1° Par un ciel serein comme par un ciel nuageux, l'électricité de l'atmosphère est toujours positive, pourvu qu'à une certaine distance du lieu d'observation il ne tombe ni pluie, ni grêle, ni neige. Cette distance varie avec l'abondance de la pluie, de la neige ou de la grêle, et son maximum est de 50 à 60 kilomètres. D'après M. Palmieri, si l'on observe de l'électricité négative dans l'atmosphère par un ciel nuageux, il ne faut point l'attribuer à des

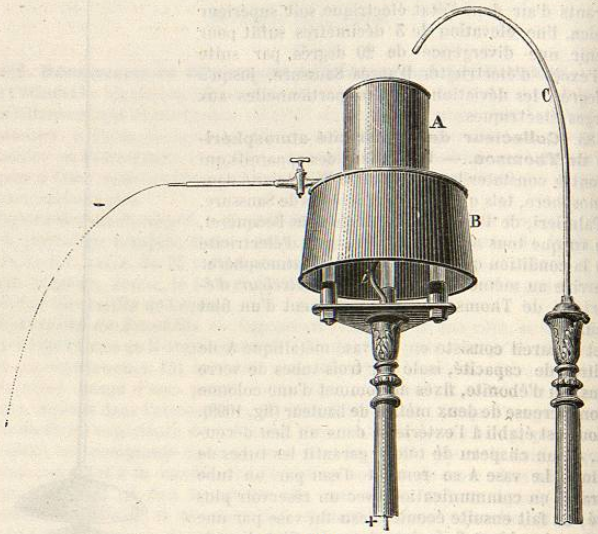

Fig. 1099.

nuages négatifs, mais à ce qu'il pleut, neige ou grêle dans les contrées voisines. Pendant vingt années d'observations, à une altitude de 637 mètres, quand des nuages passaient sur l'Observatoire du Vésuve et l'enveloppaient pendant des journées entières, on a constamment observé dans ces nuages de l'électricité positive.

2° L'électricité de l'atmosphère augmente à mesure que s'accroît l'humidité relative, et atteint son maximum à la chute de la pluie, de la neige ou de la grêle, non seulement sur le lieu de l'observation, mais jusqu'à la distance de 60 kilomètres; et c'est alors seulement qu'on peut tirer des étincelles des conducteurs isolés et bien exposés.

3° Les nuages seuls n'ont pas par eux-mêmes une tension propre par rapport au milieu ambiant ; et dans les nuages, ou à une petite distance de ceux-ci, on n'observe de tensions assez fortes que pendant que les vapeurs se condensent en nuages pour porter la pluie à quelque distance du lieu d'observation. En effet, on n'obtient jamais de décharge lumineuse sans qu'il y ait chute de pluie, de neige ou de grêle dans le lieu où se font les observations, ou à une certaine distance.

4° La loi suivant laquelle se manifeste l'électricité pendant les pluies tranquilles ou orageuses peut s'énoncer ainsi : *Là où tombe la pluie, il existe une forte manifestation d'électricité positive, entourée d'une zone d'électricité*

négative, suivie elle-même d'une autre zone d'électricité positive, la limite entre deux zones étant à la tension zéro. Par suite, on peut observer de fortes tensions positives ou négatives, suivant la position qu'on occupe par rapport à la pluie ; et on passe d'une phase à l'autre, si la pluie, commençant à tomber à une certaine distance, s'approche du lieu de l'observation, y tombe et s'en éloigne ensuite. D'où M. Palmieri conclut que les nuages ne sont point des conducteurs électrisés, mais une sorte d'électricité positive pendant qu'ils se résolvent en pluie ; en sorte que c'est leur forte tension positive qui, par influence, excite, à l'entour, de l'électricité négative. En un mot, les nuages possédant une électricité négative propre n'existent pas, et s'il arrive parfois d'avoir de l'électricité négative pendant la pluie sur le lieu de l'observation, elle est due à une autre pluie beaucoup plus forte qui tombe à distance.

5° Enfin, M. Palmieri a démontré directement par des expériences de cabinet que les vapeurs aqueuses, en se condensant, développent de l'électricité positive ; d'où il conclut que *c'est à la condensation des vapeurs dans les hautes régions de l'atmosphère qu'il faut attribuer l'électricité des nuages*, et que c'est par suite d'une condensation continue qu'un même nuage peut donner plusieurs foudres.

