76	77	78	78
1,5	64	66	68	69	71	72	74	75	76	76	76
1,6	62	64	66	67	69	70	72	73	74	74	74
1,7	60	62	64	65	67	69	70	71	73	73	73
1,8	57	59	61	63	65	67	68	70	71	71	71
1,9	55	57	59	61	63	65	67	68	69	70	70
2,0	53	55	57	60	62	63	65	66	67	68	68
2,1	50	53	55	59	61	62	63	65	66	66	67
2,2	47	50	53	57	59	60	61	63	64	64	65
2,3	45	47	50	54	56	58	59	61	62	62	63
2,4	43	45	48	52	54	56	57	59	61	61	62
2,5	41	44	47	50	52	54	55	57	59	60	62
2,6	39	42	45	48	50	51	53	56	58	59	61
2,7	36	39	42	46	48	49	51	54	56	58	59
2,8	34	37	40	43	45	47	49	52	54	56	57
2,9	32	35	38	41	43	45	47	50	53	55	56
3,0							45	48	51	53	54
3,1										52	53
3,2										50	52
3,3											50
3,4											48

(Baromètre : au-dessous de 740^{mm}).

Différence des therm. sec et mouillé ou t-t'	THERMOMÈTRE SEC OU T.											
	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	
0,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0,1	98	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99	
0,2	97	97	97	97	97	97	97	97	98	98	98	
0,3	95	95	95	95	96	96	96	96	96	96	96	
0,4	94	94	94	94	94	94	95	95	95	95	95	
0,5	92	92	92	92	93	93	93	93	94	94	94	
0,6	91	91	91	91	92	92	92	92	93	93	93	
0,7	90	90	90	90	90	90	91	91	92	92	92	
0,8	88	88	88	88	89	89	90	90	90	90	90	
0,9	87	87	87	87	87	87	88	88	89	89	89	
1,0	85	85	85	85	86	86	87	87	88	88	88	
1,1	83	83	83	84	85	85	86	86	87	87	87	
1,2	82	82	82	82	83	83	84	85	86	86	86	
1,3	80	80	80	81	82	82	83	83	84	85	85	
1,4	78	79	79	80	81	81	82	82	83	84	84	
1,5	76	77	78	79	80	80	81	81	82	83	84	
1,6	75	76	77	78	79	79	80	81	82	82	83	
1,7	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	
1,8	72	73	74	75	76	77	78	78	79	80	80	
1,9	71	71	72	73	74	75	76	77	78	79	79	
2,0	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	78	
2,1	67	68	69	71	72	73	74	75	76	77	77	
2,2	66	67	68	69	70	71	73	74	75	76	76	
2,3	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74	75	
2,4	63	64	65	67	68	69	70	71	72	73	74	
2,5	63	64	65	66	66	67	69	70	71	72	73	
2,6	62	63	64	65	65	66	68	69	70	71	72	
2,7	60	61	62	63	64	65	67	68	69	70	71	
2,8	58	59	60	62	63	64	65	66	67	68	69	
2,9	57	58	59	60	61	62	64	65	66	67	68	
3,0	56	57	58	59	60	61	63	64	65	66	67	
3,1	54	56	57	58	59	60	62	63	64	65	66	
3,2	53	54	55	56	57	59	60	62	63	64	65	
3,3	51	52	54	55	56	57	59	60	62	63	64	
3,4	49	50	52	53	55	56	58	59	61	62	63	

Table psychrométrique B

Différence des therm. sec et mouillé ou $t-t'$.	THERMOMÈTRE SEC OU T .									
	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°
3,5	52	54	56	57	59	60	61	62	63	64
3,6	51	53	55	56	58	59	60	61	62	64
3,7	49	52	54	55	57	58	59	60	61	63
3,8	48	51	52	54	55	57	58	59	60	62
3,9	46	49	51	52	54	56	57	58	59	61
4,0	45	48	50	51	53	55	56	57	58	60
4,1	43	46	48	50	52	54	55	56	57	59
4,2	42	45	47	49	51	53	54	55	56	58
4,3	41	44	46	48	50	52	53	54	55	57
4,4	40	43	45	47	49	51	52	53	54	56
4,5	39	42	44	45	47	49	51	53	54	55
4,6	38	41	43	44	46	48	50	52	53	54
4,7	37	40	42	43	45	47	49	51	52	53
4,8	35	38	40	42	44	46	48	50	51	52
4,9	34	37	39	41	43	45	47	49	50	51
5,0				40	42	44	46	48	49	50
5,1				39	41	43	45	47	48	49
5,2				37	39	42	44	46	47	48
5,3				36	38	41	43	45	46	47
5,4				35	37	40	42	44	45	47
5,5					37	39	41	43	45	46
5,6					36	38	40	42	44	46
5,7					35	37	39	41	43	45
5,8					34	36	38	40	42	44
5,9					33	35	37	39	41	43
6,0					34	36	38	40	42	
6,1					33	35	37	39	41	
6,2					32	34	36	38	40	
6,3					31	33	35	37	39	
6,4					30	32	34	36	38	
6,5						31	33	35	37	
6,6						30	32	34	36	
6,7						29	31	33	35	
6,8						28	30	32	34	
6,9						27	29	31	33	

(Baromètre : au-dessous de 740^{mm}).

