

l'électricité était négative; ces observations ont été considérées à part; la moyenne de ces 23 observations a donné pour la hauteur barométrique 751^{mm},19, valeur qui diffère considérablement de 755^{mm},97 qui est la moyenne déduite des dix-sept dernières années. Voici maintenant le tableau dressé d'après les observations pour lesquelles l'électricité était positive, et dont M. Quetelet a déduit les conséquences que nous venons de rappeler.

MOIS	ÉTAT BAROMÉTRIQUE		Différence des nombres précédents.	DEGRÉS D'ÉLECTRICITÉ par un ciel		Rapports de ces nombres.	INTENSITÉ RELATIVE du vent.		Rapports des deux nombres précédents.
	quand l'électricité était			serein.	couvert.		Max. diurne.	Min. diurne.	
	au-dessus de la moyenne	au-dessous de la moyenne							
	mm	mm	mm						
Janvier.	758,56	754,84	3,72	1133°	268°	4,23	339	206	1,27
Février.	57,02	55,61	1,41	493	220	2,24	288	180	1,60
Mars.	57,85	52,08	5,77	261	129	2,01	422	231	1,83
Avril.	52,52	51,17	1,35	149	71	2,09	314	126	2,50
Mai.	56,07	55,54	0,55	63	46	1,39	360	148	2,43
Juin.	56,40	55,74	0,66	37	36	1,03	323	113	2,88
Juillet.	57,00	57,26	0,26	35	41	0,85	328	141	2,32
Août.	55,25	54,43	0,82	64	56	1,14	338	149	2,27
Septembre.	57,36	56,52	0,84	78	42	1,86	282	98	2,88
Octobre.	56,44	52,09	4,35	168	75	2,24	400	229	1,74
Novembre.	57,10	54,96	2,14	226	109	2,04	379	270	1,40
Décembre.	57,06	55,56	1,50	571	181	3,15	327	226	1,44
Année.	756,55	754,65	1,90	273	106	2,56	4051	2258	1,79

§ 6. Origine de l'électricité atmosphérique.

Volta et de Saussure avaient cru pouvoir attribuer l'électricité atmosphérique à l'évaporation qui a lieu sur la surface de la terre. De Saussure en particulier avait montré par un grand nombre d'expériences que toutes les fois qu'on projette de l'eau pure ou plus ou moins salée, acide ou alcaline, sur un creuset de métal chauffé au rouge, l'évaporation qui a lieu est accompagnée d'un fort dégagement d'électricité. Mais nous avons fait voir que ce dégagement n'est pas dû à l'évaporation,

mais bien à une action chimique. M. Pouillet a montré que si le creuset est de platine et le liquide projeté de l'eau distillée, il n'y a pas d'électricité produite¹. Il n'en est plus de même, suivant lui, si l'eau est salée; dans ce cas, il y a une désagrégation chimique, même avec le creuset de platine, et il y a dégagement d'électricité. Or, comme l'immense proportion de l'eau qui s'évapore à la surface de la terre, est l'eau des mers qui est salée, M. Pouillet est disposé à voir dans cette évaporation de l'eau de mer la source de l'électricité atmosphérique. Il y ajoute comme seconde source la végétation qui a lieu sur la partie solide de la surface du globe, laquelle, suivant lui, fournit à l'air de l'électricité positive, tandis qu'elle donne au sol de la négative. Mais nous avons vu que le dégagement de l'électricité dans l'acte de la végétation est plus ou moins contestable et en tout cas bien faible et bien insuffisant pour rendre compte de la charge électrique considérable de l'atmosphère. Quant à l'évaporation de l'eau de mer il paraîtrait, d'après quelques expériences de M. Riess, que c'est au frottement des gouttelettes d'eau entraînées avec la vapeur, contre les parois du vase de platine où s'opère l'évaporation, plutôt qu'à l'évaporation elle-même que serait dû le dégagement d'électricité, qui ainsi ne résulterait pas de la ségrégation chimique.