6° Les travaux récents de M. Thomson et ceux de M. Mascart montrent que, par un ciel sans nuages, le potentiel électrique de l'air croît proportionnellement à la hauteur à laquelle on s'élève.

1188. **Éclair.** — L'*éclair* est une lumière éblouissante projetée par l'étincelle électrique qui éclate des nuages chargés d'électricité. La lumière des éclairs est blanche dans les basses régions de l'atmosphère ; mais dans les hautes régions, où l'air est plus raréfié, elle prend une teinte violacée, comme le fait en pareil cas l'étincelle de la machine électrique.

Les éclairs ont quelquefois plusieurs lieues de longueur. Leur passage dans l'air s'opère le plus souvent en zigzag. On attribue ce phénomène à la résistance que présente l'air comprimé par le passage d'une forte décharge. L'étincelle dévie alors de la ligne droite pour prendre la direction suivant laquelle la résistance est moindre. Dans le vide, en effet, la transmission électrique ne se fait plus en zigzag.

On distingue trois sortes d'éclairs : 1° Les *éclairs en zigzag*, qui se meuvent avec une vitesse extrême, sous la forme d'un trait de feu à contours parfaitement déterminés, et qui sont tout à fait comparables à l'étincelle des machines électriques. 2° Les *éclairs qui*, au lieu d'être linéaires comme les précédents, *embrassent tout l'horizon*, sans présenter aucun contour apparent, comme le ferait l'éclat subit d'une explosion de matières inflammables. Ces éclairs, qui sont les plus fréquents, paraissent se produire au sein même de la nue et en éclairer la masse. 3° Les *éclairs en boule;* ces éclairs, qui sont quelquefois visibles pendant plus de dix secondes, descendent des nuages sur la terre avec assez de lenteur pour que l'œil puisse les suivre. Ces globes rebondissent souvent à la surface du sol ; d'autres fois ils se divisent et éclatent avec un bruit comparable à la détonation de plusieurs pièces de canon. On a remarqué que c'est, en général, sous cette forme que se présente la foudre lorsqu'elle pénètre dans l'intérieur des édifices. L'origine de ces éclairs n'est pas connue.

Quant aux éclairs dits *éclairs de chaleur*, parce qu'ils brillent dans les nuits d'été sans qu'on aperçoive aucun nuage au-dessus de l'horizon, et sans qu'on entende aucun bruit, ils ne sont autres que des éclairs ordinaires qui éclatent dans les nues situées au-dessous de l'horizon, à des distances telles, que le roulement du tonnerre ne peut arriver jusqu'à l'oreille de l'observateur.

Durée. — La durée des éclairs n'est pas d'un millième de seconde, ce qui a

été constaté par Wheatstone, au moyen d'une roue qu'on fait tourner assez vite pour que les rayons en soient invisibles; mais, si on les éclaire avec la lumière d'un éclair, la durée de celui-ci est si courte, que, quelle que soit la vitesse de rotation de la roue, elle apparaît complètement immobile, c'est-à-dire que son déplacement n'est pas sensible pendant la durée de l'éclair.

1189. **Bruit du tonnerre.** — Le *tonnerre* est la détonation violente qui succède à l'éclair dans les nuées orageuses. L'éclair et la détonation sont toujours simultanés; mais on observe un intervalle de plusieurs secondes entre ces deux phénomènes, ce qui provient de ce que le son ne parcourt qu'environ 337 mètres par seconde, tandis que la lumière n'emploie qu'un intervalle inappréciable pour se propager de la nue à l'œil de l'observateur. Par suite, celui-ci n'entend le bruit du tonnerre que cinq ou dix secondes après avoir vu l'éclair, suivant qu'il est distant du nuage orageux de cinq ou dix fois 337 mètres.

Le bruit du tonnerre résulte de l'ébranlement qu'excite dans la nue et dans l'air la décharge électrique, ébranlement que rend sensible l'expérience du thermomètre de Kinnersley (980). Près du lieu où éclate l'éclair, le bruit du tonnerre est sec et de courte durée. Plus loin, on entend une série de bruits qui se succèdent rapidement. A une plus grande distance encore, le bruit, faible au commencement, se change en un roulement prolongé, d'intensité très inégale.

