

Abbé Th. MOREUX

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE BOURGES

La Foudre

Les Orages, la Grêle



Arthème FAYARD
ÉDITEUR
PARIS



l'Abbé Th. MOREUX
Directeur de l'Observatoire de Bourges.



LA Foudre



LES ORAGES



LA GRÊLE



PARIS
A. FAYARD et C^{ie}
éditeurs
RUE DU SAINT-GOTHARD,
48 et 20



La Foudre, les Orages
La Grêle



Ouvrages de la même Collection et du même Auteur :



1. — Quelques Heures dans le Ciel.
2. — Les Merveilles des Mondes.
3. — L'Océan Aérien.
4. — Un Jour dans la Lune.
5. — Les Éclipses.
6. — Les Secrets de la Mer.
7. — La Foudre, les Orages, la Grêle.

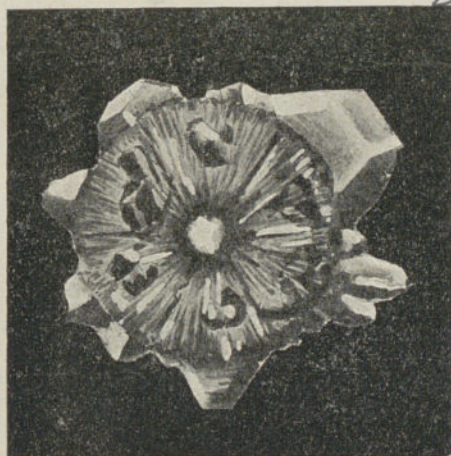


Abbé Th. MOREUX

Directeur de l'Observatoire de Bourges

LA Foudre
LES ORAGES
LA GRÊLE

Illustrations d'après des photographies
et documents originaux



PARIS

ARTHÈME FAYARD & C^{ie}, ÉDITEURS

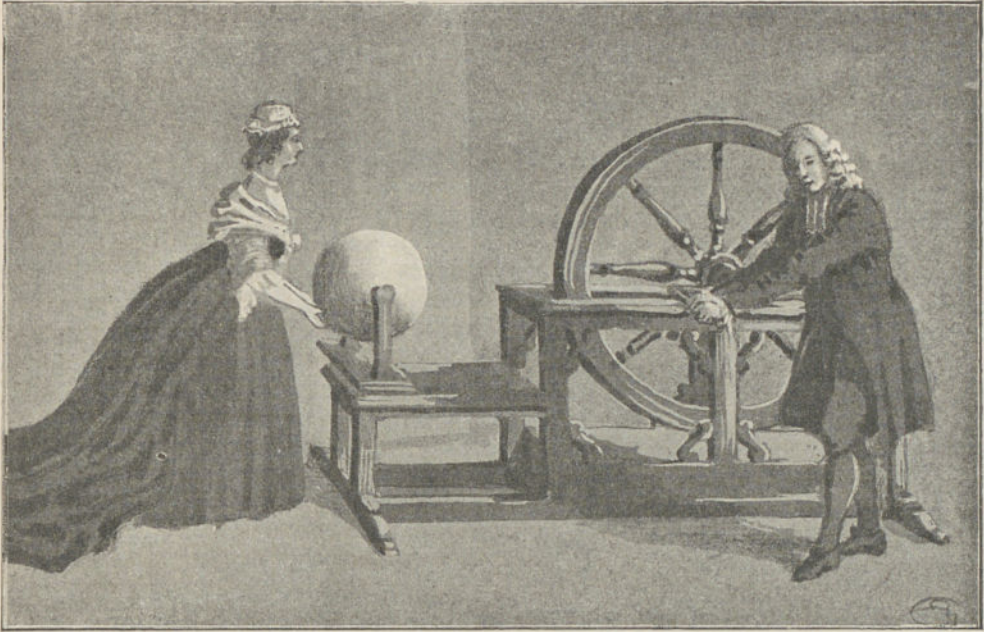
18-20, RUE DU SAINT-GOTHARD, 18-20

Tous droits réservés



UN COUP DE FOUDRE SUR LA TOUR EIFFEL.

Photographie prise par M. G. Loppé (reproduction interdite).



LA MACHINE ÉLECTRIQUE DE L'ABBÉ NOLLET, EN 1747

CHAPITRE PREMIER

L'Électricité atmosphérique.

L'Électricité, cette partie de la Science dont l'industrie humaine est actuellement tributaire, est en somme d'acquisition récente.

Et cependant dès l'antiquité on avait reconnu, dans certains corps, la présence d'une sorte d'attraction s'exerçant sur des matières légères.

C'est ainsi que Thalès de Milet, 600 ans avant J.-C., constatait que « l'ambre frotté attirait à lui des corps légers, comme par un souffle ».

Cette curieuse propriété fut désignée plus tard sous le nom d'*Electricité* du mot grec, *electron*, qui signifie ambre.

Quant à la vraie cause du phénomène, personne n'en eut la moindre idée et il en fut ainsi jusqu'à la fin du moyen âge.

Comment d'ailleurs en aurait-il été autrement? Dans l'antiquité les peuples crédules ajoutaient la plus grande foi à

toutes les fantaisies de leurs poètes et admettaient par exemple sans autre démonstration que les abeilles naissent du corps putréfié d'un bœuf et que l'ambre provient de l'incrustation des larmes d'un oiseau de l'Inde pleurant la mort du roi Méléagre.

Qui se fût douté à ces époques reculées qu'on pût établir un rapprochement entre ces phénomènes bien inoffensifs en apparence et les grandioses manifestations de la foudre?

Au début, les hommes ne virent sans doute dans les orages que vengeance des dieux de l'Olympe et les anciens législateurs, comme les premiers rois durent, en plus d'un cas, profiter de cette circonstance pour affermir leur autorité et retenir par la crainte, dans la voie du devoir les peuples dont ils avaient la charge.

Dans leurs fictions poétiques les phi-

Losophes grecs les plus anciens tentèrent de modifier cette notion : le tonnerre et les éclairs provenaient des Cyclopes occupés dans les cavernes de Lemnos, à forger les foudres de Jupiter, qui seul parmi les divinités de l'Olympe avait le don et la puissance de les utiliser.

Chez les Romains, le tonnerre est aussi une manifestation spéciale et caractéristique de la divinité.

C'est ainsi que Virgile dépeint Jupiter ratifiant par le bruit du tonnerre le pacte des nations troyenne et latine ; de même Prométhée aurait découvert et révélé aux hommes le moyen de faire descendre le feu du ciel : mais dans ce dernier cas, il est infiniment probable, non pas que Prométhée utilisa la foudre, mais enseigna aux hommes une des méthodes encore employée aujourd'hui par les peuples sauvages pour se procurer du feu.

On attribue aussi à Salmonée, roi d'Elide, la connaissance d'une méthode pour « soutirer aux nuages la matière électrique et l'amasser au point de déterminer d'effrayantes explosions ». Et on cite à ce propos, qu'en Elide, près du grand autel du temple d'Olympe, existait un autel entouré d'une balustrade et consacré à Jupiter Catabatès (qui descend). En réalité, cette fable ne repose sur aucun fondement ; il est possible que Salmonée par un moyen quelconque, ait voulu imiter le bruit du tonnerre et qu'il ait péri au cours de ses essais, mais c'est tout ce que l'on peut raisonnablement supposer.

On attribue encore à Zoroastre, fondateur de la religion des Mages, l'art de conjurer la foudre et l'on signale diverses traditions à ce sujet : Le démon serait apparu à Zoroastre au milieu du feu et aurait imprimé sur son corps une marque lumineuse ; quand il quitta la montagne où il avait longtemps vécu dans la solitude, il parut tout brillant d'une flamme inextinguible qu'il avait fait descendre du ciel. Il serait mort en se frappant lui-même de la foudre qu'il pouvait diriger à son gré.

Dans cet ordre d'idées les traditions

ne manquent pas. Malheureusement, aucune d'elles ne repose sur un fait historique précis.

N'a-t-on pas raconté que Numa Pompilios, second roi de Rome, chercha à rendre la foudre moins malfaisante.

Guidé par la nymphe Egérie, il fait enivrer Faunus et Martius Picus, dieux des forêts ou prêtres des divinités étrusques, les garrotte solidement et ne leur laisse entrevoir la liberté que s'ils lui apprennent la manière d'apaiser la foudre.

« Nous sommes des dieux champêtres, lui répond Faunus, et nous habitons le sommet des montagnes. Nous pouvons disposer des foudres de Jupiter. Tu ne saurais maintenant les obtenir toi-même du ciel, mais peut-être pourrais-tu y réussir avec notre secours. »

Finalement, le secret fut livré et au jour fixé, à l'aurore, Numa entouré de tout son peuple, la tête voilée de blanc, élève ses mains au ciel et demande que la promesse des dieux soit remplie.

« Pendant qu'il parle, le disque entier du Soleil s'est montré ; un bruit éclatant retentit au plus haut des airs. Dans un ciel sans nuages, Jupiter a tonné trois fois et trois éclairs ont resplendi. » A ce moment, le ciel s'entr'ouvre et le bouclier sacré tombe aux pieds du roi de Rome.

Tel est le récit d'Ovide. Numa put répéter plusieurs fois cette cérémonie, mais son successeur Tullus Hostilius qui avait appris le secret dans les livres de Numa fut foudroyé.

Il faut bien se garder de prendre ces narrations poétiques au pied de la lettre. Numa était un prince très religieux qui honorait fréquemment Jupiter, le maître de la foudre ; son successeur, au contraire, fut moins pieux et l'on attribua à une vengeance du ciel sa fin malheureuse ; son palais fut incendié, et dans les décombres fumants on retrouva carbonisé le corps de Tullus.

Cette idée de la manifestation de la colère divine par la foudre se retrouve chez presque tous les peuples anciens : c'est elle qui plus tard fera fuir les habitants du Nouveau Monde devant les mous-

quets et les canons des soldats de Pizarre et de Cortez.

Il faut arriver au XVII^e siècle, pour rencontrer des essais d'explication de la foudre et du tonnerre. La première théorie paraît due à Descartes.

Sans doute, elle est radicalement fautive; sachons gré cependant à son auteur d'avoir placé la question sur un terrain purement scientifique.

D'après lui, le bruit du tonnerre et l'apparition de l'éclair provenaient du grand dégagement de chaleur produit par l'air contenu entre deux nuages, à des hauteurs inégales dans l'atmosphère, et comprimé par la chute du plus élevé sur le plus bas.

Boerhaave admet une hypothèse analogue et nous y reviendrons plus tard, à propos des théories sur l'orage.

Tel était l'état de la question à une époque où cependant on connaissait les travaux de physiciens dont nous allons parler.

Dans les dernières années du XVI^e siècle vivait, en Angleterre, Guillaume Gilbert, de Colchester. Il était médecin de la reine Elisabeth, mais la science de la médecine n'était pas alors tellement développée, que les disciples d'Esculape ne pussent consacrer une partie de leurs loisirs à d'autres études : c'est ce que fit Gilbert.

Dans un livre paru en l'an 1600 et intitulé *De arte magnetica*, il soumit pour la première fois à un examen approfondi les phénomènes magnétiques en général, puis les phénomènes d'attraction particuliers à l'ambre jaune. Il reconnut ainsi que l'ambre et le jayet n'étaient pas les seuls corps doués de cette propriété extraordinaire. Celle-ci paraît commune à la plupart des pierres précieuses : le diamant, le saphir, l'opale, l'améthyste, l'aigue-marine, le cristal de roche. Nombre de matières communes en jouissent, le verre, les bélemnites, le soufre, le mastic, la cire d'Espagne, la résine, l'arsenic, le sel gemme, le talc, l'alun de roche présentent des propriétés analogues.

Toutefois, Guillaume Gilbert arrêta là ses découvertes et ce fut l'illustre Otto de Guericke, bourgmestre de Magdebourg, le même qui avait construit la première machine pneumatique, qui dota la science de la première machine électrique.

« Prenez, dit-il, une sphère de verre, ou, comme on l'appelle, une fiole de la grosseur d'une tête d'enfant, placez-y du soufre concassé en morceaux dans un mor-



BOERHAAVE, CÉLÈBRE MÉDECIN ET PHYSICIEN HOLLANDAIS (1668-1738).

tier, et approchez-la du feu, de manière à faire fondre le soufre. Le tout étant refroidi, cassez le globe de verre pour en retirer la sphère de soufre que vous conserverez dans un lieu sec ; il faut ensuite percer ce globe de manière à faire traverser son axe d'une tige de fer. Le globe sera alors préparé. »

Si grossière que fût cette machine, elle permit à Otto de Guericke, de constater la production de phénomènes lumineux très faibles, il est vrai, et dont la clarté surpassait à peine l'espèce de lueur phosphorescente qu'émet le sucre frappé ou cassé dans l'obscurité.

Mais, déjà, on avait le pressentiment

qu'il existait une analogie certaine entre ces curieux phénomènes et les manifestations grandioses que la nature met sous nos yeux, pendant les orages.



OTTO DE GUERICKE, DE MAGDEBOURG, (1602-1686) INVENTE LA PREMIÈRE MACHINE ÉLECTRIQUE.

Bientôt, un physicien anglais, nommé Wall, contemporain d'Otto de Guericke, réussissait de son côté à obtenir de plus vives étincelles accompagnées de craquements facilement perceptibles :

« En frottant rapidement le morceau d'ambre avec du drap, et en le serrant assez fortement avec ma main, on entendit un nombre prodigieux de petits craquements. Si quelqu'un présentait le doigt à une petite distance de l'ambre, on entendait un grand craquement suivi d'un grand éclat de lumière.

« Ce qui me surprend beaucoup en cette éruption, ajoute-t-il, c'est qu'elle frappe le doigt très sensiblement et y cause une impression de vent, à quelque endroit qu'on le présente. Le craquement est aussi fort que celui d'un charbon sur le feu, et une seule friction produit cinq ou six craquements, ou plus, suivant la promptitude avec laquelle on place le doigt, dont chacun est toujours suivi de lumière.

« Maintenant, je ne doute pas qu'en se servant d'un morceau d'ambre plus long

et plus gros, le craquement et la lumière ne fussent l'un et l'autre beaucoup plus grands. Cette lumière et ce craquement sont en quelque sorte la représentation du tonnerre et de l'éclair. »

Voilà, je pense, qui n'était pas si mal imaginé.

Hawskbee, un physicien anglais, remplaça le globe de soufre par un cylindre de verre et obtint des phénomènes lumineux très apparents.

« La lumière exprimée par le frottement s'élançait par des ramifications surprenantes sur la surface du récipient intérieur. On entendait en même temps le bruit et le pétilllement de ces étincelles. »

Vers 1733, Dufay, membre de l'Académie des Sciences et prédécesseur de Buffon, dans la charge d'intendant du Jardin du Roi, faisait faire de grands progrès à la nouvelle Science en établissant l'existence de deux électricités : l'électricité vitrée et l'électricité résineuse, comme il les appelait.

Bientôt Dufay montra par d'ingénieuses expériences faites avec son préparateur, l'abbé Nollet, qu'on pouvait tirer des étincelles du corps humain. Il n'en fallait pas davantage pour le signaler à l'attention des savants et le porter à la célébrité.

De toutes parts, on accourait à son laboratoire : le savant se couchait sur une petite plate-forme attachée au plafond par des cordelettes en soie. Dans ces conditions, son corps chargé d'électricité, au moyen d'une machine électrique, répandait dans la salle obscure une émanation lumineuse et dès qu'on approchait le doigt du corps du physicien, il s'en dégageait de vives étincelles.

Cette expérience qu'on réalise aujourd'hui avec le tabouret électrique condui-



EXPÉRIENCES D'OTTO DE GUÉRIKE AVEC SA NOUVELLE MACHINE.

sit Gray, en 1735, à admettre une analogie entre un simple phénomène de laboratoire et les éclairs sillonnant la nue par temps d'orage.

« Quoique ces effets, jusqu'à présent, écrivait Gray au secrétaire de la Société royale de Londres, n'aient été produits que très en petit, il est probable qu'on pourra, avec le temps, trouver une façon de rassembler une plus grande quantité de feu électrique, et par conséquent d'augmenter la force de ce feu qui, d'après plusieurs expériences — s'il est permis de comparer les petites choses aux grandes — semble être de la même nature que celle du tonnerre et de l'éclair. »

Vers la même époque, d'autres physiiciens soutiennent la même idée.

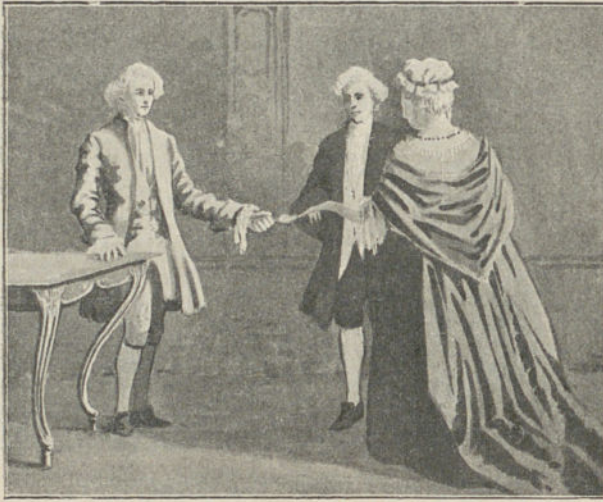
Cependant, la machine électrique de Hawksbee devenait de plus en plus perfectionnée et, dès 1740, on en obtenait

des effets très puissants. L'étincelle suffisait pour déterminer à l'extrémité du doigt une ecchymose ou une sorte de brûlure ; on arrivait même à tuer de petits oiseaux.

Mais ce qui frappait le plus vivement l'attention, c'était la possibilité d'enflammer par l'étincelle électrique des matières combustibles. Ainsi, au commencement de l'année 1744, le D^r Ludolf, de Berlin, allumait de l'éther avec des étincelles fournies par l'approche d'un tube de verre électrisé. Au mois de mai de la même année, Winckler, à Leipzig, en tirant une étincelle avec le doigt, allumait non seulement de l'éther, mais encore de l'eau-de-vie, de l'esprit de corne de cerf et d'autres liqueurs spiritueuses qu'il avait soin de faire chauffer préalablement pour en dégager des vapeurs plus faciles à enflammer.

Toutefois, en 1746, c'est-à-dire près d'un siècle et demi après les premières recherches de Guillaume Gilbert, on n'avait réussi à organiser que des expériences purement spéculatives ; attrayantes et curieuses, elles l'étaient en vérité, mais personne n'en voyait l'utilité pratique.

« Si l'on me demande, disait Watson



LE PHYSICIEN WALL, AU XVII^e SIÈCLE, DÉMONTRE L'ANALOGIE DE L'ÉCLAIR ET DE L'ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE.

en 1746, quelle peut être l'utilité des effets électriques, je ne puis répondre autre chose, sinon que, jusqu'à présent, nous ne sommes pas encore avancés dans nos découvertes au point de vue de les rendre utiles au genre humain. Dans quelque partie que ce soit de la Physique, on ne parvient à la perfection que par des gradations bien lentes. C'est à nous d'aller toujours en avant et de laisser le reste à cette Providence qui n'a rien créé en vain. »

Et cependant, la même année, la science électrique faisait d'énormes progrès par la découverte de la bouteille de Leyde due à un professeur de l'Université de Leyde, Muschenbroek, d'autres disent à Cuneus, son élève. Grâce à ce nouvel appareil on obtenait des effets surprenants.

Muschenbroek pensa mourir de la première secousse qu'il ressentit et conseilla à Réaumur, le jour même, de ne pas être assez audacieux pour recommencer pareille expérience. L'abbé Nollet, en France, éprouva lui-même, dit-il, un choc terrible : « Je ressentis jusque dans la poitrine et dans les entrailles une commotion qui me fit involontairement plier le corps et ouvrir la bouche, comme il arrive dans les accidents où la respiration est coupée ; le doigt index de ma main droite, qui tirait l'étincelle, reçut un choc ou une brûlure très violente, mon bras gauche fut secoué et repoussé de haut en bas, au point de me faire quitter le vase à demi-plein d'eau que je tenais. »

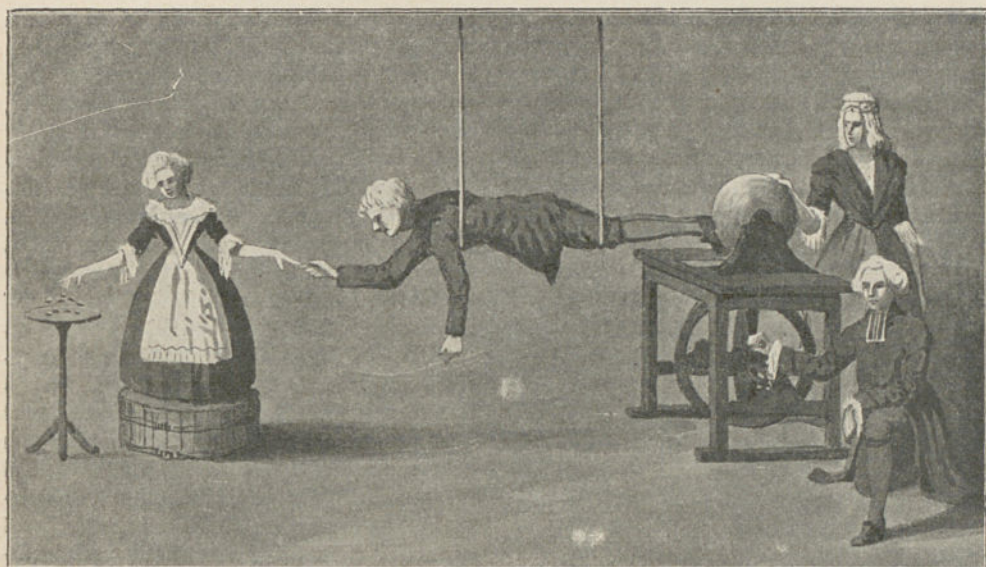
La décharge était suffisante pour tuer des poissons ou des petits oiseaux.

L'expérience devint vite à la mode par manière de divertissement. Des physiciens improvisés allaient de ville en ville montrer le spectacle de ce singulier phénomène. On vendait même sous le nom de *bouteille d'Ingenhouse* un ap-

pareil qui réunissait tout à la fois la bouteille de Leyde et la machine électrique pour la charger.

Il y avait aussi la *canne électrique*, véritable instrument à surprise, composé d'un tube de verre, rempli à l'intérieur d'une substance conductrice de l'électricité, et enveloppé jusqu'à son extrémité supérieure d'un tube de fer-blanc. Le tout était peint, au dehors, d'une couleur de bois, de manière à simuler une canne ordinaire.

On électrisait au moyen d'un ruban de soie recouvert d'un vernis résineux et d'un morceau de peau de lièvre cette bouteille de Leyde dissimulée et on l'offrait à un excellent ami ou aux gens du meilleur monde venus pour vous rendre visite. Au moment où l'ami saisissait la



LE PHYSICIEN HAUSEN, VERS 1745, RÉALISE L'EXPÉRIENCE DU TABOURET ÉLECTRIQUE.

canne par la pomme qu'on lui présentait, il recevait à l'improviste la commotion électrique. Ces cannes étaient « très portées » : c'était le snobisme de l'époque.

Primitivement la bouteille de Leyde était un simple flacon de verre, une bouteille quelconque dans laquelle on mettait un peu d'eau et que l'on chargeait en la tenant à la main. Un expérimentateur anglais, Bevis, la modifia très avantageusement et lui donna sa forme actuelle. Il eut également l'idée de réunir plusieurs de ces bouteilles, de les faire communiquer entre elles à l'aide de fils de fer et de construire ainsi une sorte de batterie électrique, qu'on pouvait rendre assez puissante pour tuer des animaux de forte taille.

Toutefois les nombreux savants qui en Europe expérimentaient chaque jour avec cet instrument n'arrivaient à aucun résultat pratique. Il fallut qu'un philosophe ingénieux du Nouveau Monde, l'illustre Franklin, vint apporter à tous ces faits une explication inattendue.

Benjamin Franklin, né à Boston, aux Etats-Unis, en 1706, était fils d'un pauvre fabricant de chandelles. Mis

d'abord en apprentissage chez un de ses frères, imprimeur, il parvint non sans peine en 1728 à fonder pour lui-même à Philadelphie un établissement qui prospéra bientôt grâce à l'activité et à l'ordre de son propriétaire. Peu après il publiait pour la première fois dans son pays une « Gazette », et à partir de 1732 des « Almanachs », sous le nom du « Bonhomme Richard ». Il donna l'idée de créer par souscription une bibliothèque, une société académique et un hôpital. Il enseigna à ses compatriotes à paver les rues, à les éclairer la nuit par des réverbères, etc.

Consulté par le gouverneur de la Pennsylvanie, devenu membre de l'Assemblée provinciale, il décida de mettre ses connaissances au niveau de sa position ; à trente-sept ans, il commença l'étude du latin, du français, de l'italien et de l'espagnol, et ces langues, il les apprenait seul.

Toutefois son esprit curieux et positif était plus vivement attiré vers les sciences physiques.

Il avait constaté que dans l'océan Atlantique les eaux du grand courant connu maintenant sous le nom de Gulf-Stream, sont plus chaudes que les eaux

environnantes : c'était là une indication précieuse pour les marins naviguant dans ces parages.

Il inventait encore l'« harmonica », ce curieux instrument de musique formé d'un cylindre horizontal auquel s'adaptent des clochettes en verre, taillées en forme de soucoupes et accordées par demi-



MUSCHENBROEK.

Physicien de Leyde, passe pour avoir, vers 1746, inventé la bouteille de Leyde.

tons. Il imaginait encore un poêle en forme de cheminée, combinaison économique et ingénieuse des deux modes de chauffage.

Mais son plus beau titre de gloire au point de vue scientifique réside certainement dans ses recherches sur l'électricité.

Au commencement de 1747, le physicien anglais Pierre Collinson, membre de la Société royale de Londres, avait envoyé à la petite académie fondée par Franklin, quelques modèles de ses instruments.

Franklin que de semblables expériences exécutées l'année précédente à Boston par un amateur d'électricité, Spence, avaient vivement intéressé, s'empressa de tirer tout le parti possible des instruments si gracieusement offerts à la Société de Philadelphie.

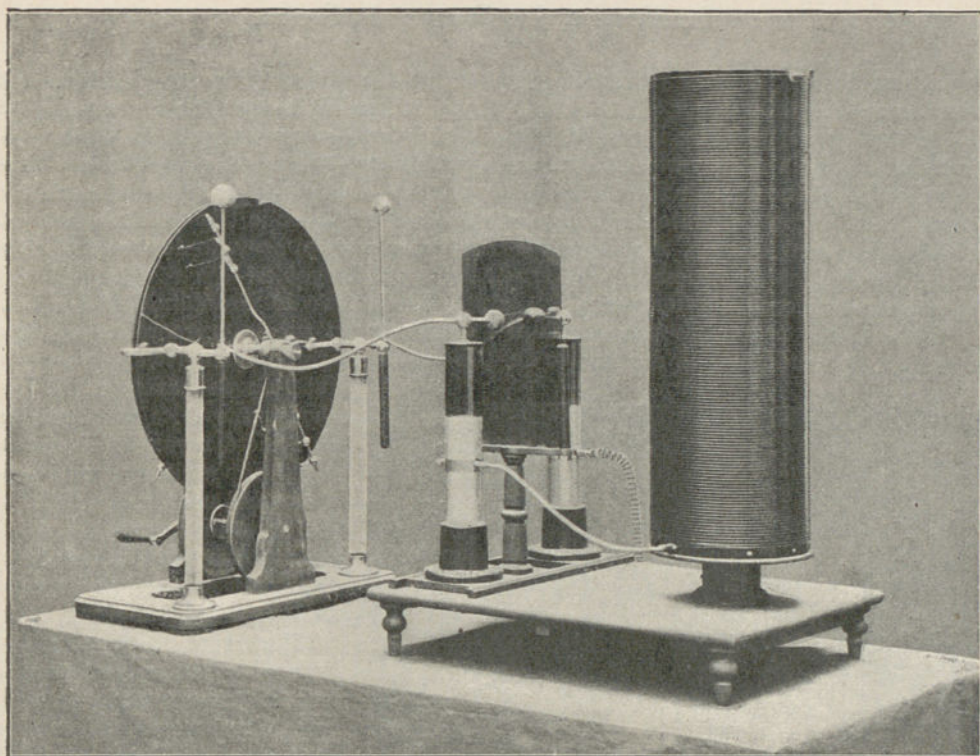
Bientôt le public fut tellement intéressé que la maison du physicien en chambre se remplit chaque jour de curieux et d'amateurs désireux de contempler ces nouveaux prodiges.

Franklin, lui, ne vit point là seulement, une manière d'amusement. Doué d'un pouvoir d'observation extraordinaire, il analysa tous les effets que l'on peut obtenir avec la bouteille de Leyde : c'est à lui que l'on doit toutes ces expériences de physique amusante qui n'ont plus maintenant qu'un intérêt très secondaire, comme l'araignée artificielle, le carillon électrique, le tube étincelant, la bouteille de Leyde étincelante, le carreau magique, le perce carte, le perce-verre, etc...

Toutes ces expériences qu'il coordonnait ensuite par une nouvelle « Théorie de l'Electricité », il les annonçait à la vieille Europe dans une série de lettres adressées à Collinson et lues à la Société royale.

Mais ce n'était là qu'un prélude ; il n'allait pas tarder à démontrer l'identité de la foudre et de l'électricité, et finalement appliquer cette idée à la création du paratonnerre.





MACHINE ÉLECTRIQUE MODERNE DE LA MAISON ROYCOURT, DE PARIS.

CHAPITRE II

Le Paratonnerre.

L'idée d'un rapprochement entre la foudre et l'électricité, nous l'avons vu, n'était pas précisément nouvelle au moment où Franklin faisait ses expériences; l'abbé Nollet regardait cette analogie comme très fondée et hautement vraisemblable. Ne voyons-nous pas d'ailleurs, à la même époque (1749), l'Académie de Bordeaux mettre au concours la question de la *Cause du Tonnerre et des Eclairs*. Le prix fut accordé l'année suivante à un médecin de Dijon, Barberet, qui concluait à l'analogie de la foudre et de l'électricité, mais sans en donner de preuves péremptoires.

Le même mois, en août 1750, un des

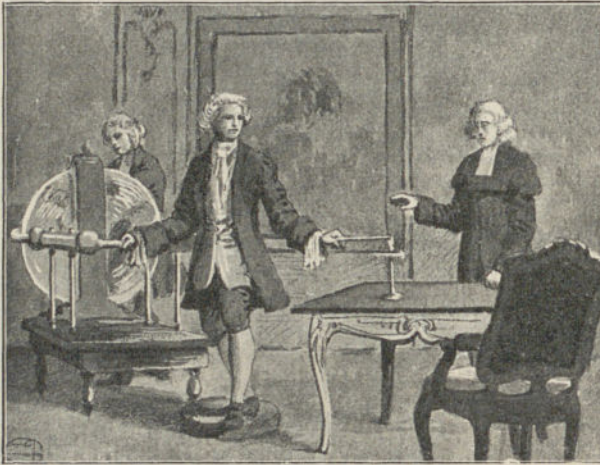
membres les plus actifs de l'Académie de Bordeaux, de Romas, magistrat assesseur au Présidial de Nérac, présentait, à l'occasion d'un coup de tonnerre qui, le 30 juillet, avait frappé le château de Tampouy, près de Nérac, un Mémoire où il signalait également les ressemblances physiques entre la foudre et l'électricité.

Enfin, de l'autre côté de l'Océan, Franklin, dans une lettre datée du 29 juillet et adressée à Collinson, insistait également sur l'analogie du tonnerre et de l'électricité et finalement donnait le plan d'une expérience qu'il n'avait pas faite lui-même, mais qu'il conseillait aux

physiciens d'exécuter pour vérifier la justesse de ses conjectures.

De tout ce qui précède, il résulte donc clairement que la découverte de l'analogie entre les phénomènes naturels électriques et ceux de nos laboratoires n'est pas le fait d'un seul homme, mais l'expression et le résultat de l'ensemble des travaux des physiciens du XVIII^e siècle.

L'expérience préconisée par Franklin et qui devait conduire à la découverte du



LE PHYSICIEN JALLABERT DÉMONTRE LE POUVOIR DES POINTES.

paratonnerre consistait à élever dans les airs une longue tige de fer pointue communiquant avec un conducteur métallique ; celui-ci devait être en contact avec le sol, pour laisser écouler lentement dans la terre l'électricité des nuages et s'opposer ainsi à la production de la foudre. Cette expérience était basée sur ce qu'on appelle en électricité *le pouvoir des pointes*.

En 1748, le physicien suisse Jallabert avait, en effet, constaté que les phénomènes électriques d'attraction et de répulsion sont fort différents suivant que le conducteur est taillé en pointe ou terminé en boule. Franklin ayant repris l'expérience avait montré qu'un conducteur en pointe décharge très facilement et d'une façon rapide l'électricité accu-

mulée à la surface d'un corps. Il en avait conclu que si le tonnerre a une origine électrique — ce qui d'après lui était vraisemblable — il serait probablement possible de décharger les nuages électrisés à l'aide d'une grande tige pointue et ainsi de préserver les hommes de désastres soudains et effroyables.

Les lettres de Franklin à Collinson, obtinrent un succès extraordinaire dans la vieille Europe. L'Angleterre toutefois fut loin de partager cet enthousiasme : les membres de la Société royale de Londres n'eurent pour les géniales idées du savant américain, qu'incrédulités et moqueries ; et néanmoins ce furent deux membres de cette Société qui publièrent les lettres de Franklin !

Il n'en fut pas de même en France, où Buffon, comprenant immédiatement toute la valeur des recherches de Franklin et de ses déductions, conseilla à un de ses amis, Dalibard, physicien d'un certain mérite, de traduire l'ouvrage en français ; lui-même prit soin de revoir et de corriger les épreuves. Il alla plus loin et voulut faire lui-même l'expé-

rience proposée par Franklin pour résoudre le problème de l'électricité atmosphérique.

Dans cette intention, il fit élever une longue tige de fer, pointue et isolée à son extrémité inférieure au moyen d'une épaisse couche de résine.

Sur son conseil, Dalibard fit une semblable installation dans le jardin de sa maison de campagne de Marly, près de Versailles, et un physicien, nommé Delor, dressa aussi une barre de fer isolée sur le toit de sa maison.

Ce fut l'appareil de Marly qui se trouva le premier en présence d'un nuage orageux. Dalibard absent avait confié la garde de la tige de fer à un menuisier nommé Coiffier, lui recommandant en cas d'orage, de soutirer des étincelles à l'aide

d'un excitateur en présence de plusieurs personnes et surtout du curé.

Le 10 mai 1752, un orage éclate sur la localité. Coiffier accourt et approche l'excitateur de la barre isolée : aussitôt une étincelle jaillit, puis une seconde plus forte. Il se hâte d'aller chercher le curé de Marly qui arrive entouré d'une partie de ses paroissiens. Le vénérable pasteur prend lui-même l'excitateur et tire de la barre plusieurs étincelles accompagnées d'un petit bruit sec; il est même si absorbé par son expérience qu'il ne fait pas attention à une violente décharge sur le bras.

A peine de retour chez lui, le curé s'aperçut qu'il avait au-dessus du coude une meurtrissure tournant autour du bras, comme celle qu'aurait pu occasionner un coup de fouet. Bien plus, ceux qui l'entouraient constatèrent avec stupeur qu'il répandait une forte odeur de soufre, ce qui, paraît-il, fut regardé comme « un bien mauvais signe pour un ecclésiastique ».

Dalibard averti aussitôt présenta un Mémoire à l'Académie des Sciences sur cette expérience décisive.

Quelques jours après, l'appareil de Delor, puis celui de Buffon permirent des constatations analogues.

Nombre de personnes en France voulurent faire alors les mêmes expériences et ce fut ainsi qu'au cours du mois de juin, Lémonnier reconnut la présence constante de l'électricité dans l'air, même en l'absence de tout signe orageux.

Entre temps, de Romas faisait les mêmes observations en variant beaucoup les moyens d'expérimentation. Il arrivait ainsi, le 12 juillet 1752, à soupçonner que l'intensité des phénomènes électriques peut croître avec la hauteur des tiges de fer au-dessus du sol; une première expérience le convainquit de l'exactitude de son idée.

Ce fut alors qu'il conçut le projet d'envoyer vers les nuages orageux un cerf-volant armé d'une pointe métallique; dans sa pensée, la corde de l'appareil devait amener l'électricité jusque'à terre.

Dans une lettre adressée à l'Académie de Bordeaux, le 12 juillet 1752, il parlait de son dessein en termes obscurs, pour ne pas ébruiter le plan d'une expérience qu'il n'avait pu mettre encore à exécution : « Je me réserve disait-il, de mettre au jour la dernière, quoiqu'elle ne soit qu'un jeu d'enfant, lorsque je me serai assuré de sa réussite par l'expérience que je me propose d'en faire. »

Au mois d'août suivant, il confiait son projet sous le sceau du secret à ses amis, le chevalier de Vivens et les frères Dutilh.

L'un d'eux se chargea même de la construction du cerf-volant, mais l'exécution s'étant fait attendre, l'expérience fut renvoyée à l'année suivante.

Cependant, ces sondages aériens n'étaient pas toujours inoffensifs : un membre de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg, Richmann, physicien de grand renom, avait élevé sur le toit de son appartement, une longue tige isolée avec un soin tout particulier et communiquant directement à l'intérieur de sa chambre. Il se proposait de mesurer l'intensité du fluide ainsi capté. Le 6 août 1753, un orage éclate; Richmann, par mégarde s'approche trop près du conducteur; un éclair, « sous la forme d'un globe de feu bleuâtre, gros comme le poing, s'élance de la tige et vient frapper au front l'infortuné physicien qui tombe roide mort ».

Quand Franklin, en Amérique, apprit le succès de l'expérience de Marly, il imagina qu'il serait tout aussi facile d'arriver au même résultat à l'aide d'un cerf-volant : il reprenait ainsi l'idée qu'avait eue avant lui de Romas et la mettait à exécution dans le courant du mois de septembre 1752.

Un jour, il sort, accompagné de son fils, et par crainte du ridicule, au cas où il ne réussirait pas, il se rend dans la campagne de Philadelphie pour lancer son cerf-volant muni d'une corde de chanvre; bientôt, à sa grande joie, il en obtient une forte étincelle.

La nouvelle de cette expérience ne parvint en France qu'au milieu du mois

de janvier 1753 et quand de Romas reprit son idée de cerf-volant, il ignorait complètement qu'il avait été devancé par le physicien américain.

Une première tentative faite le 14 mai avec un cerf-volant de 18 pieds carrés de

plus magnifique expérience qu'on eût encore réalisée en électricité.

Le physicien avait suspendu à l'extrémité du fil de cuivre un cylindre de fer-blanc d'un peu plus d'un pied de longueur qui devait servir à tirer des étincelles. Pour

prévenir tout accident, de Romas avait eu soin de se munir d'un véritable excitateur formé d'un tube en fer-blanc fixé à un tube de verre.

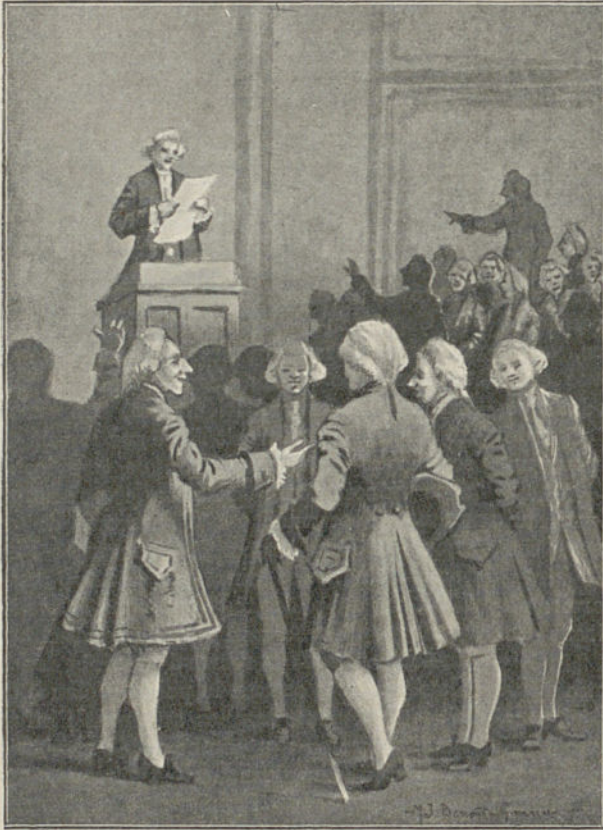
Les premières étincelles obtenues avec l'excitateur étaient si faibles que de Romas se mit à les tirer directement avec le doigt ; rassurés, les assistants s'approchèrent et s'amuserent à faire partir des étincelles du tube de fer-blanc, les uns avec le doigt, d'autres avec une canne, un bâton ou une clef, voire même avec leur épée.

L'électricité ainsi soutirée provenait manifestement de petits nuages noirs qu'on voyait passer au-dessus du cerf-volant ; quand ils se furent éloignés, les étincelles disparurent, mais quelques minutes plus tard les manifestations électriques reprirent peu à peu ; « les assistants vivement intéressés causaient gaiement entre eux et jouaient avec la foudre ». Pourtant le jeu était dangereux.