Il semble donc nécessaire de recourir à des causes plus générales pour trouver l'origine de l'électricité atmosphérique. On avait eu l'idée de la chercher dans l'action calorifique du soleil sur l'atmosphère et dans la distribution de la température qui en est la conséquence; mais jusqu'ici l'expérience n'a jamais pu démontrer dans les gaz et les vapeurs la moindre trace de thermo-électricité. Ce résultat négatif est une conséquence nécessaire de la théorie des phénomènes thermo-électriques telle qu'elle ressort des travaux de Magnus; d'ailleurs les liquides eux-mêmes n'étant pas susceptibles de devenir électriques par la chaleur, les vapeurs et les gaz doivent l'être encore moins.

C'est encore dans l'action des rayons solaires que M. Schoen-

¹ Tome II, page 597.

bein veut trouver la cause de l'électricité atmosphérique; mais c'est dans leur action chimique et non dans leur action calorifique. Après avoir prouvé que sous l'influence de la lumière, l'oxygène est susceptible d'exercer une action chimique, comme s'il était ozoné, M. Schoenbein estime que l'oxygène de l'air, sous l'influence des rayons solaires, devient capable d'agir électro-chimiquement sur les molécules d'eau. Il en résulte une polarisation électrique des filets de particules d'eau qui composent les nuages, et par conséquent une tension électrique. Mais cette théorie aurait besoin pour être justifiée de s'appuyer sur des expériences directes et positives, et d'ailleurs elle ne rendrait compte que des manifestations électriques des nuages orageux et non de celles de l'air atmosphérique à l'état normal.

M. Becquerel le père, à la suite de recherches sur le dégagement de l'électricité qui a lieu au contact du sol et d'une nappe ou d'un cours d'eau, dégagement qu'il est parvenu à rendre très-sensible¹, s'est demandé si l'on ne pourrait pas trouver dans cette production d'électricité l'origine de celle qui charge l'atmosphère. Quand l'eau s'évapore soit d'un cours d'eau, soit de la terre, elle doit nécessairement emporter avec elle un excès d'électricité de nature semblable à celle que possède la surface d'où elle s'évapore, lequel se répand dans l'atmosphère. Cette électricité peut provenir non-seulement de la réaction de l'eau de la rivière sur celle qui surmonte le sol, mais encore de la décomposition des matières organiques; dans ce dernier cas la vapeur est toujours positive, qu'elle

¹ Les appareils employés aux recherches de M. Becquerel se composent : 1° de diaphragmes en porcelaine poreuse ou de petits sacs en toile à voile, contenant chacun une lame d'or ou de platine dépolarisée, entourée de charbon, de sucre candi, afin de rendre les effets électriques constants pendant quelques instants pour les mesurer; 2° des boussoles des sinus, d'une assez grande sensibilité, appropriées à ce genre d'expérience; 3° d'électromètres atmosphériques destinés à recueillir l'électricité des vapeurs se formant au-dessus de l'eau ou du sol; 4° de divers accessoires, tels que bobines de résistance, fils conducteurs recouverts de gutta-percha, etc. Comme on le conçoit facilement, ce sont les vases poreux qu'on place dans l'eau et dans le sol.

proviene de la rivière ou du sol où s'opère la décomposition; dans le premier les deux vapeurs sont de signe contraire; les effets sont alors complexes.

Il y a dans la théorie de M. Becquerel un point qui nous paraît parfaitement plausible, c'est que la vapeur d'eau est le véhicule qui porte dans l'atmosphère l'électricité dont est chargé le liquide d'où elle émane. Mais la cause à laquelle il attribue la production même de l'électricité ne nous paraît ni assez générale, ni assez constante soit dans l'intensité, soit dans la nature de ses manifestations, pour pouvoir être considérée comme la véritable et unique source de l'électricité atmosphérique.