Différence des therm. sec et mouillé ou $t-t'$.	THERMOMÈTRE SEC OU T .									
	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°
3,5	65	66	67	68	69	70	71	71	72	73
3,6	65	66	67	68	69	69	70	70	71	72
3,7	64	65	66	67	68	68	69	69	70	71
3,8	63	64	65	66	67	68	69	69	70	71
3,9	62	63	64	65	66	67	68	68	69	70
4,0	61	62	63	64	65	66	67	67	68	69
4,1	60	61	62	63	64	65	66	66	67	68
4,2	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
4,3	58	59	60	62	63	64	65	65	66	67
4,4	57	58	59	61	62	63	64	64	65	66
4,5	56	57	58	60	61	62	63	63	64	65
4,6	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
4,7	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
4,8	54	55	56	58	58	59	60	61	62	63
4,9	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63
5,0	52	53	54	56	57	58	59	60	61	62
5,1	51	52	53	55	56	57	58	59	60	61
5,2	50	51	52	54	55	56	58	59	60	61
5,3	49	50	52	53	55	56	57	58	59	60
5,4	49	50	51	53	54	55	56	57	58	59
5,5	48	49	51	52	53	54	55	56	57	58
5,6	48	49	50	52	53	53	55	56	57	58
5,7	47	48	49	51	52	52	54	55	56	57
5,8	46	47	49	50	51	52	53	54	55	56
5,9	45	46	48	49	50	51	53	54	55	56
6,0	44	45	47	48	49	50	52	53	54	55
6,1	43	44	46	47	48	49	51	52	53	54
6,2	42	43	45	46	47	48	50	51	52	53
6,3	41	42	44	46	47	48	50	51	52	53
6,4	40	42	43	45	46	47	49	50	51	52
6,5	39	40	42	44	46	46	48	49	50	51
6,6	38	39	41	43	45	45	47	48	49	50
6,7	37	39	41	42	44	44	46	47	48	49
6,8	36	38	40	42	43	44	45	46	47	48
6,9	35	37	39	41	43	43	45	46	47	48

Table psychrométrique B

Différence des therm. sec et mouillé ou <i>t-t'</i> .	THERMOMÈTRE SEC OU T.									
	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°
3,5	73	74	75	75	75	76	76	76	77	77
3,6	73	73	74	75	75	76	76	76	76	76
3,7	72	72	73	74	74	75	75	75	76	76
3,8	71	72	72	73	73	74	74	74	75	75
3,9	71	71	72	73	73	74	74	74	74	75
4,0	70	70	71	72	72	73	73	73	73	74
4,1	69	69	70	71	71	72	72	72	73	73
4,2	69	69	70	71	71	72	72	72	72	73
4,3	68	68	69	70	70	71	71	71	71	72
4,4	67	68	69	69	70	71	71	71	71	72
4,5	66	67	68	68	69	70	70	71	71	71
4,6	66	66	67	68	68	69	69	70	70	70
4,7	65	66	67	67	68	69	69	70	70	70
4,8	64	65	66	66	67	68	68	69	69	69
4,9	64	65	66	66	67	68	68	69	69	69
5,0	63	64	65	65	66	67	68	68	68	68
5,1	62	63	64	64	65	66	67	67	67	67
5,2	62	63	64	64	65	66	67	67	67	67
5,3	61	62	63	63	64	65	66	66	66	66
5,4	60	61	62	63	64	64	65	66	66	66
5,5	59	60	61	62	63	63	64	65	65	65
5,6	59	60	61	61	62	63	64	64	64	64
5,7	58	59	60	61	62	62	63	64	64	64
5,8	57	58	59	60	61	61	62	63	63	63
5,9	57	58	59	60	61	61	62	63	63	63
6,0	56	57	58	59	60	60	61	62	63	63
6,1	55	56	57	58	59	59	60	61	62	62
6,2	55	56	57	58	59	59	60	61	61	62
6,3	54	55	56	57	58	58	59	60	61	61
6,4	53	54	55	56	57	58	59	60	60	61
6,5	52	53	54	55	56	57	58	59	60	60
6,6	52	53	54	55	56	56	57	58	59	60
6,7	51	52	53	54	55	56	57	58	58	59
6,8	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
6,9	50	51	52	53	54	55	56	57	57	58

(Baromètre : au-dessous de 740^{mm}).

