

ou de pluie. Il arrive même, ainsi que cela semble résulter de changements brusques observés dans l'état électrique de l'air, que la précipitation commence souvent à avoir lieu même avant d'être visible; c'est ce que prouve au reste le fait qu'on a vu quelquefois la pluie tomber par un temps complètement découvert et en l'absence de tout nuage. Sous l'influence de ces précipitations aqueuses qui troublent l'état normal de l'atmosphère, non-seulement l'électricité positive ne suit plus dans l'intensité de ses signes sa marche régulière, mais on la voit souvent se changer en électricité négative plus ou moins forte. Les manifestations d'électricité négative faites par les instruments destinés à percevoir l'électricité atmosphérique précédent, accompagnent ou suivent généralement l'apparition des orages ou même celle de simples nuages ainsi que la chute de la pluie; ce n'est pas à dire qu'elles se présentent dans tous les cas où les nuages, les orages et la pluie se montrent, il s'en faut de beaucoup, mais elles n'ont lieu que dans ces cas-là. Aussi renvoyons-nous ce que nous avons à en dire au paragraphe suivant, consacré à l'état électrique anormal de l'atmosphère. C'est dans ce même paragraphe également que nous signalerons les variations irrégulières et brusques d'intensité que manifeste l'électricité positive, phénomène qui accuse, comme le précédent, une perturbation dans l'état électrique de l'atmosphère.

Mais avant de terminer le paragraphe actuel, nous devons nécessairement aborder une question que nous ne ferons qu'effleurer pour le moment, appelés que nous serons à y revenir dans le paragraphe relatif à l'origine de l'électricité atmosphérique. Cette question est de savoir quelle conclusion nous devons tirer des indications des électromètres atmosphériques sur l'état électrique réel de l'air et du globe terrestre. Suivant M. Peltier, le globe terrestre est complètement négatif et l'espace interplanétaire positif; l'atmosphère elle-même n'a point d'électricité, et n'est que dans un état passif, de telle façon que les effets observés tiennent à l'influence relative de ces deux grands magasins d'électricité. Quant à nous, sans discuter pour le moment cette opinion, nous sommes d'accord pour

admettre que le globe terrestre possède, du moins dans sa partie solide, un excès d'électricité négative, et qu'il en est de même des corps placés à sa surface; mais il nous paraît résulter des diverses observations que nous avons rapportées, que l'atmosphère elle-même est électrisée positivement; cette électricité positive provient évidemment de la même source que la négative du globe. Il est probable que c'est essentiellement dans les vapeurs aqueuses, dont l'atmosphère est toujours plus ou moins remplie, qu'elle réside, plutôt que dans les particules de l'air lui-même, mais elle n'existe pas moins dans l'atmosphère. Telle est la manière la plus naturelle, suivant nous, d'interpréter les résultats que nous venons de décrire, et nous verrons qu'elle trouve une confirmation dans les phénomènes dont il nous reste à parler.

§ 3. Des orages et des phénomènes électriques qui les accompagnent.

Nous venons de voir que lorsque le ciel n'est pas serein, l'état électrique normal de l'atmosphère éprouve des perturbations notables: la formation d'un nuage ou d'un brouillard est toujours accompagnée d'un changement de distribution dans l'électricité de la couche d'air où cette formation a lieu. Il est probable que les électricités positives dont chaque particule de vapeur est chargée se réunissent dans le globule formé par la réunion de plusieurs de ces particules au moment où leur précipitation a lieu. Les globules sont eux-mêmes, comme on le sait, autant de petits ballons sphériques dans lesquels une mince pellicule d'eau sert d'enveloppe à l'air intérieur: or, c'est cette couche d'eau qui possède toute l'électricité positive qui était répartie entre la multitude de particules de vapeur qui ont servi à sa formation. Mais quand les globules sont réunis pour former un brouillard ou un nuage, il ne faut point croire qu'il en résulte que le brouillard ou le nuage soit comme un conducteur métallique dont toute l'électricité est à la surface; les globules, suivant la remarque très-juste de M. Peltier, conservent leur isolement, et par conséquent leur électri-