Nous estimons donc qu'il faut chercher cette source dans quelque action naturelle d'un ordre supérieur à celles que nous avons indiquées. Nous ne pouvons trouver une action de ce genre que dans l'influence du soleil sur la terre ou dans la terre elle-même. Nous avons exclu l'action chimique du soleil; quant à son action directe, elle pourrait peut-être donner naissance à des courants fermés constituant le magnétisme, mais nous ne voyons pas comment elle pourrait développer sur notre globe de l'électricité statique, et en particulier charger en même temps la terre elle-même d'électricité négative et son atmosphère d'électricité positive. C'est donc dans quelque grand phénomène naturel s'opérant à la surface ou près de la surface du globe terrestre, qu'il nous semble que doit se trouver l'origine de l'électricité atmosphérique, et ce phénomène nous paraît être l'action chimique continue qui a lieu sur la surface intérieure de l'écorce solide du globe là où est la limite entre la portion déjà solidifiée et celle qui est encore à l'état de liquidité incandescente. Cette action chimique provient évidemment non-seulement d'actions locales¹, mais aussi des infiltrations de l'eau de la mer, et il doit en résulter, d'après les lois connues

¹ L'électricité engendrée par ces actions locales ne serait-elle point liée avec les tremblements de terre? c'est ce que sembleraient faire présumer les bruits souterrains assez semblables aux roulements du tonnerre, qui précèdent ordinairement et souvent accompagnent les forts tremblements de terre.

du dégagement de l'électricité dans les actions chimiques, que cette eau se charge d'électricité positive, tandis que la partie solide de la terre se charge d'électricité négative. Les vapeurs qui s'élèvent de la mer emporteraient donc constamment avec elles dans l'atmosphère de l'électricité positive, tandis que le globe garderait, là où il n'y a pas de mer, l'électricité négative. Mais c'est surtout dans les régions tropicales où l'évaporation est beaucoup plus active, que l'atmosphère recevrait de la mer ces vapeurs positives, lesquelles, après s'être élevées plus ou moins verticalement, seraient chassées dans les deux hémisphères par le courant tropical des hautes régions de l'atmosphère. Cheminant d'abord horizontalement, ce courant d'air chargé des vapeurs positives se rapprocherait toujours plus de la surface du sol à mesure qu'il se refroidirait davantage en s'éloignant des régions équatoriales; et aux pôles mêmes de la terre ou dans leur voisinage il viendrait presque en contact avec le sol négatif, produisant ainsi, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, le phénomène des aurores polaires. On conçoit également dans cette théorie que l'atmosphère doit renfermer beaucoup plus de vapeurs positives dans l'hémisphère où se trouve le soleil que dans l'hémisphère où il n'est plus, puisque l'évaporation y est beaucoup plus forte; que dès lors c'est entre l'équinoxe du printemps et celui de l'automne que doivent avoir lieu le plus grand nombre d'orages dans l'hémisphère boréal, tandis que ce doit être l'inverse dans l'austral; quant aux régions équatoriales, il doit y en avoir toute l'année également. Par contre les vapeurs doivent être beaucoup plus surbaissées dans l'hémisphère boréal que dans l'austral, entre l'équinoxe d'automne et celui du printemps, et réciproquement pour l'hémisphère austral; donnant naissance ainsi non plus à des orages, du moins très-rarement, mais essentiellement à des brouillards toujours positifs qui recouvrent en grande partie alors la surface de la terre. A côté de ces vapeurs positives qui s'élèvent constamment de la mer et qui donnent à l'atmosphère son électricité positive, il part de la terre solide elle-même ou plutôt de l'eau qu'elle renferme çà et là et qui est en contact avec elle, des vapeurs

négatives qui surtout en été où l'évaporation est plus active, neutralisent en partie en s'élevant dans l'atmosphère son électricité positive, du moins dans la région la plus rapprochée de la terre. Ce sont de ces vapeurs négatives qui s'élèvent du sol que proviennent les nuages négatifs inférieurs dont la présence contribue essentiellement aux orages d'été et en particulier à la production de la grêle, lorsque très-épais et très-denses, ils attirent les nuages positifs des hautes régions de l'atmosphère remplis des particules glacées qui deviennent les noyaux des grêlons ou ceux des grosses gouttes de pluie, si la température n'est pas assez basse. Il est vrai que, pour que ces phénomènes se manifestent dans toute leur intensité, il faut que les vents locaux qui sont dus surtout à l'action calorifique des rayons solaires sur un sol découpé de mille manières, accumulent les nuages inférieurs dans une même portion de l'atmosphère, ce qui détermine également par l'attraction qu'ils exercent sur les nuages supérieurs positifs, l'accumulation de ces derniers dans les mêmes régions.