Explication. — On a proposé de nombreuses hypothèses pour expliquer le roulement du tonnerre; mais aucune ne satisfait complètement. Les uns l'ont attribué à la réflexion du son sur la terre et sur les nuages; d'autres ont considéré l'éclair non pas comme une seule étincelle, mais comme une suite d'étincelles élémentaires qui donnent lieu chacune à une détonation particulière. Ces détonations partielles partant de points diversement éloignés et de zones d'inégale densité, il en résulte que non seulement elles arrivent à l'oreille de l'observateur successivement, mais qu'elles y apportent des sons d'inégale intensité, ce qui occasionne la durée et l'inégalité du roulement. Enfin, on a attribué ce phénomène aux zigzags mêmes de l'éclair, en admettant qu'il y a un maximum de compression de l'air à chaque angle saillant, ce qui produirait l'inégale intensité du son.

Le maximum de durée du roulement observé à Paris est de 35 à 45 secondes. Dans les montagnes, cette durée est plus grande.

1190. **Effets de la foudre.** — La *foudre* est la décharge électrique qui s'opère entre un nuage orageux et le sol. Celui-ci, sous l'influence de l'électricité du nuage, se charge d'électricité contraire, et lorsque l'effort que font les deux électricités pour se réunir l'emporte sur la résistance de l'air, l'étincelle éclate: ce qu'on exprime, dans le langage ordinaire, en disant que la foudre *tombe;* mais il ne faudrait pas entendre par là que la foudre se dirige de préférence de haut en bas. Comme les étincelles artificielles, elle tend à frapper dans tous les sens, se dirigeant toujours vers les objets les plus voisins et les mieux en rapport avec le sol. Du reste, on observe aussi des phénomènes de *foudre ascendante*, qui se produisent probablement lorsque, les nuages étant électrisés négativement, la terre l'est positivement; car toutes les expériences montrent qu'à la pression ordinaire le fluide positif traverse plus facilement l'atmosphère que le fluide négatif.

D'après la première loi des attractions électriques, la foudre doit tomber sur les objets les plus rapprochés de la nue et les meilleurs conducteurs. On observe, en effet, que ce sont les arbres, les édifices élevés, les métaux, qui sont plus particulièrement frappés par la foudre. C'est pourquoi il est imprudent de se placer sous les arbres en temps d'orage, surtout si ces arbres sont bons conducteurs, comme les chênes, les ormes. Mais le danger n'est plus le même sous les arbres résineux, comme les pins, parce qu'ils conduisent mal l'électricité.

Les effets de la foudre sont très variés et de même nature que ceux des batteries, mais avec une intensité bien plus considérable. La foudre tue les hommes et les animaux, enflamme les matières combustibles, fond les métaux, brise en éclats les corps peu conducteurs.

Fulgurites. — En pénétrant dans le sol, la foudre fond les matières siliceuses qui se trouvent sur son passage, et il se produit ainsi, dans la direction de la décharge, des tubes vitrifiés (fig. 1100), qu'on a nommés *tubes fulminaires* ou *fulgurites*, qui ont jusqu'à 10 mètres de long.

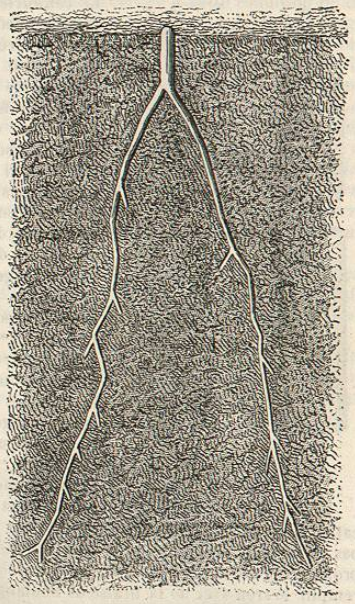

Fig. 1100.

Enfin, en tombant sur les barres de fer, elle les aimante, et renverse souvent les pôles des aiguilles des boussoles.

La foudre répand, en général, sur son passage une odeur qu'on a comparée à celle du soufre enflammé ou d'une matière phosphoreuse. Cette odeur a été attribuée à un composé oxygéné formé sous l'influence de la décharge électrique, auquel on a donné le nom d'*ozone*. Schœnbein, en 1840, puis Marignac et de la Rive, et enfin MM. Edmond Becquerel et Fremy, ont démontré que l'ozone n'est autre chose que l'oxygène électrisé.