cité individuelle, et le brouillard ou le nuage ne doit être considéré que comme une agglomération de corps distincts possédant tous leur charge électrique. L'électricité qui enveloppe le nuage extérieurement, loin d'être la totalité de celle dont il est chargé, n'en est donc qu'une très-faible portion, et cette couche électrique extérieure se reproduit après chaque décharge aux dépens de chacun des globules intérieurs qui concourent à former le nuage entier. Il est facile de constater de plusieurs manières que c'est bien ainsi que l'électricité est distribuée dans un brouillard ou dans un nuage : il n'y a qu'à placer un électroscope au milieu d'un brouillard ou d'un nuage poussé par le vent, et on remarque combien la divergence varie avec le passage des flocons et des mamelons opaques. Il faut seulement avoir soin, quand il s'agit d'un brouillard, de ne pas placer l'instrument trop près de terre, parce que les portions basses, trop humides et trop conductrices, perdent leur électricité dans le sol dont elles sont très-rapprochées.

Une autre preuve que Peltier donne de ce mode de distribution de l'électricité dans un nuage est le fait qu'une seule décharge n'ôte point à un nuage toute son électricité, ce qui devrait avoir lieu si celle-ci était toute condensée à sa surface : bien qu'il n'y ait qu'un coup de tonnerre dans un orage limité et formé de nuages agglomérés, on sait que le plus souvent il y a un nombre considérable de décharges violentes et successives. Au reste, il est facile, en disposant convenablement un électroscope, lorsque le ciel est couvert de nuages orageux, de manière qu'il soit à l'abri de toute influence latérale, de s'assurer que les décharges périphériques sont précédées d'une quantité de petites décharges particulières qui ont lieu dans l'intérieur des nuages. On voit, en effet, les feuilles d'or de l'instrument diverger brusquement, et par secousses, sans qu'il y ait d'éclairs ni de tonnerre. Quand les feuilles ont ainsi divergé par intermittence plusieurs fois, un coup de tonnerre se fait entendre, l'éclair va frapper un autre nuage ou le sol voisin ; le calme semble alors se rétablir dans l'électromètre, mais bientôt les mêmes divergences reparaisent, la périphérie du nuage se recharge d'électricité, et une nouvelle étin-

celle en jaillit pour aller frapper le corps le plus rapproché.

Pour bien comprendre les phénomènes électriques des nuages, il faut donc se familiariser avec l'idée des individualités de chacun des globules qui les composent. Ces globules sont eux-mêmes groupés par petits flocons ayant leurs limites et leur sphère d'action comme les globules eux-mêmes ; les petits flocons en se groupant forment des flocons plus gros ; ceux-ci des mamelons ; un certain nombre de mamelons par leur réunion forment une nuelle ; et les nuelles à leur tour forment des nuages définis ; le groupement des nuages définis forme un *cumulus*, et plusieurs *cumulus* un *nimbus*¹. Ainsi ces individualités ont toutes leurs sphères électriques particulières et indépendantes, en équilibre de réactions entre elles et avec la sphère générale extérieure du nuage. Ce n'est qu'en envisageant de cette manière, qui est d'accord avec l'observation, l'état électrique des nuages, qu'on peut concevoir leur puissance énorme d'attraction dans certains cas et d'autres phénomènes qu'ils présentent.

Il est facile de concevoir maintenant comment la pluie ou la neige se trouvent chargées d'une électricité qu'elles apportent avec elles dans leur chute. En effet, chaque goutte de pluie ou chaque flocon de neige doit posséder l'électricité dont étaient chargés les globules du nuage qu'ils ont servi à former par leur agglomération, et cette électricité doit agir par communication ou par influence sur les électromètres.

Les signes électriques qui accompagnent la chute de la pluie ou de la neige, comme ceux que détermine le voisinage d'un

¹ On distingue les nuages eux-mêmes en trois espèces : les *cirrus*, qui ont l'apparence de filaments déliés et qui sont les plus élevés ; les *cumulus*, qui sont moins élevés, ont une apparence arrondie et forment ces gros nuages accumulés à l'horizon, qui ressemblent de loin à des montagnes couvertes de neige ; les *stratus*, qui sont les bandes horizontales qui se forment au coucher du soleil et disparaissent à son lever. Lorsque les *cumulus* s'entassent et deviennent plus denses, ils passent à l'état de *cumulo-stratus*, qui eux-mêmes passent à l'état de *nimbus* ou nuage pluvieux, lequel se distingue par sa teinte d'un gris uniforme et ses bouts frangés ; on ne peut plus distinguer les nuages qui le forment, tant ils sont confondus.

