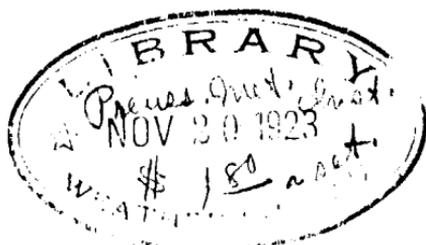


DE L'ÉLECTRICITÉ

D E S

MÉTÉORES.

T O M E S E C O N D .



23999

DE L'ÉLECTRICITÉ

DES

MÉTÉORES.

OUVRAGE dans lequel on traite de l'Electricité Naturelle en général, & des Météores en particulier; contenant l'exposition & l'explication des principaux phénomènes qui ont rapport à la Météorologie Electrique, d'après l'observation & l'expérience; avec figures.

Par M. l'Abbé BERTHOLOZ, Professeur de physique expérimentale des Etats-Généraux de Languedoc, des Académies Royales des Sciences de Montpellier, de Lyon, Bordeaux, Dijon, Beziers, Marseille, Nîmes, Rouen, Toulouse, Valence, Madrid, Rome, Hesse-Hombourg; Lausanne, Florence, Milan, &c. &c.

TOME SECOND.



O. B.
B 542
v. 2

A LYON,

43775

Handwritten notes:
Bibliothèque
QC
859
B47
1787
P2

Chez BERNUSET, rue Merciere.

M. DCC. LXXXVII.

Avec approbation & privilege du Roi.

National Oceanic and Atmospheric Administration

Rare Books from 1600-1800

ERRATA NOTICE

One or more conditions of the original document may affect the quality of the image, such as:

Discolored pages
Faded or light ink
Binding intrudes into the text

This has been a co-operative project between the NOAA Central Library, the Climate Database Modernization Program, National Climate Data Center (NCDC) and the NOAA 200th Celebration. To view the original document, please contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or at Library.Reference@noaa.gov

HOV Services
Imaging Contractor
12200 Kiln Court
Beltsville, MD 20704-1387
April 8, 2009

Q. C.
859
B47
1787
V. 2



DE

L'ÉLECTRICITÉ DES MÉTÉORES.



TROISIÈME SECTION.

*De quelques Météores Ignés qui paroissent dans
l'air à différentes hauteurs, ou à la surface
de la terre.*

Nous traiterons dans cette section des feux connus sous les noms de feu saint-elme, de castor & pollux, de ceux qu'on apperçoit quelquefois sur le sommet des clochers & des girouettes, des feux follets, des feux volans appellés vulgairement étoiles tombantes, & des globes de feux qui roulent dans les airs.

Tome II.

A



CHAPITRE PREMIER.

Des feux Saint-Elme , Castor & Pollux , & des feux qu'on apperçoit quelquefois sur le sommet des clochers & des girouettes.

DANS la plupart des ouvrages des anciens & dans presque tous les voyages de nos navigateurs , il est fait mention de ces feux que l'antiquité a désignés sous les noms d'hélele , de castor & de pollux , & qu'on apperçoit au haut du mât des vaisseaux dans certaines circonstances. On les a regardés tantôt comme les présages d'une tempête & tantôt comme d'un bon augure. On croit ordinairement qu'il n'y a qu'un ou deux de ces feux , qui paroissent sur les vaisseaux ; mais c'est une erreur , car M. le comte de Forbin en apperçut plus de trente sur son vaisseau durant un orage affreux : celui qu'on voyoit sur la girouette du grand mât , avoit un pied & demi de hauteur. M. de Forbin ayant ordonné à un matelot de se saisir de ce feu , on entendit un bruit semblable à celui de la poudre à canon , qu'on allume après l'avoir mouillée ; & lorsqu'on eut en-

levé la girouette , la lumière l'abandonna pour aller se placer sur l'extrémité du mât.

Le capitaine Wadel , dans la relation des effets de la foudre sur son vaisseau , parle de plusieurs feux saint - elme d'une grosseur extraordinaire , & qu'on remarqua sur les pointes du haut des perroquets , comme de grosses torches de feu , avant le coup de tonnerre. Le 9 Mai 1752 , au delà du cap de bonne Espérance , on éprouva une tempête accompagnée d'un tonnerre épouvantable. Au fort de la tempête on vit une lumière , comme celle d'une chandelle , sur le grand mât , pendant deux nuits successivement. Les Portugais appellent ce feu *corpo-santo* (1).

Les anciens avoient connu les feux dont nous parlons. Pline leur donne le nom d'étoiles : « ces étoiles , dit-il , paroissent tant sur terre que sur mer. J'ai vu une lumière sous cette forme , sur les piques des soldats qui étoient en faction la nuit sur les remparts. On en a vu aussi sur les vergues & autres parties des vaisseaux , qui rendoient un son intelligible & changeoient souvent de place. Deux de ces lumières pré-

(1) Collection Académique , tome VI , pag. 280.

4 DE L'ÉLECTRICITÉ

disoient un bon tems & un heureux voyage ; & en chassoient une autre qui paroissoit seule & qui avoit un aspect menaçant : les marins appellent celle-ci hélène ; mais ils nomment les deux autres castor & pollux , & les invoquent comme des dieux. Ces lumieres se posent quelquefois sur la tête des hommes & font d'un bon & favorable présage. Mais ces choses sont au nombre des mysteres respectables de la nature » (1).

On apperçoit quelquefois en divers endroits & pendant les orages , des feux plus ou moins grands , aux extrémités des croix placées sur les clochers ; au bout des girouettes des édifices qui ont une certaine élévation , &c. M. Dalibard cite des observations d'une personne qui avoit remarqué plusieurs fois , dans des orages de nuit , des feux de cette espece , à la pointe de la verge de fer d'une girouette , qui se trouvoit devant la fenêtre de son appartement. M. Lomonosow a observé , pendant des tems d'orage & de tempête , des aigrettes lumineuses & bruyantes qu'on excitoit à l'extrémité d'une barre de fer qui répondoit à une fenêtre : ces aigrettes avoient trois pieds de longueur & un pied de largeur (2).

(1) Plin. Histoire Naturelle , liv. II.

(2) Transactions Philosophiques , tome XLVIII , partie II ,

DES MÉTÉORES. §

M. Sauvan , le 22 Juillet 1783 , aperçut la boule du clocher des grands augustins d'Avignon , avec une couronne de lumière qui dura trois quarts d'heure & finit à onze heures du soir. Dans un orage très-violent , arrivé le 5 Juin 1783 , à Chamberi , après une chaleur accablante , & qui fut accompagné d'une pluie abondante , de tonnerres & d'éclairs , le ciel étant obscur tant par les nuages épais qui le couvroient , que par l'approche de la nuit ; plusieurs nuages étant extrêmement électriques , M. Daquin en découvrit un qui , chargé d'une grande quantité de matière électrique , étoit posé directement & fort près de la pointe du clocher. Certainement si le nuage eût été plus proche , ou si le fluide électrique eût été plus abondant dans l'atmosphère , ou si on eût imprudemment sonné les cloches , on auroit infailliblement déterminé la chute de la foudre sur cet édifice , dont un conducteur l'auroit sûrement garanti , si le cas fût arrivé (1).

M. Lichtenberg a observé plusieurs fois le phénomène dont nous parlons. La première fois qu'il le remarqua , ce fut au clo-

page. 272. *Et in Annis Sacris*, année 1753, page 25.

(1) Essai de Météorologie sur la véritable influence des Astres ; page 274.

6 DE L'ÉLECTRICITÉ

cher de S. Jacques, à Gottingue, au mois d'Août 1768. On cite communément, dit-il, la tour de Naumbourg; présentement Gottingue a la sienne. Cette tour ne luit pourtant pas toujours, & ce n'est probablement que dans les orages de longue durée, lorsque les pierres & le toit sont bien humectés: d'ailleurs, lorsque l'électricité des nuages orageux est positive, on ne voit, au lieu d'un faisceau lumineux, qu'une petite étoile, & ces sortes d'étoiles ne se voient pas de loin. Dans le chapitre troisième de la première section, nous avons rapporté quelques observations anciennes d'où il résulte, que des pointes de fer, soit au haut des clochers, soit sur d'autres endroits, avoient été lumineuses dans des tems d'orage.

Ces phénomènes seroient bien plus souvent apperçus, s'il y avoit un plus grand nombre d'observateurs qui, aux approches des orages ou pendant leur durée, voulussent consacrer quelque tems à des observations de ce genre. Nous ne nous étendrons pas davantage sur cet objet, dont nous avons déjà parlé, soit au commencement de cet ouvrage, en traitant de l'électricité de l'atmosphère & des observations qui en constatent l'existence, soit dans l'article des paratonnerres avec pointes.

Si on est curieux de représenter le phénomène du feu saint-elme & celui des clochers , par le moyen de l'expérience ; il suffira de placer une pointe de métal isolée , à quelque distance au dessous d'un grand conducteur de machine électrique , mise en action , & on remarquera aussi-tôt une aigrette lumineuse , sur-tout si on est dans l'obscurité. Cet effet aura encore lieu , quoique la pointe ne soit pas isolée , mais alors il sera moins brillant.



CHAPITRE II.

Des feux Follets & des feux nommés Ignis-Lambens.

PARMI les météores ignés on compte encore ces lumières auxquelles le vulgaire a donné le nom de feux follets. Ils sont de deux sortes : les uns paroissent ordinairement sur la tête des hommes ou sur celle de quelques animaux , on les a appelés *ignis-lambens* ; les autres , sont ces feux qu'on remarque quelquefois dans les cimetières & dans les terrains marécageux.

La première espèce de feux qu'on apperçoit

8 DE L'ÉLECTRICITÉ

dans plusieurs circonstances, sur la tête des enfans, des femmes & même de quelques hommes; sur la criniere des chevaux, sur le dos des bœufs, des chats, des lapins, &c. cette espece a été connue par les anciens.

..... Oritur mirabile monstrum :
Ecce levis summo de vertice visus Iuli
Fundere lumen apex, trœctuque innoxia molli
Lambere flamma comas & circum tempora pasci,
Nos pavidi trepidare metu, crinemque flagrantem
Excudere & sanctos restinguere fontibus ignes.

Virgil, Æneid, lib. II, vers. 682.

On peut voir dans l'*Électricité du Corps Humain* (seconde édition), un grand nombre d'observations très-curieuses, qui ont rapport à l'objet présent; elles sont contenues depuis la page 117 jusqu'à la page 178 du tome premier. On y voit des exemples de plusieurs lumieres spontanées qui ont brillé sur le corps humain & sur les corps de divers animaux, tantôt excitées par un frottement préliminaire, tantôt sans aucun frottement. Ces phénomènes lumineux sont des effets de l'électricité spontanée animale, sur laquelle nous nous sommes beaucoup étendu dans l'ouvrage que nous venons de citer & auquel nous renvoyons absolument,

. Nous ne parlerons point ici des lumières phosphoriques, elles n'appartiennent point aux météores. Ces essaims de scarabées lumineux, de mouches luisantes; de fourmis ailées & d'autres insectes brillans qu'on aperçoit dans les Antilles, suivant le rapport du P. du Tertre; dans la province de Guatimala en Amérique, sur la côte de Coromandel, selon d'autres voyageurs & naturalistes; dans l'Italie, ainsi que l'ont observé Vallisnieri, Scheuchzer, Willugbi, Rai & une infinité d'autres après eux; dans l'Allemagne où Gleditsh & Muschenbroëck en ont vu; ces essaims d'insectes divers qui brillent tous comme nos vers luisans de France, paroissent, lorsqu'ils sont nombreux, former des nuées ou colonnes lumineuses; d'autres fois des feux errans, agités de mouvemens divers. Mais toutes ces apparences de lumière ne peuvent être regardées que comme des phosphores, ou, si l'on aime mieux, des effets de l'électricité animale.

La seconde espèce de feux dont nous parlons, paroît quelquefois pendant l'été & l'automne dans des terrains marécageux: elle jette souvent dans l'épouvante les gens de la campagne qui lui attribuent une origine peu philosophique, ainsi que son nom l'indique. Ce qui contribue encore à les confir-

mer dans leur préjugé , c'est que les feux dont nous parlons , semblent suivre les personnes qui les fuient & fuir celles qui les suivent ; & que souvent , lorsqu'on les prend pour guides dans sa route , on tombe dans des fossés. Ces effets résultent de la grande mobilité & de l'extrême légèreté de ces feux , que le plus petit courant d'air entraîne dans sa détermination , selon la direction de celui qui marche en poursuivant ces feux : on doit donc les chasser devant soi , lorsqu'on cherche à s'en éloigner ; il est donc nécessaire qu'ils paroissent s'approcher des personnes qui font des efforts pour les éviter. De plus , cette lumière est plus capable d'éblouir que d'éclairer dans les ténèbres.

La cause de ces feux , peut venir de l'air inflammable des marais , de l'électricité , ou de l'un & de l'autre réunis. Il est bien prouvé par l'expérience & l'observation , que , dans les marais & les terrains marécageux , il y a de l'air inflammable ; il suffit , pour en obtenir , de remuer avec une canne la vase de ces endroits , aussi-tôt on verra s'en échapper , à travers de l'eau qui en couvre plus ou moins la surface , une quantité assez considérable. Si dans cet instant on approche la lumière d'une bougie , on verra aussi-tôt l'air inflammable s'allumer & la flamme s'étendre

au loin. C'est de cette cause, que dépendent plusieurs phénomènes connus, qu'il étoit impossible de bien expliquer avant la découverte des gaz. Tels sont ceux qu'on a observés aux environs du lac majeur près de Come en Italie, dans la nouvelle Jersey en Amérique, dans le Dauphiné & en plusieurs autres endroits. Les feux follets, d'après ces principes, seroient donc du gaz inflammable produit par les matières animales & végétales, mises en putréfaction, dans les terrains marécageux ou dans les cimetières, & ce gaz seroit allumé ou spontanément, ou par d'autres causes.

On pourroit encore penser que l'électricité souterraine joue un grand rôle dans la production de ces feux follets. Si, comme on ne peut en douter, le fluide électrique est quelquefois surabondant dans le sein de la terre, il doit s'en échapper pour se remettre à l'équilibre, & briller sur divers points de la surface par où se fait l'éruption du fluide électrique, sous la forme d'aigrettes électriques. Ces feux électriques étant, par leur nature, très-peu denses, paroîtront très-mobiles & fort légers, & obéiront facilement à différentes déterminations. Cette explication ne paroît pas encore avoir été donnée jusqu'à présent.

Les aigrettes électriques qui s'échappent de la surface d'un conducteur électrisé, pleine d'aspérités, de celle d'une platine de métal, sur la superficie de laquelle on a formé différentes hachures, &c. peuvent donner une idée de ce phénomène. Quoique le fluide électrique seul puisse produire des espèces de feux dans les terrains qui ne sont pas marécageux ni pleins d'air inflammable ; cependant, comme ces phénomènes sont plus communs dans les cimetières, aux environs des marais & dans des lieux analogues, nous croyons qu'il est plus à propos de faire dépendre ces feux de l'air inflammable conjointement avec l'électricité. Le gaz inflammable s'échappant du sein de la terre, des matières animales & végétales en fermentation, & se mêlant à la surface de la terre avec l'air atmosphérique, peut être facilement allumé, soit par un certain degré de chaleur qui lui sera communiqué par différentes substances, soit par le fluide électrique accumulé dans quelques portions métalliques & pyriteuses, & étincellant dans son passage à d'autres substances, soit par le fluide électrique qui s'élance de la terre dans l'atmosphère, soit de celle-ci dans la terre.

Afin de rendre sensible cette explication,

j'ai soin , dans mes cours publics de physique expérimentale , de faire l'expérience suivante. Dans un grand bassin rempli d'eau savonneuse , j'injecte de l'air inflammable , par le moyen d'une vessie qui en est pleine & qui est terminée à son orifice par un robinet avec un long ajustage. Dès qu'on approche une bougie allumée de la surface de l'eau , on voit une légère flamme qui brille ; elle est si mobile , que le moindre soufflé qu'on excite d'un côté ou d'autre la détermine , avec la plus grande facilité , à obéir à ce petit vent. Si on remue la main , v. g. avec une certaine vitesse en avant ou en arrière , à droite ou à gauche , aussi-tôt la flamme paroît suivre la main ou la fuir.

Si on mêle de l'air atmosphérique avec l'air inflammable , il y a une détonation. Elle devient incomparablement plus forte quand le mélange est fait avec de l'air déphlogistiqué. Je n'oublierai jamais , qu'ayant fait une fois l'expérience de cette dernière manière & à grande dose , le bruit de l'explosion fut si fort , quoi qu'il y eût environ trois cents personnes dans la salle , que pendant un demi-quart d'heure tout le monde fut sourd , & que je fus obligé de suspendre l'explication pendant ce tems. Ainsi quelquefois l'air inflammable agit avec l'électri-

14 DE L'ÉLECTRICITÉ

cité dans la production de plusieurs météores ignés terrestres, soit qu'ils soient ou ne soient pas accompagnés d'explosion ; mais en général , excepté le cas des feux follets proprement dits des terrains marécageux , le gaz inflammable n'est que cause secondaire.



CHAPITRE III.

Des Feux volans ou Etoiles tombantes.

IL n'est personne , même parmi le peuple ; qui ne connoisse le phénomène qu'on désigne ordinairement par le nom d'étoiles tombantes & qui n'en ait été très-souvent témoin. Ces feux paroissent des étoiles brillantes qui semblent se détacher de la voûte azurée & laisser après elles un chemin de feu ; ce sont de petits globes de feu qui paroissent suivis d'une traînée lumineuse très-vive , qu'on diroit être un sillon de lumière , dont le diametre apparent semble égaler celui d'une étoile. Quelquefois cette lumière s'approche tellement de la terre qu'elle paroît y tomber.

Dans tous les tems de l'année on observe ces especes de feux, non seulement pendant le printems & l'automne, comme plusieurs auteurs l'ont avancé, mais encore dans toutes les saisons, même durant l'hiver. Je puis assurer en avoir vu très-souvent, chaque année, pendant les plus grands froids & dans les tems d'une forte gelée. Ils sont encore très-fréquens dans les jours où il y a des aurores boréales, ainsi que je l'ai observé un grand nombre de fois.

On auroit tort de s'imaginer que les étoiles tombantes n'ont lieu que pendant la nuit. Les causes qui les produisent, existent également durant le jour, mais leur éclat est trop foible pour être alors sensible. Lorsque le soleil est sur l'horizon, il verse avec tant de profusion des torrens de lumière, que tout éclat étranger est entièrement absorbé. Les étoiles elles-mêmes qui sont, dans la réalité, autant de soleils, ne disparoissent-elles pas, pour ainsi dire, devant l'éclat du jour. Cependant Gassendi & Bernier assurent avoir vu des étoiles tombantes pendant le jour; phénomène qui n'est pas plus étonnant que celui d'appercevoir Vénus & quelques autres planetes, & même des étoiles, lorsque le soleil est sur l'horizon & dans des circonstances propres à favoriser cet effet.

Dans le tems où le regne des exhalaifons inflammables étoit établi, on croyoit que la matiere des étoiles tombantes étoit une fubftance viſqueuſe & inflammable, & on prétendoit trouver dans l'endroit où ce feu étoit tombé, une matiere tenace, glaireuſe, d'un blanc tirant fur le jaune & parfemée de petites taches noires. Mais MM. Merette & Morton ont très-bien prouvé, que Fludd Bruſſée & ſes partifans avoient pris les excréments des corbeaux & de quelques autres oiſeaux pour la matiere de ce phénomène. L'erreur ne pouvoit pas être plus grande, & c'étoit affigner aux étoiles tombantes une origine bien peu digne de ce brillant phénomène.

Qu'on ſe rappelle les raiſons physiques & chymiques que nous avons données, pour montrer que le tonnerre ne dépendoit point des effervescences, réſultant du mélange de diverſes matieres; & on n'aura pas de peine à concevoir, que les mêmes raiſons détruiſent l'opinion qui rapporte à la même cauſe, la naiſſance de ces météores appelés étoiles errantes. L'électricité ſeule eſt le principe de ce phénomène. Si le fluide électrique ſe trouve accumulé dans quelques petites portions de l'atmoſphere, il y deviendra viſible, ſous la forme de petit globe, d'étincelle

d'étincelle ou d'étoile, parce qu'un fluide qui nage dans un fluide de diverse nature, affecte ordinairement la figure sphérique; & d'ailleurs le petit volume de ce feu & sa distance, empêchant de distinguer les divers angles & les différentes irrégularités qui pourroient l'affecter, lui prêteroient une rondeur qui n'existeroit pas, à peu près de la même manière que cela arrive à une tour quarée, qui de loin nous paroît ronde. Mais le fluide électrique n'est pas plutôt accumulé en un endroit, qu'il cherche à se mettre en équilibre; trouvant alors dans l'atmosphère des portions dispersées de vapeurs aqueuses, qui sont d'excellens conducteurs, il doit se porter successivement sur elles & briller dans tous les intervalles, comme cela arrive sur ces tableaux de verre où on a dessiné diverses figures avec des losanges métalliques, pour représenter des *illuminations électriques*. On peut voir sur ce sujet, notre Mémoire dans les Observations de Physique (Juillet 1776, pag. 488.) La vitesse des mouvemens du fluide électrique, ne permet pas d'appercevoir les interruptions multipliées de lumière, dans toute la longueur que le phénomène a parcouru, & la ligne entière paroît briller, de même que le cercle de feu, formé par un tison allumé, qu'on agite

circulairement & avec une grande rapidité. Cette explication particulière des étoiles tombantes ne nous paroît pas avoir été donnée jusqu'à présent par aucun physicien ; on s'étoit contenté de dire , que ce petit météore devoit son origine à l'électricité , sans développer en aucune manière ce qui a rapport à sa formation & aux apparences qu'il présente.



CHAPITRE IV.

Des Globes de Feu.

LES globes de feu , qui paroissent quelquefois dans l'atmosphère , ne sont pas aussi fréquens que plusieurs autres météores. Pour s'en former une idée , il est nécessaire de rapporter quelques observations. Parmi celles qu'on a faites en divers tems , nous choisirons les plus modernes. Le globe de feu qui fut vu , le 17 Juillet 1771 , par un grand nombre de savans , non seulement dans différentes provinces de la France , mais encore en Angleterre , parut avoir un pied de diamètre & un mouvement progressif du nord-ouest au sud-est. Sa lumière qui étoit du

plus grand éclat, ne dura que quelques secondes. Deux minutes après elle fut suivie d'un bruit entièrement semblable à celui du tonnerre. Il est bon de remarquer, que le ciel étoit très-ferain dans toutes les provinces qui environnent Paris.

Comme nous pensons qu'une observation plus détaillée peut être utile, nous rapporterons ici celle d'un savant astronome, M. de la Lande. Ce météore parut, selon lui, à dix heures trente - six minutes du soir. « C'étoit, dit-il, une lumière très-vive & très-éclatante qui parut se former au nord-ouest de Paris, comme si le ciel s'étoit entr'ouvert, sur un espace de quinze ou vingt degrés. Ce globe de feu, plus gros & plus brillant en apparence que la lune dans son plein, prit la forme d'une poire ou d'une larme batavique, qu'on estimoit avoir un pied de diametre, laissant derriere lui une queue quatre à cinq fois plus longue, fort large, en forme de lame crenelée, blanche dans le milieu, jaune sur les bords, & qui paroissoit jeter des étincelles & des couleurs variées. Son mouvement se fit du nord-ouest au sud-est, ou plus, approchant cependant de la direction nord & sud, passant fort près du zénith, & à peu près comme une fusée, mais d'une vitesse moins rapide ;

la lumière étoit bleuâtre, & la trace que ce globe de lumière laissoit après lui, parut s'abaisser en divers endroits de Paris, de manière qu'on a cru que ce feu étoit tombé... M. Bailly, qui étoit à Chaillot, vit ce globe s'épanouir du côté du sud-est; il répandit une grande lumière blanche avec grand nombre d'étincelles, semblables aux étoiles des feux d'artifice; cette grande lumière ne dura pas plus d'une seconde, mais tout Paris en fut éclairé d'une manière frappante.... Environ deux minutes après le grand éclat de lumière, nous entendîmes un bruit semblable à celui du tonnerre, ou de trois à quatre coups de canon, mais c'étoit un bruit sourd, qui dura quelques secondes (ou une minute suivant d'autres): l'intervalle de deux minutes annonce une détonation faite à huit ou dix lieues de Paris; & M. le chevalier de Lorenzi remarqua, que ce bruit venoit de l'orient. Plusieurs personnes ont comparé ce bruit au mouvement d'une voiture, qui descendroit rapidement d'une colline. Les vitres en ont été ébranlées dans plusieurs endroits, sur-tout à l'observatoire royal (1). » Selon quelques observations,

(1) Journal des Savans, 1771, pag. 610.

« sa tête paroiffoit environnée de flammes de feu , dont les unes sembloient appartenir au corps même du météore , les autres en être détachées , & sa queue bordée de rouge étoit parsemée des couleurs de l'arc-en-ciel. Le globe étant devenu comme stationnaire , parut prendre encore une forme moins alongée , comme celle d'une poire , & avoir dans son milieu des bouillonnemens accompagnés d'une matiere fumeuse. Il éclata en répandant un grand nombre de parties lumineuses , semblables aux brillans des feux d'artifice. » La figure quatrieme représente ce météore , tel que l'a vu M. Landsman , (professeur de fortifications à l'école militaire de Paris) , sur les boulevards neufs , quelque tems avant d'éclater.

Le 30 Septembre 1774 , vers les sept heures & demi du soir , après que M. Forster eut doublé la pointe méridionale-orientale de la Calcédoine , & dépassé Pine-Island , ou l'isle des Pins , tous ceux qui étoient sur le pont du vaisseau apperçurent du côté du nord , un globe lumineux , de la grandeur du soleil , & aussi brillant que cet astre , qui se précipita vers l'horizon avec une extrême vitesse. Sa lumiere alors étoit pâle , & il éclata sans faire la moindre explosion ;

le seul bruit qu'on put entendre, parut ressembler au sifflement sourd d'un morceau de chêne, quand il est en feu. Lorsque ce météore éclata, on en vit sortir plusieurs étincelles, qui se répandirent çà & là. La partie inférieure qui paroissoit avoir la forme d'une poire, se fit remarquer par une lumière bleuâtre, qu'elle laissa derrière elle en se précipitant. Ces navigateurs furent alors tranquillisés; cependant, d'après les observations de plusieurs personnes intelligentes, ces globes de feu sont regardés comme les précurseurs d'une tempête : aussi dans la nuit, M. Forster & ses compagnons eurent du gros tems, avec des coups de vents terribles & de la pluie (1).

Le 18 Août 1783, un globe de feu, semblable aux précédens, traversa une partie de l'Angleterre. A neuf heures & demie du soir, il passa sur Londres & éclaira l'horizon pendant vingt secondes. Il venoit du nord-ouest & alloit au sud-est. Il avoit paru à un observateur sortir du nuage. Quelques instans avant son apparition, ce physicien avoit entendu un roulement sourd : bientôt tout le nuage parut en feu & lança ce mé-

(1) Observations sur l'Histoire Naturelle, faites dans un voyage autour du monde, par M. Forster.

téore. Dans tous les endroits où on l'observa, il ne parut pas décliner vers la terre. On l'aperçut à Portsmouth à dix heures & quelques minutes, & il fut perdu de vue en très-peu de tems.

Ce même globe fut vu à Paris & dans plusieurs autres villes de France, & son apparition y présenta plusieurs particularités curieuses, dont M. de la Lande a donné le détail suivant, dans une lettre sur ce sujet, d'après les observations de MM. Dagelet, & le Français, astronomes. Ce météore parut sortir de l'horizon du côté du nord, un peu à l'ouest; il ressembloit à Jupiter, qui étoit alors très-visible; mais en s'élevant au zénith, ce globe devint assez semblable au disque de la lune, & il éclata ensuite sans bruit, en formant comme une espee de gerbe lumineuse très-brillante, ou plutôt une suite de dix petits globes, semblables aux grenades d'artificiers, qui occupoit un espace de plus de quinze degrés de l'orient à l'occident, avec des queues plus brillantes que les globes mêmes. Les plus considérables de ces globes paroissoient avoir un quart de degré de diametre; quelques-uns ressembloient à des étoiles de première grandeur; d'autres diminuoient sensiblement de lumière, en laissant à leur suite une traînée

de lumière bleuâtre ; quelques uns parurent s'anéantir. Les plus considérables continuèrent d'avancer vers le sud-est & allèrent se perdre dans l'horizon. La durée de ce météore fut de quinze à vingt secondes.

L'histoire de l'Académie fait mention, en 1740, d'un phénomène de ce genre, qui se divisa en plusieurs petits globes. La nuit du 23 au 24 Février on vit, vers la rade de Toulon, un globe de feu comme violet, qui s'étant élevé peu à peu, plongea ensuite dans la mer, d'où il se releva comme une balle qui réfléchiroit. Après quoi, étant parvenu à une certaine hauteur, il creva, & répandit divers globes de feu, dont les uns parurent tomber dans la mer & les autres sur les montagnes. Le bruit qu'il fit en crevant, fut semblable, pour l'éclat, à celui du plus gros tonnerre ; mais comme il dura peu, il ressembla davantage à celui d'une bombe (1). En 1761, on vit en Bourgogne un globe de feu de cette espèce. Lorsqu'il éclata, on observa une pluie de feu en plusieurs endroits différens (2).

La vitesse des globes de feu est plus ou moins grande. On en a vu qui parcouroient

(1) Histoire de l'Académie des Sciences, 1740, pag. 3.

(2) *Ibid.* 1761, &c.

cinq milles en une seconde, d'autres vingt-cinq milles dans le même tems: on a même cru que le globe de 1771 avoit une vitesse de huit lieues par seconde.

Il en est de même de la hauteur de ces globes au-dessus de la surface de la terre; elle varie beaucoup. Lorsque le globe de feu, du mois de Juillet 1771, commença à paroître, il étoit à dix-huit lieues d'élévation; il s'approcha ensuite beaucoup de la terre, car à l'instant ou il éclata, il n'en étoit éloigné que de neuf lieues. Le globe de feu que Montanari observa en 1676, étoit à trente-huit milles de hauteur; celui de 1718, dont parle le célèbre Halley, à soixante milles (1), & celui de 1758, sur lequel le chevalier Pringle nous a donné des mémoires, étoit à une élévation de quatre-vingt-dix milles.

De ce que nous venons d'établir, il en résulte encore, que les diamètres des divers globes de feu doivent différer de beaucoup entr'eux; & de plus, que le diamètre ap-

(1) Arbuthnot, dans son *Essai des Effets de l'Air* (pag. 17), observe, que, quoique l'air fût, à cette hauteur, trente mille fois plus rare que près de la surface de la terre, il fut cependant capable de la propagation du son, puisqu'on entendit, dans quelques endroits, celui de l'explosion de ce météore.

parent d'un de ces globes, ne doit pas être toujours le même dans tous les instans de son apparition. On a vu des globes, dont le diametre étoit d'un demi-mille, d'autres d'un mille & demi.

Pour mettre quelque ordre dans le grand nombre d'observations faites sur plusieurs globes de feu, dont les physiciens ont parlé jusqu'ici, & pour mieux connoître leur nature & celle des divers phénomènes qui en ont été les suites, nous pensons qu'ils ne different entr'eux que par l'intensité du fluide électrique qui les forme; qu'ils doivent être rapportés à la foudre, lorsqu'ils ont produit des effets d'une certaine énergie; & qu'il faut les ranger, au contraire; parmi les étoiles tombantes, dans le cas où, par les phénomènes qui les accompagnent, on juge que leur cause a peu de force.

Dans notre sentiment, tous ces phénomènes dépendent d'une seule & même cause, d'une accumulation de fluide électrique dans un endroit de l'atmosphère: ce fluide ainsi condensé s'échappe par un effet de l'équilibre auquel il tend toujours, des lieux où il est abondant dans ceux où il l'est moins. Comme sa nature est analogue à celle du feu, il doit briller & en présenter l'apparence. Il paroîtra donc avoir d'abord une forme sphérique, comme tout feu & toute lumière.

Suivant la vitesse de son mouvement, qui fera tantôt plus, tantôt moins grande ; on le verra quelquefois ainsi qu'une colonne lumineuse, ou comme un sillon de lumière ; d'autres fois, il descendra en terre ou se dissipera dans l'atmosphère avant d'y parvenir ; dans certaines occasions, il se divisera en plusieurs feux ou globes ; dans d'autres, on entendra des explosions plus ou moins fortes. Souvent on le verra comme une étoile ; en s'approchant ensuite de la terre, il paroîtra plus gros & ressemblera à un globe ; de sorte que sa quantité de matière ou sa proximité le feront regarder comme un vrai globe de feu. Les matières conductrices répandues dans l'air concourront encore à modifier ces phénomènes de différentes manières.

Une expérience curieuse de MM. Arden & Constable, est bien propre à prouver la vérité de notre explication des globes par l'accumulation du feu électrique. On plaça une grande jarre couverte, de la contenance de quatorze pintes environ, directement au-dessous du premier conducteur d'une très-bonne machine électrique, lequel étoit éloigné de dix pouces du sommet de la jarre. La communication entre la jarre & le conducteur, étoit formée par un fil de laiton

courbé d'un côté sur le conducteur, & traversant de l'autre un tube de verre pour empêcher la matiere électrique de se dissiper aisément. Celui-ci étoit suspendu dans le milieu de la jarre, & se terminoit par un petit bout de chaîne de laiton qui aboutissoit au fond de la jarre.

Après qu'on eut fait faire cent cinquante tours (1) environ à la machine électrique, les physiciens, que nous venons de citer, apperçurent, aussi profondément dans la jarre, que la couverture pouvoit permettre d'y voir, un globe de feu très-ressemblant à un petit boulet de fer rouge, ayant trois bons quarts de pouces de diametre, tournant sur son axe, & montant le long du tube de verre, dans lequel passoit le fil de laiton, qui conduisoit l'électricité dans l'intérieur de la jarre.

En continuant de tourner la roue, le globe de feu continua de tourner sur son axe & de monter le long du tube de verre, jusqu'à ce qu'il fut parvenu tout à fait sur le sommet du premier conducteur; là, il tourna quelque tems sur son axe, & ensuite il descendit peu à peu, tournant toujours sur son axe comme il avoit fait en montant,

(1) le tems étoit serein, la machine agissoit très-fortement & étoit placée entre les observateurs & une fenêtre à trois pieds de distance.

jusqu'à ce qu'il fut tellement au-dessous de la couverture qu'on ne put plus le voir. Bientôt après, on vit un très-grand éclair, on entendit une grande explosion, & une forte odeur de soufre se fit sentir dans tout l'appartement. Il se fit au côté de la jarre une ouverture ronde, aussi finement taillée que si le verre eût été coupé avec un diamant. Ce trou étoit à deux ou trois pouces au-dessous du haut de la couverture, & avoit plus de trois quarts de pouce de diamètre. La couverture se trouva enlevée à environ trois ou quatre pouces tout autour de cette ouverture. La jarre étoit une assez forte bouteille de Crownglass.

Cette expérience ayant été tentée une autre fois avec une autre jarre, on ne vit aucun globe de feu, mais aussi-tôt la jarre se déchargea d'elle-même, avec un grand éclair & une forte explosion, & à peu près par le même endroit que la première; mais au lieu de l'ouverture qui s'étoit faite à celle-là, il y avoit à celle-ci un cercle d'environ trois quarts de pouce de diamètre, aussi blanc que de la craie, & la couverture étoit enlevée tout autour, comme dans la première expérience. Dès qu'on toucha la partie blanche, elle s'éboula & parut être du verre en poudre fine.

Nous finirons cét article en disant qu'on

doit bien se garder de confondre avec les globes de feu, plusieurs apparences lumineuses que les anciens ont désignées sous les noms de *poutre*, de *lance*, de *javelot*, de *colonne*, de *torche*, de *chevre dansante*, selon que la lumière étoit oblongue & parallèle à l'horizon, terminée en pointe & mobile, ou immobile dans l'air, ou plus large par une extrémité, ou enfin d'une figure tantôt rompue, tantôt dans son entier. On les appelloit *pyramides*, lorsque la base étoit de beaucoup plus large que la pointe; *dragons*, s'ils étoient plus gros par le milieu & minces par les deux extrémités; & *boucliers*, ceux dont la figure étoit ronde & en même tems plate. Elles appartiennent aux aurores boréales, dont nous avons parlé dans cet ouvrage.

Quelquefois d'habiles gens ont pris les globes de feu pour des comètes; tels ont été Hevelius & Wallis. Le premier, dans son excellente *Cometographie*, nous a donné plusieurs globes de feu pour des comètes; & le second tomba dans la même erreur, au sujet du météore qu'on observa en Angleterre dans l'année 1676. Le chevalier Pringle de nos jours a même pensé que plusieurs globes de feu sont des corps permanens qui peuvent probablement faire des révolutions.



TROISIEME PARTIE.

De l'Aurore Boréale.

L'AURORE boréale, dont le spectacle est si brillant, s'est montrée de tout tems: les anciens philosophes qui n'en connoissoient pas la nature, la désignoit suivant ses différentes apparences sous les noms de *gouffre*, de *lances*, de *chevelures* ou *barbes*, de *tonnes de feu*, de *chevres*, de *flambeaux*, de *torches*, de *lampes*, de *poutres*, de *soleil nocturne*, de *lueur* & *embrasement du ciel*. Ils croyoient que les différentes figures de ces feux, qui paroissoient la nuit, formoient autant d'especes diverses; tandis que réellement, elles ne sont que des variétés du même phénomène, c'est-à-dire, de l'aurore boréale.

Un des plus anciens auteurs qui ait parlé des aurores boréales, d'une manière propre à le faire reconnoître, est Aristote, longtemps connu sous le nom de prince des philosophes. Tantôt il compare ce phénomène à une flamme mêlée de fumée, tantôt à la lumière d'une lampe qui s'éteint, & quelque-

32 DE L'ÉLECTRICITÉ

fois à l'embrasement d'une campagne dont on brûle le chaume : phénomènes, dit-il, qui ne paroissent que pendant la nuit & dans un tems serein (1). Cicéron, dans sa troisieme Catilinaire, dit : *Qu'on a vu des torches ardentes vers l'occident & le ciel tout en feu.* Pline assure, *qu'on voit, dans le ciel, un incendie qui semble tomber sur la terre en pluie de sang*, ainsi qu'il arriva la troisieme année de la cent septieme olympiade, lorsque Philippe travailloit à soumettre la Grece. Il ajoute ensuite, que pendant le consulat de C. Cecilius & Cn. Papius, c'est-à-dire, vers l'an de Rome 641, on avoit vu *le ciel tout en feu, c'est ce qui est arrivé plusieurs fois* (2). Sénèque place au nombre des feux célestes, *le ciel en feu, dont les historiens font si souvent mention* : *inter hæc ponas licet, & quod frequenter in historiis legimus cælum ardere visum, &c.* Julius Obsequens, qui composa vers l'an 395 de Jesus-Christ, un livre des prodiges, sur-tout d'après Tite Live, fait souvent mention du *ciel en feu, des nuits claires comme le jour, des torches ardentes qui s'étendent de l'orient*

(1) Aristote, liv. I, des Météores, chap. IV & V.

(2) Pline, Histoire Naturelle, liv. XI, chap. XXVI, XXVII, &c.

jusqu'à l'occident (1). Conrard Lycostene a fait, à cet ouvrage, des additions pour suppléer à ce qui manque dans l'original. Depuis cette époque jusqu'à nos jours, on trouve dans différens écrivains, des preuves certaines de l'apparition de l'aurore boréale, dans cette suite de siècles, & nous croyons qu'il est inutile de rapporter ici leurs témoignages.

Les aurores boréales sont assez fréquentes de nos jours ; il n'y a pas d'année où il n'en paroisse plusieurs ; & plus les observateurs sont exacts à porter les regards sur cette partie du ciel où elles se montrent, plus ils en découvrent. J'ai eu occasion d'en observer un grand nombre, dont j'ai communiqué la description à M. Wan Swinden, qui s'occupe d'un profond ouvrage sur cet objet. Dans ce nombre, j'en choisirai une dont les apparences ont été très-brillantes, & qui semble avoir rassemblé les principales & les plus belles circonstances qu'on n'apperçoit ordinairement que dans plusieurs apparitions de ces phénomènes. J'envoyai

(1) *Julius Obsequens, De Prodigis, cap. XIII, &c*
Tome II. C

la description suivante à l'Académie des Sciences de Montpellier, où elle fut lue le 18 Décembre 1777.



CHAPITRE PREMIER.

Description d'une grande Aurore Boréale, & des principaux Phénomènes qui sont propres à ce Météore.

IL n'y a que quelques jours que nous fûmes tous témoins du plus magnifique spectacle, que les cieux puissent jamais étaler aux regards des foibles mortels. Cette pompe céleste, cet appareil de magnificence ne fit qu'exciter notre curiosité en nous pénétrant d'admiration; mais le peuple, sur-tout celui de nos campagnes, fut saisi d'étonnement & d'effroi; il craignit, comme nos bons aïeux, que ce ne fussent des présages sinistres, & des avant-coureurs d'événemens funestes : graces aux lumieres de la philosophie, ces honteux préjugés, enfans de la crainte & de la pusillanimité, ont presque disparu dans les villes & n'ont trouvé à se refugier que dans nos cam-

pagnes, aſyles ordinaires de l'ignorance & du bonheur.

L'aurore boréale qui parut, le 3 Décembre 1777, à Beziers, environ ſur les ſix heures du ſoir, eſt une des plus belles qu'on ait vues depuis long-tems. De grandes taches rouges répandues ſur différentes plages du ciel, vers l'orient, ſur-tout du côté du nord & du couchant, furent le prélude de la ſcene brillante qui ſe préparoit, & ce ſpectacle étoit ſi éclatant, ſi varié, & occupoit une ſi grande partie du ciel, qu'on ne ſavoit de quel côté porter la vue.

A quelques degrés de hauteur au deſſus de l'horizon, on apperçut, à différentes diſtances, des nuages noirs & obscurs, d'une étendue plus ou moins grande. Une de ces nuées ou plutôt l'apparence d'un nuage d'un plus grand volume que les autres, étoit directement au nord, beaucoup au deſſous de l'étoile polaire; ſon amplitude augmenta, & elle prit enſuite la figure d'un ſegment obscur, de forme plutôt elliptique, que circulaire. Un arc concentrique ſemblable à un limbe blanc ou à une petite bande d'une lumière blanche, ſurmontoit ce ſegment noir, dont les bords, étant par conſéquent plus éclairés que le milieu, paroifſoient repréſenter, ſelon

le langage des anciens , un gouffre ou l'entrée d'une caverne , vraie illusion optique qui est un effet de la dégradation de la lumière.

La lumière de cet arc parut assez uniforme pendant quelque tems ; ensuite , elle éprouva quelques variations & des irrégularités dans sa circonférence ; l'arc devint , du côté de l'est seulement , crenelé en certains endroits , c'est-à-dire , que sa lumière étoit interrompue par des intervalles obscurs de la couleur du segment , & qui n'étoient point placés symmétriquement. Cet arc lumineux parut d'abord à environ quinze degrés , ensuite il s'éleva à vingt-cinq , & même , après , à trente-cinq degrés au moins ; son amplitude augmenta proportionnellement depuis quarante-cinq degrés , à peu près , jusqu'à soixante-quinze , & ensuite à cent quinze degrés.

Des colonnes lumineuses , des rayons brillans , des jets & des faisceaux de lumière , sembloient partir de différens points de la circonférence de cet arc lumineux ; un petit nombre paroissoient naître du sein même du segment obscur , & la plupart s'élançoient de divers endroits au dessus de l'arc lumineux. Ils s'étendoient tous plus ou moins à une très-grande hauteur ; il y en

avoit aussi un grand nombre qui naissoient des divers points de l'horizon; depuis l'orient jusqu'à l'occident, des deux côtés de l'arc lumineux, & leur direction me parut toujours inclinée à l'horizon. J'en vis qui passoient près des constellations des hyades, des pleyades, du belier; d'autres, par érichthon, persée, cassiopée; par hercule & la tête du dragon; par l'aigle & le cygne. Une partie de cet appareil de lumière étoit projetée sur cinq grandes taches ou bandes irrégulières d'une très-grande amplitude, plus longues que larges, qui étoient dans toute leur étendue d'un rouge de sang très-vif & fort éclatant, & dont la direction étoit encore oblique à l'horizon. Trois de ces cinq taches étoient entre le nord & l'ouest, & les deux autres vers l'est; c'est ce qui faisoit paroître plus vers l'occident que vers l'orient tout l'ensemble de ce phénomène; d'ailleurs, le centre du segment obscur & de l'arc lumineux n'étoit pas directement au nord, il déclinait un peu vers l'occident d'été.