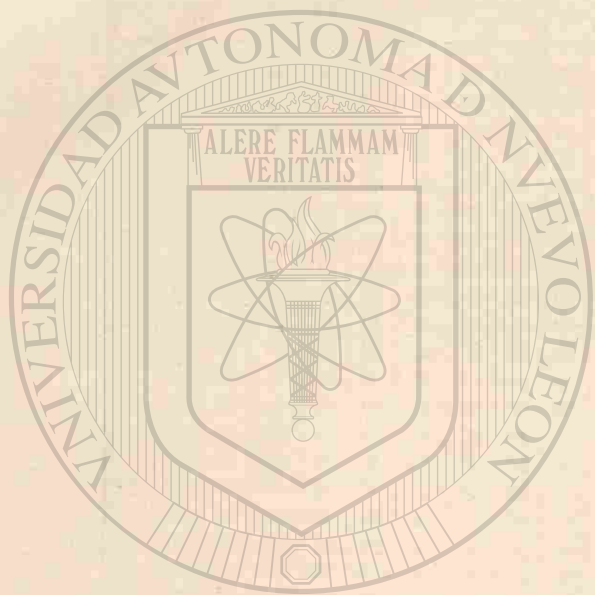
Différence des therm. sec et mouillé ou <i>t-t'</i> .	THERMOMÈTRE SEC OU T.									
	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°
7,0	34	36	38	40	42	43	44	45	46	47
7,1	33	35	37	39	41	42	43	44	45	46
7,2	32	34	36	38	40	41	42	43	44	46
7,3	31	33	36	38	40	41	42	43	44	45
7,4	30	32	35	37	39	40	41	42	43	44
7,5	29	31	34	36	38	39	40	41	42	43
7,6	29	31	33	35	37	39	40	41	42	43
7,7	28	30	32	34	36	38	39	40	41	42
7,8	27	29	32	34	36	37	38	39	40	41
7,9	26	28	31	33	35	37	38	39	40	41
8,0	25	27	30	32	34	36	37	38	39	40
8,1	24	27	29	31	33	35	36	37	38	39
8,2	23	26	29	31	33	35	36	37	38	39
8,3	23	25	28	30	32	34	35	36	37	38
8,4	22	24	27	29	31	33	34	35	37	38
8,5	21	24	26	28	30	33	34	35	36	37
8,6	20	23	26	28	30	32	33	34	35	36
8,7	20	22	25	27	29	31	32	33	35	36
8,8	22	24	26	28	30	31	32	34	35	35
8,9	21	23	26	28	30	31	32	34	35	35
9,0	20	22	25	27	29	30	31	33	34	34
9,1		21	24	26	28	29	30	32	33	33
9,2		20	23	25	27	29	30	32	33	33
9,3			22	25	27	28	29	31	32	32
9,4			21	24	26	28	29	31	32	32
9,5			20	23	25	27	29	30	31	31
9,6				22	25	27	28	29	30	30
9,7				21	24	26	28	29	30	30
9,8				21	23	25	27	28	29	29
9,9				20	23	25	27	28	29	29
10,0					22	24	26	27	28	28
10,1					21	23	25	26	27	27
10,2					21	23	25	26	27	27
10,3					20	22	24	25	26	26
10,4					19	21	23	24	25	26

Table psychrométrique B.

Différence des therm. sec et mouillé ou t-t'.	THERMOMÈTRE SEC OU T.										
	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	
7,0	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	
7,1	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	
7,2	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	
7,3	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	
7,4	46	47	48	49	50	52	53	54	55	56	
7,5	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55	
7,6	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
7,7	44	45	46	47	48	50	51	52	53	54	
7,8	43	44	45	46	47	49	50	51	52	53	
7,9	43	44	45	46	47	49	50	51	52	53	
8,0	42	43	44	45	46	48	49	50	51	52	
8,1	41	42	44	45	46	48	49	50	50	51	
8,2	41	42	43	44	45	47	48	49	50	51	
8,3	40	41	43	44	45	47	48	49	49	50	
8,4	40	41	42	43	44	46	47	48	49	50	
8,5	39	40	42	43	44	46	47	48	48	49	
8,6	38	39	41	42	43	45	46	47	48	49	
8,7	38	39	41	42	43	45	46	47	47	48	
8,8	37	38	40	41	42	44	45	46	47	48	
8,9	37	38	40	41	42	44	45	46	46	47	
9,0	36	37	39	40	41	43	44	45	46	47	
9,1	35	36	38	39	40	42	43	44	45	46	
9,2	35	36	38	39	40	42	43	44	45	46	
9,3	34	35	37	38	39	41	42	43	44	45	
9,4	34	35	37	38	39	41	42	43	44	45	
9,5	33	34	36	37	38	40	41	42	43	44	
9,6	32	34	35	37	38	40	41	42	43	44	
9,7	32	33	35	36	37	39	40	41	42	43	
9,8	31	33	34	36	37	39	40	41	42	43	
9,9	31	32	34	35	36	38	39	40	41	42	
10,0	30	32	33	35	36	38	39	40	41	42	
10,1	29	31	32	34	35	37	38	39	40	41	
10,2	29	31	32	34	35	37	38	39	40	41	
10,3	28	30	31	33	34	36	37	38	39	40	
10,4	28	30	31	33	34	36	37	38	39	40	

(Baromètre : au-dessous de 740^{mm}).