nuage sont tantôt positifs, tantôt négatifs. Cette différence, dans la nature de l'électricité accusée, tient-elle à ce que les nuages ont réellement un état électrique différent ou n'est-elle qu'un simple effet d'influence à distance? Suivant M. Peltier, d'accord en cela avec la plupart des physiciens, il y aurait des nuages positifs et d'autres négatifs; les premiers seraient généralement d'un blanc rosé ou orangé, les seconds auraient une teinte grise plombée ou d'ardoise; ainsi, dans un séjour sur le Faulhorn, M. Peltier observa pendant six journées une chute de neige et de grésil qui était accompagnée, celle de la neige, qui provenait de nuages blancs, d'une forte électricité positive, celle du grésil, qui venait des nuages gris, d'une forte électricité négative. Schübler a trouvé pendant la chute de la pluie presque autant de cas d'électricité positive que de négative, et un grand nombre d'observateurs ont obtenu par l'action directe des nuages sur les électromètres, tantôt des signes positifs, tantôt des signes négatifs. D'un autre côté, M. Quetelet n'a jamais observé d'électricité négative dans quatre années d'observations pendant des brouillards ou des neiges, il n'en a observé que pendant des pluies, soit qu'elles eussent lieu au point d'observation, soit qu'elles en fussent plus éloignées; cependant, sur 30 observations d'électricité faites pendant la pluie, il n'y en a que 6 pendant lesquelles l'électricité était négative, tandis qu'il y en a 24 pendant lesquelles elle était positive. M. Palmieri va plus loin encore; il estime qu'il n'y a jamais de nuages, ni par conséquent de pluies intrinséquement négatifs, et que l'électricité négative qu'on observe et qui est souvent assez durable quand elle accompagne la chute de la pluie, de la grêle ou de la neige, est un effet de l'influence exercée par la forte électricité positive que possède le nuage et la pluie qui en provient. Pour bien analyser la série des phénomènes, nous supposons une pluie commençant à tomber à une grande distance du lieu d'observation, qui y arrive ensuite sous l'action du vent, et qui le dépasse sans cesser de tomber; voici comment les choses se passent.

Quand la pluie est très-éloignée, les instruments indiquent de l'électricité positive, comme ils le font habituellement,

et presque toujours avec une légère augmentation de tension.

Quand la pluie s'est rapprochée à une certaine distance, on trouve une forte électricité négative qui produit souvent de fortes étincelles au conducteur fixe.

Quand la pluie a atteint le lieu d'observation, on trouve de nouveau une grande quantité d'électricité positive.

Quand la pluie a dépassé l'observatoire, on a de nouveau une forte tension négative.

Enfin, lorsque la pluie s'est suffisamment éloignée, l'atmosphère revient à son état habituel de tension positive.

Entre chaque période, il y a un moment de neutralité de courte durée.

Ainsi donc, en laissant de côté le commencement et la fin du phénomène où l'atmosphère est simplement à son état normal, on distingue trois périodes importantes : 1° celle du *rapprochement* de la pluie qui est négative; 2° celle de la *chute verticale* qui est positive; 3° celle de l'*éloignement* qui est négative.

Pour reconnaître cette loi, il faut qu'on ait une vue étendue depuis l'observatoire, afin que l'on puisse voir l'averse de très-loin, car la distance à laquelle la pluie commence à produire ou à induire de l'électricité négative est très-variable. Quelquefois, à une distance de 30 milles, cette action se manifeste déjà, et d'autres fois elle ne commence que lorsque les premières gouttes atteignent l'observateur. Ces différences proviennent probablement de l'étendue de l'averse et de l'état électrique du nuage dont elle provient.

La pluie occupe donc une région chargée d'électricité positive entourée d'une zone chargée d'électricité négative; en sorte que si la pluie commence et finit au lieu d'observation, on trouve de l'électricité positive seulement, et si elle passe à une certaine distance, sans atteindre l'observateur, c'est l'électricité négative qui apparaît seule. On doit aussi noter que, dans le cas assez fréquent où il tombe simultanément plusieurs averses à quelque distance les unes des autres, le phénomène peut se compliquer beaucoup.