Tout à coup, en effet, de Romas reçut une commotion si violente, qu'il en fut à demi

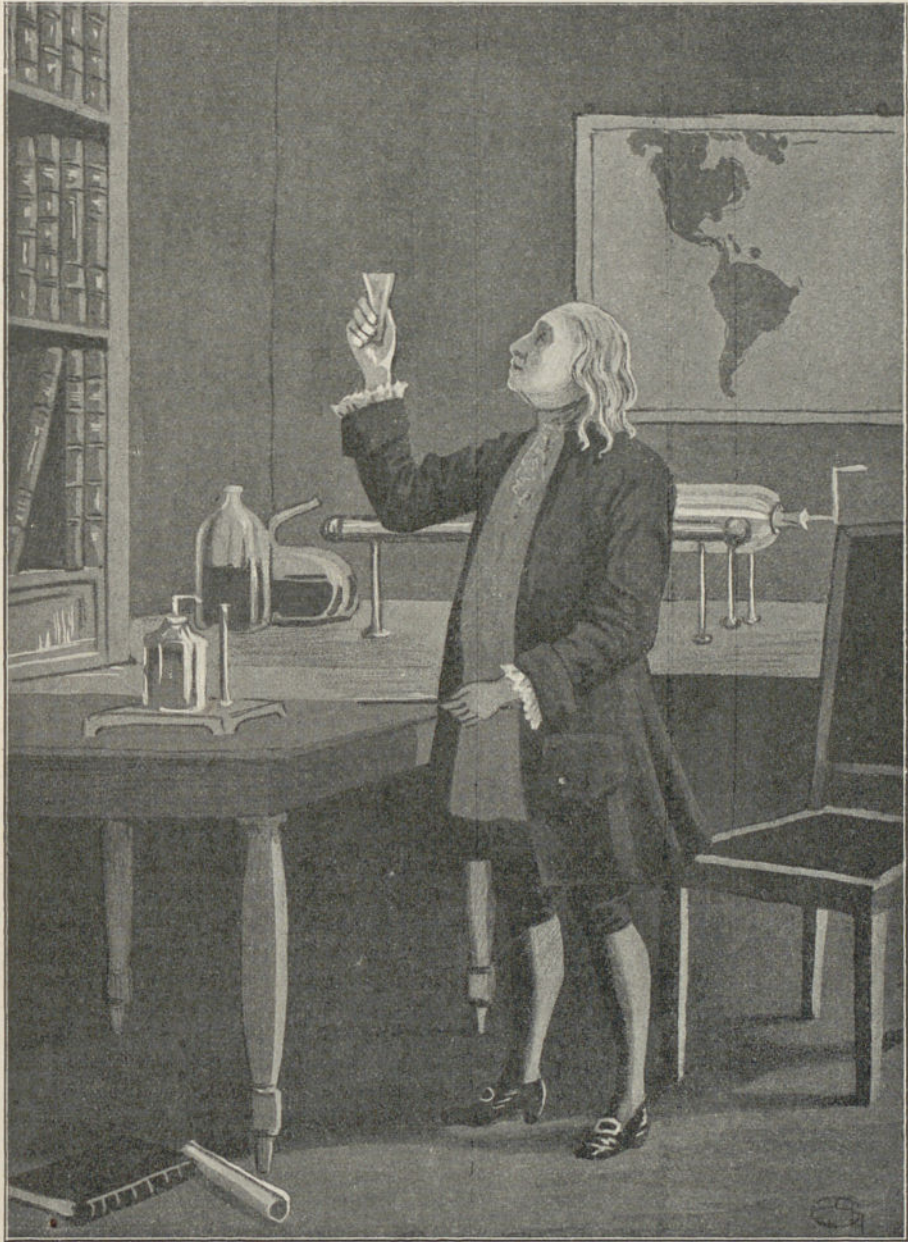
renversé. Comprenant le danger de trop de familiarité avec le fluide, il fit éloigner la foule et resta seul auprès de l'appareil, son excitateur à la main.

De gros nuages noirs qui passaient à ce moment, faisaient présager de fortes charges d'électricité. Avec son appareil, de Romas tira d'abord des étincelles d'un pouce de longueur sur deux lignes de largeur. Peu à peu ces étincelles grandirent ; ce furent bientôt de véritables lances de



LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES FAIT LE PLUS MAUVAIS ACCUEIL AUX LETTRES DE FRANKLIN.

surface retenu par une corde de chanvre, ne donna aucun résultat. De Romas garnit alors la corde de chanvre d'un fil de cuivre continu et le 7 juin 1753, par une journée très orageuse, il réussit à faire monter son instrument à plus de 180 mètres de hauteur. La partie inférieure de la corde avait été attachée par un cordonnet de soie à une pierre très lourde sous l'auvent d'une maison et ce fut là, devant plus de 200 personnes, que de Romas fit la



BENJAMIN FRANKLIN DANS SON LABORATOIRE DE PHILADELPHIE.

feu longues de plus d'un pied : l'explosion se faisait entendre à plus de deux cents pas.

A ce moment, le physicien, bien qu'il fût à plus de trois pieds de la corde, sentit au visage comme une impression de toile d'araignée : il se recula d'un pas en arrière et fit même éloigner les assistants ; mais l'impression de toile d'araignée persistant, il dut s'écarter de nouveau. La situation n'était pas sans danger ; néanmoins, conservant tout son sang-froid et son calme, de Romas observait les phénomènes qui s'offraient à ses yeux comme s'il eût procédé dans le laboratoire à une série d'expériences ordinaires.

Un bruissement continu se faisait entendre, comparable au bruit d'un soufflet de forge. Du conducteur se dégageait une forte odeur sulfureuse, analogue à celle des machines électriques. Malgré la lumière du jour, on distinguait autour de la corde du cerf-volant un cylindre lumineux de 8 à 10 centimètres de diamètre. Si c'eût été la nuit, nul doute que la corde n'eût paru entourée d'une immense colonne de lumière jusqu'au cerf-volant lui-même.

Mais ce qui amusa le plus l'assemblée, ce fut le spectacle donné par trois longues pailles qui, sous l'action électrique, se levaient toutes droites et formaient une sorte de danse de pantins sous le tube de fer.

Ce spectacle dura près d'un quart d'heure, après quoi, une légère pluie étant tombée, les décharges électriques se firent plus fortes, forçant de Romas à se reculer. Dès lors il n'osa plus tirer d'étincelles même avec l'excitateur et fit encore éloigner les personnes de son entourage. Il n'était que temps : une violente explo-

sion formée de trois craquements successifs se faisait entendre jusque dans le milieu de la ville ; elle fut accompagnée d'une lame de feu en forme de fu-



EXPÉRIENCE DE DALIBARD, A MARLY, LE 10 MAI 1752.

seau de plusieurs centimètres de diamètre.

La paille qui avait produit la décharge s'éleva alors le long de la corde du cerf-volant, tantôt attirée, tantôt repoussée et produisant à chaque fois de belles étincelles accompagnées d'explosions : elle s'éleva ainsi à une centaine de mètres de hauteur.

La Foudre, les Orages, la Grêle

Remarque importante : depuis le moment où de Romas recommença à tirer des étincelles, les nuages ne donnèrent ni pluie, ni éclairs ; mais après la chute du

de satisfaction dans ce nouveau spectacle, c'est que les plus grandes lames furent spontanées, et que, malgré l'abondance du feu qui les formait, elles tombèrent constamment sur le corps non électrique le plus voisin. Cette circonstance me donna tant de sécurité, que je ne craignis pas d'exciter ce feu avec mon excitateur, dans le temps même que l'orage était assez animé, et il arriva que, lorsque le verre dont cet instrument est construit, n'eut que 2 pieds de long, je conduisis où je voulus, sans sentir à ma main la plus petite commotion, des lames de feu de 6 à 7 pieds de long. avec la même facilité que je conduisais des lames qui n'avaient que 6 à 7 pouces. »

Ces expériences extraordinaires avaient fini par inspirer à la population de Nérac une sorte de terreur superstitieuse pour l'homme qui osait jouer ainsi avec l'un des plus terribles fléaux de la nature, et bientôt le magistrat fut regardé comme un véritable sorcier, ce qui, d'ailleurs, lui attira plus d'un ennui.

En 1759, s'étant rendu à Bordeaux pour répéter son expérience en présence des autorités de la province de

Guyenne, il déposa provisoirement son cerf-volant chez un cafetier logé près du jardin public où l'on devait lancer l'appareil. Malheureusement la foudre vint à tomber sur la maison et il n'en fallut pas plus pour qu'on accusât le cerf-volant du physicien de Nérac d'avoir attiré le tonnerre. Le peuple rassemblé en tumulte devant le café, menaçait de tout saccager. Pour calmer la foule, le cafetier se hâta de jeter au dehors le cerf-volant qui fut bientôt mis en pièces.

Dès ce jour, les gens s'écartaient dans la rue à l'approche de de Romas, dans la crainte qu'un homme assez audacieux et



MORT DU PHYSICIEN RICHMANN, FOUDROYÉ PAR UN ÉCLAIR EN BOULE, DANS SON LABORATOIRE, LE 6 AOUT 1753.

cerf-volant tous les signes d'orage reparaissent dans le ciel.

Les années suivantes, de Romas refit à plusieurs reprises de dangereuses expériences. En 1757, les effets obtenus étaient véritablement effrayants ; il tirait non pas des étincelles, mais de véritables lames de feu de plus de 3 mètres de longueur sur 3 centimètres de diamètre : « Elles faisaient autant ou plus de bruit que des coups de pistolet ; en moins d'une heure, nous dit-il, j'eus certainement 30 lames de cette dimension, sans compter 1 000 autres de sept pieds et au-dessous. Mais ce qui me donna le plus



LE 7 JUIN 1753, DE ROMAS TIRE DES ÉTINCELLES DE LA CORDE D'UN CERF-VOLANT LANCÉ
VERS UN NUAGE ORAGEUX.

assez puissant pour faire tomber la foudre ne leur portât malheur.

Les expériences de de Romas étaient de la plus grande témérité et il est inouï qu'elles ne se soient pas terminées par une catastrophe, témoin cet accident beaucoup plus récent que relate le *Cosmos* :

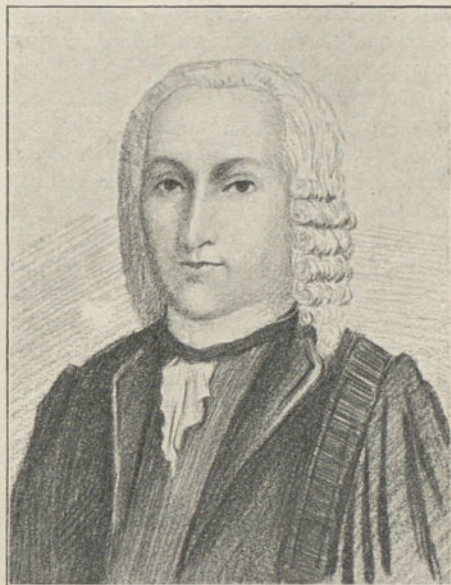
« En 1895, un enfant du Cateau, près de Cambrai, le jeune Janti, âgé de treize ans, avait lancé un cerf-volant long de 75 centimètres environ, à une très grande hauteur, quand survint un orage; l'enfant s'empessa d'enrouler sa ficelle; son cerf-volant se trouvait peut-être encore à 100 mètres de hauteur quand un formidable éclair se produisit : le jeune Janti foudroyé fit deux ou trois pirouettes sur lui-même et alla tomber à 4 mètres de l'endroit où il se trouvait. Il se releva cependant, abasourdi, tremblant, pleurant, et regagna son logis avec deux jeunes camarades; les phalanges de sa main gauche qui tenait la corde, étaient bleuies, comme ecchymosées par suite de contusions; les phalanges étaient brûlées et couvertes d'ampoules. De plus, il avait la figure et le nez surtout abîmés par sa chute. La ficelle du cerf-volant était brûlée jusqu'à la pelote, et « le dragon » délivré était allé se perdre on ne sais où. »

Ainsi, malgré leur témérité, les expériences de de Romas étaient bien autrement concluantes que celles de Franklin avec son cerf-volant. Le physicien américain en resta toujours à sa première tentative qui lui avait fourni quelques rares étincelles. On peut donc dire sans nuire à sa grande renommée qu'il n'a rien fait ou à peu près pour l'étude de l'électricité atmosphérique et que dans ce champ de la Science les premières découvertes sont dues à des savants français, Buffon, Dalibard, Lemonnier, de Romas et bien d'autres.

A partir de ce moment d'ailleurs, Franklin cessa toute recherche théorique, mais il porta tous ses soins à réaliser pour la pratique, l'idée du paratonnerre qui, mise en avant par lui en 1752 à titre de

simple hypothèse, était devenue le point de départ de toutes les découvertes sur l'électricité atmosphérique.

En 1760, il installa donc un premier paratonnerre, presque identique à celui qui sert encore aujourd'hui, sur la toiture d'un marchand de Philadelphie, Benjamin West. C'était une longue baguette de fer de 3 mètres de longueur et de 2 centimètres de diamètre à la base,



LE MAGISTRAT DE ROMAS.

s'amincissant jusqu'au sommet, et reliée à une seconde tige plus mince pénétrant dans la terre à 1 m. 50 de profondeur.

A peine l'appareil était-il installé que la foudre tombant sur la tige, fondait l'extrémité supérieure et diminuait le diamètre du conducteur. Mais la maison elle-même n'eut aucun dommage.

Nul n'est prophète chez soi, dit le proverbe, et cependant l'idée du savant physicien fut vivement appréciée dans sa patrie. En 1782, il existait déjà à Philadelphie un nombre considérable de paratonnerres : sur 4 800 maisons dont se composait la ville, on ne comptait pas moins de 400 appareils. On en voyait su

tous les édifices publics, sauf cependant sur l'hôtel de l'ambassade de France ; mais, le 27 mars 1782, la foudre punit cette négligence en tombant précisément sur cet hôtel et en y occasionnant d'importants ravages ; un officier français fut même foudroyé. Il va sans dire qu'après cet événement on s'empressa de doter l'hôtel d'un paratonnerre.

Mais revenons en Europe et voyons l'accueil fait à la géniale invention du savant américain. Nous avons dit l'opposition faite aux idées de Franklin par les membres de la Société royale de Londres. Cette opposition n'était basée sur aucune raison scientifique. A cette époque les Etats-Unis étaient encore une colonie de l'Angleterre, mais une colonie rebelle qui s'appropriait à secouer le joug et à conquérir sa liberté. Les Anglais paraissaient donc peu disposés à prendre au sérieux ce qui venait de cette barbare Amérique et quand, en 1752, Collinson lisait les conséquences que Franklin prétendait tirer de ses expériences pour la protection des édifices contre la foudre, la lecture fut accueillie d'abord par des lazzi et l'on refusa l'insertion du Mémoire dans les *Philosophical Transactions*. Plus tard, après l'immense succès obtenu par ses Lettres sur le continent, les membres de la Société royale consentirent à en publier un résumé, mais les passages relatifs au paratonnerre (les plus importants) furent bel et bien supprimés.

Lorsque la construction des paratonnerres devint un fait accompli en Amérique, la guerre était imminente entre les deux nations et le roi d'Angleterre George III, faisant passer son ressentiment du domaine politique dans le domaine scientifique, combattit vivement l'utilité des paratonnerres. Toutefois et comme, malgré tout, l'instrument avait fait ses preuves, après la guerre de l'Indépendance où Franklin avait rendu à ses concitoyens de nombreux services, on s'en prit à la forme de l'appareil : les paratonnerres à tige pointue, disait-on, étaient extrêmement dangereux, il fallait non pas les terminer en pointe, mais les

munir à leur extrémité d'une boule ou d'un globe. Le roi George, pour bien montrer que telle était sa conviction, fit élever sur son palais des paratonnerres à boule.

Ce fut le physicien piémontais Baccaria qui trancha le différend par diverses expériences avec des paratonnerres des deux modèles : placés assez près les uns des autres et par conséquent soumis aux mêmes influences, les paratonnerres à boule ne donnaient que de très faibles manifestations électriques alors qu'on obtenait des paratonnerres à pointe de très belles étincelles.

Devant ces résultats, le roi George III et les savants anglais durent s'avouer vaincus au point de vue scientifique, comme ils l'avaient été précédemment au point de vue politique.

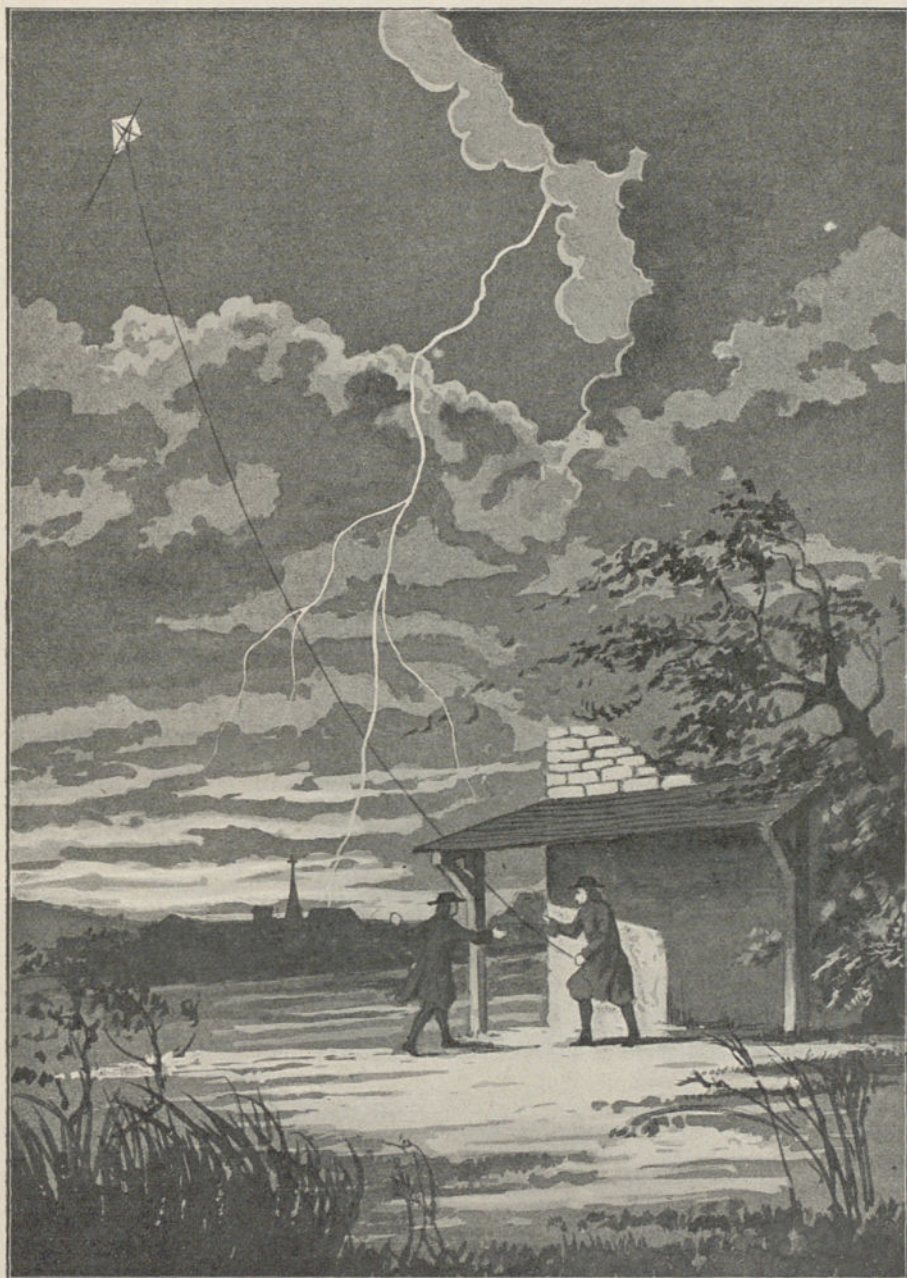
L'accueil fait en France au paratonnerre ne fut pas plus favorable, mais pour de tout autres raisons. A cette époque l'abbé Nollet, qui a rendu d'éminents services à la science, principalement par son ardeur à la propager, était le plus grand arbitre en électricité ; or, il était loin de partager les idées de Franklin.

Son œuvre cependant fut assez intéressante pour que nous insistions sur cette figure originale.

Né à Pimprez, village des environs de Noyon, le jeune Nollet était fils de pauvres fermiers.

Ayant manifesté de bonne heure de grandes dispositions pour l'étude, ses parents l'envoyèrent, sur les conseils du curé de Pimprez, au collège de Clermont, puis à celui de Beauvais. Il eut alors la bonne fortune, ses études finies, de devenir précepteur des enfants du greffier de l'hôtel de ville, nommé Taitbout ; celui-ci racontait même volontiers qu'il avait été frappé de la régularité des mœurs et des connaissances variées du jeune homme.

Dès ce moment, grâce aux fruits de son travail, Nollet put, non seulement subvenir à ses besoins, mais encore soulager la pauvreté de ses parents qui s'étaient



FRANKLIN LANCE, DANS LA CAMPAGNE DE PHILADELPHIE, UN CERF-VOLANT POUR SOUTIRER
L'ÉLECTRICITÉ DES NUAGES.

imposé de durs sacrifices pour lui faire terminer ses humanités.

A ses instants de loisir, il continuait ses propres études et suivait comme élève de philosophie les leçons de la Faculté des arts. C'est là que se développa son goût pour la Physique et la Mécanique. Entré dans les ordres, il étudia la Théologie et reçut le diaconat en 1728, mais n'alla pas jusqu'à l'ordination de la prêtrise. A partir de ce moment, il se consacra entièrement aux sciences et devint successivement élève de Réaumur et de Dufay. C'est avec ce dernier qu'il prit goût définitivement à la science de l'électricité.

En 1735, l'abbé Nollet obtint de Louis XV l'autorisation d'organiser un cours de Physique expérimentale au collège de Navarre. L'affluence était si grande à ses leçons qu'on dut préparer un vaste amphithéâtre.

En 1739, il entra à l'Académie des Sciences comme membre adjoint et, trois ans après, il devenait associé, puis enfin pensionnaire.

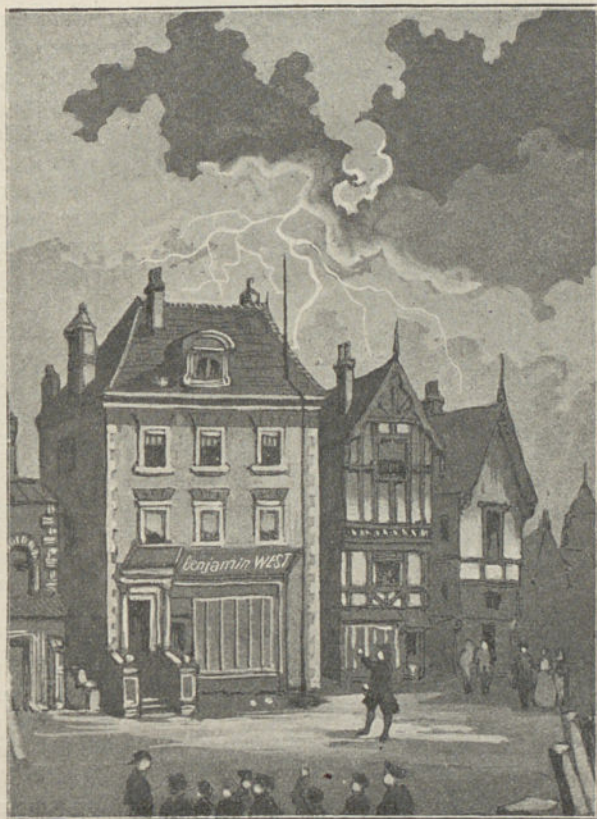
L'abbé Nollet donna successivement des leçons au roi de Sardaigne, à Turin et à Paris au Dauphin, père de Louis XVI, et à la Dauphine, infante d'Espagne ; mais il sut toujours conserver dans ces différents emplois les mêmes qualités de droiture, de sérénité et de douceur qui lui avaient concilié tous les cœurs dans le cercle de ses relations ordinaires.

Nul plus que lui ne sut même à l'occasion maintenir les prérogatives et la dignité des Sciences. Le Dauphin l'ayant une fois engagé à faire sa cour à un homme influent dont la protection pouvait lui être utile, Nollet fit une visite

au grand seigneur et lui présenta ses œuvres imprimées. Mais ce protecteur l'accueillit froidement et en recevant les livres du physicien :

— Je ne lis jamais, lui dit-il, ces sortes d'ouvrages.

— Permettez-moi, alors, monsieur, répondit Nollet en relevant la tête, de lais-



LA Foudre étrenne le premier paratonnerre établi par Franklin sur la maison de Benjamin West, dans la ville de Philadelphie.

ser ces livres dans votre antichambre. Il s'y trouvera peut-être des gens d'esprit qui, en attendant l'honneur de vous parler, les liront avec profit.

Mais revenons à l'histoire du paratonnerre. L'abbé Nollet était l'auteur d'une théorie électrique que Franklin avait non seulement rejetée, mais

remplacée par une autre plus claire.

On comprend que dans ces conditions le physicien français ne fût pas très porté à prôner les découvertes de son collègue américain.

Entraînés par l'autorité de Nollet, plusieurs savants, après 1754, s'élevèrent



J. A. Nollet, de l'Académie R^{lle} des Sciences, de la société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, &c. Maître de physique et d'histoire naturelle des Enfants de France, et Professeur Royal de physique expérimentale au Collège de Navarre.

A Paris chez L'Éditeur de la Cour du Roy rue St Jacques.

L'ABBÉ NOLLET, D'APRÈS UNE GRAVURE DE L'ÉPOQUE.

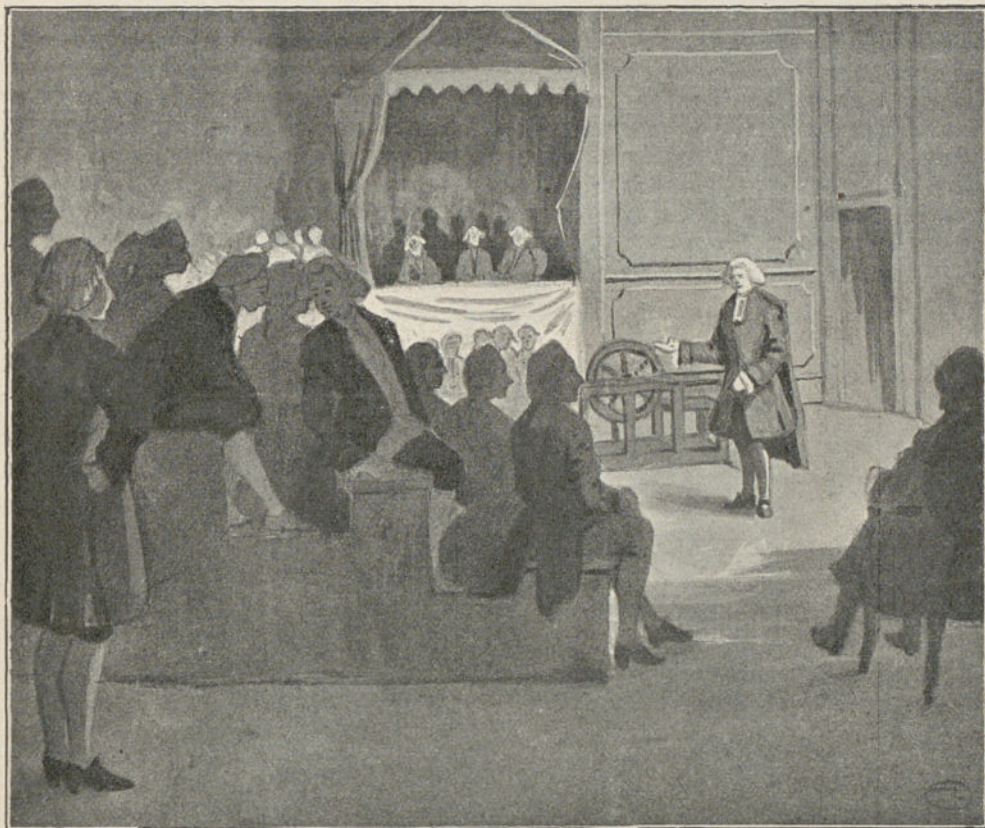
contre l'utilité du paratonnerre; certains même, comme l'abbé Poncelet, virent en ces instruments un danger permanent pour les habitations qu'ils étaient destinés à protéger.

« Bien loin, disait Poncelet, d'avoir recours à cette sorte de moyen pour éviter le tonnerre, je voudrais au contraire que l'on fit un règlement de police par lequel il serait défendu de faire désormais des constructions de cette espèce. Consé-

quemment, tous les édifices un peu élevés seraient terminés par des formes convexes ou approchantes, ou tout au moins présenteraient de très larges surfaces. Par la même raison, je voudrais qu'il fût défendu de planter des arbres de haute tige aux environs et à la proximité des habitations. J'en atteste encore l'expérience, qui nous apprend que les arbres fort élevés font la fonction de pointe et attirent fréquemment le tonnerre. »

Cependant les savants de province, plus sages que ceux de la capitale, comprirent que la théorie ne devait pas prévaloir contre l'expérience : puisque, en pratique, on observait que les maisons portant des paratonnerres non seulement ne subissaient aucun dommage de ce fait, mais étaient toujours protégées, ils en concluaient que ces appareils étaient réellement utiles et qu'il fallait les propager. A Lyon et dans les principales villes du Midi, l'abbé Bertholon, professeur de physique, en éleva un certain nombre. En 1771 Th. de Saussure, à Genève, en installait un sur sa maison et publiait gratuitement un petit ouvrage sur l'utilité des conducteurs électriques : ce n'était pas trop pour tranquilliser les esprits.

A Saint-Omer, dans le Nord, un gentilhomme, M. Visseri de Boisvallé, avait causé en 1783 une véritable émeute en faisant élever sur sa maison un paratonnerre surmonté d'une sorte de globe terminé par une épée menaçant le ciel. La foule ignorante voulait non seulement détruire l'instrument, mais encore châtier l'audacieux novateur. La municipalité donna donc l'ordre d'abattre le paratonnerre. Mais le tribunal d'Arras fut appelé à trancher la question. M. Visseri de Boisvallé prit pour défenseur un avocat alors fort obscur, mais dont la plaidoirie eut un retentissement considérable; au dire du *Journal des Savants*, il avait traité son sujet « avec beaucoup d'esprit et d'érudition ». Ce jeune avocat n'était autre que M. de Robespierre, le même qui par la suite devait se faire une réputation bien autrement redoutable. Ajoutons que l'arrêt de la Cour d'Arras, at-



L'ABBÉ NOLLET FAISANT SES EXPÉRIENCES DANS SON COURS PUBLIC.

tendu avec le plus vif intérêt par toute la France, fut conforme aux véritables principes scientifiques : la décision de la municipalité de Saint-Omer fut cassée et M. Visseri de Boisvallé put laisser son paratonnerre sur sa maison.

En 1782, l'abbé Bertholon fut appelé à Paris pour établir un certain nombre d'appareils. En Angleterre cette pratique ne commença qu'en 1788; le premier fut installé sur l'église métropolitaine de Londres, grâce à l'initiative du Chapitre qui prit conseil de la Société royale de Londres. Peu après les principaux édifices publics de la capitale d'outre-Manche en furent abondamment pourvus.

Vers la même époque, le grand-duc de Toscane et l'empereur d'Autriche adoptèrent la même mesure dans leurs

Etats; mais le roi de Prusse, Frédéric II fut plus réfractaire : tout en permettant d'établir des paratonnerres dans toute l'étendue de son royaume, il défendit expressément d'en placer sur son château de Sans-Souci, à Potsdam.

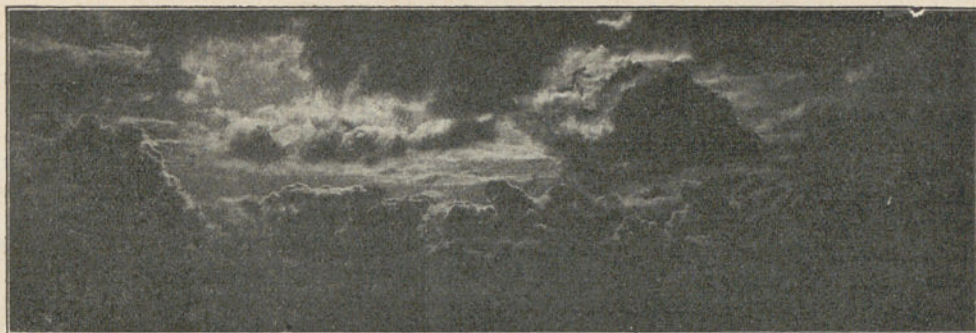
Dès 1778, la République de Venise avait songé à en protéger ses navires, ce que l'on faisait depuis longtemps en Amérique; la France adopta bientôt la même coutume. Ainsi, 35 ans après leur découverte, les paratonnerres étaient devenus d'un usage absolument général et leur vogue même devint telle que l'on en vint à déclarer qu'en rase campagne, une personne menacée de la foudre, n'avait pour s'en garantir qu'à tirer l'épée et à la dresser verticalement contre les nuées orageuses. Ce que voyant, les

gens d'église, à qui le port des armes est interdit, songèrent à demander une permission spéciale pour ces cas extraordinaires, mais il leur fut répondu par ce passage du livre de Franklin qui était alors l'évangile du jour, « qu'on peut suppléer au pouvoir des pointes en laissant bien mouiller ses habits ». C'est chose facile à réaliser surtout en temps d'orage.

A Paris, les dames ne voulurent pas laisser passer une si belle occasion de modifier leur toilette. La grande mode pendant l'année 1778 consista à porter un chapeau garni autour du ruban, d'un fil métallique, communiquant avec une petite chaîne d'argent qui tombait jusque sur les talons. La mode a évolué depuis! Ne désespérons pas de la voir revenir.



LE CHAPEAU-PARATONNERRE DES DAMES DE PARIS, EN 1778.



PHOTOGRAPHIE DE NUAGES.

(Cliché de M. G. Mesmer.)

CHAPITRE III

Les Feux Saint-Elme.

L'électricité répandue à la surface de la terre peut atteindre en certaines circonstances une tension énorme. Elle s'échappe alors sous forme d'aigrettes lumineuses ou de phosphorescences brillantes que les anciens connaissaient parfaitement.

Ce phénomène qui tenait du prodige était désigné sous le nom de Castor et Pollux ; il est connu aujourd'hui sous l'appellation de feu Saint-Elme ; les Italiens le nomment feu de Saint-Pierre ou de Saint-Nicolas.

Une toute petite enquête historique va nous convaincre de la réalité du fait constaté par tous les peuples.

On lit dans la *Vie de Lysandre* par Plutarque que « les piques de quelques soldats, en Sicile, et une canne que portait à sa main un cavalier, en Sardaigne, parurent en feu. Les côtes furent aussi lumineuses et brillèrent de feux fréquents ».

Pline a observé le même phénomène : « Les étoiles paraissaient tant sur terre que sur mer. J'ai vu une lumière sous cette forme sur les piques des soldats qui étaient en faction la nuit sur les remparts. On en a vu aussi sur les vergues et autres parties des vaisseaux ; elles rendaient un son inintelligible et chan-

geaient souvent de place. Deux de ces lumières prédisaient un bon temps et un heureux voyage, et en chassaient une autre qui paraissait seule et qui avait un aspect menaçant. Les marins appellent celle-ci Héléne ; mais ils nomment les deux autres Castor et Pollux, et les invoquent comme les dieux. Ces lumières se posent quelquefois vers le soir sur la tête des hommes, et sont d'un bon et favorable présage. »

Tite-Live raconte que le javelot du fils de Lucius Atreus parut embrasé et jeta des flammes pendant plus de deux heures sans être consumé.

De même César, dans ses *Commentaires*, raconte que pendant la guerre d'Afrique, après un violent orage, la pointe des dards de ses soldats brillait d'une lumière spontanée.

Pendant la nuit qui précéda la victoire de Posthumius sur les Sabins, les javelots des soldats romains paraissaient de véritables flambeaux. Une flamme étincelait, dit-on, sur la lance de Gylippus lorsqu'il allait à Syracuse, et Bélisaire aurait été favorisé du même prodige pendant la guerre contre les Vandales.

Les auteurs du moyen âge nous offrent des récits analogues.

« Dans la nuit du samedi (octobre 1493, pendant le second voyage), lisons-nous dans la *Vie de Christophe Colomb*, il tonnait et pleuvait très fortement. Saint-Elme se montra alors sur le mât de perroquet avec sept cierges allumés, c'est-à-dire qu'on aperçut ces feux que les matelots croient être le corps du saint. Aussitôt on entendit chanter sur les bâtiment force litanies et oraisons, car les gens de mer tiennent pour certain que le danger de la tempête est passé dès que Saint-Elme paraît. »

Les matelots de Magellan agissaient de même en pareilles circonstances : « Pendant les grandes tempêtes, dit Herrera, Saint-Elme se montrait au sommet du mât de perroquet, tantôt avec un cierge allumé et tantôt avec deux. Ces apparitions étaient saluées par des acclamations et des larmes de joie. »

Dans les *Mémoires de Forbin* on trouve un exemple non moins intéressant : « Pendant la nuit (en 1696, près des îles Baléares) il se forma tout à coup un temps très noir, accompagné d'éclairs et de tonnerre épouvantables. Dans la crainte d'une grande tourmente dont nous étions menacés, je fis serrer toutes les voiles. Nous vîmes sur le vaisseau plus de trente feux Saint-Elme. Il y en avait un entre autres sur le haut de la girouette du grand mât, qui avait plus d'un pied et demi. J'envoyai un matelot pour le descendre. Quand cet homme fut en haut, il cria que ce feu faisait un bruit semblable à celui de la poudre qu'on allume, après l'avoir mouillée. Je lui ordonnai d'enlever la girouette et de venir ; mais à peine l'eut-il ôtée de place, que le feu la quitta et alla se poser sur le bout du mât, sans qu'il fût possible de l'en retirer. Il y resta assez longtemps, jusqu'à ce qu'il se consumât peu à peu. »

Stanley rapporte que les nègres fanatiques composant l'armée du Mahdi, dans le centre africain, virent leurs armes devenir lumineuses. Le chef de ces hordes eut la même inspiration que César et voyant briller le feu au bout des lances, il promit la victoire à ses troupes au nom

d'Allah. Mais la froide valeur des soldats de la civilisation moderne donna un démenti aux promesses du prophète.

Voici quelques faits plus récents dont la plupart ont été observés scientifiquement :

« En 1873, M. Bochmer avait été chargé d'installer une station météorologique au sommet du Pike's-Peak, à 4 730 mètres d'altitude, dans le Colorado, aux Etats-Unis. La première nuit qu'il passa au sommet de la montagne, une tempête de neige légère se déclara. On entendit alors comme un sifflement et un crépitement tout particuliers et M. Bochmer sentit sa peau comme transpercée par des centaines de fines aiguilles ; ses cheveux et sa barbe s'électrisèrent, et lui-même se sentit comme pris d'une excitation nerveuse. On vit alors sur tous les objets métalliques de petites étincelles violettes d'environ 1 centimètre de diamètre et 5 centimètres de longueur ; elles disparaissaient lorsqu'on les touchait avec le doigt pour reparaitre aussitôt lorsqu'on l'écartait ; les ustensiles de cuisine, les instruments, les boutons des vêtements du professeur étaient électrisés ; puis le sifflement se changea en une sorte de bruissement en relation directe avec l'abondance de la neige qui tombait. Tous ces phénomènes cessèrent avec la chute de la neige.

Sur le même sommet, dans une autre circonstance, une tempête de neige sévissant 1 kilomètre plus bas, des touristes entendirent encore le même bruissement en question, et les personnes étaient si fort électrisées qu'elles se tiraient réciproquement des étincelles violettes d'une très grande longueur. Des morceaux de papier présentés aux cheveux, à 4 centimètres de distance étaient fortement attirés et leur restaient attachés.

Sur la même montagne du Pike's Peak M. Finley, météorologiste américain, eut à subir une tourmente de neige. Dès les premiers flocons, volumineux et peu serrés, il constata avec stupéfaction, que chacun de ceux qui touchaient les poils de sa monture produisait une courte étin-



FEUX SAINT-ELME A LA POINTE DES MATS DE LA CARAVELLE DE CRISTOPHE COLOMB.

celle. Le phénomène alla en s'accroissant à tel point que, lorsque la tourmente atteignit son maximum, chaque flocon produisait une étincelle accompagnée d'un bruit strident ; c'était comme un torrent de feu s'échappant des doigts, des oreilles, du nez du cavalier et des poils de sa monture.

Dans nos régions même, le phénomène du feu Saint-Elme n'est pas aussi rare qu'on pourrait le supposer.

Le 29 décembre 1884, vers 7 heures du soir, M. Batut allait à cheval, de Labruguière à Castres. Le vent soufflait en tempête, du Sud-Est, et chassait des nuages extrêmement bas, produisant de temps à autre, de violentes averses. Vers le Nord, de brillants éclairs paraissaient à l'horizon, lorsque, en arrivant sur la crête d'un coteau que traverse la route, les oreilles et la crinière du cheval apparurent lumineuses. La clarté était sensiblement aussi intense que celle du ver luisant, et elle se montrait plus particulièrement sur les bords et la pointe des oreilles, dont elle dessinait les contours, au point de pouvoir distinguer chaque petite touffe de poils collés par la pluie. Le phénomène dura trois ou quatre minutes ; puis il disparut graduellement, au moment où une averse s'abattait mêlée d'un peu de grêle. L'observateur ne ressentit aucune secousse.

Ce récit est une confirmation de la théorie du feu Saint-Elme que donnait autrefois Kaemtz, le météorologiste connu :

« Quand les nuages orageux sont très bas, disait-il, il n'y a souvent pas d'éclairs. L'électricité produite par influence est tellement forte qu'elle s'échappe des points saillants sous forme de flammes, comme on le voit aux pointes de nos machines électriques.