Différence des therm. sec et mouillé ou t-t'.	THERMOMÈTRE SEC OU T.										
	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	
10,5	28	30	31	33	34	35	36	37	38	39	
10,6	27	29	31	32	33	34	36	37	38	39	
10,7	27	29	30	32	33	34	35	36	37	38	
10,8	26	28	30	31	32	33	35	36	37	38	
10,9	26	28	29	31	32	33	34	35	36	37	
11,0	25	27	29	30	31	32	34	35	36	37	
11,1	24	26	28	29	30	32	33	34	36	37	
11,2	24	26	28	29	30	31	33	34	35	36	
11,3	23	25	27	28	29	31	32	33	35	36	
11,4	23	25	27	28	29	30	32	33	34	35	
11,5	22	24	26	27	29	30	31	32	34	35	
11,6	22	24	26	27	29	30	31	32	34	35	
11,7	21	23	25	26	28	29	30	31	33	34	
11,8	21	23	25	26	28	29	30	31	33	34	
11,9	20	22	24	25	27	28	29	30	32	33	
12,0	20	22	24	25	27	28	29	30	32	33	
12,1				25	26	27	29	30	31	33	
12,2				24	26	27	28	29	31	32	
12,3				24	26	26	28	29	30	32	
12,4				23	25	26	27	28	30	31	
12,5				23	25	26	27	28	29	31	
12,6				23	25	26	27	28	29	31	
12,7				22	24	25	26	27	28	30	
12,8				22	24	25	26	27	28	30	
12,9				21	23	24	25	26	27	29	
13,0				21	23	24	25	26	27	29	
13,1					24	25	26	27	29		
13,2					23	24	25	26	28		
13,3					23	24	25	26	28		
13,4					22	23	24	25	27		
13,5					22	23	24	25	27		
13,6					21	22	23	24	26		
13,7					21	22	23	24	26		
13,8					20	21	22	23	25		
13,9					20	21	22	23	25		



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION.

	PAGES.
But de la météorologie	5

LIVRE PREMIER.

MÉTÉOROLOGIE THÉORIQUE.

CHAPITRE PREMIER. — Température.

Lois générales.	9
Instruments; méthodes d'observation. — Thermomètre. — Manière d'observer le thermomètre. — Température moyenne. — Thermomètres à maxima et à minima.	12
Température du jour.	25
Température de la nuit.	28
Température de l'année.	31
Courbes thermiques.	36
Distribution de la température du globe. — Thermographie atmosphérique. — Température de la mer. — Température de la terre. — Climats.	39
	62
Influence de la température sur les phénomènes naturels.	71
Influence des hydrométéores et du vent sur la température.	80
Conclusion.	84

CHAPITRE II. — Pression atmosphérique.

Remarques générales.	88
Du baromètre. — Baromètre Fortin. — Vernier. — Manière d'observer le Fortin. — Baromètre Baudin. — Baromètre anéroïde.	90
Des variations de la pression atmosphérique. — Variation diurne du baromètre. — Variation annuelle du baromètre.	99

CHAPITRE III. — Du vent.

	PAGES.
Remarques générales. — Direction du vent. — Force ou vitesse du vent.	106
Direction générale des vents.	115
Ordre de succession des vents. — Dépressions et anticyclones.	118
Vents supérieurs.	124
Ancienne théorie.	127
Caractères des vents.	129
Vents constants, vents périodiques et vents locaux.	132
Force du vent. — Tempêtes.	135

CHAPITRE IV. — De l'humidité de l'air.

Remarques générales. — Évaporation. — Hygromètres.	142
Rosée.	152
Brouillard.	155
Nuages. — Différentes espèces de nuages.	156
Pluie et neige. — Formation de la pluie et phénomènes qui l'accompagnent. — Formation de la grêle et du verglas. — Formation de la neige. — Distribution des pluies. — Effet des pluies.	164

CHAPITRE V. — Électricité atmosphérique.

Lois générales.	176
Orages.	183
Trombes.	193

CHAPITRE VI. — Magnétisme terrestre.

Lois générales.	196
Perturbations.	206

CHAPITRE VII. — Optique atmosphérique.

Couleur du ciel.	212
Transparence de l'air.	213
Arc-en-ciel et halo.	216

LIVRE II.

MÉTÉOROLOGIE PRATIQUE.

	PAGES.
INTRODUCTION.	221

CHAPITRE PREMIER. — Cartes du temps.

Construction d'une carte du temps.	224
------------------------------------	-----

CHAPITRE II. — Des dépressions atmosphériques.