Il faut donc abandonner l'idée de pluies négatives ou neu-

tres, et admettre seulement des périodes séparées les unes des autres par des moments de neutralité. Les nuages négatifs n'existent pas, et l'on observe de l'électricité négative par un ciel serein uniquement dans le cas d'une chute de pluie, de grêle ou de neige, à quelque distance. Les effets sont incomparablement plus énergiques pendant ces trois périodes; c'est alors seulement que les conducteurs donnent de fortes étincelles, et il paraît probable que c'est dans ces circonstances seulement que le phénomène de la foudre peut se produire; en sorte qu'il serait toujours accompagné de pluie ou de grêle.

M. Quetelet, qui a fait pendant plus de dix années consécutives des observations régulières d'électricité atmosphérique, se rapproche beaucoup de l'opinion de M. Palmieri; il croit seulement que ce savant va un peu loin en niant absolument l'existence de nuages chargés d'électricité négative. Du reste, il estime qu'on peut résumer ce qui appartient à l'effet d'un nuage orageux dans sa forme la plus générale en le considérant ainsi qu'il suit: Quand l'air est parfaitement pur, les couches supérieures sont électrisées positivement par rapport aux couches inférieures; et, en considérant la surface de la terre comme étant à l'état neutre, la tension des couches de l'atmosphère croît à mesure qu'on s'élève. Maintenant supposons un nuage électrisé positivement, placé dans une pareille atmosphère, et tâchons de nous rendre compte de ce qui arrive.

D'après l'observation, tout se passe comme si le nuage orageux était entouré d'une couche électrique négative. L'épaisseur de cette couche ne doit pas être partout la même, car la surcharge positive du nuage qui la détermine, ou du moins qui la maintient¹, ne doit pas se trouver également répartie, d'abord à cause de la forme plus ou moins anguleuse du nuage, et puis parce que, dans la partie supérieure du nuage, la surcharge sera refoulée en partie par l'électricité des couches supérieures de l'atmosphère. Cet effet sera d'autant plus prononcé qu'en suivant la périphérie du nuage on se rapprochera

¹ M. Quetelet ne prétend point expliquer le fait, il cherche seulement à en concevoir plus facilement les effets.

davantage de sa partie inférieure dirigée vers la terre. Les couches d'air avoisinantes, ainsi que la surface de la terre, seront donc relativement dans un état négatif beaucoup plus prononcé que si le nuage n'existait pas, et la différence sera beaucoup plus sensible que dans le haut du nuage.

Pour un observateur placé à une grande distance du nuage orageux, l'électromètre, élevé au-dessus du sol, donne des signes d'électricité positive, les indications deviennent plus faibles à mesure que le nuage approche, puis elles se réduisent à zéro, et enfin le signe de l'électricité change. L'électromètre accuse de l'électricité négative non-seulement à l'approche du nuage, mais encore pendant le commencement de son passage. Toutefois l'électricité diminue progressivement, passe par 0° et reprend l'état positif quand commence la pluie; elle retourne à sa première valeur, après avoir passé par les mêmes phases, quand le nuage est assez éloigné pour ne plus exercer d'influence. La sphère d'activité d'un nuage est parfois extrêmement grande et s'étend à plusieurs lieues. Il n'est pas rare de voir des nuages à l'horizon marquer leur présence par des signes d'électricité négative.

Il est évident, du reste, que la largeur de la zone électrique négative et l'intensité de l'électricité qu'on y observe, de même que celle du nuage, doivent dépendre en grande partie de l'état hygrométrique de l'air.

Arrêtons-nous plus spécialement à l'instant où le nuage, surchargé positivement, vient à verser de la pluie, il arrivera que les gouttes, en tombant, porteront à terre l'électricité du nuage, et avec d'autant plus d'abondance que la pluie sera plus forte. Tant qu'il ne tombe que quelques gouttes, cette eau ne tend qu'à paralyser en partie les effets de l'atmosphère négative qui entoure le nuage et qui agit sur l'électromètre. Si l'on observe l'instrument dans cet instant, on pourra être disposé à croire que la pluie est négative. Le changement de signe de l'électricité est, en quelque sorte, graduel. Dans une averse, le changement est presque toujours instantané, et le passage par zéro est pour ainsi dire insaisissable.