1191. **Choc en retour.** — Le *choc en retour* est une commotion violente et même mortelle que ressentent parfois les hommes et les animaux à une assez grande distance du lieu où la foudre éclate. Ce phénomène a pour cause l'action par influence que le nuage orageux exerce sur tous les corps placés dans sa sphère d'activité. Ces corps se trouvent, ainsi que le sol, chargés d'électricité contraire à celle du nuage; mais si celui-ci se décharge par la recomposition de son électricité avec celle du sol, immédiatement l'influence cesse, et les corps revenant brusquement de l'état électrique à l'état neutre, il en résulte la secousse qui caractérise le choc en retour. On rend ce phénomène sensible en plaçant une grenouille vivante dans le voisinage d'une forte machine électrique : à chaque étincelle qu'on tire de celle-ci, la grenouille éprouve une secousse brusque.

1192. **Paratonnerre.** — Un *paratonnerre* est une tige de fer destinée à présenter un écoulement facile à l'électricité du sol, attirée par l'électricité contraire des nuages orageux. L'invention des paratonnerres est due à Franklin en 1755.

Description. — On distingue dans un paratonnerre deux parties : la *tige* et le *conducteur*. La *tige* est une barre de fer rectiligne, qu'on fixe verticalemen au faîte des édifices qu'il s'agit de préserver; elle a de 6 à 9 mètres de hauteur, et sa section, à sa base, est un carré de 5 à 6 centimètres de côté. Elle

se termine par une pointe, qui doit être en *métal inaltérable* : on a choisi en dernier lieu le cuivre doré. Il ne faut pas faire la pointe trop aiguë, parce qu'elle pourrait être fondue par la foudre. Ordinairement on *visse*, puis on soude à l'extrémité supérieure de la tige de fer un cylindre de cuivre de 17 centimètres de hauteur et de 2 centimètres de diamètre, terminé par un cône de 3 centimètres de hauteur (fig. 1101). Le *conducteur* est une barre de fer qui descend du pied de la tige jusqu'au sol, dans lequel elle pénètre profondément. Des barres de fer ne pouvant facilement, à cause de leur rigidité, suivre les contours des édifices, il est préférable de former le conducteur de cordes de fil de fer, comme celles qu'on emploie dans les ponts suspendus. L'Académie des sciences a publié, il y a quelques années, un rapport sur les paratonnerres, dans lequel elle recommande d'employer plutôt des fils de cuivre rouge que des fils de fer dans la fabrication des cordes destinées à servir de conducteurs, le cuivre rouge conduisant mieux l'électricité que le fer. Ces cordes doivent avoir 1 centimètre carré de section métallique, et les fils 1 millimètre à 1mm,5 de diamètre : elles peuvent être cordées à trois torons, comme les cordes ordinaires. Le même rapport conseille de terminer la tige des paratonnerres par une pointe de cuivre rouge plutôt que par une pointe de platine, toujours à cause de la plus grande conductibilité.

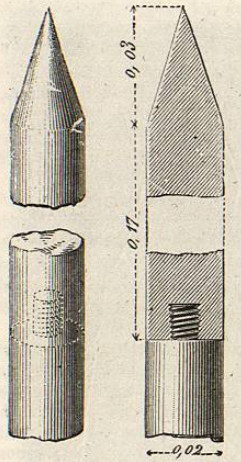

Fig. 1101.

Le conducteur se rend ordinairement dans un puits, et, pour mieux établir la communication avec le sol, on le termine par deux ou trois ramifications. Si l'on n'a pas de puits à proximité, on pratique dans le sol un trou de 4 à 6 mètres de profondeur, et, après y avoir introduit le pied du conducteur, on achève de remplir le trou avec de la braise de boulanger, qui conduit bien.