Dépressions en hiver. — Direction des dépressions d'hiver.	230
Dépressions en été.	239
Dépressions secondaires.	241
Origine des dépressions.	242

CHAPITRE III. — Des anticyclones.

Anticyclones en hiver et en été.	246
----------------------------------	-----

CHAPITRE IV. — Prévision locale.

Introduction. — Permanence dans l'état du temps. — Régimes cyclonique et anticyclonique. — État du temps sous l'influence des vents du N. et de l'E. — Substitution des vents cycloniques aux vents anticycloniques. — Règne des vents du S. et de l'W. — Substitution des vents du N. et de l'E. aux vents du S. et de l'W. — Tableau des variations du temps.	250
---	-----

CHAPITRE V. — Pronostics divers.

Pronostics tirés de l'aspect du ciel au lever et au coucher du soleil. — Pronostics se rapportant à l'aspect des nuages ou aux phénomènes lumineux.	280
---	-----

APPENDICE.

Instruments enregistreurs	285
Influences cosmiques. — Influence lunaire. — Influence des taches du soleil.	287

TABLES MÉTÉOROLOGIQUES.

Table pour la réduction du baromètre à la température de 0°C.	294
Tables psychrométriques	296



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

**VENTS ET PRESSIONS
BAROMETRIQUES.**

Les courbes passent par les points où le Baromètre avait même hauteur à l'observation du matin; elles sont pointillées si la pression était supérieure à 760^{mm}, en trait plein si elle était inférieure à 760^{mm}, cette pression moyenne étant figurée par le trait mixte.

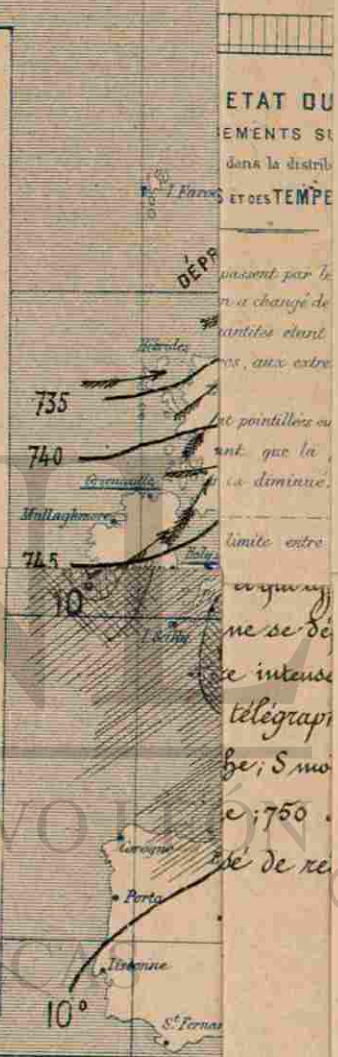
Les nombres donnent la pression en millimètres.

Les flèches indiquent, par leur orientation et leur nature, la direction et la force du vent.
simples | à 5^{mm} d'eau depuis la veille au matin.

doubles | s'il en est tombé de 5 à 10 millimètres.

triples | s'il est tombé plus de 10^{mm} d'eau.

Les stations désignées par des initiales sur la carte noire sont celles dont les noms sont soulignés sur les cartes bleues.



VENTS ET PRESSIONS BAROMETRIQUES.

Les courbes passent par les points où le baromètre avait même hauteur à l'observation du matin; elles sont pointillées si la pression était supérieure à 760^{mm}, en trait plein si elle était inférieure à 760^{mm}, cette pression moyenne étant figurée par le trait mixte.

Les nombres donnent la pression en millimètres.