« S'il existe entre le nuage et la terre d'autres corps qui peuvent être électrisés par influence, alors ceux-ci peuvent aussi dégager de l'électricité visible sous forme de flammes. »

On a vu souvent, pendant un orage, de la neige phosphorescente tomber sur le sol, et toujours il y avait dans l'air une



LES FEUX SAINT-ELME AU BOUT DES PIQUES DES SOLDATS DE CÉSAR.

forte charge d'électricité. En voici un exemple :

Un habitant de Gooschée revenait de se promener, par un temps de neige, le 28 février 1889, vers 7 heures du soir. Il remarqua tout à coup, comme une lueur qui semblait sortir de la neige. Cette lueur provenait de l'extrémité en acier de sa canne et quand il relevait cette dernière, il se produisait des lueurs très appréciables et très vives ; parfois même il en jaillissait de véritables étincelles.

Les feux Saint-Elme se produisent souvent dans le désert lorsque souffle le

siroco. Écoutons cette relation typique due à un témoin du phénomène, M. F. Wegler :

« En août 1895, nous revenions de Ouargla, nous dirigeant vers Ghardaïa ; nous nous trouvions avec une partie de l'escadron de spahis sahariens, dans les environs du pont de Zelfana sur l'oued M'Zab, endroit très sablonneux. C'était vers 5 heures du soir ; la journée avait été accablante de chaleur lorsque, tout à coup, le ciel devint noir, de gros nuages roulaient à peu de distance du sol ; le vent et la pluie faisaient rage ; la tourmente était telle qu'elle détachait du sol de gros cailloux.

« Ne pouvant continuer notre route, nous nous couchâmes, enveloppés dans nos burnous. Au bout de deux heures, le temps étant moins mauvais, nous nous levâmes ainsi que nos dromadaires, qui étaient demeurés couchés le nez au vent et la tête posée sur le sol.

« Lorsque tout le monde fut debout, j'aperçus au bout de la croix que forme le pommeau de la selle de nos bêtes, un point lumineux, ressemblant assez à une phosphorescence violette : échappement du fluide électrique par une pointe.

« Bientôt, par un mouvement involontaire, je levai en l'air mon bâton ordinaire qui me servait à frapper ma monture et, au bout de ce bâton, une nouvelle phosphorescence se produisait : c'était une sorte de flamme bleue assez semblable à une flamme d'alcool. Quand j'agitais ce bâton dans tous les sens, la flamme suivait et semblait être un éclair zébrant l'obscurité.

« Quand je l'abaissais, la flamme diminuait à mesure, puis s'éteignait bientôt. L'expérience fut renouvelée par tous les hommes avec le même succès et l'un des spahis, agitant son sabre, eut une flamme plus longue et plus vive.

« Peu après, un éclair très violent et très intense, rare même en ces régions, sillonna les nues et éblouit la plupart des hommes, paralysant la vision pour une heure environ.

« La quantité d'électricité par les

temps de siroco violent est telle qu'un rien la décele. Le burnous de laine fait alors entendre, au moindre mouvement, un crépitement d'étincelles analogue au bruit d'un verre mince qu'on briserait. Si l'on passe la main à la surface, on ressent de véritables commotions électriques dont la répétition devient bientôt douloureuse dans la région du coude. Les tentes elles-mêmes sont électrisées et si l'on effleure la toile avec les cheveux, on éprouve la sensation très nette, sur le crâne et sur la nuque, du vent électrostatique, absolument identique à la douche médico-franklinienne.

« Par ces temps de frottements intenses des molécules siliceuses les unes sur les autres, au contact du siroco, tout s'électrise. Les animaux eux-mêmes deviennent pour ainsi dire des condensateurs : au moindre contact, à la friction du corps d'un dromadaire, par exemple, on produit des étincelles, des craquements et des commotions d'intensité variable, le plus souvent assez sensibles.

« L'odeur d'ozone se perçoit surtout pendant que souffle le siroco et disparaît avec lui. »

Nous terminerons ces récits authentiques par une relation très suggestive d'un astronome bien connu, M. E. Baldet :

« Pendant mon récent séjour au pic du Midi, j'ai été témoin de feux Saint-Elme très intenses. Le 30 septembre 1910, vers 9 heures 10 minutes du soir, l'un des météorologistes, M. Labayle, me signalait que les feux Saint-Elme commençaient à être bien visibles aux extrémités des grands paratonnerres situés sur le côté sud de l'Observatoire. Une pluie torrentielle s'abattait à ce moment sur le pic. Je sortis sur la terrasse et vis, en effet, les pointes de paratonnerre entourées d'effluves électriques bleu pâle. En peu d'instant, ces effluves grandirent en même temps que la pluie redoublait de violence. Bientôt, ils semblèrent atteindre une vingtaine de centimètres de longueur, et mes yeux s'étant habitués à l'obscurité, je distinguai nettement, aux angles des toitures en zinc, des houppes violacées qui

se répandaient en dansant sur tous les objets métalliques exposés à la pluie.

« Celle-ci m'obligea à battre en retraite dans l'Observatoire pour y aller chercher un autre costume, car mes vêtements étaient complètement mouillés. Je ressortis quelques instants après en compagnie de M. Labayle, non sans avoir eu soin de cacher les lampes de l'Observatoire dont la lumière éclairait la pluie et gênait l'observation. Je n'étais resté à peine qu'une ou deux minutes à l'intérieur, mais ce temps si court avait suffi pour permettre au phénomène de se développer d'une manière incomparable. Les haubans métalliques qui maintiennent les paratonnerres étaient garnis du haut en bas d'effluves bleus et d'étoiles brillantes blanches courant le long de ces câbles. Tout ce qui était métallique, sans être recouvert de peinture, était lumineux.

« Pour mieux voir le phénomène et faire quelques expériences, nous étions allés au bord de la terrasse. En y arrivant, nos vêtements se garnirent de petites étincelles et, en s'en approchant le plus près possible, des effluves prirent naissance sur les parties élevées du corps. Le phénomène augmentait toujours d'intensité. Maintenant des aigrettes et de petites étoiles couraient sur le visage et j'avais dans les moustaches et dans la barbe, plus d'une cinquantaine d'étincelles minuscules. Nos têtes étaient garnies par places de feux Saint-Elme bleutés, et ayant allongé l'index en l'air, une magnifique houppe en forme de pinceau évasé de 3 centimètres de long s'y posa, tandis que des effluves irréguliers dansaient sur le restant de la main, sur le poignet, sur le bras et qu'une plaque uniformément

lumineuse, de forme ovale ayant 5 centimètres sur 7 centimètres environ apparaissait sur l'épaule et, de tous les feux Saint-Elme dont nous étions couverts, disparaissait la dernière lorsqu'on s'éloignait suffisamment du bord de la terrasse. Je



FEUX SAINT-ELME OBSERVÉS PAR L'AMIRAL FORBIN, PRES DE MALTE.

regardais avec étonnement cette houppe bleutée, ces effluves et ces étincelles, car ils ne provoquaient absolument aucune sensation physiologique. M. Labayle, tout aussi parsemé d'effluves que je l'étais, ne ressentait absolument rien. Nous étions portés alors à un très haut potentiel et toutes nos aigrettes sifflaient, et crépitaient légèrement comme le font



LES NUAGES VUS DU SOMMET DU CANIGOU.

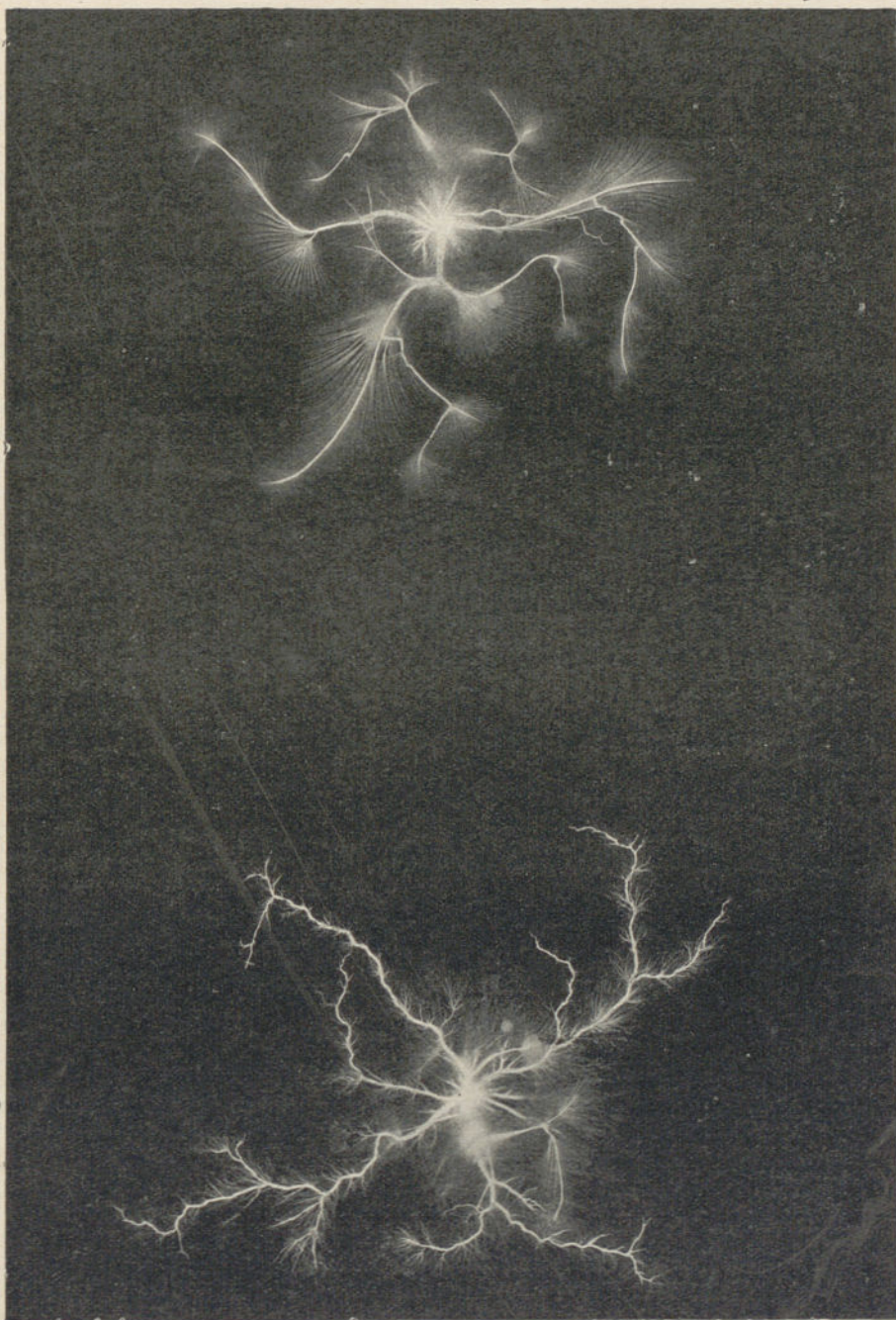
(Cliché Tistory.)

les machines statiques en pleine marche. En fermant la main la houppes disparaissait et en élevant à nouveau le doigt, elle réapparaissait après avoir mis deux ou trois secondes à s'établir. Si j'ouvrais tous les doigts, la houppes s'éteignait aussitôt et jamais deux houppes n'ont existé ensemble à la même main. On y distinguait nettement les colonnes anodiques comme dans des aigrettes positives et elle tenait au doigt par une petite tige cylindrique de 5 millimètres de long et 2 millimètres de diamètre environ.

« Autour de nous, le spectacle était magnifique. Les paratonnerres, les hauts, une portion de 75 mètres non recouverte d'isolant, de l'antenne pour la

télégraphie sans fil, les toits en zinc, les pièces métalliques anguleuses de la coupole, le câble qui rattache les trappes à la terre, les tiges de fer pointues et courtes dont l'Observatoire météorologique est entouré, la girouette avec ses quatre points cardinaux et jusqu'aux plaques de marbre recouvrant les piliers de la terrasse, tout était recouvert ou parsemé de houppes atteignant jusqu'à 20 centimètres, d'aigrettes bleutées et d'étoiles blanches de 1 centimètre de diamètre environ. A ce moment, la moitié Sud de l'Observatoire semblait flamber sur place, tandis que toute la moitié Nord restait dans une obscurité profonde.

« A l'intérieur, on ne s'apercevait de rien. J'allai y chercher des objets métal-



ÉTINCELLES D'UNE MACHINE STATIQUE OBTENUES PAR MM. DUCRETET ET ROGER,
CONSTRUCTEURS A PARIS.

(En haut, pôle positif; en bas, pôle négatif.)

liques pointus et un parapluie. En retournant sur la terrasse, ils me donnèrent des étincelles courtes, accompagnées de secousses peu douloureuses. Un porte-plume avait la pointe garnie d'un petit point brillant, semblable à une aigrette négative. Lorsqu'on se réfugiait sous le parapluie, nous cessions d'être lumineux, et il fallait se laisser mouiller stoïquement et même bien mouiller pour donner naissance aux feux Saint-Elme.

« Le plus étrange était de voir ces étoiles brillantes blanches et sensiblement rondes, ressemblant aux aigrettes négatives, se croiser, se mêler et même traverser les houppes délicatement ramifiées, rappelant les aigrettes positives, sans qu'elles semblent se gêner. J'ai principalement bien vu ce phénomène sur l'antenne qui, entourée d'une gaine d'effluves bleus de 5 à 6 centimètres de diamètre, était parsemée de ces étoiles blanches.

« Peu à peu, la pluie devint moins violente, les feux Saint-Elme s'affaiblirent, et un quart d'heure après leur apparition, l'Observatoire reprenait sa physiologie nocturne habituelle. »

On a rangé dans cette catégorie de faits des phénomènes qui me paraissent d'un tout autre ordre.

Le corps des animaux et celui de l'homme semblent devenir le siège d'une activité électrique indépendante des conditions de l'électricité atmosphérique. Pour qu'elle se manifeste, il suffit, la plupart du temps, que l'air soit excessivement sec.

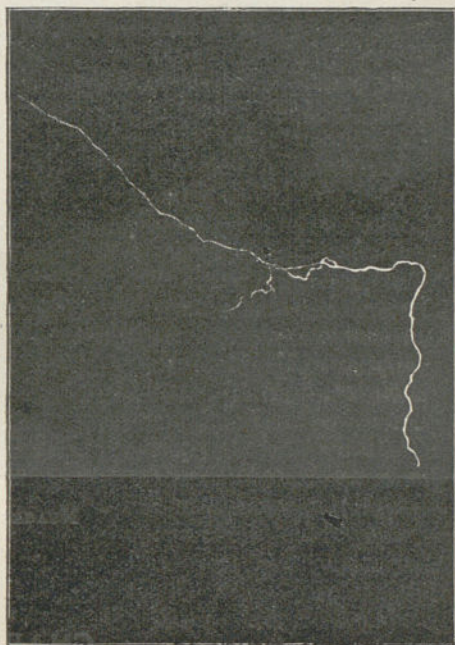
On connaît dans cet ordre d'idées les étincelles émises par les chats lorsqu'on les frotte vigoureusement.

Les anciens auteurs rapportent que l'empereur Tibère possédait un cheval qui étincelait dans les mêmes circonstances.

Le père de Théodoric et d'autres personnages avaient observé des phénomènes analogues sur leur propre corps.

Mais voici qui est mieux : J'avais autrefois un oncle habitant Bordeaux et qui possédait la douce manie de porter à

même la peau, un gilet de soie. Or, lorsque chaque soir mon cher oncle retirait son gilet, on entendait un crépitement électrique et, pendant plusieurs minutes, du vêtement tenu à la main, on pouvait retirer de nombreuses étincelles.



ÉCLAIR PHOTOGRAPHIÉ LE 31 JUILLET 1904, A PARIS, PAR M. G. MESMER.

Le Dr W. Lockyer pense que l'éclair ascendant est parti de la Tour Eiffel.

J'ai connu aussi une dame, jeune à l'époque, qui avait la propriété d'électriser le linge quelle portait.

Que de fois son mari m'a raconté que sa femme conviait parfois à son petit coucher, plusieurs de ses amies intimes. La dame se déshabillait alors, toutes lumières éteintes, et lorsqu'elle enlevait son dernier vêtement, c'était une véritable pluie d'étincelles.

Nous pouvons donc devenir en certaines circonstances de véritables condensateurs électriques, mais le mécanisme de cette accumulation et ses causes exactes échappent totalement aux physiologistes.



NUAGES ORAGEUX.

(Cliché de M. Quénisset.)

CHAPITRE IV

Qu'est-ce qu'un Orage.

On a répété souvent que rien n'est difficile à donner comme une définition. Jamais phrase ne fut plus vraie si nous essayons de l'appliquer à l'*orage*

Pour le public, un orage c'est la manifestation tapageuse de l'électricité atmosphérique sous toutes ses formes : chaleur étouffante, nuages assombrés, pluies diluviennes, vents violents, éclairs stridents et coups de tonnerre.

Mais pour le savant, chacun de ces phénomènes particuliers peut faire défaut en un cas déterminé et cependant il y a un orage.

L'orage, au point de vue météorologique, ne serait qu'un cas particulier de la

tempête ; l'électricité ne jouerait qu'un rôle accessoire.

Cependant, au point de vue qui nous occupe, nous ne pouvons négliger les phénomènes de la foudre, d'autant qu'en plus d'une circonstance ils jouent un grand rôle dans les manifestations orageuses.

L'orage type peut être décrit comme l'a fait autrefois M. de Roquigny-Adanson :

« Ce jour-là (18 août 1890), bien avant le lever du soleil au parc de Balline (Allier), les éclairs avaient déjà brillé, et entre 3 heures et 5 heures du matin le tonnerre grondait à l'horizon entre le Sud et l'Ouest. Cependant la journée fut fort

belle, le ciel à peu près pur, la température extrêmement chaude.

« La température atteignit son maximum (35°,2) de 3 heures à 4 heures de l'après-midi. A 5 heures le ciel se couvrit rapidement, du Sud-Ouest au Sud-Est, et les nuages s'avancèrent denses et menaçants. A l'éclat radieux du jour succéda une sorte de stagnation atmosphérique, irrespirable, imprégnée d'une chaleur d'étuve, étouffante, accablante, dans un calme absolu.

« Les premiers roulements de tonnerre, sourds et lointains, se firent entendre à 5 h. 55. A 6 heures, le ciel acheva de s'obscurcir. La girouette pointait au Nord-Ouest, et les nuages inférieurs chassaient du Sud-Ouest.

« On voyait alors, vers les régions zénithales, un spectacle curieux, rare dans ces contrées : les fameux *Pocky Clouds*, si redoutés des marins des îles Orcades. Leur aspect était étrange, sinistre. L'apparition de ces nuages singuliers présage, d'ordinaire, l'arrivée des tempêtes ou l'approche des mouvements orageux accompagnés de forts coups de vent.

« Vers 7 heures, les éclairs prirent de l'ampleur, s'allumèrent plus fréquents et apparurent merveilleux. La grande voix du tonnerre était nette, dure, vibrante. La situation demeura telle jusqu'à 7 h. 30. Puis, tout à coup, ce fut comme un épanouissement prodigieux, formidable de toutes les puissances électriques de l'atmosphère. Les décharges se suivaient, se précipitaient, se répondaient, devenaient incessantes. Le ciel, tout entier, se transformait en une effrayante mêlée d'éclairs étincelants, fulgurants, aveuglants, permettant à peine à l'œil ébloui de distinguer on ne sait qu'elle confusion de phénomènes dans l'obscurité générale. La pluie, la grêle tombaient avec furie. Les rafales de vent passaient, rapides comme des projectiles, se heurtant aux obstacles, les brisant, les renversant. Le grondement non interrompu du tonnerre n'était coupé que par les éclats rudes et déchirants des coups plus rapprochés.

« L'orage dura avec cette violence pen-

dant une demi-heure ; puis, soudain, la pluie vint à cesser, le vent s'apaisa, les éclairs s'espacèrent de plus en plus. On put les compter. Les roulements du tonnerre redevinrent sourds et se perdirent peu à peu dans le lointain. Seule la lueur amoindrie des éclairs illumina vaguement et pendant longtemps encore l'horizon du Nord au Nord-Est. »

D'où peut provenir une pareille accumulation d'électricité ? Les physiiciens ont cherché et je vous ferai grâce des théories. Chacune d'elles est détrônée par la suivante et il est à présumer que les hypothèses actuelles fondées sur les phénomènes d'ionisation céderont bientôt la place à d'autres aussi mauvaises.

Tout ce que nous constatons c'est qu'à mesure que nous montons, le potentiel électrique, mettons la pression électrique, si vous voulez, de l'atmosphère augmente en de fortes proportions, et à un moment donné les nuages véhiculent des quantités fantastiques d'électricité.

L'équilibre ne peut s'établir que par un écoulement continu ou intermittent entre les différentes portions des nappes électrisées.

La sécheresse et l'humidité jouent un certain rôle sur la nature duquel nous sommes loin d'être fixés. En certains pays, il ne tonne jamais.

Dans d'autres régions, l'électricité paraît *suinter* des objets à tel point que les anciens météorologistes désignaient ces contrées sous le nom de pays électriques.

Ecoutez le professeur Loomis décrire les phénomènes qu'occasionne à New-York la présence d'une excessive quantité d'électricité dans l'atmosphère :

« En hiver, les cheveux sont fréquemment électrisés, et spécialement lorsqu'ils ont été peignés avec un peigne fin. Souvent ils se dressent, et plus on les travaille pour rendre la chevelure unie, plus ils refusent de se tenir en place. Il se dirigent alors vers les doigts qu'on place devant eux et pour remédier à cet inconvénient, il suffit de les mouiller.

« Dans cette même saison, toutes les

parties des vêtements de laine, les pantalons surtout, attirent les duvets, les poussières qui flottent dans l'air ; ces particules se fixent principalement vers les pieds, et la brosse ne fait que les rendre plus adhérentes. Une éponge humide

fois avec rapidité, le jet peut atteindre quelques centimètres de longueur, de façon à faire sentir une piqûre cuisante. Un objet en métal, comme par exemple le bouton d'une porte, envoie une étincelle à la main qui s'en approche, et parfois ces étincelles effrayent les enfants. On peut même quelquefois allumer un bec de gaz avec son doigt, après s'être promené sur le tapis isolant. »

J'ai connu beaucoup de personnes ayant habité New-York, aucune d'elles ne m'a confirmé ces faits étranges.

Il est possible, après tout, que la civilisation et l'industrie aient quelque peu changé le climat de cette énorme ville américaine.

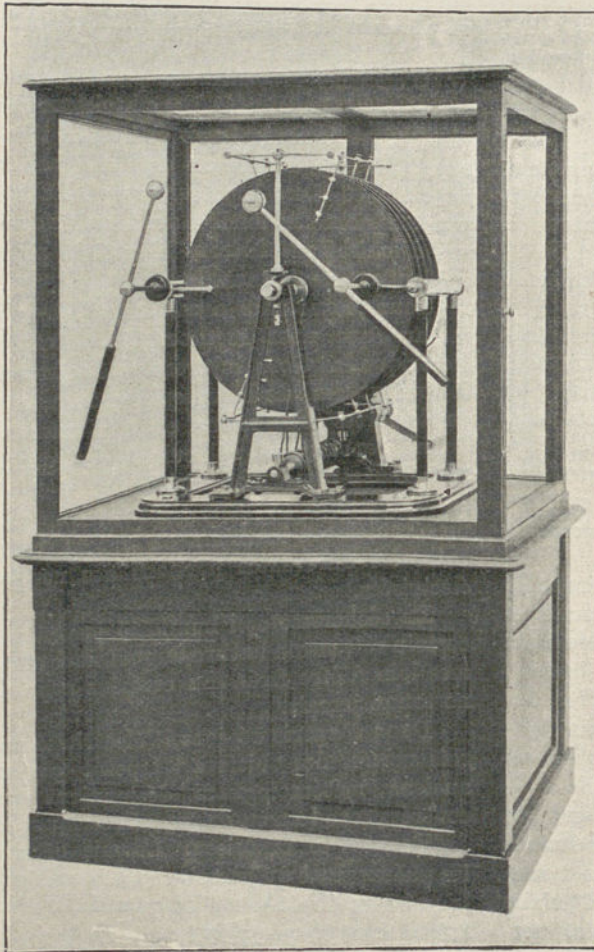
Il y aurait eu là des dégagements électriques ressemblant aux feux Saint-Elme que nous avons déjà étudiés dans le chapitre précédent.

Mais c'est en ballon, ou sur le sommet des hautes montagnes et des pics isolés que l'électricité atteint son maximum.

Un physicien de Mexico, M. Graveri, a décrit les phénomènes observés par lui dans une ascension faite en mai 1845, au Nevado de Tolusa :

« Les sensations électriques qu'éprouvèrent ses guides et lui, dit M. Fournet, à toutes leurs extrémités, aux doigts, au nez, aux oreilles, furent aussitôt suivies d'un bruit sourd, et pourtant le tonnerre ne grondait pas encore ; les longs cheveux des Indiens se tenaient raides et

hérissés, en donnant à la tête de ces hommes une grosseur énorme, de façon que la vue de cet effet aggravât leur terreur superstitieuse. Enfin, le bruit devint fort intense, paraissant général dans la montagne, et semblable au craquement

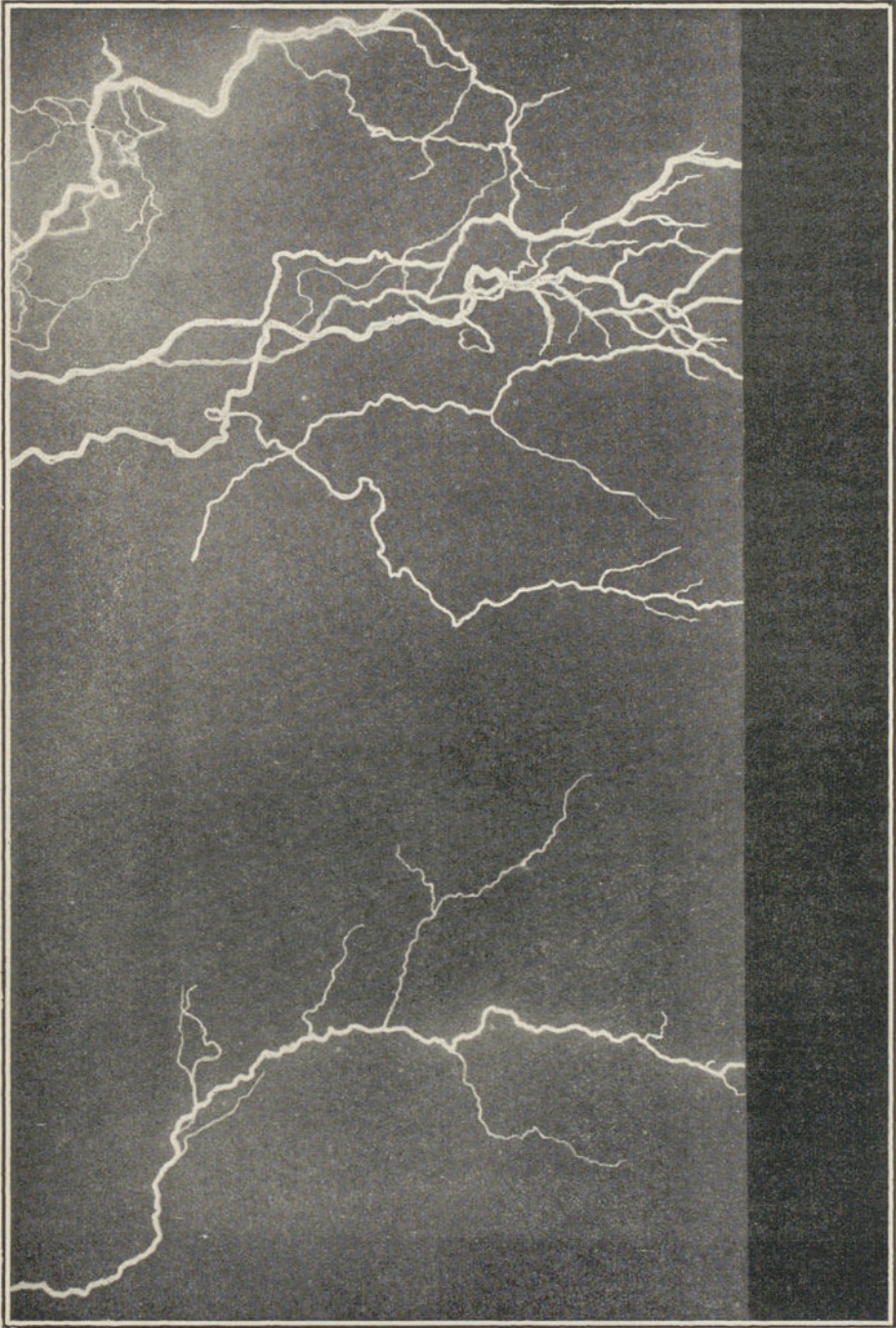


MACHINE STATIQUE DE WIMHURST, CONSTRUITE PAR LA MAISON ROYCOURT DE PARIS.

(Modèle pour particuliers et cabinets de physique.)

est toujours le remède à appliquer en pareil cas.

« Pendant la nuit, les tapis épais des salons chauffés font entendre de petits craquements ; ils brillent lorsqu'on s'y promène, et si l'on passe deux ou trois



DÉCHARGES MULTIPLES ENTRE LES NUAGES ET LA TERRE.
(Communiqué par M. J. Guillaume.)

que produiraient des cailloux alternativement attirés et repoussés par l'électricité ; mais il était probablement dû au pétilllement des myriades d'étincelles jaillissant d'un sol rocailleux. »

De Saussure rapporte des faits analogues, celui-ci entre autres observé au piz Surley, montagne granitique du massif des Grisons :

« Vers une heure du soir, dit-il, nous fûmes assaillis par un grésil fin, clairsemé, en même temps que des giboulées analogues enveloppaient la plupart des aiguilles rocheuses, telles que les piz Ot, piz Jutier, piz Languard et les cimes neigeuses de la Bernina, tandis qu'une forte averse de pluie fondait sur la vallée de Saint-Moritz.

« Le froid augmentait, et à 1 h. 30 du soir, arrivés au sommet du piz Surley, la chute du grésil devenant plus abondante, nous nous disposâmes à prendre notre repas près d'une pyramide en pierres sèches qui en couronne la cime. Appuyant alors ma canne contre cette construction, j'éprouvai dans le dos, à l'épaule gauche, une douleur fort vive, comme celle que produirait une épingle enfoncée lentement dans la chair. Comme je cherchais vainement sans rien trouver, une piqûre analogue se fit sentir dans l'épaule droite. Supposant alors que mon pardessus de toile contenait des épingles, je le jetai ; mais loin de me trouver soulagé, les douleurs augmentèrent, envahissant le dos d'une épaule à l'autre, et elles étaient accompagnées de chatouillements, d'éclancements douloureux comme ceux qu'aurait pu produire une guêpe ou tout autre insecte se promenant dans mes vêtements, où il me criblait de piqûres.

« Otant à la hâte mon second paletot, je n'y découvris rien qui fût de nature à blesser les chairs, tandis que la douleur prenait le caractère d'une brûlure. Sans réfléchir davantage, je me figurai que ma chemise de laine avait pris feu et j'allais me déshabiller complètement, lorsque mon attention fut attirée par un bruit qui rappelait les stridulations des bourdons. C'étaient nos bâtons qui chantaient

avec force, en produisant un bruissement analogue à celui d'une bouilloire dont l'eau est sur le point d'entrer en ébullition ; tout cela peut avoir duré environ quatre minutes.

« Dès ce moment, je compris que mes sensations douloureuses provenaient d'un écoulement électrique très intense, qui s'effectuait par le sommet de la montagne. Quelques expériences improvisées sur nos bâtons ne laissèrent apercevoir aucune étincelle, aucune clarté appréciable de jour, mais ils vibraient dans la main de façon à faire entendre un son intense. Qu'on les tint verticalement, la pointe soit en haut, soit en bas, ou bien horizontalement, les vibrations restaient identiques, mais le sol demeurait inerte. Alors le ciel était devenu gris dans toute son étendue, quoique inégalement chargé de nuages.

« Quelques instants après, je sentis mes cheveux et ma barbe se dresser en produisant sur moi une sensation analogue à celle qui résulte d'un rasoir passé à sec sur des poils raides. Un jeune homme qui m'accompagnait s'écria qu'il sentait tous les poils de sa moustache naissante, et que, du sommet de ses oreilles, il partait des courants très forts. D'autre part, en élevant la main, je vis des courants non moins prononcés s'échapper de mes doigts. Bref, une forte électricité s'écoulait des bâtons, habits, cheveux, barbe et de toutes les parties saillantes de nos corps.

« Un coup de tonnerre lointain vers l'Est nous avertit qu'il était temps de quitter la cime, et nous descendîmes rapidement jusqu'à une centaine de mètres. Nos bâtons vibrèrent de moins en moins à mesure que nous avançons, et nous nous arrêtâmes lorsque leur son fut devenu assez faible pour ne plus être perçu qu'en les approchant de l'oreille. La douleur au dos avait cédé dès les premiers pas de la descente, mais j'en conservais encore une impression vague. Dix minutes après le premier, un second roulement de tonnerre se fit entendre encore à l'Ouest dans un grand éloignement, et ce furent

les seuls. Aucun éclair ne brilla, et une demi-heure après notre départ de la cime le grésil avait cessé ; les nuages se rompaient. Enfin, à 2 heures 30 minutes du soir, nous atteignîmes de nouveau le point culminant du piz Surley pour y trouver le soleil. Mais le même jour, il régnait un violent orage sur les Alpes Bernoises, où une dame anglaise fut foudroyée...

« Le phénomène électrique qui vient d'être décrit, et que l'on pourrait appeler le chant des bâtons ou le bourdonnement des roches, n'est pas rare dans les hautes montagnes, sans pourtant y être fréquent. Parmi les guides que j'ai interrogés à ce sujet, les uns ne l'avaient jamais observé, les autres ne l'ont entendu qu'une ou deux fois dans leur vie. Toutefois il convient de faire observer qu'il se présente précisément dans les journées où le ciel menaçant éloigne les voyageurs des cimes culminantes. »

Ainsi, même à des altitudes élevées, où l'on constate cependant un énorme potentiel électrique, l'orage proprement dit ne se produit pas toujours.

Pour qu'il y ait orage, il faut donc autre chose.

A l'origine de tous ces météores nous retrouvons constamment un mouvement ascendant rapide dans les régions inférieures de l'atmosphère.

Si les circonstances sont favorables, ce mouvement amènera une forte condensation de vapeur d'eau, puis, bientôt, la formation d'un cumulo-nimbus de grandes dimensions et au sein duquel se développeront les manifestations électriques de nature orageuse.

La production de ce mouvement ascendant d'une masse d'air notable est-elle due à un excès de température des couches inférieures en contact avec un sol surchauffé, le phénomène ne sera pas général, mais localisé en une étroite région : ce sera un *orage de chaleur*. Celui-ci survient presque toujours d'une façon brusque et à peu près exclusivement pendant la saison chaude à l'intérieur des continents : le matin le soleil se lève dans un

ciel parfaitement pur, la chaleur s'accroît au milieu de la journée d'une façon anormale, un nuage se forme, grossit rapidement et devient bientôt le siège de décharges électriques intenses.

Puis, l'équilibre se rétablit, le ciel s'éclaircit et la nuit suivante est très belle.

Dans les régions avoisinantes, le temps est resté calme, l'orage a été strictement local.

Toutefois, s'il règne à la hauteur du nuage orageux un vent appréciable, plusieurs régions, toujours restreintes néanmoins, peuvent avoir été balayées presque en même temps. Souvent aussi, la même cause se renouvelle en des pays voisins ; des nuages indépendants amènent des manifestations électriques simultanées et l'on pourrait croire au déplacement d'un même orage.

Dans ce cas, il devient très difficile de tracer ce que les météorologistes appellent les *isobrontes*, c'est-à-dire les lignes réunissant tous les endroits ayant l'orage au même moment.

Il n'en va plus de même des *orages de dépression* qui se rattachent à des causes plus générales et pour cette raison couvrent souvent des étendues considérables.

Ceux-là sont une conséquence des grandes dépressions barométriques ou des cyclones et se produisent dans les parties de ces météores où les mouvements ascendants sont assez rapides pour donner naissance aux cumulo-nimbus orageux.

Nous avons vu dans l'*Océan aérien* que l'on peut suivre les grandes dépressions sur des régions terrestres d'une énorme étendue ; or, au moment du passage de la dépression, il n'est pas rare d'observer sur le côté droit, par rapport au centre, un obscurcissement du ciel. Les nuages s'épaississent, le baromètre est au point le plus bas de sa course ou même commence à remonter, puis, surviennent un ou deux coups de tonnerre. La pluie augmente alors, souvent accompagnée de neige, et le nuage s'éloigne ; on

ne constate aucune variation importante des éléments météorologiques. Ce cas est relativement simple, mais parfois le phénomène dès le début se complique : on voit la pression s'élever brusquement d'une façon sensible et la courbe tracée sur la feuille du baromètre enregistreur, présente une sorte de crochet que l'on a appelé le *crochet d'orage*. Au même moment se produit un violent coup de vent qui peut durer une dizaine de minutes avec des changements brusques de direction. Nous sommes alors en présence de ce qu'on appelle un *grain*. Or, si l'on marque sur une carte tous les points où l'on a observé un grain semblable à la même heure, on observe que ces points sont tous situés dans une direction assez régulière qui est la *ligne de grain*. Elle est dirigée vers le centre de la dépression, mais le plus souvent ne l'atteint pas. La *ligne de grain* se déplace avec la dépression, mais avec des vitesses variables suivant les circonstances, de sorte qu'elle est souvent très irrégulière.

L'orage avec tonnerre et grêle sera le résultat de la perturbation produite par le passage d'une ligne de grain, ou ruban de grain, dans une atmosphère convenablement préparée.

C'est à M. Durand-Gréville, le météorologiste bien connu, que nous devons des études très complètes sur ces lignes de grain et c'est à lui que nous allons demander ce qu'on doit entendre par « une atmosphère convenablement préparée » :

« Pendant les mois les plus chauds

de l'année et les heures les plus chaudes du jour, si l'atmosphère est humide, les courants d'air ascendants amenés par le surchauffement des terrains découverts emportent dans les régions très élevées de l'atmosphère des quantités de vapeur d'eau qui se condensent en d'énormes cumulus ou cumulo-nimbus dont la partie supérieure, plongée dans des couches d'air glacées, est souvent à l'état de cris-

taux, de glace et la partie moyenne à l'état de surfusion. » Telle est la préparation locale.

« Supposons maintenant le passage d'un vent très violent et légèrement descendant, on aura toutes les conditions pour la production d'un orage avec averse de pluie et de grêle.

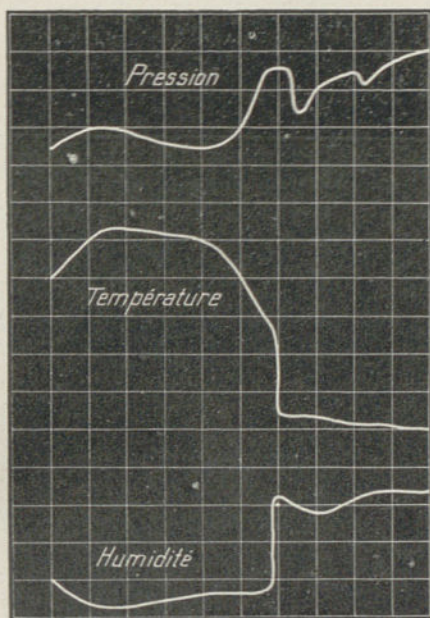
« Or, dit M. Durand-Gréville, le vent violent existe dans le *ruban de grain*, bande assez étroite de 20 à 100 kilomètres de large, qui constitue grossièrement un rayon de la dépression dont elle fait partie.

« D'autre part, l'air du ruban de

grain est généralement plus froid, de sorte que le passage du phénomène dans une région chaude et humide augmente la nébulosité.

« On doit donc considérer le ruban de grain comme une vague de forte pression et de vent violent et froid qui balaie l'Europe en marchant parallèlement à elle-même et qui amène sur tous les lieux où elle passe :

1° Une hausse barométrique brusque;



Variations brusques des éléments météorologiques au cours d'un orage. La température baisse, l'humidité augmente, et le baromètre enregistre le *crochet d'orage*.

2° Un changement brusque de la direction du vent;

3° Une hausse brusque de la vitesse du vent.

Et quand l'atmosphère est bien préparée:

4° Une brusque augmentation de la quantité de nuages;

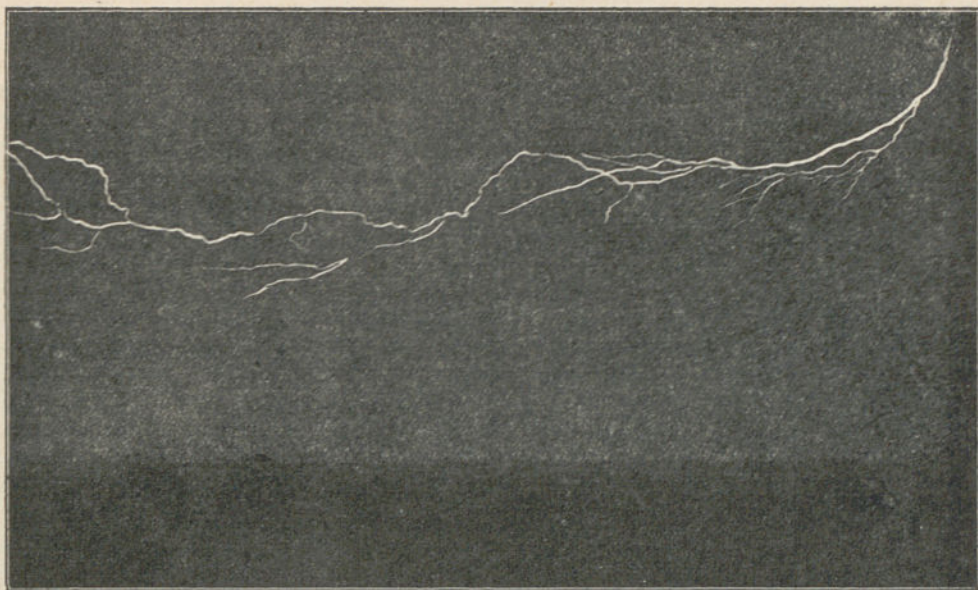
5° Des averses de pluie ou de grêle ;

6° Des phénomènes électriques. »

Ainsi, d'après les météorologistes, les manifestations électriques ne seraient qu'un phénomène accessoire ne se produisant que dans des circonstances tout à fait spéciales en l'absence desquelles la pluie ou la grêle peuvent quand même se former.