L'absence de ces nuages négatifs qui s'élèvent du sol, dans les régions de l'atmosphère situées au-dessus de la pleine mer, à de grandes distances des côtes, explique la rareté des orages dans ces parages, que nous avons constatée dans le § 3.

Ajoutons encore que la différence de nature dans l'électricité des vapeurs qui s'élèvent de la mer et de celles moins abondantes qui s'échappent du sol, rend compte d'une manière très-satisfaisante non-seulement, comme nous l'avons vu, des orages, mais des divers états électriques de l'atmosphère dans ses différentes régions et des variations que cet état éprouve. Ainsi on trouve rarement de l'électricité négative dans l'air pendant les mois froids où l'évaporation provenant du sol est nulle ou très-faible. Ainsi encore on comprend pourquoi l'humidité de l'air, dans la portion de l'atmosphère la plus rapprochée de la terre, augmente l'intensité de son état électrique en hiver et la diminue en été; c'est qu'en hiver cette humidité provient essentiellement des vapeurs dont l'air lui-même est chargé et qui sont positives, tandis qu'en été elle provient des vapeurs qui s'élèvent du sol et qui, étant négatives, neutralisent une certaine proportion de

l'électricité naturellement positive de l'atmosphère. Les époques des *maxima* et des *minima* diurnes mensuels d'électricité sont également une conséquence de la quantité plus ou moins grande de vapeurs dont l'air est imprégné, et de la proportion de ces vapeurs fournie par l'air et par le sol, c'est-à-dire par refroidissement et par évaporation.

Il nous reste maintenant à donner des preuves à l'appui de notre hypothèse sur l'origine même de l'électricité. Nous les trouvons d'abord dans le fait que l'eau de mer est positive, tandis que la surface du sol est négative; ce point établi par de nombreuses observations et en particulier par celles de M. Peltier en ce qui concerne la terre, celles toutes récentes de M. Becquerel en ce qui concerne la mer, explique pourquoi l'air est déjà positif dans celle de ses couches qui est en contact avec la surface de la mer, tandis que ce n'est qu'à une certaine distance du sol qu'il commence à le devenir dans les plaines éloignées des mers. Il rend compte également de l'attraction exercée par les montagnes nécessairement négatives sur les nuages traînants, ainsi que du phénomène désigné sous le nom de fumage des montagnes. Mais rien ne montre mieux la différence qui existe entre l'état électrique du globe terrestre et celui que possède son atmosphère, grâce aux vapeurs positives qu'elle renferme, que les phénomènes souterrains remarquables qui ont lieu quelquefois à l'approche des orages. Nous empruntons à M. Arago, qui en cite un grand nombre, la description de quelques-uns de ces phénomènes. Dans les collines du Vicentin, il existe une fontaine qui, même après une longue sécheresse, même aux époques où elle est complètement à sec, déborde subitement quand un orage se prépare, et remplit un canal large d'une eau très-trouble, qui se répand dans les vallées voisines. On avait foré à quelque distance de Perpignan un puits artésien qui fournissait à l'origine une grande quantité d'eau jaillissante; cette eau diminua rapidement, ce que tous les habitants attribuèrent à l'accumulation de matières vers la partie inférieure du trou; il arriva un jour où le ciel était couvert de nuages fortement orageux, qu'on entendit sous terre un bouillonnement sourd, suivi bientôt d'une explosion à la suite de laquelle la

fontaine artésienne fournit la même quantité d'eau qu'auparavant. En octobre 1755¹, une inondation subite produisit d'immenses ravages dans la plupart des vallées du Piémont; le désastre fut précédé d'horribles tonnerres, suivant Beccaria, à qui on doit cette relation; et d'après l'assentiment unanime, il eut pour cause principale l'immense volume d'eau souterraine qui tout à coup, pendant l'orage, sortit du sein des montagnes par de nouvelles ouvertures. On a remarqué que presque toutes les sources thermales éprouvent, à l'approche des orages, une agitation particulière qui se manifeste par un bouillonnement extraordinaire ou par d'autres symptômes, ce qui montre l'état électrique des lieux profonds d'où elles proviennent et auxquels elles l'ont probablement emprunté.