Les colonnes & les jets de lumière, les rayons & les faisceaux lumineux, qui s'élançoient, des divers points de l'horizon dans les limites déjà assignées, ou des taches rouges, & de l'arc lumineux qui circonscrivoit

le segment obscur , étoient de diverses grandeurs & d'un éclat différent. Quelques-unes de ces colonnes & de ces rayons de lumière paroissoient se réunir aux environs du zénith , & même passer ce point. Pour m'en assurer , je plantai perpendiculairement dans la terre un piquet , le long duquel je regardai , afin de me mettre en garde contre les erreurs de la vue & contre les illusions optiques : alors , je vis certainement quelques colonnes prolongées en deçà du zénith & d'autres au delà. De ce concours mutuel des colonnes & des rayons lumineux résultoit une apparence de coupole ou de pavillon , qui n'étoit pas complete du côté du sud.

Il ne faut pas croire que ces différentes colonnes qui , des environs de l'horizon , paroissoient s'élever & se réunir à l'endroit le plus haut du ciel , fussent ainsi prolongées , sans aucune interruption dans leur longueur & dans leur largeur ; il y avoit , au contraire , tant de discontinuité , qu'on auroit pris la plus grande partie , moins pour des portions d'un même tout , que pour plusieurs petites colonnes placées çà & là à diverses distances. En général , ces arcs , ces colonnes & ces faisceaux de rayons lumineux étoient d'une couleur blanche &

phosphorique; cependant, en plusieurs endroits, ils avoient une teinte de couleur rougeâtre, en d'autres, une nuance de jaune-orangé ou d'une espee de verd-bleu.

Ce spectacle, avec toute cette pompe, ne fut pas long-tems permanent, on ne le vit que pendant quelques minutes, à peu près sur les six heures & quart, dans sa plus grande splendeur. Il éprouva ensuite des alternatives de mouvement, de disparition & de réapparition dans certaines parties: de sorte que la figure totale étoit très-changeante & prenoit successivement plusieurs formes bizarres: ainsi, tantôt on ne voyoit presque plus de creneaux, mais un arc continu d'une lumiere pâle; tantôt le segment s'éclaircissoit; quelquefois les colonnes & les rayons étoient plus ou moins interrompus, plus ou moins brillans; d'autres fois diverses parties considérables disparoissoient, pour se montrer ensuite de nouveau avec des changemens marqués, qui avoient, avec les apparences que nous venons de décrire, les rapports de différentes parties à leur tout. Voilà ce qu'on peut dire des variations de ce phénomène, que j'appellerois volontiers un vrai prothée, tant il change & prend de formes diverses pour se jouer, ce semble, de l'observateur le

plus attentif. Cette aurore resplendissante ; avec toutes les alternatives dont on vient de faire mention , dura presque jusqu'à sept heures ; elle diminua ensuite considérablement ; & un quart d'heure après , il ne resta dans le ciel aucun vestige de tout ce magnifique appareil de colonnes radieuses , de jets lumineux , de faisceaux brillans & de taches rouges.

On vit seulement alors une aurore boréale tranquille , semblable à celle du crépuscule le plus fort ; & long-tems après , cette lumière occupoit encore un très-grand espace , qui s'étendoit beaucoup plus vers l'occident que vers l'orient. Elle parut élevée d'environ quarante degrés dans sa plus grande élévation , & moins brillante à proportion qu'elle s'éloignoit de l'horizon ; elle subsista depuis avant six heures jusqu'à près de minuit , en diminuant graduellement de hauteur & d'amplitude. Les grandes & belles apparences du phénomène , dont nous avons parlé , la couvroient en grande partie : ainsi , ses portions correspondantes au segment elliptique obscur , aux colonnes , aux bandes , aux rayons lumineux , dont la splendeur étoit plus éclatante , ne permettoient pas de la discerner ; ce n'est que dans les diminutions & les disparitions de ces bri-

lantes parties du phénomène, qu'elle paroiffoit bien, & jamais on ne la vit mieux qu'après l'extinction totale de l'aurore boréale resplendissante. Pour éviter la confusion, j'aimerois à appeller aurore boréale, celle qu'on connoît sous le nom de resplendissante, qui est avec colonnes, jets, rayons de lumiere, &c. Je voudrois nommer crépuscule boréal, l'aurore boréale tranquille, qui parut depuis sept heures environ, jusqu'à neuf heures passées, & depuis neuf heures & demie jusqu'au milieu de la nuit; en réservant toujours le mot de lumiere septentrionale, pour désigner ce phénomène constant & visible près du pôle, & même dans le Groënland & le Spitzberg. C'est sur ce crépuscule boréal, comme sur un fond de lumiere, qu'étoit projeté le beau spectacle dont nous venons d'être témoins.

Pendant que l'aurore boréale se monroit dans toute sa splendeur, on voyoit constamment quelques nuages noirs autour de l'horizon: ceux qui étoient vers le nord étoient très-noirs, & ceux du midi l'étoient beaucoup moins. D'autres nuées semblables & toujours noires & très-obscurcs étoient aussi dispersées à une certaine élévation entre le nord-ouest & le nord nord-est; on les distinguoit beaucoup mieux dans le tems des

diminutions alternatives des apparences brillantes, & sur-tout après leur extinction depuis sept heures passées, jusqu'à neuf heures & dix minutes.

Sur les neuf heures & quart, environ, il y eut une reprise du phénomène, mais beaucoup moins belle que celle qu'on avoit vue auparavant entre six & sept heures. J'apperçus alors quatre grandes bandes rouges & d'une vaste étendue. La plus occidentale passoit par le dauphin; la seconde par le cygne; la troisième par la petite ourse; & la quatrième vers l'orient, étoit à peu près à la même distance de l'étoile polaire, que celle qui passoit par le cygne en étoit éloignée, c'est-à-dire, près d'érichthon. On vit quelques jets blancs de lumière, semblable aux colonnes & aux rayons ci-dessus décrits, principalement dans la bande qui coupoit obliquement le cygne. A neuf heures & vingt minutes il n'y avoit que cette dernière bande qui subsistât, les trois autres ayant disparu; elle diminua ensuite, s'éteignit totalement, & on ne vit que l'aurore tranquille ou le crépuscule boréal.

Ces quatre bandes rouges, ainsi que les cinq qui avoient paru trois heures auparavant, étoient d'un rouge de feu très-vif, ou d'un rouge de sang fort éclatant, ainsi

qu'elles le font pour l'ordinaire ; & il n'est nullement étonnant, quand on les voit, qu'on les ait prises autrefois pour des nuées & des pluies de fang, pour des incendies dans le ciel ou sur la terre. Elles rappellent alors nécessairement le souvenir de ce qui se passa sous l'empire de Tibère à l'apparition d'un phénomène de ce genre : les cohortes romaines crurent que la ville d'Ostie étoit toute en feu & y accoururent pour porter du secours. On s'imagina encore que c'étoit un incendie du tems de l'empereur Sévère ; & en 1709, à l'occasion d'une autre aurore boréale, plusieurs corps de garde de la garnison de Copenhague éprouverent une alarme semblable, prirent les armes & battirent le tambour. Sans doute que les taches rouges qu'on vit dans ces époques étoient près de l'horizon ; mais dans notre phénomène elles étoient si élevées, qu'on ne pouvoit s'y méprendre.

Pendant l'aurore boréale j'apperçus, ainsi que d'autres personnes, un grand nombre de ces météores connus sous le nom d'étoiles tombantes. J'observai, aussi dans le même tems, sur un barometre non lumineux, la hauteur du mercure, qui étoit de vingt-sept pouces dix lignes & tiers ; le thermometre, selon la division de Réaumur, marquoit cinq

44 DE L'ÉLECTRICITÉ

& quart au dessus de la glace. L'aiguille aimantée présenta des variations dans sa déclinaison, sur-tout à six heures & demie passées, à sept heures, à neuf heures & à dix heures; le lendemain & les jours suivans on ne remarqua point le même trouble dans sa direction.

Je fis encore quelques observations électriques; les deux jours précédens, l'électricité excitée par une bonne machine électrique à plateau, avoit été très-foible. Le matin du jour de l'apparition de l'aurore boréale, elle augmenta de force, ainsi que l'après-midi; sur les quatre heures ou quatre heures & demie elle fut moins vive, peut-être à cause de l'humidité. Le soir, dans le tems de l'aurore boréale, elle augmenta beaucoup; cependant, son énergie n'étoit pas au point où elle se trouve dans les tems les plus favorables, mais il y eut certainement une augmentation qui fut constante, même pendant les jours suivans où j'électrisai à dessein. J'ai éprouvé avec l'électrophore les mêmes phénomènes absolument, comme avec la machine électrique, & les étincelles ont été plus fortes & plus longues. Une espece de conducteur isolé & élevé à plusieurs pieds de hauteur au dessus du toit, du côté du nord, pour recevoir l'électri-

cité aërienne , donna deux ou trois fois de très-petites étincelles à l'approche d'un corps métallique , & exerça plusieurs fois des attractions & des répulsions sur de petits corps légers que je lui présentai.

Quant à l'état du ciel , le 2 du mois , le matin , une petite pluie tomba entre sept & huit heures ; le ciel fut nébuleux & couvert le reste du jour. Le 3 , le ciel fut un peu brumeux & le vent nord-ouest ; sur les deux ou trois heures , le vent du nord se leva , mais ne fut pas fort ; il y avoit toujours des nuages dispersés , & le soleil ne parut que foiblement quelques instans à travers les intervalles des nuées. Depuis les cinq heures & demie du soir , il y eut une chaîne de nuages dispersés autour de l'horizon , plus nombreux vers le midi , & presque point de nuages vers le haut de l'hémisphère. A six heures , des nuages noirs vers le nord , qui subsistoient encore à sept heures & quart , du moins en partie ; car ils paroissoient avoir diminué en étendue. Le ciel étoit très-clair du côté du nord & un peu brumeux vers le midi ; cependant , on voyoit assez bien des étoiles , quoique moins scintillantes que dans le tems où le ciel est absolument serein ; telle fut l'apparence du ciel jusqu'à neuf heures environ

où commença la reprise de l'aurore boréale. Pendant le reste de la nuit, il y eut encore moins de nuages, & ce fut à peu près la même disposition du ciel jusqu'aux environs de minuit.

Le lendemain 4, tems sombre, ciel couvert de nuages dans la totalité de son étendue; les girouettes indiquoient un vent de nord, foible & qui ne produisoit aucune agitation sur les feuilles des arbres. Le barometre, à neuf heures du matin, étoit à vingt-sept pouces huit lignes & demie; le thermometre à cinq degrés au-dessus de zéro; à onze heures, les vapeurs & les nuages disparurent, excepté à l'horizon; le soleil brilloit & faisoit sentir de la chaleur; le thermometre qui a toujours été exposé au nord, étoit à six degrés. Cet état du ciel fut le même jusqu'à midi & quart; alors, le ciel se couvrit & se chargea de nuages. A une heure & demie, le barometre étoit à vingt-sept pouces sept lignes & demie; le thermometre à huit degrés. A trois heures & demie, le barometre à vingt-sept pouces sept lignes, le thermometre à sept & quart; une petite pluie survint ensuite, le vent étant toujours au nord.

Le 5, il gela pendant la nuit, ainsi que durant celles qui suivirent; le matin, le vent

du nord étoit froid & fort, sans être impétueux. Après le lever du soleil, il n'y avoit de nuages qu'autour de l'horizon. A neuf heures & demie, le barometre étoit à vingt-sept pouces cinq lignes & demie; le thermometre à cinq degrés au dessus de la glace. A onze heures & trois quarts, barometre vingt-sept pouces cinq lignes & trois quarts; thermometre six & demi. A deux heures & à trois, barometre *ibid*; thermometre six, vent plus fort, il s'appaîsa aux approches de la nuit & ce calme dura jusqu'au lendemain.

Le 6, des nuages parsemés & le soleil ne brillant que par intervalles. A neuf heures & demie, barometre vingt-sept pouces six lignes & demie; thermometre six & demi. A neuf heures, vent du nord-ouest. A dix heures, nord avec agitation. A trois heures & demie, barometre vingt-sept pouces sept lignes & demie; thermometre trois degrés, vent du nord froid, ciel clair & sans nuage, excepté autour de l'horizon. Le 7, barometre vingt-sept pouces dix lignes; thermometre un demi au dessus de zéro, nord, tems clair; soleil à huit heures du matin, &c.

J'ai observé plusieurs aurores boréales resplendissantes depuis quelques années, & je n'en ai point vu d'aussi belle que celle dont

nous venons de donner la description, en y comprenant même celle du 18 Janvier 1770, dont l'illustre M. de Mairan, dans une lettre à M. Bouillet, le pere, datée de Clichy, le 27 Octobre de la même année, disoit : *L'aurore boréale observée par M. Bertholon, de notre Académie, est curieuse & mérite d'être notée sur nos registres ; & sur laquelle il me demanda ensuite des éclaircissemens auxquels j'eus l'avantage de satisfaire : ce sont ces grandes aurores qui frappent tous les regards, & peuvent former des époques brillantes dans l'histoire des sciences.*

La figure cinquieme, représente aux yeux cette belle aurore boréale du 3 Décembre 1777. *A, A, A, A*, est le segment obscur. *B, B, B, A, A, A*, l'arc lumineux. *C, C, C, C*, font des rayons de lumiere. *D, D, D, D*, des jets, des faisceaux lumineux, des colonnes de lumiere. *E, E, E*, creneaux. *F, F, F, F*, nuages noirs.





C H A P I T R E I I.

De la cause des Aurores Boréales, & de leur nature Phosphorico-Electrique.

LE desir qu'on a de connoître les causes des phénomènes admirables que la nature étale de toutes parts à nos yeux, est d'autant plus vif qu'ils sont plus brillans, & certainement, il n'en est aucun qui puisse être comparé à l'aurore boréale dont l'éclat & la magnificence sont au dessus de toute expression. On a d'abord imaginé, que les exhalaisons élevées de la terre dans l'atmosphère y éprouvoient une fermentation, d'où résultoient cette lumière, ces colonnes radieuses qui forment le spectacle éblouissant d'une aurore boréale. Mais les exhalaisons terrestres ne peuvent s'élever qu'à quelques milles au dessus de la surface de notre globe, & nullement à une hauteur prodigieuse où est ordinairement le siège de l'aurore boréale; ce qui consiste par les observations du même phénomène, faites en divers lieux fort éloignés, & par la parallaxe qu'on y apperçoit; d'où plusieurs géo-

metres célèbres, fondés sur les calculs les plus certains de la trigonométrie, ont conclu nécessairement, que la hauteur de ce phénomène étoit à deux & même trois cents lieues. Le P. Boscovich, célèbre géometre, a déterminé la hauteur de l'aurore boréale observée à Padoue, le 16 Décembre 1737, par le marquis de Poleni, à deux cents soixante-quinze lieues. Si l'on veut une réfutation directe de ce sentiment, on peut voir ce que nous avons dit dans cet ouvrage, pour prouver que le tonnerre n'étoit point un phénomène dépendant des effervescences chymiques.

Quelques physiciens ont eu recours aux glaces & aux neiges qui se trouvent vers les pôles, & qui réfléchissent les rayons du soleil vers les couches supérieures de l'atmosphère. Mais d'où viennent ces colonnes de feu, ces jets de lumière qui constituent ce phénomène? Question qui fera le désespoir de cette cause. M. Halley attribuoit la formation de l'aurore boréale à la matière magnétique qui, sortant des pôles de la terre, circule autour d'elle. Dans cette hypothèse, comment concevoir des jets de feu & des colonnes brillantes? Le fluide magnétique n'a jamais pu devenir lumineux autour d'un aimant rougi sur des

charbons ardens. Selon M. de Mairan, la cause des aurores boréales consiste dans l'atmosphère solaire, qui s'approche quelquefois assez près de l'atmosphère terrestre ; mais cette idée gigantesque ne porte que sur des principes précaires, & a été généralement abandonnée. Le célèbre Euler croit que l'aurore boréale est placée à un éloignement de la terre, qui n'est rien moins que de plusieurs milliers de milles, & qu'elle est l'effet de l'impulsion des rayons solaires sur les particules les plus subtiles de notre atmosphère. Cette opinion est sujette à beaucoup de difficultés.

Il étoit, ce me semble, réservé à l'électricité de dévoiler cette espèce de mystère de la nature ; cependant on s'est contenté de dire jusqu'à présent, d'une manière vague & générale, que le fluide électrique produisoit l'aurore boréale, & aucun auteur n'a entrepris de donner une explication de ses différens phénomènes. Alors l'électricité n'est qu'un mot ; mais ce n'est pas ainsi qu'on doit traiter les sciences. Pour procéder avec plus de certitude dans la discussion présente, je crois qu'il est nécessaire d'établir des principes indubitables, qui puissent servir de base à tout ce que nous dirons, & de faire sortir, si je puis parler ainsi,

de leur combinaison mutuelle une explication encore plus simple qu'heureuse : telle doit être la marche de toutes les sciences.

Premier principe. L'électricité qui regne par-tout, est d'autant plus forte & plus abondante, qu'on s'éleve plus haut. Cette assertion est prouvée par les conducteurs élevés pour recevoir l'électricité atmosphérique. L'énergie des étincelles qu'on en tire, est proportionnelle à la hauteur. Les cerfs-volans électriques qui donnent des étincelles & des lames de feu, lesquelles augmentent de grandeur comme les hauteurs de leur élévation, achevent de nous convaincre de la vérité de ce principe ; je me contenté ici d'indiquer les expériences faites avec des cerfs-volans par MM. de Romas, Franklin, Beccaria, Bridone & plusieurs autres ; on peut consulter leurs ouvrages.

Second principe. La raréfaction de l'air est en raison de son élévation ; il n'est personne qui puisse douter de cette proposition ; la difficulté qu'on a à respirer sur les plus hautes montagnes, & les abaissemens du mercure dans le barometre en sont des preuves incontestables.

Troisième principe. Plus l'air est rare, plus l'électricité se manifeste sous la figure d'une lumière phosphorique. L'expérience dépose

hautement en faveur de cette vérité. Dans un matras vuide d'air par le moyen de la machine pneumatique, ou dans des tuyaux vuides d'air, après avoir été soudés au haut du barometre, on voit des flammes blanches, des jets de lumiere & des colonnes resplendissantes agitées de mouvenens divers, dont les apparitions & les disparitions successives les rendent plus brillantes, & on croit avoir le spectacle d'une aurore boréale. Or, ce vuide de la machine pneumatique n'est point un vuide parfait; un air très-raréfié y est contenu, & les degrés de raréfaction suivent une certaine progression relative au rapport de la capacité du récipient & du corps de pompe; ce qui prouve que ce vuide n'est point absolu, mais seulement relatif.

Quatriemo principe. Le fluide électrique se porte naturellement des lieux où il est plus abondant à ceux où il l'est moins; c'est un principe d'hydrostatique, dont on ne sauroit douter, & de plus, l'expérience de tous les jours le démontre. Un corps électrisé en plus, partage son excès d'électricité avec celui qui est électrisé en moins, ou même avec celui qui n'a que l'électricité naturelle; & plus le corps électrisé en moins a de densité, plus l'attraction réciproque, ou la tendance du

fluide électrique vers lui, est forte. C'est ainsi qu'on détermine des aigrettes & des étincelles à s'échapper du conducteur à une plus ou moins grande distance, en lui présentant des corps plus ou moins denses.

Cinquieme principe. Le feu électrique, dans ses différens degrés, paroît blanc, rouge, jaune, &c. En chargeant plus ou moins le carreau magique, & en le déchargeant dans ces différentes circonstances avec l'excitateur, on s'apperçoit de cette variété de couleurs, & contéquemment de ces divers degrés de densité.

Sixieme principe. Tout feu, toute flamme vue au travers des vapeurs & des exhalaisons paroît rouge, & sur-tout la lumière phosphorique. Cette vérité n'a pas besoin de preuves; une expérience journaliere la démontre. Mais pour m'assurer que la lumière diffuse qui brille dans les vaisseaux de verre vuides d'air, éprouve les mêmes modifications, tandis que la machine électrique mettoit en jeu mes phosphores électriques, je les ai vus en plusieurs endroits d'une couleur rouge, en les regardant à travers les vapeurs & les exhalaisons que je faisois élever à dessein.

C'est un effet de la réfraction d'où résulte la décomposition des rayons de lumière,

selon la doctrine de Newton ; jetez encore les yeux , dans certains tems , sur les nuages qui sont au couchant , lorsque le soleil commence à disparoître , & vous les verrez très-souvent teints d'une couleur rouge & vive comme du sang , malgré l'éclat du jour ; c'est une observation que j'ai faite fréquemment. Les rayons du soleil , dans ce cas , sont ou réfléchis , ou réfractés par les nuages.

Septieme principe. La matiere électrique , qui est très-abondante dans les hautes régions , se porte aux pôles plutôt qu'à l'équateur , à cause de la vertu centrifuge qui est moindre vers le pôle , suite nécessaire de la rotation de la terre sur son axe ; voyez les beaux Théoremes d'Huighens & de Newton sur cette matiere.

Huitieme principe. Le fluide électrique ne se manifeste jamais avec plus de force & d'abondance que dans les tems froids , dans les lieux septentrionaux , & dans les endroits où le froid le plus vif regne. Il semble avoir pour eux quelque espece de préférence. Cette proposition est prouvée par les observations de M. l'abbé Chappe , à Tobolsk & dans le reste de la Sibérie , où il a vu des foudres plus fréquentes , que dans aucune autre région ; par les observations d'électricité

56 DE L'ÉLECTRICITÉ

faites dans toute l'Europe, desquelles il résulte, que la vertu électrique a plus d'énergie dans l'hiver que dans l'été, dans les tems froids que dans les tems chauds; par les expériences de M. Achard, de l'académie de Berlin, desquelles on doit conclure que la glace ou l'eau dans l'état de congélation, est très-électrique à un degré de froid considérable, à vingt-sept degrés au dessous de zéro. Aussi a-t-il fait toutes les expériences d'électricité avec des globes de glace, avec des bouteilles & des tableaux de glace étamés : voilà des faits nouveaux que nous connoissons seulement depuis peu, & qui confirment merveilleusement ce principe.

R E M A R Q U E.

Plus, en s'élevant, on s'éloigne de la surface de la terre, plus il fait froid; voilà pourquoi le sommet des plus hautes montagnes est toujours couvert de neige; à la hauteur d'environ deux mille trois cents toises d'élévation au dessus du niveau de la mer, il n'y a aucune plante quelconque; à celle de deux mille quatre cents trente-quatre toises seulement, la neige est perpétuelle & ne fond jamais en aucun tems de l'année,

même sous l'équateur, ainsi que l'ont observé MM. Godin, Bouguier & la Condamine, académiciens françois, envoyés par ordre du roi, en 1735, pour mesurer un degré du cercle équinoxial. Aussi cette zone ou ceinture de neige forme-t-elle par-tout une ligne de niveau relativement à la hauteur où elle ne fond plus; & le sommet de Chimboraco, une des Cordilleres, dont la hauteur, mesurée géométriquement, est de trois mille deux cents vingt toises, est-il inaccessible relativement au grand froid qui regne dans la partie de l'atmosphère qui le couvre, quoique dans la Zone Torride & presque sous la ligne. Ce froid qu'on éprouve sur le Pitchincha, le Coto-paxi & Chimboraco & sur les autres Cordilleres, montagnes du Pérou, dont l'élévation surpasse celle des plus hautes montagnes qu'il y ait dans le monde, est si vif, que les animaux ne peuvent y résister; il gele les corps & les durcit tellement, qu'ils ne se corrompent point. Au rapport de Zarate (1) : « Dom Diegue d'Almagro, allant découvrir le Chili, vit périr de froid, dans ces montagnes; plusieurs soldats. Lors-

(1) Histoire de la conquête du Pérou, liv. III, chap. II.

qu'il y repassa cinq mois après, au fort de l'été, il trouva leurs corps encore debout appuyés contre des rochers, & tout aussi frais que s'il n'y avoit eu que quelques momens qu'ils eussent expiré. Il y en avoit même qui tenoient encore la bride de leurs chevaux sur pied, dont la chair servit de nourriture à Almagro & à ceux qui l'accompagnoient. ».

Explication de l'Aurore Boréale.

Le fluide électrique, par le premier, le second & le troisième principe, regnant avec plus d'abondance & de force dans les plus hautes régions de l'atmosphère, qui s'étend au moins à deux ou trois cents lieues, selon les calculs de MM. de Mairan, Euler & Boscovich; ce fluide électrique doit se porter vers les régions basses de l'atmosphère par le quatrième & premier principe; & il tendra du côté du pôle plutôt qu'à l'équateur, par le septième & le huitième principe. Mais par le troisième, il se manifestera dans ce passage sous la forme de lumière pâle, diffuse & phosphorique, semblable à celle des colonnes & des jets lumineux, comme dans le matras & les tubes vuides d'air. Cette lumière paroitra

brillante, blanche ou rouge, selon les différens degrés de densité du fluide électrique, par le cinquième principe; & cette couleur sera encore diversément modifiée, relativement aux vapeurs & aux exhalaisons répandues dans divers endroits de l'atmosphère, conformément au sixième principe. Voilà ce qu'il y a d'essentiel dans ce phénomène, dont l'explication ne peut être goûtée, à moins qu'on ait bien présens à l'esprit les principes démontrés par l'expérience & l'observation que j'ai rapportées. Mais souvent des circonstances accidentelles ou étrangères se mêlant à ce phénomène très-variable en lui-même, occasionent de grandes différences; c'est pourquoi, je pense qu'il est nécessaire de donner ici le précis d'une explication plus développée.

L'aurore boréale tranquille, est l'effet de la diffusion de la lumière électrique qui est brillante par elle-même & qui éclaire encore les lieux voisins par sa splendeur. Cette aurore ou la lumière électrique paroitra, dès que les causes qui excitent l'électricité, quelles qu'elles soient, auront lieu, à peu près à certains égards, comme les météores ignés dépendans de ce principe. Elle paroitra sous la forme d'un segment circulaire, parce qu'elle tend vers la zone polaire

où ses rayons semblent se converger. Les parties plus basses de l'atmosphère & le segment sphérique polaire de notre globe, ayant à peu près cette figure, doivent déterminer le fluide électrique à la prendre, puisqu'il est attiré par ces parties, ou qu'il y tend.

Le segment obscur qu'on remarque ordinairement dans les aurores boréales, résulte de ce que les rayons de lumière électrique aboutissent enfin aux parties de l'atmosphère qui sont plus basses que celles qui lui ont donné naissance, plus mixtes & plus hétérogènes, y passent comme par autant de conducteurs. On fait par l'expérience, que la lumière électrique ne brille point dans les corps qui la transmettent, mais seulement dans l'intervalle qui les sépare; or, toutes ces substances répandues dans les basses régions se touchant, il y aura une continuité de conducteurs, & par conséquent la transmission électrique se fera sans interruption; on ne verra donc point de lumière dans cette partie de l'atmosphère. De plus, la figure de ce segment obscur sera concentrique au segment de lumière supérieur, ou à l'arc lumineux qui constitue l'aurore boréale; parce que ces substances mixtes & conductrices qui sont également répandues dans l'atmosphère, selon l'ordre

de leurs gravités spécifiques, sont arrangées circulairement autour du globe de la terre, où elles tendent comme autant de rayons convergens.

Les nuages qui sont quelquefois dispersés autour de l'horizon & vers le nord, soit qu'ils s'y rencontrent par hasard, soit qu'ils y soient amoncés par un effet de l'attraction électrique; ces nuages que j'y ai assez souvent observés, sur-tout dans les grandes aurores resplendissantes; augmenteront encore, comme cause accessoire, la profondeur de l'obscurité du segment noir qui aura alors l'apparence d'un gouffre (*chasma*), selon l'expression d'Aristote, ou d'une fosse selon d'autres.

Le segment obscur paroîtra plus ou moins grand, selon l'élévation du segment ou de l'arc lumineux qui lui est supérieur. Si celui-ci a peu de hauteur, celui-là communément ne paroîtra pas, soit que l'aurore boréale soit tranquille ou resplendissante. Cependant, il peut arriver que dans cette dernière circonstance, la splendeur de ce phénomène soit d'un tel éclat, que le segment noir, malgré son élévation, ne paroîtra point obscur par la grande quantité de lumière réfléchie: cet effet sera alors purement optique.

Les colonnes de lumière, les jets resplendissans, les rayons lumineux, les faisceaux brillans qui semblent partir de tous les points du segment obscur ou de l'arc lumineux, sont des colonnes radieuses, des rayons de lumière phosphorico-électrique qui, venant des régions supérieures où elle est plus abondante, se porte vers les régions inférieures, où sa quantité est moindre & brille dans le vuide, c'est-à-dire, dans l'espace intermédiaire. Ces jets de lumière paroissent sortir du segment obscur de l'arc lumineux, parce qu'on est imbu du préjugé vulgaire, que cette lumière s'éleve en l'air, tandis qu'elle s'élançe réellement vers la terre; préjugé qui s'évanouira dans un instant, si on fait attention qu'il est impossible de distinguer le point d'où partent des rayons lumineux, qui se meuvent avec une très-grande rapidité, & de connoître s'ils sont divergens d'un centre, ou s'ils convergent en ce point. Si on doutoit de la vérité de ce que j'avance ici, on pourroit se rappeler qu'une étincelle qui paroît éclater entre un conducteur électrisé par un globe de soufre & le doigt d'une personne non isolée, semble partir du globe, tandis qu'elle sort réellement du doigt: le sens de la vue n'est point assez sûr ni assez actif pour

connoître l'origine de ce mouvement.

Mais ces colonnes de feu & ces jets de lumière s'élançant successivement, s'éteignant un instant pour reparoître ensuite avec plus d'éclat, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, comme dans les matras & les tubes vuides d'air & animés par l'électricité, formeront le spectacle le plus varié & le plus magnifique qu'on puisse imaginer, en un mot, une aurore boréale resplendissante. Les intervalles qui se trouvent nécessairement entre différens jets de lumière convergens vers un arc, doivent produire des creneaux ou des bandes obscures qui peuvent varier à l'infini & devenir de plus en plus irréguliers par les combinaisons de cette cause avec plusieurs autres circonstances accidentelles, telles, par exemple, que les nuages, dont nous avons parlé.

Des jets de lumière réunis vers le zénith, ou qui paroissent tels, représenteront une espece de dôme, de couronne ou de pavillon, effet optique de la convergence réelle ou apparente de plusieurs rayons de lumière. Ces colonnes & ces faisceaux lumineux, agités de mouvemens divers, prendront mille formes différentes, selon la maniere de voir; & ces formes fugitives, produisant des impressions qui ne peuvent que se

confondre avec celles qui leur succèdent ; changeront plusieurs circonstances de ce phénomène en des résultats optico-électriques ; c'est une observation que les physiciens ne paroissent pas avoir assez faite jusqu'à présent. Mais l'endroit de la grande pompe & de la splendeur la plus éclatante sera du côté du pôle ; parce que c'est là, comme nous l'avons prouvé, où le fluide électrique est en plus grande abondance, & a plus de force & d'énergie, la force tangentielle ou centrifuge y étant beaucoup moindre.

Ce brillant spectacle nous paroîtra fort proche de la terre, quoique le siege en soit très-éloigné. La raison en est, que ne pouvant connoître la distance des objets placés à une grande distance, que par les objets intermédiaires, les angles optiques étant nuls dans ces sortes d'occasions, nous jugeons que cet appareil lumineux est dans la moyenne région de l'air, parce que nous ne découvrons aucun objet visible dans l'intervalle qui nous sépare du lieu de la scène, placé à des distances très-grandes de la surface de la terre, comme il conste par le calcul & la trigonométrie. Plusieurs aurores boréales ont été vues par des observateurs placés en différentes villes très-éloignées, & conséquemment ont eu une parallaxe très-sensible :

par

par exemple, l'aurore boréale du 12 Septembre 1621, observée par Gassendi en Provence, par Bouillaud à Loudun, par Galilée à Venise & par d'autres à Alep en Syrie; celle du 17 Mars 1716 dans les parties méridionales & dans les contrées septentrionales de l'Europe; celle sur-tout, du 19 Octobre 1726, qui parut à Pétersbourg, Varsovie, Rome, Lisbonne, &c. Or, de cette parallaxe très-sensible qui nous représente l'aurore boréale à différentes élévations, on conclut que la hauteur de ce phénomène est, au moins dans certains cas, à deux cents soixante-six lieues de distance, les éléments du calcul mis sur le plus bas pied; dans d'autres, à plus de trois cents lieues d'élévation, même selon différentes méthodes. On peut consulter sur cet objet l'ouvrage de l'illustre M. de Mairan; M. Euler, ce grand géometre, place le siege de l'aurore boréale à une distance encore bien plus grande; voyez les Mémoires de Berlin; il est difficile de se refuser aux preuves que le calcul trigonométrique fournit à ces savans du premier ordre.

Depuis que ce mémoire a été lu dans les séances de l'académie de Montpellier, du 18 & du 23 Décembre 1777, & imprimé l'année suivante, dans le journal de physique

(Décembre 1778 , p. 442 , &c.) il paroît avoir été adopté par des physiciens distingués , & regardé comme très-satisfaisant.

De notre explication , & sur-tout du septieme principe , il résulte que l'aurore , dont nous parlons , doit paroître au pôle austral comme au pôle boréal ; & l'observation confirme la vérité de cette conséquence. Parmi le nombre des observations de cette espece , nous en choisirons une qui est récente , & dont le nom de l'auteur est d'un grand poids. Le célèbre Cook a vu une aurore australe vers le tems des équinoxes , en 1770 ; son vaisseau se trouvant déjà fort loin , & au sud-ouest de Timor , à environ dix degrés au sud de l'équateur. Le 16 Septembre , à dix heures du soir , l'aurore australe s'élevoit d'environ vingt degrés sur l'horizon , & son amplitude , ou l'arc de son étendue étoit au moins de quatre-vingt-dix à cent degrés , sans aucun mouvement de vibrations : le milieu de l'arc de cette aurore australe tranquille étoit au sud sud-est , & elle continua de paroître sans aucune diminution dans la vivacité de sa lumière , jusqu'à minuit & plus. Si les observations de ce météore au pôle austral ont été moins fréquentes que celles de l'aurore boréale , c'est que les voyages de nos navigateurs , du côté du pôle

austral, sont bien plus rares ; mais il est certain que la plupart des navigateurs qui ont demeuré quelque tems dans l'hémisphère austral, & qui se sont trouvés à une latitude suffisante, ont observé de ces aurores australes. M. Rosnevet en vit une vers le quarante-neuvième degré de latitude, qui déclinait du sud à l'est au moins de dix degrés. (1)

Si, à toutes les preuves que je viens de donner, on ajoute les inductions qu'il est permis de tirer de l'augmentation de l'électricité artificielle dans les tems des aurores boréales, les étincelles électriques qu'on obtient des pointes isolées en l'air, & les observations des feux volans ou étoiles tombantes, espèces de phénomènes électriques, que j'ai eu occasion de remarquer, & notamment pendant l'apparition de la belle aurore boréale du 3 Décembre 1777, dont on vient de voir une description très-circumstanciée, on aura, je crois, le dernier degré de vraisemblance qu'il soit permis d'atteindre.

Dans l'aurore boréale du 29 Février 1780, que j'observai à Beziers, depuis six heures

(1) Loix du Magnétisme par M. Lemonnier, pag. 153.

& quart environ, jusqu'à neuf heures & quart, la machine électrique fut plus forte, & donna de meilleures étincelles que plusieurs heures avant l'apparition de ce phénomène, quoique le vent fût le même; & ces étincelles me semblerent encore plus vives vers le milieu, & principalement vers la fin de ce phénomène; j'éprouvai aussi la force de l'électrophore, qui me parut plus grande. Les phosphores électriques, animés par l'électricité artificielle, devinrent plus brillans que dans les autres circonstances. Le baromètre étoit à vingt-huit pouces une ligne de hauteur, & le thermomètre de Réaumur, à sept degrés & demi au dessus de la congélation. Je vis encore dans le ciel de ces feux volans qu'on nomme étoiles errantes.

Pendant l'apparition de l'aurore boréale du 15 Février 1781, sur les huit heures & demie du soir, je remarquai encore que l'électricité de la machine électrique fut plus forte, ainsi que celle des électrophores & des phosphores électriques ou tubes vuides d'air.

Je viens de dire que j'avois obtenu des signes électriques pendant l'apparition de quelques aurores boréales; plusieurs autres physiciens, & entr'autres MM. Canton & Volta en ont également apperçu qui étoient

plus forts qu'à l'ordinaire. Ce dernier s'exprime ainsi : « J'en doutois très-fort moi-même ; mais aujourd'hui je regarde la chose comme certaine, & je puis dire l'avoir vue & touchée, pour ainsi dire, avec la main. Dans cette belle aurore qui parut la nuit du 28 au 29 de Juillet de l'année 1780, au moment où s'élevant peu à peu de l'horizon, elle parvint au zénith, entre les quatre & cinq heures d'Italie, répandant de toutes parts une lumière rougeâtre dans un ciel serein, & d'ailleurs venteux ; on obtint d'un conducteur atmosphérique ordinaire, à l'aide de mon condensateur, plusieurs belles petites étincelles claires & pétillantes ; au lieu que dans les autres tems serens, à quelque heure que ce soit du jour ou de la nuit, le conducteur, même en y joignant le condensateur, ne donne pas d'étincelles, ou il n'en donne qu'une très-petite, les signes d'électricité se réduisant le plus souvent à la petite agitation d'un pendule très-léger. Ce n'est pas moi qui fis l'observation dans la nuit éclairée par la belle aurore boréale, dont je viens de parler ; mais un chanoine de mes amis, M. Gattoni, avec qui je fais souvent des expériences, & qui a chez lui le conducteur dont j'ai fait mention. Comme ce conducteur n'est ni fort élevé, ni dans

une position bien avantageuse , il est rare que , sans le condensateur , il donne des signes électriques , à moins que ce ne soit dans un orage ou dans une pluie extraordinairement forte. »

Pendant l'apparition de plusieurs aurores boréales , on a encore observé des mouvemens irréguliers dans l'aiguille aimantée. M. l'abbé Hemmer , un de nos plus habiles physiciens , a fréquemment remarqué de pareilles agitations ; & elles étoient même souvent si fortes , qu'il pouvoit juger par le mouvement de son aiguille , s'il y avoit une aurore boréale , ou non. M. Wan-Swinden a également vu , un grand nombre de fois , durant les aurores boréales , des mouvemens pleins d'irrégularité dans ses aiguilles de boussole.

Le P. Cotte a observé très-souvent à Montmorenci des variations très-sensibles dans l'aiguille aimantée , pendant les apparitions des aurores boréales. Le 6 Mars 1771 , l'aiguille aimantée varia ce même jour de six minutes ; elle varia également beaucoup , pendant tout ce mois. Le 26 Mars 1773 , il y eut lumière zodiacale & aurore boréale , & l'aiguille aimantée éprouva des variations. Durant celle du mois de Septembre 1774 , l'aiguille varia de sept minu-

tes. Le 21 Janvier 1775, il y eut une belle aurore boréale, quoique tranquille ; dans cette journée, une aiguille aimantée de dix pouces déclina le matin de dix minutes vers l'ouest ; & une autre aiguille de cinq pouces à chape d'agate, déclinait de trente. Le 21 au matin, l'aiguille de dix pouces déclinait de dix minutes vers le nord ; & celle de cinq pouces, de trente. En Septembre 1776, la variation diurne & périodique fut très-marquée depuis le 16, jour d'une aurore boréale qui fut précédée d'un éclair très-sensible, le tems étant alors très-serein. En Mars 1777, le cinq, il y eut une aurore boréale ; & l'aiguille aimantée se rapprocha, ce jour-là & les suivans, du nord plus que de coutume. Le 6 Avril suivant, pendant une petite aurore boréale, l'aiguille aimantée se rapprocha du nord de dix minutes, plus qu'elle n'avoit fait depuis fort longtemps. Le 22 Septembre 1778, le rapprochement vers le nord eut encore lieu, de la même quantité.

M. Wan-Swinden a observé, un grand nombre de fois, à Francker en Frise, de puissantes agitations de l'aiguille aimantée, pendant l'apparition de plusieurs aurores boréales.

M. Blondeau, à Brest, a fait des obser-

vations semblables. Le 7 Septembre 1777 ; ce physicien remarqua pendant une aurore boréale une variation particulière dans son aiguille aimantée ; il l'avoit trouvée le matin à deux ou trois minutes vers l'ouest de sa déclinaison moyenne , & le lendemain matin , il l'observa d'abord à quinze ou seize minutes vers l'ouest.

Dom Mann a souvent observé à Nieuport des variations magnétiques irrégulières fort sensibles pendant de grandes aurores boréales (1). Le P. Weiss, célèbre astronome de Tyrnaw en Hongrie, a observé, le 18 Janvier 1770, une aurore boréale & plusieurs variations considérables dans la déclinaison de la boussole.

M. Bergmann a aussi souvent observé qu'une forte aurore boréale troubloit la direction de l'aiguille aimantée. (2)

M. Celsius & M. Hiorter se sont également apperçus que cette aiguille étoit quelquefois troublée & comme inquiète, lorsque la lumière boréale montoit jusqu'au zénith, ou passoit au delà vers la partie méridionale du ciel ; de manière que sa décli-

(1) Mémoires de l'Académie de Bruxelles, tome I, pag. 271.

(2) Transactions Philosophiques, tome LII, partie II, pag. 485.

naïson sembloit suivre cette lumière, & varier quelquefois de trois ou quatre degrés en quelques minutes de tems.

Plusieurs physiciens, tant en Angleterre qu'en Allemagne, ont été également témoins des variations singulieres & curieuses que l'aiguille aimantée éprouve dans le tems des aurores boréales. M. le Monnier pense qu'on ne peut se refuser d'accorder qu'au tems des aurores boréales, l'abondance & le jeu du fluide électrique & du fluide magnétique ne s'y manifestent; & qu'au tems des ouragans dont les aurores boréales sont les précurseurs, l'un & l'autre fluide ne soient encore en action; c'est ce que l'on reconnoît, dit-il, soit avec les piques & les aiguilles électriques, soit avec les aiguilles de boussole. (1)

L'illustre M. de la Lande dit encore dans son excellente astronomie : « les aurores boréales semblent avoir bien du rapport avec les phénomènes électriques; elles font varier sensiblement la direction de l'aiguille aimantée; elles électrifient des pointes isolées, placées dans de grands tubes de verre; on assure même avoir entendu un pétille-

(1) Loix du Magnétisme, pag. 116, 117. 1776.

ment dans les aurores boréales, semblable à celui des étincelles électriques. Suivant les rapports qu'on observe entre la matière de l'aimant & celle de l'électricité, il ne seroit point étonnant que la matière électrique se portât vers le nord, & fortît par les pôles de la terre, vers les parties sur-tout où il y a le plus de minéraux ; dans ce cas, elle pourroit produire les aurores boréales »

J'ai observé plusieurs fois dans l'aiguille aimantée des variations pendant les aurores boréales, avec des appareils que j'avois préparés d'avance à ce dessein. Pour cet effet, ayant isolé des aiguilles de boussole, j'ai observé pendant l'aurore boréale du 29 Février 1780, que leurs agitations étoient plus grandes que celles de même longueur, qui n'étoient pas isolées : l'isolement consistoit à placer ces aiguilles à chape d'agate, de huit pouces trois lignes de longueur, sur un plan de verre assez épais, ou sur un gâteau de poix résine, & dans une boîte de verre de dix pouces & demi en carré. J'ai fait encore une autre expérience assez concluante & toujours relative à l'électricité ; j'ai fait pratiquer aux deux extrémités d'une aiguille aimantée, des mêmes dimensions que les précédentes, une pointe inclinée à l'axe de

l'aiguille , à peu près comme on le voit dans ces croix de fils de laiton suspendus au milieu par une chape , & qu'on place sur le premier conducteur électrique , pour les faire tourner par l'éruption du fluide électrique , dans l'air , sous forme d'aigrette lumineuse ; & j'ai observé dans ce cas où l'isolement avoit encore lieu , que les variations étoient plus grandes & plus multipliées que celles des aiguilles précédentes. Durant l'apparition de l'aurore boréale , du 15 Février 1781 , sur les huit heures & demie du soir , en répétant les mêmes expériences , j'obtins les mêmes résultats.

Dans l'observation que je fis à Paris , le 27 Avril 1783 , vers les onze heures , d'une superbe aurore boréale , je remarquai de semblables agitations dans les premières aiguilles ordinaires de bouffole. Le 29 , sur les huit & trois quarts , il y eut une belle aurore boréale , avec deux arcs distingués , un segment obicur & trois ou quatre colonnes de lumière , mais sans agitation ; tandis que dans celle du 27 , on voyoit dans tous les jets de flamme , qui étoient nombreux , une grande agitation , de grands mouvemens d'ondulation , qui formoient un des plus beaux spectacles que j'aie jamais vus , quoique j'aie observé un grand nombre de phénomènes de ce genre.