PHOTOGRAPHIE D'ÉCLAIR OBTENUE PAR LE
CAPITAINE GASTON PINTE.



ÉCLAIR SUR PARIS (3 AOUT 1906).

(Cliché de M. G. Mesmer.)

CHAPITRE V

La Foudre.

Quand un orage éclate, instinctivement nous sommes saisis d'une frayeur irraisonnée devant ces phénomènes mystérieux de l'électricité atmosphérique.

Mystérieux est bien le mot, car malgré les recherches de nos savants, nous ignorons encore totalement l'origine de cette électricité. Par contre, nous en connaissons les effets aussi puissants que redoutables. Il n'est pas besoin d'ailleurs que cette électricité se montre à nous sous forme d'éclairs pour qu'elle exerce ses ravages.

Souvent, pendant les violents ouragans, on constate des effets de destruction extrêmement puissants qui ne semblent pas en rapport avec la vitesse constatée du vent. Ainsi pendant une sorte de cyclone qui ravagea le Nord-Ouest de la France le 19 août 1890, la vitesse du vent ayant été évaluée à 10 ou 15 mètres par seconde, on a observé des effets singuliers relativement aux toitures des maisons

dans les environs de Rennes. Constamment le versant qui faisait face au vent avait été préservé et ne montrait tout au plus que quelques tuiles soulevées, tandis que le versant opposé était complètement ruiné, les tuiles, les chevrons, les poutres étant jetés à terre, sans d'ailleurs avoir été transportés au loin. La cause de ces irrégularités, d'après M. Jaunel, est tout entière du domaine électrique, et de fait l'électricité a joué un rôle aussi considérable que singulier dans l'orage des environs de Rennes. Ici il n'y a eu ni les éclairs, ni les coups de tonnerre, ni les boules de feu constatées à la même époque à Dreux et à Saint-Claude, mais un bruissement formidable et ininterrompu, et un dégagement continuel d'électricité. Une femme qui ramenait ses vaches s'est vue entourée de flammes bleues qui sortaient du sol et, presque aussi hautes qu'elle, menaçaient de la brûler. Des paysans constatèrent les

mêmes phénomènes. Un charretier fut transporté à 50 mètres avant le coup de vent, et peu après, un médecin se sentit soulevé de terre, et tellement entouré d'effluves électriques qu'il pensa en être asphyxié. « Ça puait la foudre », selon l'expression des habitants qui, paraît-il, sont fort experts en électricité atmosphérique.

Comment expliquer que dans cette ré-



RÉSERVOIR EN TÔLE TORDU PAR UN COUP DE Foudre A PARIS.

gion l'orage ait été principalement électrique tandis que des localités voisines n'ont rien eu? Peut-être devons-nous attribuer cette circonstance à la nature du sous-sol. Ainsi Charles Martins rapporte qu'à Montpellier la foudre tombe très souvent dans le quartier du Jardin-des-Plantes, tandis que le Peyrou, situé dans le voisinage et à un niveau notablement supérieur, n'est jamais frappé. Il faut probablement attribuer ce privilège à la présence d'une nappe d'eau souterraine, abondante et voisine de la surface.

A propos de l'orage mentionné plus haut, M. Ch.-Ed. Guillaume fit les mêmes remarques :

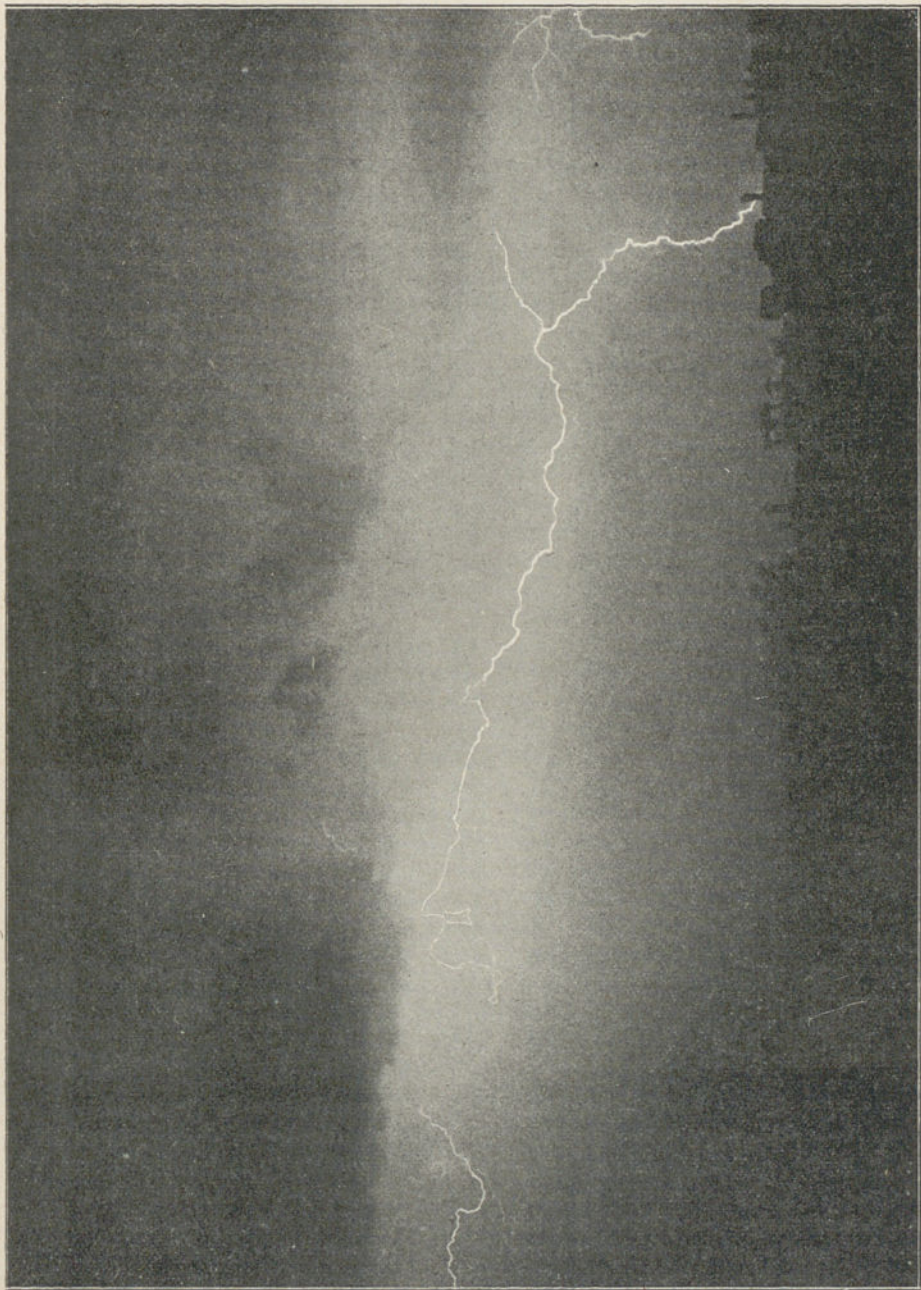
« Je me trouvais ce jour-là dans la plaine vaudoise, à quelques kilomètres seulement du pied du Jura, et à proximité immédiate des contrées les plus dévastées. Pendant toute la journée, la chaleur avait été insupportable, et sans un souffle d'air. Vers le soir, l'orage se déchaîna avec une extraordinaire violence ; les éclairs se succédaient sans interruption, avec une grande intensité, et la pluie tombait à torrents. Le vent n'était pas particulièrement violent, mais le tonnerre roulait d'une façon continue, en un bruit assourdissant.

« Le lendemain matin, il faisait froid, et le vent soufflait très fort, venant de la montagne ; mais l'ouragan dévastateur était passé depuis plus de douze heures et ce vent tardif n'occasionna aucun dégât.

« Dans la soirée précédente, au contraire, la vallée de Joux avait été comme balayée ; un grand nombre de maisons de pierre étaient démolies, et plus de cent mille grands sapins avaient été couchés à terre.

« Cependant, des témoins dignes de foi affirment que dans les endroits les plus malmenés, la vitesse du vent ne semble pas avoir été particulièrement grande, et n'explique pas la manière dont les accidents se sont produits. On peut citer à l'appui de cette opinion, les observations suivantes, recueillies parmi beaucoup d'autres par M. W. Piguët, qui me les communiqua il y a quelques années : Une fenêtre tomba d'un troisième étage sans qu'aucune vitre fût brisée ; un homme fut soulevé de terre et atterri à quelques centaines de mètres du point de départ sans éprouver la plus légère contusion, réalisant ainsi, malgré lui, l'expérience de la danse des pantins.

« Parmi les arbres abattus par l'ouragan, un grand nombre restèrent dans le pays, et furent employés pendant plusieurs années, comme bois de chauffage ou de construction. Or, les bûcherons de la Vallée de Joux affirment pouvoir distinguer le *bois du cyclone*, comme on désigne les arbres renversés le 19 août, du bois provenant d'un arbre abattu dans les conditions ordinaires. A l'origine des



CERTAINS ÉCLAIRS PRÉSENTENT DES LONGUEURS DE 12, 15, 20 KILOMÈTRES ET PEUT-ÊTRE DAVANTAGE.

(Cliché de M. Quénesset.)

branches on constate, paraît-il, un gonflement de la substance ligneuse, très caractéristique pour ceux qui le connaissent, et qui se retrouve dans tous les arbres foudroyés.

« Ces quelques observations, corroborées par beaucoup d'autres, tendraient à faire croire que les attractions électriques ont été la cause principale des effets mécaniques consécutifs au cyclone du 19 août. »

Ces faits, loin d'être isolés, sont souvent observés et montrent bien que l'électricité peut exercer de violents ravages, sans pourtant qu'il y ait production d'éclairs et de tonnerre.

Dans d'autres circonstances, on observe de très nombreux éclairs, et cependant on n'entend aucun bruit ; tels sont les éclairs de chaleur. On les explique parfois en supposant qu'ils se produisent à une distance telle que le son ne peut venir jusqu'à nous. L'explication peut être juste dans certains cas, mais elle ne suffit pas à rendre compte de tous les phénomènes de ce genre.

Voici, par exemple, d'après M. Basile de Balassny, à Poltava, un très curieux phénomène orageux propre aux steppes du Sud de la Russie.

Il se produit rarement et le peuple croit qu'il n'arrive qu'une fois par an, dans la nuit dite des « Moineaux ». Après une journée lourde, suffocante, le ciel est envahi de fins cirrus qui se trouvent sillonnés d'éclairs horizontaux d'une couleur bleu vif ressemblant à l'étincelle dans le vide. Il n'y a pas même un lointain roulement de tonnerre et cependant le ciel et la terre sont embrasés d'éclairs. On n'a jamais noté un coup de foudre. Les hommes sont mal à l'aise, les bêtes tremblent, les moineaux, surtout, poussent des cris perçants et se laissent prendre à la main, d'où le surnom de « nuit des Moineaux ».

Les éclairs ne cessent qu'avec le jour sans modification de la température.

M. Ch. Baillairge, à Québec (Canada), a vu deux nuages échanger des milliers d'éclairs de toutes couleurs pendant plus d'une demi-heure, sans que le

moindre tonnerre se fit entendre. Le spectacle était féérique.

Même pendant les orages, les éclairs ne sont pas toujours accompagnés de tonnerre. Ainsi pendant l'orage du 13 février 1900, qui a ravagé Paris et une grande partie de la France, on a constaté les faits suivants :

Le premier coup de tonnerre à Paris s'est fait entendre à 7 h. 30, mais depuis plus d'une demi-heure déjà, les éclairs étaient fréquents ; le second à 7 h. 38, et le dernier, extrêmement violent, à 7 h. 44.

D'après M. Em. Touchet, les orages du 5 août et du 6 septembre ont été caractérisés par une innombrable quantité d'éclairs en nappes, ne produisant que peu ou point de tonnerre. « Il est difficile, dit-il, de donner une idée de ces éclairs. C'étaient des lueurs vagues, diffuses, illuminant l'air dans la masse. Que l'on imagine des rayons très puissants de projecteurs électriques balayant l'espace dans tous les sens. Ces « bouffées de lumière » (qu'on me passe l'expression) ne produisaient aucun bruit, le 5 août. » Le 6 septembre, avant la pluie, on entendait seulement un grondement sourd, prolongé, paraissant venir des hautes régions de l'atmosphère.

On divise les éclairs, d'après leur apparence, en diverses classes : éclairs linéaires, sinueux, à méandres, à boucles, etc., etc. Parfois les éclairs sont constitués par une série de décharges à peu près instantanées se succédant à de faibles intervalles et suivant le même chemin dans l'espace, à de petits détails près : ce sont les éclairs intermittents. D'autres éclairs, particulièrement ceux d'une grande intensité, semblent persister quelque temps en s'éteignant graduellement. On voit alors, immédiatement après l'éclair, un sillon extrêmement lumineux dont l'éclat diminue très rapidement pour s'éteindre après une durée de 1 à 2 secondes. Cette lueur, qui succède à la décharge, peut être attribuée à l'incandescence des éléments de l'air atmosphérique (y compris la vapeur d'eau prove-

nant des gouttes de pluie), par suite de la haute température de l'éclair.

Enfin, signalons la présence sur certaines photographies d'*éclairs noirs*. On les attribue généralement au renversement de l'image par surexposition. Mais est-ce là la vraie explication ? il est permis d'en douter. Ainsi, sur une belle photographie prise par M. G. Mesmer, à Montmartre, le 12 avril 1904, l'éclair principal, évidemment le plus



A Saint-Pol-de-Léon, en Bretagne, un sacristain est foudroyé en sonnant les cloches au cours du violent orage de 1718.

intense, est blanc ; toutes les fines ramifications sont *noires*. Et cependant, le fond de la plaque est à peine voilé, et, en tout cas, se trouve certainement à la période montante de l'action photographique.

Sur une autre photographie prise par M. Albert Senouque, on constate l'existence de plusieurs ramifications noires. L'une d'elles s'affaiblit peu à peu, devient en un endroit invisible, puis réap-

paraît ensuite brillante. Dans ce cas encore, il est difficile d'expliquer par un renversement de surexposition, les éclairs noirs de ce cliché.

Quoi qu'il en soit, quand on observe par une nuit profonde ces éclairs éblouissants qui traversent une partie de l'horizon, on est stupéfié par l'intensité de ces manifestations électriques. Dans nos laboratoires, en effet, les plus grandes étincelles obtenues avec les plus puissantes machines, n'atteignent pas 1 mètre et l'on a devant soi, des éclairs de 5, 20 kilomètres de longueur. Liais en mesura un de 15 kilomètres ; von Franz en cite un autre de 49 kilomètres, mais ce chiffre est probablement trop fort. M. Prinz a obtenu un cliché qui donnerait 12 kilomètres environ en supposant exacte la distance déterminée par l'intervalle entre l'éclair et le tonnerre.

D'après des photographies prises par M. G. Mesmer d'éclairs rencontrant la tour Eiffel, on trouve un minimum de 4 kilomètres. C'est probablement là une longueur moyenne, mais les éclairs de 12 à 15 kilomètres ne sont pas rares.

En mesurant le magnétisme de certaines roches formées de minerais de fer, on a remarqué que le courant de foudre qui l'avait produit devait avoir été d'au moins 6 000 ampères. En réalité, l'intensité devait être beaucoup plus forte, mais on peut accepter ce nombre minimum et admettre 27 777 kilowatts-heure. Dans les conditions industrielles les plus économiques, le kilowatt coûte 1 centime et le coup ci-dessus reviendrait à 277 francs. Mais à Bruxelles, le kilowatt est payé 50 centimes, ce qui donnerait 13 888 francs.

A Paris, ce serait encore plus cher et un semblable coup de foudre ne coûterait pas moins de 20 000 francs en chiffres ronds.

En tout cas, quelle que soit leur longueur, la durée des éclairs est toujours excessivement faible, bien que dans la plupart des cas, ce qui nous paraît une étincelle unique ne soit que la réunion d'une série de décharges entre les mêmes

points et suivant la même route dans l'espace, décharges d'intensité égale et se succédant à des intervalles réguliers d'environ 1/1 000 de seconde.

Chaque décharge en particulier met au plus 1/35 000 à 1/40 000 de seconde pour se produire ; mais, à cause de l'imperfection de notre système nerveux et de la physiologie de nos organes visuels, nous ne pouvons saisir des temps aussi courts ; aussi attribuons-nous généralement aux éclairs une durée beaucoup plus considérable. En général, cependant, les sujets foudroyés le sont avant d'avoir vu l'éclair, cause de leur malheur, et surtout avant d'avoir entendu le bruit de la détonation.

Les effets de la foudre sont très variés et on peut les classer sous différents titres : mécaniques, physiques, chimiques et physiologiques.

Parmi les effets mécaniques, les uns sont d'une violence inouïe, rappelant la déflagration de puissantes charges de poudre ; d'autres au contraire, sont d'une inconcevable délicatesse.

Dans la nuit du 14 au 15 avril 1718, un coup de tonnerre fit sauter le toit et les murailles de l'église de Couesnon, près de Brest, comme l'aurait fait une mine. Des pierres furent lancées dans tous les sens jusqu'à la distance de 50 mètres.

En janvier 1762, la foudre tomba sur le clocher de Breâg, dans le Cornouailles. La tourelle en maçonnerie du Sud-Ouest fut brisée en cent morceaux et totalement détruite.

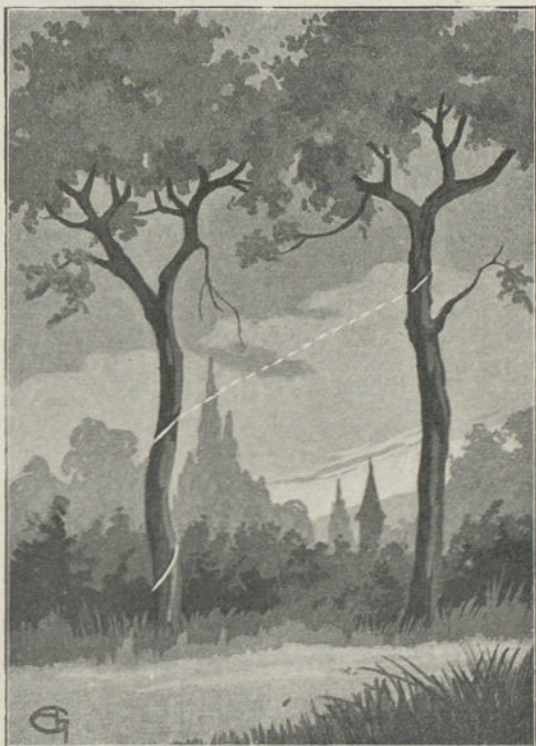
Une pierre du poids de 150 kilos fut jetée par-dessus le toit de l'église, dans la direction du Sud, à la distance de 55 mètres.

On trouva une autre pierre à 364 mètres du clocher dans une direction opposée ; une troisième fut projetée vers le Sud-Ouest.

Pendant la nuit du 21 au 22 juin 1723, la foudre brisa un arbre dans la forêt de Nemours. Les deux fragments de la souche

avaient l'un 5 et l'autre 7 mètres de long. Quatre hommes n'auraient pas soulevé le premier : la foudre le jeta cependant à 15 mètres de distance. Le second était à 5 mètres de sa position primitive, mais dans une direction opposée au premier fragment et son poids surpassait celui que huit hommes parviendraient à soulever.

En 1911, dans la forêt de Rostock, sur la mer Baltique, un sapin de 26 mètres



MÊME SILLON FULGURAL AFFECTANT DEUX ARBRES VOISINS.

de haut, fut endommagé par la foudre d'une manière fort curieuse. L'arbre fut sectionné verticalement en trois parties.

La foudre décrivit d'abord une couronne à une hauteur de 10 mètres au-dessus des arbres environnants ; elle creusa ensuite une rainure en forme de spirale de plusieurs centimètres de largeur autour du tronc du sapin ; puis, à une hauteur de 15 mètres au-dessus du sol, elle

pénétra à l'intérieur du tronc en creusant un trou de 8 centimètres. C'est à partir de ce point qu'un quart du tronc fut com-

me fut pas déplacée. L'arbre fut en outre partiellement dépouillé de son écorce.

Ce phénomène peut s'expliquer vaguement de la manière suivante : au moment où l'arbre fut atteint par la foudre, les différentes parties de celui-ci se chargèrent à des potentiels considérables; les charges des diverses parties étant de même signe, ces dernières furent, par répulsion électrique, violemment arrachées les unes des autres. Il y a lieu peut-être de faire intervenir aussi les pressions gazeuses développées par l'échauffement des tissus végétaux gonflés de sève.

Autre fait du même ordre : A Kobeb, près de Dornbirn, dans le massif de l'Arlberg, la foudre atteignit un sapin d'une hauteur de 30 mètres et pourvu de trois cimes ; le diamètre à la hauteur de 1 m. 20 était de 70 centimètres.

Le fluide se propagea le long des trois cimes et les détacha du tronc ; ce dernier fut divisé jusqu'à la racine en plusieurs fragments, qui furent dispersés dans un rayon de 60 mètres; certains de ces fragments pesaient cependant jusqu'à 150 kilogrammes. Les trois cimes tombèrent sur le sol. Les branches furent dépouillées de leur écorce.

D'après les témoins, le phénomène fut accompagné d'un bruit sourd, mais très violent, semblable à une explosion.

A noter aussi que la foudre ne s'écoula qu'en partie par le tronc, sans doute, parce que la résistance de passage



SILLON FULGURAL SUR UN ARBRE DE LA FORÊT DE SAINT-GERMAIN.

(D'après l'esquisse de M. Collomb.)

plètement arraché sur une longueur de 13 à 14 mètres, tandis qu'un second quart était séparé du tronc sur une longueur à peu près égale ; l'autre moitié de l'arbre

entre la racine et le sol sec ou rocailleux était trop grande; elle se fit un autre chemin le long des branches inférieures, qu'elle dépouilla de leur écorce, pour

gagner à travers l'atmosphère humide, le sol recouvert d'herbes.

Le 18 avril 1889, un violent orage éclate à Aiguemortes. La tour Constance qui mesure 25 mètres de hauteur est foudroyée.

Le météore entre par la porte de l'escalier en haut de la tour, et ressort par la porte d'entrée qui est presque détachée de ses gonds. Les murs de la tour, d'une épaisseur de 6 mètres, sont lézardés en maints endroits, et un bloc de pierre, mesurant 1 m. 70 de long sur 90 centimètres de large est complètement déplacé. Les douaniers, logés à quelques mètres seulement du bâtiment, ressentent une forte secousse.

Le 30 juin 1889, un orage éclate sur la ville de Montrichard (Loir-et-Cher). Vers 3 heures, un éclair est suivi instantanément d'une violente détonation. La foudre venait de tomber au centre de la ville sur la tour Carrée, précipitant à terre un drapeau-girouette, en tôle épaisse, large d'un mètre. Une sphère métallique creuse et dorée qui le surmontait a été trouée en plusieurs endroits. Une forte hampe en chêne a été fendue dans toute sa longueur. Plusieurs personnes du voisinage ressentirent une vive commotion, comme une sorte de choc en retour.

A Funzie, en Ecosse, vers le milieu du XVIII^e siècle, une roche de micaschiste, de 32 mètres de long, de 3 mètres de large et, sur quelques parties, de 1 m. 20 d'épaisseur, fut arrachée en un instant, par un coup de foudre, et brisée en trois grands fragments, sans compter les petits. L'un d'eux, de 7 m. 90 de long, de 3 mètres de large et de 1 m. 20 d'épaisseur, avait été simplement renversé sur lui-même ; le second, de 8 m. 50 de long, de 2 m. 10 de large et de 1 m. 50 d'épaisseur, lancé par-dessus un tertre, alla tomber à 45 mètres de distance. Un autre fragment d'environ 12 mètres de long, fut projeté dans la même direction avec plus de force encore et se perdit dans la mer.

Voici un autre exemple où la foudre montra une puissance aussi considérable. Le 6 août 1809 la foudre tomba sur un

petit bâtiment en brique, servant à emmagasiner du charbon de terre, terminé dans sa partie supérieure par une citerne et adossé à la maison de M. Chadwick. Les murs avaient 0 m. 90 d'épaisseur et s'élevaient de 3 m. 30. Leurs fondations descendaient à 30 centimètres environ au-dessous du sol.

Donc, le 6 août, à 2 heures du soir, après des décharges répétées d'un tonnerre éloigné et qui semblait s'approcher, une explosion épouvantable se fit entendre. Elle fut immédiatement suivie de torrents de pluie. Pendant quelques minutes, une vapeur sulfureuse entoura la maison.

Le mur extérieur du petit bâtiment, cave et citerne, fut arraché de ses fondations et soulevé en masse ; l'explosion le porta verticalement, et sans le renverser, à quelque distance de la place qu'il occupait d'abord. L'une de ses extrémités avait marché de 2 m. 70 ; l'autre, de 1 m. 20.

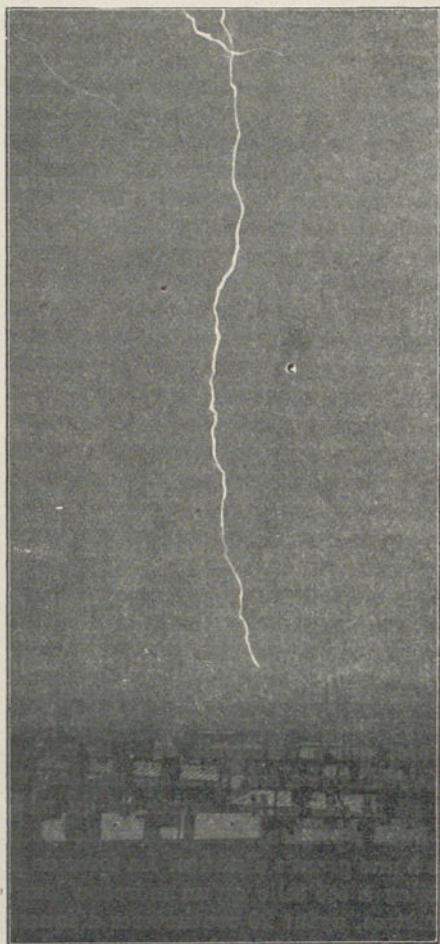
Le mur ainsi soulevé et transporté se composait, sans compter le mortier, de 7 000 briques et pouvait peser environ 26 000 kilogrammes.

Citons encore le fait suivant qui, d'après M. Liais, eut lieu pendant l'orage qui éclata à Cherbourg dans la nuit du 11 au 12 juillet 1852. La foudre tomba sur le mât de misaine du navire *Le Patriote*, qui se trouvait dans le port. Le mât foudroyé a été fendu sur une longueur de 26 mètres entre l'extrémité du mât et la hune ; plusieurs fragments ont été lancés à une grande distance. La force de projection a été telle qu'un morceau long de 2 mètres, ayant 20 centimètres d'équarrissage par le bout le plus épais, terminé en pointe par l'autre extrémité, est venu, à 80 mètres environ de distance, enfoncer la cloison en chêne du bâtiment de la tôlerie, cloison épaisse de 3 centimètres. Cet éclat est entré par le bout le plus gros, s'est enfoncé de près de la moitié de sa longueur dans la cloison ; un noeud l'a arrêté.

Ces effets sont formidables et nous pourrions en multiplier les récits ; mais la foudre n'est pas toujours aussi terrible, elle ne laisse parfois que des traces à peine

perceptibles de son passage, perçant par exemple de quelques trous de plusieurs millimètres de diamètre les vitres d'une fenêtre sans les briser.

Les effets physiques produits par la



COUP DE Foudre DU 12 AVRIL 1909 SUR PARIS.

Sur l'agrandissement de ce cliché obtenu par M. G. Mesmer, on peut voir les mystérieuses ramifications noires qui s'échappent de l'étincelle principale.

foudre ne sont pas moins caractéristiques. Déjà les auteurs anciens, comme Sénèque, Pline, Lucrèce, signalent la fusion des métaux comme l'un des méfaits de la foudre : « On a vu le cuivre d'un bouclier se fondre sans que le bois qu'il recouvre en fût endommagé », dit Aristote dans sa

Météorologie. « L'argent, dit Sénèque, se fond sans que la bourse qui le contient soit endommagée... L'épée se liquéfie dans le fourreau qui demeure intact. Le fer des javelots coule le long du bois et le bois ne prend pas feu. » De son côté, Pline assure que « de l'or, du cuivre, de l'argent contenus dans un sac, peuvent être fondus par la foudre, sans que le sac soit brûlé, sans que la cire qui le ferme, empreinte d'un cachet, ait été ramollie ».

Sans doute il y a là beaucoup d'exagération, car de nos jours on n'observe pas des phénomènes aussi intenses, cependant il est certain que la foudre fond souvent les métaux. Ainsi nombre d'accidents causés malgré les paratonnerres, proviennent de ce que la pointe de ces paratonnerres a été fondue par la décharge électrique.

En 1827, le paquebot *New-York* est foudroyé. Il y avait au sommet du grand mât une baguette de fer de 1 m. 20 de longueur, de 11 millimètres de diamètre à sa base et qui se terminait à l'extrémité opposée par une pointe très aiguë. La portion supérieure de cette tige fut complètement fondue sur une longueur de 30 centimètres et 6 millimètres de diamètre à la base. Une chaîne de fer analogue aux chaînes dont se servent les arpenteurs et d'une longueur d'au moins 40 mètres reliait la base de la tige de fer à la mer. Or après le coup de tonnerre, tout ce qui en restait, tout ce qu'on en retrouva avait à peine un mètre de long. Environ huit centimètres de cette chaîne restaient encore attachés à la base de la baguette métallique supérieure. Sur le pont on retrouva deux crochets avec un anneau intermédiaire complètement boursoufflés, ainsi qu'un petit fragment de chaînon. Après l'explosion, le pont du paquebot se trouvait parsemé de globules de fer qui brûlèrent le bois du pont et celui des lisses en cinquante endroits différents, bien qu'en ce moment, la pluie tombât par torrents et qu'il y eût presque partout de la grêle à une hauteur de six à huit centimètres.

Evidemment la chaîne n'était pas tombée à la mer, mais avait été fondue complètement.



PAYSAN FOUROYÉ, EN 1785, PRÈS DE GOLDSTREAM, EN ECOSSE.

Cet accident peut être considéré comme le type de l'électrocution à distance. La mort fut provoquée uniquement par le *choc en retour*, c'est-à-dire par le contre-coup de la décharge.

Franklin qui avait installé un paratonnerre sur sa propre maison de Philadelphie reconnu en 1827 qu'un coup de foudre y avait fondu une tige conique de cuivre de 24 centimètres de long et de 8 millimètres de diamètre à la base surmontant une grosse barre de fer reliée par un conducteur au sol humide.

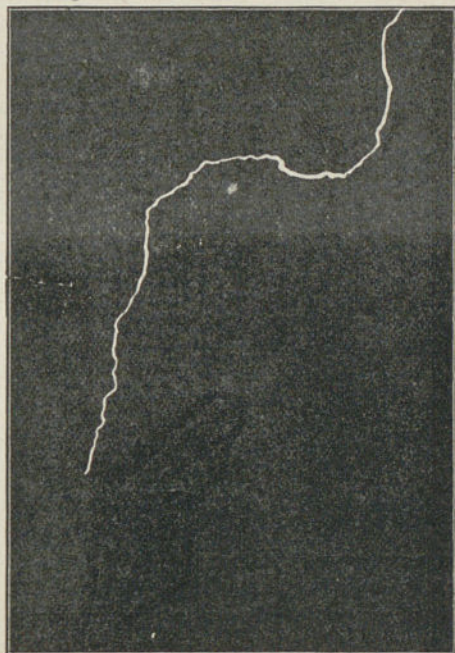
En 1754, il avait déjà eu l'occasion d'examiner lui-même les effets d'un violent coup de tonnerre qui rasa et dispersa dans tous les sens une pyramide en charpente de 21 mètres de haut dont était surmontée la tour carrée également en charpente, du clocher de la ville de Newbury aux Etats-Unis. Après avoir produit cet épouvantable dégât, la foudre en arrivant au niveau supérieur de la tour carrée, suivit un fil de fer qui unissait le marteau de la cloche aux rouages de la sonnerie situé beaucoup plus bas.

Ce fil, de la grosseur d'une aiguille à tricoter et de 6 mètres de long, fut volatilisé, à l'exception d'un bout de 5 centimètres qui, après l'accident, pendait encore à la queue du marteau, et d'un autre bout de même étendue qu'on trouva attaché à l'horloge. Le trajet du fil le long des parois revêtues de plâtre et des deux plafonds de la tour, était marqué par un sillon noir semblable à celui que laisse une traînée de poudre après qu'elle a pris feu. Cette sorte de peinture noire se composait, sans doute, de la matière du fil réduite en molécules impalpables.

Ces phénomènes sont très fréquents; là le métal est simplement ramolli, les anneaux d'une chaîne s'allongent et se soudent en se refroidissant, de façon que la chaîne devient une barre de fer rigide; ailleurs une clé se soude à son anneau et au clou qui la supporte, des assiettes de métal sont soudées ensemble, etc., etc.

L'un des effets de fusion les plus curieux est produit par le passage de l'étincelle électrique dans les terrains sablonneux et humides. La foudre produit alors à l'intérieur du sol des cylindres ou des cônes, le plus souvent creux, dont les parois sont constituées par une matière vitrifiée, parfaitement lisse à l'intérieur et

environnée extérieurement d'une croûte composée de grains de quartz agglutinés. On leur a donné le nom de *fulgurites* ou *tubes de foudre*. Le plus souvent c'est un tuyau unique qui s'enfonce verticalement dans le sable et atteint jusqu'à 10 mètres de profondeur. D'autres fois le tube s'enfonce dans une direction oblique, se partage en deux ou trois branches principales



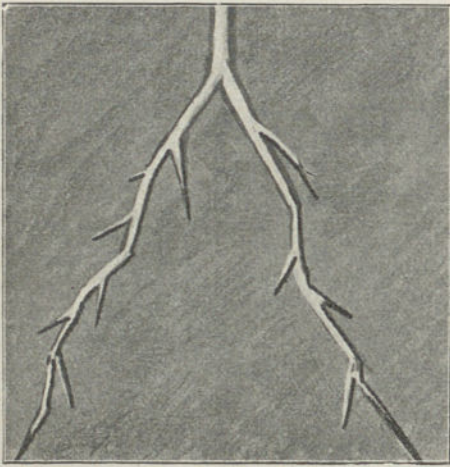
COUP DE Foudre SUR LA TOUR EIFFEL.

(Cliché de G. Mesmer du 22 juillet 1904.)

et chacune d'elles donne naissance à de petits rameaux latéraux pouvant atteindre 30 à 40 centimètres.

Ces tubes de foudre avaient été découverts il y a deux cents ans (1711) par le pasteur Hermann, à Massel en Silésie, sans qu'il pût en trouver l'origine. Le Dr Hentzen les expliqua en 1805. Cependant bien des savants doutaient encore de la vraie cause, quand le 17 juillet 1823 le tonnerre tomba sur un bouleau près du village de Rauschen, non loin de la mer Baltique, et mit le feu à un buisson de genièvre. Les habitants accourus virent au

pied de l'arbre deux trous étroits et profonds. L'un d'eux, malgré la pluie, leur parut, au toucher, être à une température élevée. Le professeur Hagen, de Königsberg, fit creuser avec soin tout autour de ces trous. Le premier trou, celui qui fut trouvé chaud, n'offrit rien de particulier. Le second, jusqu'à la profondeur d'un tiers de mètre, ne présenta non plus rien de remarquable ; mais un peu plus bas commençait un tube vitrifié. La fragilité de ce tube, conséquence inévitable de la té-



FULGURITE DANS LE SOL SABLONNEUX.

En tombant, la foudre peut provoquer des phénomènes de fusion et laisser des traces de son passage.

nuité des parois, ne permit de le retirer que par petits fragments de 4 à 5 centimètres de long. L'enduit vitreux intérieur était très luisant, couleur gris de perle et parsemé dans toute son étendue de points noirs.

Depuis lors personne ne doute de l'origine des fulgurites, on en a observé des quantités, nos musées en renferment des spécimens plus ou moins parfaits ; on a même réussi parfois à en produire artificiellement.

La foudre n'a pas toujours une action brutale, elle accomplit souvent des actes d'une délicatesse inouïe : Deux grands verres à boire tout pareils étaient l'un à

côté de l'autre sur une table. La foudre pénétra dans l'appartement et frappa les verres. Aucun n'est cassé. Mais sur l'un, Boyle, qui a consigné le fait, remarque une très légère altération de forme ; quant à l'autre, il avait été si fortement ployé — ce qui suppose l'existence d'un ramollissement — qu'il pouvait à peine rester debout sur sa base.

Maintenant que l'on connaît les relations entre le magnétisme et l'électricité, on ne s'étonne pas de l'action que peut avoir la foudre sur les boussoles. Mais autrefois, il y avait là de quoi confondre l'imagination. Ce fut aussi l'origine de bien des désastres.

En 1675, deux navires anglais vont de conserve de Londres à la Barbade. A la hauteur des Bermudes, la foudre cause de graves avaries à l'un d'eux. Quel n'est pas l'étonnement du capitaine du navire intact en voyant son collègue virer de bord et reprendre la route d'Angleterre. Interrogé, ce dernier répondit qu'il était persuadé de suivre la bonne route comme la lui indiquaient ses boussoles. Un examen attentif de ces instruments montra que les pôles de l'aiguille avaient été renversés, si bien que la pointe qui avait jusque-là marqué le Nord, était fixée désormais vers le Sud.

Le même fait se produisit en 1681 sur l'*Albemarle*, dont deux boussoles sur trois furent mises hors de service, sur le *Dover* en 1748, sur la *Méduse*, sur le *New-York* et sur quantités d'autres bâtiments.

Un autre accident très grave peut survenir encore sur les navires, c'est l'aimantation des diverses pièces en acier qui entrent dans la composition des chronomètres : l'instrument ne marchant plus régulièrement, il devient impossible au capitaine de régler sa marche.

On a constaté encore que la foudre était capable de produire des phénomènes chimiques : par exemple Liebig a reconnu que des eaux de pluie recueillies après des orages renferment des nitrates d'ammoniaque et de chaux en beaucoup plus grande proportion que les pluies ordinaires. Boussingault aurait remarqué éga-

lement que le salpêtre qu'on trouve en Amérique aux environs de Rio-Bamba est beaucoup plus abondant dans les localités où il tonne abondamment.

Mais passons immédiatement aux effets physiologiques qui naturellement sont les plus intéressants pour nous. Ces effets sur les personnes et les animaux frappés sont d'ailleurs très capricieux : il arrive parfois que la personne n'a aucun mal, mais le plus souvent elle est tuée sur le coup ou tout au moins blessée grièvement. On a remarqué que les cadavres des foudroyés entrent très rapidement en putréfaction. Quant aux blessures elles sont très variables ; tantôt ce sont des plaies, des contusions et le plus souvent des brûlures profondes. Parfois les cadavres sont complètement carbonisés.

Le 29 avril 1902, entre 5 et 6 heures du soir, un violent orage s'abat sur Ajaccio et les environs. Le nommé J.-B. Pantaloni, surpris par la tempête, se hâte, avec ses deux fils qui l'accompagnent, de rejoindre sa maison située à Bastelicaccia. A peine est-il arrivé que la foudre, tombant sur la maison, la partage en deux et carbonise entièrement le malheureux Pantaloni.

Au moment où Pantaloni est foudroyé, ses deux fils et sa fille sont mis complètement nus ; mais les trois jeunes victimes ne ressentent aucun mal, sinon un effroi bien compréhensible.

Quatre autres enfants de Pantaloni et sa femme se trouvent dans la pièce où se déroule le drame, ils n'ont que de légères blessures.

Le 14 juillet 1889, dans la soirée, aux environs de Laon, à Saint-Erme, M. Pognard, instituteur à Chaudardes, et M. Messine, maire de cette commune, quittaient la gare au début de l'orage. Ils n'avaient pas fait 200 mètres que la foudre les renverse inanimés sur la route. M. Messine est complètement paralysé, mais des soins empressés ne tardent pas à

lui rendre l'usage de ses membres. Quant à M. Pognard, la foudre l'avait tué net ; détail singulier, ses cheveux étaient grillés et la peau du crâne et les oreilles étaient frisées.

Le 12 mai 1901, un garçon de ferme,



MOULIN A VENT PRÈS DE BOURG-SOUS-LA-ROCHE (VENDÉE).

Le meunier fut récemment foudroyé sur le pas de sa porte.

nommé Rousseteau, âgé de 23 ans, est frappé de la foudre au milieu des champs, à Vernantes, près d'Angers ; son cadavre a été retrouvé presque nu, la foudre avait enlevé les vêtements et les chaussures étaient déchiquetées.