Il existe donc dans l'écorce solide de notre globe, toujours essentiellement négative, des portions qui de temps à autre le sont plus les unes que les autres; et il en résulte des phénomènes locaux tels que ceux que nous venons d'indiquer, tels encore que les trombes, et autres dans lesquels se manifeste évidemment l'influence locale du sol. Ces différences dans l'état négatif des différentes parties de la terre, soit à sa surface, soit à une certaine profondeur, sont une conséquence toute naturelle des différences de conductibilité et des variations dans l'action chimique intérieure, soit quant aux points mêmes où elle a lieu, soit quant à son intensité². En ce qui concerne cette action chimique elle-même, nous avons une preuve de l'énorme quantité d'électricité qu'elle produit dans celle dont sont chargées les vapeurs et les cendres qui sortent des volcans. Nous avons déjà cité l'orage électrique si violent qui accompagna l'éruption du Vésuve de 1794; tout dernièrement une nouvelle éruption volcanique qui a eu lieu dans la mer

¹ C'était l'année du tremblement de terre de Lisbonne.

² On conçoit en effet que la présence d'eaux souterraines puisse déterminer une plus grande et une plus prompte accumulation d'électricité dans les parties du sol qui en sont voisines; on conçoit de même que des filons métalliques ou des roches conductrices qui pénètrent à de grandes profondeurs puissent amener aussi aux points auxquels ils correspondent une plus grande charge électrique; ce dont nous avons cité de nombreux exemples.

des Célèbes a également donné naissance à des effets électriques, éclairs, tonnerres, etc., tels que ceux qu'engendre un orage ordinaire. M. Palmieri a observé que les vapeurs qui s'élèvent du cratère du Vésuve sont toujours chargées d'une forte électricité positive; et le fameux brouillard sec de 1783, qui couvrit assez longtemps une bonne partie de l'Europe et dont l'électricité positive donna naissance à de fréquents orages, avait évidemment une origine volcanique, car son apparition suivit les violents tremblements de terre qui eurent lieu en Calabre au commencement de la même année, et il fut précédé dans les régions septentrionales de l'Europe par un vent du midi ou du sud-est. Un phénomène semblable avait déjà été observé en Perse en 1721, après le grand tremblement de terre qui détruisit la ville de Tauris la même année.

Quand on voit qu'il suffit d'une seule éruption volcanique pour charger l'air d'une quantité aussi considérable d'électricité positive, on conçoit facilement comment l'eau de mer qui est en communication avec les lieux souterrains où s'élaborent ces éruptions¹ est constamment électrisée positivement. Il existe très-probablement un nombre considérable de volcans sous-marins constamment en activité; les soulèvements de certaines côtes, l'apparition de temps à autre de quelques-uns de ces volcans à la surface de la mer en sont autant de preuves. L'eau de mer une fois positive, les vapeurs qui s'en élèvent le sont aussi, et voilà, comme nous l'avons déjà dit, l'explication de l'électricité positive dont notre atmosphère est chargée.

Nous voyons donc que la théorie que nous avons exposée rend compte d'une manière satisfaisante, jusque dans leurs plus petits détails, de tous les phénomènes de la météorologie électrique; il n'en est qu'un qui, il faut le reconnaître, échappe

¹ La présence si abondante des chlorures et des vapeurs hydrochloriques dans les produits des éruptions volcaniques, le nombre proportionnellement si grand de volcans rapprochés de la mer ou sous-marins, sont des preuves frappantes de l'action de l'eau de mer sur les matières incandescentes souterraines; toutefois un fait assez remarquable observé par M. Sainte-Claire Deville, c'est l'absence de vapeur d'eau, et par contre l'abondance de vapeurs de chlorure de sodium dans les émanations volcaniques.