Si à toutes ces observations on joint celles qu'on a faites constamment de tous côtés, que les variations de l'aiguille aimantée ont lieu dans les jours où le tems est disposé à l'orage, ainsi que le P. Cotte, plusieurs physiciens & moi l'avons observé ; on ne pourra s'empêcher de conclure que l'aurore boréale est un phénomène d'électricité.

Mais pour achever de donner le dernier degré de conviction dans cette matiere, nous allons décrire en peu de mots quelques expériences d'électricité, qui représentent l'aurore boréale, & montrent que ce météore ne dépend que du fluide électrique dans un grand degré de raréfaction, tel qu'il est dans le vuide & dans les hautes régions de l'atmosphère.

Supposons que le tube *M*, fig. 6, soit vuide d'air & fermé hermétiquement ; dès qu'on l'approche d'une machine électrique en mouvement, on voit dans son intérieur une belle lumière phosphorico-électrique, pâle, blanchâtre, qui en remplit toute la capacité. Dans la figure 7, le tube *N*, *O*, contient un peu de mercure au fond de la boule inférieure *O* ; il en est de même de l'espece de petite bouteille *P*, *Q*, fig. 8, qui renferme une petite quantité de vis argent. L'un & l'autre sont purgés d'air, & fermés ensuite

à la lampe de l'émailleur , & ils donnent aussi de la lumière, lorsqu'on les approche d'un conducteur électrisé. L'effet lumineux est le même lorsqu'on les frotte, ou lorsqu'on agite & secoue un peu les tubes ou boules qui contiennent du mercure. Mais rien dans ce genre n'est plus brillant que l'expérience du soleil électrique qu'on voit dans la fig. 9. Il est composé, par exemple, de dix tubes de verre vuides d'air, & fermés hermétiquement par leurs deux extrémités : on les dispose en forme de soleil, en les fixant d'un côté dans un double cercle de métal, où sont soudés autant de petits tubes de fer blanc arrangés en rayons, partant d'un centre ; & de l'autre, pour plus de solidité, sur-tout lorsqu'ils sont longs, à un fil de cuivre circulaire auquel ils sont attachés. Si on approche cet appareil d'une machine électrique mise en action, on voit aussi-tôt une belle lumière électrique remplir toute la capacité intérieure de ces tubes de verre, dont quelques-uns sont droits, & les autres en serpentaux. Rien n'est plus magnifique que l'effet qu'ils présentent ainsi réunis. Leur lumière est animée comme celle de l'aurore boréale par un mouvement tremblottant, si on peut parler ainsi, qu'on ne se lasse jamais de voir. Elle est encore plus belle, lorsque le fil de

cuivre circulaire est électrisé, & qu'on tire des étincelles du cercle métallique qui est au centre, ou réciproquement. On peut encore faire construire plus simplement cet appareil, en n'employant que la moitié du nombre des tubes qu'on se propose, & en leur donnant une double longueur. Alors on supprime le cercle du centre, & on attache ces tubes par le milieu, avec un fil de fer mince & flexible; le grand fil de cuivre circulaire est toujours conservé.

On peut donner à ces tubes de verre, purgés d'air, une disposition plus approchante de la figure des jets de lumière qu'on observe dans les aurores boréales. Pour cela, il suffit, de planter dans un demi-cercle de métal, fait comme celui dont nous avons parlé, autant de tubes vuides d'air, qu'il y aura de tuyaux de métal pour les recevoir; & de mettre un fil de fer de figure demi-circulaire à leur extrémité la plus élevée: dès qu'on électrisera, on verra une représentation des jets de lumière, des colonnes lumineuses qu'on observe dans les aurores boréales. Mais dans un instant, on verra quelques expériences plus ressemblantes à ce brillant météore.

Un récipient à goulot, garni d'une virole; & dans l'intérieur duquel on mastique la tu-

bulure d'un petit matras à moitié plein d'eau, comme on le voit dans la fig. 11, présente encore une espece d'image de l'aurore boréale. *AA* est ce récipient de machine pneumatique ; *B*, le petit matras qui fait ici fonction de bouteille de leyde ; *C*, tubulure du matras ; *D*, crochet semblable à celui de la bouteille de leyde ; *EE*, conducteur de la machine électrique ; *FF*, platine inférieure de métal mastiquée au récipient ; *G*, robinet qui se viffe à la tetine de la machine pneumatique , afin de pouvoir transporter cet appareil, en fermant le robinet *G*, après avoir fait le vuide. Dès qu'on électrise le conducteur, & que la bouteille de leyde *B* se charge dans l'intérieur de fluide électrique, sa surface extérieure se décharge en proportion de sa quantité naturelle d'électricité ; ce qui devient visible par plusieurs jets superbes de fluide électrique, qui se répandent dans toute la capacité du récipient vuide d'air.

On remarque encore des apparences lumineuses très-brillantes & animées de mille mouvemens divers dans un grand matras *H*, tel que celui de la figure 12. Son goulot est armé d'une virole *G*, à laquelle s'adapte un robinet *I*. La partie supérieure du matras porte une petite calotte de cuivre surmontée d'une petite boule du même métal. Ce

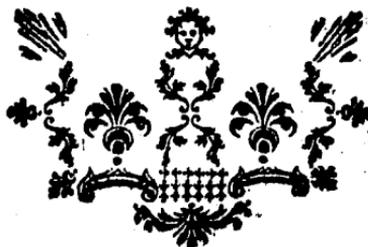
réci­pient ayant été purgé d'air, par le moyen de la machine pneumatique, montre un des plus beaux spectacles, lorsqu'on le place convenablement près d'une machine électrique en jeu. Sa capacité intérieure est entièrement remplie d'une belle lumière électrique & d'une infinité de jets lumineux, agités de différentes manières. L'approche de la main & des doigts semble leur donner de l'activité. Un grand tube de six ou sept pieds de longueur, & d'un grand diamètre, offre également un magnifique spectacle; après qu'il a été vidé d'air, & qu'ayant fermé le robinet par lequel on l'applique à la machine pneumatique, on l'approche de la machine électrique. Voyez la figure 13. On remarque dans ces expériences, que selon l'intensité de l'électricité, le feu électrique est blanc ou rougeâtre.

Mais rien, à mon avis, ne représente mieux l'aurore boréale que l'expérience suivante que j'ai imaginée & exécutée depuis plusieurs années: soit un réci­pient *RR*, de machine pneumatique, figure 14, garni à son goulot d'une virole *V*; d'une boîte à cuir *C*; d'une tige de cuivre qui traverse la boîte à cuir *C*, & le réci­pient *RR*. Supposons que cette tige, par son extrémité inférieure, se visse à un petit écrou *E*, qui est au milieu

milieu d'une espece de croissant de métal , dont le bord intérieur porte des pointes angulaires ; & que de plus , on place sur la machine pneumatique le segment circulaire *SS* , soit qu'il se visse par une douille à la tetine de la machine pneumatique , soit qu'il soit supporté par deux petits pieds à patte : ce segment circulaire a sur son bord des especes de dents ou de pointes angulaires , correspondantes à celles du croissant . Le bout étant ainsi en place sur la platine de la machine pneumatique , dès qu'on électrise l'anneau de la tige de la boîte à cuir , on voit tout l'intérieur du récipient , après qu'on l'a vuide d'air , rempli d'une superbe lumiere ; & on observe des jets de feu s'élançant des pointes du croissant à celles du segment inférieur qui est sur la platine de la machine pneumatique . Ces jets , ces colonnes lumineuses , ces rayons brillans ressemblent parfaitement à ceux de l'aurore boréale , qui s'élancent du haut de l'atmosphère où l'air est très-peu dense sur le globe de la terre qui est ici désigné par le segment circulaire , comme le haut de l'atmosphère l'est par le croissant . Les pointes angulaires sont mises ici pour donner de la régularité aux rayons , & augmenter , s'il est possible , la magnificence du spectacle . Lorsqu'on a

82 DE L'ÉLECTRICITÉ

confidéré attentivement les différentes circonstances de cette expérience, & l'exakte ressemblance qu'il y a entre elle & l'aurore boréale qui est dans les cieux, on ne peut s'empêcher d'être entièrement persuadé que l'aurore boréale est un phénomène électrique, ainsi que nous l'avons expliqué.



 QUATRIÈME PARTIE.

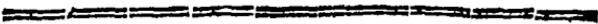
Des Météores Aqueux.

LES météores aqueux dont nous allons nous occuper sont de la plus grande utilité, & on doit même regarder quelques-uns d'entr'eux comme d'une nécessité indispensable pour les végétaux & les animaux. En effet, sans les rosées & les pluies qui purifient & rafraîchissent l'air, qui fécondent les terres & nourrissent les plantes, & sont l'origine des sources, des rivières & des fleuves, &c. que deviendroient tous les êtres organisés qui couvrent la surface de la terre ?

Sous le nom de météores aqueux, on comprend tous ceux qui sont formés par les vapeurs répandues dans l'atmosphère. Telles sont principalement, les brouillards, la pluie, la rosée, la neige & la grêle. Ces météores dépendent de différentes causes. Le fluide électrique ayant, dans plusieurs circonstances, une influence marquée sur eux, il est nécessaire d'examiner en détail ce qui peut avoir rapport à cette matière dans un traité qui est spécialement consacré à cet objet.



CHAPITRE PREMIER.

Des Vapeurs & des Exhalaisons.

ARTICLE PREMIER.

*De la quantité des Vapeurs & des Exhalaisons
contenues dans l'Atmosphère.*

LES vapeurs sont ces substances aqueuses qui s'élevent continuellement dans l'atmosphère & qui y flottent au gré des vents. On ne sauroit douter de la quantité prodigieuse de vapeurs contenues dans l'air qui environne le globe de la terre, & qui sont le résultat de la grande évaporation qui a lieu par-tout & en tout tems. Dans le chapitre VI de *l'Électricité des Végétaux*, (première partie,) nous avons traité de la grande quantité d'eau que fournissent à l'atmosphère les mers, les fleuves, les terres, les végétaux, les animaux, &c. & qui sert de milieu conducteur à l'électricité naturelle qui regne dans l'air. On y verra

combien grande est l'évaporation, soit en hiver, soit en été. Les expériences de MM. Sédileau, Gauteron, Basin & de plusieurs autres, y sont rapportées. On y trouve aussi le calcul de la quantité d'évaporation de la mer Méditerranée, de la mer Morte & de celle qui est entre les Tropiques, évaporation qui est chaque jour de quatorze trillions deux cents soixante & seize billions deux cents cinquante millions de pieds cubiques d'eau. On y voit encore la somme de l'évaporation de la surface des terres; celle de la transpiration de ce peuple immense de végétaux qui couvrent la superficie du globe terraquée, & celle du nombre des hommes & des animaux qui habitent la terre entière; objets curieux sur lesquels nous avons donné des détails satisfaisans, & qui prouvent que cette eau ainsi évaporée, dont la quantité égale le tiers de la masse de l'air, s'élève dans l'atmosphère, où elle reste suspendue à différentes hauteurs. Mais la hauteur extrême des vapeurs élevées dans l'atmosphère, nous paroît de quatre mille quatre cents toises, comme M. Bouguer l'a fixé dans la figure de la terre.

Pour compléter ce qui avoit rapport à ce sujet, nous avons rapporté dans l'ouvrage

que nous venons de citer, les principales expériences que divers savans ont faites, pour prouver directement, que l'air de l'atmosphère contenoit une grande quantité d'eau. L'alkali fixe végétal, bien sec, par exemple, attire en tout tems & en tout lieu, même dans un air sec, une quantité considérable d'humidité dont il se charge. Sans parler ici des expériences qu'on voit sur cet objet dans l'Électricité des Végétaux, nous en ferons connoître ici une qui est très-décisive & dont nous n'avons pas encore fait mention.

Si on transporte un vase de verre ou de métal d'un endroit frais dans un endroit chaud, bientôt il se couvrira par tout de gouttes d'eau. Il en est de même si on y met de la glace; au milieu de l'été le plus sec, on verra également ce phénomène (1). Les académiciens de Florence, pour faire cette expérience, se servirent autrefois d'un entonnoir de verre fermé par en bas & terminé en pointe. Après l'avoir rempli de glace, ils le suspendirent dans l'air. La surface de l'entonnoir se couvrit bientôt d'humidité; & de nouvelles vapeurs s'unissant aux premières, augmentèrent leur

(1) Muschenbroëck, tome III, pag. 189.

masse & formerent ensuite des gouttes d'eau très-abondantes, qu'on vit peu après tomber & distiller dans un vase destiné à les recevoir. On sent que rien n'est plus facile que de mesurer la quantité de cette eau, laquelle est plus ou moins grande dans un tems que dans un autre; cet effet dépendant de la différence qu'il y a entre la température de la glace & celle de l'air du lieu dans lequel se fait l'expérience.

ARTICLE II.

De l'Élévation & de la Suspension des Vapeurs & des Exhalaisons.

APRÈS avoir démontré l'existence des vapeurs répandues dans l'atmosphère, il est à propos d'examiner la cause de leur élévation. Par quel pouvoir l'eau qui est sur la surface de la terre, parvient-elle à s'élever dans l'air, même jusqu'à la région des nuages? L'eau est huit cent cinquante fois plus pesante que l'air; dans cet état, il est impossible, selon toutes les loix de l'hydrostatique, qu'elle puisse monter à une si grande hauteur, ou même déplacer tant soit peu

l'air qui est à sa surface. Mais, puisque l'observation prouve que l'eau s'éleve dans l'atmosphère, il faut donc qu'elle devienne plus légère dans l'état de vapeurs que dans celui d'eau ordinaire, & qu'elle soit huit cent cinquante-une fois moins pesante qu'elle ne l'étoit d'abord.

Pour cet effet, il faut ou que le volume de chaque molécule de l'eau augmente proportionnellement, la masse restant la même; ou que, le volume & la masse ne changeant pas, les molécules de l'eau deviennent plus légères respectivement par leur union avec une substance beaucoup plus légère qu'elles, de la même manière, v. g. que du liege sert à soutenir sur l'eau le corps d'un homme, qui sans cette association tomberoit au fond d'une rivière. Ce principe est de la dernière certitude.

Lorsque l'eau est exposée à un certain degré de chaleur, sa masse est raréfiée & son volume augmenté en proportion; si cette chaleur devient plus grande, l'effet s'accroît dans la même raison, & l'on voit l'eau, même avant que de bouillir, commencer à s'élever sous la forme d'une espece de fumée. Lorsque la chaleur est de quatre-vingts degrés, & que l'ébullition est complète, les molécules de l'eau s'élevent en

plus grande quantité, & en peu de tems la masse d'eau disparoît.

Si l'eau ne bout point à l'air libre, mais est renfermée dans des vaisseaux clos, elle reçoit un degré de chaleur beaucoup plus grand que celui de l'eau bouillante, & se réduit proprement en vapeurs. C'est alors que son expansion peut être quatorze mille fois plus grande que dans son état naturel & qu'elle acquiert une force capable des plus puissans effets ; ainsi que l'expérience des pompes à feu, & plusieurs autres le prouvent de la maniere la plus démonstrative.

Dans ces différentes circonstances, non seulement le volume des molécules de l'eau est augmenté, mais encore leur masse est unie avec plusieurs particules de feu, lesquelles sont sans contredit plus légères que l'eau & que l'air même ; la raison de ces deux effets est, que le propre du feu est de raréfier toutes les matieres fluides & solides qui sont soumises à son action, & que ces molécules de l'eau ont acquis un degré de chaleur plus ou moins grand. Elles doivent donc s'élever dans l'air de l'atmosphère par ces deux causes.

Mais cet effet, c'est-à-dire, l'élévation des molécules d'eau ne peut avoir lieu qu'autant

que la cause subsiste, & elle n'existe pas toujours. Dès que l'eau s'est élevée au dessus du vase où elle est contenue, elle se trouve dans un milieu dont le degré de chaleur est de beaucoup plus petit que celui du vase; en continuant à s'élever, elle parvient à un milieu de plus en plus froid, ainsi qu'il est facile de le montrer par l'inspection d'un thermomètre; d'où il résulte, que l'augmentation du volume des molécules de l'eau & leur association avec plusieurs particules de feu doit proportionnellement diminuer. Car l'eau qui s'élevoit, plongée dans un milieu de plus en plus froid, doit proportionnellement perdre de son feu & conséquemment se condenser dans la même raison. Mais à une petite hauteur au dessus du vase, elle est dans un milieu dont la température est égale à celle du lieu où l'eau étoit dans l'état de liquide avant que d'avoir été mise sur le feu. Les molécules d'eau, ayant perdu successivement toute leur raréfaction, tout le feu qu'elles avoient acquis, auront donc la même densité qu'elles ont dans leur état naturel, & conséquemment retomberont bientôt sur la terre. D'où il suit, que la cause qui faisoit élever l'eau, cesse bientôt de produire cet effet; parce qu'elle perd son activité, & qu'elle est absolument impuissante pour faire monter les molécules de

l'eau jusqu'à la région des nuages, où le froid est très-grand.

A toutes ces considérations, ajoutons en une qui est très-essentielle, c'est que la chaleur, qui est à la surface de la terre, est bien éloignée d'approcher de celle de l'eau bouillante, que nous avons supposée dans notre exemple précédent, elle n'en est pas ordinairement le tiers. Celle des molécules d'eau qui s'élèveront naturellement dans l'atmosphère, sera donc bien plutôt diminuée par la communication qui en sera faite à l'air de l'atmosphère, & l'effet bien plus éloigné d'être produit. On ne peut donc, par ce moyen, expliquer l'élévation des vapeurs jusque dans la région des nuages; cependant la cause assignée est la seule qui pût se présenter avec un air de vraisemblance. Quelque cause qu'on ait imaginée jusqu'à présent; son activité doit être d'autant moindre, qu'elle agit à une plus grande distance de la surface de la terre, parce que le froid y est d'autant plus considérable.

Cependant, comme tout effet suppose une cause, tâchons d'en assigner une, qui soit capable de produire l'élévation des molécules d'eau jusque dans la région des nuages, malgré le froid qui y regne perpétuellement, & qui soit indépendante de toute chaleur. L'élec-

tricité est cette cause, & en la supposant seule, elle peut donner naissance à tous les phénomènes qu'on remarque dans l'élevation des vapeurs.

Il est de principe, que plusieurs corps électrisés au même degré se repoussent mutuellement ; & que les corps électrisés attirent ceux qui ne sont pas dans cet état, ou en sont attirés : la répulsion & l'attraction électriques étant des phénomènes constans, dont l'existence ne sauroit être mise en doute. Il n'est pas moins certain que la masse de la terre & celle de l'atmosphère, sont tantôt plus, tantôt moins électrisées. Quelquefois les nuages & l'atmosphère sont électrisés positivement, d'autres fois ils le sont négativement. Nous avons rapporté précédemment les expériences & les observations de Francklin, de Kinnerley, de Canton & de plusieurs autres physiciens, qui établissent de la manière la plus péremptoire, que l'air de l'atmosphère est électrisé, tantôt positivement, tantôt négativement. Si l'atmosphère est électrisé en plus, la terre l'est en moins ; lorsque l'atmosphère est électrisé en moins, le globe de la terre l'est en plus ; & dans ces deux cas, le fluide électrique surabondant dans un lieu, s'en échappe par les loix de l'équilibre, pour se porter dans les endroits où il y en a moins. Mais le fluide

électrique ne peut ainsi s'échapper, par exemple, de la terre dans l'atmosphère, qu'il n'entraîne avec lui de petites molécules d'eau, & ne soit ainsi la cause de leur élévation.

Supposons que, l'atmosphère étant électrisée négativement, le fluide électrique soit surabondant dans la terre, celui-ci doit; pour se mettre à l'égalité, se répandre dans l'atmosphère, ainsi que nous l'avons dit. Dans cette circonstance, toutes les parties solides & fluides qui sont dans la terre, seront aussi pleines du fluide électrique; toutes leurs parties se repousseront, & tendront à s'échapper & s'échapperont effectivement, lorsque leur force de cohésion sera inférieure à la force de la répulsion électrique. Ainsi toutes les parties volatiles & susceptibles d'évaporation, environnées d'une atmosphère électrique, ainsi que tous les corps électrisés & poussés par la répulsion électrique, se détacheront de la surface de la terre & s'élèveront aussi haut que leur force répulsive l'exigera. Une autre cause joignant son activité à la précédente, il en résultera un effet composé qui sera en proportion; cette seconde cause sera l'attraction électrique; car, si la terre est électrisée positivement & l'atmosphère négativement, la masse de l'atmosphère attirera les molécules aqueuses, les vapeurs dont la ré-

nuité & la volatilité leur permettront d'obéir à l'action de ces deux causes. De cette manière, les particules aqueuses, qui sont dans la terre ou près de sa surface, s'élèveront de la terre dans l'atmosphère, même jusque dans la région des orages où, selon l'hypothèse admise, regne l'électricité négative, qui, par son attraction sur de petits corps légers, les attirera jusqu'à elles, malgré le froid qui regne dans l'atmosphère.

Si quelqu'un avoit peine à comprendre, comment les molécules d'eau, plus pesantes spécifiquement que l'air, s'élèvent néanmoins dans l'air par la répulsion & par l'attraction électrique; il lui suffiroit de se rappeler que, lorsqu'on a mis sur une platine de cuivre électrisée de petites parcelles de feuilles d'or, on les voit aussi-tôt repoussées en haut, malgré l'effort de la gravité, & de plus attirées par les corps environnans qui ne sont pas électrisés. Il en est de même, lorsque la surface de la platine est parsemée de petites goutelletes d'eau: chacun de ces petits corps légers est alors environné d'une atmosphère électrique. On peut encore ajouter ici les expériences sur l'évaporation & la transpiration dont on a fait mention dans l'ouvrage de *l'Électricité du Corps Humain*.

Il y a quelques années que j'ai fait une

expérience curieuse, qui sert merveilleusement à confirmer la même vérité. J'ai fait construire en baudruche, matière très-légère, un petit ballon, de deux pouces environ de diamètre, plein d'air atmosphérique, & attaché à l'extrémité d'un fil. Je l'ai présenté, en cet état, à une certaine distance, au dessous d'un conducteur de machine électrique, retenant avec la main l'autre bout du fil. Aussi-tôt qu'on a commencé à faire agir la machine électrique, le petit aërostat s'est élevé successivement, autant que la longueur du fil le permettoit; si on déployoit plus de fil, l'élévation augmentoit jusqu'à ce que le petit ballon fût parvenu au point de contact avec le conducteur. A mesure que le ballon s'élève, on sent l'effet d'une force bien marquée, qui devient encore plus sensible, lorsqu'on retire le fil assez fortement pour le faire descendre.

Je ne dirai point ici que, par cette expérience, on peut prouver que le fluide électrique, qui regne dans les hautes régions de l'air, est une cause qui concourt, avec la légèreté spécifique du fluide renfermé dans les ballons, à l'élévation des aërostats dans l'atmosphère; parce que j'ai traité de cet objet, dans mon ouvrage sur les Globes Aërostatiques: mais je ferai observer que,

dans cette expérience, on voit un corps plus pesant que l'air, tel qu'est le petit ballon de baudruche, quoique plein d'air atmosphérique, s'élever vers le conducteur de la machine dès qu'on électrise; se soutenir en l'air, tant que l'électrification dure; & retomber ensuite, dès qu'elle cesse: effet nécessaire de l'attraction électrique.

De ces expériences, on ne peut s'empêcher de conclure que les vapeurs & les exhalaisons qui s'élevent continuellement du globe de la terre, ne montent dans l'atmosphère que par un effet de l'attraction ou de la répulsion électrique, ou de toutes les deux ensemble.

C'est de cette manière que nous expliquerons d'une façon sûre, claire & intelligible à tout le monde, l'évaporation qui a lieu continuellement sur la surface des fleuves, des étangs, des mers, & sur la superficie entière de notre globe terraqueé. C'est encore par là qu'on peut concevoir la cause de la transpiration des végétaux & des animaux, qui est très-considérable, ainsi que nous l'avons prouvé dans notre *Électricité des Végétaux*.

La cause qui fait élever les vapeurs, est encore la même qui les retient suspendues dans l'air; car, dans les expériences précédentes, la répulsion électrique qui élève les
corps

corps légers, les retient suspendus à une certaine distance du conducteur, tant que l'électricité est au même degré de force; si elle diminue, ils retombent; si elle augmente, ils s'éloignent encore davantage. Il en est de même de l'électricité de l'atmosphère & des vapeurs.

Les vapeurs qui s'élevent ainsi de toute la surface de la terre jusque dans la moyenne région de l'atmosphère, sont le vrai véhicule que la nature emploie pour distribuer, dans la masse d'air qui environne notre globe, le fluide électrique, qui souvent est accumulé dans certaines régions de la terre. Elles produisent un effet contraire à celui des pluies qui nous transmettent l'électricité de l'atmosphère. La rosée, le serain, les brouillards, les pluies, les vapeurs, sont les moyens simples que la nature met en œuvre pour opérer la circulation du fluide électrique de l'atmosphère dans la terre, & de celle-ci dans l'atmosphère.

On ne sauroit douter de ces vérités, quand on se rappelle que l'eau, soit dans l'état de liquide, soit dans l'état de fluide, c'est-à-dire, dans son état naturel, ou sous forme de vapeurs, est un excellent conducteur du fluide électrique. Cette vérité a été établie par plusieurs expériences, dans les chapitres VII

98 DE L'ÉLECTRICITÉ

& VIII de la première partie de l'*Électricité des Végétaux*, (pag. 81 & 91 ,) lesquels sont entièrement consacrés à cet objet , & nous y renvoyons nos lecteurs. Il nous suffira de dire ici : 1°. que l'eau , après les métaux , est regardée comme la meilleure matière conductrice qui soit connue ; 2°. que la fumée & la vapeur de l'eau transmettent très-bien la matière électrique , ce qui consiste par l'expérience d'une bougie fumante , ou d'un vase plein d'eau bouillante , placés sur des conducteurs de la machine électrique , & au dessus desquels on suspend des boules de liège isolées , dont l'écartement montre la communication de l'électricité par l'intermède de la vapeur & de la fumée ; 3°. enfin , qu'il est bien prouvé que la vapeur de l'eau peut recevoir une quantité d'électricité , beaucoup plus considérable que l'eau même dans son état de fluidité.

Ce que nous avons dit des vapeurs , doit être appliqué en général aux exhalaisons , à quelques différences près. Par exhalaisons , on entend toutes les substances volatiles qui ne sont pas de nature aqueuse , & qui s'élèvent dans l'atmosphère comme les vapeurs , & s'y soutiennent à différentes hauteurs. Il est inutile de faire observer , que , tous les corps , des trois regnes de la nature , four-

nissant des exhalaisons, celles-ci doivent être très-différentes entr'elles & infiniment variées; tandis que les vapeurs, étant toutes aqueuses, sont toutes de la même nature, & conséquemment toutes conductrices du fluide électrique.

Seroit-ce trop hasarder que de faire dépendre *en partie*, de l'électricité de l'atmosphère, les variations du barometre? Personne ne doute que l'élévation & la suspension du mercure, dans le tube de Toricelli, ne soient produites par la pesanteur de l'air; & qu'en général cette pesanteur, plus ou moins grande, n'élève plus ou moins haut le mercure du barometre; que les vents plus ou moins forts, que la présence des vapeurs & des exhalaisons, tantôt plus, tantôt moins abondantes, n'influent sur les variations du barometre. Mais aussi on ne peut raisonnablement contester, que le fluide électrique, en s'échappant si souvent de la terre pour s'élever dans l'air, ne diminue en partie la pesanteur de l'air & celle des vapeurs qui y sont disséminées: effet qui ne peut avoir lieu, sans occasioner un abaissement plus ou moins grand dans le mercure du barometre, c'est-à-dire, sans être une des causes des variations dans le barometre.



C H A P I T R E I I.

Des Nuages.

LES molécules aqueuses qui s'élevent de la terre, ne sont pas toujours assez grossières pour rester suspendues près de la surface de la terre & y former des brouillards; souvent elles sont assez atténuées, assez subtilisées pour monter jusque dans la région des nuages, & pour former, par leur assemblage, ces masses de vapeurs auxquelles on a donné le nom de nuées. Le fluide électrique qui s'échappe de la terre, entraîne avec lui, comme on l'a vu précédemment; les vapeurs aqueuses qui sont dans la terre; si elles ont trop de masse, il ne les élèvera qu'à une petite distance, proportionnée à leur poids & à l'énergie actuelle de l'électricité; c'est ainsi qu'on voit des corps légers placés sur le conducteur, s'élevent, lorsqu'on électrise, à une hauteur plus ou moins grande, selon leur masse & suivant la force actuelle du fluide électrique; & si plusieurs de ces corps sont trop pesans, ils restent en contact avec le conducteur.

Plusieurs particules aqueuses , à mesure qu'elles s'élevent , se joignent successivement avec d'autres qui sont disséminées dans l'air , auxquelles le fluide électrique de la terre n'a pas encore été communiqué , parce que nous supposons ici le premier instant d'un passage du positif au négatif ; ces particules deviennent donc plus pesantes qu'un égal volume d'air , & retombent sur la terre des différentes hauteurs où elles étoient parvenues. Mais beaucoup d'autres de ces vapeurs très-subtilisées , s'élèveront jusqu'à une grande hauteur , suivant le degré de siccité de l'air , & le degré d'électricité qui regne , degré relatif à la force actuelle du fluide électrique qui s'échappe de la terre , & à la différence de l'électricité positive de la terre , de l'électricité négative des nuages & de la région moyenne de l'atmosphère.

Pour se faire une idée claire des nuages , il faut les considérer comme de grands brouillards , plus élevés que ceux qui sont près de la terre. Tous ceux qui ont été sur les hautes montagnes en sont convaincus & l'ont observé distinctement. Dans plusieurs de mes voyages , entrepris pour des observations particulières sur l'histoire naturelle , & pour mieux connoître les grands phénomènes de la nature relatifs aux météores ; j'ai vu plu-

siens fois, étant au pied des montagnes ; des nuages dans lesquels une partie des montagnes étoit plongée ; mais lorsque j'étois parvenu à la moitié environ de la hauteur, je me trouvois plongé dans les nuages, qui n'étoient que des brouillards, semblables en tout à ceux qui sont si communs en hiver, près de la surface de la terre. Arrivé au sommet, je voyois, au dessous de moi, ces nuages qui me cachotent la terre & les vallons que j'avois traversés, & au dessus j'apercevois un ciel pur & serein.

C'est à ces nuages, c'est-à-dire, à ces amas de vapeurs que nous devons, lorsqu'ils sont poussés principalement sur le côté des montagnes qu'ils humectent, l'origine des sources & des fontaines, & conséquemment des ruisseaux, des rivières & des fleuves, qui coulent en divers endroits, sur la surface de la terre, pour se rendre à la mer ; & c'est ensuite de la surface des terres & des mers, que cette eau, par l'effet d'une évaporation continuelle, est élevée de nouveau dans la région des nuages d'où elle retombe en pluie, &c.

Plusieurs causes étant capables d'accumuler une certaine quantité de fluide électrique dans une portion de l'atmosphère, & par conséquent dans quelques nuages qui en

feront alors surchargés, alors le fluide électrique tendra continuellement, par les loix de l'équilibre, à s'en échapper, soit sur d'autres nuages qui ne sont point électrisés, ou qui ne le sont pas au même degré; soit sur différens endroits de l'atmosphère, principalement sur différens lambeaux de nuages; soit sur la terre & les montagnes, lorsqu'ils en feront à une juste distance. Les nuages ainsi surchargés de fluide électrique, portent le nom de nuages orageux. On les remarque ordinairement aux approches des orages, même avant que le tonnerre gronde; ils sont souvent d'une couleur tirant sur le noir, du moins dans le milieu, leur surface est terminée par des contours irréguliers; on voit même autour d'eux des parcelles de nuées qui paroissent en être des lambeaux séparés, qui se réunissent ensuite dans quelques circonstances.

Quelquefois on n'apperçoit qu'un seul de ces nuages orageux, d'autre fois on en voit plusieurs. Mais dans ces deux circonstances, le nuage orageux attire & repousse successivement plusieurs autres nuages, qui ne paroissent être que des nuages ordinaires. Après quelques mouvemens de ce genre, qu'on compareroit assez bien aux flots d'une mer en fureur; tous ces nuages semblent réunis, & ne

former qu'une seule masse, qui entrouvre plusieurs fois son sein pour faire briller des éclairs & entendre un bruit imposant. Quelquefois même on voit des explosions sous la forme de lames de feu qui s'élancent en serpentant, soit dans l'air, soit sur la terre; & ces phénomènes, qui varient suivant la grandeur des nuées, leur masse, leur figure, durent plus ou moins de tems, selon la force de l'électricité & d'autres circonstances.

Ces nuages noirs & opaques, ordinairement si chargés d'électricité, sont observés non seulement dans des tems d'orage, mais encore dans des jours où le tonnerre ne gronde pas. Les nuages qui ont une grande étendue, contiennent aussi beaucoup de feu électrique; ceux qui sont violemment agités par l'action des vents, sont imprégnés d'une grande quantité de matière électrique. Elle augmente selon la force des vents; & elle paroît à son plus haut point d'énergie, lorsqu'il y a un combat de vents impétueux & opposés. A mesure que ces divers nuages noirs ou étendus, poussés par un ou plusieurs vents, approchent de l'appareil élevé pour les recevoir, les effets électriques deviennent plus grands; & ils

s'affoiblissent & diminuent à proportion que ces nuées différentes s'en éloignent.

Ces nuages qui donnent de l'électricité aux appareils au dessus desquels ils passent, ou sont seulement des conducteurs de l'électricité des couches supérieures de l'atmosphère, ou bien renferment une électricité qui leur est propre à cause des exhalaisons idio-électriques qu'ils contiennent avec les vapeurs. On n'a point encore déterminé d'une manière bien certaine, laquelle de ces deux opinions est préférable.

Le pere Beccaria, dans ses Lettres sur l'Electricité, a très-bien décrit l'état du ciel dans les tems d'orage; l'illustre Priestley en a également fait mention: nous allons rapporter, d'après ces deux physiciens, les principaux phénomènes que le premier a observés. « La première apparence d'un orage (qui arrive ordinairement lorsqu'il fait peu ou point du tout de vent) est un nuage dense, ou plusieurs, qui augmentent promptement en grosseur, & s'élevent dans les régions les plus hautes de l'air. La surface la plus basse est noire & à peu près de niveau. Mais la supérieure est parfaitement bien voûtée & bien terminée. Souvent plusieurs de ces nuages semblent être entassés les uns sur

les autres, tous voûtés de la même manière. Mais ensuite ils s'unissent, se renflent & étendent leurs voûtes. Dans le tems que ce nuage s'éleve, l'atmosphère est communément remplie d'un grand nombre de nuages séparés, immobiles, & de figures singulieres & grotesques. A l'approche de la nuée orageuse, tous ces nuages vont s'y joindre, & deviennent des figures plus uniformes à mesure qu'ils en approchent, jusqu'à ce qu'étant arrivés fort près du nuage orageux, leurs parties s'étendent réciproquement les unes sur les autres; ils se réunissent aussi-tôt, & ne forment tous ensemble qu'une seule masse uniforme. Il les appelle nuages étrangers, de ce qu'ils viennent pour augmenter la grandeur du nuage orageux. Mais quelque fois le nuage orageux se gonfle & grossit fort vite, sans qu'il s'y joigne aucun nuage étranger, parce que les vapeurs qui sont dans l'atmosphère se forment elles-mêmes en nuage par-tout où passe le nuage orageux. Quelques-uns de ces nuages orageux paroissent comme des franges blanches, sur les bords du nuage orageux, ou au dessous; mais ils continuent constamment de devenir de plus en plus sombres, à mesure qu'ils approchent pour s'unir à lui.

« Quand le nuage orageux est devenu d'une

grosseur considérable, sa surface inférieure est souvent déchirée, y en ayant certaines parties détachées & comme pendantes vers la terre, mais tenant toujours avec le reste. Quelquefois la surface inférieure se gonfle en diverses grosses protubérances, qui tendent uniformément vers la terre : & quelquefois tout un côté de nuage est incliné vers la terre à laquelle son extrémité touche presque. Quand l'œil est au dessous d'un nuage orageux, après qu'il est devenu grand & bien formé, on le voit s'abaisser & devenir prodigieusement obscur ; dans le même tems, l'on voit plusieurs petits nuages étrangers (dont on ne peut jamais appercevoir l'origine) dans un mouvement rapide, & plongeant au dessous dans des directions fort indéterminées. Tandis que ces nuages sont agités du mouvement le plus rapide, c'est alors que la pluie tombe communément avec le plus d'abondance ; & si l'agitation est excessivement grande, il grêle pour l'ordinaire. Tandis que le nuage orageux se gonfle & étend ses branches sur une grande étendue de pays, les éclairs s'élancent visiblement d'une partie de ce nuage à l'autre ; & souvent toute sa masse en est éclairée. Quand le nuage a acquis une étendue suffisante, l'éclair frappe entre le nuage & la terre, en deux endroits

opposés, laissant appercevoir sa trace à travers tout le corps du nuage & de ses branches. Plus ces éclairs durent long-tems, plus le nuage devient rare & moins obscur; jusqu'à ce qu'enfin il se creve en différens endroits, & laisse voir un ciel serein. Quand le nuage orageux est ainsi dispersé; les parties qui occupent les régions supérieures de l'atmosphère, sont uniformément étendues & fort minces; & celles qui sont au dessous sont noires, mais minces de même, & elles se dissipent peu à peu, sans être emportées par aucun vent » (1). Ce savant physicien a remarqué durant le progrès & l'accroissement de la tempête, que, quoique le tonnerre frappât fréquemment la terre, les mêmes nuages étoient prêts, le moment suivant, à faire une décharge encore plus grande; & que l'appareil qu'il avoit dressé pour observer l'électricité de l'air, continuoit à être aussi électrique qu'auparavant. De cette observation & de quelques autres que nous avons rapportées, il s'ensuit que dans un orage ordinaire, il y a une quantité de matière électrique presqu'inconcevable, attendu

(1) Lettere dell' Eletticismo, pag. 107 & suiv. pag. 180, &c. --- Histoire de l'Electricité, par Priestley, tome II. pag. 184 & suiv.

qu'un nombre fort grand de corps pointus, comme les arbres, les clochers, &c. en tirent continuellement, & qu'il s'en décharge une quantité prodigieuse sur la terre ou de la terre.

Les phénomènes que nous observons dans la région des nuées & dans les tems d'orages font très-curieux, & il est à propos d'en connoître la cause. D'après tous les principes établis jusqu'ici, il est bien évident qu'ils dépendent d'une accumulation de fluide électrique dans les nuages orageux qui tend à s'en échapper : vérité bien établie par les expériences & observations faites en différens lieux & en divers tems par un grand nombre de savans, avec des conducteurs atmosphériques, qui donnoient des étincelles d'électricité lorsqu'on en approchoit un excitateur. Nous les avons rapportées au commencement de cet ouvrage, en traitant de l'existence de l'électricité dans l'atmosphère, non seulement dans les tems d'orage, mais encore dans les tems les plus sereins.

Dans les observations particulières sur les nuages orageux, dont nous venons de faire mention dans ce chapitre, on a remarqué que lorsqu'un nuage orageux étoit sur l'horizon, il y avoit plusieurs lambeaux de nuages & même des nuages entiers qui étoient succes-

sivement repoussés & attirés par la nuée orangeuse. Ces effets dépendent immédiatement de la répulsion & de l'attraction électrique, & sont représentés par la répulsion & l'attraction de petites parcelles de feuilles d'or placées sur le conducteur électrique, ou suspendues dans sa sphère d'activité.

Les éclairs & les explosions sont des éruptions du fluide électrique qui tend à se répandre à l'équilibre, & s'échappe d'une nuée à l'autre ou à des parcelles de nuées qui, après leur séparation, ont perdu le fluide électrique dont elles étoient d'abord pourvues. Quelquefois ces éruptions s'élancent dans l'air à des distances plus ou moins considérables; d'autres fois elles parviennent jusqu'à la terre, & ne diffèrent point alors de la foudre.

Nous pensons que ces coruscations, qu'on nomme éclairs de chaleur & qui ont lieu principalement durant l'été & l'automne, n'ont pas une autre origine & ne diffèrent qu'accidentellement de ceux que nous avons décrits. S'ils ne font point entendre de bruit & d'explosion, c'est que le lieu où se passent ces phénomènes, est beaucoup plus éloigné; c'est aussi quelquefois, parce que l'intensité du fluide électrique de ces nuages, n'est pas assez grande pour s'élanter au loin &

produire une explosion assez forte pour être entendue ; ce ne sont quelquefois , que des aigrettes électriques avec des bruissements électriques & non des détonnations.

Afin de représenter les divers phénomènes des nuages orageux , voici les expériences par lesquelles je rends sensible le spectacle magnifique que le ciel nous offre dans les tems où il paroît être en courroux. Je prends une grande jarre électrique , c'est-à-dire , un grand vaisseau de verre , couvert d'une feuille d'étain laminé à l'intérieur & à l'extérieur , à la réserve de deux ou trois pouces environ du côté de l'orifice. Lorsque , par le moyen d'une tige de communication , on a chargé intérieurement la jarre électrique , on voit , si l'expérience se fait dans l'obscurité , des rayons de feu électrique , tendre avec bruissement à s'échapper de la surface intérieure de la jarre à la surface extérieure , qui est dans un état négatif. Lorsqu'on a soin d'entretenir la quantité de fluide électrique dans l'état où il est alors , d'en communiquer à peu près autant qu'il s'en dissipe , ce phénomène dure assez long-tems. Mais si , en tournant plus vite le plateau de la machine électrique , on surcharge le vaisseau étamé ; alors il part une explosion électrique , sous forme d'étincelle en zig-zag , qui fait entendre noi

112 DE L'ÉLECTRICITÉ

de petits bruissements comme auparavant ; mais une explosion & une détonation très-fortes. Ce phénomène peut être également représenté avec un tableau magique , c'est-à-dire , avec un carreau de verre étamé , ou garni d'une feuille d'étain sur ses deux surfaces , à la réserve de deux ou trois pouces environ. (1)

Une autre manière , bien brillante , de représenter ce superbe spectacle du ciel en feu & tout étincelant , dans les tems d'orage , ou dans ce qu'on appelle éclairs de chaleur ; c'est de couvrir la surface extérieure d'un grand tableau magique seulement d'une légère couche d'une poussière métallique , d'aventurine , v. g. qu'on y aura fait tenir avec de la colle , de l'eau gommée , &c. Lorsqu'on chargera , dans l'obscurité , par sa surface supérieure , ce tableau suspendu verticalement ; on verra la superficie inférieure se décharger à proportion , le feu en sortir & briller dans toutes les petites & nombreuses interruptions que laissent entr'elles les portions d'aventurine (disposition qui est absolument nécessaire.) Ces feux serpentans ,

(1) C'est par les nombreuses figures , que nous avons mises dans notre nouvelle édition de l'Électricité du Corps Humain , qu'on peut apprendre à connoître les appareils & instrumens d'électricité.

après avoir brillé un instant, disparaîtront pour reparoître de nouveau & ainsi successivement, & de tems en tems il y aura des explosions spontanées, accompagnées de détonnation. Rien n'est plus magnifique que cette expérience, qu'on ne se lasse jamais de voir. Nous prévenons ceux qui ne seroient pas bien au fait de l'électricité, qu'il faut établir jusqu'en terre une communication avec la surface inférieure du tableau.

Outre les nuages principaux que nous apercevons dans l'atmosphère, il y a divers lambeaux & fragmens de nuages, qui sont comme disséminés dans les différentes régions de l'air, les uns sont plus hauts, les autres plus bas, & flottent au gré des vents de divers côtés. Ces lambeaux de nuages ainsi distribués, sont très-utiles, parce qu'ils servent de véhicules à la foudre, & la conduisent plus souvent sur la terre. Cette proposition ayant l'air d'un paradoxe, il est à propos de la justifier & de montrer comment des nuages peuvent être utiles, lorsqu'ils sont cause que la foudre tombe plus souvent sur la terre.