Le coup de foudre n'est pas toujours mortel, même pour les animaux qui alors sont simplement blessés ; témoin l'exemple d'un cheval frappé par la foudre dans le Nivernais. « Le fluide, dit M. de Fontenay, semble être monté du fer dans les tissus conducteurs par les deux éponges

ou talons dudit fer, qui se trouvent être les parties les moins éloignées des tissus en raison de la forme du sabot. Ensuite, des deux talons monte le long de la jambe une traînée profonde où le derme et le

la région abdominale, la désorganisation des tissus diminuant de profondeur et de gravité à mesure que le diamètre de la partie intéressée augmente. Bref, on ne voit rien sur aucune autre partie du corps et l'animal ne se porte pas plus mal, en somme, que si un vétérinaire maladroit lui avait appliqué un feu trop fort. »

Parfois la foudre détruit complètement la maison frappée et les habitants n'éprouvent aucun mal, comme on peut s'en assurer par le récit suivant dû à M. Fesquet, professeur de physique au collège de Dunkerque :

« Le 24 novembre, vers 9 heures du soir, un orage d'une violence extraordinaire, s'est abattu sur Dunkerque et Malo-Bains. La première décharge électrique a frappé une maison isolée, située à l'extrémité de Malo, à Malo-Centre, et habitée depuis quelques jours seulement par le capitaine Clavèle. Les dégâts ont été effroyables; une forte cartouche de dynamite n'aurait certainement pas produit une pareille dévastation, et le plus extraordinaire, c'est que les cinq personnes qui se trouvaient dans la maison s'en soient tirées sans une égratignure.

« M. Clavèle, sa femme, sa fille aînée et sa belle-sœur étaient à table; aveuglés par un éclair éblouissant, ils sont revenus à eux quelques instants après et se sont trouvés sous la



La foudre a des fantaisies bizarres : c'est ainsi qu'en tombant dans la rue des Ursulines, à Paris, elle y alluma un bec de gaz.

tissu sous-jacent se trouvent creusés et comme cautérisés très fortement par le feu. Ces deux traînées se rejoignent en une seule au pli du jarret à peu près sur la ligne médiane; puis la traînée unique qui résulte de leur réunion gagne l'abdomen en s'infléchissant sur la ligne interne de la cuisse; enfin elle se diffuse sur

table, recouverts de débris de toutes sortes, mais leurs sièges n'ont pas été déplacés. Une fillette de deux ans et demi, qui dormait sur un fauteuil dans un coin de la salle, n'a rien senti; bien mieux, heureux âge, elle ne s'est pas réveillée ! M^{me} Clavèle a été entièrement décoiffée; ses cheveux ont été complètement roussis

et on n'a pu retrouver dans les décombres aucune des épingles en acier qui retenaient sa coiffure ; seuls, deux peignes en celluloid ont été retrouvés à quelques mètres de là, avec plusieurs dents cassées. Une lampe à colonne qui se trouvait sur la table y est restée, mais éteinte et décapitée ; de gros clous en fer plantés dans le mur ont été violemment arrachés, tordus et en partie volatilisés.

« La foudre, après avoir démolie la cheminée, est arrivée par cette cheminée au rez-de-chaussée, dans le salon. Celui-ci est séparé de la salle à manger, où la famille se trouvait réunie, par une large porte à deux battants. La décharge passe par les ressorts d'un canapé placé entre la cheminée et la fenêtre et y met le feu ; elle saute du canapé à la chaîne du rideau en bois qui ferme une grande vitrine de façade et provoque entre ce rideau et les fenêtres vitrées une formidable explosion, qui démolit une partie du soubassement de la vitrine, projette la persienne à 30 mètres dans les dunes et les vitres en fragments minuscules à l'intérieur de la pièce. Toutes les boiseries sont criblées de ces débris de verre. La porte de la salle à manger est arrachée et tombe sur les convives évanouis, mais un battant résiste, s'ouvre et vient ainsi protéger l'enfant endormi derrière.

« Pendant cette explosion, la foudre suit la chaîne en fer de bas en haut, gagne, à l'extérieur, la noyère en zinc qui est volatilisée sur tout le passage du courant, et va enfin se perdre dans le sable.

« Au premier étage au-dessus du salon, la chambre n'est pas épargnée. Le plancher, près de la fenêtre, est comme broyé ; des vitres il n'existe plus trace, sauf quelques débris lancés à l'intérieur dans tous les sens ; l'armoire à glace, entièrement disloquée et son fronton enlevé, a toutefois sa *glace intacte*. Le rideau de la fenêtre est entièrement effiloché, mais ne présente aucune trace de combustion ; le calorifère est déplacé, son couvercle enlevé, et l'on retrouve dans le poêle une tirelire qui avait été posée sur la tablette

du foyer. Sur cette tablette se trouvaient un réveille-matin, qui a été déplacé, mais ne s'est pas arrêté, et un bougeoir en porcelaine décorée qui a été brisé, mais dont tous les morceaux sont restés en place. Enfin, tous les murs sont lézardés de toutes parts et la maison complètement ébranlée, menaçant ruine, doit être entièrement abattue.

« ... Dans la cuisine, le fourneau a eu tous les rivets enlevés et ses portes faussées. Devant ce fourneau se trouvait un linge mouillé qui a complètement disparu ; à la place du linge, la foudre a percé deux trous de formes irrégulières dans le plancher et est allée chercher dans le sable le tuyau en plomb amenant l'eau de la citerne.

« Dans la cour se trouvent deux pompes réunies ensemble, l'une pour la citerne, l'autre pour un puits d'eau à demi salée ; la décharge s'est ainsi bifurquée en deux branches d'intensités inégales, les parois cimentées de la citerne isolant son eau de la terre. Il s'est alors produit un phénomène très rare (d'après M. Fesquet) explosion dans le puits et dans la citerne, dont les dalles ont été enlevées ; celle du puits pesant environ 80 kilogrammes a même été mise en pièces. Y a-t-il eu volatilisation instantanée d'une grande quantité d'eau ? » M. Fesquet croit plutôt à la formation d'un mélange détonant d'hydrogène et d'air et à l'explosion de ce mélange. Les tuyaux en plomb, étant de forte section, n'ont aucunement souffert du passage du courant.

Ainsi la foudre dans cette gigantesque décharge, a produit des dégâts matériels considérables, mais, par une attention spéciale de la Providence, n'a pas causé le moindre accident de personne : elle s'est montrée relativement inoffensive au point de vue physiologique.

Il arrive même parfois qu'elle se montre bonne princesse et qu'elle remplit avec beaucoup de science l'office si délicat de médecin guérisseur, comme le montre le fait suivant.

Au mois de septembre 1898, un aubergiste de Ramaines, près de Ramerupt,

dans l'Aube, M. Finot, regarde l'orage debout tranquillement sur le pas de sa porte. Tout à coup un éclair suivi d'un coup de tonnerre le fait culbuter et l'envoie au fond de la chambre. Il y reste un certain temps sans connaissance et est frappé de cécité temporaire pendant 10

main en partie paralysé. Dans la suite il jouit d'une santé excellente et acquit un embonpoint remarquable, attribuant lui-même au coup de foudre le bon état de sa santé.

Tout récemment, une dame Dupetit, habitant Amiens, et atteinte d'un mutisme absolu depuis 1905, est subitement guérie en 1911 après les nombreux orages qui ont sévi sur la contrée.

Mais n'oublions pas que la foudre est rarement aussi clémente : dans la plupart des cas, les personnes atteintes, si elles ne sont pas tuées sur le coup, meurent peu après par asphyxie, car la foudre cause souvent des paralysies temporaires de la respiration et du cœur, lesquelles abandonnées à elles-mêmes amènent la mort, mais qui, traitées intelligemment, guérissent le plus souvent.

Il ne faut donc pas hésiter un seul instant et si la mort n'est pas absolument évidente, il faut traiter le malade exactement comme un noyé ; autrement dit, on s'empresse de pratiquer la respiration artificielle et de tenir le corps chaud en attendant le médecin.

A moins qu'on ne veuille imiter les nègres dont parle le lieutenant Nys.

« Les Abarambos, dit-il, possèdent des fétiches qui, d'après eux, ont la propriété d'amener le beau temps, de chasser la tornade ou la pluie, de faire disparaître les nuages qui obs-

curcissent le Soleil ou la Lune. L'arc-en-ciel indique qu'il y a dans l'eau une grosse bête prête à dévorer tous ceux qui s'y risquent. Ils croient également que l'orage n'est autre chose qu'une grosse bête — un diable appelé « licoundou » — qui fait du feu et jette des pierres.

« J'ai conservé le souvenir d'un fameux coup de foudre aux Amadis : le ciel



Que ne ferait-on point pour se mettre à l'abri de la foudre. Le moyen est malheureusement plus ingénieux qu'efficace.

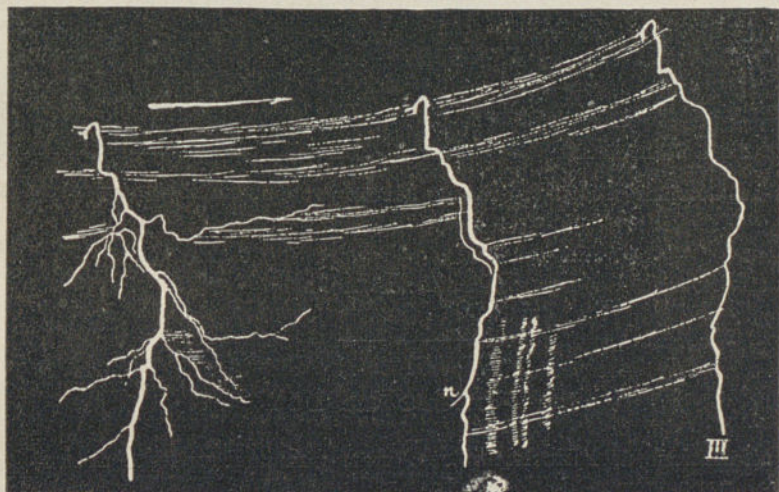
heures. Or, cet homme souffrait de rhumatismes aigus aux jambes et ne pouvait marcher que péniblement avec une canne ; depuis qu'il a été foudroyé, ses rhumatismes ont disparu et il marche sans difficulté aucune.

En 1831, un employé du télégraphe de Strasbourg est frappé de la foudre dans sa guérite et reste jusqu'au lende-

nous menaçait d'orage, et, depuis le matin, il faisait lourd... Je subissais l'influence de l'atmosphère et j'étais étendu dans mon pliant, goûtant les plaisirs du *dolce far niente*, lorsque tout à coup l'air fut ébranlé par un violent coup de tonnerre ; en même temps, il me semblait que la foudre tombait à quelques mètres de moi. Je me trouvai debout, je ne sais comment, et j'étais à peine remis de mon émotion, que les indigènes, dont les huttes se trouvaient près de la Zériba, venaient me dire : « La bête qui est en haut à fait la guerre à un homme. » J'allai voir aussitôt ; un nègre, en effet, avait été frappé.

« On l'avait déjà conduit dans un petit marécage qui se trouvait près de sa hutte, on l'avait couché et recouvert de boue, pendant que les autres noirs, rassemblés tout autour, chantaient en faisant la danse des couteaux pour expulser le « licoundou ». Tous faisaient les contorsions les plus extraordinaires pendant que le malheureux se mourait.

« Je fis immédiatement retirer cet homme de sa mauvaise position et j'ordonnai de le transporter plus loin. Il semblait mort : je pratiquai néanmoins la respiration artificielle et j'eus le plaisir après une demi-heure d'efforts, de le voir revenir à lui. »



Un éclair qui nous paraît simple est souvent produit par des décharges très rapprochées. C'est ce que montrent ces photographies prises avec un appareil en mouvement qui a décomposé l'étincelle en rubans distincts suivant le même chemin.

(Cliché de M. Hoffert.)



PAYSANS DE LA CORREZE TERRORISÉS PAR UN COUP DE Foudre EN BOULE SURVENU A SALAGNAC.

CHAPITRE VI

La Foudre en boule.

Les manifestations de l'Electricité atmosphérique, nous venons de le constater, sont vraiment prodigieuses et il semble à première vue qu'il ne puisse y avoir de méfaits dont elle ne soit capable. Les formes les plus extraordinaires ne devraient donc jamais nous étonner.

Or les savants, gens souvent aussi naïfs que sceptiques, furent les derniers à accepter les cas dûment constatés de foudre en boule.

Que le fluide électrique revêtît cette forme pour descendre des nuages orageux. c'était là, en effet, une bizarrerie sans

nom ; mais il y avait mieux, les boules enflammées, disait-on, pénétraient toutes portes closes dans les habitations, et les appartements, s'y promenaient parfois avec un calme et une désinvolture incroyables, tantôt exerçant des ravages sans nom, tantôt se bornant à exécuter quelques-unes de ces excentricités dont la foudre est coutumière.

Mais les observateurs de ces bizarres phénomènes n'étaient la plupart du temps que gens ignorants ou peu instruits ; comment ajouter foi à leurs racontars ?

Il est vrai qu'Arago s'était franchement déclaré pour l'affirmative après une enquête de tout premier ordre. Ses confrères de l'Académie ne partageaient pas son opinion, ils préféraient nier les faits... peut-être pour n'avoir pas à les expliquer.

Aussi, malgré la masse considérable de matériaux accumulés sur ce sujet pendant tout le siècle dernier, on voyait encore M. Mascart, le regretté directeur du Bureau central météorologique de France, soutenir en 1890, en pleine séance de l'Académie des Sciences, que sans vouloir nier absolument l'existence des éclairs en boule, il serait plus sage d'attendre pour admettre leur réalité le moment où les gens de science auraient la bonne fortune de les observer eux-mêmes avec tout le soin désirable. Le savant directeur du Bureau central météorologique rappelait à cette occasion que Verdet, dans son cours de l'école normale proposait d'expliquer le phénomène par de simples illusions d'optique : l'éblouissement causé par un éclair arrivant directement vers l'observateur aurait imprimé sur sa rétine une image circulaire persistante qu'on aurait cru suivre alors qu'on la déplaçait inconsciemment en raison de la mobilité du regard. Dans le cas fameux du tailleur cité par Arago, et sur lequel nous reviendrons bientôt, le bruit de l'explosion, en modifiant la cause de la tension nerveuse, aurait déterminé la disparition apparente du météore qui semblait s'être éteint à ce moment précis.

Cependant à cette époque le doute ne semblait plus possible puisque quelques semaines auparavant la revue *La Nature* s'était chargée de donner des exemples nombreux du phénomène en question.

Le 19 août 1890, une tornade avait ravagé les régions de Saint-Claude et de Dreux, et parmi les caractères les plus remarquables de ce phénomène météorologique, on avait signalé comme tout spécialement intéressant et caractéristique l'abondance des globes lumineux.

Sur un très grand nombre de points à Saint-Claude et dans les autres localités

visitées par la tempête, des sphères lumineuses étaient apparues; on les avait aperçues dans les cours des usines, dans les champs, dans les fermes. Tantôt elles se mouvaient lentement, allant de-ci de-là, sans direction assurée, tantôt elles se portaient vers un but comme attirées par une force invincible, alors elles éclataient avec fracas ou disparaissaient sans bruit.

Ce dernier cas avait paru de beaucoup le plus fréquent. Néanmoins rien ne leur avait résisté, les globes avaient traversé les murs, troué les vitres ou les portes, démonté les serrures, semé l'incendie dans les habitations et les greniers.

M. Faye, comparant ces accidents à un phénomène du même genre survenu naguère dans sa propre maison, à la grande et légitime terreur de ses parents, rattachait ces éclairs globulaires au régime général des trombes. Quoi d'étonnant, il avait passé sa vie à démontrer l'existence des tourbillons dans tous les milieux : il en avait mis partout, dans l'atmosphère terrestre comme dans le Soleil, et il professait volontiers que les manifestations électriques en forme de boule constituaient une partie essentielle du régime des tornades et des cyclones.

Dans le Jura on n'avait eu aucune victime à déplorer, mais partout où les globes de feu avaient été signalés, le fluide avait laissé des traces évidentes de son passage. Aux effets mécaniques s'ajoutaient d'autres phénomènes inexplicables. C'est ainsi que des rideaux effleurés par les lueurs mystérieuses, tout en conservant leur aspect normal, se réduisaient en charpie au moindre contact.

Ainsi à l'époque où Arago écrivait sa notice sur le Tonnerre, les cas de foudre en boule ne manquaient pas; mais ces faits étaient rangés dans la même catégorie que les pierres tombant du ciel, matière à légendes transmises par la tradition.

Et cependant nous allons voir que les cas de foudre en boule sont probablement une forme très commune des chutes de tonnerre.

Les anciens, très observateurs des

faits de la nature, en ont consigné de nombreux exemples.

« Le 3 mars 1557, nous raconte du Bellay dans ses *Mémoires*, Diane de France épousa François de Montmorency ; la pre-



EFFROI DE L'ABBÉ GIROLAMO LEONI DE CENEDA
A LA VUE D'UN TONNERRE EN BOULE.

mière nuit des noces, une flamme éclatante pénétra par la fenêtre, visita tous les coins de la chambre, vint tourbillonner autour des nouveaux mariés. Puis elle mit le feu au linge et à la toilette de Diane et s'en retourna par la fenêtre comme elle était venue. »

Voilà un singulier augure pour se mettre en ménage!

En 1713, le physicien Maffeo se trouvait au rez-de-chaussée du château de

Frosdinaro. Tout à coup une belle flamme apparaît sur le dallage de la salle. Sa couleur est d'azur, elle semble agitée d'une sorte de vent intérieur ; bientôt elle entre en effervescence et éclate sans laisser de traces.

Même spectacle se déroule devant les yeux ébahis de l'abbé Richard, le 2 juillet 1750.

L'éminent météorologiste, auteur d'une *Histoire naturelle de l'air et des météores*, est surpris par un orage au moment où il fait ses prières dans l'église de Saint-Michel, à Dijon. La flamme, rouge cette fois, se tient entre deux piliers de la grande nef, à trois pieds du sol.

Mais elle ne reste pas en place, elle monte, augmente de volume et, arrivée à la hauteur du buffet des grandes orgues elle disparaît avec un fracas formidable.

Un autre ecclésiastique, l'abbé Girolamo Leoni de Ceneda, se promène dans les rues d'un village aux environs de Venise lorsqu'il aperçoit une flamme analogue aux précédentes.

Terrifié par l'étrange phénomène, l'abbé veut fuir lorsque le météore s'évanouit dans un coup de tonnerre.

L'abbé Spallanzani, célèbre physiologiste du XVIII^e siècle raconte un fait plus curieux encore :

Une jeune paysanne est surprise dans un pré pendant un orage. Subitement elle aperçoit sur le sol un globe de feu gros comme les deux poings.

Ce petit tonnerre en boule se dirige vers ses pieds nus, semble les caresser et disparaît sous ses vêtements qui se gonflent comme une véritable crinoline, pour sortir vers le milieu du corsage tout en gardant sa forme globulaire.

Dès le début la femme était tombée à la renverse ; cependant elle n'avait aucun mal, son corps portait seulement une érosion superficielle s'étendant du genou droit jusqu'au milieu de la poitrine entre les seins ; la chemise avait été déchirée dans toute la partie correspondante.

A l'endroit du corsage où la foudre était sortie, on remarqua un trou de deux lignes de diamètre.

Voici maintenant le cas du tailleur cité par Arago d'après une note de Babinet :

L'ouvrier venait de prendre son repas lorsqu'un coup de tonnerre éclate. Peu après, le devant de cheminée, en papier, s'abattit sur le sol livrant passage à un globe de feu gros comme la tête d'un enfant. La boule très lumineuse s'approcha des pieds du tailleur « comme un jeune chat qui veut « jouer et se frotter aux jambes » ; instinctivement, l'ouvrier écarte les pieds et évite le contact du météore.

Son inspection terminée, le globe de feu s'élève au-dessus du parquet et va sortir par un trou percé dans le mur de la cheminée. Cette ouverture destinée à laisser passer un tuyau de poêle pendant l'hiver était fermée en ce moment par un papier bien collé. Le globe de feu va droit à ce trou, décolle le papier sans l'endommager et remonte dans la cheminée. Arrivé au dehors il fait violemment explosion et détruit le couronnement en brique de la cheminée dont il jette les débris dans la cour. Il n'y eut heureusement aucun accident de personnes.

M. Wander qui fut témoin d'un fait analogue le relate ainsi dans le volume de 1848 de l'Association française :

« Un violent orage venait de s'abattre sur la commune de Beugnon (Deux-Sèvres). Je me trouvais dans une ferme, en même temps que deux enfants âgés de 12 à 13 ans. Ces derniers étaient à l'abri de la pluie sous une porte de l'étable contenant 25 bêtes à cornes. Devant eux une cour en pente s'étendait à une vingtaine de mètres, jusqu'à une grande mare où était un peuplier. Soudain une boule de feu de la grosseur d'une pomme apparaît au sommet du peuplier. Nous la voyons descendre de branche en branche et suivre le tronc. Elle roula sur le sol de la cour très lentement, semblant chercher son chemin parmi les flaques d'eau ; elle arriva ainsi à la porte sous laquelle se te-

naient les enfants. L'un d'eux eut le courage de la toucher avec son pied : aussitôt une détonation épouvantable ébranle les murs de la ferme ; en même temps les deux enfants sont jetés à terre sans aucune



EFFETS CURIEUX DE LA Foudre EN BOULE SUR UNE JEUNE PAYSANNE.

(D'après le récit de Spallanzani.)

blesseure, mais 11 pièces de bétail sont tuées à l'étable. »

Mais examinons des faits plus récents.

En 1885, à Sotteville, on a vu à la suite d'un orage tomber dans la rue un assez grand nombre de petites boules de la grosseur d'un pois ordinaire, qui, en touchant terre, laissèrent échapper une petite flamme rouge. Un des témoins mit le pied sur l'une d'elles, il en sortit de nouveau une flamme rouge violacé.

En octobre de la même année, à Péra,

M. Mavro s'était réfugié pendant un violent orage dans une maison occupée par une famille qui était encore à table. Brusquement apparut dans la pièce un

d'une lampe centrale, fit entendre un bruit analogue à un coup de pistolet, reprit le chemin de la rue et, une fois hors de la pièce, éclata avec un fracas épouvantable.



Foudre en boule tombant sur un peuplier.

(D'après l'esquisse de M. Collomb.)

globe de feu gros environ comme une orange ; il était entré par la fenêtre entr'ouverte. Le globe vint frôler un bec de gaz, puis, se dirigeant vers la table, il passa entre deux convives, tourna autour

ravagea complètement la Martinique :

« Pendant la tempête, écrit M. Sully, qui habitait Saint-Pierre, les phénomènes électriques ont été nombreux, les éclairs étaient incessants ; ils allaient en crois-

Le 2 janvier 1890, à 9 h. 15 du soir, à Pontevreda (Espagne), dans un ciel pur et serein on voit apparaître tout à coup un globe de feu de la dimension d'une orange qui tombe sur un des conducteurs d'électricité sillonnant la ville ; il est toutefois impossible de dire comment il tomba et d'où il vint. Par ce chemin il se rend avec une lenteur relative à l'usine d'électricité, détruit l'appareil de distribution et relevant l'armature d'un interrupteur de courant frappe la dynamo en mouvement. Sous les yeux du mécanicien et des ouvriers terrifiés, il rebondit deux fois de la dynamo aux conducteurs et des conducteurs à la dynamo puis tombe et éclate avec bruit en une multitude de fragments sans produire d'accidents et sans laisser la moindre trace de sa mystérieuse nature. Pendant ses évolutions, les lumières électriques oscillent dans la ville, qui aurait été plongée dans une obscurité complète si le sang-froid des électriciens ne leur avait permis de remettre toutes choses en ordre quelques secondes après l'évanouissement du météore. Plusieurs personnes avaient vu la boule de feu dans la ville et son entrée dans l'usine.

Le 18 août 1891 un cyclone d'une intensité extraordinaire

çant et ensuite décroissaient en intensité et en quantité avant et après le passage du centre ; fait remarquable, le bruit du tonnerre a été très peu appréciable, ce qui proviendrait peut-être du bruit infernal que faisaient les éléments déchainés et de l'écroulement des tuiles et toitures des maisons dévastées. La foudre globulaire s'est montré très souvent, au point que les habitants de la campagne, qui au fort de l'ouragan ont dû fuir leur maison culbutée, parlent comme d'une chose fort commune de ces boules de feu qui parcouraient l'air pendant plusieurs minutes, en pétillant et éclataient environ à 50 centimètres de la surface du sol. »

M. Schnauffer, professeur à Marseille, rapporte aussi le fait suivant survenu à la fin d'août 1898 :

« La foudre en boule apparut dans l'appartement, s'approcha d'une jeune fille qui s'était assise sur une table, les pieds pendant vers la terre sans la toucher. La boule lumineuse roula sur le sol, se dirigea vers la jeune fille, s'éleva près d'elle et autour d'elle en spirale, sauta de là vers le trou d'une cheminée voisine, trou d'un tuyau de poêle fermé par un papier collé, s'éleva par le canon de la cheminée et, une fois à l'air libre, fit à la sortie, sur le toit, un fracas épouvantable à faire trembler toute la maison. Cet être bizarre est entré en mouton et sorti en tigre. »

Plusieurs personnes sont réunies le 19 août 1900 dans un salon du château du baron de France, à Mantenay au moment où un violent orage éclatait sur le pays. Tout à coup apparaît au milieu de onze personnes qui se trouvaient là un globe de feu de couleur bleuâtre, gros comme une tête d'enfant, qui traversa assez lentement l'appartement en effleurant quatre personnes sur son passage. Une explosion formidable retentit au moment où le globe de feu disparut par une porte ouverte devant la cage du grand escalier. Les personnes effleurées n'ont eu aucun mal.

M. le vicomte de Bonald, à Toulouse, nous a fait le récit d'un cas tout analo-

gue dont il a été témoin. La foudre tombe sur un château, une boule de feu circule au-dessus de la tête des assistants réunis dans une salle où ils jouent aux cartes autour d'une table, puis le globe igné s'échappe par une porte et après avoir éclaté dans une chambre voisine calcine le parquet.

Autre fait curieux observé par M. A. Oriel, le 21 avril 1901, à Lanrade, près de Bergerac, sur les bords de la Dordogne :

« Il était 8 heures du matin et un orage grondait depuis 4 heures, quand soudain, en même temps que se faisait entendre un faible coup de tonnerre, une boule de feu de la grosseur de « l'ouverture d'un sac de blé » est tombé assez lentement sur la rive opposée, endommageant fortement plusieurs arbres fruitiers, puis elle a traversé la Dordogne entre deux eaux produisant une gerbe de plusieurs mètres sur son parcours. La boule de feu s'est perdue, presque aussitôt, dans les sillons d'un champ de blé. »

M. Laurence Rotch, directeur de l'Observatoire de Blue Bill, a observé à Paris, le 4 septembre 1903, du rond-point des Champs-Élysées, un éclair en boule dans la tour Eiffel.

« Vers 10 heures du soir, dit-il, un violent orage ayant éclaté sur Paris, je regardais la tour Eiffel quand j'ai vu le sommet de la tour atteint par un éclair blanchâtre venant du zénith. Au même moment, une boule de feu, moins éblouissante que l'éclair, descendait lentement du sommet à la troisième plateforme. Elle paraissait avoir un diamètre d'environ un mètre et être située à l'intérieur de la tour, mettant à peu près deux secondes pour parcourir une distance d'environ 100 mètres. Alors elle disparut. Le lendemain, je constatais par une visite à la tour que celle-ci avait été frappée deux fois la veille par la foudre, mais comme il n'y avait personne en haut on n'a pas remarqué la boule. Le gardien assure en avoir déjà observé pendant d'autres orages. Les instruments du sommet reliés électriquement au Bureau central

météorologique n'ont subi aucune perturbation

« D'une façon générale, d'ailleurs, la construction de la tour Eiffel met ses habitants à l'abri des coups de foudre : elle forme une véritable cage de Faraday et l'ossature de la tour métallique offre toujours au fluide une issue facile. »



COUP DE FOUDRE EN BOULE TERRORISANT UNE JEUNE PERSONNE DES BOUCHES-DU-RHONE, ET SURVENU EN AOUT 1898.

Autre exemple de foudre globulaire :

Le 20 mars 1907, à 9 h. 1/2 du matin, les habitants de Tiflis (Caucase) sont mis en émoi par un formidable coup de tonnerre qui fait trembler le sol. Ce coup de tonnerre avait été précédé d'un éclair qui donna naissance à des globes de la grosseur d'une orange. Ces boules sillonnèrent l'air et l'une d'elles alla frapper le mur d'une maison située sur une montagne à l'Est de la ville; elle y fit un trou en forme d'entonnoir d'un mètre et demi de profondeur. Une autre effleura un soldat qui tomba évanoui sur le sol; il ne ressentit qu'une grande commotion

dont il se remit au bout d'un quart d'heure. D'autres boules voltigeaient dans la cour du gymnase où après avoir tourné quelques secondes, elles s'élevèrent vers le ciel et ne touchèrent personne; les appareils télégraphiques et téléphoniques prirent feu. L'orage fut précédé d'une grande pluie et d'une grêle très fine, mais très serrée, et fut suivi de gros flocons de neige.

Tels sont les faits; ils sont assez nombreux pour que certains météorologistes aient soutenu qu'il s'agissait là non seulement de cas particuliers intéressants mais d'une forme générale de la chute du tonnerre.

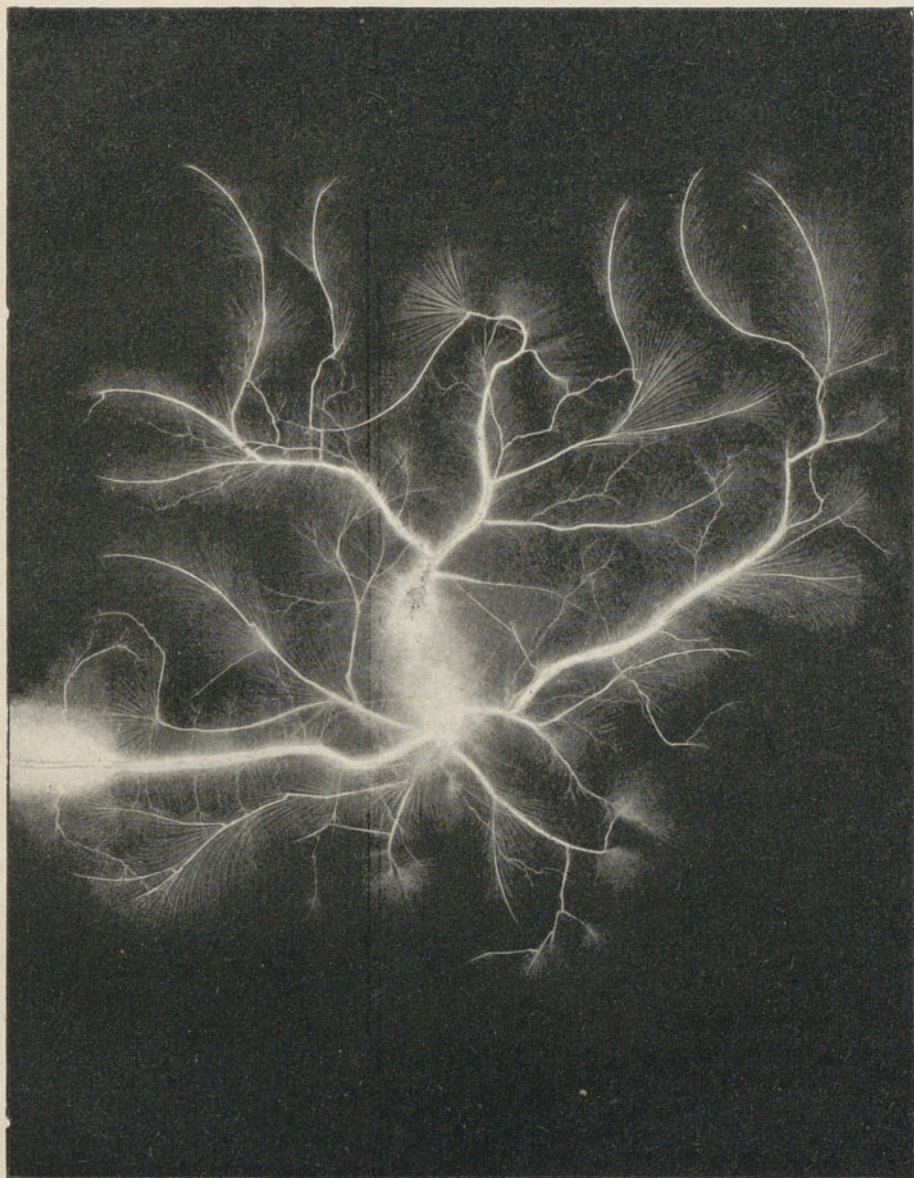
Dans tous les cas où l'on a pu voir la foudre tomber réellement, on a constaté la présence d'un globe de feu ou de quelque chose d'approchant.

Il n'est donc pas étonnant qu'on ait cherché une explication du phénomène.

La première en date m'a paru être celle de M. Planté. Ce physicien, en faisant agir sur un voltamètre à eau distillée le courant de 20 batteries secondaires composées chacune de 40 couples, a observé le phénomène suivant :

« L'électrode positive étant plongée d'avance dans l'eau distillée, on obtient en approchant le fil négatif de la surface de l'eau et le relevant aussitôt, une flamme jaune presque sphérique, de 2 centimètres environ de diamètre. Le fil de platine d'un diamètre de 2 millimètres, fond avec vivacité et se maintient en fusion à une hauteur de 14 à 15 millimètres au-dessus du liquide.

« Cette flamme est formée par l'air raréfié incandescent, par la vapeur du métal de l'électrode, et par les éléments de la vapeur d'eau décomposée; l'analyse spectrale y montre surtout clairement la présence de l'hydrogène.



FINES RAMIFICATIONS DE L'ÉTINCELLE NÉGATIVE OBTENUES SUR UNE PLAQUE PHOTOGRAPHIQUE.

(Les clichés d'étincelles insérés dans ce volume sont tous dus à l'ingéniosité des célèbres constructeurs Ducretet et Roger, de Paris, qui les ont mis gracieusement à notre disposition.)



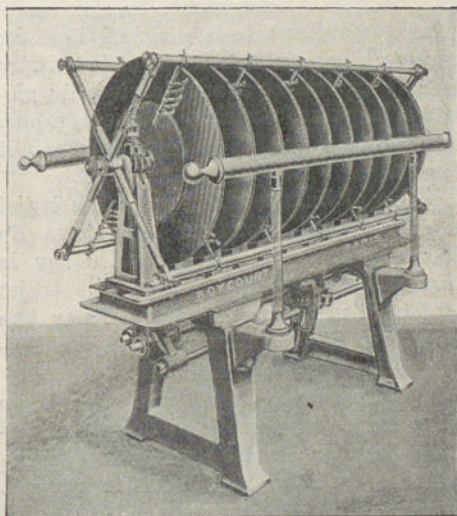
« Si, pour éviter la fusion du métal, on diminue l'intensité du courant en interposant une colonne d'eau dans le circuit, l'étincelle apparaît sous la forme très nette d'un petit globe de feu de 8 à 10 millimètres de diamètre. En relevant un peu plus l'électrode, ce globe prend une forme ovoïde; des points bleus lumineux dont le nombre varie continuellement, disposés en cercles concentriques, apparaissent à la surface de l'eau. Des rayons de même couleur partent bientôt du centre et joignent ces points. Par intervalles les rayons prennent un mouvement giratoire, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, en décrivant des spirales. Quelquefois les points et rayons disparaissent tous du même côté et des courbes variées formées par le mouvement de ceux qui restent se dessinent à la surface du liquide. Finalement, quand la vitesse du mouvement giratoire augmente, tous les rayons s'évanouissent, et l'on ne voit plus que des anneaux bleus concentriques. Les anneaux se trouvent être le dernier terme de ces transformations qui sont très curieuses à suivre à l'œil nu ou avec une lunette et constituent un véritable kaléidoscope électrique. »

Ces expériences sont restées célèbres et on a été frappé par l'analogie qu'offrent ces globes de feu avec la foudre globulaire. Le vide produit par le passage du courant électrique détermine une agglomération des molécules de l'air et de l'eau; celle-ci non seulement est vaporisée, mais encore décomposée par la haute température développée sur le passage du courant. Le globe serait donc formé, d'après la description de Planté lui-même, d'air raréfié incandescent et des gaz résultant de la décomposition de la vapeur d'eau, également à l'état de raréfaction et d'incandescence. « A ces matières viendraient s'ajouter probablement les particules cosmiques que rencontre le courant dans l'atmosphère; bien que ces particules n'existent dans l'air qu'en quantité minime, celles qui ont une origine minérale, comme le fer,

la chaux, la silice, etc., sont des substances douées d'un grand pouvoir d'irradiation; leur incandescence contribuerait sans doute pour une grande part à l'éclat lumineux des éclairs en boule. »

Depuis, M. Stéphane Leduc a fourni une autre explication :

« Lorsque deux pointes métalliques très fines et bien polies, en rapport chacune avec l'un des pôles d'une machine électrostatique, reposent perpendiculairement sur la face sensible d'une plaque photographique au gélatino-bromure d'argent placée sur une feuille métallique, les deux pointes étant à 5 centimètres ou 10 centimètres l'une de l'autre, il se produit un effluve autour de la



Cette machine électrostatique, la plus puissante qui existe, a été construite par la maison Roycourt de Paris, sur les plans de MM. H. Abraham et P. Villard. Elle se compose de 20 disques en ébonite de 73 centimètres de diamètre, faisant 1400 tours par minute. Elle donne une étincelle de 0^m60 sous 32000 volts avec un débit de 3 milli-ampères. Dans l'atmosphère, les étincelles atteignent parfois 13 kilomètres de longueur avec une intensité de 10000 à 20000 ampères!

pointe positive, tandis qu'à la pointe négative il se forme un globe lumineux; lorsque ce globule atteint une grosseur suffisante, on le voit se détacher de la pointe, « qui cesse complètement d'être « lumineuse », se mettre en route, se dé-

placer lentement sur la plaque, faire des détours, s'arrêter, puis repartir vers la pointe positive ; lorsqu'il arrive à celle-ci, l'effluve s'éteint, tout phénomène lumineux cesse, et la machine se désamorce comme si ses deux pôles étaient unis par un conducteur.

« La vitesse avec laquelle le globule lumineux se déplace est très faible ; il met de 1 à 4 minutes pour parcourir la distance de 5 centimètres à 10 centimètres. Parfois, avant d'atteindre la pointe positive, le globule éclate en deux ou plusieurs globules lumineux, qui continuent individuellement leur route vers la pointe positive.

« En développant la plaque, on y trouve tracée la route suivie par le globule, le lieu d'éclatement, les routes des globules résultant de la division, l'effluve autour de la pointe positive ; enfin, si l'on arrête l'expérience avant l'arrivée du globule à la pointe positive, la photographie ne donne la route que jusqu'au point d'arrêt.

« Le globule semble rendre son trajet conducteur. Si, pendant le voyage du globule, on projette une poudre sur la plaque, du soufre par exemple, le trajet suivi par le globule est marqué par une ligne de petites aigrettes, présentant l'aspect d'un chapelet lumineux.

« L'expérience réussit sur une plaque voilée par la lumière, laquelle ne communique pas à la couche sensible la conductibilité que le globe lumineux produit sur son trajet.

« Les étincelles globulaires décrites par G. Planté, ajoute M. Leduc, auquel nous empruntons cette expérience, sont, par leur mode de production et par leurs caractères, très différentes de celles qui ont été étudiées dans la relation précédente. »

Voici enfin un autre genre de phénomènes électriques, qui semble présenter encore plus d'analogie avec la foudre globulaire.

M. von Level a démontré qu'on peut obtenir de petites globules électriques au moyen de l'électricité statique

donnée par une machine à influence. Deux fils de cuivre mince, partant des pôles d'une puissante machine, étant maintenus à une certaine distance des faces opposées d'une plaque de mica, d'ébonite ou de verre, on voit apparaître de petites boules lumineuses rouges qui se meuvent çà et là, tantôt lentement, tantôt rapidement, restant immobiles quelquefois. Les effets les plus remarquables sont obtenus avec une plaque de verre ou un disque de papier frottés de paraffine. M. von Level, croit que ce sont de petites particules liquides ou des poussières qui sont les véhicules du phénomène lumineux. Un léger courant d'air suffit à faire disparaître les sphères qui s'évanouissent en laissant entendre un léger sifflement. L'expérimentateur fait en outre remarquer que ce sont là des phénomènes de faible tension ; quand on augmente cette dernière on n'obtient plus de boules lumineuses, mais la décharge habituelle en étincelle.

Tout récemment, M. Hesechus a émis l'hypothèse que cette forme d'éclair serait due à une masse d'azote entrant en combustion sous l'influence des décharges à fortes oscillations de l'électricité atmosphérique. Pour reproduire artificiellement ce phénomène, il relie l'un des pôles d'un transformateur à courant alternatif de 1 000 volts, à la surface d'un récipient plein d'eau, et l'autre à un fil ou à une plaque horizontale de cuivre placée à 2 ou 3 centimètres de distance de la surface liquide. Il obtient de la sorte des phénomènes lumineux remarquablement beaux et variés ; de tous les points de la plaque jaillissent des gerbes de rayons entourés d'une flamme claire et qui ne tardent pas à prendre la forme soit d'une boule, soit d'une masse ovale. Leur couleur varie avec la tension du courant, du rouge ou du jaune au bleu, violet et blanc. Chose particulièrement remarquable, et qui rappelle tout à fait le phénomène naturel, c'est que tout ces sphéroïdes de feu sont doués d'une mobilité extrême ; le moindre souffle suffit pour les faire se mouvoir d'un bord de

la plaque à l'autre, et ils ne sont jamais au repos complet.

Ces mouvements sont accompagnés d'un bruit particulier, et il n'est pas rare de voir les sphéroïdes se partager en plusieurs parties qui, parfois se réunissent à nouveau. Les mains rapprochées, même à quelques centimètres, ne perçoivent aucune trace du dégagement de chaleur.