Dans cet état de choses, tous les observateurs, qui se trouvent

au-dessous du nuage et dans la région où il pleut fortement, doivent observer de l'électricité positive. Sur la lisière de la région où ils sont placés, l'électromètre marque *zéro*; puis il accuse de l'électricité négative plus ou moins énergique. Cette zone négative est elle-même limitée par une ligne où l'électromètre marque une seconde fois *zéro*; et, plus loin, il accuse de l'électricité positive croissante jusqu'à ce qu'on soit en dehors de l'influence du nuage orageux.

Quand le nuage est assez bas pour toucher la surface de la terre, l'électromètre accuse l'électricité du nuage même; l'expérience se fait dans le brouillard, qui, comme l'on sait, donne une électricité positive très-intense. Cependant le nuage, par son contact avec le sol, doit tendre à perdre rapidement son état électrique.

Pour des nuages positifs fort élevés, donnant quelques gouttes d'eau seulement, l'atmosphère négative qui les entoure peut ne pas étendre son action jusqu'à la terre, surtout si la surcharge électrique est faible.

Quand le nuage rencontre des montagnes, il s'y porte d'autant plus vivement que les sommets ont une tension négative plus marquée, et il y adhère, comme les médiocres conducteurs, en cédant successivement son électricité.

Voilà ce qui s'observe sous le rapport de l'électricité *statique*. Consultons maintenant le galvanomètre, et étudions le phénomène sous le rapport de l'électricité dynamique. Quand le nuage approche, et lorsqu'il commence à passer, l'instrument donne en général des indications de courants ascendants: l'électricité du sol se trouve attirée vers le nuage, et quelquefois la poussière est vivement soulevée; mais quand la pluie tombe plus abondamment, le courant devient descendant, l'eau du nuage amène l'électricité positive vers le sol; à chaque coup de tonnerre, ou plutôt à chaque éclair, le courant passe avec plus d'énergie, et l'aiguille du galvanomètre est parfois rejetée avec force contre ses arrêts. Il arrive même quelquefois que l'état magnétique de l'aiguille se trouve altéré d'une manière durable.

Pendant que le nuage orageux s'éloigne, les phénomènes

manifestés par le galvanomètre se produisent dans un ordre inverse.

Avant même l'arrivée du nuage orageux, comme après son passage, le galvanomètre donne des indications prononcées à chaque éclair ou à chaque explosion électrique qui met le nuage en rapport avec le sol. Quelquefois aussi le sens du courant est interverti.

Si l'on supposait le nuage électrisé négativement, il serait facile, d'après ce qui vient d'être dit, de se rendre compte des phénomènes qui devraient se produire; remarquons seulement qu'en général, les nuages orageux sont électrisés positivement. Les nuages qui seraient exclusivement négatifs devraient, toutes choses égales, échapper davantage à nos observations et se trouver dans des régions plus élevées. Ces nuages, en effet, placés entre la terre, relativement négative, et les régions supérieures, fortement positives, doivent se porter vers ces dernières, et leur ascension ne doit s'arrêter que quand il y a équilibre entre les forces électriques et la tendance des nuages à descendre.

Dans tout ce qui précède, nous avons pris le phénomène dans sa forme la plus simple, nous n'avons considéré que l'action d'un seul nuage; mais il sera facile de se rendre compte de ce qui arriverait si plusieurs nuages étaient en présence sans faire partie d'un même système électrique. Supposons, par exemple, deux nuages électrisés positivement et superposés; ils vont agir par influence, et la partie inférieure du nuage le plus élevé sera fortement positive par rapport à la partie supérieure du nuage le plus bas. Ce dernier à son tour sera à l'état négatif dans le haut, et à l'état positif dans la partie dirigée vers la terre; l'état de la couche d'air interposée entre les deux nuages subira également leur influence, et dépendra de l'épaisseur et de l'état hygrométrique de cette couche. Ce sera aussi de ces circonstances que dépendra le passage graduel, ou violent et instantané, de l'électricité d'un nuage à l'autre.

Si les nuages orageux, au lieu d'être superposés, se trouvaient côte à côte et à la même hauteur, ils s'influenceraient latéralement, et l'on s'expliquerait encore les actions qui naîtraient de ces sortes d'influence, dans l'hypothèse de nuages

plus ou moins chargés d'électricité, plus ou moins positifs l'un relativement à l'autre. Ces sortes d'actions entre nuages orageux rendent parfois les phénomènes très-complexes, et font que plusieurs orages peuvent se mêler et donner lieu à de fréquents changements dans les signes électriques et dans le sens des courants. Ajoutons enfin que la nature et la hauteur des nuages jouent nécessairement un grand rôle dans les phénomènes électriques de l'atmosphère.