La foudre descendante, produite par l'accumulation du fluide électrique des nuées, n'étant qu'une forte étincelle électrique qui s'échappe du nuage en s'élançant sur la terre,

sera beaucoup plus considérable , lorsque l'explosion aura lieu sans l'action des nuages intermédiaires ; car il faut alors que la dose du fluide électrique , nécessaire pour s'échapper de la nuée en terre, soit plus forte pour étinceler à une grande distance , qu'à une qui est moindre : or , cette dose de fluide électrique accumulée en plus grande quantité , faisant tout à la fois son explosion sur la terre , fera bien plus terrible , que si elle la fait successivement , en plus petite quantité , par l'intermede des lambeaux de nuages , dont la distance est beaucoup moindre respectivement , soit entr'eux , soit avec la nuée ou la surface de la terre. Les lambeaux de nuages qui flottent , servent donc à dissiper promptement les petites accumulations du fluide électrique , & à empêcher par là qu'une trop grande concentration n'ait lieu ; que l'explosion trop long-tems retardée , n'éclate avec un bruit horrible , & une violence capable d'écraser & de foudroyer de grands espaces , de la maniere la plus terrible : c'est par une raison analogue à celle-ci , que les orages sont plus fréquens & plus considérables en été & pendant une partie de l'automne qu'en hiver. En été , il y a des nuages moins bas , il y a moins de fragmens de nuages ; il y a moins de vapeurs permanentes près de la

surface de la terre fortement échauffée; l'air est plus sec : & conséquemment le fluide électrique est plus abondant dans les hautes régions de l'atmosphère, il y est plus concentré; ces explosions, lorsqu'elles arrivent, sont donc plus terribles & plus fréquentes. C'est pourquoi, les orages les plus terribles n'ont lieu qu'après de longues sécheresses & de grandes chaleurs, qui ont dissipé les vapeurs qui régnoient dans certaines portions de l'atmosphère.

L'observation me paroît confirmer cette théorie : car dans les petits orages on entend, plusieurs fois successivement, de petits coups de tonnerre; & dans les orages considérables, il n'y a qu'un ou deux coups de foudre terribles, à moins que la durée de l'orage ne soit très-grande, circonstance dans laquelle le fluide d'abord accumulé & ensuite dissipé, est reproduit par les mêmes causes qui l'avoient fait naître. J'ai souvent observé les effets dont je viens de parler, dans divers orages : & de plus j'ai remarqué, que dans les tempêtes il n'y avoit pas, au bas de l'atmosphère, des lambeaux de nuages; tandis que dans les petits orages il y a toujours de ces fragmens de nuées dispersés à différentes élévations, lesquels sont attirés par les principaux nuages orageux qui leur com-

muniquent de leur excès de fluide électrique ; & ensuite ils en sont repoullés, pour décharger leur excès sur d'autres fragmens inférieurs. Tous ceux qui seront attentifs à épier la nature dans des orages, seront pleinement convaincus de ces vérités.



CHAPITRE III.

Des Brouillards en général.

LES vapeurs & les exhalaisons qui s'élevent de la terre, sont quelquefois si peu atténuées, si grossières & en si grande quantité, qu'elles restent suspendues près de la surface de la terre, elles sont alors si sensibles, qu'elles empêchent d'appercevoir les objets placés même à une petite distance. Lorsqu'elles sont ainsi réunies on leur donne le nom de brouillards. C'est aux exhalaisons différentes qui s'y trouvent mêlées, qu'on doit attribuer les qualités pernicieuses qu'on observe quelquefois dans certains brouillards, relativement à plusieurs végétaux.

Les brouillards ordinaires étant composés, ainsi que nous l'avons dit, d'une grande quantité de vapeurs & d'exhalaisons gros-

fieres , à une très-petite distance de la superficie de la terre, ont été ainsi élevés , non seulement par le fluide électrique qui s'échappe de la terre dans l'atmosphère; mais encore par le principe de la chaleur, qui, dans certaines circonstances , peut entraîner avec lui les vapeurs & les exhalaisons à une très - petite distance de la superficie de la terre.

Indépendamment de la masse de ces vapeurs & de ces exhalaisons, qui est quelquefois trop grande pour être élevée à une hauteur considérable, le froid qui regne dans l'air s'oppose à leur élévation; car il condense les exhalaisons & les vapeurs, les réunit, les rend épaisses & opaques, c'est ainsi qu'en hiver, la matière de la transpiration pulmonaire, en sortant de notre bouche, devient visible, tandis qu'en été elle ne peut être aperçue par l'œil le plus fin; & c'est par cette raison, que les brouillards sont plus fréquens en hiver qu'en été.

Lorsqu'en hiver, le froid qui regne dans l'atmosphère est assez grand, les vapeurs aqueuses qui forment la principale partie des brouillards, se congelent par leur contact avec les corps denses qui tiennent à la terre & dont la température est la même, c'est-à-dire, au degré de la glace. C'est ce phéno-

118 DE L'ÉLECTRICITÉ

mène qu'on désigne par le nom de *givre* & de *frimat*, & qu'on remarque, dans le tems dont nous parlons, sur les branches des arbres & des arbrisseaux, aux cheveux des voyageurs, aux crinieres de certains animaux, & sur tous les objets qui sont plongés dans les brouillards.

Ces especes de ramifications qu'on remarque quelquefois sur la surface extérieure des vitres aux fenêtres des maisons, dépendent également de la congelation des molécules aqueuses répandues dans l'air, occasionée par le refroidissement du verre. Dans les circonstances d'un dégel, l'air des appartemens étant plus froid que celui de l'atmosphère, le feu qui tend à se mettre à l'équilibre, entre par les pores du verre dans l'intérieur des maisons, & dépose sur la surface extérieure de vitres, les particules aqueuses qu'il entraînoit avec lui, lesquelles seront congelées. Lorsqu'il gele, l'air des appartemens étant au contraire plus chaud que celui de l'atmosphère, le feu doit passer du dedans au dehors & abandonner sur la surface intérieure des vitres l'humidité répandue dans les chambres. Mais le verre étant encore, dans cette circonstance, à la température de la glace, congele toutes ces vapeurs & leur donne différentes figures de réseaux,

formés par des filets de glace, qui s'unissent d'abord entr'eux, en faisant des angles de soixante degrés; ces divers filamens combinés ensuite entr'eux, de différentes manières, présentent des figures aussi curieuses que variées. Il est inutile d'observer à nos lecteurs, que les molécules aqueuses ne sont déposées, tantôt sur la surface extérieure des vitres & tantôt sur leur superficie intérieure, que parce qu'elles ne peuvent passer à travers les pores du verre comme les particules du feu.

Les brouillards étant composés principalement de vapeurs flottantes dans l'air, doivent être très-susceptibles de recevoir l'électricité, de s'en charger, de la transmettre aux corps qui y sont exposés, & de donner des signes électriques. Je ne répéterai point ici les expériences qui constatent ces vérités; on peut les voir dans notre ouvrage de l'Électricité des Végétaux (1). Des portions de brouillards que nous avons renfermées dans des jarres électriques, ont parfaitement transmis la commotion électrique. On y trouvera aussi les expériences de MM. Franklin, Eeles, Henley & Hassenfatz, sur la

(1) L'Électricité des Végétaux, partie première, chapitre V, article III, page 49.

vapeur de l'eau, relativement à l'électricité, qu'on lui a communiquée.

Notre objet est ici de prouver, que ces masses de vapeurs que nous appellons brouillards & qui sont répandues en divers tems dans l'atmosphère, sont souvent électrisées naturellement. Le premier qui s'est occupé principalement de cet objet est M. Thomas Ronayne : nous allons faire connoître les expériences qu'il a faites sur cette matière, en Irlande & en Angleterre, depuis 1761 jusqu'en 1770, & qui ont été ensuite communiquées à la Société Royale de Londres.

Ce savant a trouvé, que l'air des environs des maisons, des arbres, des mâts, des vaisseaux, &c. étoit sensiblement électrisable dans l'hiver, à une distance particulière, quand les brouillards obscurcissoient le tems, ou lorsqu'il geloit, & même pendant les plus forts brouillards ; à un moindre degré, il a eu également de petits effets électriques dans les jours où le tems étoit sombre & couvert. L'air n'a jamais fourni dans l'été la plus petite étincelle électrique, excepté dans les soirées fraîches ; lorsque le ciel étoit chargé de quelques brouillards. Pendant la nuit, il obtenoit des effets sensibles d'électricité, quoique plus foibles que dans les brouillards d'hiver.

L'électricité de l'air, dans les tems humides, épais ou chargés de brouillards, n'est pas assez forte pour produire quelque étincelle, même en y ajoutant un fil de métal terminé en pointe, qui attire cependant les corps minces à une petite distance, lorsque l'air est chargé de brouillards. Lorsque le brouillard commence à devenir épais, les boules de liege de l'électrometre s'approchent; & lorsqu'il revient à son premier état, elles s'éloignent. J'ai observé, dit-il, que, lorsqu'il pleut dans un tems de brouillard, les balles de liege se resserrent, & se séparent de nouveau lorsqu'il paroît un nouveau brouillard & que la pluie cesse. Malgré cela, il y a un certain degré de densité nécessaire au brouillard, pour que ces balles de liege puissent exercer leur faculté divergente. M. Roynayne a encore remarqué, que les brouillards & même l'atmosphère, ont une odeur assez forte, qui approche de celle d'un tube de verre électrisé.

Les boules de l'électrometre se rapprochent toujours, quand les brouillards sont épais, qu'ils se traînent près de la terre & qu'ils augmentent. Le contraire arrive constamment, lorsqu'ils sont suspendus dans l'atmosphère & très-éloignés de la surface de la terre, Souvent on a trouvé une différence

entre un vent frais de nord-ouest & de sud-est ; l'un sembloit quelquefois prévaloir sur l'autre ; & on a constamment remarqué que , dès que cette alternative étoit suivie d'une brume épaisse qui ressembloit aux brouillards , les boules s'écartoient mutuellement. L'effet étoit plus sensible quand la brume étoit parvenue à son plus haut degré d'épaississement. Lorsqu'elle se résolvoit en pluie , la répulsion étoit plus considérable , & augmentoit en proportion de la grosseur des gouttes ; d'où on peut inférer , que l'électricité des vapeurs augmente en raison de leur condensation , quand elles ne sont pas en contact avec la terre.

Par le moyen d'un tube d'étain isolé , terminé en pointe & de vingt pieds de longueur , une extrémité sortant de la fenêtre & l'autre portant l'électromètre , M. Ronayne a souvent observé , que le brouillard causoit en passant des changemens particuliers qui se succédoient , & des alternatives de l'électricité positive & négative. Il ne lui a pas été possible de déterminer la durée de chaque espèce d'électricité dans les brouillards , parce que souvent il survenoit une électricité qui étoit la même que celle qui avoit précédé. Mais les changemens sont bien plus apparens & plus rapides , lorsque les éclairs brillent ,

& sur-tout si le tonnerre est dans le zénith.

M. Henley a fait aussi des expériences & des observations sur l'électricité des brouillards, en continuation de celles de M. Ronayne. Nous allons les faire connoître :

Le 14 Novembre 1771, à huit heures & demie du matin, le brouillard n'étoit pas fort épais, mais très-électrique. Les boules se séparaient de demi-pouce & restèrent stationnaires. Il faisoit peu de vent.

19 Novembre, l'air fut très-électrique; mais le vent étoit si incommode, que je ne pus déterminer précisément l'espece d'électricité.

2 Décembre, à huit heures & demie du matin, le brouillard étoit médiocrement épais; il parut fort électrique. Les boules divergerent de demi-pouce: si je les approchois de la maison, elles se joignoient, & se séparaient de nouveau en les éloignant. Le mercure se tint, dans le thermomètre, à quinze degrés au dessus de la congelation.

18 Décembre, à quatre heures après midi, le brouillard étoit médiocrement épais; il parut très-électrique, immédiatement après son apparition. Les boules, quoique divergentes de demi-pouce, se joignoient régulièrement à l'approche d'un bâton de cire excité. Le vent fut importun; néanmoins

124 DE L'ÉLECTRICITÉ

les boules se tinrent stationnaires par intervalles.

5 Janvier 1772, le brouillard montra une forte électricité positive. Les boules s'écartoient de demi-pouce. On sentit un air vif & glacial.

13 Janvier, à neuf heures du matin, le brouillard, sans être fort épais, parut très-électrisé positivement. Le mercure se tint, dans le thermometre, à sept degrés au dessus de la congelation. Il n'y eut presque pas de vent.

18 Janvier, à dix heures du matin, l'air étoit fort électrisé par une chute de neige.

21 Janvier, à neuf heures du matin, l'air parut fort électrique, pendant une chute de givre, de neige & de pluie qui tombèrent à la fois. Les boules se séparèrent de trois quarts de pouce, & persisterent dans cet état. Il régna peu de vent. *N. B.* L'électricité de l'air étoit positive.

29 Janvier, à neuf heures du matin, le brouillard étoit très-épais, & la gelée presque insoutenable. L'air montra une électricité positive, si forte, que les boules divergerent d'un pouce & quart. Il y avoit peu de vent, & elles se tinrent stationnaires, de sorte que je n'avois lieu

de craindre aucune méprise dans mon expérience.

A midi, les boules divergerent comme sur les neuf heures du matin.

A trois heures du soir, le vent agita extrêmement les boules; néanmoins elles se tinrent toujours fort écartées l'une de l'autre. Il geloit très-vivement: c'en fut de même sur les quatre à cinq heures & demie, les boules divergeoient de trois quarts de pouce. L'épaisseur des brouillards augmenta, & les baguettes se trouverent toujours mouillées d'un bout à l'autre. Il étoit trop tard pour suivre plus avant mes observations dans cette journée.

30 Janvier, à neuf heures du matin, je trouvai l'air fort électrisé positivement. Il avoit un peu gelé, & les brouillards avoient de l'épaisseur. Les boules se séparèrent de demi-pouce; le vent les dérangeoit, mais il ne put les faire joindre. Il survint une petite chute de neige, qui blanchit légèrement les toits des maisons. Je présume qu'elle forme des pointes qui sont avantageuses pour conduire l'électricité. Les choses persisterent tout le jour dans cet état.

4 Février, à neuf heures du matin, il geloit rudement, & les brouillards étoient épais. L'air parut très-électrisé positivement.

Les boules divergerent de trois quarts de pouce. Sur les onze heures , elles étoient stationnaires à un pouce de distance , & se joignoient si-tôt que j'en approchois de la cire excitée.

Sur les deux heures & demie , comme à onze. A trois heures , l'air étoit couvert & sombre. Les boules furent fort tranquilles & n'offrèrent presque pas le moindre signe d'électricité.

11 Février , à huit heures du matin , le brouillard parut fort épais & électrisé positivement. Les boules divergerent d'un quart , ou de trois huitiemes de pouce. Le vent fut sud-ouest & très-incommode. Le thermometre marquoit trente-huit ; le barometre vingt-neuf , quatre-vingt-quatorze.

15 Février , à dix heures & demie , je trouvai le brouillard épais & sensiblement électrique. Les boules divergeoient de cinq huitiemes de pouce. D'abord après que j'eus fixé ma verge , il tomba quelques gouttes de pluie ; au moment qu'elle tomboit , la divergence des boules augmenta d'un quart de pouce. Je n'ai jamais vu les brouillards plus électrisés , dans des tems où la simple chaleur de l'atmosphère faisoit monter le mercure , du thermometre , au septieme degré par dessus le terme de la glace. Il neigea

beaucoup vers les deux heures cinquante minutes de l'après midi. L'air se trouva alors fort électrisé positivement : Les boules se séparoient de trois quarts de ponce, & le vent fut sud-ouest. (1)

M. Achard a fait aussi, à Berlin, des observations sur l'électricité atmosphérique par des brouillards, desquelles il résulte également, que le brouillard est presque toujours accompagné d'électricité, plus ou moins grande. Il a de plus remarqué que, dans l'espace de quelques minutes, l'électricité ayant entièrement cessé, le brouillard étoit tombé sous la forme d'une pluie très-fine, & avoit entièrement disparu, quoique fort épais, dans moins d'un demi-quart d'heure. (2)

La plus forte électricité qui regne dans un air non orageux a lieu généralement, au moins à Geneve, dans le tems des brouillards. En employant l'électrometre sensible, armé de sa pointe, M. de Sauffure n'a jamais vu de brouillards qui ne fussent accompagnés d'une électricité très-sensible, si ce n'est pourtant, lorsqu'ils se résolvent en

(1) Voyez les Transactions Philosophiques, 1773, & les Observations sur la Physique, 1775, tome II.

(2) Mémoires de l'Académie de Berlin.

pluie ; car dans cette circonstance , ils en font quelquefois dépourvus. (1)



CHAPITRE IV.

Du Brouillard extraordinaire de 1783.

LE brouillard extraordinaire qui parut dès le milieu de Juin 1783 , & servit de rideau pendant plusieurs mois à presque toute l'europe , excita l'attention générale des observateurs par les phénomènes qu'il présenta. La première époque de son apparition , dans les différentes contrées où il a été vu , est celle du 18 Juin. Plusieurs orages en avoient été , ce semble , les précurseurs , comme ils en furent la suite , ainsi que nous le prouverons. Ce jour-là , on remarqua un brouillard léger , répandu dans toute l'atmosphère , au travers duquel on aperçut néanmoins le soleil , quoique très-pâle. On put généralement par-tout fixer le soleil , sans être obligé de se servir de verres colorés ou enfumés ,

(1) Voyages dans les Alpes , &c. tome II , pag. 221.

& l'action de ses rayons étoit si foible qu'on n'en étoit point incommodé.

Les diverses couleurs, soit lesquelles l'astre du jour se montra, n'avoient rien de particulier, mais étoient une suite de la différente réfringence du brouillard, dont la densité varioit accidentellement dans diverses contrées. Les rayons du soleil étant donc inégalement réfrangibles, ont dû pénétrer plus ou moins facilement le milieu qu'ils avoient à traverser, pour parvenir jusqu'à l'œil des observateurs : de là le soleil a dû paroître sous différentes couleurs ; mais, comme, des sept especes de rayons en lesquels la lumière est décomposée, les rouges, les orangés & les jaunes ont plus de force, ils passaient plus facilement au travers de ce nouveau milieu, c'est-à-dire du brouillard, & conséquemment le soleil ressembloit quelquefois à un globe d'un rouge de sang ; d'autrefois il paroissoit d'une couleur jaunâtre : plus souvent il étoit pâle & blanchâtre par l'absence des rayons de différentes couleurs, qui ne parvenaient point jusqu'à nous ; phénomène qui avoit communément lieu, lorsque le soleil étoit à une grande hauteur au dessus de l'horizon ; tandis qu'en s'approchant de ce cercle, soit à son lever, soit à son coucher,

il ressembloit assez à un globe couleur de fang, ses rayons ayant alors à parcourir un plus grand espace horizontal.

Ce brouillard dura pendant plusieurs mois, & le soleil ne se montra alors qu'avec les apparences dont nous venons de parler. La durée & l'universalité de ce phénomène piquèrent doublement la curiosité des savans, & les exciterent à en rechercher les causes : nous ferons bientôt mention de leurs efforts. Mais avant que d'en parler, il est à propos de dire un mot des observations météorologiques faites avant l'apparition de ce météore.

L'automne précédente avoit été très-froide & très-humide ; la température de l'hiver fut humide, & le printems froid & assez humide. Au lieu de trois ou quatre pouces d'eau que fournissent ordinairement les trois mois d'hiver, le pere Cotte a remarqué qu'il en étoit tombé douze pouces, tandis que dans les provinces méridionales on se plaignoit d'une sécheresse depuis deux ans. La douceur extrême de l'hiver occasiona des fontes de neiges en Auvergne & ailleurs qui ne contribuèrent pas peu à ces pluies abondantes & aux inondations qui en furent les suites.

Le 5 Février précédent étoit survenu l'affreux tremblement de terre de la Calabre &

de la Sicile , qui dura pendant cinq mois , puisque la terre n'étoit pas encore raffermie en Juin. Des pluies continuelles précédèrent aussi , dans cette malheureuse contrée , cette violente convulsion de la nature. La terre les avoit tellement absorbées qu'elle n'en paroissoit pas extérieurement détrempée , dit le P. Cotte. L'atmosphère de l'Europe entière s'en ressentit , comme il conste par les oscillations brusques & fréquentes que le mercure éprouva dans le barometre , pendant tout le mois de l'évrier & celui de Mars : il faut excepter Padoue , & l'autre côté de l'Apennin. La secouffe de ce tremblement de terre fut si grande qu'elle donna lieu à l'apparition d'une nouvelle isle dans le voisinage de l'Islande. (1)

Ce brouillard singulier ne faisoit point entrer les sels en déliquescence , ni monter l'hygrometre ; il n'empêchoit pas l'évaporation d'être abondante & ne ternissoit pas même les glaces qui y étoient exposées. Les Salines d'Hyerès en Provence , au rapport de M. de Lamanon , cristalliferent par l'effet du brouillard quinze jours plutôt qu'à l'ordinaire. J'ajouterai ici en passant que l'électri-

(1) Observations , sur la Physique , l'Histoire Naturelle , &c. : 1783 , pag. 203.

ité accélère la crySTALLISATION comme nous le prouverons bientôt.

L'odeur de ce brouillard a été quelquefois sulfureuse. Le 26, le 27 & le 28 Juin, au rapport de M. Marcorelle, ce brouillard déposa dans la nuit sur les végétaux une eau épaisse & gluante, d'un goût désagréable & un peu fétide. Cette liqueur laissa des traces de la plus grande causticité. Les fleurs dont la vigne & les oliviers des environs de Narbonne étoient chargés, furent brûlées & tomberent en grande partie. Dans d'autres endroits on a observé que ce brouillard avoit mûri les bleds & favorisé les moissons, comme le font les météores électriques : voyez cette vérité prouvée dans *l'Électricité des Végétaux*.

Afin de juger de la qualité de ce brouillard extraordinaire, plusieurs physiciens ont entrepris des expériences. De celles que M. Maret a faites comparativement avec de l'air atmosphérique chargé de ces vapeurs, pris en quatre endroits différens, il résulte que cet air ne contenoit point d'acide méphitique, ni aucun autre acide, ni de phlogistique libre, & qu'enfin il ne différoit presque pas de l'air atmosphérique ordinaire. On a tenté à Grenoble des expériences de ce genre. Quatre mesures de brouillard ayant

été mêlées avec deux mesures d'air nitreux, l'absorption a été d'un quart, & il ne resta plus qu'un gaz dans lequel la lumière s'éteignit plusieurs fois : (l'air atmosphérique tient ordinairement un quart d'air pur & trois quarts d'air méphitique ou phlogistique ; ce quart fut absorbé par l'air nitreux.) L'air inflammable mêlé avec l'air des brouillards ne l'a point empêché de détonner, lorsqu'on a présenté une bougie allumée.

Quelque extraordinaire qu'ait paru ce brouillard, il n'est pas un phénomène unique, on en a vu autrefois de semblables. L'année de la mort de César, v. g. le soleil fut obscurci & ne donna pendant plusieurs mois qu'une lumière pâle & languissante ; il parut rouge & environné de couronnes. L'an 164 de l'Ere chrétienne, il y eut tremblement de terre & ténèbres pendant plusieurs jours ; &c.

A peine ce singulier météore parut-il ; qu'on fut curieux d'en connoître la cause. Il est peu de phénomènes sur lesquels on se soit plus exercé. Quelques personnes peu instruites attribuerent la cause de ces brouillards à l'apparition d'une comète, & d'autres à la perturbation du cours des planètes, occasionée, disoit-on, par la nouvelle planète Herschel.

Mais le premier savant qui paroît avoir écrit sur le brouillard sec de l'année 1783, est M. Lapi, lecteur en botanique. Il lut le résultat de ses recherches dans une assemblée de l'Académie des Georgiphiles de Florence (1). Cet auteur regarde les éruptions des volcans, comme les causes qui remplissent l'atmosphère d'air fixe, d'air inflammable, d'air déphlogistiqué, &c. Les éruptions des volcans, les tremblemens de terre, l'électricité excitée, les désastres de la Calabre & d'autres endroits du globe, sont les principales causes auxquelles M. Lapi attribue la formation des brouillards dont nous parlons. Les fels, les soufres, les bitumes, qui s'élevent, le feu électrique qui se réveille, l'air fixe, phlogistiqué, inflammable, dont le développement se fait en pareilles circonstances, rendent raison suivant ce physicien de la prodigieuse fertilité qui eut lieu cette année. Dès le mois de Juillet 1783, Dom Robert Hickmann, disoit : c'est à ces bouleversemens (*volcaniques*) de l'Islande & des pays voisins que j'attribue ce brouillard sec & sulfureux. (2)

(1) Sulla Caligine, &c. Florence, 1783, in-89. de 104 pages, chez A. Benucci.

(2) Journal Encyclopédique, pag. 309.

M. Toaldo , pensoit dès le 11 Juillet 1783 , que les vapeurs qui ont causé le phénomène dont nous venons d'exposer les circonstances , étoient venues de la Sicile & de la Calabre , où il y avoit des tremblemens de terre depuis le 5 Février. On a vu qu'au mois de Juin , on y avoit vu , après de violentes secouffes , des exhalaisons immenses dans l'atmosphère. Le vent de sud sud-est qui dominoit à Padoue , passoit sur la Calabre , & pouvoit apporter cette masse d'exhalaisons , ou , pour mieux dire , cette espèce de poussière qui a couvert toute l'Italie & partie de l'Allemagne ; mais qui , arrêtée principalement par la chaîne des Alpes , faisoit paroître ces montagnes rouges à tous les habitans de la Lombardie. Ces exhalaisons , selon ce savant , ne venoient point généralement des terres où le phénomène étoit observé , car on ne les voyoit point fumer comme dans les brouillards ordinaires. C'étoient au contraire des vapeurs élevées & venues d'en haut , comme si elles étoient tombées dans l'atmosphère ; elles ne paroissoient pas toucher la terre , aussi ne firent-elles point de tort aux productions. Seulement dans les collines élevées , on a dit que les vignes & les oliviers avoient été brûlés.

136 DE L'ÉLECTRICITÉ

Cette exhalaison n'a pu venir des tremblemens de terre, fans contenir des parties minérales ignées, inflammables & électriques : par là M. l'abbé Toaldo, explique une prodigieuse quantité d'orages qu'il y eut, sur-tout après le milieu du mois ; & même fans nuage, comme on l'a observé sur les montagnes. Ces orages furent très-considérables & très-multipliés en beaucoup d'endroits, particulièrement en Italie & en Allemagne ; par exemple, dans la ville de Kremnitz en Hongrie, il y eut neuf coups de tonnerre qui produisirent un incendie, & il y eut des tremblemens de terre dans le pays ; en Calabre toutes les grandes secouffes ont été accompagnées de terribles orages, & de vapeurs seches obscures, & semblables à celle qui a couvert toute l'Europe. (1)

M. l'abbé Spallanzani, qui a fait aussi à Reggio plusieurs observations sur le même brouillard, lequel commença, dès le milieu de Juin, d'obscurcir l'air en Lombardie ; & sur l'orage du 26 Juin, qui s'étendit jusqu'à la mer Adriatique ; M. l'abbé Spallanzani, n'est pas éloigné de croire avec

(1) Osservazioni Meteorolog. &c. Toaldo. -- Lalande, Journal des Savans, Janvier 1785, pag. 21.

M. Toaldo que ce brouillard venoit du tremblement de terre de la Calabre. Cependant il observe que le vent venoit du couchant, lorsque le brouillard étoit le plus épais dans la Lombardie. Il a examiné au microscope les molécules de cette vapeur, & leur a trouvé la figure irrégulière des exhalaisons terrestres, & il l'a vue même quelquefois sortir de la terre; ce qui semble à M. de Lalande justifier l'hypothèse qu'il proposa dès 1784, pour l'explication de ce phénomène singulier, tirée de la grande chaleur qui suivit de près des pluies très-longues & très-étendues dans presque toute l'Europe. On fait que cet habile astronome a attribué ces brouillards à la grande humidité de l'hiver & à la quantité de matière électrique que la chaleur a développée du sein de la terre, sans avoir recours à l'effet des tremblemens de terre.

M. Joseph Daquin, pense aussi que le tremblement de terre de Messine & de la Calabre, a été la cause du brouillard extraordinaire de 1783. Cet excellent médecin qui a enrichi de plusieurs notes savantes l'essai météorologique de M. l'abbé Toaldo, croit que les exhalaisons sorties du sein de la terre, dans un bouleversement si terrible, ont changé la constitution de l'atmosphère par le mê-

lange des diverses substances qui s'y font introduites. D'après cette idée il regarde ces brouillards comme la principale cause des fièvres intermittentes, & continues remittentes bilieuses qui ont régné épidémiquement dans plusieurs endroits pendant le courant de l'été & de l'automne de la même année. (2)

Les brouillards dont nous parlons, selon le P. Cotte, ne sont qu'une suite naturelle de la grande humidité qui a occasionné le tremblement de terre de Messine, & de la secousse qu'a reçue le globe, & qui s'est manifestée par les phénomènes qu'on a observés en différens pays. Je m'explique, c'est ce savant qui parle : j'ai dit que nous avons eu des brouillards humides & froids du 18 au 24 Juin, & des brouillards secs & chauds du 24 Juin au 21 Juillet. Je ferai observer que, le soleil étant à cette époque à sa plus grande hauteur, il avoit aussi plus de force pour pomper les vapeurs dont la terre étoit imbibée à la suite des pluies & des inondations de l'hiver & du printems. Cette première action ou évaporation du soleil a dû refroidir l'atmosphère, par la quantité des

(1) Essai Météorologique sur la véritable Influence des Astres, 1784, pag. 29.

vapeurs aqueuses qui s'y sont élevées, de la même manière qu'il agit entre les tropiques dans le tems où il est le plus vertical : il se forme alors une espèce de brouillard ou de rideau de vapeurs qui dérobe le soleil à la vue des habitans, & qui tempère beaucoup sa grande ardeur. Cette première action du soleil a dû aussi dessécher la terre, y occasioner des fentes, des gerçures qui ont laissé échapper les exhalaisons sulfureuses & pyriteuses, la matière électrique mise en mouvement par les violentes secousses que la terre avoit éprouvées. De là, continue le P. Cotte, ces brouillards secs & chauds qui ont succédé aux brouillards froids & humides ; de là cette espèce de fumée, composée d'exhalaisons & du fluide électrique, qui ont occasioné des orages dans presque toute l'Europe & même des tremblemens de terre dans les pays voisins des montagnes, qui sont comme le foyer de ces exhalaisons & de la matière électrique, attendu la quantité de minéraux & de pyrites qui s'y trouvent renfermés ; de là aussi cette chaleur excessive qui a été la suite de ces brouillards secs & électriques ; de là cette couleur rouge du soleil & l'augmentation apparente de son disque, aperçu à travers un milieu beaucoup plus dense qu'à l'ordi-

naire, & qui réfractoît ses rayons & ne laissoit passer que les rouges. (1)

M. Maret pense que ce brouillard devoit son origine à l'humidité de la terre couverte d'une croûte très-seche; que l'air, lors de son existence, étoit si sec qu'il étoit devenu isolant & non conducteur de la matiere électrique, & que l'intensité de la chaleur avoit multiplié les émanations terrestres. Celles-ci, dit-il, principalement composées d'eau & de matiere électrique, faisoient effort pour s'élançer dans l'atmosphère, & gênées par la sécheresse de la croûte extérieure, elles n'y pénétoient qu'extrêmement divisées, atténuées. Leurs molécules aqueuses, très-rarésiées par la chaleur, combinées avec beaucoup de matiere électrique que l'air isolant ne pouvoit pas leur enlever, formant des vesicules, & ayant acquis de la légèreté, s'élevoient à une hauteur moyenne dans l'air où elles restoient suspendues, troubloient la diaphanéité de ce fluide, & composoient le brouillard observé en Juin. (2)

Un habile physicien d'Italie, M. Castelli,

(1) Observations, sur la Physique, l'Histoire Naturelle, &c. Septembre 1783.

(2) Mémoires de l'Académie de Dijon, 1784.

tire l'origine des météores extraordinaires de 1783, premièrement du défaut de pluie qui a eu lieu pendant plusieurs mois avant leur apparition. Les pluies étant un excellent conducteur du fluide électrique, propre à transmettre son excès & à rétablir l'équilibre; ce fluide concentré dans le sein de la terre s'est enfin formé une issue. Il la tire secondement de la grande quantité de neiges qui ont couvert les montagnes, & se sont fondues beaucoup plus tard qu'à l'ordinaire.

Quant à nous, nous pensons que pendant l'année 1783 il y a eu dans le sein de la terre une grande surabondance de fluide électrique, comme il arrive quelquefois par un concours de certaines circonstances. Si cette quantité considérable de matière électrique n'avoit pu se faire jour à la surface du globe, il y auroit eu des bouleversemens plus nombreux. Mais le fluide électrique s'étant dissipé de différentes manières, soit par des tremblemens de terre locaux, soit par quelques éruptions volcaniques, il a d'abord entraîné les vapeurs aqueuses; ensuite il a emporté, après l'évaporation des vapeurs qui ont successivement diminué par une prompte & abondante dissipation, ensuite dis-je, il a emporté les exhalaisons terres-

tres qui ont formé ces brouillards extraordinaires. De sorte que dans notre sentiment les tremblemens de terre de la Calabre, & de la Sicile, ne sont pas les causes de ce brouillard ; mais sont, comme le brouillard, des effets produits par le même principe, je veux dire, par la surabondance du fluide électrique concentré dans la terre à différentes époques, & se faisant jour à la surface plus ou moins facilement selon la diversité des circonstances locales.

On peut prouver par l'observation tous les points sur lesquels porte cette explication. Premièrement, pendant toute cette année le fluide électrique a été très-abondant dans la terre ou dans l'atmosphère, la rupture de l'équilibre électrique a été très-fréquente & fort considérable. Dans l'Italie il y a eu des orages terribles : à Vicence, à Padoue, à Naples, &c. la foudre est tombée plusieurs fois, & en un assez grand nombre d'endroits ; au rapport de M. Landriani, Arnolfini, Toaldo, Schintz, Daquin, &c. Nous ne parlons pas ici des tremblemens de terre qu'ont éprouvés la Sicile & la Calabre. Il en a été de même de la Hongrie : après des tremblemens de terre, la ville de Kremnitz, a été incendiée par la foudre. A Geneve les orages ont été très-fréquens, & jamais,

dit un observateur, on n'y a observé des orages aussi longs, aussi nombreux & aussi effrayans ; il paroît que les plus violens orages se sont rencontrés dans le moment où l'intensité de la vapeur étoit la plus grande, en particulier le 12 Juillet, pendant laquelle, depuis minuit & demie jusqu'à quatre heures & demie, le ciel paroissoit en feu par la succession rapide & continuelle de mille éclairs, & un fracas horrible faisoit retentir une suite non interrompue d'éclats de tonnerre, qui recommencerent à sept heures du matin, pour durer encore jusqu'à huit : on observa dans la ville des traces de huit tonnerres qui avoient frappé des bâtimens ; & à la campagne des environs, il y eut mille accidens funestes pendant cette nuit désastreuse.

Il en a été de même en France : je ne parlerai ici en détail que d'une province où j'ai eu occasion d'être plus instruit des ravages de la foudre. Elle est tombée trois fois dans la ville près de l'église des pénitens noirs & sur l'abbaye du Saint-Esprit, le 10 Septembre à quatre heures & trois quarts du matin, elle mit alors le feu à un rideau de lit & brisa les colonnes de cinq lits. Elle exerça aussi ses ravages dans les environs de la ville de Beziers : à l'endroit appelé

la *Galiniere*, à une demi-lieue, des murs furent abbattus; à Lieuran-Ribaute, plusieurs arbres furent fendus & la girouette du clocher enlevée par un coup de foudre; au village de Puifférie plusieurs animaux furent foudroyés. A Pezenas le 10 Septembre, la foudre tomba à six heures du matin; à Lavagnac, qui est à une lieue de cette dernière ville, elle mit le feu à un grenier à foin; à Cette, le tonnerre se fit beaucoup entendre, de même qu'à Carcassonne. A Toulouse la foudre tomba sur la cathédrale; &c. Il seroit trop long de continuer le détail des ravages de la foudre dans tout le Languedoc & dans les autres provinces de France: nous nous contenterons de dire qu'en Provence, au rapport de M. de Lamanon, le tonnerre tua plus de soixante personnes & nombre d'animaux; & que dans les divers royaumes de l'Europe où ce brouillard se montra, les foudres y furent plus fréquentes que dans les autres années: on fait qu'une nouvelle île se montra dans le voisinage de l'Islande. Tous ces effets annoncent une grande & puissante rupture d'équilibre électrique.

Avant l'apparition de ce singulier brouillard, les vapeurs furent élevées dans l'atmosphère; parce que le fluide électrique en s'échappant

s'échappant entraîne avec lui les parties aqueuses qu'il rencontre dans son chemin, ainsi que nous l'avons prouvé précédemment, en traitant de l'élévation des vapeurs. Après la dissipation des vapeurs, ce fluide a dû entraîner une grande quantité d'exhalaisons terrestres, dont le nombre l'emportoit de beaucoup sur celle des vapeurs proprement dites : aussi a-t-on observé que ce brouillard sec ne faisoit pas marcher à l'humide l'hygrometre. Ces vapeurs étoient si élevées que les vents ne dissipoient pas ces brouillards ; & que M. de Lamanon, étant sur les Alpes à mille six cents soixante toises au dessus du niveau de la mer, a vu ce brouillard encore plus élevé.

Si le fluide électrique surabondant dans la terre n'avoit pas trouvé des issues faciles, ou si sa quantité avoit été par-tout très-considérable, eu égard aux circonstances locales ; il est certain qu'il y auroit eu dans un grand nombre de lieux en Europe des secousses & des bouleversemens, parce que le propre du fluide électrique est de rétablir son équilibre rompu ou insensiblement ou par de violentes éruptions, selon les circonstances. L'existence de ce trouble d'équilibre pendant une partie de cette année est prouvée par les oscillations fréquentes, brus-

ques & rapides qu'on a observées dans le mercure du barometre.

Le sentiment que je viens d'exposer en dernier lieu , me paroît plus simple & plus naturel que celui qui attribue le brouillard de 1783 aux exhalaisons élevées par le tremblement de terre de la Calabre & de la Sicile, que les vents ont transportées en divers lieux. Car on concevra difficilement que cette cause ait pu les répandre uniformément dans toute l'Europe , les vents n'ayant eu ni assez de force , ni la même direction dans tout cet espace du globe pour les distribuer ainsi. De plus , comme on l'a remarqué , ce brouillard a paru le même jour , le 18 Juin , dans toute l'Europe : & les distances de tant de lieux aussi éloignés les uns des autres étant si considérables , il n'est pas possible que les vents aient apporté ces exhalaisons en même tems dans des lieux aussi éloignés de la Sicile & de la Calabre , que la plûpart de ceux où on a apperçu le soleil au travers de ce brouillard ; car tout transport local est successif , & exige plus de tems pour des endroits éloignés que pour ceux qui sont proches. D'un autre côté les observations qu'on a faites sur la nature de ce brouillard sec , & qui a également paru en même tems dans les contrées méridiona-

les où la sécheresse régnoit depuis long-tems ; ces observations montrent qu'on ne peut guere regarder les pluies comme l'origine de ce singulier brouillard qui étoit plutôt composé d'exhalaisons que de vapeurs, ainsi que son odeur sulfureuse & ses autres propriétés l'annonçoient.

CHAPITRE V.

De la Pluie.

LA pluie, météore si commun, consiste dans une plus ou moins grande quantité de gouttes d'eau qui tombent de l'atmosphère sur la surface de la terre, dans toutes les saisons. Différentes causes peuvent produire des pluies. En général tout ce qui est capable de rassembler plusieurs molécules aqueuses doit être regardé comme un principe de ce météore.

Nous avons prouvé précédemment que l'atmosphère contient une prodigieuse quantité de vapeurs réunies sous forme de nuages, & de substances aqueuses disséminées & répandues dans l'atmosphère. Si par différentes causes les molécules qui composent ces nuées sont réunies, elles forment des

gouttes d'eau très-sensibles qui deviennent alors plus pesantes qu'un égal volume d'air, & conséquemment incapables d'être soutenues. Ces gouttes en tombant se joignent, soit avec d'autres gouttes, soit avec des particules aqueuses suspendues dans les couches inférieures de l'air; de cette manière elles augmentent plus ou moins & donnent des pluies dont les gouttes sont plus ou moins grosses, selon la hauteur d'où elles tombent, ou suivant la quantité de vapeurs répandues dans l'atmosphère.

Le vent qui regne assez ordinairement dans les différentes couches de l'atmosphère, est une des principales causes, & en même tems une des causes les plus fréquentes qui réunissent entr'elles les molécules aqueuses qui composent les nuées, pour en former des gouttes d'eau, masses trop pesantes pour être soutenues. On conçoit facilement que si plusieurs vents dont les directions sont opposées, soufflent en même tems avec plus ou moins de force contre des nuages, cette réunion ou condensation de différentes particules d'eau aura lieu.

Quoiqu'un vent seul regnât dans l'atmosphère, il pourroit encore produire de la pluie; car en soufflant dans une direction ou seroient plusieurs nuages placés les uns

à côté des autres, il pousseroit d'abord ceux qui seroient plus proches contre ceux qui le seroient moins, ceux-ci contre d'autres plus éloignés, & ainsi de suite; d'où résulteroit une condensation des nuages, & conséquemment de la pluie qui tomberoit de la région des nuées. Si les nuages & les vapeurs sont moins élevés; le vent, les pressant contre les montagnes, les rochers, les forêts &c. produira encore de la pluie en condensant les molécules aqueuses & en augmentant leur masse. Les gouttes de cette pluie tombant d'une élévation beaucoup plus petite, seront moins grosses.

Les variations dans la température pourront encore produire des pluies. Ainsi v. g. le froid augmentant dans différentes régions de l'atmosphère est capable de condenser les nuages & les vapeurs, & de les faire résoudre en pluie. Une raréfaction subite dans la masse de l'air, ou une condensation très-lente, peuvent encore donner naissance à ces pluies dont les gouttes sont d'une très-grande ténuité, & qui sont connues sous le nom de *Bruine*.

Indépendamment des causes ordinaires de la pluie que nous admettons avec tous les physiciens, il y en a une autre qu'on paroît avoir oubliée; c'est la répulsion électrique

qui est cause des pluies d'orage ; ainsi que nous l'avons fait voir dans un mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Montpellier, à la fin de l'année 1778 ; & imprimé ensuite dans les observations sur la physique.

ARTICLE PREMIER.

De la Cause des Pluies d'Orage & de plusieurs autres.

POUR prouver cette assertion , je vais rappeler quelques principes certains que l'expérience & l'observation nous ont appris. Les nuages orageux sont électriques , puisqu'ils portent la foudre qui est elle-même un phénomène d'électricité ; aussi leur présence est-elle annoncée par des étincelles électriques , qu'on tire des conducteurs élevés pour soutirer l'électricité atmosphérique. Les corps électrisés se repoussent mutuellement , & cette répulsion est proportionnelle à la force de l'électricité dont ils sont doués. Une aigrette de verre qu'on électrise offre un joli spectacle ; tous les filets dont elle est composée deviennent divergens , & leur écartement respectif est en rapport avec l'énergie

de l'électricité actuelle. Tous les corps légers dont la surface d'un corps quelconque électrisé peut être parsemée, étant eux-mêmes électrisés, sont repoussés de ce corps; ainsi du tabac, du son, répandus sur le conducteur électrique, sont dispersés en un instant.

De ces principes incontestables il résulte nécessairement qu'un nuage orageux étant dans un état actuel d'électricité très-puissante, les particules aqueuses dont il est composé, sur-tout celles qui sont à sa surface, doivent être soumises à la répulsion électrique. Elles seront donc dispersées en tout sens, & produiront par là même une espèce de *bruine*, dont les gouttes augmentant successivement, soit par leur rencontre fortuite avec d'autres gouttes, soit par l'accession des vapeurs aqueuses répandues dans l'atmosphère, tomberont sur la terre sous forme de pluie, parce qu'elles sont alors spécifiquement plus pesantes qu'un égal volume d'air. Leur chute sera encore accélérée par l'attraction électrique qui regne entr'elles & la terre: voilà ce qui arrive aux particules aqueuses qui sont aux côtés & à la surface inférieure du nuage électrico-orageux. Celles qui sont au dessus, par les mêmes causes se réuniront & retomberont dans le nuage, & de là dans la basse région. Mais

après cette dispersion des particules aqueuses de la surface, les nouvelles molécules aqueuses qui formeront la superficie totale du nuage, se trouvant dans les mêmes circonstances que celles qui ont été évaporées ou plutôt repoussées, éprouveront le même sort que les premières, & ainsi de suite jusqu'à la résolution complète de tout le nuage en pluie, ou jusqu'à ce que la vertu électrique soit entièrement éteinte.

Les gouttes de pluie, dans leur chute ; communiqueront l'électricité du nuage orageux aux particules aqueuses, répandues dans la basse région de l'air qu'elles parcourront en tombant sur la terre ; c'est par cette cause que l'air paroîtra électrique, en donnant tous les signes les plus marqués d'électricité. Ces gouttes de pluie électrisées, qui tombent successivement du nuage orageux, communiquent leur feu électrique en traversant l'atmosphère, non à l'air qui n'est pas conducteur, mais aux molécules aqueuses qu'il tient en dissolution & qui de cette manière sont électrisées par communication. La transmission du fluide électrique se fait de proche en proche, & même avec une très-grande vitesse ; puisque, selon des expériences très-constantes, la transmission de la matière électrique s'opere dans un instant

indiscernable : aussi les conducteurs élevés pour recevoir l'électricité naturelle de l'atmosphère, ne donnent-ils jamais de plus fortes étincelles que peu avant ou dans le tems de la résolution du nuage orageux en pluie. Je ne nie point que l'air ne devienne électrique par frottement ou par mille autres causes ; mais je crois qu'il est impossible, d'après toutes les expériences & les observations faites par les modernes, qu'il soit par lui-même un vrai conducteur d'électricité.