Théorie. — La théorie des paratonnerres repose sur l'électrisation par influence et sur le pouvoir des pointes. Franklin admettait que les pointes de paratonnerre soutirent aux nuages orageux leur électricité ; c'est le contraire qui a lieu. Lorsqu'un nuage orageux, électrisé positivement par exemple, se forme dans l'atmosphère, il agit par influence sur la terre, repousse au loin l'électricité positive et attire l'électricité négative, qui s'accumule sur les corps placés à la surface du sol, d'autant plus abondamment que ces corps atteignent une plus grande hauteur. Les plus hauts sont alors ceux qui possèdent la plus forte tension, et qui, par conséquent, sont les plus exposés à la décharge électrique ; mais si ces corps sont armés de pointes métalliques comme les tiges des paratonnerres, l'électricité négative, attirée du sol par l'influence du nuage, s'écoule dans l'atmosphère et va neutraliser l'électricité positive de la nue. Par conséquent, non-seulement un paratonnerre s'oppose à l'accumulation de l'électricité à la surface de la terre, mais encore il tend à ramener les nuées orageuses à l'état neutre, double effet qui a pour but de prévenir la chute de la foudre. Cependant le dégagement d'électricité est parfois si abondant, que le paratonnerre est insuffisant pour décharger le sol, et que la foudre éclate ; mais c'est alors le paratonnerre qui reçoit la décharge, en raison de sa plus grande conductilibité, et l'édifice est préservé.

Expérience. — L'expérience a appris qu'une tige de paratonnerre protège

autour d'elle un espace circulaire d'un rayon double de sa hauteur. Par conséquent, un bâtiment de 64 mètres de longueur est préservé par deux tiges de 8 mètres, distantes de 32 mètres.

Un paratonnerre, pour être efficace, doit satisfaire aux conditions suivantes : 1° La tige doit être assez grosse pour ne pas être fondue si la foudre tombe dessus ; 2° elle doit se terminer en pointe, pour donner plus facilement issue à l'électricité qui se dégage du sol : c'est pour satisfaire à cette condition qu'on termine ordinairement la tige par une pointe de platine ou de cuivre rouge doré, afin d'éviter l'oxydation ; 3° le conducteur ne doit présenter aucune solution de continuité depuis la tige jusqu'au sol ; 4° la communication entre la tige et le sol doit être la plus intime possible ; 5° si le bâtiment qu'on arme d'un paratonnerre renferme des pièces métalliques d'une certaine étendue, comme une couverture de zinc, des gouttières de métal, des charpentes de fer, on doit les faire communiquer avec le conducteur du paratonnerre.

Si les trois dernières conditions ne sont pas remplies, on est exposé aux *décharges latérales*, c'est-à-dire entre le conducteur et l'édifice, et alors le paratonnerre ne fait qu'accroître le danger. Il faut se rappeler qu'*un paratonnerre mal construit est plus dangereux pour un édifice que l'absence de paratonnerre.*

1193. **Paratonnerre Melsens.** — On construit, depuis quelques années, d'après les indications de M. Melsens (de Bruxelles), des paratonnerres beaucoup moins volumineux que celui de Franklin, moins coûteux et qui paraissent au moins aussi efficaces.

Le paratonnerre Melsens est une application d'un principe d'électricité statique, démontré ci-dessus (934) : c'est que, *à l'intérieur d'un corps conducteur communiquant avec le sol, il ne peut y avoir aucun effet d'influence électro-*

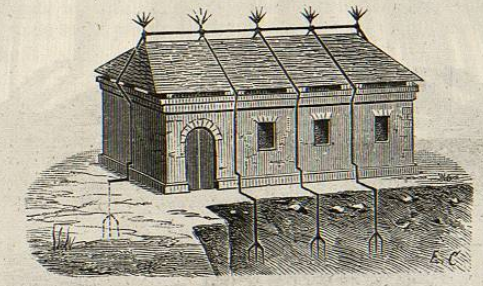
Fig. 1102.

statique. Par suite, on soustraira complètement un édifice à l'action de la foudre en l'entourant d'une espèce de cage ou de grillage métallique communiquant avec le sol. On réalise ce dispositif en faisant courir tout le long du faîte des toits et des angles des murs des conducteurs de fer, tous reliés les uns aux autres et mis en communication avec le sol par un grand nombre de points. A ce système de préservation on ajoute celui de Franklin. Pour cela, on arme toutes les intersections des conducteurs de gerbes de pointes fines en cuivre, qui constituent de petits paratonnerres à pointes multiples, par où l'écoulement de l'électricité peut se faire aisément. L'Hôtel de ville de Bruxelles, les abattoirs de la Villette et l'hôtel Sévigné, à Paris, sont munis de paratonnerres Melsens. La figure 1102 représente une installation de ce genre.