complètement à notre intelligence, c'est celui des éclairs en boule. Voici cependant une explication de ce singulier météore que nous nous hasardons à présenter avec toute réserve. Ne se pourrait-il point que par l'effet de la propagation considérable d'électricité qui s'opère dans les nuages pendant un orage, l'eau fût décomposée comme elle l'est toutes les fois qu'il y a propagation d'électricité, et que de l'hydrogène mélangé avec une portion d'air atmosphérique renfermé dans une espèce d'enveloppe d'eau par une cause qui nous échappe, mais de même nature que celle qui détermine l'état de l'eau dans les nuages, déterminât la formation de ces boules qui sont comme des espèces de ballons qui flottent plus ou moins haut dans l'air? L'épouvantable bruit qui accompagne leur explosion serait dû à la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène qui aurait lieu au moment de la décharge des deux électricités contraires sur la route desquelles elles se trouveraient; la direction de la route même que suivent ces boules dépendrait, comme celle des coups de foudre, des nombreuses circonstances qui déterminent le chemin que parcourent les deux électricités dans leur tendance à se neutraliser. Quant à leur apparence lumineuse qui n'est pas accompagnée de chaleur sensible, elle proviendrait du rayonnement électrique de l'enveloppe aqueuse sortie du nuage avec une forte charge d'électricité; rayonnement qui se changerait en explosion au moment où le départ de cette électricité serait plus vivement sollicité par l'action de l'électricité contraire des corps ambiants.

Sans attacher plus d'importance qu'elle n'en mérite à l'explication que nous venons d'essayer et qui aurait besoin, pour prendre de la consistance, d'être appuyée sur des observations bien faites et sur des expériences directes, je ne puis m'empêcher cependant de remarquer qu'il ne serait pas impossible que la décomposition de l'eau et la présence de l'hydrogène qui en résulte, jouassent dans les phénomènes des orages électriques, un rôle plus grand qu'on ne le pense communément¹. Qui sait

¹ C'est ici que pourraient trouver leur application, les considérations de M. Schoenbein sur l'influence de l'oxygène ozoné qui existe en grande quantité

en particulier si le bruit même qui accompagne l'explosion électrique et qui constitue l'élément du tonnerre, ne serait point dû à la recomposition de l'eau décomposée par la propagation de l'électricité dans le nuage? Cette décomposition et cette recomposition pourraient se suivre immédiatement sans laisser d'autres traces que le bruit provenant de la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène. Et ce n'est pas là une vaine hypothèse; car nous avons une preuve directe que les choses peuvent se passer ainsi dans le bruit effrayant qui accompagne le passage de l'étincelle électrique de l'appareil d'induction de Ruhmkorff, à travers de l'eau distillée qui en même temps est légèrement décomposée. Du reste, que ce bruit provienne de la décomposition et de la recomposition de l'eau, qu'il provienne simplement de la vibration imprimée directement à l'eau par le passage de la décharge, il n'en fournit pas moins une explication parfaitement plausible du bruit du tonnerre avec lequel il a la plus grande analogie, sauf qu'il a une intensité absolue naturellement bien moindre et qu'il n'est pas accompagné du roulement; différences qui sont une conséquence nécessaire des circonstances bien dissemblables dans lesquelles il est produit. Ajoutons en faveur de l'analogie que nous venons d'indiquer, que M. Dumoncel en faisant passer l'étincelle d'induction de Ruhmkorff à travers de minces couches d'eau divisées par flaques sur une surface vernie, a vu le trait de feu, par lequel l'étincelle se manifeste en traversant l'eau, se terminer par une boule rouge, semblable, sauf la grandeur, à celle qui constitue le tonnerre en boule.

dans l'air en temps d'orage; on conçoit facilement que cette influence pourrait contribuer d'une manière notable à la décomposition de l'eau.

Liste des principaux travaux relatifs aux sujets traités dans ce chapitre :

De Saussure. — Électromètre et électricité atmosphérique. — *Voyage dans les Alpes*, in-4. Neuchâtel, 1784. T. II, p. 164 et 172.