Afin que la masse de l'atmosphère donne des signes d'électricité, il est nécessaire qu'elle ne soit point surchargée de particules aqueuses, sur-tout dans la basse région ; car, si les vapeurs sont très-abondantes, elles se touchent & forment un conducteur continu jusqu'à la terre, & alors l'électricité communiquée par l'air de la moyenne région, se dissipe en se répandant dans notre globe. C'est ce qui n'arrive point lorsque l'air est plus sec ou moins humide ; les vapeurs aqueuses sont dans ce cas plus rares, plus dispersées, & chaque molécule conserve son atmosphère électrique. L'observation confirme cette théorie ; tandis que certains vents humides, les vents de mer, par exemple, regnent sur-tout dans les pays maritimes, il

n'y a aucune électricité sensible dans l'atmosphère, mais elle paroît avec force lorsque les vents du nord exercent leur empire. La raison en est évidente d'après les principes que je viens de rapporter ; les vents de mer soufflant & transportant une quantité prodigieuse de particules aqueuses qui se touchent, il y a dans l'air un conducteur continu jusqu'à la terre. Tandis que les vents du nord ont lieu, le nombre des molécules aqueuses disséminées entre les parties de l'air, est beaucoup moindre ; & , nul conducteur continu n'étant établi entre la basse région de l'atmosphère & la terre, l'électricité aérienne n'est point dissipée.

Lorsque les nuages sont électrisés négativement, & la terre dans un état d'électricité positive, les phénomènes doivent être semblables à ceux qui arrivent dans le cas où ils sont doués d'une électricité positive, le globe de la terre étant alors électrisé négativement ; puisque l'expérience prouve que les corps électrisés par défaut se repoussent mutuellement, & qu'ils sont attirés par ceux en qui regne l'électricité par excès : ainsi la pluie tombera également du nuage. Cette pluie qui tombe sur la superficie de la terre, peut-être appelée avec juste raison *descendante*. Mais, dès que la masse de l'atmosphère

est électrisée négativement, la terre étant électrique par condensation ou positivement, les particules aqueuses renfermées dans la terre près de sa surface seront soumises à la vertu électrico-répuulsive de la terre & à la force attractive de la masse de l'air atmosphérique, & conséquemment s'élèveront dans l'air. Cette pluie très-fine & souvent imperceptible, mérite d'être nommée pluie *ascendante*, comme l'électricité qui s'échappe de la terre. Telle est l'origine de la rosée qui s'élève de la terre ou de la rosée *ascendante*, des brouillards & des autres météores aqueux, dont la direction est de bas en haut. Cet effet sera encore le même dans le cas où la terre chargée de particules aqueuses à sa superficie, seroit électrisée par raréfaction ou par défaut, l'atmosphère étant dans la même circonstance électrisée positivement. Les loix de l'équilibre propre à tous les fluides & particulièrement à celui de l'électricité, exigent cette communication réciproque & alternative entre notre globe & l'atmosphère; &, comme je le disois dans mon mémoire sur la foudre ascendante & sur un nouveau para-tonnerre, pag. 10; des observations aussi multipliées que constantes, nous ont forcé à ne pas méconnoître ce commerce réciproque qui existe entre la terre & les cieux.

En bonne physique comme en chymie ; il faut produire les phénomènes qu'on veut expliquer, en employant seulement les causes assignées ; aussi ai-je cherché à m'assurer par l'expérience de la justesse de l'application des principes exposés précédemment, au sujet dont il est ici question. Au dessous du conducteur de la machine électrique, j'ai suspendu une platine de fer dont tous les bords & les angles avoient été arrondis ; j'avois eu soin auparavant de parsemer la surface inférieure de cette platine de très-petites gouttelettes d'eau. Lorsque la machine électrique fut mise en jeu, on vit ces gouttelettes s'élancer vers la table qui représentoit la terre, & donner le joli spectacle d'une pluie électrique dont la cause étoit la répulsion produite par l'électricité. La force de cette pluie ou la rapidité de la chute de ces gouttes étoit d'autant plus grande que la vertu électrique étoit plus forte ; & la distance de la plaque de fer à la table étoit aussi relative à l'énergie de l'électricité. Pour représenter la pluie ascendante, ou la rosée, je mets sur le conducteur une plaque métallique semblable à la précédente, mais dont la surface supérieure est arrosée d'un grand nombre de très-petites gouttelettes d'eau. A une distance convenable de cette

platine, je place un corps quelconque par-dessus, pourvu qu'il soit conducteur ; & lorsqu'on électrise la première plaque on voit sensiblement la pluie s'élever en l'air, & donner une image de la pluie ascendante, de la rosée, des brouillards & de l'évaporation de l'eau répandue sur le globe de la terre.

L'attraction électrique peut aussi être quelquefois cause de la pluie, comme la répulsion électrique l'est dans des circonstances opposées ; car si la terre est électrisée positivement & les nuages négativement, comme on l'observe souvent, on verra naître une pluie électrique qui résultera de l'attraction électrique de la terre. Les molécules aqueuses de la surface des nuages qui sont dans la basse région de l'atmosphère, seront alors attirées & la pluie tombera. Si les nuages sont électrisés positivement & la terre négativement, ainsi que les observations le prouvent également, alors les molécules d'eau, répandues sur la surface des nuages, seront attirées par le globe de la terre, & on aura encore une pluie électrique. Un tube électrisé & présenté à la surface inférieure d'une platine de métal, arrosée de quelque liqueur que ce soit, d'eau ou d'esprit de vin, par exemple, donnera une représentation de la

pluie électrique par attraction, la pluie étant électrisée. Ce tube dans le même état d'électricité, étant placé à une juste distance de la surface supérieure de la platine également arrosée, offrira encore une image de la pluie électrique ascendante, dans l'hypothèse où les nuages sont électrisés par excès.

Dans les divers phénomènes de la nature qui dépendent de l'électricité, l'attraction électrique existe en même tems que la répulsion électrique, & ces deux causes concourent à la production des mêmes effets. On peut donc dire en général que la pluie d'orage sur-tout dépend de l'attraction & de la répulsion électriques, combinées ensemble, & conspirant au même but. En effet, il n'est personne qui ne voie que, les nuages étant électrisés par excès, & les particules aqueuses de leurs surfaces différentes étant repoussées du nuage, elles sont en même tems attirées par la terre; & que l'attraction & la répulsion électriques conspirent à produire le même effet. Je suppose ici que l'attraction & la répulsion électriques sont deux propriétés, car il n'est pas improbable que dans la réalité elles n'en constituent qu'une seule : cette idée est bien dans la nature, qui est aussi simple dans ses moyens que dans sa fin.

ARTICLE II.

Observations sur des Pluies Électriques.

PLUSIEURS observations prouvent qu'il y a des pluies électriques dans les orages, c'est-à-dire, des pluies qui dépendent de l'électricité, qui en contiennent & qui la communiquent. Une des observations qui paroissent les plus curieuses est la suivante que j'eus occasion de faire, il y a plusieurs années, & que j'ai envoyée à M. Fougereux de Bondaroi, qui en fit part à l'Académie des Sciences de Paris qui la trouva intéressante, ainsi qu'il conste par le rapport avantageux des commissaires. Elle a pour objet des gouttes de pluie & des grains de grêle lumineux dans un tems d'orage.

Dans l'orage du 28 Octobre 1772, auquel je fus exposé sur les cinq heures & quart du matin, je vis des grains de grêle étinceler & des gouttes de pluie devenir lumineuses. J'étois sur le grand chemin de Brignai à Lyon, à un quart de lieue du premier de ces deux endroits, & j'éprouvai toute la furie d'un des plus violents orages qu'il y ait

eu depuis long-tems dans cette contrée. L'obscurité augmenta successivement, jusqu'au point que mon compagnon de voyage & moi, nous ne pouvions conduire nos chevaux qu'à la faveur des éclairs, & qu'après avoir fait quelques pas dans la direction du chemin que nous appercevions de tems en tems, nous étions obligés de nous arrêter pour attendre de nouveaux éclairs. Enfin, les ténèbres devenant de plus en plus épaisses & la lumière momentanée des éclairs ne nous suffisant plus, nous descendîmes de cheval & restâmes pendant quelque tems à la même place; parce que, le grand chemin étant bordé d'un côté par de petites montagnes où collines, & de l'autre par des champs & des prés dont le sol est beaucoup plus bas, il y avoit du danger à s'avancer.

Le vent étoit des plus impétueux, une pluie par torrens tomba & inonda la terre, une grêle abondante & dont les grains étoient très-gros, couvrit tout le pays, de telle sorte qu'après l'orage on vit sur le terrain, en certains endroits, plus d'un pouce & demi de grêle en hauteur; mais dans les fossés elle étoit de plus de trois pouces. Non-seulement les grains de cette grêle étoient d'un volume considérable, plus gros qu'une noisette, mais ils étoient encore anguleux :

leux : aussi firent-ils sur mes mains une telle impression qu'elles furent marquées d'un grand nombre de taches rouges semblables à celle que la petite vérole laisse peu après la chute des boutons. Ces marques subsistèrent tout le jour & quelques-unes paroissoient encore le lendemain. Comme j'avois tourné mes regards du côté des nuages, quelques grains étoient tombés sur mon visage & avoient un peu élevé la peau, de telle sorte que les petites cicatrices qui en résulterent furent apperçues pendant quelques jours. Quoiqu'on eût ressenti à Lyon quelques effets de cet orage, on fut néanmoins surpris des marques que j'en portois; tous mes confreres à l'Académie, entr'autres, en furent témoins.

Pendant la chute des grains de grêle & des gouttes de pluie, je vis de petites étincelles & de petits points de lumière sur quelques parties de la selle de mon cheval. Quelquefois j'entendois de petits coups produits par les grains de grêle; & d'autres fois je ne remarquois aucun bruit, sans doute lorsque les gouttes de pluie tomboient; & cependant j'appercevois toujours dans ces deux cas de petits traits lumineux. Je ne savois alors pourquoi ces points de lumière, & ces petites étincelles affectoient de briller

sur certaines parties de la selle de mon cheval : mais j'en découvris la cause dès que le jour parut ; c'étoient précisément les endroits de la selle ou il y avoit des fers & des parties métalliques.

Dans le tems de cet orage , les coups de tonnerre étoient de plus en plus fréquens & augmentoient successivement en force ; dans les derniers on observoit très-peu d'intervalle entre la lumière & le son. Enfin nous entendîmes un dernier coup de tonnerre qui fut effroyable , & qui épouvanta tellement nos chevaux , qu'ils s'échappèrent de nos mains avec effort & se sauverent à une certaine distance dans ces près & ces champs inférieurs dont j'ai parlé , & où , demi-heure après , lorsque l'obscurité se dissipa , nous les aperçûmes étant dans l'eau jusqu'aux fangles.

M. Pafumot , a fait une observation analogue à la précédente. Le 3 Mai 1768 , je fus surpris , dit il , au milieu d'un bois sur une hauteur , près de la Canche , à deux lieues d'Arnay-le-Duc , vers sept heures du soir , par un violent orage dont la chute étoit déterminée dans le bois même que je traversois. La matiere électrique étoit si proche que chacun des éclairs , qui étoient très-vifs , me faisoit sentir au visage une assez

forte impression de chaleur. Les nuages très-abaiſſés verſoient l'eau à flots. Dans un instant critique , où je délibérois ſi je m'arrêteroſ, j'inclinai la tête pour décharger mon chapeau de l'eau qu'il retenoit. Cette eau rencontra dans ſa chute , à environ un pied de terre , l'autre eau qui tomboit du ciel , & le choc donna une étincelle. (1)

Il eſt fait quelquefois mention dans les auteurs anciens de pluies de feu : ainſi dans la collection académique , on cite la pluie de feu accompagnée d'orage , qui tomba le 10 mars 1695 à Châtillon ſur Seine ; on parle encore d'une autre qui , l'an 408 , eut lieu avec un tremblement de terre (2). Arbuthnot , dit qu'il y a des exemples d'ondées de pluie brûlante après le tonnerre (3). A Kara dans la Gothie orientale , on vit un phénomène bien extraordinaire , le 22 Septembre 1773 ſur les 10 heures du ſoir , à la ſuite d'une grande chaleur , & pendant un orage accompagné d'éclairs & de tonnerres. Il y tomba une pluie électrique dont chaque goutte jetoit des étincelles de feu. Trois jours après on reſſentit une très-forte

(1) Observations, ſur la Phyſique, &c. 1774, pag. 258.

(2) Collection Académique, pag. 503.

(3) Eſſai des Effets de l'Air, pag. 16.

secouffe de tremblement de terre , principalement fur le mont Kina-Kulle , qui contient fix paroiffes.

Le phénomène dont nous parlons peut être représenté par une expérience intéreffante ; que nous allons décrire , parce que de toutes les preuves d'une vérité , comme nous l'avons dit , la plus sûre est celle des yeux. Supposons qu'on mette de l'eau dans un petit vase de métal percé à son fond de plusieurs trous par lesquels l'eau puisse s'échapper goutte à goutte , & tomber ensuite sur un plat de métal ; il est certain que dès qu'on communique l'électricité au vase isolé , les gouttes d'eau , en tombant sur le plat étincellent dans l'obscurité , & nous donnent le spectacle d'une pluie lumineuse électrique.

Il n'est pas douteux que ces phénomènes ne se reproduisissent plus souvent à nos yeux , si un plus grand nombre d'observateurs se trouvoient dans des circonstances favorables , & sur-tout s'ils étoient munis d'appareils isolés propres à recevoir la pluie d'orage lorsqu'elle commence à tomber. Ce qui le prouve , c'est que plusieurs physiciens ont tiré des étincelles électriques des grands conducteurs atmosphériques , dans le tems des pluies orageuses. M. Verrat , qui a fait plusieurs

observations sur l'électricité de l'air, a souvent vu des étincelles électriques très-fortes qui partoient du conducteur qu'il avoit élevé à l'observatoire de Bologne, lorsque la pluie tomboit. Ces étincelles cessôient ordinairement de paroître dès que les nuages étoient déchargés.

M. Marin, a plusieurs fois pendant la pluie observé des signes d'électricité & même des étincelles au conducteur qu'il avoit élevé sur sa maison dans cette même ville. Il vint à bout, dans un tems de tonnerre, dès que la pluie commença à tomber, d'enflammer de l'esprit de vin qu'il avoit fait chauffer. Ce physicien a remarqué que lorsque la pluie continuoit quelque tems à tomber, l'électricité disparoissoit, sans qu'aucun signe se montrât, soit que le tonnerre eût grondé auparavant, soit qu'on ne l'eût pas entendu; car il a vu l'électricité très-forte, au mois de Novembre même, & pendant un vent d'ouest, sans qu'il y eût ni tonnerre ni éclair.

J'ai observé souvent, à mon conducteur, que, lorsque pendant un orage la pluie commençoit à tomber, on tiroit de l'appareil, des étincelles électriques qui étoient plus ou moins poignantes, selon l'intensité du fluide électrique. Cet effet vient du fluide électri-

que des nuées, & même de l'air, qui est transmis jusqu'à la terre par le moyen de l'eau qui est un excellent véhicule du fluide électrique; elle le transmet avec d'autant plus d'abondance qu'il a plus d'énergie; elle le transmet encore d'autant plus facilement que l'air n'est point conducteur mais idio-électrique; & elle le communique enfin surtout aux appareils élevés pour recevoir l'électricité de l'atmosphère, parce qu'ils sont métalliques & très-élevés. Quelquefois j'ai néanmoins observé, que si dans un orage une pluie trop abondante survenoit tout-à-coup, l'électricité des conducteurs cessoit, parce que la grande quantité de pluie transmettant bientôt la plus grande partie de l'électricité aérienne, elle ne pouvoit plus être sensible. Il arrive encore souvent que le conducteur après que la pluie a duré quelque tems ne donne plus de signes d'électricité, ou n'en présente que de très-foibles; l'eau de la pluie qui est tombée abondamment depuis le commencement de l'orage, ayant dissipé la plus grande partie de la surabondance de fluide électrique que contenoit la nuée orageuse. Il en est de même si dans un orage la pluie commence par être trop abondante, les conducteurs atmosphériques donneront moins d'électricité, parce

que la pluie trop considérable a bientôt transmis à la terre la matière électrique des nuages. On ne sera pas surpris, d'après les observations précédentes, que les grands conducteurs atmosphériques donnent plus d'électricité durant des pluies d'orage que pendant la durée même du tonnerre, car souvent dans cette dernière circonstance l'air n'est pas assez humide pour conduire l'électricité des régions supérieures jusque dans le réservoir commun.

Le père Cotte, si avantageusement connu par ses observations météorologiques, a souvent observé de même que le conducteur donnoit des signes très-marqués d'électricité pendant des pluies d'orage, & qu'ils n'étoient jamais plus grands que lorsque son appareil commençoit à être mouillé par la pluie.

M. Henley, est aussi d'avis, d'après plusieurs observations, que la pluie dépend beaucoup de l'électricité atmosphérique; il assure qu'il n'a presque jamais manqué de pleuvoir deux ou trois jours après avoir aperçu l'air fortement électrisé, sur-tout lorsqu'il est resté long-tems. S'il n'est tombé ni pluie ni neige, &c. il est toujours survenu quelqu'autre intempérie en proportion de la force & de la durée de l'électricité.

La pluie d'orage est utile, puisqu'elle est

le vrai véhicule de la matière électrique qui regne dans l'atmosphère, qu'elle la communique à la terre ; & que d'autres fois elle transmet à la masse de l'air la surabondance du fluide électrique, qui dans certaines circonstances existe dans le globe de la terre. Voyez ce que nous avons dit, sur l'influence de la pluie d'orage sur les plantes, dans l'*Électricité des Végétaux* (1) ; il y est prouvé que la pluie est un véhicule également puissant & abondant de l'électricité de l'atmosphère.

Mais quelquefois cette pluie d'orage est nuisible par la grande quantité d'eau qu'elle donne. Telle fut cette pluie qui tomba à Bastia, capitale de la Corse, le 1 Janvier 1775, & dont la durée fut de dix heures. La quantité d'eau de cette pluie extraordinaire fut, très-considérable, car elle fut au moins de onze pouces huit lignes ; puisque l'observation n'en fut faite, au rapport de M. Beugin, qu'après le commencement de la pluie qui annonçoit dès lors une chute d'eau considérable. Quoique les pluies d'orage, ne soient pas toutes aussi grandes ; néanmoins la quantité d'eau qu'elles versent l'est souvent trop par rapport à nos champs &

(1) *Électricité des Végétaux*, première partie, chap. V. art. 1, pag. 30.

à nos vignes , sur-tout à la veille des récoltes & des moissons. Ces dangers sont encore plus fréquens dans plusieurs contrées qui y sont plus exposées par différentes circonstances locales. Il seroit donc à souhaiter qu'on pût imaginer des moyens propres à cet effet ; & c'est ce que j'ai tâché de faire , il y a quelques années dans un mémoire présenté à l'Académie de Montpellier , vers la fin de 1778 , & qu'on trouvera ici.

ARTICLE III.

Des Garde-Pluies d'Orage.

IL seroit bien étonnant que l'homme dont le génie a soumis à sa domination tous les êtres animés qui peuplent la surface de notre globe , quelque féroces qu'ils soient ; à l'industrie de qui rien n'est impossible ; qui , au moins aussi puissant que le Jupiter de la fable , tient en ses mains la foudre , ce météore si terrible , l'arrête , la détourne ou la dirige à son gré ; il seroit bien étonnant qu'il ne pût exercer son empire sur les autres météores dont la force , l'énergie & la violence ne sont point comparables avec le

tonnerre. L'homme n'a à craindre que le découragement, il lui suffit de savoir tout oser pour vaincre les plus grands obstacles, & voir ses succès couronnés. Il n'y a pas long-tems que je le disois : je suis persuadé que l'homme, cet être maintenant si foible, un jour maîtrisera les élémens, alors & seulement alors, on pourra dire avec vérité qu'il est le roi de l'univers, & qu'il commande à la nature.

La pluie qui mérite si souvent le nom de rosée du ciel, souvent aussi, sur-tout celle d'orage, détruit nos moissons, ravage nos terres, & porte la désolation & le désespoir dans nos campagnes. Essayer de prévenir ces désastres affreux, tenter & proposer des moyens pour s'opposer à ce fléau si redoutable, c'est rendre, je crois, un service essentiel à l'humanité. Il est nécessaire, afin d'être convaincu de l'efficacité du moyen que j'annonce, de se rappeler les principes certains que j'ai établis dans mon mémoire sur une *nouvelle cause de la pluie*. La répulsion électrique est cette cause, & en même tems elle est une suite de ces vérités démontrées : 1^o. que les nuages orageux sont électriques, puisqu'ils portent dans leur sein la foudre, puissant phénomène d'électricité ; & qu'on en tire des étincelles électriques avec le se-

cours des cerfs-volans , & des conducteurs élevés pour recevoir l'électricité aérienne.

2^o Que les corps électrisés se repoussent mutuellement , & qu'en conséquence tous les corps légers dont leur surface est parsemée , étant eux-mêmes électrisés , éprouvent une répulsion , soit entr'eux , soit de la part des substances sur lesquelles ils sont comme dispersés. Ainsi du son , du tabac , ou des gouttelettes d'eau , répandus sur la superficie d'un corps électrisé , en sont chassés ou repoussés à une distance proportionnelle à l'énergie de l'électricité. Un nuage orageux étant donc dans un état actuel d'électricité très-puissante ; les molécules aqueuses qui forment sa surface extérieure , éprouveront alors une répulsion électrique très-forte qui les fera tomber vers la terre , sous forme de pluie , jusqu'à ce que l'électricité du nuage se soit dissipée. Dans cette chute les gouttes de pluie partageront avec les parties conductrices contenues dans l'atmosphère , l'excès de leur électricité , & par ce moyen produiront les signes d'électricité qu'on attribue vulgairement à l'air atmosphérique.

Les expériences que j'ai rapportées dans le mémoire déjà cité , nous ont prouvé que cette cause étoit réelle. J'ai suspendu au conducteur électrique une plaque de mé-

tal , dont la surface inférieure étoit parsemée de gouttelettes d'eau ; & , lorsque la machine électrique étoit mise en jeu , on voyoit ces gouttes d'eau repoussées avec une certaine vitesse de la surface de la plaque , s'élaner en bas , & tomber en forme de petite pluie sur la table qui représentoit la terre , comme la platine est la figure des nuages orageux : c'est une expérience qui est aussi certaine que facile , & qui emporte avec elle la conviction.

Quand on fait le principe d'un mal , on en connoît bientôt le remède. La cause des pluies orageuses est l'électricité atmosphérique qui regne dans les nuages ; conséquemment pour dissiper , faire cesser & empêcher même les pluies d'orage , il faut dissiper & soutirer l'électricité qui regne dans l'air & dans les nuages. Les pointes électriques élevées en l'air & non isolées , ont le pouvoir de soutirer la matière électrique , comme il est prouvé par l'observation la plus constante. Un conducteur chargé d'électricité , devant lequel on présente une pointe aiguë , perd toute sa vertu électrique , & on n'apperçoit alors aucun effet électrique , c'est-à-dire , ni étincelles , ni attractions , ni répulsions de corps légers. Les nuages orageux étant des conducteurs chargés d'élec-

tricité, les pointes élevées soutireront donc, & détruiront leur électricité; elles empêcheront tout effet électrique, & par une fuite nécessaire la répulsion des gouttelettes d'eau. Consultons encore le flambeau de l'expérience & ne marchons qu'à sa lueur.

L'appareil de l'expérience de la pluie électrique étant dressé ainsi que nous l'avons décrit, c'est-à-dire, la platine parsemée de gouttes d'eau étant suspendue sous le conducteur électrisé, j'ai présenté une pointe très-aiguë à une certaine distance du conducteur ou de la platine; &, quoique la machine électrique produisît une forte électricité comme auparavant, les gouttes d'eau n'ont point été repoussées de la surface inférieure de la platine, elles y ont toujours été adhérentes, & on n'a vu aucune pluie. Je n'ai fait qu'éloigner la pointe présentée, & la pluie a commencé à tomber avec force. J'ai approché de nouveau ma pointe, la pluie a cessé; j'ai encore abandonné cette pointe, & la pluie s'est montrée une seconde fois. Cette alternative de pluie ou de cessation de pluie a eu lieu successivement autant de fois que la pointe électrique a été éloignée ou présentée, & j'ai fait naître ou j'ai suspendu la pluie à mon gré.

Si l'expérience de la maison du tonnerre

qui est préservée lorsqu'elle est armée d'un para-tonnerre ascendant & descendant , & qui est brisée & détruite après que le para-tonnerre en a été ôté , expérience dont j'ai parlé dans mon *mémoire sur la foudre ascendante* ; si l'expérience du tremblement de terre électrique qui renverse de petites figures de maisons, placées sur un sol ébranlé par la secousse électrique , lesquelles sont conservées , lorsqu'on a placé les para-tremblements de terre & les para-volcans décrits dans mon *mémoire sur les para-tremblements de terre* ; si ces expériences curieuses , faites dans les cabinets des physiciens , démontrent aux yeux d'une manière sensible l'efficacité des para-tonnerres & des para-tremblemens de terre , l'expérience que je viens de rapporter sur le garde-pluie doit convaincre de l'efficacité de son influence relativement à la pluie.

Pour préserver un pays des pluies d'orage , il suffit donc d'élever le plus haut qu'il sera possible , dans les campagnes sur-tout où les biens précieux que l'industrie & l'agriculture arrachent à la terre , sont plus exposés ; il suffit d'élever des pointes pour soustraire l'électricité des nuages orageux. Le feu électrique des nuées qui détermine la chute de la pluie par la répulsion qu'il produit , sera attiré & dis-

sipé par ces pointes ; & , la cause de la pluie n'existant plus , l'effet n'aura pas lieu. L'expérience que nous avons rapportée ne permet pas d'en douter.

Ces pointes électriques qu'il est nécessaire d'élever , doivent être de métal , parce que les métaux sont les meilleurs conducteurs qu'on connoisse , ainsi que l'expérience le prouve , & que la matière électrique est facilement transmise à travers leur substance ; c'est un principe d'électricité sur lequel il n'y a aucun doute. Ces pointes doivent être prolongées jusque dans la terre , & auront conséquemment la figure d'un grand conducteur élevé perpendiculairement , & terminé par une pointe aigüe. Comme il s'agit ici des campagnes plus exposées aux pluies orageuses & où les ravages sont plus funestes ; on pourra , pour diminuer la dépense , se servir des plus grands arbres qui sont plantés çà & là , afin de placer à leurs sommets nos pointes électriques. Des fils d'archal treffés partiront de la pointe à laquelle ils seront unis , descendront le long des arbres , & entreront dans la terre par leur extrémité inférieure. Alors , l'extrémité supérieure de ces pointes conductrices étant élevée dans l'atmosphère , elles transmettront par toute leur longueur l'excès de l'électricité atmo-

phérique qui , pour rétablir l'équilibre ; (voyez mes *mémoires sur la foudre ascendante , les tremblemens de terre , l'aurore boréale , la pluie , &c.* où les principes relatifs au sujet présent sont développés) se perdra dans la masse de la terre.

Cet appareil bien simple & peu dispendieux peut être multiplié dans les contrées souvent exposées à la pluie , sur-tout à celle d'orage , & on ne tardera pas à s'apercevoir de ses heureux effets. Si dans le lieu particulier qu'on veut préserver il n'y avoit pas de grands arbres , on profiteroit de toutes les élévations qui se présenteront. Un garde-pluie , tel que je viens de le décrire , coûte très-peu. Il n'est pas nécessaire d'employer des verges de fer , comme pour les para-tonnerres ; parce qu'on n'a pas à craindre , dans ce qui n'est que campagne , les effets nuisibles qui résulteroient de la fusion du métal conducteur & des explosions électriques. Si on jugeoit à propos , pour des raisons particulières , de placer des garde-pluies dans les endroits habités , dans des villages ; il faudroit dans ce cas se servir de verges métalliques. Il est inutile d'avertir qu'il est bon de couvrir d'une peinture ou d'un vernis grossier la surface des fils de fer ou de la tresse

treffe métallique qui compose les garde-pluies , afin d'éviter la rouille destructive de ce métal ; & d'enduire d'une matiere bitumineuse la partie du garde-pluie qui est dans la terre , à moins qu'on n'aime mieux la terminer par du plomb.

On a un moyen bien simple de se convaincre de l'efficacité de nos garde-pluies ; c'est d'observer avec de bons udometres , avec celui de M. Pafumot , par exemple , la quantité moyenne de pluie qui est tombée dans un pays avant d'y avoir élevé ces pointes électriques , & de la comparer avec la quantité moyenne de pluie qui sera tombée après leur construction ; & je suis persuadé qu'on trouvera une grande différence en moins dans le dernier résultat.

Comme il peut très bien arriver que dans certains tems d'une sécheresse soutenue , on ait besoin de pluie , alors on ôtera les pointes conductrices ; l'obstacle à la pluie étant levé , on verra bientôt l'électricité atmosphérique reprendre ses anciens droits , & les nuages se résoudre en pluie. A la vérité , c'est un inconvénient d'ôter & de remettre ses garde-pluies ; mais , quelque peu considérable qu'il soit , il est facile de l'éviter par le procédé suivant. Pour cet effet , il faut isoler les pointes métalliques ,

comme on le fait pour les électromètres qui servent aux observations météorologiques, soit en les plaçant sur du verre, soit sur un bois convenable bien séché & imprégné ensuite d'huile de térébenthine & de bitume. Ensuite on met à une certaine distance de cette pointe une communication mobile qui formera un conducteur non interrompu jusqu'au sol. Lorsqu'on veut un garde-pluie, on place la communication; si on veut ôter le garde-pluie, il suffit d'enlever seulement la pièce de communication que nous avons supposée mobile, ce qui est beaucoup plus facile. La raison de ce procédé est qu'une pointe électrique isolée ne détruit pas l'électricité d'un corps devant lequel on la présente, ainsi que l'expérience le prouve. Qu'une personne placée sur un isoloir tienne une pointe à quelque distance du conducteur & de la platine électrique de l'expérience citée précédemment, la petite pluie aura toujours lieu; elle ne cesse que dans le cas où elle communique avec la terre. Selon la température des différens pays, il peut être plus ou moins avantageux d'élever des garde-pluies; s'ils ne peuvent servir dans les climats arides, il en est beaucoup d'autres trop pluvieux dans lesquels ils seroient de la plus grande utilité.



CHAPITRE VI.

De la Neige.

LA neige n'est autre chose que des particules de vapeurs converties en espèce de glace par le froid & la congelation. Nous avons prouvé ci-dessus que dans l'atmosphère, il y a une très-grande quantité de vapeurs qui y sont répandues dans toute son étendue; elle est même si considérable, qu'on croit communément que ces vapeurs font le tiers de la masse de l'air; de plus, elles peuvent parvenir à une très-grande élévation au dessus de la surface de la terre, à celle de quatre mille quatre cents toises, qui est la hauteur extrême des vapeurs, & où le froid est ordinairement très-vif.

Si dans une des régions de l'atmosphère où se trouvent disséminées les vapeurs, le froid survient, il commence d'abord par condenser l'air & les vapeurs; il les réunit de telle sorte, que sous un même volume, il y a plus de masse; il congèle l'eau, & la fait passer de l'état de liquidité à celui de solidité. Si ces molécules aqueuses ont été

exposées à la congélation, avant que de former des gouttes sensibles ; on aura de la neige. Lorsque la formation des gouttes précède la congélation, c'est de la grêle qui tombe.

La neige peut très-bien recevoir, transmettre ou conserver le fluide électrique, ainsi que l'expérience le montre. Ces vérités ont été prouvées dans notre ouvrage *de l'Électricité des Végétaux*. (1) On y a vu que de la neige isolée & électrisée donnoit des signes d'électricité, & qu'elle servoit très-bien d'armure à une jarre électrique ; de sorte que la commotion électrique est parfaitement donnée par un appareil de ce genre.

Ce n'est pas seulement l'électricité artificielle qui se communique à la neige, mais encore l'électricité naturelle, ainsi que l'observation le prouve. On trouve dans l'ouvrage que je viens de citer les expériences que j'ai faites à Paris, au dôme des invalides, le 10 Novembre 1782, sur les neuf & onze heures du matin, tandis que la neige tomboit. Le petit électromètre sensible, dont j'ai fait graver la figure dans ce même ouvrage, y étant exposé, montrait une divergence dans les fils & dans les boules, &

(1) De l'Électricité des Végétaux, première partie, chap. V, 2^e et, 11, pag. 43 & suiv.

L'électricité étoit positive (1). J'observai encore à Beziers, le 17 Février 1782, une neige électrique. Reçue dans un vase de métal isolé, elle donna des étincelles électriques d'une nature positive. J'ai eu le même succès dans quelques autres circonstances.

Plusieurs autres physiciens ont obtenu des signes d'électricité pendant la chute de la neige, soit par le moyen d'un conducteur atmosphérique, soit par celui d'appareils particuliers, dressés pour la recevoir. Le P. Cotte, à Montmorency, a tiré de son conducteur des étincelles électriques pendant que la neige tomboit. Le 20 Avril 1772, pendant une neige abondante qui tomboit, & qui étoit une pluie d'orage que le froid de l'atmosphère avoit convertie en neige, il tira pendant plusieurs minutes de son conducteur des aigrettes, dont le souffle & le sifflement étoient très-sensibles, quoique sans piquure. Ce nuage ne produisit point de détonnation.

Pendant l'hiver de 1776, qui fut si rigoureux dans la plûpart des provinces de France, M. Guyot, qui étoit alors à Bordeaux, pendant la chute de la neige, présenta aux flocons un tube de crystal d'Angleterre frotté

(1) Electricité des Végétaux, pag. 48.

qui les repoussa constamment; tandis qu'un bâton de cire d'Espagne noire, électrisée, les attiroit. Cette expérience prouve que les flocons de neige étoient électrisés, & qu'ils l'étoient positivement; puisque la répulsion électrique a lieu entre deux corps qui jouissent de la même espèce d'électricité.

M. Canton observa que, le 12 Novembre 1753, son conducteur fut électrisé par la chute d'une neige fondue. Pendant l'année suivante, l'appareil de ce physicien fut électrisé plus de vingt-cinq fois, soit positivement, soit négativement, par la neige, aussi bien que par la grêle & la pluie, presque avec autant d'énergie, à la température de vingt-huit à trente-quatre degrés au thermomètre de Farenheit, qu'en été, excepté durant l'orage. (1)

M. Kinnerley observa, au rapport de Francklin, pendant l'hiver de 1753, que les timbres de son appareil sonnerent long-tems pendant une chute de neige; quoique l'on n'entendit point de tonnerre, & qu'on ne vit point d'éclairs. Quelquefois les coups & le pétilllement de la matière électrique entre

(1) Transactions Philosophiques, tome XLVIII, partie II, pag. 785.

les timbres furent si forts, qu'on les entendit dans toute la maison. (2)

A Cambridge, dans la nouvelle Angleterre, M. Winthrop a obtenu plusieurs signes d'électricité, par le moyen d'un appareil à plusieurs pointes métalliques qu'il avoit fait dresser sur sa maison. Le fil d'archal, qui servoit à transmettre le fluide électrique, étoit garni, à son entrée dans l'intérieur de l'édifice, de clochettes, pour avertir de la communication de l'électricité atmosphérique. « En été, dit-il, ces clochettes ne manquent pas de sonner à l'approche d'un nuage orageux; mais elles se taisent aussi-tôt qu'il commence à pleuvoir. En hiver, elles sonnent quelquefois, ce qui n'est pourtant pas bien ordinaire, tandis qu'il neige; quoiqu'elles ne se fassent jamais entendre, tandis qu'il pleut, autant, du moins, que je puis me le rappeler. Mais voici une chose à quoi je ne m'étois pas attendu: c'est que, quoique les clochettes n'eussent point sonné pendant qu'il neigeoit; cependant le lendemain, après que la neige eut cessé, & que le tems se fut éclairci, un grand vent d'ouest ou de nord-

(2) Expériences & Observations de Francklin, tome II, pag. 243, édit. in-12.

ouest, qui s'étoit élevé, emportant la neige; les clochettes sonnerent pendant quelques heures (quoique avec peu d'interruption) avec autant de vivacité, que je les aie jamais entendues, & je tirai pendant ce tems des étincelles considérables du fil d'archal. » M. Winthrop n'a observé ce phénomène que deux fois; savoir, le 31 Janvier 1760, & le 3 Mars 1762. (1)

Un des phénomènes, le plus curieux, & auquel on ne fait pas assez d'attention, est la figure particulière de la neige qui dépend d'une véritable cristallisation. Quelques physiciens, & entr'autres Mutchenbroeck, l'ont observée avec soin. J'ai tourné plusieurs fois mes vues sur cet objet, & je vais choisir ici quelques-unes de mes observations. Le 14 Février 1782, la neige tomba à Beziers, pendant la matinée; les flocons de cette neige étoient en grande partie cristallisés sous une forme d'étoiles à six angles; quelques-unes n'en avoient que cinq, un plus grand nombre en avoit sept ou huit. Afin de mieux observer la beauté de ce phénomène, j'eus soin de recevoir les flocons sur un morceau de drap noir, non-seulement pour mieux ap-

(1) Œuvres de Francklin, pag. 245.

percevoir la régularité des formes, mais encore afin que la neige ne se fondît pas trop rapidement, qu'elle pût se conserver pendant quelque tems.

Le 17 du même mois, il tomba encore de la neige très-abondamment; la terre en fut couverte à quatre pouces de hauteur, presque tous les flocons étoient étoilés. Je puis dire, avec vérité, que les cinq-sixièmes de la neige qui tomba, étoient autant d'étoiles, non-seulement à six rayons ou plus, mais formoient des étoiles composées, & même sur-composées. Par ces termes, j'entends des étoiles, dont les rayons étoient divisés & sous-divisés en plusieurs branches, & celles-ci en d'autres. Tous ceux à qui je les montrai, furent dans l'admiration, tant la régularité des formes & la symmétrie des parties étoient observées. Le thermometre de Réaumur étoit, à sept heures & demie du matin, tems de la chute de cette neige, à trois degrés & demi au dessous du point de la congelation, à l'exposition au nord; & le barometre étoit à vingt-sept pouces onze lignes.

Dans les flocons de neige étoilés & composés, ou sur-composés, que je remarquai le 17, j'observai toujours dans le milieu une figure d'étoile qui auroit toujours été telle,

quand même on auroit supprimé les grands rayons qui formoient la grande étoile. Cette neige, reçue dans un vase de métal isolé, donna des étincelles électriques, lorsqu'on approcha la boule d'un exciteur de ce vase. L'électrometre de M. Canton annonça aussi dans cette circonstance la présence de l'électricité par la répulsion des boules.

Dans la neige qui tomba le 14 de Février, dont nous venons de parler, j'observai aussi beaucoup de rayons simples de neige, c'est-à-dire, des filamens congelés en ligne droite, isolés les uns des autres; ils doivent être considérés comme les élémens des flocons étoilés. Ce phénomène s'apperçoit sur la surface de l'eau, toutes les fois qu'elle commence à se convertir en glace: plusieurs de ces filamens, comme on sait, s'unissent entr'eux, & forment ordinairement des angles de soixante ou de cent vingt degrés, plusieurs ainsi réunis forment un réseau & un tissu de glace. Ces filamens sont les élémens de toute congelation aqueuse; & on ne doit pas être surpris qu'il en soit tombé un grand nombre d'isolés, si la neige ne venoit pas de bien haut. Lorsque la neige tombe d'une région assez élevée, plusieurs filamens sont réunis entr'eux, & forment différentes figures plus ou moins régulières, selon les

circonstances qui ont présidé à sa formation. Si l'air est tranquille, les étoiles seront régulières; parce que, dans toute cristallisation, pour que les cristaux soient parfaits, il est nécessaire que rien ne trouble la tendance que les différentes parties ont à s'arranger entr'elles d'une manière convenable à leur figure. En jetant un coup d'œil sur les fig. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 & 23, on aura une idée des différentes variétés de flocons de neige étoilés que j'ai observés.

Ces observations présumées, on n'aura pas plus de peine à concevoir la cristallisation de la neige, que celle des filets d'eau, que celle de la glace, que celle de la plupart des corps naturels qui affectent une figure régulière. On fait, depuis la célèbre dissertation de Linnæus sur ce sujet, & la belle crystallographie de M. Romé de Lisle, que le phénomène de la cristallisation se remarque dans un grand nombre de substances, dans lesquelles on ne l'auroit pas soupçonnée avant les découvertes des modernes. L'eau & les vapeurs se cristallisent donc comme les métaux en se refroidissant, comme les particules salines en se rapprochant. La neige, en se formant, doit donc affecter une figure régulière qui lui est propre, comme

les fels, les pierres, les matieres pyriteuses; les substances métalliques; parce que ces figures tiennent à celles des parties, & sont soumises aux loix des affinités, c'est-à-dire, à l'attraction & à ses différentes loix. Mais dans tous ces cas, diverses circonstances influent sur le plus ou le moins de régularité des crystaux.

La neige est très-souvent chargée d'électricité; puisqu'elle communique, en tombant, la surabondance de son fluide électrique aux appareils isolés, disposés pour la recevoir, ainsi que l'observation le prouve: mais l'électricité seroit-elle la cause, ou une des causes de la crySTALLISATION de la neige? Quelques physiciens se décident pour l'affirmative, & se fondent sur quelques expériences. M. Sage, dit-on, a prouvé que l'acide qui émane de l'électricité, étant combiné avec l'alkali fixe, forme un sel neutre semblable à celui que produit l'acide de la matiere lumineuse du phosphore combiné avec le même alkali. « Un récipient, une verge de cuivre que j'affujettis, dit-il, à l'aide d'un bouchon de liege, à un pouce de l'huile de tartre mise dans le récipient, constituent mon appareil; je le mets en contact avec le conducteur d'une machine électrique, & après l'avoir chargée pendant deux heures, je

trouve , deux jours après , sous l'huile de tartre , des cryftaux cubiques.» M. Mauduit a fait auffi quelques expériences fur la cryftallifation d'un alkali fluide par l'électricité. D'autres phyficiens pensent que l'électricité ne concourt qu'indirectement à ces fortes de cryftallifation. Quoi qu'il en foit , il paroît qu'il est plus sage de suspendre encore son jugement ; nos connoiffances , fur ce point , n'étant pas assez avancées pour prononcer avec certitude.



CHAPITRE VII.

De la Grêle & du Grésil.

LA grêle ne paroît être autre chose que des gouttes de pluie qui se sont congelées après leur formation. Il n'est pas plus étonnant de voir la neige & la grêle se former dans les hautes régions de l'atmosphère , que de la glace sur la surface de la terre , dans les tems d'un grand froid ; puisque dans la région des météores , le froid y est souvent très-vif , même en été , & suffisant pour produire la congelation des gouttes d'eau. Souvent dans l'atmosphère , la température est à

zéro, ou au dessous, comme elle l'est sur la surface de la terre. Ainsi l'eau doit se congeler également des deux côtés, c'est-à-dire, passer de l'état de fluidité à celui de solidité. La seule différence qu'on remarquera, sera dans la masse de la glace.

L'eau, à cause de sa pesanteur spécifique, ne peut point se soutenir en grande masse dans l'atmosphère; il n'est donc pas possible qu'il y ait de grands volumes d'eau glacée. Les plus grandes masses d'eau qui puissent exister dans l'atmosphère, sont des gouttes d'eau plus ou moins grosses; & conséquemment les grains de grêle ne sont ordinairement que de la grosseur des gouttes de pluie. J'ai dit, environ; parce que les grains de grêle en tombant, se joignent, soit avec des vapeurs répandues dans l'atmosphère, soit avec des gouttes de pluie qui se congèleront également, & augmenteront ainsi leur masse.