Après avoir ainsi étudié l'état électrique des nuages, passons aux orages eux-mêmes. Quoique les nuages soient tous doués plus ou moins d'électricité, il faut certaines conditions pour que leur présence donne lieu à un orage. La principale de ces conditions, et peut-être l'unique à la production de laquelle les autres seulement concourent, c'est l'agglomération dans un même lieu d'une quantité aussi grande que possible des globules élémentaires qui constituent le nuage, et par conséquent la présence d'un très-grand nombre de nuages et de nuages très-denses; il est évident qu'il en résulte une grande accumulation d'électricité, puisque chaque globule porte son électricité avec lui. Cette condition est plus facilement remplie en été qu'en hiver, car dans la première des deux saisons il suffit d'un refroidissement de quelques degrés pour déterminer une condensation considérable de vapeurs. Les courants d'air qui amènent dans un même lieu un grand nombre de nuages contribuent avec la première cause à la formation de l'orage: quoique produisant un effet plus prononcé en été qu'en hiver, c'est à eux seuls cependant qu'on peut attribuer les orages d'hiver. On peut au reste diviser les orages en deux classes: les uns sont dus à l'action d'un courant ascendant; les autres sont un résultat de la lutte de deux vents opposés; les premiers ne se montrent que pendant la saison chaude, les seconds pendant l'hiver et en été. Dans nos climats, les orages se forment habituellement en été lorsque la température est élevée, le sol plus ou moins humide, l'air calme et le ciel serein: la terre humide étant fortement réchauffée par les rayons solaires, il en résulte un courant ascendant de vapeurs qui viennent se condenser dans les parties élevées de l'atmosphère; il peut se produire

alors un nuage dense et volumineux qui est fortement électrisé. Quand les orages se forment ainsi, ils ont lieu ordinairement à l'instant de la plus forte chaleur du jour; mais ce qui est assez curieux, c'est que, quelquefois dans la même localité, les conditions restant les mêmes, il se produit un orage plusieurs jours de suite, jusqu'à ce que le vent et les circonstances atmosphériques aient changé. Volta a, le premier, signalé cette périodicité qui n'a lieu que pour les orages dus aux courants ascendants, et nullement pour les orages produits par la lutte de deux vents opposés.

La présence des nuages dans l'atmosphère ne donne pas toujours naissance à des orages, mais les nuages orageux ont certains traits distinctifs qui les caractérisent. Parmi ces traits, nous citerons une sorte de fermentation à laquelle ils paraissent seuls être sujets, et qu'on a observée et décrite Beccaria et Forster; on peut, à ce premier trait, ajouter, suivant Beccaria, la manière dont ils se forment et s'agglomèrent. Ces nuages, ordinairement très-denses, s'élèvent rapidement de quelque point de l'horizon; ils sont terminés par un grand nombre de contours curvilignes et nettement arrêtés; ils se gonflent, diminuent de nombre et augmentent de grandeur, tout en restant attachés invariablement à leur première base. Entre eux et l'horizon on aperçoit un gros nuage très-sombre, par l'intermédiaire duquel ils semblent toucher à la terre, et dont la teinte obscure se communique de proche en proche aux nuages élevés; c'est leur surface générale, celle du moins qu'on aperçoit de la plaine, qui devient de plus en plus noire. Des parties les plus hautes de cette masse unique et compacte partent, sous la forme de longs rameaux, les nuages qui, sans s'en détacher, vont graduellement couvrir tout le ciel. Indépendamment de ces rameaux, on aperçoit, çà et là dans l'atmosphère, des nuages légers dont les mouvements sont brusques, incertains, irréguliers, et que Beccaria a appelés *ascilizi*, ou nuages additionnels. Ajoutons que la couche de nuages, qui semble parfaitement unie sur sa surface inférieure, présente sur sa face supérieure de hautes protubérances et de profondes cavités, c'est ce qu'on a remarqué des observateurs qui, du haut de pics très-

élevés, se trouvaient au-dessus des orages. Les nuages orageux, quoique en général soumis à la direction des vents, semblent cependant, dans certains cas, abandonner cette direction pour suivre celle des cours d'eau, et dans d'autres être attirés par les sommets des montagnes.