Peltier. — Électromètre atmosphérique. — *Ann. de ch. et de phys. (Nouvelle série)*. T. IV, p. 385. — *Météorologie électrique.* — *Arch. de l'électricité*. T. IV, p. 173. — *Observations et recherches sur la formation des trombes*, 1 vol. in-8, Paris, 1840. — *Notice sur les travaux scientifiques de Peltier*, 1 vol. in-8, Paris, 1847.

Quetelet. — Électricité de l'air. — Rapports de l'humidité avec l'électricité. —

Mémoires de l'Académie de Bruxelles, 1849-1854. — *Arch. des sc. phys.* T. XI, p. 177, et T. XXVII, p. 5. T. II (1816), p. 93, et t. XLII (1829), p. 203.

Schübler. — Électricité atmosphérique. — *Bibl. univ.* T. II, p. 93; et t. XLII, p. 203.

Birt. — Observations d'électricité atmosphérique à Kew. — *Arch. des sc. phys.* T. XII, p. 224.

Plantamour. — *Idem.* — *Arch. d'électricité*. T. I, p. 260.

Romershausen. — Appareil pour l'électricité atmosphérique. — *Arch. des sc. phys.* T. X, p. 179.

Palmieri. — Électricité atmosphérique. — *Arch. des sc. phys.* T. XXVI, p. 105.

Arago. — Orages, tonnerre, éclairs, etc. — *Notices scientifiques*. T. I (Ouvres complètes).

Volta. — Retour périodique des orages. — *Ann. de ch. et de phys.* T. IV, p. 245.

Gay-Lussac. — Formation des nuages orageux. — *Ann. de ch. et de phys.* T. VIII, p. 158. — Instruction sur les paratonnerres. — *Ann. de ch. et de phys.*

T. XXVI, p. 258. — Formation des tubes fulminaires. — *Idem.* T. XXXVII, p. 319.

Baer. — Fréquence des orages dans les régions polaires. — *Bibl. univ.* T. XXX (1840), p. 407.

Pouillet. — Instruction de l'Académie des Sciences sur les paratonnerres. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*. T. XXXIX (1854), p. 1142.

Blanchet. — Mémoire sur un orage et sur la grêle. — *Annuaire météorologique de France* (1852).

Despine. — Grêles tombées en 1840 en Piémont et en Savoie. — *Académie des sciences de Turin*. T. VII (Deuxième série).

Lecoq. — Formation de la grêle. — *Ann. de ch. et de phys.* T. LXI, p. 202, et *Bibl. univ.* T. IV (1836), p. 217.

Boisgiraud. — Formation de la grêle. — *Ann. de ch. et de phys.* T. LXII, p. 91.

Schoenbein. — Origine de l'électricité des nuages. — T. XV, p. 89.

Becquerel. — Origine de l'électricité atmosphérique. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*. T. XLII (1856), p. 661.

Kirwan. — Électricité positive du brouillard sec de 1783. — *Bibl. Brit.* T. XXII, p. 235.

Oersted. — Trombes. — *Bibl. univ.* (1840). T. XXII, p. 145.

Waller. — Observations microscopiques sur la grêle. — *Arch. des sc. phys.* T. III, p. 30¹.

¹ Les observations de M. Waller, que nous avons omis de citer, confirment en plusieurs points ce que nous avons dit sur la formation de la grêle. Ainsi il a trouvé que la grêle a une température de 3 à 4°, et qu'elle renferme une quantité d'air considérable qu'elle abandonne en fondant, preuve que c'est bien l'eau des nuages qui s'est congelée. Il a réussi en faisant geler de la vapeur d'eau sur une plaque de verre sous le microscope, à obtenir quand il opérait en hiver des cristaux réguliers et peu de globules, tandis qu'en été les cristaux étaient peu nombreux et confus, et les globules très-abondants. C'est exactement ce que présente la nature; double résultat qui s'explique par le peu d'abondance de la vapeur dans le premier cas et la lenteur de la condensation, tandis que dans le second les circonstances sont précisément inverses.