1194. **Aurore boréale.** — On nomme *aurore boréale*, ou plutôt *aurore polaire*, un phénomène lumineux extrêmement remarquable qui apparaît fréquemment, dans l'atmosphère, aux deux pôles terrestres. Quand le phénomène se produit au pôle nord, on lui donne le nom d'*aurore boréale;* celui d'*aurore australe* lorsqu'il se manifeste au pôle sud. Il paraît résulter de nombreuses observations faites à Melbourne et dans le nord de l'Europe que les aurores boréales et les aurores australes sont simultanées.

Description. — Nous extrayons du *Traité de météorologie* de MM. Becquerel a description suivante d'une aurore boréale observée à Bossekop, en Laponie norvégienne, à 70 degrés de latitude, dans l'hiver de 1838.

« Le soir, entre quatre et huit heures, la brume qui règne habituellement au nord de Bossekop se colore à la partie supérieure. Cette lueur devient régulière et forme un arc vague, d'un jaune pâle, tournant sa concavité vers la terre, et dont le sommet se trouve sensiblement dans le méridien magnétique.

« Bientôt des stries noirâtres séparent régulièrement les parties lumineuses de l'arc. Des rayons lumineux se forment, s'allongent et se raccourcissent lentement ou instantanément, leur état augmentant ou diminuant sensiblement. Les pieds de ces rayons offrent toujours la lumière la plus vive et forment un

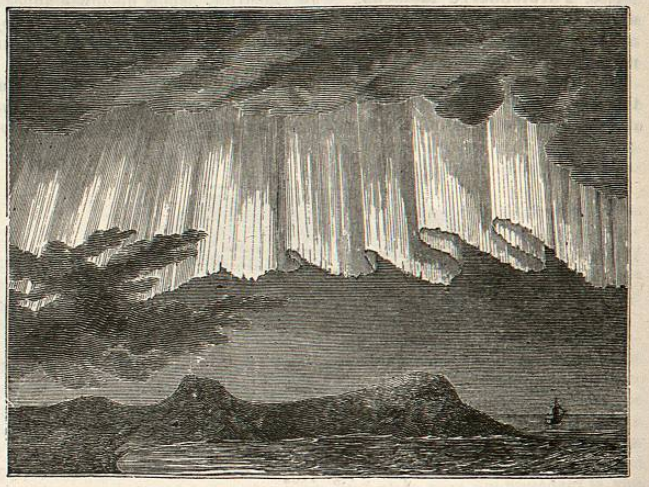

Fig. 1103.

arc plus ou moins régulier. La longueur de rayons est très variée; mais tous convergent vers un même point du ciel, indiqué par le prolongement de l'extrémité sud de l'aiguille d'inclinaison; parfois les rayons se prolongent jusqu'à leur point de concours, et figurent ainsi le fragment d'une coupole lumineuse.

« L'arc continue à monter vers le zénith, présentant, dans sa lueur, un mouvement ondulatoire. Parfois un de ses pieds, et même tous les deux, abandonnent l'horizon. Alors les plis sont plus prononcés et plus nombreux, l'arc n'est plus qu'une longue bande de rayons qui se contourne et se sépare en plu-

sieurs parties, en formant des courbes gracieuses qui se replient sur elles-mêmes et offrent ce qu'on appelle la *couronne boréale.* L'éclat des rayons, variant subitement d'intensité, atteint celui des étoiles de première grandeur; les rayons dardent avec rapidité, les courbes se roulent et se déroulent comme les plis et replis d'un serpent (fig. 1103). Puis les rayons se colorent : la base est rouge, le milieu vert; le reste conserve sa teinte jaune clair. Enfin l'éclat diminue, les couleurs disparaissent, tout s'affaiblit peu à peu ou s'éteint subitement. »

La Commission scientifique du Nord a observé, en 200 jours, 150 aurores boréales; mais il paraît qu'au pôle nord les nuits sans aurore boréale sont tout à fait exceptionnelles, en sorte qu'on peut admettre qu'il y en a toutes les nuits; seulement elles ont une intensité très variable. Les aurores boréales sont visibles à des distances considérables du pôle et sur une étendue immense. Quelquefois une même aurore boréale a été vue en même temps à Moscou, à Varsovie, à Rome, à Cadix.