La foudre globulaire affecte souvent la forme d'une sphère bleue descendant d'un nuage vers la terre, ou se déplaçant horizontalement à quelques mètres du sol : elle semble être repoussée. Sa disparition s'accompagne d'une violente explosion et est suivie d'une odeur caractéristique d'ozone. Cette remarque a mis M. Thornton sur la voie d'une hypothèse tout à fait ingénieuse. Ce physicien suppose donc que la foudre globulaire est constituée par une masse d'ozone en équilibre chimique instable, produite dans un nuage électrisé négativement et tombant vers la terre après une décharge électrique intense. Au fond, l'ozone n'est que de l'oxygène condensé sous l'influence du courant électrique. Ceci, nous le savons depuis longtemps, et nous cons-

tatons toujours la production de l'ozone dans les orages.

Cette hypothèse de M. Thornton, rendrait compte d'un grand nombre de faits, dont voici les plus caractéristiques :

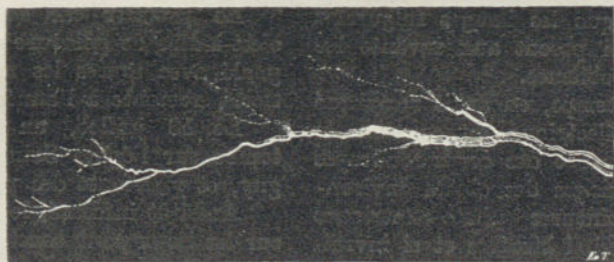
1° La coloration de la foudre en boule est la même que celle que l'on observe lors de la formation d'ozone par les machines statiques ;

2° L'ozone étant un gaz plus dense que l'air, on s'expliquerait bien que la foudre en boule tombe vers le sol, en vertu de son poids ;

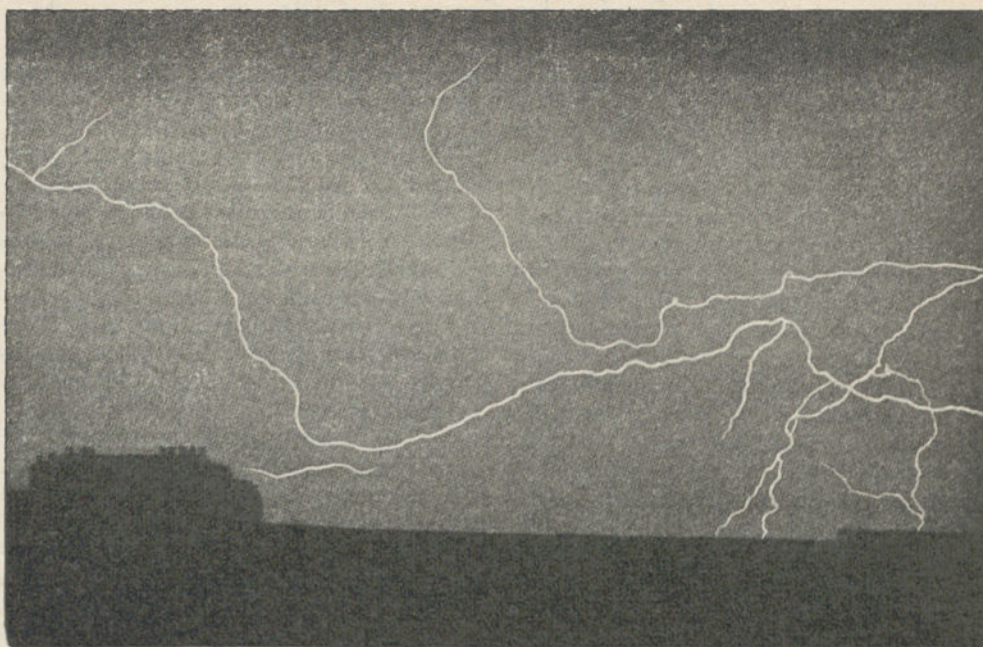
3° Si la boule lumineuse est chargée négativement, tout comme la surface du sol, on comprend que la boule, arrivée au voisinage du sol, soit repoussée ;

4° On observe toujours la présence de l'ozone après la disparition de la foudre en boule ;

5° Enfin, l'ozone étant un composé fortement endothermique, c'est-à-dire du genre des combinaisons employées dans les explosifs, la transformation brusque de la masse d'ozone en oxygène, suffirait à expliquer la violence de l'explosion constatée, au moment où la boule lumineuse disparaît.



ÉCLAIR QUINTUPLE, PHOTOGRAPHIÉ PAR M. EM. TOUCHET.



ÉCLAIR AÉRIEN AVEC COUP DE Foudre. (Cliché de M. Lansiaux.)

CHAPITRE VII

Les Images fulgurales.

De toutes les circonstances accompagnant les chutes authentiques de la foudre, il semble que les images fulgurales soient celles qui posent aux savants les plus curieux problèmes.

Depuis longtemps, on avait remarqué que le fluide électrique est capable de dessiner à la surface des corps foudroyés de véritables images des objets environnants; ces peintures photo-électriques parurent d'abord si bizarres et si invraisemblables, que beaucoup de savants les nièrent sans autre forme de procès.

La nature nous offre tant de mystères, tant de phénomènes inexplicables, que le rejet en bloc des faits inexplicables pour notre science actuelle, paraît maintenant la marque d'un très petit esprit.

Nous avons mieux à faire : il nous faut sans cesse accumuler les données,

contrôler les faits, et l'explication viendra peut-être dans la suite.

Le premier cas de *céramnographie*, c'est-à-dire de peinture par la foudre, signalé avec toutes les marques d'authenticité, remonte à l'année 1689.

Le 18 juillet, un coup de foudre tombe sur l'église Saint-Sauveur, à Lagny, et y exécute des prouesses étranges.

Aussitôt informé, le P. Lamy se rend sur les lieux pour constater les faits.

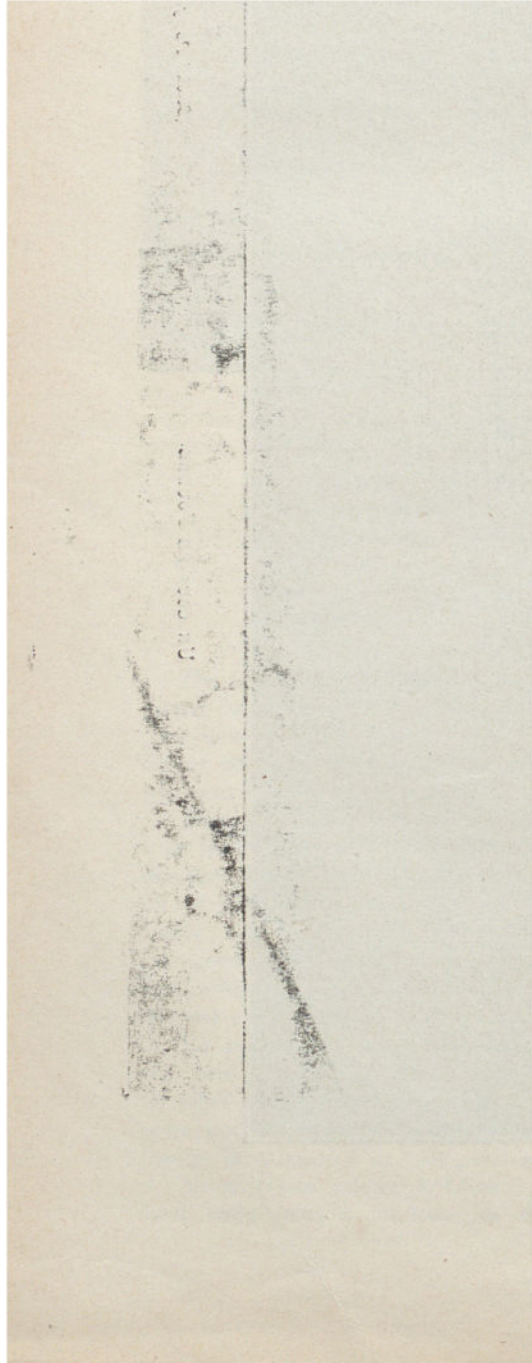
Ce P. Lamy était un religieux bénédictin, fort célèbre à l'époque, homme très érudit qui avait soutenu d'ardentes polémiques avec le P. Mersenne de l'Oratoire et les non moins illustres Arnaud et Nicole.

Les résultats de l'enquête faite sur le coup de foudre s'abattant sur le clocher de Lagny, ont été consignés par le



(Cl. Ché Pougnet-Cantec.)

UN COUP DE Foudre.



P. Lamy, dans le supplément de son *Traité de Physique*, paru peu après.

En voici un résumé :

La foudre, en tombant avait renversé à plat, sur l'autel, un des cartons sur lesquels sont imprimées certaines prières que le prêtre dit pendant la messe.

Or, quelle ne fut pas la stupéfaction du savant, lorsqu'il constata que les lettres imprimées sur le carton, l'avaient traversé et étaient allées se fixer sur la nappe d'autel!

Il y eut même une particularité plus bizarre, relevée heureusement par l'enquêteur : tous les caractères n'avaient pas subi le transfert et cette circonstance qui ajoutait à l'étrangeté du fait, inexplicable à l'époque, a suffi pour nous mettre sur la voie de la solution de cet apparent mystère.

Pour mieux comprendre ce qui s'était passé, il faut que mes lecteurs sachent que sur les *canons* d'autel (cartons), il y a souvent deux sortes d'impressions, l'une en noir pour les prières ordinaires, l'autre en rouge pour les plus importantes.

Or, dans le cas de foudre qui nous occupe, le fluide avait fait un choix, ayant décalqué les paroles qui se rapportent à la consécration à commencer par celles-ci : *Qui pridie quam pateretur...* jusqu'à ces autres inclusivement qui terminent cette partie de la messe : *Hæc quotiescumque feceritis, in mei memoriam facietis*, et n'ayant omis que les paroles que l'on a l'habitude d'écrire en lettres rouges.

« Il ne faut pas reprocher au P. Lamy, dit un auteur, de ne pas avoir découvert la raison de ce fait étrange, il faut le reprocher aux physiciens officiels qui pendant longtemps persistèrent à considérer le récit du coup de foudre de Lagny comme apocryphe. »

Et cependant le fait s'explique très bien à l'heure actuelle depuis l'expérience dite du portrait de Franklin et imaginée par Karsten.

De chaque côté d'un carton percé à jour suivant un pointillé représentant un portrait de Franklin, par exemple, on

place un ruban de soie blanche ou une simple feuille de bristol et sur la face opposée une lame d'or mince, comme celle dont se servent les peintres pour leur dorure à la feuille.

On soumet le tout fortement pressé à une bonne décharge électrique. Aussitôt les molécules d'or entraînées par le trajet de la décharge traversent le carton et vont donner une impression très nette de l'objet dessiné.

Une figure tracée sur un carton à l'aide d'une encre à base de sels métalliques et soumise à une décharge extrêmement violente fournirait un résultat analogue.

C'est ce qui explique l'impression de certains caractères sur la nappe de l'autel de Lagny.

Depuis, on a relevé plus d'un cas analogue.

Le 13 juillet 1892, la foudre frappe la maison du D^r White, à Fiskill. Dans une armoire de l'office, il y avait quatre assiettes en porcelaine de la Manufacture royale de Dresde, décorées en couleur. Après l'orage, on trouva sur les murailles de la pièce de bonnes copies de l'ornementation des assiettes.

Et cet autre fait que j'ai cité dans *l'Océan Aérien* :

Il y a quelques années aux Etats-Unis, un ardent républicain, au moment des élections, avait décoré la façade de sa grange avec d'énormes lithographies représentant les portraits de Hobbart et de Mac-Kinley.

Pendant un orage, la foudre tombe à plusieurs reprises sur le bâtiment qui paraît à un moment tout enveloppé de flammes. Le propriétaire accourt et constate que la grange est heureusement intacte, mais que les grandes affiches ont disparu, et quelle n'est pas sa stupéfaction en remarquant que les portraits de ses chers candidats ont été incrustés et imprimés sur la muraille !

Dans tous ces exemples, il y a évidemment transport à faible distance des particules métalliques sur des trajectoires parallèles.

Le cas du matelot du port de Zante foudroyé en 1646 devient un peu plus difficile à expliquer.

Lorsqu'on dépouilla l'homme de ses vêtements, on constata sur la peau du cadavre des cercles qui se touchaient. Or, au moment de l'accident, le matelot portait une ceinture dans laquelle il avait renfermé ses économies : 7 livres sterling, 2 pistoles d'Espagne et 1 sequin de Venise, le tout enveloppé de papier ; les cercles imprimés sur la peau, dans le dos, à droite, correspondaient exactement à la grandeur et à la position des pièces placées plus bas à la ceinture.

Même constatation pour la fleur retrouvée sur le haut de la jambe d'une dame foudroyée, et qui était la reproduction d'un dessin imprimé sur l'étoffe de son jupon.

Mais lorsque l'image est transportée au loin, le phénomène paraît plus mystérieux et cependant les faits sont là.

En 1825, la foudre tomba sur le brigantin *Il-Buon-Servo*, à l'ancre dans la baie d'Armiero : un matelot assis au pied du mât de misaine est foudroyé et l'on remarque sur son dos une trace légère, jaune et noire, qui partait de son cou et se terminait aux reins. Là était dessinée ou plutôt imprimée l'image d'un fer à cheval ressemblant absolument à un véritable fer à cheval cloué au grand mât, suivant la coutume des marins grecs, qui croient ainsi porter bonheur à leur bâtiment.

Le mât de misaine d'un autre brigantin ancré dans la rade de Zante, est atteint par la foudre qui fait plusieurs victimes.

Sur l'une d'elles, on voit se dessiner sous la mamelle gauche les deux chiffres 4, que tous les camarades du marin foudroyé attestent ne pas avoir existé auparavant. Or, ces deux chiffres, grands, bien dessinés, formés avec un point au milieu étaient parfaitement semblables au numéro 44 en métal, attaché à un agrès du bâtiment.

On relève la position de cet agrès et l'on s'aperçoit que le numéro se trouvait

placé entre le pied du mât de misaine et le lit du marin foudroyé pendant son sommeil.

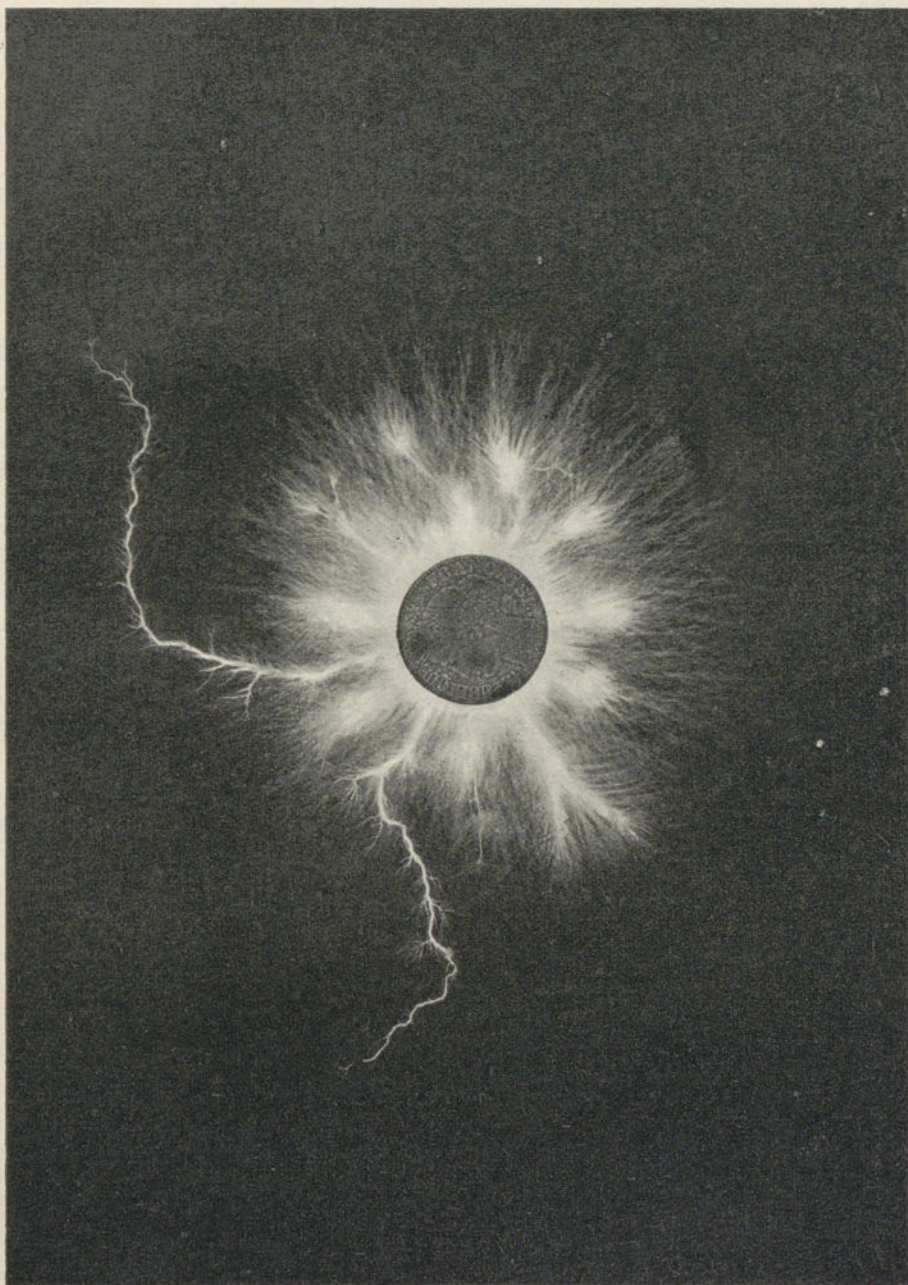
Autre exemple, moins sinistre : En 1847, pendant un violent orage, M^{me} Moraza, de Lugano, est assise près d'une fenêtre dont le rebord supporte des pots de fleurs. Un coup de tonnerre lui donne une violente commotion ; elle en est quitte pour la peur, mais en se déshabillant elle constate qu'une belle fleur, placée sans doute sur le trajet de la foudre, est parfaitement dessinée sur sa jambe... et cette image se conserva le reste de ses jours.

Mais voici qui est beaucoup plus fort : Une femme de Seine-et-Marne se réfugie avec sa vache sous un arbre au moment où survient un violent orage. Tout à coup le tonnerre éclate, la vache est tuée net et sa gardienne reste étendue sur le sol. On se hâte vers la victime, le cœur bat encore, elle respire à peine ; vite, on écarte ses vêtements pour la mettre plus à l'aise et on découvre parfaitement gravée sur sa poitrine l'image de la vache frappée à côté d'elle.

Ici nous sommes en plein mystère, car si l'on comprend à la rigueur un transport de matériaux sur des trajectoires parallèles et dont l'effet est de reproduire l'objet en vraie grandeur, on ne conçoit plus comment le fluide puisse rapetisser l'image de l'objet et le reproduire aux dimensions d'une véritable photographie... à moins de supposer qu'il y ait concentration des rayons fulguraux et un transport convergent des molécules.

En tout cas ce transport matériel existe bien certainement et en voici la preuve :

« Dans l'après-midi du 13 août 1890, raconte M. Cunisset-Carnot, un violent orage éclata sur Dijon et ses environs. La foudre tomba en plusieurs endroits ; mais au village de Plombières, il se produisit une décharge électrique vraiment extraordinaire. La foudre frappa d'abord un poteau télégraphique placé sur la route, à quelque distance des maisons, puis, suivant le fil sans le fondre, pénétra dans une maison, où elle fit un trou au pla-



ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE SE DÉCHARGEANT SUR UNE PIÈCE DE MONNAIE DONT ELLE
REPRODUIT LES TRAITS SUR LA PLAQUE PHOTOGRAPHIQUE.

(Cliché de la Maison Ducretet et Roger, de Paris.)

fond et démolit la cheminée. Ensuite, après avoir suivi, sur un certain parcours, les fils du télégraphe, elle les rompit et tomba, au bord de la route, sur une énorme pierre de taille qui fut mise en morceaux, tandis qu'une porte de jardin voisine était arrachée de ses gonds brisés. Mais une partie de la décharge seulement paraît avoir pris cette voie, car, simultanément une maison placée sur le trajet du télégraphe, qui y est attaché, recevait la visite du fluide dans de singulières conditions.

« Cette maison est celle d'un boulanger qui, au moment du coup était derrière son comptoir, occupé à couper du pain, tandis que deux peintres, montés sur un échafaudage, à l'extérieur, peignaient en vert la devanture de la boulangerie.

« Quand la décharge se produisit, un des deux peintres fut, non pas jeté à bas de l'échafaudage, mais descendu à terre sans secousse. Le pinceau que tenait l'autre fut retourné et introduit, le manche le premier, dans la manche de son veston et le pot de couleur fut renversé. En même temps dans la boutique, le boulanger voyait apparaître à ses pieds une boule de feu, qui disparut instantanément, en lui donnant une violente secousse ; son couteau était enlevé de sa main et projeté à l'autre bout de la pièce, tandis que son tablier et plusieurs doigts de sa main droite étaient couverts de peinture verte, empruntée évidemment par le fluide, au pot dont se servaient les peintres. »

Faut-il faire entrer dans une catégorie de faits analogues, ceux qu'on a constatés autrefois, auxquels les savants avaient refusé pendant longtemps leur adhésion, mais qui ne paraissent pas douteux, étant donné le témoignage des écrivains qui les rapportent ?

« La première mention de ce singulier phénomène de la foudre, lisons-nous dans un auteur, à propos des images fulgurales, se trouve dans les Pères de l'Eglise, qui le citent d'une manière formelle, comme s'étant manifesté, vers l'an

360 de notre ère, sur le corps et sur les vêtements des hommes occupés à la reconstruction du temple de Jérusalem. Ces Pères, contemporains de l'empereur Julien, sont saint Ambroise, saint Chrysostome et saint Grégoire de Nazianze.

« Lorsque les juifs se préparaient à poser les fondements du temple, il arriva un tremblement de terre précédé de tourbillons de vent, de tempête et de foudre, et suivi de globes de feu qui sortirent des entrailles de la terre. Les ouvriers s'étant réfugiés dans une église catholique voisine, la foudre éclata de nouveau, et des croix se trouvèrent imprimées sur le corps et sur les vêtements des spectateurs. Ces croix étaient obscures le jour, et brillantes et radiantes la nuit. »

Chose remarquable, on a retrouvé, à une époque plus moderne, une formation analogue de croix par l'action de la foudre.

Casaubon raconte qu'environ quinze ans avant l'année 1510, la cathédrale de Wels, dans le Somersetshire (Angleterre) fut foudroyée, et que l'on aperçut des croix dessinées sur le corps de ceux qui se trouvaient à l'église. L'évêque en avait une sur le bras, d'autres présentaient ce signe sur l'épaule, sur la poitrine, sur le dos. Ces croix ont été imprimées sur le corps de ces personnes à travers leurs vêtements.

Une troisième formation de croix a eu lieu à l'époque de l'éruption du Vésuve en 1660 ; elle est signalée par le P. Kircher.

Nous avons trop peu de détails sur tous ces faits, pour essayer même un commencement d'explication.

Il faut avouer aussi que les physiiciens paraissent également désespérés pour esquisser une théorie des images fulgurales à distance et sur lesquelles nous avons plus d'un détail authentique.

Reprenons notre enquête à travers l'histoire moderne et contemporaine.

En 1786, Leroy, membre de l'Académie des Sciences de Paris, annonça que Franklin lui avait plusieurs fois répété



ÉCLAIR A RAMIFICATIONS MULTIPLES.

(Communiqué par M. Quézisset.)

qu'il y avait quarante ans un homme, se tenant sur le pas d'une porte, dans un orage, vit la foudre tomber sur un arbre vis-à-vis de lui, et que, par une espèce de prodige, on vit ensuite la contre-épreuve de cet arbre sur la poitrine de cet homme.

En 1841, un magistrat du département d'Indre-et-Loire fut frappé de la foudre. On remarqua avec surprise qu'il avait sur la poitrine des taches qui ressemblaient parfaitement à des feuilles de peuplier. Ces marques s'effacèrent graduellement, à mesure que la circulation se rétablit.

A Cuba, le 24 juillet 1852, la foudre tomba, dans une plantation de café de Saint-Vincent, sur un palmier, et grava sur les feuilles sèches, l'image des pins d'alentour, aussi parfaitement que si elle avait été exécutée avec un burin.

En 1853, l'*Intelligence*, journal des Etats-Unis d'Amérique, signalait le fait suivant : « Une jeune fille se trouvait devant une fenêtre en face d'un arbre : après une décharge électrique, l'image entière de l'arbre fut reproduite sur son corps. »

Le 27 juin 1866, à Bergheim, pauvre

hameau des Vosges, deux voyageurs sont frappés de la foudre sous un tilleul. Ils tombent sans connaissance. En les déshabillant pour les ranimer, on remarque avec surprise qu'ils portent l'un et l'autre, en divers endroits du corps, des feuilles d'arbre dessinées « avec une fidélité dont un habile artiste aurait été jaloux », dit un des témoins oculaires.

Le 29 mai 1869, à Chambéry, la foudre tombe sur un groupe de huit soldats du 47^e de ligne ayant l'arme au bras, sans baïonnette. L'un d'eux est tué, frappé dans la région du cœur. Le cadavre présentait une plaque ovale de 14 à 18 centimètres de longueur, sur 4 à 5 de largeur, occupant en grande partie la région précordiale et offrant l'aspect parcheminé d'un vésicatoire rapidement déché. Les vêtements n'avaient été ni déchirés, ni brûlés.

« Deux heures après, l'examen du cadavre a permis de constater la production d'images photo-électriques.

« Sur le membre supérieur droit existaient trois bouquets de feuilles, d'une coloration rouge-violet plus ou moins foncée, et reproduits dans leurs plus petits détails avec la fidélité photographique la plus parfaite. Le premier, situé à la partie moyenne de la face antérieure de l'avant-bras, représentait une branche allongée couverte de feuilles ressemblant à celles du châtaignier. Le second paraissait formé de deux ou trois rameaux réunis apparaissant vers le milieu de la face externe du bras. Enfin le troisième se montrait au centre de l'épaule. Là, en pleine chair, il était naturellement plus arrondi, plus épanoui, ne laissait voir des feuilles et des ramuscules qu'à sa partie supérieure, ainsi que vers ses bords. Le centre présentait une tache rouge qui allait en diminuant de teinte à mesure qu'elle s'approchait de la circonférence. A l'autopsie le corps ne présentait aucune particularité notable. »

William Campbel est tué par la foudre le 4 septembre 1896 à la porte de sa maison près de Jonken, dans l'Etat de New-York. Le coup déracina un petit

buisson en face duquel il se trouvait et un rameau fut arraché et projeté au loin avec les feuilles dont il était orné. On trouva une reproduction parfaite du rameau sur la poitrine de la victime. L'image avait 1 m. 10 de long et était sillonnée en rouge vif.

A South Framingham, dans le Massachusetts, la foudre frappe miss Della Moncrief qui est rappelée aisément à la vie; mais l'image d'un arbre voisin de la maison qu'elle habitait avait été imprimée sur son dos.

Deux enfants des environs de Manchester sont étourdis par un coup de foudre violent et l'arbre sous lequel ils se trouvaient porte du haut en bas une longue cicatrice en spirale. On trouve sur le corps de l'un de ces enfants une image parfaite de l'arbre, des feuilles et des branches.

Parfois l'imagination du public grossit ou dénature les faits. Dans certains cas, il est certain que nous nous trouvons en présence d'une sorte d'ecchymose ou de brûlure s'étendant plus ou moins loin, près du point frappé, et mettant en évidence les fines anastomoses du tissu veineux ou artériel.

Voici un exemple qui pourrait rentrer dans cette catégorie de faits :

Le 23 août 1903, au stand des Charbonnières près du village Le Pont (canton de Vaud, Suisse), un certain nombre de tireurs s'exerçaient et étaient entourés d'une trentaine de spectateurs. Un coup de tonnerre éclate, la foudre tombe sur le stand : 28 hommes sont jetés à terre dans toutes les directions et dans toutes les positions. Les uns sont inertes, en état de mort apparente; d'autres, comme asphyxiés, râlent péniblement.

Voici quelques détails supplémentaires communiqués par un témoin :

L'un des tireurs est resté en joue à genoux, comme une statue sans pouvoir faire un mouvement : « il chavire dès qu'on essaie de le toucher.

« Un second a eu, dit-on, un sapin marqué sur la poitrine »; ce sapin était renversé, le tronc en bas; quelques points

vers le haut rappelaient des racines ; l'image était plutôt *bleuâtre* que *brunâtre* ; on a eu l'idée qu'elle représentait un sapin parce qu'il s'en trouve à 10 mètres du stand, mais elle ressemblait encore plus à une branche de fougère.

Parfois la trace laissée par le fluide ne ressemble à aucun objet situé dans le voisinage.

A la suite d'un coup de foudre reçu le 26 juin 1890 à Siroriza (Etat de New-York) John Ghalen reste évanoui pendant une demi-heure, puis reprend connaissance. Juste au-dessus du cœur il avait une tache rouge surmontée d'une sorte de bonnet noir. De cette figure singulière partaient quinze lignes rouges semblables aux rais d'une roue et longues de 0 m. 35 chacune.

L'assimilation des images fulgurales à des feuilles d'arbre n'est cependant pas toujours arbitraire et il est impossible très souvent de faire une confusion à cet égard.

Ma sœur m'a souvent raconté avoir vu de ses propres yeux sur le haut du genou droit d'une dame âgée, morte depuis, une feuille de vigne dessinée d'une façon très nette par la foudre. De la tige de la feuille se détachait même une *vrille* enroulée en spirale.

On cite aussi le cas des miroirs frappés par le tonnerre et qui manifestent en plusieurs endroits de fines arborescences. Ces cas s'expliquent très naturellement par des effets de volatilisation.

En voici deux exemples :

Le 9 juin 1889, à 4 heures de l'après-midi, pendant un orage effroyable, la villa de Zerhooice, près de Prague, fut atteinte par un coup de foudre en boule. Un témoin oculaire, qui se trouvait en face de la villa sur un balcon, vit la foudre tomber sur la pointe du paratonnerre. Elle avait la grosseur d'un boulet de canon, elle était animée d'un mouvement de rotation rapide et répandait une lumière éblouissante.

Une explosion formidable se produisit, le toit fut traversé en 45 points, les plafonds des chambres furent perforés,

le plancher de la loge du concierge fut soulevé de 52 centimètres, et tous les clous furent arrachés et enlevés. Un miroir argenté, entouré d'un cadre doré et suspendu par une ficelle contre la paroi de la loge, fut frappé par la foudre en plus de 10 points par lesquels le fluide électrique entra par le cadre, volatilisant et transportant l'or sur la face antérieure du miroir, tandis que sur la face postérieure argentée la volatilisation de la mince couche d'argent produisait les plus belles figures électriques.

Ces figures montrent que des décharges multiples et successives ont eu lieu, comme l'indiquent les photographies d'éclairs faites avec des chambres noires oscillantes.

Un autre miroir fut mis en pièces par la foudre dans la chambre du directeur de la manufacture de produits chimiques de Wolfsschlingue, près d'Aussig, en Bohême, en 1889. Les nombreux trous ressemblent à de petites lames de verre fondu.

A Chambon-sur-Voueize, dans la Creuse, le mercredi 18 avril 1906, la foudre tombe sur la maison d'une dame veuve Dumas : la toiture est en partie brisée et les tuiles sont dispersées. Traversant un appartement, le courant électrique casse une lampe et jette au loin l'abat-jour en porcelaine, mis en miettes. Une glace placée au-dessus de la cheminée est coupée en deux. Les arbres qui se trouvaient dans un jardin en face ont été photographiés par la foudre et gravés sur chacun des morceaux de la glace ; un pommier notamment, était d'une ressemblance parfaite ; telle était du moins la version donnée par les journaux.

Mais, après enquête sérieusement faite, on vit qu'il s'agissait simplement d'arborescences dont nous avons parlé.

Reste maintenant le chapitre des supercherries et là encore, elles ne manquent pas. Il y a donc toujours lieu de se méfier et de ne pas accepter les faits sans un contrôle rigoureux.

En 1900, un individu prétend qu'à la suite d'un coup de foudre, un Christ a été

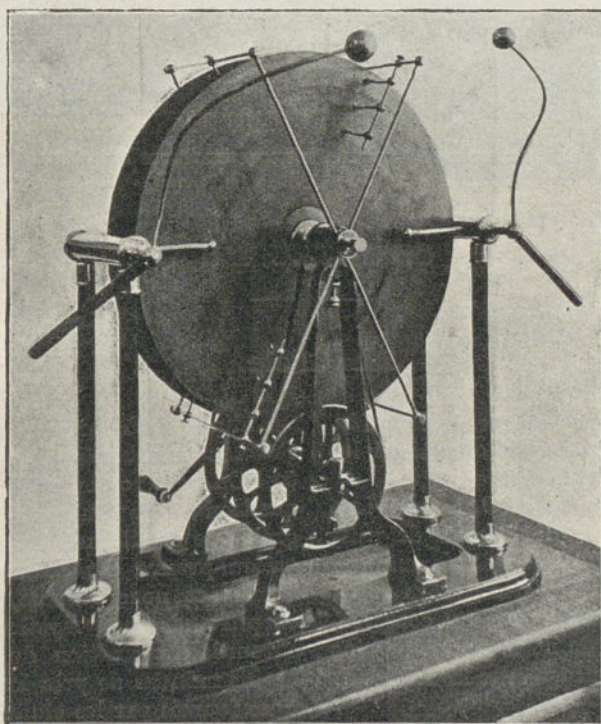
peint sur sa poitrine. Ce cas attire vivement l'attention; finalement, il consent à vendre sa peau ainsi décorée. Un chirurgien l'enlève avec précaution, et l'analyse chimique indique la nature des substances employées pour le tatouage.

L'individu néanmoins, trouve des imitateurs.

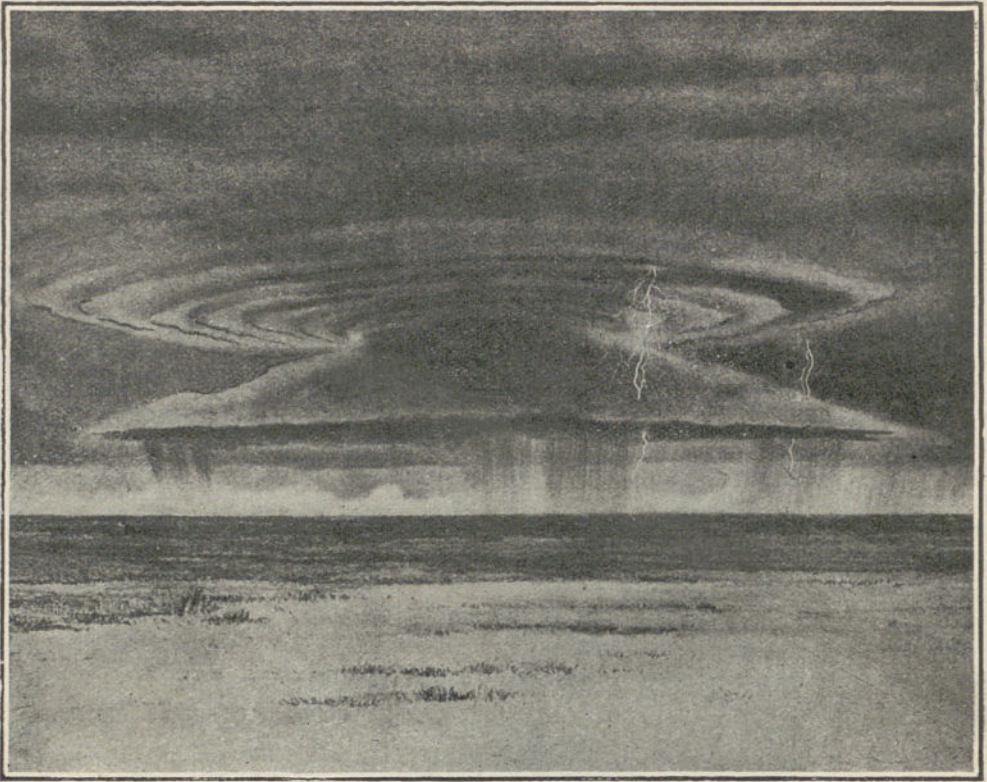
Un nommé Albert Parker est frappé de la foudre, le 5 août 1904, à Morris Town (New Jersey, Etats-Unis). On le transporte à l'hôpital, où l'on s'aperçoit qu'il porte dans le dos des marques rougeâtres, faites par le fluide. Au milieu des cicatrices, on reconnaît l'image d'un crucifix attaché au pied de son lit. Un expert en dermatologie exprime l'idée que la peau du patient avait été rendue sensible aux impressions photographiques

par la fulguration. Le fait était si bizarre, que les sceptiques affirmèrent que Parker s'était tout simplement fait tatouer pour se rendre intéressant; mais il paraissait que la peau du malade n'avait jamais subi aucune opération de tatouage, du moins c'était l'affirmation d'un individu se disant expert en ce genre.

Mais le chirurgien de l'hôpital où avait eu lieu le prétendu phénomène n'eut pas de peine à démontrer la supercherie. Il examina attentivement la peau au microscope et reconnut aussitôt que les traits avaient été tracés avec une pointe fine déposant dans le fond des piqûres une matière colorante. Le tatouage était antérieur au coup et Parker avait cherché à profiter de l'occasion.



Les nouvelles machines statiques de la célèbre Maison Roycourt, de Paris, feraient l'étonnement et la stupéfaction des physiciens des siècles précédents.



NUAGE ORAGEUX EN FORME D'OMBRELLE OBSERVÉ EN AMÉRIQUE (1897).

CHAPITRE VIII

La Grêle.

En abordant le chapitre de la grêle, nous arrivons à l'une des questions les plus mystérieuses de la météorologie.

Nous avons vu dans l'*Océan Aérien*, que certains nuages sont formés de paillettes de glace ; le refroidissement des hautes couches de l'atmosphère peut donner lieu à la chute de l'eau congelée, soit sous la forme de neige plus ou moins agglomérée, soit encore sous la forme de grésil.

Or il est bien évident qu'il n'existe, en somme, aucune différence essentielle entre le grésil et le grêlon peu volumineux.

Alors, d'où proviennent les grêlons énormes remarqués dans certaines chutes ? On peut penser qu'il n'y a là qu'une question d'agglomération de plusieurs grains de grésil, mais la nature même du grêlon prouve des actions accessoires en œuvre, et nous verrons, à la fin de ce chapitre, de quel mystère semble encore entourée l'apparition du phénomène.

Examinons de près les faits authentiques fournis par les chutes de grêle.

« A Billom, en 1891, les grêlons, disent les observateurs, étaient d'une grosseur remarquable ; leur structure s'éloignait peu de la forme sphérique avec un lé-

ger aplatissement; en coupe, ils montraient un noyau central opaque, environné de couches concentriques alternativement translucides et opaques. Commencée à 6 h. 35 du soir, la chute n'a duré que 6 minutes; l'orage proprement dit avait complètement cessé à 7 heures du soir; les échantillons de grêlons ramassés ont pesé de 20 à 35 grammes, mais nous en avons pesé un de 45 grammes recueilli 15 minutes après la chute. On en a même ramassé du poids de 70 grammes. »

La connexion des chutes de grêle avec les orages paraît être le fait qui a le plus frappé les observateurs. En voici quelques exemples auxquels chaque lecteur ajoutera involontairement ceux dont il a été témoin en plus d'une occasion.

M. Lermoyez décrit ainsi un orage à grêle survenu le 7 mai 1865 dans la vallée de l'Escaut :

« A trois heures, de gros nuages formant des couches superposées se montrèrent au Sud-Ouest, et bientôt le tonnerre se fit entendre. Au-dessus de leur masse se dressait un épais cumulus d'un blanc livide, dans lequel se produisait un pétilllement continu d'éclairs; en dessous, plusieurs couches de nuées, de teintes sombres, s'approchant du sol, formaient une large base à cette sorte de pyramide. Le roulement du tonnerre était continu, mais sans intensité ni fracas; un fourmillement non interrompu d'éclairs engendrait une espèce de crépitation sans intermittence, et les explosions semblaient se concentrer dans l'intérieur de la plus forte nuée. »

En 1875, un orage à grêle dévasta la vallée du Rhône et M. Colladon décrit ainsi les phénomènes électriques qui l'accompagnent :

« Ces phénomènes étaient très remarquables sur les parties centrales du nuage à grêle; les éclairs se succédaient avec une telle rapidité, de minuit à 1 heure et quelques minutes, que l'on comptait en moyenne 2 ou 3 éclairs par seconde, ce qui ferait 8 000 à 10 000 par heure... Des phénomènes intenses de phosphorescence électrique ont été remarqués avec

et pendant la grêle; sur le sol, sur des animaux, sur des objets saillants, les grêlons aussi étaient phosphorescents.



CRISTAUX DE NEIGE FRAICHEMENT TOMBÉE.

(Cliché de M. Quéniisset.)

Une odeur d'ozone très violente a été remarquée immédiatement après la grêle; pour la plupart des observateurs cette odeur était comparée à celle de l'ail. Les cas de chute de foudre ont été remarquablement rares; les décharges électriques incessantes se faisaient d'un nuage supérieur à des nuages immédiatement inférieurs, d'où tombait la grêle, et l'on n'entendait que de très rares détonations. »

Citons encore, d'après M. Voielland (C. r. janvier 1899) une autre chute de grêle remarquable accompagnée d'une trombe et observée à Bizerte :

Le 2 octobre 1898, vers 1 heure de l'après-midi, un rideau de nuages commençait à monter du Nord-Ouest, refoulant avec peine le vent assez frais du Nord-Est; vers 4 heures il obscurcissait complè-

tement l'horizon, l'observation des nuages indiquait alors une lutte très forte, à une faible altitude, entre les deux courants.