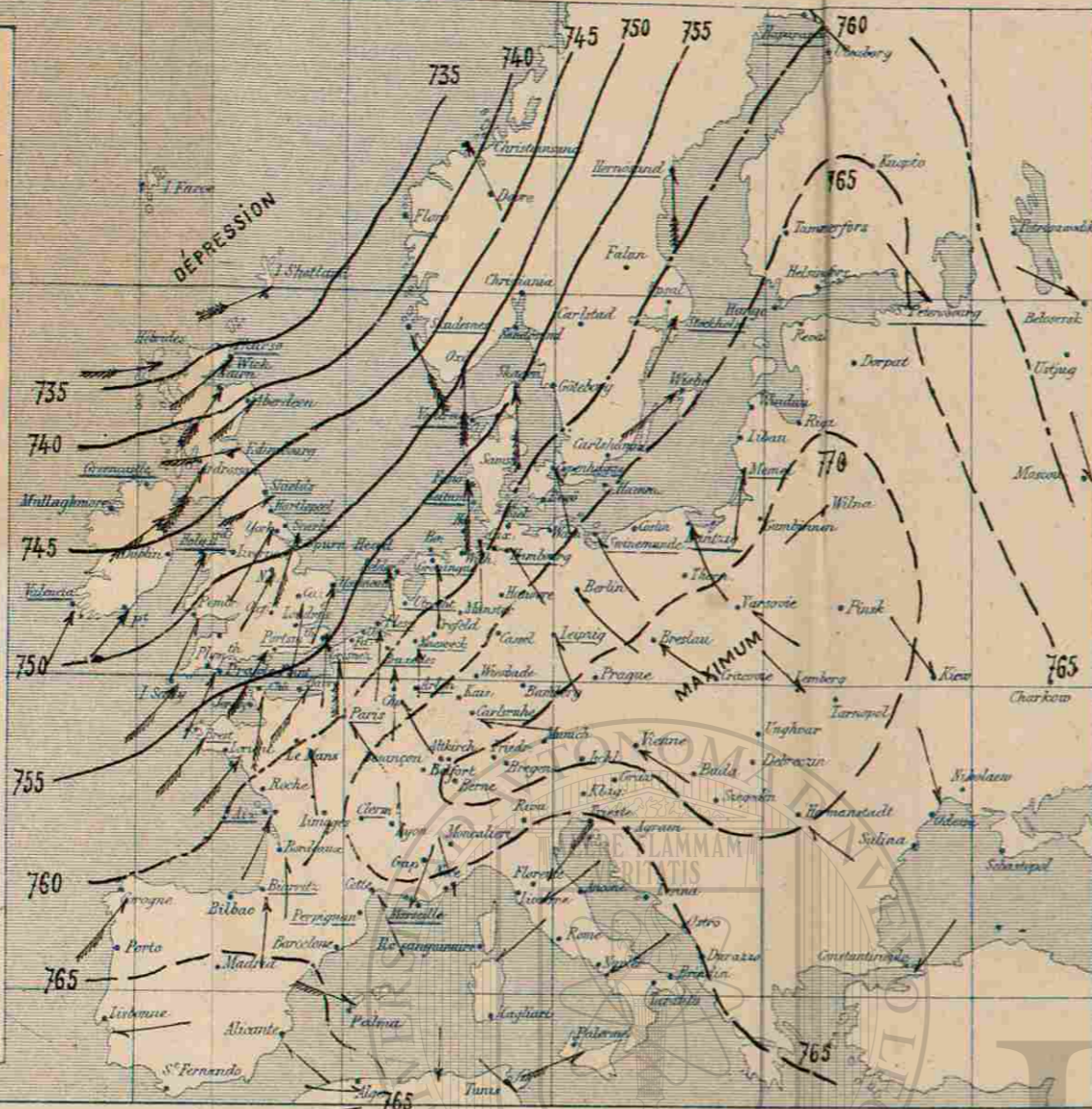
Les flèches indiquent, par leur orientation et leur nature, la direction et la force du vent.

Elles marchent avec le vent.

SIGNES CONVENTIONNELS POUR LA FORCE DU VENT.

- Très faible calme
- très-faible
- Modéré faible
- modéré
- Fort assez fort
- fort
- Violent bourrasque
- tempête

Les stations désignées par des initiales sur la carte noire sont celles dont les noms sont soulignés sur les cartes bleues.



VENT, ETAT DU CIEL ET CHANGEMENTS SURVENUS, depuis hier, dans la distribution des PRESSIONS ET DES TEMPERATURES

Les courbes passent par les points où la pression a changé de quantité égales ces quantités étant inscrites en millimètres aux extrémités des courbes.

Celles-ci sont pointillées ou en trait plein suivant que la pression a augmenté ou diminué; le trait mixte donnant la limite entre la hausse et la baisse.