Explication. — On a fait de nombreuses hypothèses sur la cause des aurores boréales. La direction constante de leur arc par rapport au méridien magnétique, et les perturbations qu'elles exercent sur les boussoles, montrent qu'elles doivent être attribuées à des courants électriques qui se dégagent des pôles vers les hautes régions de l'atmosphère. Cette hypothèse est confirmée par ce fait, observé le 29 août et le 1er septembre 1859, en France et dans presque toute l'Europe, que deux brillantes aurores boréales ont agi puissamment sur les fils des télégraphes électriques : les sonnettes ont été longtemps agitées, et les dépêches fréquemment interrompues par le jeu spontané et anormal des appareils.

Selon de la Rive, les aurores boréales sont dues à des décharges électriques s'opérant dans les régions polaires, entre l'électricité positive de l'atmosphère et l'électricité négative du globe terrestre, électricités séparées elles-mêmes par l'action du soleil, principalement dans les régions équatoriales.

MÉTÉORES LUMINEUX.

1195. **Arc-en-ciel.** — L'*arc-en-ciel* est un météore lumineux qui apparaît dans les nues opposées au soleil quand elles se résolvent en pluie; il est formé de sept arcs concentriques présentant successivement les couleurs du spectre solaire. Quelquefois on n'observe qu'un seul arc-en-ciel; mais le plus souvent on en voit deux : l'un, intérieur, dont les couleurs sont vives; l'autre, extérieur, qui est plus pâle et dans lequel l'ordre des couleurs est renversé. Dans l'arc intérieur, c'est le rouge qui est le plus élevé; dans l'autre arc, c'est le violet. Rarement on aperçoit trois arcs-en-ciel; la théorie indique qu'il peut en exister un plus grand nombre, mais leurs couleurs sont si faibles, qu'elles échappent à la vue.

C'est la décomposition de la lumière blanche du soleil au moment où elle pénètre dans les gouttes de pluie, et sa réflexion sur leur face interne, qui produisent le phénomène de l'arc-en-ciel. Ce phénomène s'observe en effet dans les gouttes de rosée, dans les jets d'eau, partout, en un mot, où la lumière solaire pénètre dans les gouttes d'eau, sous un certain angle.

L'apparition de l'arc-en-ciel et son étendue dépendent de la position de l'observateur et de la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon; d'où l'on doit conclure que tous les rayons réfractés par les gouttes de pluie et réfléchis sur leur concavité vers l'œil du spectateur ne sont pas propres à produire le phénomène. Ceux qui peuvent lui donner naissance ont reçu le nom de *rayons efficaces.*

La lune produit aussi des arcs-en-ciel, mais très pâles.

1196. **Halos.** — Les *halos* sont des cercles irisés qui apparaissent parfois autour du soleil et lui sont concentriques. Tantôt le halo est simple, c'est-à-dire formé d'un seul cercle; tantôt il est double, c'est-à-dire formé de deux cercles. Dans les deux cas, la bande rouge est en dedans et la bande violette en dehors, pâle et diffuse. Le demi-diamètre apparent (497) du petit halo est de 23°, celui du grand de 46° (fig. 1104).

Les halos ont pour cause la décomposition de la lumière solaire à travers de très petits prismes de glace dont certains nuages sont formés. L'aéronaute

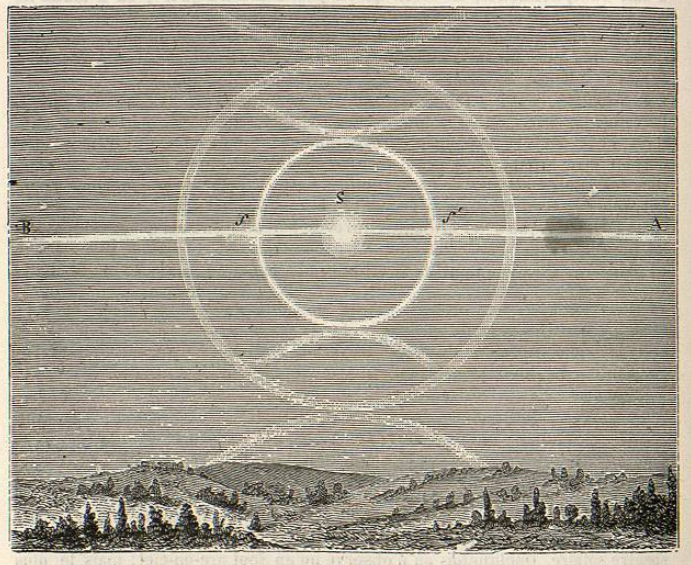

Fig. 1104.