Voilà pourquoi on observe: 1°. dans certaines occasions des grains de grêle d'une grosseur considérable; 2°. que la grêle qui tombe sur les montagnes, a des grains plus petits que ceux qu'on voit dans les plaines & les vallées. Quelquefois plusieurs grains de grêle sont réunis entr'eux, & présentent des figures fort irrégulières. Cependant

la grêle, en elle-même, a une forme régulière, puisqu'elle est l'effet d'une cristallisation comme la neige & la glace. Le vent & d'autres circonstances qui accompagnent la grêle, sont les causes qui troublent ordinairement cette cristallisation, & l'empêchent de présenter sa forme régulière & originelle. Néanmoins, en examinant avec attention des grains de grêle en divers tems & en différens lieux, j'ai observé qu'il y en avoit beaucoup qui approchoient de la figure de prismes hexaédres imparfaits; d'autres de celles de pyramides tronquées de divers côtés. Le plus grand nombre ne paroît être que des sphères un peu applaties, des sphères raboteuses; parce que, comme je viens de le dire, la figure primordiale & cristalline de l'eau congelée en grêle doit varier prodigieusement, en raison de la multitude de causes qui tendent à troubler la cristallisation de l'eau qui se glace.

Les grains de grêle ne sont donc que des gouttes de pluie qui ont passé à un état de congélation, ayant traversé des régions inférieures de l'atmosphère, où le froid étoit très-vif, & elles tombent rapidement (1) ensuite sur la

(1) La chute de la grêle est si rapide, qu'elle n'a pas le tems de se fondre en traversant ensuite les couches de l'atmosphère.

surface de la terre qui est ordinairement bien éloignée de ce degré de froid; car au moment où la grêle va tomber, la portion de l'atmosphère, où la grêle se forme, est au moins à la température de sept à huit degrés au dessous de la congélation, comme l'indique la dureté des glaçons de grêle; tandis qu'au voisinage de la terre, l'air éprouve une chaleur de vingt-cinq, de vingt-huit degrés, & quelquefois une chaleur beaucoup plus grande.

Le grésil ne diffère de la grêle que parce que les molécules d'eau qui ont été glacées dans le premier cas, sont plus petites que dans le second. Le grésil est à la grêle, ce que la bruine est à la pluie. Le grésil n'est donc qu'une grêle dont les grains sont très-petits: il tombe sur-tout dans les giboulées de Mars.

On ne sauroit douter du rapport général que la grêle a avec l'électricité-météores, lorsqu'on examine attentivement les principales observations qui ont été faites sur ce phénomène. On y remarquera que la grêle tombe en général dans un tems d'orage;

phère près de la surface de la terre. Un morceau de glace qu'on transporte d'une glacière dans un appartement chaud, ne se fond pas tout de suite,

qu'elle

qu'elle est précédée, accompagnée ou suivie de tonnerre, phénomène certainement électrique. Nous allons rapporter ici en preuve quelques observations :

Le 5 Juillet 1780, entre les deux & trois heures de l'après-midi, le tems s'obscurcit à Combourg, diocèse de Saint-Malo, depuis le nord jusqu'au sud. Les nuages étoient si épais & si noirs, que l'on n'y voyoit presque pas. Il s'éleva un orage mêlé d'éclairs & de grêle, dont les grains, les uns pointus, les autres hérissés, étoient de la grosseur d'un œuf de pigeon ; & les coups de tonnerre redoublés se faisoient entendre de toutes parts. Le 3 Septembre de la même année à l'entrée de la nuit, il y eut à Veynes en Dauphiné, un orage violent, accompagné d'une grêle d'une grosseur extraordinaire, & le tonnerre tomba, & fit plusieurs ravages.

Dans un orage considérable, arrivé le 19 du mois d'Août 1781, à Pragues, le tonnerre, accompagné d'une forte grêle, fut presque continuel ; la foudre tomba en quatre ou cinq endroits de la ville, & plusieurs maisons furent consumées. Le 19 Mai précédent, on éprouva à Maupertuis en Brie, dès le matin, une chaleur très-forte ; & on entendit dans la campagne un bruit sourd

& presque continuel de tonnerre, quoiqu'on ne pût appercevoir aucun nuage. A midi, des nuées s'éleverent du sud à l'ouest; le vent étant alors au sud-ouest, mais presque insensible. A trois heures & demie, il augmenta, le tonnerre se fit entendre avec plus de force; & en peu de tems, le village de Maupertuis fut couvert d'une épaisse nuée. Une pluie abondante tomba d'abord; mais elle se mêla avec tant de grêle poussée avec tant de violence, que les vignes, les champs & les vergers furent ravagés. On remarqua des grêlons gros comme le pouce, mais ils étoient communément comme des balles de calibre.

M. Joseph Daquin a observé à Chambéry, le 16 Septembre suivant, un orage précédé durant tout le jour d'une pluie abondante, de tonnerres & d'éclairs, & de grêle par intervalles. A l'entrée de la nuit, le tonnerre grondoit d'un bruit sourd, & dans un grand éloignement; sur les dix heures du soir, il y eut des combats de vents qui souffloient avec violence & avec des sifflemens affreux; qui furent bientôt suivis d'une grêle abondante, dont les grains hérissés de pointes aiguës, étoient d'une grosseur si surprenante que, de mémoire d'homme, il ne s'en étoit vu de pareils dans ce pays. Le savant que

nous venons de citer, eut la curiosité d'en ramasser plusieurs, dont le poids alloit jusqu'à deux livres & demie & trois livres. Un instant avant la chute de la grêle, on entendit dans les airs un bruit semblable à celui que feroient des cailloux en se heurtant les uns contre les autres, & probablement ce bruit venoit du choc mutuel des grains de grêle poussés par le vent. Cet orage arriva sur les dix heures du soir, après une chaleur accablante pendant tout le jour. Le vent étoit au sud-ouest, le thermometre à treize degrés au dessus de zéro, le barometre à vingt-sept pouces une ligne. (1)

Le tonnerre gronda sans interruption, pendant la chute de la fameuse grêle observée par M. de Ratte, à Montpellier, le 30 Janvier 1741. Il en a été de même en un grand nombre d'autres circonstances.

En un mot, c'est une observation constante, que toutes les fois que la grêle est un peu considérable, elle est presque toujours accompagnée de tonnerre; & que jamais le tonnerre ne gronde, ou n'éclate avec plus de force, que dans les grêles extraordinaires.

D'après les observations précédentes, on

(1) Essai de Météorol. de Toaldo, pag. 279.

ne fera pas surpris que la grêle, en tombant ; n'ait plusieurs fois électrisé les appareils dressés pour observer l'électricité de l'air. J'ai vu plusieurs fois des conducteurs atmosphériques produire des attractions & des répulsions électriques de corps légers, & donner même des étincelles pendant la chute de la grêle. Dans l'observation que j'ai rapportée précédemment à l'article de la pluie, on a vu que, m'étant trouvé dans un orage, j'avois observé des grains de grêle étinceler immédiatement dans un orage arrivé le 28 Octobre 1772, à deux lieues environ de Lyon. J'ai rapporté dans l'*Electricité des Végétaux* que le 1 Novembre 1782, sur les trois heures & trois quarts de l'après-midi, j'observai à Paris au haut du dôme des invalides, avec le petit électromètre sensible, dont on voit la figure dans l'ouvrage que je viens de citer, que « pendant la pluie mêlée de grêle qui tomba alors, les boules de cet instrument surmonté d'une pointe métallique, divergeoient ; & que l'espece d'électricité qui régnoit, étoit positive ; ce que l'approche d'un tube de verre électrisé me constata. (1) »

Un habile physicien rapporte que dans un orage arrivé à Rouen, le 22 Janvier, au soir,

(1) *Electricité des Végétaux*, pag. 47.

1778, l'électricité de l'atmosphère fut très-animée, la pluie fut abondante, & la grêle très-forte; des coups de tonnerre se succéderent rapidement, des éclairs vifs, & d'une couleur foncée, brillèrent fréquemment; & différentes aigrettes électriques furent aperçues sur des lieux élevés de la ville. (1)

Anciennement, le phénomène dont nous parlons, a eu lieu. César, dans le sixième chapitre de la guerre d'Afrique, dit qu'il s'éleva subitement un nuage épais, suivi d'une pluie de grêle de la plus grande dureté; & que la même nuit, les pointes des piques de la cinquième légion parurent s'enflammer; *Nimbus cum saxea grandine subito est cohortus ingens; eadem nocte legionis quintæ pilorum cacumina sua sponte arserunt.* (2)

De toutes les observations rapportées jusqu'à présent, on ne peut s'empêcher de conclure que la grêle est un météore qui est produit par une nuée orageuse, & souvent a lieu dans le tems où le tonnerre gronde; que dans plusieurs occasions la grêle communique une électricité sensible aux appareils; & que ce météore a des rapports avec

(1) Observations, sur la Physique, l'Histoire Naturelle & les Arts, Septembre 1778, pag. 202.

(2) *Ces. de Bell. Afr. cap. VI.*

l'électricité naturelle. Nous pourrions nous arrêter là , parce que l'observation ne va pas plus loir. Cependant , comme quelques physiciens ont formé quelques conjectures assez plausibles sur ce sujet , nous croyons faire plaisir à nos lecteurs d'en donner une notice :

M. Barberet , de l'académie de Dijon , paroît être un des premiers , (1) qui se soit occupé de la cause de la grêle par l'électricité. Cet académicien a recours à la présence des sels qu'il suppose répandus dans l'atmosphère ; au dépouillement des parties ignées , comprimées par le choc des vapeurs qui se rencontrent ; & sur-tout à l'absence du fluide électrique qui est capable , selon lui , de congeler les vapeurs. Mais , comme l'a observé M. de Morveau , un corps électrisé en moins ne change pas de température ; nos globes & nos plateaux ne fournissent jamais plus de fluide électrique que pendant les grands froids ; lorsque le verre acquiert de la chaleur par la rotation , il devient moins propre à produire l'électricité. « D'ailleurs il suivroit de cette hypo-

(1) Muschenbroëck avoit cependant déjà soupçonné que la grêle d'une grosseur extraordinaire , avoit pour cause l'électricité naturelle.

thèse, que le fluide électrique pourroit quitter l'eau, l'un de ses plus puissans conducteurs, pour se porter sur des corps métalliques, placés à une très-grande distance; il suivroit qu'il n'y auroit plus simplement de décharge pour rétablir l'équilibre; mais perte totale d'un côté, pour produire excès de l'autre: il suivroit enfin que la grêle ne pourroit tomber, ne pourroit même se former que quand la nuée, qui d'abord abonde en fluide électrique, en seroit presque entièrement dépouillée; que dès-lors il ne devroit plus y avoir ni éclair ni tonnerre, dès que la grêle a paru. Et l'expérience est contraire sur tous ces points.»

M. de Morveau pense, avec bien plus de raison, que, l'évaporation étant la cause immédiate du refroidissement (1), & l'électricité augmentant sensiblement l'évaporation, le fluide électrique est une cause habituelle plus ou moins immédiate de la formation de la grêle. Écoutons ce savant: « Une nuée est un amas de vapeurs abon-

(1) On connoit l'expérience de la congélation de l'eau dans une petite fiole, plongée à plusieurs reprises dans l'éther, qui s'évapore ensuite à l'air libre.

Observations, sur la Physique, l'Histoire Naturelle, &c.
1777, pag. 64.

damment chargé de matiere électrique. Tant qu'il y a excès de cette matiere, elle favorise continuellement l'évaporation ; & puis-que l'évaporation produit le refroidissement, il est tout simple que, par la succession des instans, les vapeurs ainsi électrisées se condensent & arrivent au point de congelation : parce que la matiere électrique n'est pas plus capable de restituer la chaleur actuelle, que l'éther qui forme un atmosphere autour de la fiole remplie d'eau ; quoique nous ne puissions douter que cette liqueur ne contienne bien plus qu'elle de principe inflammable. Si donc on parvient à soutirer, à épuiser cette matiere surabondante à mesure qu'elle s'entasse dans la nuée ; l'effet décroîtra comme la cause, ou plutôt il cessera : tout de même que, dans notre expérience, on eût arrêté le refroidissement, en écartant de la fiole le linge imbibé d'éther ; tout de même que dans l'expérience de l'abbé Nollet, on eût arrêté l'évaporation, en plaçant une pointe qui eût attiré & dissipé le fluide électrique, à mesure qu'il en chargeoit son conducteur. »

Il ne manquoit, pour confirmer ce sentiment, que de recourir à l'expérience ; c'est ce qu'on a fait. « J'ai essayé, dit le savant déjà cité, de produire un refroidissement

par l'électricité artificielle de nos machines : j'ai pris, pour cela, deux thermometres parfaitement comparables ; je les ai suspendus à un long tube de verre , à quinze pouces de distance l'un de l'autre ; leurs boules couvertes chacune d'un petit linge pareil , ont été plongées , au même instant , dans l'esprit de vin ; puis ayant fait communiquer l'une de ces boules au conducteur par le moyen d'un fil de laiton , on a tourné le plateau pour charger : la liqueur a commencé à baisser dans les deux thermometres , toujours un peu plus dans celui qui étoit électrisé ; & au moment où elle a paru s'arrêter pour remonter , j'ai observé le refroidissement de quatre degrés dans le thermometre communiquant au conducteur , & de trois degrés seulement dans l'autre. Pour assurer ce résultat , j'ai substitué l'un de ces deux instrumens à la place de l'autre ; après les avoir laissés revenir au même point , & ayant au surplus opéré de la même maniere , le thermometre électrisé a descendu cette fois de trois degrés trois quarts , l'autre de trois degrés seulement : ainsi voilà un refroidissement au moins de trois quarts de degré , qui ne peut être attribué qu'à l'électricité , puisqu'elle forme ici la seule différence.

On a cherché à représenter par des expé-

riences d'électricité la formation de la neige & de la grêle. Pour cet effet, on place un vase de crystal rempli d'eau dans un bain d'eau froide, à dix-huit degrés & demi au dessous de zéro. M. Quinquet « y décharge une quantité de matiere électrique, que sur-le-champ il soutire pour la restituer au réservoir commun, c'est-à-dire, au bain d'eau froide ; ensorte que la matiere électrique n'a fait que passer au travers de l'eau du vase. C'est cette intromission, ce soutirage, & enfin ce passage subit du fluide électrique dans l'eau, qui en opere la conversion en grêle. Ce vaisseau contient absolument le même résultat, que si, dans un tems de grêle, on l'eût placé au milieu de l'atmosphère ; il seroit empli de grêlons & d'eau. C'est de la pluie qu'on obtiendra, au lieu de grêle, si l'expérience se fait dans une température moyenne. M. Quinquet imbibe d'eau, à cet effet, une corde de coton, ce qui représente l'eau soutenue dans le nuage. Il soumet cette corde au fluide électrique ; & au moment où il a déchargé la surabondance de sa matiere électrique sur ce nuage artificiel, le coton se resserre & exprime son eau sous forme de pluie. Pour imiter le givre, il a fait passer de l'eau réduite en vapeur dans un récipient exposé dans le bain

froid à dix-huit degrés & demi ; à l'instant l'intérieur du récipient a été couvert de véritable givre. Dans le progrès de l'expérience, il s'est formé une quantité de neige, telle que le vaisseau n'a pas tardé à en être rempli ; & sur-le-champ, cette neige a été convertie en grêle, en déchargeant, comme dans les expériences précédentes, une quantité de matière électrique à travers le vaisseau qui contenoit cette neige. Sur treize expériences pour la conversion de l'eau en grêle, il n'y en a que deux qui aient complètement réussi ; il en est peut-être de même, & fort heureusement, dans la nature ; c'est-à-dire, qu'il y a pour elle, comme pour le physicien, un mode difficile à saisir dans cette restitution de la matière électrique d'un nuage à l'autre, mode dans lequel la grêle n'a pas lieu. » Voilà le précis qu'on trouve dans des ouvrages périodiques du mémoire qui a été lu dans une séance du college de pharmacie.

Plusieurs personnes, peu versées dans la science électrique, avoient cru que par la seule électricité on formoit de la neige & de la grêle : cette opinion seroit une erreur. Jamais avec de l'électricité on ne produira un atome de glace ; au contraire on en formera par le moyen du froid seul, comme

L'expérience le prouve. Le but de l'auteur dont nous venons de parler, est de prouver que le fluide électrique peut être une cause occasionnelle de la formation de la neige & de la glace. Il sert à disperser seulement les vapeurs, & à les chasser contre les parois intérieures d'un vase plongé dans un bain d'eau très-froide ; ce qui occasionne accidentellement leur congélation. Le fluide électrique produit ici l'effet d'un soufflet ou de quelque autre instrument analogue ; & cette expérience, quoique ainsi circonscrite, n'en est pas moins curieuse ni moins intéressante.

Nous avons parlé, dans les chapitres précédens, de divers moyens pour se préserver des plus terribles fléaux, de la foudre, des tremblemens de terre, des pluies d'orage ; ne seroit-il pas possible de se prémunir contre la grêle qui ravage si souvent nos campagnes ? Les principes établis jusqu'ici nous prouvent* qu'on est fondé à l'espérer. En effet, si l'observation prouve, qu'il n'y a jamais de grêle un peu considérable sans tonnerre ; que les nuées qui donnent la grêle, sont des nuées orageuses qui recèlent la foudre, & qui conséquemment contiennent une surabondance considérable de fluide électrique ; il est évident que des appareils semblables à ceux des paratonnerres servi-

ront à protéger nos campagnes contre ce fléau dévastateur, ou au moins à en diminuer le danger & les ravages. On peut se rappeler, en confirmation de cette vérité, toutes les expériences & les observations que nous avons rapportées plus haut, en parlant du tonnerre & des paratonnerres; nous y avons développé tout ce qui concerne le pouvoir des pointes qui soutirent le fluide électrique de très-loin, & le transmettent en silence par le moyen des conducteurs, jusque dans le réservoir commun, c'est-à-dire, jusque dans la terre. Il est inutile de répéter ici ce qui a été dit dans ces chapitres, nous y renvoyons entièrement.

Les appareils propres à préserver nos campagnes de la grêle, ne consistent donc qu'en de grandes barres de fer pointues par leur sommet, élevées perpendiculairement à l'horizon, & distribuées de distance en distance autour des lieux qui sont plus sujets à être dévastés par la grêle. C'est principalement autour de ces endroits, qu'il convient d'en mettre; car il y a toujours des causes locales qui déterminent la chute de ces météores. On peut nommer ces appareils, des paragrêles.

L'idée de prévenir ou de dissiper la grêle

206. DE L'ÉLECTRICITÉ

est si naturelle, quand on connoît les principes, qu'on ne doit pas être surpris que plusieurs physiciens l'aient eue, ainsi que moi. L'illustre M. Gueneau de Montbeillard s'est occupé, dans son mémoire présenté à l'académie de Dijon, de tout ce qui pouvoit rendre probable l'influence de la matiere électrique pour la formation de la grêle, & des moyens physiques & économiques d'exécution des para-grêles. M. de Morveau pense de même sur l'efficacité de ces appareils; M. Ruiffart, & un grand nombre d'autres physiciens sont dans le même sentiment.



CHAPITRE VIII.

De la Rosée, de la Gelée blanche & du Serin.

TOUT le monde parle de la rosée, & peu de personnes en connoissent bien l'origine. On pense communément qu'elle tombe toujours du ciel, & on est bien éloigné de penser qu'elle s'éleve quelquefois. Afin de mettre quelque ordre dans cette matiere, nous distinguerons trois especes de rosées: la premiere qui s'éleve de la terre, la seconde

qui retombe sur la surface de la terre, & la troisieme qu'on apperçoit sur certaines parties des plantes.

Lorsqu'on remarque le matin l'humidité qui est répandue sur la surface intérieure des cloches de verre que les jardiniers mettent quelquefois le soir sur la terre, on ne sauroit douter de la réalité d'une rosée qui s'éleve. Pour confirmer d'une maniere particuliere l'idée des premiers physiciens, & entr'autres de Gerflen; M. Dufay (mém. de l'acad. 1736) fit sur ce sujet plusieurs expériences très-concluantes. Son appareil consistoit en plusieurs carreaux de verre élevés à différentes hauteurs, de telle maniere cependant qu'ils ne fussent pas dans le même espace vertical; & il fut dressé dans les beaux jours d'Octobre. On observa constamment que la surface inférieure de chaque carreau étoit humectée avant la supérieure; & que les carreaux les plus proches de la terre étoient couverts d'humidité, avant ceux qui en étoient plus éloignés. Des morceaux égaux de drap ayant été suspendus à différentes hauteurs, on observa que ceux qui étoient près de la surface de la terre, avoient augmenté de poids avant ceux qui en étoient plus distans. Ces expériences qui ont encore donné le même résultat dans d'autres saisons,

ne permettent pas de révoquer en doute cette origine terrestre de la rosée ascendante qui s'éleve de la terre dans l'atmosphère.

La cause de cette rosée ascendante est la même que celle qui fait monter les vapeurs, puisque la rosée n'est autre chose que les vapeurs qui s'élevent de la terre dans l'atmosphère & s'attachent aux corps qui y sont exposés. Nous avons traité avec assez d'étendue ce sujet dans un chapitre particulier auquel nous renvoyons. Il suffit de dire qu'on y a montré que l'électricité surabondante de la terre peut, par sa vertu répulsive, faire monter les molécules aqueuses qui sont dans la terre, & les élever à des hauteurs plus ou moins grandes, selon son énergie: cet effet a lieu de jour comme de nuit, le soir comme le matin, & en tout tems; mais il est des saisons où ce phénomène devient plus sensible dans la nuit, & où le froid des différens objets qui tiennent à la terre, condense les vapeurs qui s'y attachent successivement, & les rend visibles.

Nous ne nions pas néanmoins que l'élevation de la rosée à une très-petite distance de la terre, ne puisse être produite également par la chaleur qui fait élever les exhalaisons & les vapeurs d'une terre humide. Pendant le jour, ne pouvant s'attacher à la

superficie

superficie de la terre qui est plus chaude alors que les couches inférieures de l'air, elles s'élevent dans l'air qui est échauffé par les rayons du soleil. Au commencement de la nuit, ces vapeurs continuent encore à s'élever; parce que la terre qui a un certain degré de densité, a conservé une grande partie de sa chaleur. Cette cause (que nous n'excluons point, parce qu'elle peut quelquefois concourir à l'élévation des vapeurs, à une petite distance au dessus de la surface de la terre) nous paroît insuffisante, ainsi que nous l'avons prouvé, pour faire monter les vapeurs & les exhalaisons à une distance plus grande, comme celle où se forment les météores; il n'y a que le fluide électrique qui puisse produire cet effet, ainsi que nous l'avons prouvé.

Si l'expérience atteste l'existence d'une rosée ascendante; elle ne démontre pas moins celle d'une rosée descendante, qui retombe de l'atmosphère sur la terre. Les vapeurs aqueuses élevées dans l'air au milieu de la nuit, sont souvent condensées par le froid qui regne alors dans l'atmosphère; dans cette circonstance, elles deviennent spécifiquement plus pesantes qu'un égal volume d'air, & tombent sur la terre. J'ai placé après le milieu de la nuit, & dans un tems conven-

ble, où il n'y avoit pas de rosée descendante; j'ai placé plusieurs carreaux de verre à différentes hauteurs, de maniere qu'ils ne s'ombrageassent pas; & j'ai constamment observé dans des tems de calme que la rosée descendante humectoit plutôt les verres les plus élevés que ceux qui l'étoient moins.

La rosée descendante est non-seulement produite par la condensation des vapeurs répandues dans l'atmosphère, ainsi que nous venons de l'expliquer; mais encore par l'électricité surabondante dans la région moyenne de l'atmosphère, ou seulement dans quelques nuées plus ou moins proches de la terre. La vertu répulsive de l'électricité lance vers la terre une grande quantité de ces vapeurs qui, rassemblées en petites gouttelettes, forment une espèce de rosée descendante. Les vents, & d'autres causes étrangères, peuvent quelquefois faire venir ces effets.

On a remarqué une singularité assez grande dans la rosée; Muschenbroëck est un des premiers qui l'ait observée. Elle consiste en ce que la rosée en général s'attache au verre & non pas aux métaux. Un vaisseau de crystal étant mis sur un bassin d'argent d'un diametre beaucoup plus grand, & le tout exposé à la rosée; on observe que le crys-

tal est entièrement mouillé par la rosée, & que le bassin est absolument sec. Ce phénomène est très-difficile à expliquer: on a cru y entrevoir des rapports avec l'électricité; mais ils me paroissent trop éloignés, pour nous en occuper. Un savant a donné l'explication suivante, mais elle n'est guere satisfaisante.

L'on fait, dit-il, que la rosée ne tombe pas avec la même facilité sur tous les corps, & que les substances originairesment électriques sont celles sur lesquelles la rosée tombe en plus grande abondance: ce qui s'explique très-bien, si l'on admet que l'électricité est la cause de la rosée, car les corps originairesment électriques prennent le plus difficilement l'électricité du milieu qui les entoure. Il s'ensuit qu'il se trouve toujours une plus grande différence entre l'électricité de l'air & des corps originairesment électriques qui y sont placés, qu'il ne s'en trouve entre l'électricité de l'air & des corps conducteurs qui en sont entourés. Or, comme c'est en raison de cette différence, que la vertu attractive électrique agit, il s'ensuit que les corps originairesment électriques doivent se couvrir de rosée beaucoup plus que les corps conducteurs.

Il y a une troisième espèce de rosée dont

nous avons promis de parler ; c'est celle qu'on remarque sur la plupart des plantes. Dans quelques-unes elle se trouve dans plusieurs cavités des feuilles ; dans d'autres , au bord des feuilles ; dans un grand nombre à l'insertion du petiole avec les branches , ou avec la tige , &c. Nous avons parlé de ce phénomène dans notre *Électricité des Végétaux*. Cette rosée est un effet de la transpiration des plantes ; car , si on a soin , d'enfermer des plantes sous une cloche de verre , de fermer l'ouverture par deux plaques demi-circulaires de métal , où soit un petit trou pour laisser passer la tige de la plante ; on verra le lendemain , quoique les joints soient bien mastiqués , que cette plante est aussi couverte de rosée que celles qui sont à côté d'elle , & qui n'ont point été enfermées sous des cloches. Cette expérience réussit constamment , tout le monde peut la répéter avec le même succès ; & elle prouve que cette espèce de rosée est un effet de la transpiration des plantes.

La gelée blanche a lieu , lorsque le froid de la terre est suffisant pour congeler les gouttes de rosée qui sont tombées pendant la nuit. La terre en est alors non-seulement couverte , mais encore les plantes , les pierres & les autres corps qui sont sur sa sur-

face. Ce phénomène n'offre rien de particulier : ce sont des vapeurs aqueuses retombées sur la terre ; & qui ont été gelées , parce que la terre avec laquelle elles sont en contact , a un degré de froid suffisant pour produire cet effet. Une expérience bien simple & parfaitement concluante , démontre la vérité de cette explication : Si on remplit de glace & de sel un vase de verre ou de métal , on voit même dans l'été la surface extérieure de ce vase couverte d'une espèce de petite gelée blanche , formée par les molécules aqueuses répandues dans l'air environnant , qui sont congelées par leur contact avec la surface du vase refroidie à un degré plus grand que celui de la congélation. Cette expérience peut encore être apportée pour l'explication du givre dont nous avons parlé plus haut.

Tout ce que nous avons dit de la rosée doit s'entendre du serain. Selon l'usage , on entend par serain les vapeurs & les exhalaisons qui tombent presque aussi-tôt après le coucher du soleil. Les molécules les plus grossières , à cause de leur pesanteur , doivent tomber les premières ; parce qu'étant condensées par le froid qui commence à agir , elles acquièrent plutôt , par l'approche & l'union de nouvelles molécules , un ex-

cès de pesanteur spécifique sur l'air de l'atmosphère.

En été, le ferein tombe plus tard que dans le printems & l'automne, à cause du froid de la nuit qui ne commence pas aussitôt. Dans l'hiver, le ferein est moins abondant que dans les autres saisons ; c'est ce qui fait croire à plusieurs personnes qu'il n'y en a point. Le ferein qui commence à tomber après le coucher du soleil, continue à tomber pendant toute la nuit ; les vapeurs les plus subtiles & les plus élevées étant successivement condensées, & tombant les unes après les autres. Celles qui tombent le matin avant le lever du soleil, portent le nom de rosée dont nous avons parlé.

L'électricité, soit par sa vertu répulsive, soit par sa vertu attractive, peut encore donner l'origine au ferein, comme à la rosée ; & presque tout ce que nous avons dit de celle-ci doit s'entendre de celle-là.

Le ferein est dangereux dans les pays marécageux, & dans ceux d'où il s'éleve des exhalaisons pernicieuses, comme dans la campagne de Rome. Aux environs des villes arrosées par de grandes rivières, il ne l'est point du tout. S'il a produit quelques maladies dans ces dernières circonstances, ce ne peut être que parce que des per-

sonnes qui avoient chaud, s'y feront exposées imprudemment.



CHAPITRE IX.

Des Trombes.

LES trombes sont des especes de météores aqueux, dont on ne connoît bien la nature que depuis qu'on a eu occasion de les observer sur terre. Les effets qu'elles produisent sur l'élément liquide, ne laissant pas de traces durables, qui puissent être examinées après que le danger est passé, il est plus facile d'être induit en erreur. Si les trombes de mer sont assez communes dans certains parages, on peut dire que les trombes de mer ne sont pas rares. Afin qu'on ait une idée claire & distincte de ce météore, nous diviserons ce chapitre en trois articles : Dans le premier, on exposera plusieurs observations sur les trombes de mer ; dans le second, on trouvera des observations sur les trombes de terre ; & dans le troisieme, on traitera de la cause des trombes.



ARTICLE PREMIER.

Des Trombes de Mer.

IL n'est personne qui n'ait entendu parler des trombes & de leurs terribles effets, & qui ignore que, lorsque les navigateurs ne peuvent éviter une trombe qui vient à eux, ils font ordinairement sur elle une décharge de leurs plus gros canons, afin de la faire crever. (1) Dampierre, dans ses voyages, a parlé des trombes qu'il avoit vues; il assure qu'il y a ordinairement un calme, lorsqu'il paroît des trombes, excepté dans l'endroit même où elles se forment; & que, lorsque la trombe vient à crever, toute l'eau qui étoit au dessous retombe dans la mer, en faisant beaucoup de bruit par sa chute. La trombe, dit-il, s'avança très-rapidement, faisant monter l'eau en tourbillonnant en forme de pilier de six ou sept verges de haut: ce n'étoit qu'une petite trombe qui ne fut ni forte ni durable; cependant je reconnus qu'il s'y faisoit un

(1) Dampierre, tome I., pag. 151.

grand vent, lorsqu'elle passa près de nous (1). On lit encore dans le même ouvrage cette observation intéressante : « Nous vîmes une trombe à peu de distance de nous ; elle tomboit d'un nuage noir, qui répandit une pluie abondante, avec du tonnerre & des éclairs. » (2)

Pour se former une idée des accidens que causent quelquefois les trombes aux vaisseaux qu'elles rencontrent, nous rapporterons celui qui arriva aux environs de l'année 1674, sur les côtes de Guinée, à un vaisseau dont parle le même voyageur. « Un certain capitaine records, de Londres, montant le vaisseau le Blessing, de trois cents tonneaux & seize piéces de canons, chargé pour la côte de Guinée, étant parvenu à la latitude de sept à huit degrés nord, aperçut plusieurs trombes, dont une venoit directement sur son vaisseau ; & n'ayant point de vent pour s'en éloigner, il s'appêta à la recevoir, en ferlant ses voiles. La trombe s'avança avec beaucoup de vitesse, & creva un peu avant que d'arriver au vaisseau, en faisant un grand bruit, & faisant élever l'eau d'alentour, comme si

(1) Dampierre, tome III, pag. 223.

(2) *Ibid.* pag. 182.

on avoit jeté dans la mer une grande maison , ou quelque chose d'approchant. Le vent continua avec fureur , & prit le vaisseau à Stribord , avec une telle violence , qu'il brisa tout à la fois les mâts de Beaupré & de Misaine , & soufflant sur toute la longueur du vaisseau , le jeta de côté , & pensa le renverser tout-à-fait ; mais le vaisseau fut bientôt redressé , parce que le vent en tourbillonnant , l'ayant repris avec la même furie , mais par le côté opposé , le rejeta sur l'autre bord , & pensa lui faire faire encore la culbute. Le mât d'Artimon essuya la fureur de cette seconde bouffée , & fut brisé près du pied , comme l'avoient été les deux précédens. Le grand mât & le grand perroquet ne reçurent aucun dommage ; le vent , dont la furie se passa bientôt , ne les ayant point atteints. Lorsque le mât de Misaine fut rompu , il y avoit trois hommes sur l'avant , & un sur le Beaupré , qui furent précipités dans la mer avec les mâts ; mais ils se sauverent tous. Je tiens cette relation de M. Jean Camby , qui étoit alors quartier-maître , & munitionnaire du vaisseau ; un certain Abraham Wise en étoit premier contre-maître , & Léonard Jefferies second contre-maître. Nous avons ordinairement une grande frayeur des trombes ;

voilà cependant le seul dommage que j'aie jamais ouï dire qu'elles aient causé. Elles semblent assez terribles d'ailleurs, parce qu'elles surviennent tandis que vous êtes dans un calme qui vous tient immobile, comme une bûche au milieu de la mer, sans pouvoir faire route. Mais quoique j'en aie souvent vu & que j'en aie été investi, cependant la peur a toujours été le plus grand mal qu'elles nous aient fait. » (1)

Différentes trombes furent aperçues au commencement du siècle sur les côtes de Barbarie, à dix lieues en mer au nord de la ville de Bona. Le sept du mois de septembre 1701, environ vers les sept heures du soir, on vit au nord-est des éclairs vifs & continuels qui durèrent sans tonnerre jusqu'au matin du jour suivant. Le lendemain à huit heures du matin le bruit du tonnerre se joignit à ces éclairs; sur les neuf heures on aperçut à environ une lieue & demie au nord-est du vaisseau trois trombes sortir d'un nuage extrêmement noir; celle du milieu qui étoit la plus considérable paroïssoit de la grosseur d'un mât de vaisseau, & les deux autres une fois moins grosses; outre ces trois trombes, on en vit encore trois

(1) Dampierre, tome I, pag. 451.

ou quatre autres toujours au nord-est, mais elles étoient beaucoup plus petites, & disparurent plusieurs fois : ces trombes finissoient en pointe, ou du moins en cône tronqué ; les unes étoient perpendiculaires, les autres obliques ou courbées dans la direction du vent qui étoit nord-est.

La mer à l'endroit qui répondoit à l'extrémité de toutes ces trombes s'enflait en bouillonnant, & formoit une colonne d'eau plus grosse que la trombe, & de plusieurs aunes de hauteur, laquelle se dissipoit subitement & se reproduisoit ensuite ; il s'élevoit de ces endroits une vapeur ; on ne vit pas une seule trombe sans ces sortes de bouillonnements, & on vit de ces bouillonnements sans trombe suivre la direction du vent qui étoit nord-est. La trombe principale qui représentoit un cône tronqué, demeura constamment unie à sa colonne d'eau correspondante ; les autres s'en séparèrent & s'y rejoignirent plusieurs fois, & prirent tantôt une situation oblique & tantôt formerent un arc de courbe ou un angle très obtus, toujours selon la direction du vent ; toutes ces trombes paroissoient à leur extrémité inférieure comme des tubes, leurs bords étant opaques, & leur milieu blanc, à travers lequel on croyoit voir s'élever

comme des ondes de fumée ; cela étoit plus visible dans les plus grandes ; les colonnes d'eau , & les bouillonnemens des vagues subsistoient quelque tems après la disparition des trombes correspondantes & quelquefois jusqu'à ce qu'elles reparussent ; c'étoit par le milieu de leur hauteur que ces trombes commençoient à s'amincir lorsqu'elles étoient prêtes à se dissiper ; on les vit s'évanouir & reparoître deux fois en un quart d'heure ou en une demi-heure , mais ordinairement dans le même endroit ; il plut continuellement pendant l'apparition de ces trombes ; & après leur disparition ; il y eut un violent coup de vent de nord-est accompagné d'une petite pluie pendant une demi-heure ; après quoi le tems s'éclaircit. (1)

Citons encore quelques observations sur ce météore ; ce n'est qu'en traitant de cette manière cet objet qu'on pourra le connoître parfaitement. Dans le second voyage du capitaine Cook autour du monde il est parlé de plusieurs trombes. On en vit une , sur la base de laquelle , « il se formoit un tube ou colonne ronde , par où l'eau , ou l'air , ou

(1) Collection Académique, tome VI, pag. 666.

tous les deux ensemble , étoient portés en jet spiral au haut des nuages.. Quelques personnes de l'équipage dirent avoir vu un oiseau dans une des trombes près de nous , & qui , en montant étoit entraîné de force , & tournoit comme le balancier d'un tournebroche. Pendant la durée de ces trombes , nous avions de tems à autre de petites bouffées de vent , de tous les points du compas , & quelques légères ondées d'une pluie qui tomboit ordinairement en larges gouttes. A mesure que les nuages s'approchoient de nous , dit M. Forster , la mer étoit plus couverte de petites vagues brisées , accompagnées quelquefois de la grêle , & les brouillards étoient extrêmement noirs... Quand la dernière trombe s'évanouit , il y eut un éclair sans explosion. Notre position pendant la durée de ce phénomène , étoit très alarmante. Ces trombes qui servoient de point de réunion à la mer & aux nuages , frappoient d'admiration & de terreur ; & nos marins les plus expérimentés ne savoient que faire : la plupart d'entr'eux avoient vu de loin de pareilles trombes , mais jamais ils ne s'étoient trouvés ainsi environnés de toutes parts ; & nous connoissions tous la description effrayante qu'on a faite de leurs

funestes effets quand ils se brisent sur un vaisseau. » (1)

» Quelques-unes de ces trombes sembloient par intervalles, être stationnaires; d'autres fois, elles paroissoient avoir un mouvement progressif, mais inégal, & toujours en ligne courbe, tantôt d'un côté, tantôt d'un autre; de sorte que nous remarquâmes une ou deux fois qu'elles se croisoient. D'après le mouvement d'ascension de l'oiseau, & d'après plusieurs autres circonstances; il est clair que des tourbillons produisoient ces trombes, & que l'eau y étoit portée avec violence vers le haut; & qu'elles ne descendoient pas des nuages, ainsi qu'on l'a prétendu dans la suite. Elles se manifestent d'abord par la violente agitation & l'élévation de l'eau: un instant après, vous voyez une colonne ronde ou tube, qui se détache des nuages placés au dessus, & qui, en apparence, descend jusqu'à ce qu'elle joigne au dessous l'eau agitée. Je dis en apparence: parce que je crois que cette descente n'est pas réelle; mais que l'eau agitée, qui est au dessous, a déjà formé le tube, & qu'il monte trop petit ou trop mince pour être d'abord apperçu. Quand ce tube est fait, ou qu'il devient visible,

(1) Voyage du capitaine Cook, tome I, pag. 218, 220.

son diamètre apparent augmente, & il prend assez de grandeur; il diminue ensuite, & enfin il se brise, ou devient invisible, vers la partie inférieure. Bientôt après, la mer au bas reprend son état naturel; les nuages attirent peu à peu le tube, jusqu'à ce qu'il soit entièrement dissipé. Le même tube a quelquefois une direction verticale, & d'autres fois une direction courbe ou inclinée. (1)

Le capitaine Wakefield, en passant le détroit de Gibraltar, vit tomber une trombe à côté de son vaisseau; elle parut s'abattre tout à coup, & tous s'accordent à assurer qu'elle descendoit. Le capitaine Langstaff, dans un voyage aux Indes occidentales, en vit une qui traversa la poupe de son vaisseau & passa outre: l'eau tomba en si grande quantité que le capitaine Melting, qui étoit alors au gouvernail, dit qu'il en fut presque inondé, & qu'elle lui entroit par la bouche, par le nez, par les oreilles, &c. il ajoute qu'elle étoit tout à fait douce au goût. Il en passa une à côté du vaisseau du capitaine Howard, assez près pour voir clairement que l'eau descendoit. M. Robert Spring se trouva si près d'une, dans le détroit de Malaca, qu'il lui fut aisé de reconnoître

(1.) Voyage du capitaine Cook, tome I, pag. 219.

que c'étoit une *petite pluie fort drue*. Tous ces témoins oculaires ont assuré à M. Perkins qu'il n'y avoit point de vent qui soufflât vers ces trombes, comme il conſte dans le mémoire qu'il a lu, le 8 Juillet 1756 à la ſociété Royale.

M. Cadwalader Colden, qui a obſervé pluſieurs trombes dans les indes occidentales, eut occaſion d'en examiner attentivement une qui paſſa à 30 ou 40 verges du vaiſſeau où il étoit; elle avoit la figure d'un cône renverſé, dont la baſe étoit dans un gros nuage noir, & la pointe à huit pieds de diſtance de la ſurface de la mer. « Nous avions un calme abſolu; la trombe paſſa lentement à côté du vaiſſeau; j'eus la facilité, dit M. Colden, d'obſerver clairement qu'il ſortoit de la trombe un courant violent de vent, qui faiſoit une trouée d'environ ſix pieds de diamètre ſur la ſurface de l'eau, & ſoulevoit l'eau en forme de bourlet circulaire & inégal autour de cet enfoncement; comme pourroit le faire un vent très fort d'une paire de gros ſoufflets, dont le tuyau ſeroit dirigé perpendiculairement ſur la ſurface de l'eau; & nous entendions clairement le même bruit de ſifflement que les bouffées de vent d'un pareil ſoufflet produiroient ſur l'eau... Je ſuſconvaincu qu'il

226 DE L'ÉLECTRICITÉ

sortoit de chacune de ces trombes un courant de vent , & que c'est par ce courant de vent qu'il y a souvent eu des vaisseaux tout à coup renversés ou coulés à fond. »

Le docteur Mercer, dans la description de la trombe qu'il vit à Antigoa , assure qu'il « parut à peu de distance de l'embouchure du havre Saint-Jean deux ou trois trombes, dont l'une dirigea son cours sur le havre ; son mouvement progressif étoit lent & inégal , non point en ligne droite, mais comme par élans & par bonds. Lorsqu'elle fut parvenue directement au dessus du port, j'en étois environ à 100 verges. Il parut dans l'eau un cercle d'environ 20 verges de diametre, qui m'offrit un spectacle tout à la fois agréable & terrible. L'eau étoit violemment agitée dans ce cercle , d'où elle étoit balayée & emportée en l'air avec beaucoup de rapidité & de vacarme ; & réfléchissoit un éclat, comme si le soleil avoit dardé ses rayons les plus vifs sur cet endroit, ce qui étoit d'autant plus remarquable qu'il paroissoit un cercle ténébreux tout à l'entour. Lorsqu'elle eut gagné le rivage, elle enleva avec la même violence des lattes, des perches, de grandes pieces de charpente, &c. & une petite maison de bois, qu'elle enleva en entier de ses fondemens, & la transporta

à la distance de 40 pieds de sa première place, & la posa là sans la briser ni renverser; & ce qui est fort remarquable, c'est que, quoique le tourbillon avançât de l'ouest à l'est, la maison fut portée de l'est à l'ouest. » (1)

Afin que ceux qui n'ont jamais vu de trombes en aient une idée, nous avons fait graver la figure de plusieurs de ces météores, tels qu'ils ont paru en différentes occasions. La figure 24 représente une grande trombe ascendante: le docteur Stuart donne le nom de buisson à la base de ce météore dans laquelle on remarque de petites colonnes d'eau. La figure 25 & la figure 26 montrent des trombes descendantes. Dans la figure 27 on remarque une trombe qu'on peut appeler en quelque sens ascendante & descendante. La figure 28 présente une trombe ascendante & descendante réunies entr'elles. La figure 29 une trombe dont l'axe du cône est incliné. M. Cadwalader Colden en a vu plusieurs dont l'axe étoit fort incliné à l'horizon. Enfin dans la figure 30, il y en a une qui est courbée ou arquée en des sens opposés, ainsi que de nouvelles observations l'ont appris.

(1) Lettre du docteur Mercer à Franklin, du New-Brunswick, le 11 Novembre 1752.

ARTICLE II.

Des Trombes de Terre.