La hauteur à laquelle peuvent se trouver les nuages orageux n'a pas été déterminée d'une manière bien précise; seulement on peut dire qu'il résulte des observations de Humboldt, de De Saussure et de bien d'autres sur les sommets les plus élevés des Andes, des Alpes et des Pyrénées, qu'il y a de véritables et de fréquents orages à d'immenses hauteurs au-dessus de l'Océan, à plus de 5000 mètres, par exemple. Peut-il y avoir dans les pays de plaine des nuages orageux à une si grande hauteur absolue? Il semblerait qu'on peut répondre affirmativement, du moins d'après quelques observations isolées rapportées par M. Arago; cependant, en général, les hauteurs ordinaires des nuages orageux ne sont pas considérables; on a un exemple d'un nuage orageux d'où la foudre partit, qui n'avait que 8 mètres d'épaisseur et que 28 mètres d'élévation au-dessus du sol: c'était, il est vrai, un cas *minimum* extrême; mais, en général, ces hauteurs varient entre 200 et 2,000 mètres. M. Kaemtz est disposé à croire, d'après un grand nombre d'observations faites sur de hautes montagnes, que les orages ont lieu généralement à des hauteurs bien plus considérables. La divergence qui existe à cet égard entre les météorologistes peut tenir à ce que la région des orages est très-étendue dans le sens vertical, ou, en d'autres termes, à ce qu'il y a une grande distance entre le nuage le plus rapproché du sol et celui qui en est le plus éloigné, parmi ceux qui concourent au même orage.

Lorsque des nuages orageux chargés d'électricité contraire se trouvent dans leur sphère d'activité réciproque, de longues étincelles commencent à éclater, même à de grandes distances: c'est le commencement de l'orage; mais bientôt les attractions et les répulsions provenant de leur état électrique, jointes à l'action des vents qui leur impriment des mouvements de translation et de rotation, rapprochent les nuages les uns des autres, en leur donnant souvent les formes les plus bizarres; et dès

qu'ils sont à une distance convenable de la terre, le bruit des décharges électriques se fait entendre.

Avant d'analyser les phénomènes de l'éclair et du tonnerre, ajoutons que les nuages dont nous venons de décrire la formation ne sont pas les seuls qui donnent naissance aux effets de la foudre, mais que ces mêmes effets se manifestent aussi dans les nuées qui sortent des cratères des volcans. Pline le Jeune, en décrivant la fameuse éruption du Vésuve, de l'an 79 de notre ère, parle de nuées qui s'ouvraient et laissaient échapper de longs sillons de flammes semblables à des éclairs, et, sans nous arrêter à d'autres observations, nous nous bornerons à rappeler l'éruption de 1794, si bien décrite par Hamilton, qui fut accompagnée de nuées orageuses qui lançaient des éclairs suivis constamment de décharges comparables à celles des plus violents coups de tonnerre; cet orage volcanique, formé par la seule influence du volcan, était tellement semblable aux orages ordinaires, que les foudres qu'il lançait produisaient les accidents accoutumés, et que des habitations furent foudroyées. Un nuage, en particulier, fut transporté par le vent jusqu'au-dessus de la ville de Tarente, dont la distance au Vésuve est de 400 kilomètres, et y foudroya une maison. Ce nuage était, en grande partie, composé de cendres qui avaient la finesse du tabac d'Espagne. Des observations récentes de M. Palmieri, sur lesquelles nous reviendrons plus loin, ont jeté beaucoup de jour sur les phénomènes électriques des volcans.

Nous avons déjà signalé l'observation faite par Volta d'une certaine périodicité dans les orages; il paraît que certaines causes locales telles, par exemple, que la configuration du terrain, la direction du vent qui souffle dans une vallée peuvent occasionner la formation d'un orage de préférence à une autre localité. Mais les causes qui déterminent les orages embrassent le plus souvent une certaine étendue de pays, et alors les nuages électriques, d'abord circonscrits, s'étendent en tout sens, et parviennent à couvrir de vastes surfaces. Toutefois une longue série d'observations a démontré qu'il existe une certaine distribution des orages à la surface du globe,