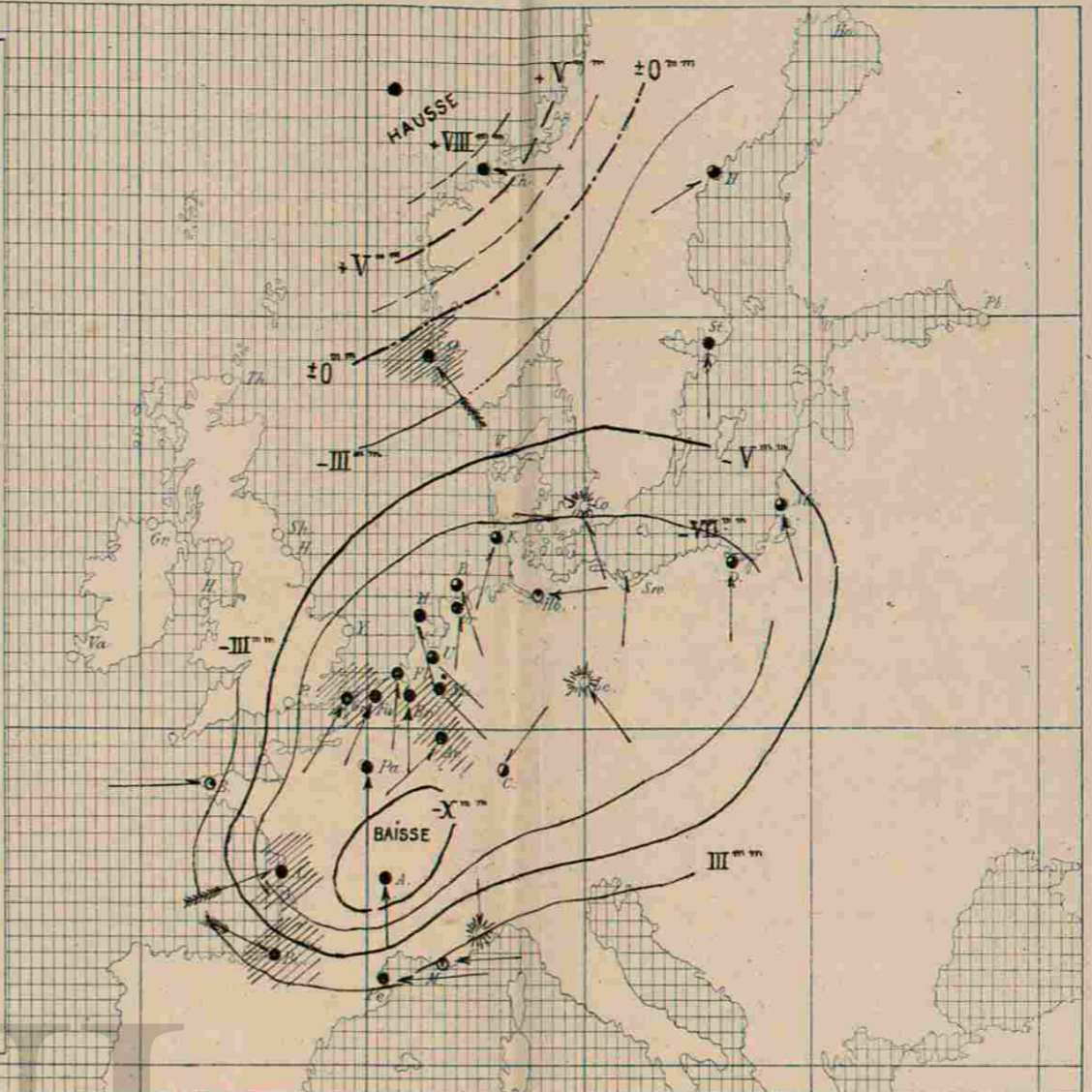
Les augmentations ou les diminutions de la température sont inscrites en centigrades, aux endroits où elles se sont produites, indiquant la hausse, - la baisse.

Les flèches donnent la force et la direction du vent.

L'état du ciel est marqué ainsi:

- ciel serein
- 1/2 couvert
- 3/4 couvert
- couvert
- pluie
- neige
- brouillard
- brume
- orage

Les stations désignées par des initiales sur cette carte noire sont celles dont les noms sont soulignés sur les cartes bleues.



Abonnement franc de port, fr. 15,60 par an. S'adresser à l'Office de Publication, rue de la Madeleine, Bruxelles.

Impr. G. Severelyn, Bruxelles.

TEMPERATURE ET PLUIES OU NEIGES.

Les courbes passent par les points où la température était la même à l'observation du matin; elles sont pointillées si le thermomètre était au dessous de zéro; en trait plein si il était au dessus de zéro; le trait mixte indiquant la limite de la gelée.