AUTRES FORMES CRISTALLINES DE LA NEIGE.

(Cliché de M. Quéniisset.)

Subitement ce voile se déchira, le ciel s'éclaircit, en même temps qu'éclatait une bourrasque violente de Nord-Ouest passant en quelques minutes au Nord et au Nord-Est. Les nuages tourbillonnaient dans tous les sens. La grêle se mit à tomber, non pas menue et serrée, mais par blocs épars et énormes. Ces blocs étaient formés d'un noyau très dur, de la grosseur d'un petit œuf de poule, autour duquel semblaient être venus se souder des grêlons semblables en nombre plus ou moins grand; l'ensemble affectait une forme toute bosselée.

Le poids de la plupart de ces grêlons variait de 200 à 350 grammes, mais il y en a eu de beaucoup plus volumineux. Un grêlon de 626 grammes fut recueilli à bord du *Talisman*: un autre, tombé sur la

Tempête, était plus gros qu'une carafe, et son poids fut estimé à plus de 1 kilogramme. On a affirmé enfin que près des pêcheries, on avait ramassé un grêlon de plus de 1 200 grammes.

Au cours de cette tourmente, les éclairs, accompagnés de tonnerre, se sont succédé pendant plus de 2 heures.

Une chute de grêle analogue, moins abondante, mais où certains grêlons atteignaient les mêmes dimensions extraordinaires de 600, 800 grammes et plus, s'est produite le 17 novembre, lors de l'ouragan qui s'est abattu sur la baie Sans-Nom, à Bizerte, et a été accompagnée d'une trombe et d'un raz de marée.

Les caractères de l'orage sont ici différents. D'abord, une succession de grains de directions variables, avec éclairs et tonnerre accompagnés de pluie et de grêle menue; le baromètre assez haut (760 millimètres) en baisse saccadée. Vers 11 h. 45, un roulement de tonnerre lointain (dans le Sud-Est) et très prolongé. Le ciel dans le Sud avait une teinte livide (gris-vert) très frappante.

Quelques minutes de calme, puis un coup de tonnerre violent et très rapproché.

A midi, la trombe arrive, et c'est pendant les premières secondes que tombent les grêlons énormes dont il a été parlé plus haut. Le phénomène a sûrement la même origine que celui du 2 octobre, mais cette fois, il n'a pas été possible d'observer la lutte des nuages. Le météore, en effet, de 800 à 900 mètres de diamètre environ passait par son centre même sur les navires d'où se faisaient les observations, en imprimant à leurs baromètres enregistreurs une chute subite de 35 millimètres, suivie d'une ascension non moins rapide. Ce vide central déterminait l'aspiration violente des eaux formant trombe, et par contre-coup, raz de marée.

« Nous nous trouvions, dit M. Voieland, dans une sorte de tourbillon aqueux, opaque, d'une force irrésistible. »

A midi 10, il faisait de nouveau calme; le baromètre était à 758 millimètres, toujours en baisse légère; tout

l'après-midi on a continué à voir des éclairs lointains, sans tonnerre. Le soir l'atmosphère avait repris sa sérénité.

Cette association des chutes de grêle avec les trombes est assez fréquente.

Au moment où j'écris ces lignes, je reçois le Bulletin de la Commission météorologique du Calvados, rédigé par mon ami, l'éminent météorologiste Gabriel Guilbert, et j'y lis la description d'une trombe qui s'est abattue sur le Calvados au cours de l'orage du 4 mars 1912.

Eclairs nombreux, chutes de foudre, violence du vent, abondance de la grêle, rien n'a manqué à cet imposant phénomène.

Suivant la description de M. Boitard, la trombe a causé des ravages qui dénotent une force incalculable.

C'est ainsi que le Calvaire du Locheur a été projeté à terre avec son socle, bloc de granit de 1 500 kilos.

A Esquay-Notre-Dame, une statue de la Vierge, en fonte, d'un poids de 250 kilos, a été enlevée de son piédestal et renversée. Au lieu dit « La Grâce de Dieu », une voiture de déménagement, chargée de meubles et attelée de deux chevaux, a été projetée de la grande route en un champ à 7 mètres de distance. Un pavillon en bois et maçonnerie a été soulevé tout entier et transporté d'un seul bloc sur la route, à 7 ou 8 mètres. Une vieille maison toujours au même endroit, a été complètement démolie. La charpente et la couverture en ardoises d'un bâtiment d'environ 20 mètres de long, ont été enlevées et portées à travers champ à 120 mètres! Trois pendules, chez M. Lepelletier, se sont arrêtées à 7 h. 10, indiquant peut-être l'heure exacte du

phénomène. A Maltot, M. Marguerite, instituteur à Vieux, revenant de voyage, se trouva pris avec son cheval et sa voiture bâchée, et jeté, versé dans les champs, à 10 mètres environ de la route.

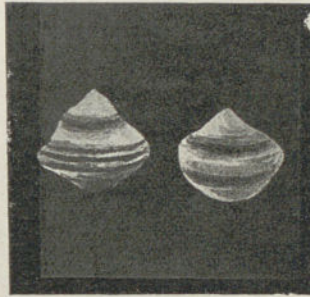
On juge de l'effet d'une telle force sur les arbres, partout où la tornade a

touché la terre. Le nombre des pommiers abattus est prodigieux. Sur les communes de Parfouru et de Tournay-sur-Odon, on compte environ deux mille cinq cents pommiers rompus ou arrachés. Le total dépasserait quatre mille! C'est une perte en capital de plus d'un demi-million. C'est par centaines de mille francs qu'il faut chiffrer également les ravages des trois trombes du 4 mars dans le Calvados. Ainsi au village du Locheur, le plus éprouvé de tous, vingt maisons sont délabrées. Les toitures de l'église, de l'école, de nombre d'habitations sont enlevées et portées au loin. « Nous avons retrouvé, dit M. Boitard, à 2 kilomètres du Locheur, des ardoises et une tuile provenant de ce village. » A Arry, un petit corps de ferme, en mauvais état il

est vrai, n'est plus qu'un amas de ruines.

M. l'abbé Gabriel, correspondant de la Commission, qui a étudié cette trombe, considère que la largeur de la zone ravagée varie de 150 à 200 mètres et signale de très singuliers effets. Ainsi, dans une ferme d'Esquay-Notre-Dame, particulièrement éprouvée, une cloison intérieure a été complètement renversée, semblant démontrer un effet de succion, analogue au vide produit par la machine pneumatique. Un serin a été trouvé mort dans sa cage, phénomène physiologique déjà constaté dans des trombes semblables. De plus, M. l'abbé Gabriel a reconnu des

GRÊLONS EN CÔNES TERMINÉS
PAR UNE BASE SPHÉRIQUE.



PERLE ENTOURÉE D'UN ANNEAU.

traces certaines de plusieurs chutes de foudre.

Le nuage orageux qui a produit cette trombe recérait des forces électriques prodigieuses. Non seulement les éclairs étaient aussi nombreux que brillants, avec chutes de foudre, mais la grêle atteignait par places un volume extraordinaire. « On en a ramassé, dit M. Boitard, de 13 centimètres de circonférence une demi-heure après l'orage ; on a parlé de grêlons de 50 gr. et davantage. » A Caumont, M. Costy, instituteur et correspondant de la Commission signale 76 carreaux brisés à l'école et des serres complètement détruites. Des grêlons de 15 à 30 grammes ont été recueillis.

Voici un autre fait du même genre dont l'observation est due à M. Ben Polychronakis, de Lacédémone (Grèce) :

« Le 19 août 1907, vers 3 heures 20 minutes du soir, le ciel, au Nord de l'horizon de Coroné (Grèce), était couvert d'un nuage rond, d'un noir grisâtre et à bords nets et dentelés ; ce nuage couvrait une surface de 2 kilomètres de diamètre et planait au-dessus du golfe de Messénie à une altitude de 2 500 mètres environ.

« Au bout de 10 minutes, on entendit un roulement de tonnerre sans aucun point lumineux ; ce roulement, en tout semblable à celui du tonnerre, fut un peu intense et continu pendant 20 minutes, sans aucune interruption. Enfin, vers 3 heures 50 minutes, une trombe de grêle, à axe vertical, se produisit, se déplaçant sur une vaste trajectoire de droite à gauche, en passant par le Nord, et s'abattit au-dessus de la mer. La trombe avait à peine touché la masse liquide, à une dis-

tance de 600 mètres du rivage de Coroné, que celle-ci fut fortement agitée, sur une grande étendue.

« Pendant la trombe, de nombreux grêlons du volume d'un petit œuf de poule, projetés par la force centrifuge, s'éloignaient de la trombe pour aller tomber avec une grande force, à une assez grande distance dans la ville de Coroné, brisant les vitres, blessant les personnes et crevant les toits ; plus de dix personnes furent blessées, et parmi elles, deux très grièvement. Ce fut en effet un véritable bombardement de la trombe contre la ville, pendant un quart d'heure. Plusieurs fenêtres étaient entièrement dévastées et un grand nombre de toits terriblement défoncés.

« Un vent très violent accompagnait la trombe et cessa avec elle. »

Comme le montrent les récits précédents, la grosseur des grêlons est très variable ; leurs dimensions restent ordinairement comprises entre un demi-centimètre et 2 centimètres, mais ils atteignent parfois 7, 8, 9, 10 centimètres et plus de diamètre, et dans

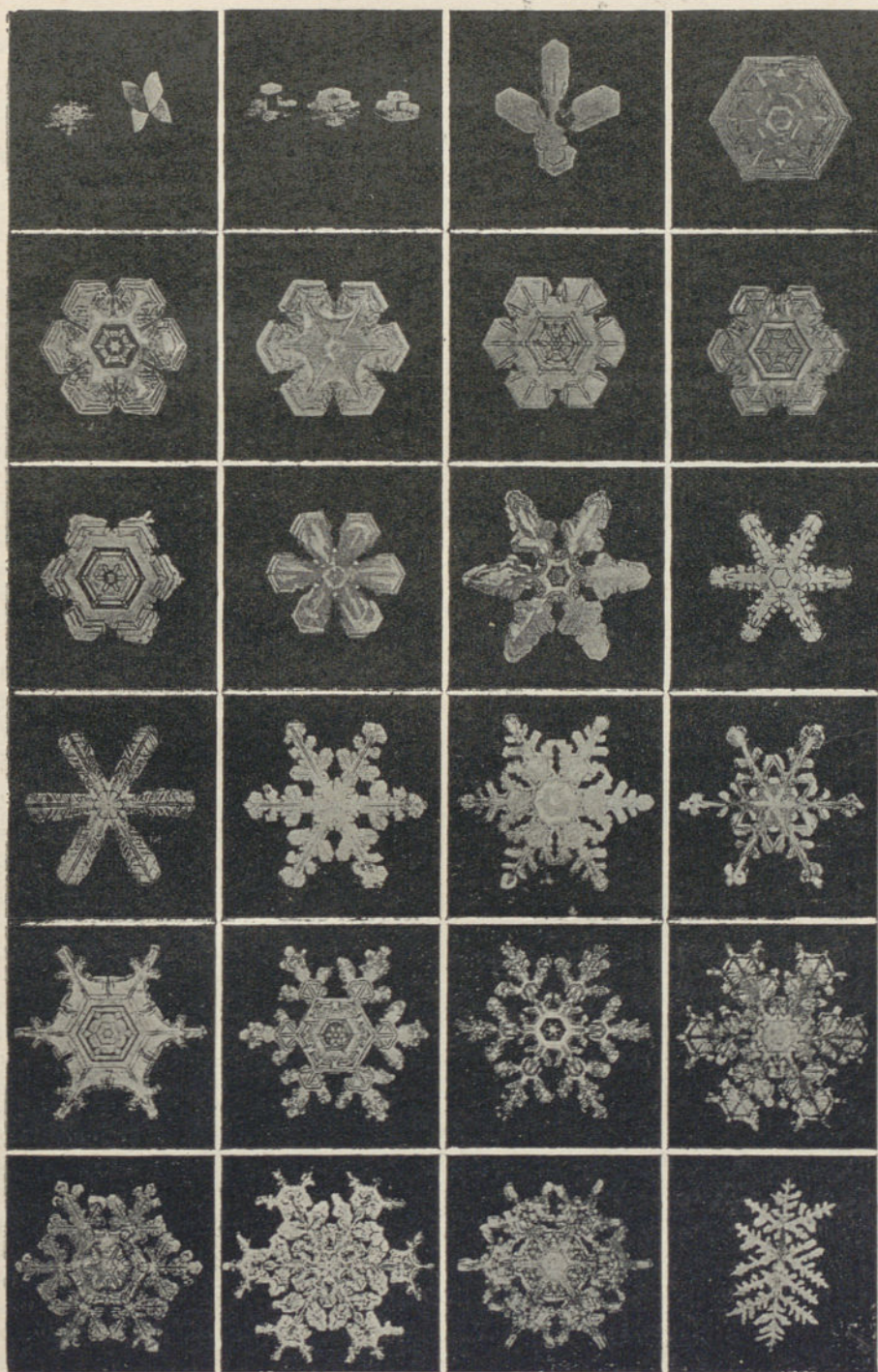
ce cas, généralement, ils sont isolés pendant une averse de grains plus petits. Cependant on a signalé de temps en temps des averses où la grosseur moyenne des grêlons égalait celle d'un œuf de pigeon, comme en 1736, à Utrecht, ou d'un œuf de poule.

Il y a plus : le 15 juin 1829 une grêle enfonça les toits à Cazorta, en Espagne ; elle était composée, paraît-il, de blocs de glace pesant 2 kilos. Le P. Huc, missionnaire, affirme avoir vu tomber en Mongolie, des grêlons du poids de 6 kilos. On cite encore un bloc de glace de 1 mètre de long, 1 mètre de large et 6 à 7

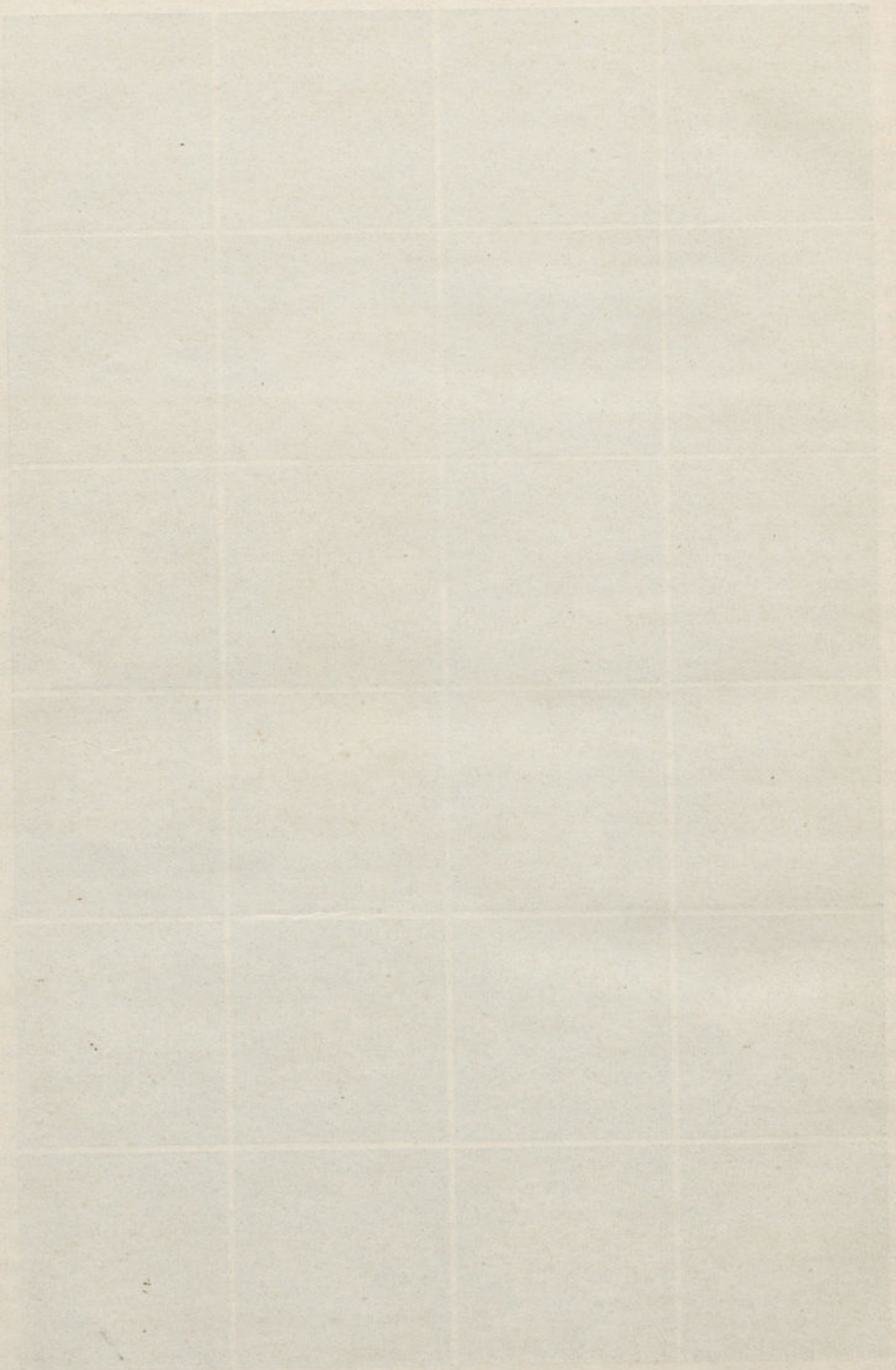
GRÊLONS SPHÉRIQUES SOUDÉS.



GRÊLONS A COUCHES CONCENTRIQUES.



Vus au microscope, les cristaux de neige présentent les formes les plus variées et les plus élégantes, mais tous, à peu près, sont bâtis sur le type d'un polygone régulier à 6 côtés.



décimètres de hauteur, tombé en Hongrie, à Putzennischel, le 8 mai 1802 ; huit hommes, dit-on, ne pouvaient le soutenir.

Ces masses énormes ne sont pas formées ainsi dans l'air, sauf pour quelques grêlons atteignant jusqu'à 1 kilogramme et qui sont constitués par une agglomération de grains plus petits pendant la chute et faciles à distinguer.

« Ainsi, rapporte Arago, le 11 juillet 1753, M. Montignot ramassa à Toul des grêlons qui avaient la forme de polyèdres irréguliers de près de 3 pouces de diamètre en tous sens. Ces gros grêlons étaient un assemblage de grêlons plus petits, qui s'étaient collés entre eux avant de tomber à terre. »

Pendant une chute de grêle, le 7 mai 1865, à Vendhuile, les grêlons avaient la grosseur d'une balle de fusil ; mais plus loin, au Catelet, d'après M. Lermoyez, ils atteignaient la grosseur d'œufs de pigeon et même de poule ; mais, dit-il, en examinant attentivement ces derniers, on reconnaissait qu'ils n'étaient qu'une agglomération de très petits grêlons faciles à distinguer. Cependant, ajoute-t-il, le fait le plus extraordinaire réside dans l'incalculable quantité de grêle qui est tombée à Vendhuile et au Catelet. Un petit contrefossé du canal de Saint-Quentin, qui sert à l'assèchement de 509 hectares de terre, a reçu un tel volume d'eau et de grêle que le flot a franchi les hauts cavaliers du canal, balayant devant lui un tas de 800 hectolitres de charbon, avec lequel il s'est précipité dans le lit de la voie navigable, qu'il a obstruée de la manière la plus complète. J'ai constaté le lendemain de l'orage que ce dépôt de grêle, s'étendant sur une longueur de 462 mètres et une largeur de 20 mètres, présentait en certains points une hauteur qui dépassait 5 mètres ; il formait ainsi un volume de plus de 40 000 mètres cubes, tellement compact que l'eau d'amont, bien qu'élevée de 60 centimètres au-dessus de l'eau d'aval, n'a pas baissé de 1 millimètre en 24 heures. Ce dépôt constituait un véritable glacier sur lequel on pouvait marcher sans le

moindre danger. Lorsque je suis parvenu à y pratiquer une tranchée pour établir les chasses qui devaient l'emporter, il se détachait des masses considérables qui flottaient dans l'eau comme des banquises. »

Ceci s'explique facilement par un phénomène de fusion et de regel : les premiers grêlons tombés commencent à fondre au contact du sol plus chaud ; mais ils sont bientôt refroidis par ceux qui continuent à tomber et le tout ne forme plus qu'une seule masse très compacte.



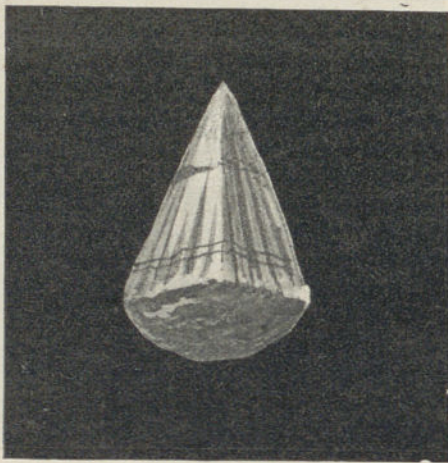
Un spécimen des grêlons de 13 centimètres de hauteur à forme cristalline, tombés le 2 juillet 1897, à Brückl (Autriche).

Cependant, même dans les chutes de grêle, les objets recueillis avant l'arrivée au sol présentent des formes tout à fait variées : grains sphériques presque réguliers, grains en forme de sphère bossuée constitués par des grêlons sphériques soudés ensemble ; grains en forme de poire allongée simplement ou munie d'un appendice pointu ; pyramides ou cônes terminés par une base sphérique ; grains annulaires ; ils offrent parfois des formes géométriques très régulières comme ceux qu'on a recueillis le 2 juillet 1897 à Brückl en Carinthie (Autriche) et dont certains mesuraient de 9 à 13 centimètres de longueur.

Les grêlons sont formés de couches

d'aspect très différent. En 1819, l'ingénieur-géographe Deliros ramasse plusieurs grêlons dans lesquels on remarquait un premier noyau sphérique d'un blanc assez opaque, offrant des traces de couches concentriques, une enveloppe de glace compacte, rayonnée du centre à la circonférence et terminée extérieurement par douze grandes pyramides entre lesquelles des pyramides moindres étaient intercalées. Le tout formait une masse sphérique de près de 9 centimètres de diamètre.

Au centre des gros grêlons, on trouve



GRÊLON AFFECTANT LA FORME D'UNE PYRAMIDE.

généralement un noyau central, constitué par un grain de grésil. Le grésil est formé de petits globules sphériques de glace spongieuse, friable, blanche et opaque ; ce sont, semble-t-il, de simples gouttes de pluie congelées, qui doivent leur opacité à d'innombrables petites bulles d'air disséminées dans leur masse. Les grains de grésil atteignent rarement 5 millimètres. Autour de ce grain de grésil on trouve soit une seule enveloppe épaisse de glace compacte et blanche, soit plusieurs couches concentriques, composées alternativement de glace transparente et de glace opaque.

« Cette alternance de couches transparentes et opaques, d'it Angot, montre que les grêlons, avant d'arriver jusqu'au

sol, ont traversé des couches atmosphériques dont les conditions étaient très différentes. Dans certaines de ces couches, il devait y avoir des gouttelettes d'eau liquide restant en surfusion à une température inférieure à 0°; ces gouttelettes, en se solidifiant brusquement sur le grêlon, y forment une couche de glace blanche et opaque à cause des bulles d'air qui y restent emprisonnées.

« ... Certains grêlons peuvent être recouverts extérieurement par une couche de cristaux de glace, transparents et de formes très régulières. Ces cristaux ont été produits par un séjour probablement assez long des grêlons dans une couche d'air très froide, dont l'humidité s'est condensée peu à peu sur le noyau de glace, assez lentement pour prendre la forme cristalline. »

On a remarqué encore que la forme changeait avec la direction du vent. Ainsi pendant un terrible orage de grêle qui ravagea la France et les Pays-Bas, le 13 juillet 1788, les grêlons affectèrent d'abord la forme de secteurs pyramidaux à six pans ; puis, la direction du vent ayant changé, ils prirent la forme de lentilles plan-convexes si transparentes et si régulières qu'elles servaient de loupes grossissant les objets sans les défigurer.

Voilà des exemples nombreux qu'on pourrait multiplier indéfiniment. Peut-on les expliquer ?

Les théories ne manquent pas et depuis longtemps les naturalistes ont essayé de déterminer les causes de la grêle.

Descartes supposait que « les nues où la grêle se forme sont composées de très petites parcelles de neige ou de glace qui se fondent à demi et qui se réunissent ; un vent froid qui survient achève de les geler ; d'autres fois la neige se fond totalement et alors le vent doit être extrêmement froid pour convertir ces gouttes d'eau en grêle ».

Muschenbroek, de Leyde, physicien du XVIII^e siècle bien connu pour ses recherches sur l'électricité, la cohésion des corps, la capillarité, etc., attribuait la formation de la grêle « aux particules

congelantes qui, répandues dans l'air en certaines circonstances, glacent les gouttes de pluie ».

L'hypothèse, on le voit, n'était pas compromettante et n'expliquait rien.

Certains physiciens, comme l'auteur d'un Mémoire couronné en 1752 par l'Académie de Bordeaux, expliquent la congélation des grêlons par le froid qui résulte du mélange de certaines substances chimiques. « La grêle, dit ce Mémoire, est un mélange d'eau glacée, de sel volatil, de sel conCRET et de soufre. C'est le résultat d'une congélation artificielle pareille à celle que nous faisons tous les jours par le moyen des sels. »

On avait objecté à la théorie de Descartes l'impossibilité d'un froid intense à la hauteur des nuages orageux en plein été. Hamberger crut en découvrir la raison : d'après lui, « quand la partie supérieure d'un gros nuage est directement opposée aux rayons du Soleil et que l'inférieure est à l'ombre, celle-ci se refroidit au point que toutes les gouttes d'eau qui la composent et celles qui leur succèdent se convertissent en glace ».

Volta le premier donne une théorie de la grêle fondée sur des observations exactes et appuyée sur des raisons scientifiques. Il admettait que deux nuages chargés d'électricités contraires attirent et repoussent alternativement des particules de glace qui, d'abord très petites, se chargeraient successivement, dans ce trajet, de couches de plus en plus épaisses de glace, jusqu'à ce que, devenus trop lourds, les grêlons ainsi formés finissent par tomber à la surface de la terre. Le froid nécessaire pour la production des particules de glace serait dû à l'évaporation de la surface supérieure des nuages exposés au milieu d'une sécheresse extrême, pendant une chaude journée d'été à la radiation solaire.

D'après Kaemtz, voici dans quelles circonstances se produiraient les orages à grêle. Le matin on voit des cirrus filamenteux très fins plus ou moins développés, formant parfois de grandes masses blanches dispersées çà et là et dont les bords



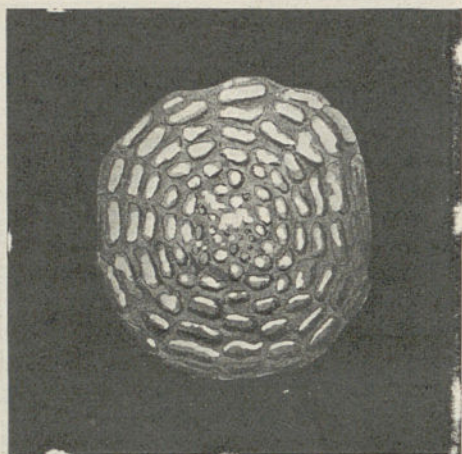
GRÊLON EN FORME DE POIRE.

se perdent dans le bleu du ciel. Ces cirrus sont composés de particules glacées.

À une certaine hauteur au-dessus du sol règne un vent chaud venant généralement du Sud, ce qui permet au sol et aux couches d'air inférieures de s'échauffer fortement. Un courant ascendant énergétique se produit, l'air se sature d'humidité, des nuages se forment et l'on croirait au premier abord que ce sont des cirrus qui se condensent parce que les courants ascendants les élèvent encore plus haut. La vapeur d'eau entraînée par les courants



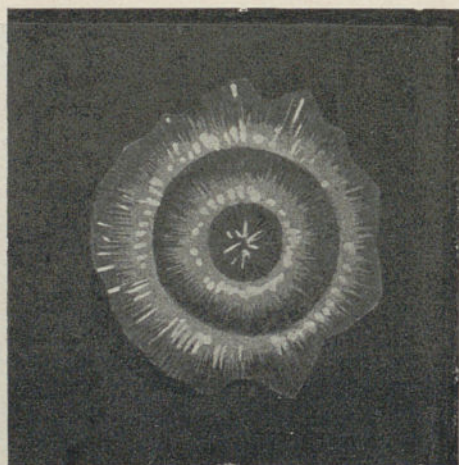
GRÊLON EN FORME DE CÔNE AVEC UNE BASE HÉMISPÉRIQUE.



UN SPÉCIMEN DES GRÊLONS TOMBÉS A BILLOM
(PUY-DE-DÔME), LE 21 MAI 1891

Certains pesaient 70 grammes.

perd peu à peu sa chaleur et, à partir de 2 500 à 3 000 mètres, elle tombe au-dessous de zéro et se condense en flocons de neige ou en grains de grésil. Si dans les régions supérieures la température est très basse et s'il existe des vents horizontaux puissants qui chassent les flocons de neige et les grains de grésil sans les faire tomber directement par terre, il se précipite à leur surface une nouvelle quantité d'eau



Coupe du grêlon précédent montrant la disposition en couches concentriques avec noyau central opaque.

et leur volume s'accroît continuellement. « Leur structure interne, dit Kaemtz, dépend de l'état des couches d'air parcourues. Un corps piriforme ou pyramidal se meut soit horizontalement, soit verticalement mais toujours la partie la plus grosse est en bas ou en avant : c'est sur cette surface que se condense la vapeur d'eau, à moins que le grêlon entraîné dans des tourbillons ne tourne rapidement sur lui-même.

Si l'air que le grêlon parcourt est sans nuages ou si ceux-ci ne sont pas très épais, les vapeurs se condensent à la surface du grêlon, comme cela se voit pour la gelée blanche : dans ce cas la masse entière ressemble à de la neige durcie ; mais si elle traverse des nuages très denses où les vésicules d'eau soient entremêlées de gouttes de pluie, alors il se forme de la glace transparente à l'intérieur de laquelle nous trouvons un grain de grésil. Un grêlon de ce genre traverse-t-il plusieurs couches de nuages séparées par des espaces non remplis de vapeur d'eau, si les nuages ne sont pas chargés par des gouttes de pluie, alors il se forme des couches concentriques qui sont alternativement composées de neige et de glace, comme on l'a fort souvent observé.

Cette théorie de Kaemtz remonte à 1840; en fait elle est la base de nos théories actuelles.

Au lieu d'admettre un courant ascendant qui transporte la vapeur d'eau inférieure au milieu des cirrus formés de paillettes de glace, Faye a recours à un mécanisme opposé. Il suppose dans les régions supérieures de l'atmosphère la formation de tourbillons dus à des inégalités de vitesse des couches contiguës de l'air, ayant une tendance à se propager de haut en bas et d'autant plus prononcée que le mouvement de giration est plus violent. Ces tourbillons entraînent rapidement en bas tous les matériaux charriés par les courants supérieurs et par suite des cirrus glacés qui y voyagent.

« Les aiguilles de glace, refoulées à la périphérie à cause de leur densité, s'y rencontrent et s'y agglomèrent de manière à



COUCHE DE GIVRE DÉPOSÉ SUR UNE VITRE ET MONTRANT LA FORME CRISTALLINE QUE TEND
A PRENDRE L'EAU CONGELÉE.

(Cliché de M. Quénisse.)

former de petits noyaux opaques. Ceux-ci, trouvant dans les nuées inférieures de l'eau vésiculaire, la congèlent en une mince couche transparente. Si, dans ce mouvement tourbillonnaire, où les spires de rayons variés, centrées sur le même axe ont toutes sortes de vitesse, ces petits grêlons passent successivement dans des régions occupées par l'air glacial venu d'en haut et dans d'autres remplies de vapeurs vésiculaires(1), ils croîtront en volume par couches successives jusqu'à ce qu'ils échappent, par leur poids ou par l'effet des forces centrifuges, à l'action du tourbillon... L'air entraîné vers le bas n'amènera pas seulement ces aiguilles de glace, il amènera aussi sa forte tension électrique; celle-ci s'accumulera progressivement à la surface du nuage placé à l'extrémité du tourbillon et acquerra bientôt une tension suffisante pour s'échapper en traits fulgurants vers les nuages voisins et finalement vers le sol. »

D'après M. Renou, les vésicules des nuages pourraient rester à l'état liquide bien que la température des nuages à grêle s'abaissât considérablement, peut-être jusqu'à 22° au-dessous de zéro. Evidemment un pareil état est excessivement instable et le contact d'un cristal de glace suffit pour que cette eau à l'état de surfusion se congèle instantanément.

Ces diverses théories ne font pas intervenir l'électricité pour la formation des grêlons. On a cherché cependant à remanier la théorie de Volta. Ce savant n'admettait que deux nuages en présence. Colladon suppose que « les groupes orageux se composent en réalité, d'un grand nombre de centres électriques assez rapprochés quoique bien distincts et pouvant être assemblés de plusieurs manières variables ». La théorie de la formation de la grêle devient alors beaucoup moins problématique; les grêlons sont ballottés et attirés vers un de ces centres, puis vers un autre, par l'effet de leur énorme tension positive ou négative;

(1) A cette époque, on croyait encore à l'état vésiculaire.

dans ces oscillations successives, les grêlons s'enveloppent alternativement d'eau glacée ou d'aiguilles de glace et de grésil. « Suivant les circonstances, on peut imaginer pour les grêlons les formes les plus variées. »

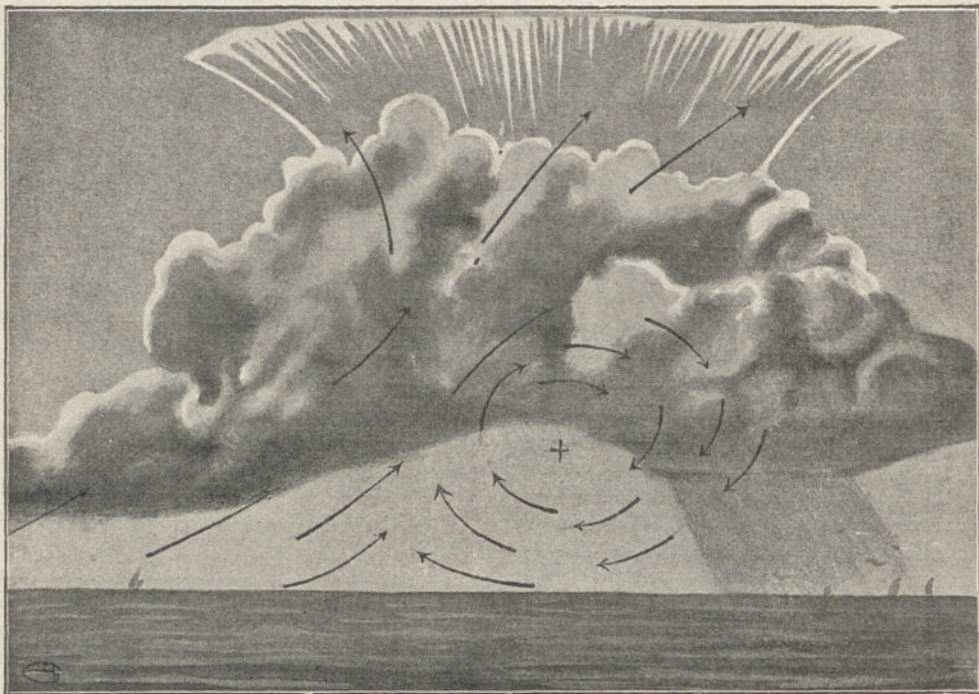
D'après M. Planté, la grêle résulterait de la congélation dans les hautes et froides régions de l'atmosphère, de l'eau des nuages pulvérisée et vaporisée par les décharges électriques. Des vaporisations et congélations successives séparées par des intervalles où le grêlon subit un mouvement giratoire expliqueraient la structure des grêlons formés de couches alternativement opaques et transparentes.

Arrivons à la théorie de la grêle telle qu'elle est admise officiellement aujourd'hui.

Quand on s'élève dans l'air, on constate que la température diminue insensiblement; la surface isotherme de 0° se trouve vers 3 600 mètres pendant les mois les plus chauds, mais descend à 1 200 mètres à la fin de la saison froide. L'isotherme de — 50°, qui ne descend pas à moins de 8 860 mètres en hiver, s'élève à plus de 11 000 mètres en été.

D'autre part les mesures de la hauteur des nuages ont donné comme altitude moyenne du sommet des cumulonimbus, qui sont les nuages orageux, 5 500 mètres à Trappes et 5 000 à Washington en été; 3 850 mètres et 3 750 en hiver. La base de ces mêmes nuages peut descendre à moins d'un kilomètre, tandis que le sommet peut atteindre dans certains cas 7, 8, 10 kilomètres et plus.

On peut donc conclure que les parties les plus élevées des nuages orageux non seulement atteignent la couche isotherme de 0°, mais peuvent s'abaisser à — 5°, — 10° et même davantage. Cependant l'aspect de ces nuages ne rappelle nullement la structure filamenteuse des cirrus qui sont composés de cristaux de glace. D'où l'on conclut que les particules de vapeur d'eau qui les composent restent sous forme de goutte-



MOUVEMENTS DES MASSES D'AIR DANS UN NUAGE ORAGEUX (CUMULO-NIMBŪS).

La base des nuages n'est jamais à moins de 1000 mètres d'altitude. En haut, on remarque souvent des cirrus en forme de champignon ou d'enclume. Les flèches indiquent la direction des courants et les tourbillons à l'intérieur du nuage.

lettes liquides à l'état de surfusion, état qui peut subsister jusqu'à -15° .

Evidemment cet état est très instable et il suffit d'un choc ou d'un contact d'un cristal de glace pour amener la congélation; ce cristal de glace provient soit de la congélation spontanée de la gouttelette d'eau atteignant une région trop froide, soit de l'abaissement de température de cette gouttelette sous l'action d'une évaporation intense si elle vient à pénétrer dans une couche d'air sèche.

On trouvera donc aux différents niveaux d'un même nuage des gouttelettes liquides en surfusion et des cristaux de glace; il n'en faut pas plus pour amener la formation de la grêle. Si pour une raison quelconque les cristaux de glace viennent frapper les gouttelettes en surfusion, celles-ci se congèlent en partie ou en totalité à la surface du cris-

tal de glace; le grêlon ainsi formé s'accroîtra en tombant par sa rencontre avec d'autres gouttelettes surfondues. C'est ce qu'a observé Boussingault qui a traversé dans les Andes un nuage où se formait la grêle. « Sur une station très élevée (5 000 mètres au moins) le temps était magnifique. On dominait une masse de nuages accumulés sur la pente abrupte de la montagne et dans laquelle, mes compagnons et moi, pour opérer notre descente, nous entrâmes par la partie supérieure. Il tonnait. Bientôt nous reçûmes une grêle en grains très menus d'abord, mais qui grossissaient à mesure que nous descendions, à ce point qu'ils acquirent la dimension de balles de fusil. Toutefois ces grêlons tombaient avec une telle lenteur, qu'en nous atteignant ils ne causaient aucune douleur. A l'altitude de 4 300 mètres la masse de vapeur devint si

épaisse que j'eus de la peine à lire les divisions du baromètre. Au-dessous de ce point la grêle redoubla et la sensation que nous éprouvions alors, quand elle nous frappait la figure et les mains, devint douloureuse. »

Dans certains cas les tourbillons à axe horizontal qui existent dans les nuages orageux, peuvent entraîner pendant un certain temps les grêlons et leur permettre de se recouvrir d'un plus grand nombre de couches successives de glace : on expliquerait ainsi la formation des plus gros grêlons. On a calculé, en effet, qu'un vent ascendant de 10 m. 5 par seconde suffit pour soutenir en l'air un grêlon de 5 millimètres de diamètre ; pour un grêlon de 10 millimètres, il faudrait un vent de 15 mètres ; et pour un grêlon de 20 millimètres un vent de 21 mètres.

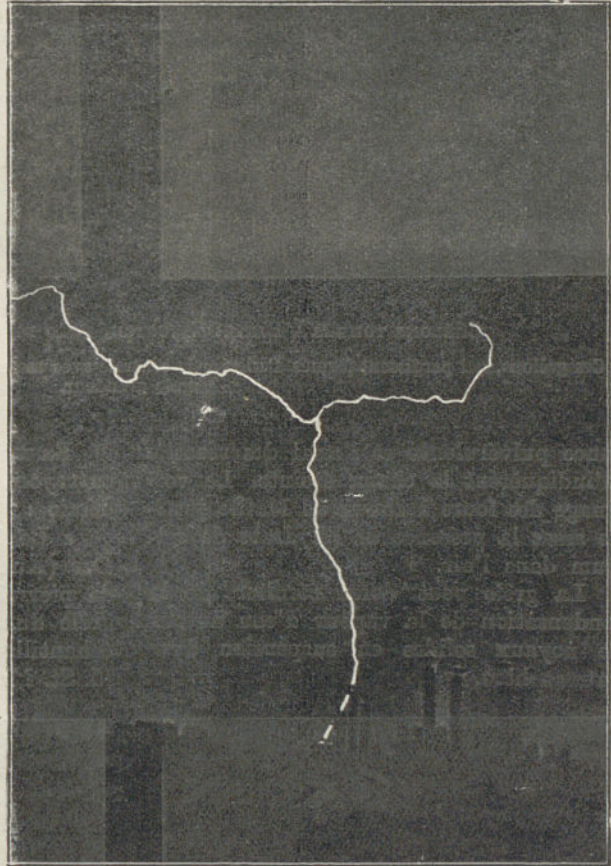
Quant aux gros grêlons atteignant 10 centimètres et plus de diamètre, leur formation est encore un mystère ; peut-être l'électricité joue-t-elle un certain rôle dans l'accumulation des couches de glace qui les forment, mais aucune théorie électrique n'en peut rendre compte actuellement d'une façon vraisemblable.