ON avoit cru autrefois que les trombes étoient propres à la mer, & qu'il n'y en avoit jamais de terrestres ; mais l'observation a prouvé le contraire. Dans les environs de Rheims, le 10 Août 1680, on vit une trombe terrestre. Par-tout où cette colonne passa, dit D. Lami, *bénédictin*, il y eut un tourbillon de vent qui enlevoit à une fort grande hauteur les corps un peu mobiles qui se trouvoient sur sa route ; ce qui avoit plus de consistance étoit brisé ou extraordinairement ébranlé. On voyoit dans les champs les javelles d'avoine enlevées à la hauteur des plus hautes maisons : on montra même à D. Lami le toit d'une grange qui avoit été enlevé. Le même physicien nous fait encore connoître une autre trombe terrestre qu'il appelle, ainsi que la première, une colonne de nue. Celle-ci parut en Brie le 15 Août 1687, sur les quatre heures après midi. Un témoin oculaire lui écrivit, qu'après que le tonnerre eut grondé pendant en-

viron une demi-heure , il fit un éclat si épouvantable , que , ne doutant point que la foudre fût tombée proche de la maison où il étoit , il ouvrit auffi-tôt la fenêtre de sa chambre , & apperçut alors une colonne de la couleur d'une nuée épaisse qui occupoit l'espace qui étoit entre les nues & la terre. (1)

Le 21 Août 1727 , à cinq heures & quart du soir , après avoir entendu quelques coups de tonnerre du côté de l'ouest , on vit à Beziers une trombe de terre , sous la figure d'une colonne noire qui descendoit d'une nuée jusqu'à terre. Cette trombe qui ressembloit à un cône renversé , paroissoit être à deux lieues de la ville , entre Puifferguier & Capestan ; le tems étoit alors calme à Beziers : mais « à Capestan le ciel s'obscurcit d'une maniere extraordinaire ; le vent y fut violent : la colonne , toujours en forme de cône renversé , étoit de couleur cendrée tirant sur le violet ; elle obéissoit au vent qui souffloit de l'est au sud-ouest , accompagnée d'une espede de fumée fort épaisse & d'un bruit pareil à celui d'une mer fort agitée , arrachant quantité de rejetons d'olivier ,

(1) Conjectures Physiques sur deux colonnes de nuées
Paris 1689.

déracinant des arbres , & jusqu'à un gros noyer qu'elle transporta à quarante ou cinquante pas ; & marquant son chemin par une large trace bien battue , où trois carrosses de front auroient passé. Il parut une autre colonne de la même figure , mais qui se joignit bientôt à la première : & après que le tout eut disparu , il tomba une grande quantité de grêle. » (1)

Le docteur Mather dit , dans la description qu'il a donnée d'une trombe de terre , qu'il « s'éleva un petit nuage épais & noirâtre , qui renfermoit comme un pilier lumineux , d'environ huit à dix pieds de diamètre , & qui passa sur la terre dans un trajet tout au plus de la largeur d'une rue , arrachant avec violence les arbres avec leurs racines , & les lançant en l'air comme des plumes , & enlevant des pierres d'un poids énorme jusqu'à une hauteur considérable , » &c.

Le 11 Juin 1749 , une trombe terrible de terre fit beaucoup de ravages en plusieurs quartiers de la ville de Rome ; la frayeur qu'elle inspira fut d'autant plus grande qu'elle arriva pendant la nuit ; ont prétend que ce

(1) Histoire de l'Académie des Sciences , année 1727 , pag. 5.

météore se forma sur la mer du voisinage, & qu'il étoit facile d'en suivre les traces depuis Ostie jusqu'à Rome. Le célèbre pere Bosovich qui en a donné la description dans un ouvrage (1), dit, que ce tourbillon parut comme un nuage très-noir, fort long & d'une grande élévation. Malgré l'obscurité de la nuit il se faisoit appercevoir « par des especes d'éclairs ou de traits de flamme qu'il pouffoit de tous côtés, & qui s'avançoient avec une vitesse étonnante, & n'étoient qu'à trois ou quatre pieds de terre. Ses effets sur les maisons furent en général d'en enlever les couvertures, d'abattre les cheminées, de briser les portes & les fenêtres, de soulever les planchers & de dépaver les chambres; enfin les chevrons même des maisons étoient brisés & dispersés, & même lancés avec violence contre d'autres maisons à des distances considérables.

Près du village de Pommier, sur les cinq heures du soir, le neuf Avril 1770, on observa une trombe terrestre qui fut accompagnée d'un orage terrible, pendant lequel les éclairs se succédoient rapidement & le tonnerre grondoit avec force. « Le ciel étoit couvert de gros nuages, dit M. Buif-

(1) *Sopra il turbine*, Rom, 1749, in-8°.

fart; au dessous de ces nuages très-épais ;
 on en appercevoit un autre tout enflammé,
 & qui rayonnoit de toutes parts; la clarté
 lumineuse qu'il répandoit, se communiqua
 vivement, à toutes les maisons & aux ar-
 bres du village de Pommier, au point, qu'il
 paroissoit entièrement électrisé. Les habitans
 épouvantés s'imaginèrent que tout alloit de-
 venir la proie des flammes. Ce spectacle fut
 encore bien plus effrayant pour les villa-
 geois qui travailloient dans la campagne; ils
 virent au dessous du nuage enflammé,
 descendre, entre Souatre & Pommier, une
 colonne de vapeurs dont le pied reposoit
 sur la terre. Cette colonne qui sembloit at-
 tachée au nuage, en suivoit la direction &
 se promenoit du sud vers le nord, en rou-
 lant dans les champs un globe de feu con-
 sidérable, & gros à peu près comme une
 meule de moulin. Un berger qui gardoit le
 troupeau de moutons dont on parle ci-après,
 assure avoir vu cette masse de feu s'élever
 du sein de la terre. Il sortoit de ce globe
 des traits de flamme qui montoient en zig-
 zag jusqu'au nuage, tantôt il en descendoit
 de la même manière sur le globe. Ce vo-
 lume de feu, qui se trouva toujours ren-
 fermé dans le sein de la trombe, dont le
 diametre étoit de quinze à vingt pieds, ser-

penoit avec rapidité dans la plaine. Ce météore augmentoit l'épouvante des spectateurs par le murmure & le vent impétueux qu'il produisoit, ainsi que par la pluie & la grêle qu'il verfoit par ondées. » Les effets que produisit cette trombe, furent ensuite d'attirer & de disperser au loin diverses substances qu'elle rencontra sur sa route; d'arracher, de briser & de transporter de gros arbres; de faire jaillir à une hauteur prodigieuse l'eau d'un fossé qui se trouva sur son passage. »

Le 21 Juillet 1777, à deux heures après midi, il y eut une autre trombe terrestre dans le voisinage de la Bassée. » Le bruit étoit semblable à celui que produisent les plus grandes eaux; on voyoit s'élever de la terre une fumée très-épaisse, qui occupoit environ dix pieds de large, & qui alloit en diminuant jusqu'en haut: le nuage étoit poussé du sud au nord; en passant sur une maison il renversa une muraille de brique, & découvrit une partie de la couverture; il éleva à huit pieds de terre une grange qui n'étoit pas encore couverte, & la fracassa totalement. S'il avoit passé au dessus du village, je crois qu'il auroit culbuté près de cent maisons.» Ce ne sont pas les seuls effets qui ont été produits: des plantes ont

été arrachées , des arbres brisés , des toits de maisons enlevés , des eaux soulevées ; un mur extérieur , quoiqu'en brique , renversé dans un sens presque opposé à la direction de la marche de la colonne. Cette trombe qui dura vingt-cinq minutes , a été accompagnée en partie & suivie d'une pluie orageuse très-abondante ; on a entendu deux ou trois coups de tonnerre.

Un phénomène semblable a encore eu lieu le 22 Juillet 1779 , entre cinq & six heures du soir ; & on en doit la connoissance , ainsi que du précédent , à M. Buiffart. Un orage , avec plusieurs coups de tonnerre , accompagna cette trombe ; les nuages paroissoient souvent agités en sens contraire , & le mouvement de la colonne étoit circulaire & rapide. Cette trombe qui tournoit sur elle-même , présentoit des ondes d'une vapeur noire ; en passant sur la Scarpe , elle souleva tellement les eaux de cette riviere , que son lit parut à découvert. Une grande partie des maisons du village de Nivelles furent renversés , leurs toits emportés ; l'église fut presque entièrement détruite. Plusieurs personnes qui étoient au presbytere , ayant ouvert les fenêtres , furent subitement renversées , & presque suffoquées & étourdies. Elles sentirent une

grande chaleur dans tout le corps & surtout à la tête; il en fut de même de plusieurs habitans de Nivelles qui tomberent sans connoissance; c'étoit, à ce que l'on dit alors, un courant de feu, qui traversoit le corps avec beaucoup de rapidité, & qui sembloit passer des pieds à la tête. « Deux chambres du presbytere furent renversées, les autres ne furent qu'ébranlées; tous les meubles qui s'y trouvoient furent déplacés, une partie fut brisée. Les gonds, les pentures, les clinques & les ferrures des portes & des garde-robes, &c. ainsi que les clous des tables, étoient détachés & comme arrachés. » Le hameau de Tun, la ville de Mortagne, Leuze, Fontenoi, Château l'Abbaye; furent endommagés ou dévastés par ce terrible météore. On vit en divers endroits de gros chênes, tordus, brisés, ou arrachés. Un gros noyer fut transporté avec toutes ses racines à deux cents pas de distance du jardin où il étoit planté. (1)

Une trombe terrestre fut observée, le 16 Juillet 1775, près de la ville d'Eu. Plu-

(1) Mémoire, sur quelques trombes terrestres, observées dans l'Artois, lu à l'Académie d'Arras, le 7 Avril 1780. --- Observations, sur la Physique, l'Histoire Naturelle, &c. 1782, pag. 298.

fieurs jours auparavant on avoit effuyé des orages successifs dans toute l'étendue du comté d'Eu. Le 16, sur les huit heures du matin, on vit un nuage épais; ensuite il y eut un orage qui se fit sentir sur plusieurs paroisses, & la pluie fut très-abondante: la grêle tomba sur la partie ouest du village appelé le Mesnilreum, sur laquelle le nuage tourbillonna quelques instans. Ensuite il « s'avança lentement dans la plaine, l'espace d'une lieue, sans se faire autrement remarquer que par une grande obscurité, accompagnée d'un bruit sourd & très-fort que l'on entendoit dans les airs. » Cette trombe traversa ensuite le bois nommé du Frêne, avec un bruit des plus éclatans & un horrible fracas. Au rapport de plusieurs témoins oculaires, ce bruit *ressembloit à celui qu'occasioneroit, dans sa marche la plus accélérée, une voiture chargée de planches, en roulant sur une pente escarpée & pierreuse*: & d'autres témoins ont observé, que plusieurs nuages se détachèrent de la nuée principale; qu'ensuite ces nuages rassemblés formèrent un groupe épais, d'où sortit un vent impétueux. Ce météore en s'éloignant sembla redoubler de vitesse, il transporta de pierres d'un lieu dans un autre, brisa des arbres, donna de nouveau une pluie de grêle; fit entendre un

bruit encore plus considérable qu'auparavant ; & enfin, cessa entièrement vers les neuf heures & quart. Vers les dix heures, les nuages se dissipèrent ; ensuite, pendant le reste de la journée, le tems fut très-serein. (1)

On observa à dix lieues de Bordeaux, dans le voisinage du bassin d'Arcachon, une trombe terrestre, dont plusieurs circonstances sont intéressantes & méritent d'être connues. Le 24 Mars 1774, dit M. Bulet, curé de Gujan, qui en a donné une relation, (2) » la matinée ayant été très-belle, le soleil fort chaud, & le vent au nord, nous aperçûmes vers le sud, à une heure après midi, un nuage d'un rouge foncé ; qui s'augmenta assez pour nous cacher entièrement le soleil, & qui, parvenu à notre zénith, nous jeta, pour ainsi dire, dans l'obscurité. Vers les trois heures, ce nuage s'ouvrit à l'est, il en sortit une colonne de deux pouces de diamètre, de la même matière & de la même couleur que paroïssoit être le nuage. Elle descendit jusque sur les marais de Certes ;

(1) Observations, sur la Physique, l'Histoire Naturelle, & les Arts, 1776, pag. 70.

(2) Observations de Physique & d'Histoire Naturelle, tome VII, 1776, pag. 334.

sa chûte fit élever l'eau & la terre à deux toises de hauteur ; elle s'accroît insensiblement , au point , que sa base remplissoit l'espace d'une toise & demie ; son milieu , de deux toises & demie , se perdant , en cône obtus , dans le nuage d'où elle sortoit , par une courbe de deux pieds de diametre , montrant en tout une hauteur de dix-huit à vingt toises ; il en sortoit de tems en tems de petits nuages , sous la forme d'animaux quadrupedes qui , s'y réunissant bientôt , nous paroissoient grimper jusqu'à ce que nous les perdions dans l'obscurité. Le vent passa au sud jusqu'à cinq heures & demie , qu'il devint nord-ouest. »

« A l'ouest de la colonne nous ne vîmes que du noir & beaucoup d'agitation dans le fluide dont elle étoit composée. Les habitans de Certes , placés à son est , virent sortir de sa base du feu & une fumée épaisse , qui répandit une odeur de soufre insupportable , & fut accompagnée d'un vent assez impétueux pour transporter au loin la charpente d'une grange. Cette colonne quitta la terre , & porta sa base dans le bassin d'Arcachon. On apperçut trois autres petites colonnes vers le nord , à six pieds de distance l'une de l'autre ; elles ne descendirent qu'à dix ou douze pieds , & parurent

Remonter dans le nuage quelques momens après. Une forte explosion annonça la chute de la foudre , qui tomba effectivement à demi-lieue au sud de la colonne , sur un des parcs à brebis de M. de Ruat , vis-à-vis le château de ce seigneur : ce parc fut bientôt réduit en cendres. Il succéda à ce coup de tonnerre une grêle sèche , de la grosseur d'une noix. La paroisse de Teich & une partie de celle de Cujan en furent accablées pendant vingt-sept minutes. » Ce phénomène dura pendant plus de trois quarts d'heure. On avoit entendu vers le nord , avant l'orage , un bruit souterrain , qui dura quatre minutes.

Des éclaircissemens que M. Guiot demanda il résulte , que la colonne sortoit du nuage par une ligne courbe , & descendoit perpendiculairement jusqu'à la terre qu'elle touchoit immédiatement ; la direction de la courbe étoit de l'ouest à l'est ; & la colonne avoit exactement la figure d'un fuseau : on en vit sortir du feu ; mais la foudre & la grêle sortirent d'un autre nuage rouge foncé , qui étoit au sud de la colonne ; la fumée & le grand vent précédoient toujours la colonne d'où ils sortoient , & à une distance de plus de cent pas. Les traces qu'a laissées la colonne sur son passage sont ,

qu'elle a jauni les fromens sur lesquels elle a passé; qu'elle a noirci les seigles, les arbres, les plantes, dans la largeur d'environ trente pieds (mais rien n'a été brûlé, sinon les tuiles & les lattes-clofes de la charpente d'une grange;) que, le coin d'un moulin avec tout le toit d'une écurie, furent emportés & dispersés au loin; que les arbres étoient tordus comme des ifs & déracinés. Lorsque la colonne disparut; elle se divisa en trois, à droite, à gauche, & au milieu; réunies par le haut, elles semblerent se croiser en spirale; le milieu disparut le premier, le bas ensuite, & le haut rentra dans le nuage. L'air fut très-froid après que la colonne eut disparu, & il tomba sur la paroisse d'Andernos une très-grande quantité de pluie. Plusieurs observateurs ont vu ces phénomènes, n'étant éloignés que de dix ou douze pas.

Une trombe des plus terribles qu'il y ait jamais eu, ravagea les environs de Carcassonne, le 3 Août 1780, vers les cinq heures du soir. Plusieurs personnes qui étoient sur la rive gauche de la rivière d'Aude, virent d'abord ce météore comme un nuage noir & épais, rasant la terre & s'avançant vers elles avec un grand bruit, suivant la direction du vent de nord-ouest qui souffloit

souffloit dans ce moment. Les spectateurs dont nous venons de parler, furent aussi-tôt enveloppés par cette trombe ; mais ils eurent le bonheur de pouvoir se réfugier dans une maison qui étoit proche. Un bac qui étoit dans cet endroit & qui avoit sa poupe à l'aval de la riviere, tournoya rapidement autour de la proue. La marche de cette trombe étoit dans la direction du vent, son pied parut être ondoyant, & sa largeur sembla être très-considérable, ainsi que sa hauteur. Peu après on l'entendit mugir avec fureur, & lancer en même-tems à une grande hauteur deux jets de sable, qui se croisoient sous un angle fort ouvert. Elle fut stationnaire pendant près de trois quarts d'heure sur le bas du côteau de la rive droite de la petite riviere de Leuquet, où elle déracina plusieurs peupliers & arbres fruitiers, & en tordit d'autres en les faisant éclater. Au bout de ce tems ayant acquis une nouvelle force, elle se dirige vers le côteau de Couffoulens, romp, brise & disperse au loin un grand nombre d'arbres. Puis s'élevant sur la cime du côteau, elle détruisit des olivetes entieres ; des vignes furent ou arrachées ou desséchées. Réfléchie de dessus ce côteau, elle parut se porter sur le village de Leuc, sous l'aspect le plus menaçant, & avec un

bruit qui imitoit les éclats redoublés du tonnerre.

A peine le seigneur de ce village , apercevant l'approche de cet épouvantable météore , a-t-il le tems de rentrer dans son château & de se précipiter dans un réduit , qui est à côté d'un escalier. « Là archoutant de ses mains les deux portes du réduit qui sont très-voisines , il lutte contre l'effort qui tendoit à les renverser. Presque au même instant , il entend un bruit horrible , tel que le causeroit la ruine subite de plusieurs édifices qui s'écrouleroient en même-tems : il ne peut plus résister à la violence de la poussée sur la porte qu'il soutient de la main droite , quoique sa targette soit fermée. Cette targette est fracassée ; les pieds droits de la porte , qui sont en bas , sont ébranlés : & ce bruit épouvantable cesse avec le météore qui l'a causé. »

Ce fut alors qu'on aperçut , dans les appartemens du château , des monceaux de ruines ; toutes les vitres cassées , les chafsis des fenêtres brisés en éclats , ainsi que les volets extérieurs , dont les espagnolettes de fer avoient été pliées ou emportées ; « le pavé des divers appartemens soulevé & recouvert de tuileaux , les rideaux des fenêtres déchiquetés , les cloisons renversées , les

plafonds endommagés, les tuyaux des cheminées abattus, des montans de fenêtres en pierre de taille séparés du corps des murs par l'effet de la résistance des contrevents. Tout son château, toutes les écuries, tous les magasins découverts, toutes les tuiles cassées, les girouettes de ses tours, les unes emportées, les autres rompues.... Au moins quatre-vingts maisons (du village) dans le délabrement le plus pitoyable, leurs couverts emportés ou écrasés, des murs renversés, quantité de gerbiers de divers grains dispersés dans la campagne, d'autres lancés dans la rivière & y formant une digue qui en barroit le lit; toutes les plantations des environs absolument ruinées. » Voilà l'affreux spectacle que produisit ce terrible météore.

Parmi les singularités qu'on a remarquées dans ce phénomène, j'en choisirai quelques-unes qui me paroissent curieuses & frappantes. « Ici, de gros cerisiers très-vigoureux avoient été arrachés, quoiqu'ils eussent des racines pivotantes de plus de sept pieds de longueur, dit M. de Lespinasse, à qui nous devons le récit de cet événement que j'abrege. Là, de gros frênes tout ébranchés, & les plus grosses branches lancées à vingt toises de distance, en sens contraire à la marche d'un

côté; le feuillage de haies vives , qui bordent une avenue du château , sembloit avoir été dévoré par les flammes. Ailleurs & au bord d'une autre avenue , étoit , avant ce terrible événement , une clôture de jardin en treillage , fait de branches de faule , élevé sur un socle de maçonnerie , au dessus duquel étoient espacés des piliers bien bâtis , destinés à appuyer la portée de ce treillage. Le milieu de cette clôture étoit percé d'une porte en pierre de taille , pour donner entrée au jardin. Au moment où j'arrivai , continue M. Lespinasse , il étoit impossible de reconnoître les vestiges de cet ouvrage ; dans les ruines dont il étoit recouvert , on n'y voyoit qu'un monceau de décombres , & il n'y étoit pas resté pierre sur pierre. Cette chute s'étoit faite dans un sens opposé à la marche progressive de la trombe. »

Dans un phénomène de cette espece , ce sont les faits revêtus de leurs circonstances qui peuvent jeter du jour sur sa nature & sur la cause qui l'a produit ; c'est pourquoi nous n'hésitons point à entrer dans un certain détail , que nous continuerons à puiser dans le récit de M. Lespinasse (1). Afin

(1) Observations , sur la Physique , l'Histoire Naturelle , &c. 1780 , Novembre , pag. 355.

qu'on puisse mieux juger de la force & de la violence de cette trombe , il est bon de faire remarquer que 1°. les couverts du château , ses cloisons , ses murs , ses fenêtres , ses contrevents sembloient avoir été faits avec la plus grande solidité ; & être encore dans le meilleur état possible. 2°. Le pavé des appartemens , avons-nous dit , fut sillonné & soulevé ; mais on voit dans une chambre de ces appartemens , qu'un pareil accident n'a eu lieu que dans le milieu de la chambre , & qu'il a entièrement épargné des tas de faïance qui l'entouroient. 3°. On voit dans une autre , sur un miroir , qui a à peu près huit pouces de hauteur sur six ou sept de largeur , & qui étoit sur une cheminée , appuyé & incliné sur le tuyau , sans y être attaché , que son cadre a été brisé , les éclats dispersés sur des chaises , & que la glace restée en place n'en a été nullement endommagée. 4°. On apperçoit encore dans les lambeaux des contrevents , qui sont restés sur leurs gonds , des chiffons de rideau de fenêtre , qui tiennent à des éclats de bois , qui ne portent aucune empreinte de feu. 5°. La trombe ne paroît pas s'être exercée exclusivement sur les barreaux des fenêtres , quoiqu'elle en ait ébranlé plusieurs , elle s'est exercée indistinctement sur tous les meubles

qu'elle a rencontrés. Les pieces de vingt ou vingt-cinq lits ont été mises sans dessus dessous. Tous les meubles quelconques ont été pelotés & fracassés. 6°. Si, après avoir parcouru le désordre qu'on apperçoit dans le village, & qu'on ne peut aller voir qu'en se faisant frayer un chemin à travers des débris dont le pavé des rues est couvert, on considere la campagne, amont du village, on apperçoit d'un coup d'œil des cyprès arrachés; sept à huit cents pieds d'oliviers de suite, arrachés ou tordus ou mis en pieces. Si quelques branches ont échappé au fracas général, elles sont hérissées de gerbes de bled que la trombe a dispersées. 7°. On voit sur le couvert du château quantité de gros cailloux, dont les uns pesent six livres, d'autres dix, & qui doivent y avoir été transportés par la trombe. On voit aussi sur le couvert d'un particulier du village un gros arbre couché; ce qui confirme le bruit qui s'étoit répandu, touchant l'arbre tournoyant au dessus du météore, & touchant les jets de pierres qui avoient paru s'en élancer. 8°. On peut regarder ce phénomène, comme ayant pris naissance à peu près au bord de l'Aude, à l'endroit indiqué; puisqu'il ne produisit sur le ba & sur les hommes qu'il renfermoit que le lé-

ger effet dont nous avons parlé. 9°. La trombe ne fut précédée ni suivie de pluie à Leïc; mais bien à l'endroit où elle avoit pris naissance, ainsi que dans le village de Villalbe, au nord de cet endroit, où l'on essuya une averse d'eau, telle qu'on n'en avoit pas vu de semblable de tems immémorial. Une suite encore fatale pour les habitans de Leïc, ce sont des orages mêlés de tonnerre & de pluie, qui se succèdent sans relâche, depuis ce tragique événement. Par là, le peu de gerbes éparées dans la campagne ou dans la riviere, que l'on a ramassées, ne peuvent être séchées, ni par conséquent manquer de se pourrir..... 10°. On ignore par où la trombe s'est introduite dans le château; on prétend que toutes les portes & fenêtres en étoient fermées lorsqu'elle y est entrée. Il en est de même de plusieurs autres maisons qu'elle a ravagées. »

Il paroît, par les différentes observations qu'on a rapportées, que le feu n'a point eu de part au météore; car on n'en a trouvé aucune trace, pas même sur les corps les plus combustibles. Ainsi les épis de la gerbe qui fut dispersée par la trombe, épis qu'on trouva attachés aux oliviers; de même que la paille enlevée des granges mêmes, & transportée au loin dans la campagne;

les rideaux des lits & des fenêtres, & mille autres effets de ce genre ; rien de tout cela n'a présenté de vestiges de brûlure.

Si on étoit curieux de connoître l'état de l'atmosphère, qui a précédé l'apparition de ce météore ; on diroit que, le vingt-huit du mois précédent, on observa une aurore boréale qui fut suivie, dans cette contrée, de vents assez violens, principalement du vent d'est qui régna pendant quatre jours, & de celui de nord-ouest-ouest qui souffla la veille. Des orages journaliers accompagnés de pluie & de grêle, peuvent être regardés comme les avant-coureurs de la trombe dont on a fait connoître les terribles effets. Au moment où ce météore commença à déployer sa fureur, le baromètre étoit à vingt-sept pouces & dix lignes.

Un météore aqueux de ce genre a été observé, le 28 Mars 1784, dans une partie de la Bourgogne : comme il présente des faits intéressans, nous croyons qu'il est à propos de le faire connoître d'après la description de M. le comte de la Rodde, témoin oculaire. « Depuis plusieurs jours le vent du sud souffloit avec violence ; & la pluie étoit tombée si abondamment, que les eaux de la rivière de Seille étant sorties de leur lit, couvroient toute la prairie ; lorsque le

dimanche 28 Mars, après des alternatives de soleil & de pluie, il s'éleva sur les onze heures du matin, un ouragan des plus violens. Sa direction qui paroissoit d'abord être du sud au nord, varioit à chaque instant, & sembloit partir tout-à-coup de tous les points de l'horizon. Un très-grand nuage, noir dans sa partie supérieure, & roussâtre dans l'inférieure, étoit fortement agité, & s'abaissoit peu à peu sur la prairie couverte d'eau; tout-à-coup l'on vit une espece de brouillard ou de fumée très-épaisse, s'élever de cette prairie qui ressembloit à une mer: bientôt cette vapeur se condensant, elle forma une colonne d'un gris roussâtre, qui atteignit le nuage obscur dont le ciel étoit couvert: pendant quelque tems l'eau paroissoit bouillonner fortement, & s'élever en vapeurs autour de cette colonne. J'en étois à une demi-lieue; mais des personnes qui étoient très-près, m'ont assuré qu'on voyoit ce typhon pomper l'eau & la rejeter continuellement.

L'air étoit dans la plus grande agitation, & l'on entendoit un bruit effrayant, semblable à celui que feroient beaucoup de voitures, roulant rapidement en sens contraires. L'ouragan étoit si fort dans ce moment,

qu'il renversa des maisons , arracha des arbres fort gros , & dévasta une grande étendue de pays : une pluie abondante inonda la terre. Pendant le typhon , qui jusque là étoit resté presque dans l'endroit où il s'étoit formé , fut poussé par le vent d'ouest qui dominoit avec impétuosité : il quitta l'eau qui lui servoit d'aliment , & alla désoler le canton sur lequel il passa , en le couvrant d'une grêle dont chaque morceau , gros comme une saïere de cristal , à angles inégaux , pesoit communément un quart de livre , il y en avoit même de plus gros. Ce typhon après s'être ainsi déchargé d'une partie de ce qu'il contenoit , parut un moment séparé de la terre , & prendre le caractère que Muschenbroëck & M. de Buffon donnent aux trombes de mer. Sa base alors tenoit au nuage considérable dont j'ai parlé , & l'endroit où il s'étoit brisé se terminoit en pointes inégales ; une vapeur poussée , ainsi que ce météore , par le vent d'ouest , l'atteignit bientôt & réforma une colonne entière , qui , comme auparavant , communiquoit du gros nuage à la terre. Elle étoit pourtant moins compacte & d'une couleur plus blanche , on auroit cru qu'elle étoit plus légère à en juger par là

façon dont le vent la pouffoit ; enfin , après qu'elle eut passé sur les villages de Clemency, Visargent, Sens, Frangy, &c. où elle a fait plus ou moins de dégât, je la perdis totalement de vue, après l'avoir observée pendant plus de demi-heure.

J'ai appris depuis, que ce redoutable météore avoit été poussé du côté du bourg de Salieres en Franche-Comté, trois lieues environ plus au nord que je ne l'avois jugé ; & qu'il y a détruit plusieurs maisons, & abattu plus de deux cents pieds de gros arbres. Une remarque importante à faire, & qui me paroît confirmer l'opinion où l'on est aujourd'hui, que les trombes & les typhons sont des phénomènes électriques : c'est que, pendant la durée de ce météore, on vit, dans l'air & sur la terre, des flammes bleuâtres & légères, semblables à ces feux follets, si communs dans nos campagnes, sur-tout le long des rivières. Un particulier, qui demeure très-près de l'endroit où s'est formé ce typhon, m'a dit, continue M. le comte de la Rodde, qu'ayant voulu ouvrir sa porte, pour mieux juger de la direction que prenoit l'orage, il avoit vu la terre couverte d'un feu parfaitement ressemblant à l'esprit de vin enflammé : effrayé à cet aspect, il se renferma dans sa maison, &

n'osa en sortir que lorsque l'orage fut entièrement dissipé. (1) »

Nous terminerons cet article en rapportant deux observations, qui démontrent que les trombes peuvent avoir lieu sur les lacs. M. Jallabert fit part à l'Académie des Sciences, d'une observation d'une trombe qu'on vit sur le lac de Geneve, & à une portée de mousquet de ses bords, au mois d'Octobre de l'année 1741, sur les sept heures du matin. « C'étoit, dit-il, une colonne dont la partie supérieure aboutissoit à un nuage assez noir ; & dont la partie inférieure, qui étoit plus étroite, se terminoit un peu au dessus de l'eau. Il avoit plu & fait beaucoup de vent la veille ; mais le vent avoit cessé sur le matin, & le ciel demouroit seulement chargé de quelques nuages. Ce météore fut observé pendant deux ou trois minutes, après quoi il se dissipa : mais on apperçut aussi-tôt une vapeur épaisse, qui montoit de l'endroit sur lequel il avoit paru ; & là même, les eaux du lac bouillonoient & sembloient faire effort pour s'élever. (2) »

On vit encore une autre trombe sur le

(1) Mercure de France, n°. 38, 1784.

(2) Histoire de l'Académie, 1741, pag. 20.

même lac, le 9 de Juillet de l'année suivante, à six heures du matin : elle étoit près des bords de ce lac sous Lausanne ; & l'Académie en fut informée par M. le professeur Crammer. Cette trombe s'étoit élevée à une hauteur considérable, & jusqu'à un nuage fort obscur qui étoit au dessus. M. Jallabert dit de celle-ci : on a vu s'élever sur le lac, à environ trois coups de fusil de ses bords, une vapeur noire & épaisse, qui paroissoit occuper un espace de seize à dix-huit toises de largeur, & un peu plus en hauteur, & qui montoit avec des élancemens assez violens. Après avoir paru pendant une bonne demi-heure, elle se forma en une colonne fort droite & fort élevée ; & subsista de cette manière jusqu'à ce que, s'étant avancée cinquante ou soixante pas sur terre vers la pointe de Puilly, elle se dissipa presque dans un instant. (1)

(1) Histoire de l'Académie, année 1742, pag. 25.



ARTICLE III.

De la Cause des Trombes.

AVANT que d'expliquer un phénomène ; il est nécessaire d'en connoître les circonstances & les effets ; ce n'est que de cette manière qu'on peut espérer d'en saisir la cause. Suivant ce principe, nous avons exposé plusieurs observations avec tous les détails suffisans : c'est sur cette base solide que doit porter l'explication du météore qui nous occupe en ce moment.

Divers sentimens ont été imaginés pour expliquer l'origine & la formation des trombes : Le premier est celui dans lequel on compare les nuages qu'on observe au dessus de ce météore à un éolipyle. L'ouverture par où sort, de la nuée, la matière de la colonne, représente le trou de l'éolipyle. Dom Lami explique, par ce moyen, les deux trombes terrestres qui parurent en 1680 & en 1687 à Reims & dans la Brie, & dont nous avons rapporté une description. Mais cette comparaison ne peut point être appliquée à l'objet présent : soit parce que une nuée composée de simples vapeurs, dont les molécules n'ont entr'elles aucune cohésion,

ne peut résister à la force d'expansion qu'on supposeroit animer la matiere de la colonne, tandis qu'elle est renfermée dans le nuage, qui est bien loin d'avoir un degré de chaleur semblable à celui de l'eau contenue dans un éolipyle; soit parce que les trombes, dans cette supposition, devroient avoir une figure conique ordinaire, & non une figure de cône renversé, comme l'observation le prouve en général.

Quelques physiciens pensent que la cause des trombes en général, dépend des tourbillons qui se forment dans l'air, comme il s'en forme dans le sein des eaux. M. Andoque, de l'Académie de Beziers, a donné une explication, qui a été adoptée pendant quelque tems: « Que l'on imagine, dans la mer, deux courans paralleles, pour plus de facilité, de même direction, & assez peu éloignés; l'eau qui est entr'eux est par elle-même sans mouvement; mais les parties les plus proches de part & d'autre des deux courans, ne peuvent s'empêcher d'en prendre par la rencontre & la collision des courans; & le mouvement qu'elles prennent est déterminé à se faire en rond, comme celui d'une roue horizontale en repos, frappée selon une tangente. On conçoit sans peine, que ce mouvement est d'aut.

tant plus fort que l'est celui des courans ; & qu'il se communique de proche en proche à toute l'eau , auparavant tranquille. Elle se meut donc en tourbillon : & il ne faut pas seulement imaginer ce tourbillon à sa surface supérieure ; mais dans toute la profondeur renfermée entre les deux courans. Seulement l'eau de la surface supérieure , qui n'est chargée de rien , a plus de facilité à tourbillonner , que l'eau inférieure chargée de la supérieure , & de là le tourbillon total doit prendre la figure d'un cône dont la base soit en haut. Si l'on ne suppose qu'un courant , il ne laissera pas de faire tourbillonner dans toute sa profondeur une partie de l'eau tranquille qu'il rencontrera ; mais une moindre partie , que s'il y avoit eu deux courans. Le reste sera le même. (1) »

M. Andoque applique ces principes à la formation des trombes. Les tourbillons d'air & de vapeurs doivent être produits, & avoir une figure de cône renversé , comme les tourbillons d'eau qui existent dans la mer. Les mêmes causes doivent produire des effets semblables : soit qu'il y ait dans l'atmo-

(1) Histoire de l'Académie des Sciences , année 1727 , pag. 6 & 7.

sphère, un, ou plusieurs courans d'air ; la partie tranquille de l'atmosphère qui est à côté, sera violemment choquée ; en se détachant de la masse totale elle tourbillonnera. Ces divers mouvemens supposent nécessairement une grande condensation des nuages qui doit occasioner une chute de vapeurs aqueuses, lesquelles se mêlant à l'air tourbillonnant forment, par leur quantité, la fumée épaisse qu'on remarque, & par leur extrême agitation le bruit qu'on entend. L'observation de la trombe de Capestan paroïssoit confirmer la vraisemblance de cette explication : car il y avoit à Beziers un calme dans l'air, tandis qu'un grand vent régnoit à Capestan ; dans ce dernier endroit, il y eut une grande obscurité du ciel, qui indiquoit la condensation des nuages.

Dans l'explication que nous venons de rapporter, on suppose qu'il y a toujours des vents, lorsque les trombes sont produites : cependant l'observation dément cette hypothèse ; car les trombes sont assez ordinaires dans les endroits où regnent souvent des calmes, comme dans la côte de Guinée, au voisinage de la ligne équinoxiale, dans le détroit de Malaca, &c. De plus, il est bien prouvé que, s'il y a des trombes qui

descendent des nuées , il y en a d'autres qui s'élevent vers les nuages. Or l'explication précédente ne peut point, eu égard aux principes sur lesquels elle est fondée , s'appliquer aux typhons ou trombes ascendantes. C'est pour ne pas tomber dans cet inconvénient qu'on a imaginé l'opinion suivante :

Quelques-uns ont donc cru , que les trombes avoient pour cause les éruptions de vapeurs & d'exhalaisons souterraines allumées tout-à-coup, ou des éruptions proprement volcaniques ; car il y a des volcans sous-marins, & des volcans dans certains lacs. Les auteurs de cette opinion, ayant voulu éviter Charybde, sont tombés dans Scylla ; en voulant expliquer l'origine des typhons ou trombes qui s'élevent, ils sont forcés de dire, qu'il n'y a point de trombes qui descendent ; ou s'ils en admettent, ils doivent recourir à une autre cause & convenir par là, que leur explication est incomplète. Mais ce qui montre sans réplique l'insuffisance de cette opinion, c'est que les trombes, soit ascendantes, soit descendantes, ne sont point fixées dans le lieu où elles ont pris naissance ; elles suivent des routes différentes & même avec beaucoup de rapidité, ainsi qu'on l'a vu dans l'expos-

sition des divers phénomènes de ce météore.

L'insuffisance des explications précédentes a été cause que plusieurs physiciens ont eu recours à l'électricité. Les uns se sont contentés de dire en cette occasion comme en quelques autres que le fluide électrique étoit la cause des trombes; mais un mot vague, hasardé, ne signifie rien, comme nous l'avons prouvé. M. Brisson, successeur de M. l'abbé Nollet, a donné un très bon mémoire sur ce sujet dans ceux de l'académie des sciences. (1) Il distingue très bien les trombes, en ascendantes, & en descendantes; il admet encore les effluences & affluences simultanées du fluide électrique auxquelles il fait jouer un grand rôle. Mais, comme sans ce double courant, on peut parfaitement expliquer tout ce qui regarde les trombes en n'employant qu'un seul courant, nous allons donc exposer une autre manière de concevoir la cause de ce météore :

Lorsque par une cause quelconque le fluide électrique a perdu son équilibre, & qu'il est surabondant dans l'atmosphère ou dans la terre, il doit tendre à se remettre à l'égalité; & conséquemment se porter des

(1) Mémoires de l'Académie des Sciences. 1767.

endroits où il est accumulé à ceux où il y en a moins, des nuages à la terre ou de la terre aux nuages. Supposons que la matière électrique soit condensée dans un nuage, elle cherchera à se répandre sur la terre ou dans la mer ou sur des lacs : de là, des trombes de terre, de mer ou de lac ; si au contraire elle est surabondante dans la terre, dans la mer ou dans un lac, elle s'en échappera pour s'élever dans l'atmosphère. Dans le premier cas, le fluide électrique entraînera une portion du nuage vers le globe de la terre ; dans le second, il élèvera avec lui une masse d'eau qui faisoit partie de la mer, des lacs, des étangs, des fleuves, &c. Et alors on verra une trombe descendante, ou ascendante.

Comme l'observation a encore prouvé que les trombes & les typhons ne sont point immobiles, mais qu'elles parcourent très rapidement un espace considérable, il est indispensable d'expliquer dans notre théorie cette circonstance. Les nuées orageuses ordinairement très-chargées d'électricité sont attirées souvent par les masses de nuées environnantes non électrisées ; d'autres fois les nuées sont poussées par les vents : voilà pourquoi on observe des trombes, soit dans des tems de calme, soit pendant que les

vents regnent. Quant aux typhons ou trombes ascendantes, quoiqu'il paroisse difficile d'expliquer leur mobilité, & que personne ne l'ait encore tenté, nous trouvons que cette circonstance est encore une suite de notre doctrine. Si les nuages se meuvent par une des deux causes que nous venons d'assigner ; il est bien évident que, lorsqu'une portion du globe de la terre (soit lac soit mer, &c.) est surchargée d'électricité, elle doit tendre à se dépouiller de son excès sur les corps environnans qui sont à une juste distance & qui ne sont pas électrisés, sur les nuages, par exemple. Mais, comme ceux-ci se meuvent, il faut que l'étincelle électrique, & la masse d'eau qu'elle entraîne, s'élève & parcoure un espace correspondant. Nous représenterons dans un instant ce phénomène. Prouvons auparavant par les observations, que l'électricité est la cause des trombes : quoique absolument nous puissions nous en dispenser ; car, avoir prouvé que toutes les causes assignées jusqu'à présent sont insuffisantes, & montré que par l'électricité on explique facilement tous les phénomènes que présente ce météore, c'est avoir démontré que le fluide électrique en est le principe. Néanmoins confirmons encore par l'observation cette vérité :

Dans toutes les observations de trombes on voit des nuages noirs ou rouges plus ou moins foncés ; comme sont les nuées orageuses : dans certaines circonstances on y remarque des éclairs de feu , du tonnerre , la foudre , quelquefois du vent , d'autres fois de la grêle & de la pluie orageuse , qui sont tous des phénomènes qui annoncent la présence du fluide électrique , ainsi que nous l'avons prouvé. Mais toujours on a vu (& c'est un phénomène absolument général) des corps de différentes natures attirés fortement , & lancés ensuite au loin par la colonne. Dans ces deux effets il n'est pas possible d'y méconnoître les attractions & les répulsions électriques ; elles ne peuvent pas être plus marquées. On a vu que la trombe qui parut le neuf Avril 1770 près du village du Pommier , attira & dispersa au loin diverses substances qu'elle rencontra sur sa route ; qu'elle arracha , brisa & transporta de gros arbres ; qu'elle fit jaillir à une hauteur considérable l'eau d'un fossé qui étoit sur la route de la trombe : il en fut de même de celle qui se montra à la basse , & près de Nivelle. Les attractions furent si fortes que dans ce dernier endroit les gonds , les peintures , les ferrures , les clous des tables furent arrachés , phénomène que nous offre

quelquefois la foudre , météore certainement électrique. La trombe des environs de Carcassonne , qui arriva le 3 Août 1780 , souleva les pavés des divers appartemens du château de Leüic ; phénomène absolument inexplicable , si on n'a recours à l'électricité : on peut concevoir , dans toutes les opinions imaginées jusqu'à présent , qu'une trombe renverse des cheminées , des murs , &c ; mais on ne comprendra jamais comment les pavés de divers appartemens d'un édifice peuvent être soulevés , si on n'admet l'attraction ou la répulsion électrique pour cause de cet effet surprenant qui a lieu dans l'intérieur même d'une maison ; ni comment des masses considérables placées sur la route de la trombe , ont pu être lancées & transportées dans une direction contraire à la marche progressive de la trombe. Qu'on se rappelle des neuf ou dix remarques qui ont été faites dans le récit de ce dernier événement , & on sera bientôt convaincu de la vérité de notre sentiment. On y a vu que dans la même chambre où différens pavés ont été soulevés , des tas de faïence qui l'entouroient ont été entièrement épargnés , étant des substances idio-électriques ; que le cadre d'un miroir a été brisé & ses fragmens dispersés au loin sans que la glace ait été endommagée ; &c.

Il faudroit en un mot répéter tout ce qui a été dit jusqu'ici, si on vouloit rappeler les circonstances favorables au sentiment que nous avons exposé.

Dans l'atmosphère on apperçoit encore de nouvelles preuves de l'électricité des trombes. Du sein de ce nuage noir & orangeux qui recèle le fluide électrique dans un état d'accumulation on voit sortir une colonne ou un cône aqueux, & de petits nuages noirs qui, après s'être éloignés du nuage principal, reviennent ensuite s'y réunir : effets de l'attraction & de la répulsion électrique qui nous sont représentés par la répulsion électrique de quelques feuilles d'or placées sur un conducteur électrisé, lesquelles sont ensuite attirées par ce même conducteur, lorsqu'elles ont perdu leur excès de fluide électrique en le communiquant aux corps environnans. Quelquefois, après que ces petits nuages auparavant détachés de la nuée principale, sont revenus s'y réunir & former un groupe épais, il en sort un vent impétueux qui, comme nous l'avons prouvé en son lieu, est produit, dans certaines circonstances, par l'électricité.

Afin de ne laisser rien à désirer dans cette matière, tâchons de représenter par des expériences d'électricité le météore qui nous

occupe & ses principaux phénomènes. Voici la manière simple que j'emploie : Qu'une personne isolée & communiquant avec le conducteur électrique d'une machine qu'on met en mouvement, tienne d'une main un petit cylindre de métal arrondi par ses deux extrémités. Qu'au bout d'en bas on mette une grosse goutte d'eau, & qu'on présente ensuite au dessous à une certaine distance premièrement un vase contenant de la terre, & secondement un vaisseau contenant de l'eau : on verra dans les deux cas la goutte d'eau s'allonger, prendre une espèce de figure conique ou cylindrique ; & si la proximité le permet, elle touchera la terre ou l'eau, lorsque l'étincelle électrique éclatera. Cette expérience nous montre l'image d'une trombe descendante de terre & de mer.

La trombe ascendante est représentée d'une façon encore plus simple : en ôtant la goutte d'eau suspendue au bout du cylindre, on voit alors un monticule d'eau s'élever du vase vers le cylindre. Si on remet la goutte d'eau, dans cette expérience, on a l'image d'une trombe réunie à un typhon, c'est-à-dire d'une trombe en même tems ascendante & descendante.

En considérant attentivement cette expé-

rience & les circonstances qui l'accompagnent, on observera que, lorsqu'on présente au vase d'eau le cylindre métallique auquel adhère une goutte d'eau, l'eau stagnante du vase s'éleve en forme de monticule dans la partie qui répond perpendiculairement à la goutte d'eau; & que l'étincelle part à une plus petite distance du vase d'eau, que du vase rempli de terre; parce que l'élevation du monticule diminue la distance d'où part l'étincelle. Nous supposons ici que la terre du vase ait une certaine consistance, qu'entre ses molécules regne une certaine cohérence; car, si elle n'avoit qu'une forme pulvérulente, on verroit les molécules terreuses attirées & dispersées ensuite, comme les objets que les trombes entraînent avec elles.