Duruof a rencontré dans l'une de ses ascensions un pareil nuage à la hauteur de 3500 mètres.

1197. **Parhélies, cercles parhéliques, couronnes.** — On nomme *parhélies*, ou *faux soleils*, des images pâles du soleil qui apparaissent aux extrémités du diamètre horizontal du petit halo, un peu en dehors (fig. 1104). On explique les parhélies en admettant que les prismes de glace, tombant dans l'espace en vertu de leur poids, tombent en plus grand nombre dans la position verticale qui présente moins de résistance à l'air, et que, par suite, les rayons efficaces sont plus abondants dans le plan horizontal qui passe par le centre du soleil. De là un plus grand éclat dans les points où le halo est coupé par ce plan. Il se produit aussi des parhélies sur le halo extérieur, mais beaucoup moins intenses.

Le *cercle parhélique*, ou *cercle blanc* parce qu'il ne présente aucune coloration, est un cercle horizontal AB passant par le centre du soleil. Son manque

de couleur montre qu'il n'est pas un phénomène de réfraction, mais seulement de réflexion sur les facettes des prismes de glace.

Enfin, on nomme *couronnes* des cercles concentriques au soleil ou à la lune, qui apparaissent lorsque de légers nuages passent devant ces astres. Les couronnes sont au nombre de trois ou quatre, le rouge à l'extérieur et le violet en dedans. Le diamètre apparent de la plus petite est de 1 à 4 degrés. Elles sont dues aux rayons qui émergent, à chaque incidence intérieure, des petites gouttelettes interposées entre l'astre et l'œil de l'observateur.

CHAPITRE II

CLIMATOLOGIE.

1198. **Températures moyennes.** — On nomme *température moyenne*, ou simplement *température d'un jour*, celle qu'on obtient en faisant la somme de 24 observations thermométriques prises successivement d'heure en heure, et en la divisant par 24. L'expérience a appris qu'on obtient très approximativement cette température en prenant la moyenne entre les températures maxima et minima du jour et de la nuit, lesquelles se déterminent à l'aide des thermomètres à maxima et à minima. Ceux-ci doivent être à l'abri des rayons solaires, élevés au-dessus du sol, et éloignés de tout corps qui pourrait les influencer par son rayonnement.

La température d'un mois est la moyenne de celles des trente jours, et la température de l'année est la moyenne de celles des douze mois. Enfin, la *température d'un lieu* est la moyenne de sa température annuelle pendant un grand nombre d'années. La température moyenne de Paris est de 10°,7. Dans tous les cas, ces températures sont celles de l'air, et non celles du sol.

1199. **Causes qui modifient la température de l'air.** — Les causes qui font varier la température de l'air sont principalement la latitude, l'altitude, la direction des vents et la proximité des mers.

1° *Influence de la latitude.* — L'influence de la latitude résulte du plus ou moins d'obliquité des rayons solaires; car la quantité de chaleur absorbée étant d'autant plus grande que les rayons approchent davantage de l'incidence normale; il en résulte que la chaleur absorbée par le sol décroît de l'équateur vers les pôles, puisque les rayons sont de plus en plus obliques à l'horizon. Toutefois cette perte est compensée en partie, pendant l'été, dans les zones tempérées et dans les zones glaciales, par la longueur des jours. Sous l'équateur, où la longueur des jours est constante, la température est à peu près invariable; à la latitude de Paris, et dans les contrées plus septentrionales, où les jours sont très inégaux, la température varie beaucoup; mais, l'été, elle s'élève quelquefois presque aussi haut que sous l'équateur. Du reste, l'abaissement de la température résultant de la latitude est lent; ainsi, en France, par exemple, il faut avancer vers le nord de 185 kilomètres pour trouver un refroidissement d'un degré dans la température moyenne de l'air.

2° *Influence de l'altitude.* — L'altitude, c'est-à-dire la hauteur au-dessus du niveau des mers, imprime à la température de l'atmosphère un décroissement beaucoup plus rapide que celui qui résulte de la latitude. En effet, dans une ascension sur le Mont-Blanc, Saussure a observé un abaissement de température de 1 degré pour une hauteur de 144 mètres; Humboldt, sur le Chimboraço, a trouvé 1 degré d'abaissement pour 218 mètres. En prenant la