Notons en terminant que parfois le noyau intérieur du grêlon peut être formé d'une substance autre que l'eau même congelée. Le fait n'est pas rare et nous en citerons deux exemples intéressants.

Voici d'abord une observation de M. Mansion, professeur à l'Athénée d'Ath (Belgique) :

« Le lundi 26 mars 1900, vers 4 heures 30 minutes 15 secondes s'abattit sur Ath, au cours d'une giboulée, une

grêle de très courte durée (une minute environ), mais d'un caractère tout particulier. Les grêlons très petits (quasi du grésil), semblaient fondre avec une extrême lenteur, à tel point que rentré chez moi je fus très surpris de constater

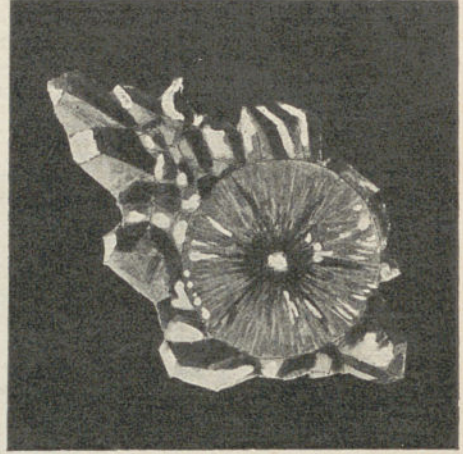
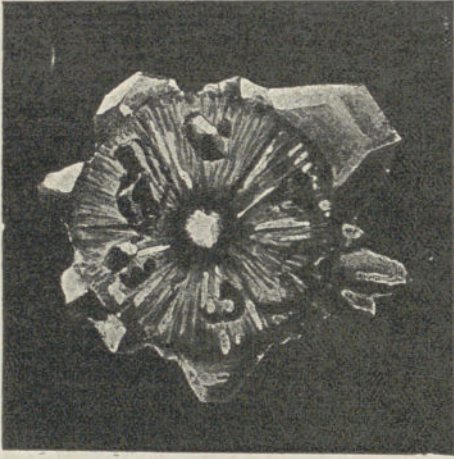


QUELQUEFOIS DEUX ÉCLAIRS SE SOUDENT POUR ATTEINDRE LA TERRE.

(Cliché de M. Quéniisset.)

encore des traces blanches sur mes vêtements et sur mon parapluie. La grêle cependant avait cessé de tomber depuis plus de 10 minutes.

« L'examen sommaire de ces taches me montra bientôt qu'il s'agissait d'une matière blanche incluse dans les grêlons. L'observation microscopique de la subs-



GRÊLONS TOMBÉS A BJELOI-KLIUSTCH, PRÈS DE TIFLIS, LE 9 JUIN 1869.

Ces grêlons, qui paraissent formés d'une partie centrale avec masses cristallisées, sont représentés ici en vraie grandeur.

tance pulvérulente et l'essai des réactifs m'indiquèrent la chaux éteinte. Le voisinage des fours à chaux de Maffle justifie assez la présence de l'hydrate de calcium dans l'air. »

La grêle peut donc résulter de la condensation de la vapeur d'eau autour de noyaux solides en suspension dans l'atmosphère.

En voici un second exemple que nous extrayons des Comptes rendus de l'Académie :

« Le 6 juin, la commune de Pel-et-Der (Aube) a été couverte d'une pluie de pierrailles calcaires tombée avec la grêle durant un très violent orage. Les échantillons étudiés au Muséum par M. St. Meunier ont montré que ces roches

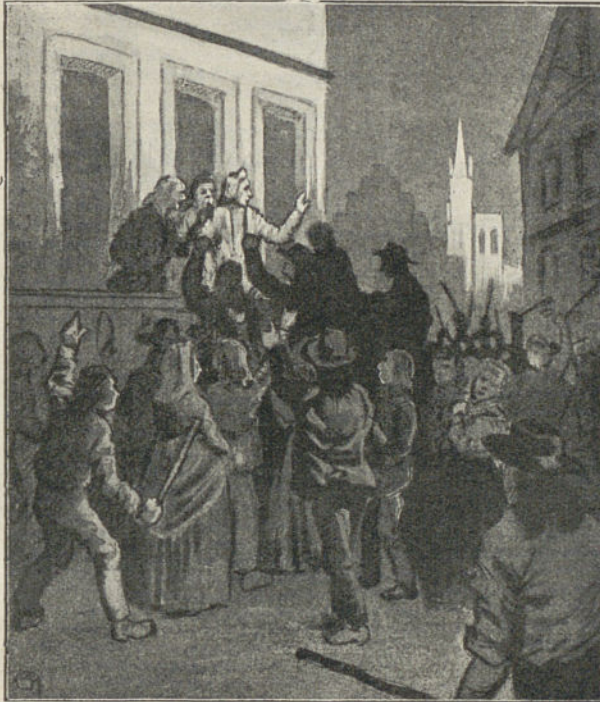


GRÊLON APPARTENANT A LA CHUTE PRÉCÉDENTE (GRANDEUR NATURELLE).

GRÊLON EN FORME DE FLEUR ET MONTRANT DES CRISTAUX SOUDÉS

consistent en calcaire de Château-Landon qui a dû être enlevé par une trombe dans les hautes régions de l'atmosphère et accomplir un trajet aérien de 150 kilomètres au moins de longueur. »

On comprend bien mieux par ce dernier exemple que, durant leurs longs voyages aériens, les grêlons aient le temps d'acquérir des grosseurs respectables.



UNE ÉMEUTE A SAINT-OMER, AU SUJET DE LA POSE
D'UN PARATONNERRE.



UN NUAGE A GRÊLE.

(Dessin d'après un cliché de M. Loisel.)

CHAPITRE IX

La défense contre la Grêle.

La première idée de l'homme contre les grands fléaux atmosphériques a dû être instinctivement de diriger ses armes contre le ciel.

N'est-ce pas Hérodote qui nous rapporte que les Thraces pendant les orages lançaient des flèches contre les nuées pour les menacer et faire cesser le bouleversement atmosphérique.

Les Gaulois, et beaucoup d'autres peuples, pratiquaient les mêmes coutumes.

Plutarque dit quelque part que les batailles provoquent la pluie sans doute à cause des clameurs des combattants.

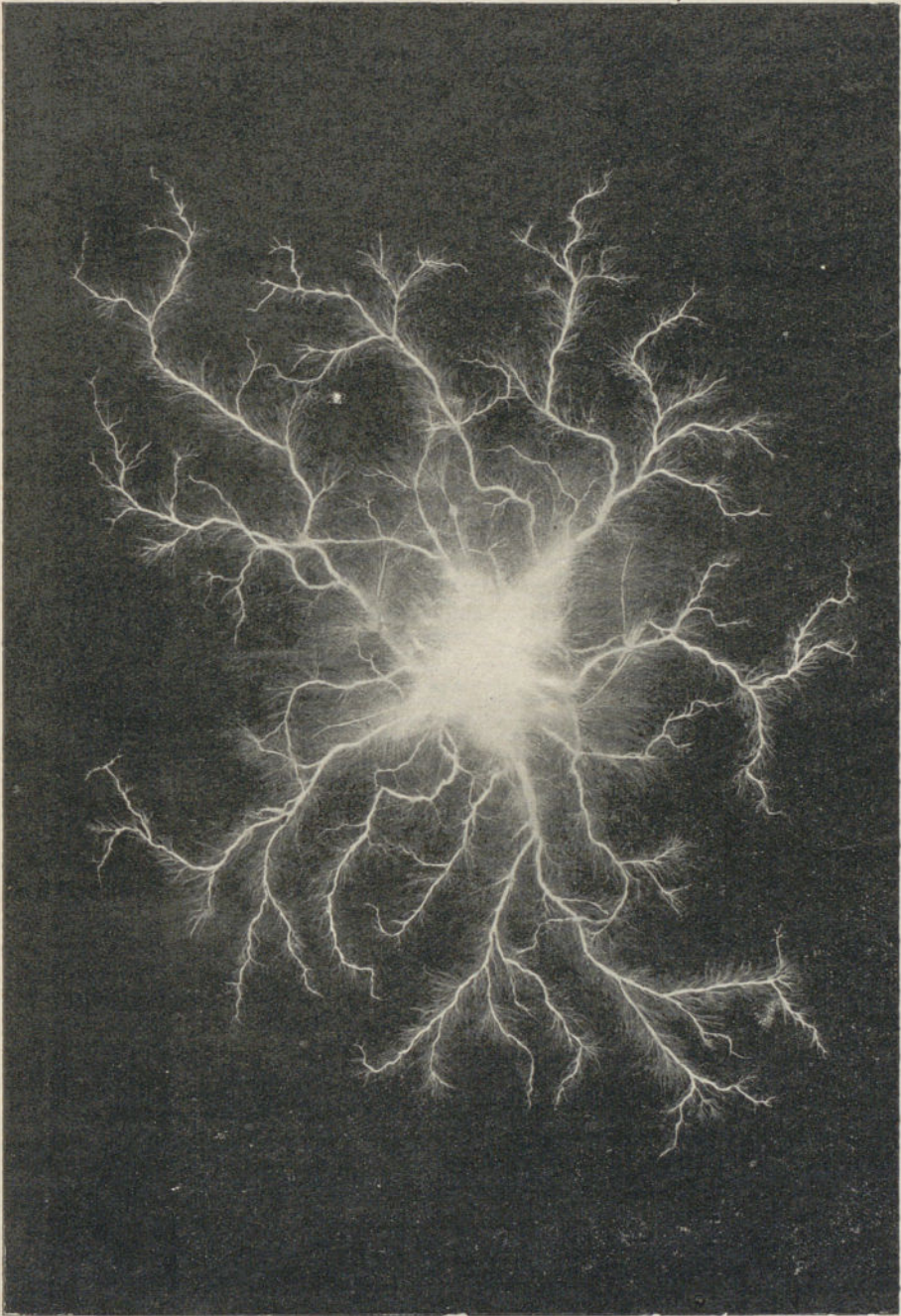
Au VII^e siècle, les paysans de l'Europe occidentale plantaient de grandes perches dans les champs pour en écarter la grêle et les orages. Des observations précises avaient peut-être été l'origine de cette coutume, mais la superstition ne tarda pas à s'y mêler; bientôt un capitulaire de Charlemagne défendit cette pratique sous prétexte que l'on surmon-

taut les perches de certains morceaux de parchemin portant des caractères magiques et ayant l'efficacité désirée.

Plus tard, on prend l'habitude de sonner les cloches, mais les avis sont partagés sur le bien qu'on en peut retirer. C'est ainsi que l'on trouve la note suivante dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1703 :

« Le 15 mai 1703, il tomba aux environs d'Illiers, dans le Perche, une grêle aussi forte qu'abondante : la moindre était grosse comme les deux pouces ; la plus grosse était comme le poing et pesait 5 quarterons ; la moyenne était de la grosseur des œufs et en grande quantité. Il en tomba en plusieurs endroits de la hauteur d'un pied ; il y eut trente paroisses dont les blés furent coupés comme si on y eût passé la faucille.

« Les habitants d'Illiers, prévoyant ce ravage, eurent recours à leurs cloches, qu'ils sonnèrent avec tant de vigueur, que la nuée se fendit au-dessus de leur



1 IMAGE D'UNE ÉTINCELLE POSITIVE OBTENUE, PAR MM. DUCRETET ET ROGER, SUR UNE PLAQUE PHOTOGRAPHIQUE.

territoire en deux parties, qui s'écartèrent chacune de leur côté, en sorte que cette seule paroisse au milieu de trente autres qui n'avaient pas de si bonnes cloches ne fut presque pas endommagée. »

A ce fait, on objecta que parfois la foudre tombe sur les clochers, même si l'on sonne les cloches ; c'est ainsi qu'à Passy, dans la nuit du 9 au 10 août 1703, la foudre tomba sur l'église pendant qu'on carillonnait ; elle causa de notables dégâts au maître-autel et à son retable. Toutefois, on sonnait également à Chaillot et à Auteuil et les églises ne furent pas foudroyées.

Tout ce qu'on peut conclure de ces faits contradictoires et de tous ceux qu'on pourrait apporter en un sens ou dans l'autre, c'est que la sonnerie des cloches est probablement sans influence sur le phénomène, mais qu'il vaut mieux s'abstenir, parce que si la foudre tombe sur l'église, les sonneurs courent le risque d'être tués.

Et l'on aurait tort de conclure avec le préfet de Marillac de la Dordogne, en date du 1^{er} juillet 1844, que « l'opinion suivant laquelle le son des cloches aurait la vertu d'arrêter la foudre ou d'en paralyser les effets n'est fondée que sur la superstition et que le moyen doit *infailliblement* amener la chute du météore ».

Ce à quoi Arago répondait : « On voit par ce passage que la fausse science n'est pas moins dangereuse que l'ignorance complète et qu'elle conduit *infailliblement* à des conséquences que rien ne justifie. »

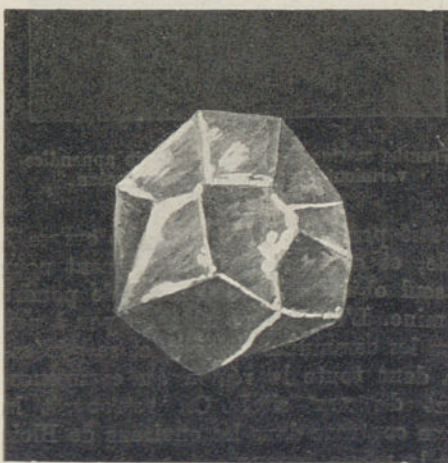
Dès le XVIII^e siècle, on admet que l'on peut dissiper les orages à coups de canon : ainsi, on lit dans les *Mémoires de Forbin*, que, pendant son séjour sur les côtes voisines de Carthagène des Indes, « il se formait journellement, sur les 4 heures du soir, des orages mêlés d'éclairs et qui, suivis de tonnerres épouvantables, faisaient toujours quelques ravages dans la ville où ils venaient se décharger. Le comte d'Estrées, à qui ces côtes n'étaient pas inconnues et qui, dans ses différents voyages d'Amérique,



Grêlon de 22 centimètres de diamètre ramassé à Utrecht (Hollande), le 9 septembre 1846. Noyau central entouré de couches imbriquées et d'une enveloppe opaque.

avait été exposé plus d'une fois à ces sortes d'ouragans, avait trouvé le secret de les dissiper en tirant des coups de canon. »

Au XVII^e siècle, dans certains pays de la Bavière particulièrement exposés au fléau dévastateur, on s'armait de fusils, de mortiers, de petits canons, et les paysans les bourraient avec tant de conscience et de conviction que souvent les armes éclataient entre leurs mains. Le



Grêlon à forme cristalline, de 9 centimètres de diamètre, tombé le 2 juillet 1897, à Brück (Autriche.)

résultat le plus net était sinon d'écarter le fléau, tout au moins de tuer bon nombre de ces artilleurs improvisés.

Ces accidents se répétant trop souvent, l'empereur Joseph II dut interdire cette coutume,

Vers 1769, le marquis de Chevrier, ancien officier de marine, retiré dans sa terre de Vauxrenard, en Mâconnais, com-



Trombe marine caractérisée par un appendice vermiculaire plongeant dans l'océan.

battait par le même moyen les orages à grêle, et consommait annuellement pour ce seul objet 200 à 300 livres de poudre de mine. L'usage s'en répandit peu à peu dans les communes voisines et se généralisa dans toute la région au commencement du XIX^e siècle. On retrouvait la même coutume dans les environs de Blois vers la même époque.

Dans le Mâconnais, l'organisation des tirs était des plus simples. Chaque com-

mune avait son artilleur : c'était un habitant, généralement un ouvrier sédentaire, qui était chargé de l'entretien du mortier ou du canon, de l'achat de la poudre et du tir. Quand un orage menaçait, il exécutait les tirs comme il l'entendait, en suivant des méthodes traditionnelles ; aucune autre personne ne s'en occupait. La rémunération de l'artilleur était en nature : au moment des vendanges, il faisait le tour des vignes, et chaque vigneron lui donnait sa rétribution en raisin ou en vin. Les tirs n'ont cessé qu'après la disparition de la vigne, détruite par le phylloxéra. Les vendanges n'ayant plus lieu, l'artilleur ne toucha plus sa dîme et dans ces conditions il se mit en grève, naturellement.

L'idée, toutefois, ne fut pas perdue ; elle a été reprise en Autriche dans le courant de 1896 par un viticulteur, M. Stieger, qui, au début, avait essayé de protéger ses vignes en les couvrant entièrement de treillis métalliques. Il employa d'abord des boîtes, des sortes de mortiers surmontés de cheminées évasées empruntées à de vieilles locomotives et ressemblant à d'énormes tromblons. Le tir se faisait verticalement, la charge de poudre variant de 80 à 200 grammes.

Le premier jour de la tentative on crut à un plein succès, puisqu'il ne tomba pas de grêle, mais seulement de la pluie. Il en fut ainsi, paraît-il, pendant les années 1896 et 1897.

L'exemple de M. Stieger fut bientôt suivi ; les stations de tir se multiplièrent rapidement, en Italie d'abord, puis en France. On tint un premier Congrès à Casale-Monteferrato en 1899, puis un autre à Padoue en 1900 ; à Lyon en 1901, à Vienne en 1902, etc.

Entre temps, les canons se perfectionnaient et, de part et d'autre, les discussions allaient bon train.

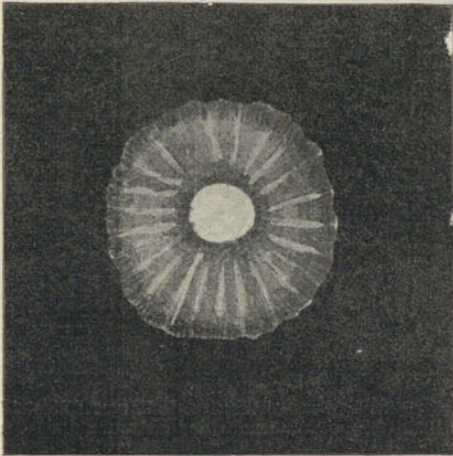
Ne vit-on pas à Padoue, les mille congressistes, après discussion sur l'efficacité du canon proposer, très sérieusement, de soumettre la question au vote ? Et le suffrage universel rendit un oracle en faveur de la nouvelle méthode !

A Vienne, on fit un peu mieux : Des études systématiques furent entreprises ; on expérimenta des canons de divers calibres, des poudres différentes, etc. ; et surtout on contrôla exactement la vitesse du projectile : très grande au début, cette vitesse diminue bien vite, la couronne produite s'amollit et déjà, à une distance de 100 mètres du canon, elle obéit aux premières influences qu'elle rencontre, flottant en définitive, sans force dans l'atmosphère. Dans ces conditions, com-

les entonnoirs des canons eussent été remplis de grêlons.

Les expériences nouvelles mises en avant au Congrès de Lyon, sont loin d'être concluantes ; d'ailleurs elles ne sont pas systématiques ; on ne dresse pas des cartes exactes des orages à grêle et l'on ne peut pas dire par exemple : Dans telle localité où l'on a tiré le canon, il n'est pas tombé de grêle, alors que tout autour la chute était considérable.

Rappelons les opinions émises à la



FORME ANNULAIRE REMARQUÉE DANS QUELQUES GRÊLONS.



GRÊLON AFFECTANT LA FORME D'UNE FLEUR IRRÉGULIÈRE.

ment admettre l'influence de ces couronnes qui n'atteignent pas 300 mètres sur des nuages qui sont beaucoup plus haut ?

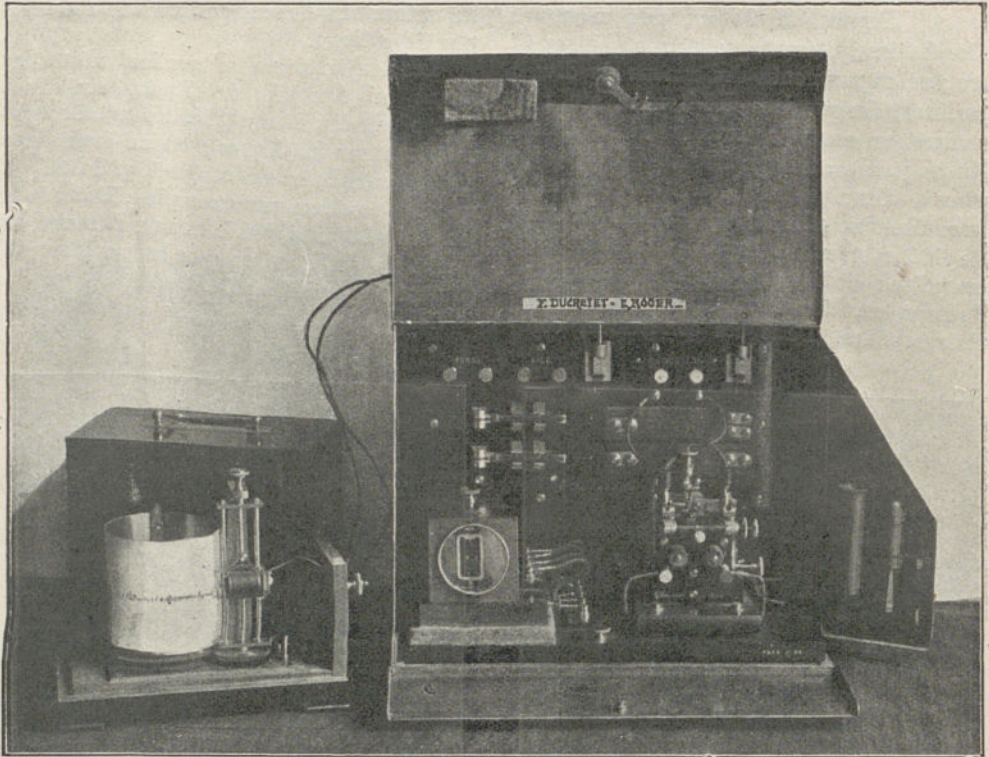
Il y eut d'ailleurs des expériences malheureuses : n'avait-on pas trouvé, en effet, après un orage, un des canons rempli de grêlons ! On comprend qu'après ces constatations, il y eut parfois dans les Congrès un certain refroidissement en faveur du tir au canon.

On cite comme l'un des plus frappants exemples d'échec le cas du 28 juin 1900, à Cardenon, où une récolte d'environ 1 500 hectolitres de vin fut perdue dans les vignobles de MM. Galvani. Les stations de tir avaient pourtant persisté à tirer contre les nuages, jusqu'à ce que

conférence de Gratz en 1904 ; c'est une statistique assez curieuse qu'a signalée à l'époque M. J. Baillaud :

Sur 50 experts, 8 admettent que la méthode est efficace ; 9 estiment l'efficacité douteuse, mais probable ; 13 se contentent de la trouver douteuse, tandis que 15 pensent qu'elle est douteuse et improbable ; enfin, 5 de ces savants la déclarent sans objet.

A la suite de la conférence de Gratz, le ministre de l'Agriculture d'Italie nomma une commission présidée par le sénateur Blaserna. Elle était chargée de procéder à de nouveaux essais pour confirmer ou imputer les résultats entièrement négatifs précédemment obtenus dans ce pays. En 1907, Blaserna publia



Au moyen d'un récepteur de télégraphie sans fil, il devient facile d'enregistrer les décharges d'électricité atmosphérique. Pour cela il suffit d'adjoindre à l'appareil un tambour tournant enregistreur; une plume mue par un électro-aimant marque les orages mêmes lointains. (Système Ducretet et Roger.)

les résultats constatés de 1902 à 1906.

Le terrain choisi pour les opérations, situé à Castelfranco Veneto et d'une superficie de 6 000 hectares, avait été souvent ravagé par la grêle.

Dans une première série d'expériences on a recherché l'efficacité des canons. A cet effet, 200 pièces fournies par la maison Greinitz Neppen, de Gratz, furent disposées sur le territoire en question. Ces engins avaient une longueur de 4 mètres et recevaient une charge de 180 grammes de poudre de mine. Plus tard, on y ajouta 22 canons à acétylène, fournis par la maison Maggiore de Padoue. Un de ceux-ci, véritable géant, avait une âme de 14 mètres. Résultats : Les nombreux tirs, effectués dans toutes les règles de l'art, n'ont eu aucun effet utile.

On pouvait s'y attendre, car la por-

tée maximum des canons contre la grêle ne dépasse pas 350 mètres; or, aucune observation précise n'a jamais donné pour la base des cumulo-nimbus une hauteur inférieure à 1 000 mètres et le lieu de production de la grêle est certainement beaucoup plus élevé, puisque celle-ci ne peut prendre naissance que là où la température est notablement au-dessous de 0 degré, c'est-à-dire à plus de 3 000 mètres en été.

On peut d'ailleurs partager les effets obtenus pendant les tirs en quatre catégories :

1° Un orage est annoncé, on tire le canon, il ne grêle pas dans la région ;

2° Il ne grêle pas sur les champs de tir, la grêle tombe dans les environs ;

3° Il grêle autant sur les champs de tir que sur les environs, mais le tir a été mal conduit, tardif ou insuffisant ;

4° Il grêle autant sur les champs de tir que sur les environs, malgré un tir rapide et régulier.



CIRRUS, CIRRO-CUMULUS, CIRRO-STRATUS ET CUMULO-NIMBUS.

(Cliché Quéniisset.)

Evidemment le premier cas ne prouve absolument rien ; d'autant que les orages, de par leur nature, sont difficiles à prévoir pour une région donnée ; les chutes de grêle le sont encore davantage.

Restent les trois derniers cas : les expériences jusqu'ici sont ou négatives ou **t o t a l e m e n t** insuffisantes.

C'est pourquoi on a essayé de substituer aux canons des fusées paragrêles, engins qui doivent porter leur déflagration au sein même du nuage orageux, ou grêlifuge.

D'après M. Vidal, qui croit à l'efficacité de ce moyen, le tir des fusées peut s'opposer, dit-il, à la production de la grêle ; il occasionne dans le sein des nuages orageux des déchirures considérables de forme annulaire (?), cette éventration du nuage a pour centre le point d'éclatement des fusées qui montent à 450 mètres : après leur explosion dans le nuage, celui-

ci se déchire et le bleu du ciel apparaît.

Tout ceci c'est de la théorie pure et nous ne voyons pas comment une fusée éclatant à 450 ou même 500 mètres peut modifier l'état atmosphérique des régions situées 2 ou 3 kilomètres plus haut !

On a donné, dit-on, des expériences précises :

En 1902, M. Salomon, à Thomery (Seine-et-Marne), se servit de fusées un jour de violent orage et parvint à préserver ses cultures de vignes, alors que les champs de tous les alentours étaient ravagés. M. Oberlin, à Colmar, prétend de même préserver, à l'aide de fusées, les vignes du champ de l'Institut de Colmar, alors que les vignes voisines sont très éprouvées.

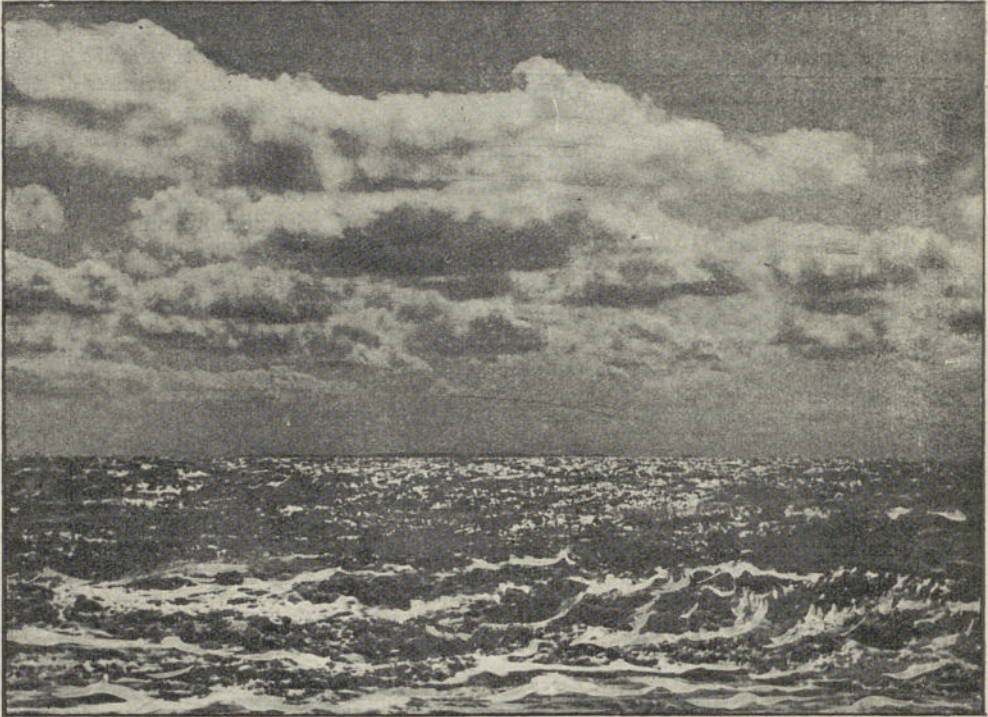
Ce qui tendrait à démontrer la non efficacité de pareils moyens, c'est qu'on a cherché depuis à perfectionner ces engins grêlifuges.

On a, en effet, employé des fusées-porte-pétards qui ont rencontré de chauds partisans en France. Tous les modèles y ont passé, depuis les vulgaires



CIRRO-CUMULUS, CUMULUS ET CUMULO-NIMBUS.

(Cliché Quéniisset.)



PHOTOGRAPHIE DE NUAGES (CUMULUS).

(Cliché Quénnisset.)

fusées du feu d'artifice éclatant à 200 ou 300 mètres, jusqu'à une forme spéciale fabriquée par l'artificier Aulagne, de Monteux, et explosant entre 900 mètres et 1 200 mètres, donc la plupart du temps à la base inférieure des nuages à grêle. Dans le courant de 1906, on lança 250 de ces fusées spéciales sans pouvoir une seule fois éloigner le fléau.

Comme la force explosive des fusées est en somme assez minime, on a eu recours à un moyen plus violent : l'emploi de bombes. Ces bombes entourées d'une enveloppe en carton et contenant 8 kilogrammes de poudre étaient lancées au moyen d'un canon lisse prêté par l'armée et éclataient à 1 000 mètres de hauteur en moyenne.

Dans un cas typique 60 de ces bombes « furent échangées sans résultat » et ce furent les nuages qui bombardèrent littéralement les artificiers.

Cependant le dernier mot n'était pas dit.

En 1906, M. Adhémar de La Hault, à Bruxelles, se propose d'employer à la fois des fusées et des ballons. Il remplace les canons paragrêles par des fusées imperméables, chargées de 450 grammes de poudre renforcée par une composition chimique. Les ballons employés sont des ballons-pilotes de 2 mètres de diamètre, d'une force ascensionnelle de 1 kilogramme, enlevant une charge de 750 grammes d'explosif que l'on fait exploser à l'altitude voulue à l'aide d'un cordon de bickford.

La nouvelle invention fut donc essayée un peu partout et nous ne saurions mieux faire que de mettre sous les yeux des lecteurs un extrait des conclusions d'un long travail entrepris sur les engins grêlifuges, par M. Violle, sur la demande du ministère de l'Agriculture :



(Cloté Vaissc.)

UN CIEL DE CUMULUS.

« D'après les nombreuses expériences effectuées particulièrement à l'aide d'engins enlevés par des ballons, l'action que peut exercer sur un nuage orageux une détonation isolée est faible. Les tirs en masse ne produisent que des effets capricieux, ce qui veut dire que trop souvent ces tirs sont insuffisants. Dans un orage violent à allure cyclonique, les efforts incohérents d'artilleurs bénévoles, surpris et malmenés par l'ouragan, sont fatalement voués à l'impuissance. Il semble, au contraire, possible de lutter avec succès contre un orage à marche lente attaqué méthodiquement en avant de la région à protéger, et de le combattre sur cette région même par un tir bien conduit. Un contrôle rapide et exact des orages, sur certains champs d'expériences ainsi organisés, fourniraient sans doute, avec de bonnes statistiques, les meilleurs arguments sur la question toujours pendante de l'efficacité des engins grêlifuges. »

On le voit, la question malgré l'optimisme évident du rapporteur est loin d'être résolue au point de vue pratique.

Il fallait donc chercher autre chose si l'on voulait se préserver du terrible fléau. Arago rapporte que vers 1840, dans la Romagne, les paysans plaçaient dans leurs vignes des tas de paille et de bois légers auxquels ils mettaient le feu à l'approche des orages. Il paraît que le procédé était efficace et que la grêle épargnait leur région et ravageait les autres. Toutefois personne n'a encore songé à renouveler l'expérience.

Il semble qu'actuellement l'attention se porte plus particulièrement sur les paragrêles, dont les longues perches prohi-

bées par Charlemagne au VIII^e siècle seraient les antiques prédécesseurs.

Evidemment, le procédé des paysans de l'ancienne France était très primitif et il faut arriver à l'année 1776 pour trouver le premier paragrêle basé sur une théorie à teinte tant soit peu scientifique. Cette année-là, Guéneau de Montbéliard proposa de couvrir les champs d'un grand nombre de paratonnerres destinés à soutirer l'électricité des nuages et à enrayer ainsi la formation de la grêle. Ce projet reçut l'approbation du chimiste Guyton de Morveau. Plus tard, Seifernheld émit l'idée de remplacer ces paratonnerres par de simples piquets de fer.

En 1800, la Société des Naturalistes de Berlin mit au concours la question du paragrêle. Dans l'une des réponses, deux professeurs de Leipzig, E.-F. Wrede et Sam Weiss s'accordent à dire qu'il ne faut pas chercher l'origine de la grêle dans l'électricité et que de plus, il est impossible de dépouiller l'air de ce fluide.

Un pharmacien, à Amiens, La Postolle, imagine, en 1820, un nouveau paragrêle, composé d'un piquet de bois à extrémité supérieure pointue et reliée au sol par une corde de paille.

Thollard, professeur de physique à Tarbes pense améliorer le système en munissant le piquet d'une pointe en laiton et en introduisant une corde de chanvre dans le conducteur de paille. Mais les physiciens Charles et Gay-Lussac, commissaires de l'Académie, rejettent ces deux projets. Toutefois, Gay-Lussac avait écrit en 1813, « qu'il était permis de croire que si les paratonnerres étaient très multipliés sur la surface entière de la France, ils prévendraient la formation de la grêle qui,



En haut, grêlon recouvert d'une couche de cristaux. — En bas, grêlon en forme de dent.

d'après les théories de Volta, paraît être un véritable phénomène électrique ».

Plus tard, dans le *Journal des Savants* Biot combat l'idée de La Postolle et la juge indigne de l'attention de l'Académie.

Cependant, en 1822, Thollard rapporte que les communes de l'arrondissement de Tarbes qui, pendant sept années consécutives avaient eu souffrir de la grêle, furent protégées au moyen de ces piquets placés à 200 mètres de distance. Le nouvel instrument avait de même donné des résultats favorables en Lombardie près de Bologne, dans le canton de Vaud et dans les environs de Chambéry.

Mais son utilité ne fut pas reconnue par tout le monde, de vives discussions s'engagèrent en Italie où le paragrêle trouva un défenseur enthousiaste en Orioli, professeur de physique à Bologne. Ce fut bientôt un véritable engouement pour le paragrêle dont on comptait en 1825, plus d'un million d'exemplaires répartis sur la France, la Suisse, l'Italie, l'Autriche, la Bavière et les bords du Rhin.

L'Académie des Sciences lui restait toujours hostile néanmoins et le 7 février 1825, à l'assemblée générale de la Société Agricole de Vienne, le botaniste viennois J. von Jacquin montra, par des statistiques et divers arguments scientifiques, que l'influence du paragrêle n'était qu'imaginaire.

La même année, le 10 août, un orage à grêle détruisit complètement les vignobles des environs de Peterwardein, amplement pourvus de paragrêles. Complètement désillusionnée, la population accusa alors ces derniers d'avoir au contraire, attiré la grêle.

L'année suivante, dans la nuit du 22 au 23 février, les paragrêles ne purent empêcher la destruction des vignobles du canton de Vaud, en Suisse.

Dès lors, la réputation du paragrêle fut ruinée complètement et ce n'est qu'au *xx^e* siècle, que nous le voyons ressusciter, mais sous une forme nouvelle et très perfectionnée.

Vers 1899, sur les conseils du général

de Négrier, M. de Beauchamps imagina un nouveau système de paratonnerre-paragrêle auquel il donna le nom de Niagara électrique.

C'est en réalité un paratonnerre à grand débit, construit d'après les idées modernes sur la foudre. On sait aujourd'hui qu'elle se manifeste par des décharges oscillantes, et ce fait a conduit à substituer aux grosses barres de fer employées comme conducteurs des tubes ou des lames métalliques, les courants alternatifs se portant surtout à la surface ; l'on évite les angles ou les courbes de faible rayon afin de se garer des effets de la self-induction. M. de Beauchamps emploie de larges lames de cuivre électrolytique terminées en haut par des systèmes spéciaux de pointes et aboutissant en bas aux eaux souterraines.

M. de Beauchamps a dressé à travers le département de la Vienne, un véritable barrage électrique d'une quarantaine de kilomètres, allant de Poitiers jusqu'à Saint-Savin. Avec des intervalles moyens de 10 kilomètres, on a installé cinq paratonnerres en bandes de cuivre pur, terminés en haut par des pointes multiples argentées et dorées ; ils s'élèvent tous à une quarantaine de mètres au-dessus de la plaine. Remarquons en passant, qu'on vient d'en établir un modèle gigantesque à la tour Eiffel.

Quels sont donc les résultats de ce barrage complet depuis trois étés seulement ? En 1909 et 1910, la grêle ne fit aucun dégât dans les communes protégées. Mais, en 1911, il n'en fut plus de même : trois orages, dont l'un très violent ont atteint Saint-Julien-l'Ars, la grêle est tombée en abondance et a causé des ravages. Ajoutons toutefois, que le cas pourrait être exceptionnel s'il est vrai que depuis dix années qu'un *niagara* est établi dans cette localité, c'est-à-dire depuis 1899, les ravages qui, auparavant éprouvaient le parc du château et les propriétés avoisinantes, ont complètement cessé.

Cependant, à Poitiers même, à peine venait-on d'installer, en juillet 1911, le

paratonnerre à 2 bandes de cuivre sur l'hôtel de ville, que le 25 juillet, au cours d'un violent orage, la foudre tombait à moins de 100 mètres sur la herse de l'hôtel des postes et mettait le feu à l'immeuble.

D'autre part, depuis des années, il existe à Lyon, des paratonnerres de cuivre assimilables à ceux de M. de Beauchamps, ce qui n'a pas empêché la grêle de faire rage sur la ville, le 10 octobre 1911.

Autre exemple : Sur le dôme de l'hôtel de ville de Bruxelles est installé, depuis 1889, un paratonnerre en cuivre pur ; il a toujours donné les meilleurs résultats comme parafoudre, mais des résultats nuls comme paragrêle, ainsi que le prouvent les relevés suivants concernant la fréquence de la grêle : avant l'installation dans la période de 1882-1889, on comptait 11,7 cas de grêle par an ; après l'installation, dans la période 1889-1908, on relève 11,2 cas de grêle par année ; les chiffres sont donc comparables. Si on se contente d'examiner une période de 7 années avant et après l'installation, on trouve respectivement 11,7 et 12,8, de sorte que, à première vue, on pourrait conclure que le nouveau paratonnerre a attiré la grêle.

C'est M. Turpain, professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers et chargé par la Société d'Agriculture, de suivre les expériences, qui donne ces intéressants détails. Il termine toutefois, en disant qu'on ne peut pas pour l'instant, donner des conclusions bien nettes sur l'efficacité des nouveaux paragrêles. En tout cas, comme ces appareils sont de véritables paratonnerres, il faut leur appliquer les règles de construction de ces appareils : la foudre étant constituée non par un flux continu d'électricité, mais surtout par une décharge brusque ou par des courants de fréquence très élevée, il faut employer des conducteurs de large surface, puisque les courants de très haute fréquence ne se propagent que par la « peau du conducteur » comme disent les Anglais sans pénétrer à l'intérieur de la section, et il faut éviter surtout les coudes et les inflexions brusques, rendre enfin le conducteur le plus rectiligne possible.

Je souhaite en terminant, aux Niagaras électriques, un plein succès, mais au fond, je n'y crois pas.

Et ceux qui réfléchiront aux puissances énormes mises en jeu par la nature, dans les grands phénomènes atmosphériques, seront sûrement de mon avis.





PARATONNERRE PORTATIF INVENTÉ PAR
BARBEU-DUBOURG.

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
I. — L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE	5
II. — LE PARATONNERRE	13
III. — LES FEUX SAINT-ELME.	31
IV. — QU'EST-CE QU'UN ORAGE	42
V. — LA FOUDRE	51
VI. — LA FOUDRE EN BOULE	70
VII. — LES IMAGES FULGURALES	82
VIII. — LA GRÊLE	94
IX. — LA DÉFENSE CONTRE LA GRÊLE.	112



GRÊLON HÉMISPHERIQUE AVEC APPENDICE
POINTU



Société Anon. des
Imp. WELHOFF et
ROCHE, 16-18, rue
N.-D.-d.-Victoires,
Paris. Tél. 316-33
ANCEAU, Directeur.