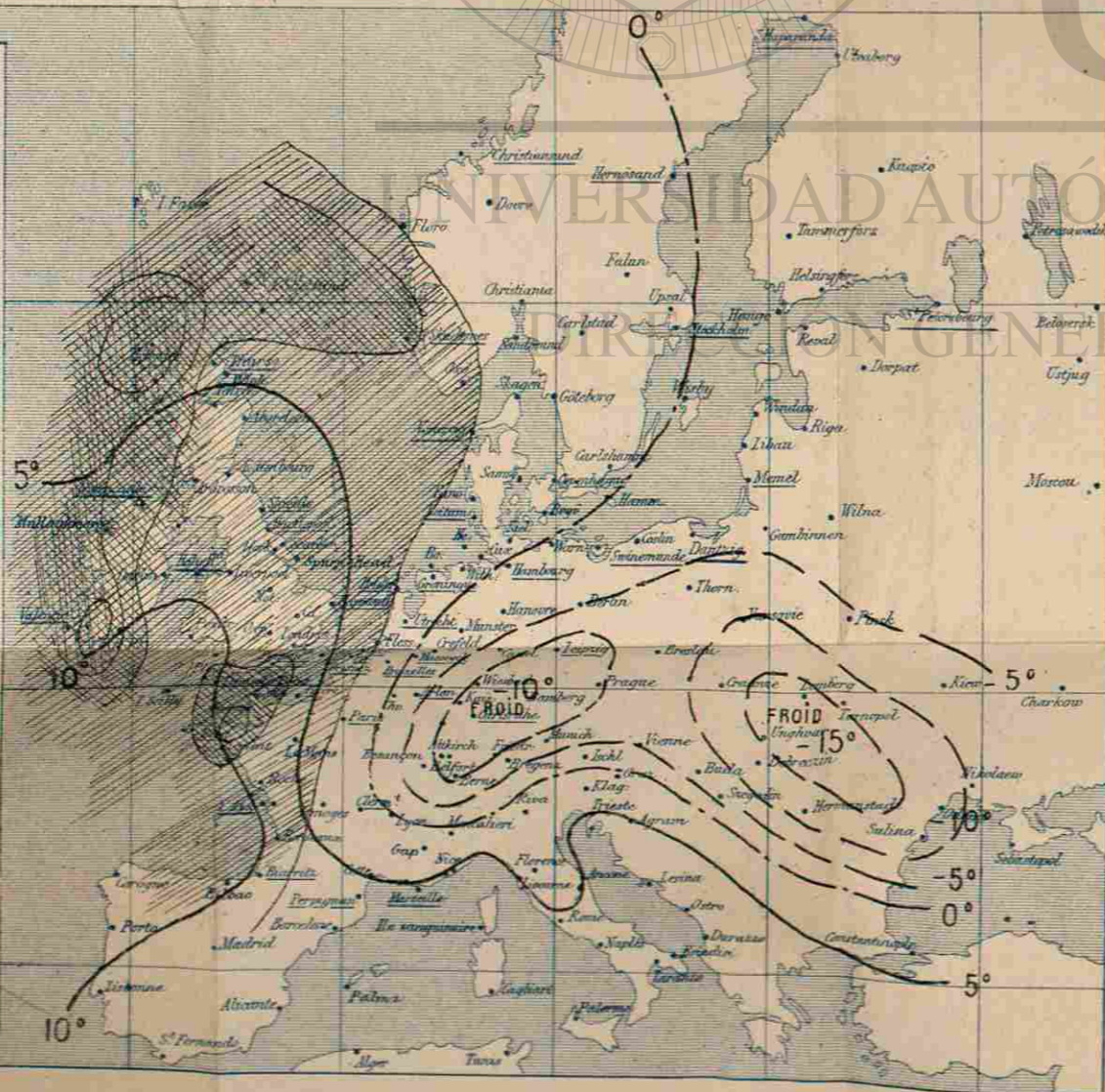
Les nombres donnent la température en centigrades.

Des hachures couvrent les endroits où il a plu ou neigé.

ELLES SONT:

- si il est tombé de 0 à 5^{mm} d'eau depuis la veille au matin.
- si il en est tombé de 5 à 10 millimètres.
- si il est tombé plus de 10^{mm} d'eau.

Les stations désignées par des initiales sur la carte noire sont celles dont les noms sont soulignés sur les cartes bleues.



1880

OBSERVATOIRE ROYAL DE BRUXELLES.

N° 39.

Bulletin météorologique du dimanche 8 Février 1880.

OBSERVATION INTERNATIONALE DE CE MATIN (8^h)

OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES A BRUXELLES.

Localités	Etat du Ciel	Température				Humidité 100°	Vent Direction Force de 0 à 12	Baromètre réduit à 0° de la mer	Eau p. 24 h. en millim.
		à 8 h. du matin	Maximum de la nuit	Minimum de la nuit	absolue				
BRUXELLES	pluie	6.3	8.3	4.9	64	S 2	751.4	0.5	
FURNES	-	4.8	7.1	4.5	91	SSO 2	749.3	6.6	
MAESEYCK	-	4.0	8.3	1.8	73	SE 1	753.8	0.6	
ARLON	-	0.3	0.7	1.5	95	S.O 0	756.3	0	
HIER SOIR (9^h)									
BRUXELLES	couvert	6.0				S 1	755.6	-	

Thermomètre sans abri. Maximum 8.3 Minimum 4.9
Baromètre à midi, (réduit à 0°) 746.31 Déclinaison magnétique à midi

BULLETIN (3^e)

Le changement très-accentué dans les conditions atmosphériques que nous constatons dans notre pays et qui affecte tout l'Occident de l'Europe, s'étend progressivement vers l'Est. Pourtant la limite du dégel ne se déplace qu'avec lenteur; ce matin elle passait par Arlon, mais en Allemagne le froid était encore intense (-12° à Carlsruhe). -

Avis télégraphique transmis aux Ports (à 2^h 30^m). - Vent: W très-fort sur côte de France, SSW modéré sur Manche; S modéré sur Baltique, SE très-fort sur côte de Norvège. Pressions: 745 Liverpool, côte de Norvège; 750 Manche cap Skagen; 760 Marseille, Leipzig, Baltique.

Accusé de réception. Observations météorologiques de Janvier à Wasseigeo.

Le Météorogiste,

J. Van Rysselberghe