En examinant cette expérience, faite avec un vase d'eau au dessus duquel on présente le cylindre seul, ou avec la goutte d'eau, on observera encore sur la surface de l'eau une agitation ou frémissent ondulatoire qui se fera entendre d'une manière distincte, & qui sera très sensible aux yeux. Cette agitation, cette espèce de bouillonnement de l'eau, ressemble à celle qu'on remarque sur la superficie de la mer aux environs de la trombe: elle est l'effet du soulèvement

de l'eau produit par l'attraction ou par la répulsion électrique. Si l'expérience se fait dans l'obscurité, on voit la petite colonne d'eau lumineuse intérieurement.

Lorsqu'on fait mouvoir le cylindre métallique auquel est suspendue la goutte d'eau; le petit monticule qui s'élève, suit la même direction & a une marche absolument correspondante : c'est ainsi qu'on peut imiter la mobilité des trombes & des typhons. En promenant le cylindre métallique sur une platine où seront répandus des corps légers, des parcelles de feuilles d'or, de la sciure de bois, &c. On les verra attirés & ensuite repoussés, comme les objets terrestres le sont par les trombes qui les rencontrent dans leur route. En un mot il n'est aucun phénomène produit par les trombes, soit terrestres, soit marines, ascendantes ou descendantes, qu'on ne puisse représenter par l'expérience.

Après tout ce que nous avons dit en établissant la théorie des paratonnerres, on ne sera pas surpris d'entendre assurer qu'elle nous conduit à l'idée des paratrombes terrestres, qui en est une conséquence naturelle. Écoutez un habile physicien : « le moyen de nous mettre à l'abri des terribles effets des trombes terrestres, dit M. Buisson, fixera sans doute un jour l'attention des phy-

ciens : les efforts qu'ils ont faits pour anéantir la foudre & rendre ses coups impuissans, soit qu'elle vienne de la terre, soit qu'elle vienne du nuage ; ce qu'ils ont imaginé pour empêcher la formation de la grêle , la formation des volcans , des tremblemens de terre ; tous ces travaux multipliés depuis quelque tems & couronnés pour la plûpart, du succès, font naître les plus hautes espérances.

« Les conducteurs électriques ascendants & descendans de M. Bertholon , nous rendront probablement un jour ce service ; ces machines ingénieuses , espacées de distance en distance, plus élevées ou placées en plus grand nombre, tant dans les villes que dans les campagnes, pourront nous garantir des dévastations occasionées par les trombes. » Et plus bas après avoir cité quelques preuves de l'électricité des nuages qui est tantôt négative & tantôt positive, tirées de *l'Electricité du Corps Humain*, il dit : « ces observations rapportées par M. Bertholon, ont trop de rapport à notre objet pour négliger d'en enrichir notre mémoire & de les y ajouter. Elles attestent de la manière la plus évidente que les trombes, comme nous l'avons avancé, doivent être tantôt ascendantes & tantôt descendantes ; & que

les effets surprenans qu'elles produisent, ont pour cause première l'électricité qui cherche à se mettre en équilibre. (1)

(1) Mémoire lu à l'Académie d'Arras, sur quelques trombes observées dans l'Artois, le 3 Avril 1780.





CINQUIÈME PARTIE.

Des Météores Aériens.

LES météores aériens, quoique leurs espèces ne soient pas aussi nombreuses que celles des météores ignés & des météores aqueux, n'en sont pas moins à craindre : leurs effets redoutables, trop souvent répétés, portent par-tout la dévastation. Nous parlerons ici des principaux météores aériens.



CHAPITRE PREMIER.

Du Vent, de ses Espèces, & de ses Causes.

LE vent est une agitation sensible de l'air, qui transporte une partie de ce fluide d'un lieu dans un autre, avec une vitesse & une direction déterminées ; d'où il suit qu'il y a autant de fortes de vents qu'il y a de degrés dans l'horizon ; mais, par l'usage qui a prévalu, on ne compte ordinairement que trente-deux rums de vents. On les divise en car-

dinaux & en collatéraux : ces derniers prennent des noms relatifs aux vents qui forment leurs limites , & entre lesquels ils soufflent. Si on considère les vents relativement à leurs causes , on les réduit à trois classes : les vents généraux , les vents périodiques , & les vents variables.

Sous l'équateur & entre les tropiques , regne constamment un vent général , d'est à l'ouest , il devient de moins en moins sensible à mesure qu'on s'approche des poles. Les vents périodiques commencent & finissent à des époques fixes & déterminées ; (tels sont ceux qu'on nomme anniversaires & moussons) si utiles à la navigation & au commerce , puisque leur retour périodique au même tems de l'année arrive toujours régulièrement. Ainsi v. g. dans les mers de l'Inde , le vent de nord-est , regne pendant les mois d'Octobre , de Novembre , Décembre , Janvier , Février , Mars , & Avril ; & depuis Avril jusqu'en Octobre , les moussons opposés soufflent constamment.

Les vents variables , ainsi que leur nom l'annonce , sont absolument irréguliers dans leur direction , comme dans leur force & leur durée. Les causes qui les produisent étant très-multipliées.

C'est en partie au mouvement diurne de

la terre, qui se fait d'occident en orient ; qu'on doit attribuer la cause du vent général d'est, qui souffle principalement entre les tropiques ; l'attraction que le soleil & la lune exercent sur la terre, & conséquemment sur l'atmosphère qui environne cette dernière, y concourt également, ainsi que l'a prouvé M. d'Alembert dans son mémoire couronné, en 1747, par l'Académie de Berlin.

Les vents périodiques anniverfaires dépendent principalement du mouvement annuel du soleil. Les circonstances locales, & quelques autres causes secondaires, en modifient les effets dans plusieurs lieux.

On compte un grand nombre de causes des vents variables : la chaleur du soleil, la production de tous les météores ignés, tels que le tonnerre, les globes, les tremblemens de terre ; les pluies & autres météores aqueux ; l'abaissement des nuages ; en général tout ce qui est propre à augmenter ou à diminuer le ressort de l'air, produit des vents variables : ainsi les causes capables de raréfier ou de condenser la masse de l'air, doivent produire des vents, c'est-à-dire, une agitation sensible d'une masse d'air avec une vitesse & une direction déterminées. Les circonstances locales modifient encore singulièrement les causes générales des vents variables,

variables, paroissent de cette maniere en multiplier les especes. On ne sauroit donc trop recommander de faire une attention toute particuliere aux montagnes, aux forêts, aux fleuves, aux cavernes, &c. qui sont aux environs des lieux où on observe les vents. Tous ces objets très-connus, se trouvant dans divers ouvrages de physique ; nous ne nous y arrêterons aucunement.

Indépendamment des causes des vents variables, connues jusqu'à présent, il en est d'autres qui sont étroitement liées avec les nouvelles découvertes que les physiciens ont faites depuis peu ; je veux parler de celles des gaz dont nous allons dire un mot, avant que de traiter de l'électricité comme cause des vents. On sait qu'ils sont ordinairement le produit de certaines effervescences, & de quelques fermentations, & même de la seule action du feu ou de la chaleur ; que dans le sein de la terre les matériaux propres à ces effets se trouvent en abondance ; & que la nature les unit & les combine de mille manieres, comme il conste par la formation & la composition des différentes substances des trois regnes qui sont dans le sein de la terre. D'où il résulte qu'une énorme quantité de divers fluides aëriiformes doit être produite, & par conséquent faire naître des

vents variables plus ou moins considérables.

Si quelqu'un, peu instruit sur cette matière, doutoit de la grande efficacité de cette nouvelle cause des vents; il suffiroit de lui dire que le célèbre Hales, est venu à bout de retirer d'un pouce cubique de pois, trois cents quatre-vingt-seize pouces cubiques de gaz; d'un pouce cubique de tartre, cinq cents quatre; d'un pouce cubique de pointes de cornes de Daim, deux cents trente-quatre; d'un pouce cubique de charbon de terre, trois cents soixante; de quarante-deux pouces de petite biere, six cents trente-neuf pouces cubiques de gaz; de vingt-six pouces cubiques de pommes écrasées, neuf cents soixante-huit pouces de gaz; &c. &c. De ces expériences on ne peut s'empêcher de conclure que les différentes substances, animales, végétales & minérales, qui composent notre globe terraquée, combinées par la nature peuvent fournir une quantité prodigieuse de différens gaz ou fluides aéri-formes. Mais des volumes considérables de ces divers fluides ne peuvent être produits, sans donner naissance à différens vents: puisque la masse de l'air est alors augmentée, & l'équilibre détruit; & puisque cette nouvelle production entraîne nécessairement une agitation sensible de la masse d'air, & un

transport local d'une portion plus ou moins grande de l'air atmosphérique.

Ces divers gaz, ainsi formés de la combinaison ou de la décomposition des différentes substances des trois regnes de la nature, s'échapperont de plusieurs manieres du sein de la terre : tantôt par des crevasses, tantôt par l'ouverture des cavernes & des cavités souterraines, quelquefois par les scissures des rochers & les fentes qu'on remarque sur les montagnes, &c. Parmi le nombre de ces vents qui viennent de la production des gaz, on doit donc compter ceux qu'on a observés dans plusieurs mines métalliques, dans des mines de sel, dans des lieux pyriteux, dans des endroits où coulent des sources d'eaux minérales, dans ces cavités intérieures où de grandes masses d'animaux & de végétaux détruits ont été enveloppées par des éboulemens ou par ces violentes convulsions de la terre qui arrivent si souvent.

Si on vouloit représenter par des expériences de physique la formation des *vents gazeux* (car je crois qu'on doit employer cette nouvelle dénomination,) il faut renfermer dans différentes bouteilles de verre à goulot étroit les matériaux qui servent à les produire. Pendant le tems de l'efferves-

cence, on sent un véritable vent gazeux qui s'échappe par l'orifice avec une vitesse & une durée proportionnelle à la violence de l'effervescence & à la quantité des matières employées. Dans la suite d'expériences que j'ai faites sur ce sujet, j'ai obtenu de véritables vents gazeux fixes, des vents gazeux inflammables, des vents gazeux phlogistiques, des vents gazeux acides-végétaux, acides-marins, acides-vitrioliques, des vents gazeux alkalis de diverses sortes.

Ces vents dans leur sortie, ne faisoient quelquefois leurs éruptions que par bouffée, comme plusieurs vents qu'on observe dans la nature : les effervescences de l'acide vitriolique avec le sel ammoniac, le sel marin, &c. sur-tout présentent ce phénomène. On observera que ces vents divers, artificiels, avoient presque toujours la force de faire tourner des moulinets placés à l'orifice des ajutages, dont j'avois armé les goulots des matras ou autres vaisseaux de verre employés dans ces expériences. L'éolipyle depuis si long-tems regardé comme un instrument propre à expliquer la formation des vents, ne produit pas d'effets plus marqués que ceux dont je viens de parler.

Qu'on ne croie pas que ces sortes de vents ne durent que peu de tems, lorsqu'ils

sont produits par la nature ; car de grandes masses de matériaux combinés, exhalent pendant long-tems une grande quantité d'émanations élastiques. Une petite dose de sel marin, par exemple, mêlée avec de l'acide vitriolique concentré, laisse exhaler pendant plusieurs jours un gaz acide ; & on est étonné de l'énorme quantité qui en sort.

Il est inutile de dire, que les gaz qui ne sont point absorbés par l'eau répandue dans l'atmosphère, ou qui le sont peu, sont des causes plus puissantes que les autres ; & qu'il y a, dans les phénomènes qu'ils produisent, des variations qui sont relatives aux différentes natures de ces gaz. Il est aussi superflu d'ajouter ici que les diverses matières qui sont propres à absorber l'air de l'atmosphère, ou les gaz qu'il contient, sont encore des causes efficaces des vents, mais en sens contraire. Tous ces objets sont développés dans un mémoire sur les gaz considérés comme causes des vents, que nous avons communiqué, il y a quelques années, à plusieurs savans.

L'électricité, dont la vertu puissante, les propriétés, & les effets admirables, sont si connus, est encore une cause des vents, dont les anciens n'avoient aucune idée. Supposant ici, pour abrégé, toutes les notions ordinaires sur cette matière, nous nous res-

treindrons à ce qui a un rapport direct à ce sujet. Un corps électrisé est un corps plein de fluide électrique, & , lorsque la surabondance de ce fluide est à son dernier point, il ne peut plus en recevoir; mais, quel que soit l'état de ce corps, s'il contient quelques degrés d'électricité de plus que sa quantité naturelle le comporte, l'excès de ce fluide tend à s'en échapper, & à se partager avec les corps ambiants qui sont les plus proches. L'expérience prouve la vérité de cette proposition: car, dès qu'on présente un corps quelconque à une substance électrisée, on voit une étincelle électrique qui part de celle-ci, & frappe aussitôt celui-là; si ce dernier étoit isolé, on en tireroit également une étincelle; preuve certaine que le fluide électrique pour rétablir l'équilibre tend toujours à se répandre par égalité dans tous les corps, ainsi que les loix propres à tous les fluides l'exigent.

Si le corps électrisé est dans un air sec, & qu'il n'y ait aux environs aucun corps anélectrique dans sa sphère d'activité ou dans les limites de l'étincelle; on ne verra point d'explosion électrique, mais le fluide électrique n'en tendra pas moins à se répandre à l'égalité. Alors, au lieu d'une étincelle, il fera sentir l'impression d'une toile

d'araignée, & celle d'un vent frais ; c'est ce qu'on peut éprouver en présentant le revers de la main, ou la joue. Cet effet est encore plus sensible devant les pointes qui peuvent être placées sur la surface d'un conducteur. Ce vent frais qui se fait sentir dans ces circonstances où le corps électrisé est trop éloigné du corps qu'on présente, résulte naturellement de l'émission spontanée du fluide électrique surabondant dans une matière quelconque électrisée. Car le fluide électrique ne peut s'échapper d'une substance, pour se porter dans une autre, qu'il ne fasse une impression sensible, qu'il ne produise un choc déterminé, comme tout fluide qui se meut. Ce mouvement déterminé est un véritable vent électrique ; & tous ceux qui en éprouvent l'impression ne peuvent s'empêcher de lui donner ce nom, celui d'un vent frais.

L'expérience prouve même aux yeux, que ce vent est produit par l'éruption spontanée du fluide électrique. Qu'on mette une pointe sur le conducteur de la machine électrique ; lorsqu'en présentant le revers de la main, (1) on sentira l'impression du vent,

(1) L'expérience est aussi très-sensible sur la paume de la main, sur-tout pour un certain nombre de personnes.

qu'on fasse fermer les volets des fenêtres afin de se procurer de l'obscurité, on verra aussi-tôt une aigrette lumineuse dont la base répondra à la partie de la main qui éprouve l'impression du vent; preuve évidente que le vent est produit par l'éruption du fluide électrique. Comme les loix de la nature sont générales, & que les mêmes effets doivent être produits par l'influence des mêmes causes; on ne sauroit douter que, lorsque le fluide électrique est rassemblé ou accumulé dans certaines parties de l'atmosphère comme il l'est souvent, il ne produise des vents par son éruption spontanée, suite nécessaire des loix de l'équilibre propre à tous les fluides. Si la surabondance de l'électricité se trouve dans la terre ou dans une de ses portions; le vent naîtra des sommets des montagnes, des pointes de rochers, des sommités des forêts, en un mot, de toutes les grandes éminences & aspérités dont la surface est couverte. Si le fluide électrique est surabondant dans l'air de l'atmosphère ou dans une de ses parties, dans des nuages, &c. lorsqu'ils seront à une distance convenable de la terre, alors le vent naîtra dans ces endroits; il se portera vers la terre qui est supposée n'être pas électrique, ou contenir moins de ce fluide. Cette explica-

tion nouvelle est d'autant plus admissible, qu'elle est fondée sur l'expérience, sur les loix qu'observent les fluides; qu'elle est indépendante des causes particulieres; & qu'on ne peut s'empêcher de l'admettre, quelle que soit l'origine de l'électricité de la terre ou de l'atmosphere.

Je viens de dire, que notre systême est indépendant de l'origine qu'on voudroit attribuer à l'électricité de l'atmosphere ou de la terre: car en physique il suffit souvent d'expliquer les phénomènes en montrant les rapports nécessaires qu'ils ont avec des faits dont l'existence est bien prouvée: il suffit ici de déduire le vent de l'électricité qui regne dans l'atmosphere ou dans la terre; électricité dont l'existence est parfaitement constatée par les belles expériences des physiciens modernes, universellement connues, & qui se trouvent dans tous les livres modernes doivent être ici supposées. Les expériences de Marly-la-Ville, de Saint-Germain, de Montmorenci, de l'observatoire de Pétersbourg, de Londres, de Turin, faites par les Dalibart, les Lemonier, les Bertier, les Cassini, les Nollet, les Richman, les Canton, les Beccaria, &c. ne sont ignorées nulle part; & démontrent, de la manière la moins équivoque, la réalité de l'élec-

tricité qui regne constamment dans l'air. Mais de cette électricité surabondante de l'atmosphère suit nécessairement (quelle qu'en soit la cause) une éruption spontanée, un rétablissement d'équilibre, un partage de l'excès du fluide qui se portera vers la terre ou vers les nuages, selon que l'une ou les autres seront moins électrisés; ce qui ne peut s'exécuter sans produire un vent sensible, & plus ou moins fort à proportion de la surabondance du fluide électrique, comme nous l'avons vu dans les expériences que nous avons rapportées au commencement de ce chapitre. Ajoutons y, que non-seulement le fluide électrique, en se mouvant ainsi, formera le vent; mais encore qu'il l'augmentera, en poussant une portion d'air correspondante à l'étendue du nuage ou de la portion du globe où l'électricité a pris naissance, en entraînant une masse d'air & des vapeurs aqueuses qu'il attirera; la masse mue & transportée étant plus grande, l'effet en sera encore plus sensible & le vent plus fort.

S'il falloit cependant assigner une première cause à l'électricité de l'atmosphère; nous n'en ferions pas en peine, & nous la trouverions facilement dans la nature même des choses. L'air est par lui-même un corps

idio-électrique & non anélectrique : (c'est un principe prouvé par l'expérience :) autrement nous ne pourrions , même dans un tems sec , obtenir aucun effet électrique de nos meilleures machines , ni de nos cerfs-volans , ni de nos grands conducteurs ; l'électricité étant , dans l'hypothèse que nous réfutons , aussi-tôt absorbée que produite.

Un autre principe qui n'est pas moins certain , est le suivant : deux corps , dont l'un est idio-électrique , & l'autre anélectrique , étant frottés l'un contre l'autre , produisent de l'électricité ; la construction de nos machines est fondée sur cette vérité. Le globe , ou le plateau de verre , frotté par la main , par des coussins de différentes matières anélectriques ou conductrices , font naître & développent le fluide électrique. De ces deux principes il suit que , lorsque par différentes causes générales ou particulières le vent est produit sur la terre , il y a nécessairement un frottement plus ou moins considérable entre deux corps , dont l'un est idio-électrique à favoir l'air , & l'autre anélectrique telle qu'est la terre considérée relativement à la plûpart des matières dont elle est composée. Ce frottement doit faire naître l'électricité , puisqu'elle est toujours produite par celui d'un corps électrique par nature & d'une

substance conductrice ; & cette électricité doit être cause d'un nouveau vent , différent de celui qui doit son origine aux différentes causes que nous avons assignées jusqu'ici.

J'ai dit que la terre étoit composée , en grande partie , de substances conductrices ; puisque la terre humide , l'eau , les métaux , la plupart des végétaux & des animaux , sont autant de substances anélectriques ; mais le sable , les terres sablonneuses , les terres seches & arides , exposées à l'ardeur du soleil , principalement dans les déserts de la Lybie , de l'Arabie , dans la Guinée , dans la Nigritie , & dans les contrées qui leur ressemblent , les masses de quarts , de schistes , de tales , d'amiantes , de mica , de grès , de granits , & de plusieurs especes de roches , de bitumes divers , de charbons de terre , de forêts d'arbres résineux qui sont dispersés sur la surface du globe en divers endroits , ces diverses substances sont idio-électriques ; étant frottées elles doivent produire l'électricité , puisque c'est le propre de leur nature de donner des signes d'électricité après une friction convenable qui doit être plutôt légère que forte. Ces masses différentes éprouvant de la part de l'air en mouvement , soit que ce mouvement vienne de sa fluidité , soit qu'il procede des

divers vents accidentels, qui tous les jours sont engendrés dans l'atmosphère par plusieurs causes; ces masses différentes éprouvant, dis-je, de la part de l'air en mouvement (1), un frottement, doivent produire de l'électricité; de laquelle résultera, par les principes établis ci-dessus, un vent dont l'origine sera due à l'électricité du globe de la terre, ou plutôt des matières terrestres.

Cette théorie qui nous est propre, est, pour ne rien dire davantage, de la plus grande vraisemblance, puisqu'elle est déduite des principes d'électricité appuyés sur l'expérience; elle me paroît préférable à tout ce qu'on a écrit jusqu'ici. Il y a quelques années qu'on avoit dit, d'une manière vague, que la terre, qui dans l'espace de vingt-quatre heures parcourt à l'équateur un cercle d'environ neuf mille lieues, est électrisée par le frottement des rayons du soleil; comme un globe de verre l'est, étant frotté par la main ou par des coussinets. On compare la terre à un globe électrique de verre: & en général on a tort; puisqu'en grande partie elle est composée de matières anélectriques ou conductrices qui ne peuvent point

(1) Dans un instant nous prouverons que le frottement de deux corps idio-électriques produit l'électricité.

s'électriser par le frottement : telle est cette vaste étendue de mers qui occupe les deux tiers du globe ; telle est la terre humide qui remplit l'autre portion, & qui est encore découpée par des mers Méditerranées, de vastes fleuves, de nombreuses rivières, d'immenses forêts, &c. Il n'y a, dans les continents, que des contrées particulières, qui soient composées de matières idio-électriques, comme nous l'avons dit ; indépendamment de ces raisons, la comparaison établie me paroît absolument vicieuse, parce qu'il faut absolument dire le contraire. Le globe de la terre ne représente point le globe électrique de verre, c'est plutôt l'air de l'atmosphère ; & la terre en général, sera la main & le coussinet : car ce sont les matières électriques par nature qu'il faut comparer entr'elles ; de même que les matières conductrices. Or, le verre & l'air étant de même nature ; la terre, quant à sa plus grande partie, & la main ou le coussinet, étant également anélectriques ; on a dû faire une comparaison opposée. Ce qui a trompé le physicien que nous réfutons, c'est qu'il n'a pas fait attention à la nature des matières, mais aux formes & à la disposition ; lesquelles sont absolument accidentelles, car il est indifférent que le globe tourne ou que

ce soit le couffin , comme l'expérience le prouve.

La maniere dont nous avons exposé l'origine de l'électricité de l'atmosphère , n'est pas la seule qui ait lieu ; non-seulement elle est engendrée par le frottement d'un ou de plusieurs courans d'air , sur la surface de la terre qui est conductrice en grande partie ; non-seulement elle est produite par les vents ou courans d'air , qui frottent rapidement la superficie des matieres idio-électriques , qui sont en plusieurs endroits du globe ; mais encore elle vient du frottement réciproque de deux ou plusieurs vents & courans d'air , qui existent en même tems dans une contrée quelconque. Cette assertion est fondée sur ce principe , que le frottement de deux substances idio-électriques , excite la vertu électrique dans elles & sur leurs surfaces ; & c'est une des principales différences qui se trouve entre les corps idio-électriques & ceux qui sont anélectriques : car ces derniers , quel que soit le frottement , fort ou léger , continué pendant un petit ou un grand espace de tems , ne peuvent jamais faire naître le fluide électrique.

Hauxbée , ayant placé sous le récipient d'une machine pneumatique , un appareil électrique avec un globe de verre qui étoit

frotté sur des morceaux de tube de verre ; & ayant fait le vuide , observa une lumiere électrique considérable. La couleur de la lumiere , dit-il , ressembloit à celle d'un verre rougi au feu ; & cette couleur brillante paroissoit non-seulement sur les parties où se faisoit le frottement , mais encore sur les extrémités des tubes que le globe ne touchoit point. En laissant rentrer l'air par degrés , la lumiere ne reçut aucun affoiblissement sensible , & sa couleur fut toujours visible. L'appareil dont nous venons de parler étant mis dans l'eau ; au premier frottement du globe sur les tubes , on vit également une lumiere fort vive qui éclaira toute l'eau du récipient. MM. Bernouilli & Cassini , ont éprouvé qu'un diamant , frotté sur du verre , rend une lumiere électrique. M. Dufay , a observé que diverses pierres précieuses , frottées sur la soie , & sur la laine , s'impré-
 gnoient d'une lumiere qui se conservoit même pendant quelques minutes. En frottant deux étoffes de soie ou de laine , deux plaques de verre , &c. on produit l'électricité ; c'est ce qui résulte des expériences de MM. Symmer , Cygna , Wilcke , Œpinus , &c. Ces diverses expériences , qui sont de la dernière certitude , prouvent que des matieres idio-
 électriques frottées l'une contre l'autre produisent

duisent l'électricité. D'où il résulte évidemment que deux courans d'air, & deux vents, mus l'un contre l'autre, de quelque manière que se fasse le frottement, occasioneront un développement du fluide électrique, & conséquemment un nouveau vent qui dépendra immédiatement de la rupture de l'équilibre électrique.

Par la même raison, on en verra naître un semblable dont l'origine sera, non, comme dans les circonstances précédentes, un vent né dans l'atmosphère, mais un vent dépendant d'une électricité terrestre. En effet, un vent quelconque, soufflant sur des rochers, de quartz, de schistes, de grès, de tales, de granits, de basaltes, de laves, de matières volcaniques, qui sont de nature vitrifiables ou à demi vitrifiables, sur des filons ou veines de charbons de terre, de matières bitumineuses, sur des forêts d'arbres bitumineux, sur des terres seches & sablonneuses, &c. ce vent soufflant sur ces différentes substances les électrisera, produira conséquemment une surabondance de fluide électrique; ce qui occasionera nécessairement, lors du rétablissement électrique, une espèce de mouvement progressif, c'est-à-dire, un véritable vent qui exercera plus ou moins son activité dans l'atmosphère,

selon que l'intensité de sa cause sera plus ou moins considérable. Si quelqu'un révoquoit en doute la certitude du principe sur lequel je m'appuye ; je lui rappellerois l'expérience fort connue d'un gobelet de verre qu'on électrise par le simple vent qui sort d'un soufflet qu'on fait agir. L'air seul qui frotte le verre, l'électrise au point de le rendre capable d'attirer & de repousser des corps légers qu'on lui présente, c'est-à-dire, de produire des signes d'électricité très-marqués. Muschenbroeck, a éprouvé que le vent d'un soufflet, poussé plusieurs fois sur la tourmaline, l'électrise des deux côtés ; & que l'air qu'on injecte par un soufflet dont on a fait rougir le tube, rend cet effet plus sensible. Ce physicien a également électrisé le verre par le souffle. MM. Henley & Nairne, ont électrisé l'ambre par ce moyen, au point de lui faire attirer un fil à demi-pouce de distance. Le célèbre M. Hales, a observé qu'un coup de canon, tiré dans le parc Saint-James, électrisoit les fenêtres du trésor. Eh ! pourquoi le vent, par le frottement qu'il produit, ne seroit-il pas une cause d'électricité ? puisqu'il est capable d'exciter le feu & de faire naître des incendies : car plus d'une fois il a embrasé des roseaux & des

forêts. Comme cette vérité est frappante , nous croyons à propos de citer le témoignage d'un grand nombre d'auteurs qui en parlent. (1)

La théorie a ici l'avantage d'être confirmée par l'observation ; & parmi la foule nombreuse de faits qui viennent à l'appui de notre doctrine , nous ne sommes embarrassés que du choix. Il est actuellement bien prouvé , que les nuées orageuses qui portent la foudre , que le tonnerre , que la grêle , que les trombes , &c. sont des phénomènes dépendant de l'électricité : cette vérité est portée à un si haut point de démonstration , & de plus elle est si universellement reconnue ; que ce seroit une chose absolument inutile , que d'entrer dans le détail des preuves qui l'établissent. Il nous suffira de prouver que , par-tout où l'on observe des météores électriques , il y a des vents qui en sont les effets , & qui conséquemment sont produits par l'électricité de l'atmosphère.

Le 17 Janvier 1768 , dit M. de Bougain-

(1) *V. Sanchon, apud Euseb. pag. 35, A. --- Thucyd. lib. II, n. 77, pag. 147. --- Lucret. lib. I, v. 896, &c. lib. VI, v. 1097. --- Vitruv. lib. II, cap. I. --- Diod. lib. III, pag. 217. --- Plin. lib. XII, sect. XLII, pag. 669. --- Suid tom. I, pag. 629. --- Mém. de Trev. Janv. 1749, pag. 129.*

ville, dans son voyage autour du monde; la journée fut plus orageuse que toutes les précédentes. Le vent élevoit, dans le canal du port Galant, des tourbillons d'eau à la hauteur des montagnes; nous en voyions quelquefois plusieurs en même tems courir dans des directions opposées. Le tems parut s'adoucir vers les dix heures; mais à midi un coup de tonnerre, le seul que nous ayons entendu dans le détroit de Magellan, fut comme le signal auquel le vent recommença avec plus de furie encore que le matin. Le pere Beccaria, a observé que le vent souffle toujours du lieu d'où vient le nuage orageux, & assure que cette observation est conforme à celle de tous les marins; « & que ce vent est plus ou moins violent à proportion de la promptitude, de l'apparence du nuage orageux, de la rapidité de son expansion, & de la vitesse avec laquelle les nuages étrangers s'y joignent. La condensation subite d'une si prodigieuse quantité de vapeurs doit déplacer l'air, & le repousser de tous côtés » (1). Ce savant a même imité en quelque sorte cet effet du tonnerre, il a du moins produit une circu-

(1) Lettere dell' Eletticismo, pag. 339 & suiv.

lation de tout l'air de sa chambre , par l'électrification continuée de sa chaîne.

Je ne doute pas , dit M. Cadwalader Colden dans ses remarques , que vous n'avez souvent vu passer un nuage isolé , d'où partoît une violente bouffée de vent , mais de peu d'étendue. J'ai observé une bouffée de vent de cette espece , qui fit une large route de quelques milles de long au travers des bois , en jonchant la terre d'arbres abattus , & cela dans la largeur de huit à dix chaînes au plus. (La chaîne dans la nouvelle Yorck , est de quatre perches ou soixante-six pieds.) Lorsque M. de Romas , fit ses expériences électriques avec un cerf-volant ; pendant un tems orageux , il vit de grosses lames de feu s'échapper de son appareil , & entendit des bruissements considérables , des vents , & des explosions comme celles des coups de pistolets. » La pluie qui se fortifioit , dit-il , avoit considérablement augmenté l'électricité : circonstance dont il étoit aussi aisé de juger ; puisqu'il est constant , de l'aveu de tous les assistans , que , lors des deux dernières explosions , les lames de feu paroissoient plus longues & plus grosses , que leurs craquemens étoient plus forts , & que le bruissement continu , dont il a déjà été parlé , se faisoit entendre à la fin comme celui d'un

gros soufflet qui est dirigé vers une forge bien allumée ».

Le 31 Décembre 1778, il s'éleva tout-à-coup à Bourmout en Barrois, vers dix heures & demie du soir, un vent si impétueux, qu'on craignit pour les cheminées, les toits & les maisons. Il survint ensuite une petite grêle, dont quelques grêlons, étant tombés par des cheminées sur du feu, pétillèrent comme si l'on y eût jeté du salpêtre. On vit, un instant après, se former du côté du couchant une nuée épaisse, du sein de laquelle partit dans le moment même un éclair extrêmement vif qui, s'étant annoncé par un espece de sifflement, couvrit toute la ville, & fut suivi immédiatement d'un grand coup de tonnerre, dont l'éclat ressembloit à celui d'une bombe. La foudre tomba sur les premiers degrés du portail de la collégiale, qui est à la pointe septentrionale de la montagne à côté de laquelle la ville est située, elle descendit jusqu'à la distance de cinquante pas. Ce globe de feu se divisa en trois parties : l'une s'éleva en l'air, se précipita ensuite dans les cours des maisons voisines, & se répandit en flammes ardentes; les deux autres se partagerent plus bas, & se porterent, en descendant, jusqu'à la grande rue, d'où elles s'éleverent pareillement, & retomberent,

l'une dans le jardin desannonciades , & l'autre dans différens endroits de la ville, accompagnées de tant de flammes , qu'on crut que la ville étoit en feu. Un autre éclair suivi d'un second coup de tonnerre parut ensuite. La nuée sembloit alors s'éloigner ; cela ne diminua pas la violence du vent, qui ne se calma que le lendemain après midi. Ce récit est très-certain , car il a été rédigé sur les lieux par des témoins oculaires : nous avons cru qu'il étoit à propos de le donner tel qu'il fut publié dans le tems avec toutes ses circonstances ; & il nous paroît prouver parfaitement les vérités que nous établissons.

Les transactions philosophiques , parlent d'une observation faite en Angleterre , dans laquelle on vit un vent qui , n'ayant que soixante pieds d'étendue en largeur , suivoit une foudre de seize pieds de large (1). Personne ne doute que les nuées noires ne soient ordinairement orageuses & électriques ; aussi produisent-elles bientôt des vents , des pluies & quelquefois des orages. On connoît le fameux nuage , connu au cap de Bonne-Espérance , sous le nom d'*œil de bœuf* , qui est

(1) Transactions Philosophiques , tome XLVIII , N^o. 1.

le signal & même la cause des vents & des tempêtes qui regnent souvent dans cette partie de l'Afrique ; on connoît les nuages noirs de la terre de Natal ; ceux de la guinée ; ceux du cap de Guardafiu ; des mers du Japon , &c. qui tous produisent des vents furieux & des orages terribles. « J'ai vu moi-même, dit Muschenbroeck, le 17 Août de l'année 1748, en me promenant au dehors de Leyde , j'ai vu , dis-je , de loin , dans le chemin qui conduit de Hollande en Zelande , une nuée noire & grande qui venoit à moi : je sentis bientôt après un vent violent du troisieme degré ; lorsque cette nuée fut au dessus de ma tête , elle fondit en eau : après que cette nuée eut passé au delà de mon zénith , la vitesse du vent étoit diminuée d'une quantité incroyable ; de sorte que je ne puis douter que cette nuée ne fût la véritable cause de la pluie qui tomba , & du vent que je sentis. »

Je crois qu'il seroit inutile de rapporter un plus grand nombre de faits sur cette vérité : & je puis assurer, d'après les observations de divers auteurs , de plusieurs voyageurs , & d'après mes propres observations , continuées pendant plusieurs années ; qu'il n'arrive presque jamais que des nuées orageuses , des tonnerres & des explosions de

la foudre, aient lieu sans produire des vents; effets qui résultent, comme nous l'avons prouvé, de la surabondance du fluide électrique.

Il en est de même des grêles, & des pluies orageuses. Lorsque la pluie suit une bonace, & qu'on éprouve ensuite quelques signes d'électricité; c'est un présage certain, dit Muschenbroeck, qu'un vent impétueux va s'élever. Le 19 Mai 1781, vers les trois heures de l'après midi, un orage dévasta quatorze paroisses de l'élection d'Amiens; il s'étendit dans la longueur de quatre lieues, sur une demi-lieue de largeur. Une grêle très-abondante, d'une grosseur prodigieuse, est tombée pendant un quart d'heure; elle étoit accompagnée d'un vent impétueux, & fut suivie d'une pluie considérable, qui dégradâ considérablement les terres.

Les trombes font des effets de l'électricité, comme Beccaria, Briffon & plusieurs autres l'ont prouvé; aussi voit-on toujours des vents souffler dans ces occasions. « Au lever du soleil, dit un voyageur estimé, le ciel parut fort rouge à l'est, près de l'horizon (sur la côte de la nouvelle Guinée) avec beaucoup de nuages noirs, tant à son sud qu'à son nord. Environ un quart d'heure après le soleil levé, il vint sur nous une bouffée

à contre-vent ; & dans l'instant un de nos gens qui étoit sur le château d'avant , cria qu'il appercevoit quelque chose sur l'arrière : c'étoit une trombe qui avarça rapidement sur nous ; elle passa à un mille , environ , de nous , au dessous du vent , & elle y creva. Ce n'étoit qu'une petite trombe qui ne fut ni forte ni durable ; cependant je reconnus qu'il s'y faisoit un grand vent , lorsqu'elle passa près de nous ». (1)

Un pêcheur de baleines de Nantucket , fort intelligent , a raconté à Francklin , « que trois de leurs vaisseaux , qui étoient allés à la recherche des baleines , ayant été surpris par le calme , restèrent en présence les uns des autres à la distance d'une lieue environ , formant à peu près un triangle équilatéral ; au bout de quelque tems ils apperçurent une trombe vers le milieu de l'aire du triangle , & il s'éleva un vent frais & gaillard , qui enfla leurs voiles à tous les trois ; & il leur parut à tous , tant par l'inflexion de leurs voiles que par la direction de leurs vaisseaux à chacun , qu'ils avoient tous à la fois la trombe au dessous du vent ; & ils assurèrent réciproquement l'avoir bien remarqué , lorsqu'ils se trouverent rassemblés

(1) Voyages de Dampierre , tome III , pag. 223.

& à portée de conférer ensemble » (1).

Le 16 Juillet 1775, il y eut une trombe terrestre dans les environs de la ville d'Eu : on observa que plusieurs nuages se détachèrent de la nuée principale, qu'ensuite ces nuages rassemblés formèrent un groupe épais, d'où sortit un vent impétueux.

En 828 & 829, il y eut beaucoup de météores enflammés dans le ciel, & on ressentit de très-grands vents. J'ai souvent observé que, lorsqu'on voit dans le ciel ces feux connus sous le nom d'étoiles tombantes, qui sont des effets de l'électricité de l'air, il y a un petit vent sensible qui regne dans l'air; & quelquefois, peu d'heures après ou le lendemain, on éprouve un vent plus fort. Les feux saint-elme, castor & pollux, annoncent ordinairement les vents & les orages. On a vu souvent, après l'apparition des globes de feu, des vents plus ou moins considérables. Le 17 Août 1772, lorsque M. Forster, savant naturaliste qui a fait le tour du monde avec le capitaine Cook, quitta Saint-Yago, il observa sur les huit heures du soir, un météore igné, d'une forme oblongue, dont la lumière très-éclatante, étoit bleuâtre, & qui, descendant vers le nord-

(1) Œuvres de Francklin, tome II, pag. 25.

ouest, se mouvoit par une direction oblique du côté de l'horizon. La durée de ce phénomène fut très-courte ; notre navigateur & ses compagnons essuyèrent de fréquentes ondées, ou des coups de vents très-violents, avant & après qu'ils eurent vu ce météore. Il me seroit facile de rapporter ici des observations détaillées sur cette matière, si je ne craignois de rendre ce mémoire trop volumineux ; mais elles trouveront place, ainsi que plusieurs autres objets intéressans, dans le grand traité sur les vents, que je me propose de donner au public, dans lequel je traiterai également tout ce qui a rapport à la navigation, considérée par rapport aux vents.

Les tremblemens de terre sont aussi regardés comme des phénomènes dont la cause est le fluide électrique ; aussi, sont-ils accompagnés & suivis de vents plus ou moins impétueux. Pendant l'année 829, on éprouva en Suisse des tremblemens de terre, qui furent suivis de vents impétueux qui renversoient les arbres & les maisons. En 1170 il y eut des tremblemens de terre en Sicile, en Syrie, sur les côtes d'Afrique, en plusieurs endroits d'Allemagne, en Suisse, &c. Aussi, ressentit-on de grands vents. Dans l'année 1380, il y eut en Suisse des tremblemens de terre considérables, & toute

l'année fut orageuse. M. de Faujas, en parlant du tremblement de terre qu'il éprouva à Tulette, dit : « plusieurs personnes de la campagne, qui éprouverent ces secouffes en plein air, m'assurèrent qu'elles avoient ressenti en même tems un vent frais qui sortit de la terre » (1). M. le Gentil assure que ; dans les Philippines où il y a un grand nombre de volcans, & où l'on ressent souvent des tremblemens de terre, on éprouve également de fréquens ouragans. (2)

Dans certaines contrées de la terre, on éprouve des vents qui paroissent annoncer qu'ils sont dus à l'électricité de l'atmosphère, puisqu'ils en ont les caractères ; & c'est ce qui fait que je pense qu'il est très-vraisemblable de les rapporter à cette cause. Quoi qu'il en soit, il y a des vents très dangereux & souvent mortels qui, depuis le 15 Juin jusqu'au 15 d'Août, regnent quelquefois dans l'Arabie pétrée, dans l'Irac Arabi, le long du golfe persique, &c. Dans ces contrées, presque toutes les eaux sont tellement imprégnées de soufre qu'il n'est pas possible d'en boire. « Après une nuit fraîche, lorsque le soleil s'est levé avec les apparences du plus

(1) Journal de Physique, 1773, pag. 206.

(2) Voyages sur les Mers de l'Inde, tome II.

beau jour, il arrive que le spectacle de la nature change tout d'un coup : l'air s'agite, & le ciel paroît tout en feu ; c'est un signe certain que le vent funeste, auquel on donne le nom de Samyel, est au moment d'agir. Alors les voyageurs se couchent promptement la face contre la poussière, tenant à la main la bride de leurs chevaux, qui par un instinct naturel baissent la tête entre leurs jambes jusqu'à terre. Un moment après, un sifflement, semblable au bruit d'un feu qui pétille, se fait entendre ; il est suivi d'un vent d'est qui dure environ un quart d'heure ; après quoi l'air se calme, & le ciel reprend sa première sérénité. Ce vent singulier tue sur-le-champ ceux qui sont exposés à son action, mais il n'opère son effet qu'à quelque distance de la terre. Ceux qu'il a suffoqués, ne paroissent qu'affoupis : à les voir, on croiroit qu'ils goûtent les douceurs d'un profond sommeil ; mais, comme ils sont brûlés intérieurement, leurs membres se détachent au moment qu'on les touche, & leurs bras restent aux mains de ceux qui les tirent pour les réveiller. « Chardin en rapporte plusieurs exemples (1). Thevenot rapporte qu'en quatre jours ce vent fit périr 4000

(1) Voyages de Chardin, tome IV.

hommes. Tous ceux à qui ce voyageur en a parlé lui ont dit que quiconque respire ce vent, tombe mort; quoique quelques-uns aient le tems de dire qu'ils se sentent consumés par un feu intérieur. Cependant, Boullaye-le-Gouz rapporte que les personnes qui respirent ce vent, restent bouche bée, & meurent comme enragée. Selon Thevenot, ceux que ce vent tue, deviennent noirs comme du charbon; au rapport de Chardin, ils ne changent point de couleur; différence qui vient des lieux où ces deux voyageurs ont observé. On prétend qu'il y a dans ce vent un feu très-délié, & qu'il n'y a que ceux qui l'avalent qui périssent. Ce feu volant vient des vapeurs sulfureuses enflammées, dont ce vent s'impregne, en balayant les montagnes sulfureuses qui sont sous mosul, dans le voisinage du Tigre. On dit que ce vent forme un tourbillon, & dure peu de tems; ce vent ne tue pas les animaux à poil, &c. Voyez ce qu'en ont dit aussi M. Ruffel, Michaëlis, Busching, &c. On ne peut pas voir à mon avis, de marques plus vraisemblables d'électricité: un feu sensible & subtil, des effets sur le corps humain analogues à ceux de la foudre, une odeur de soufre, des matieres sulfureuses ou électriques dans les contrées dont nous parlons, les animaux à poil pré-

fervés par leur robe même qui est idio-électrique des effets funestes de ce vent ; ce bruit , ce pétilllement , ce sifflement suivi d'un vent , effets que présente un conducteur électrique , &c. tout cela me paroît autant de preuves de l'électricité du Samum , ou Sam-yeli , ou Samyel , qui ne sont que le même vent.

Ainsi l'observation ayant prouvé , que la plupart des météores qui dépendent de l'électricité de l'atmosphère sont accompagnés de vents plus ou moins impétueux , que l'électricité en produit toujours un qui résulte nécessairement de sa tendance à recouvrer l'équilibre , on ne peut douter que le fluide électrique ne soit une nouvelle cause du vent. En effet , supposons que , par quelque cause que ce soit , l'électricité soit produite dans une partie de l'atmosphère ; indépendamment de la tendance à l'équilibre , il y aura encore une attraction électrique que la masse d'air électrisée exercera sur la masse voisine qui n'est pas dans cet état , selon la loi générale qui a lieu entre les corps électrisés & ceux qui ne le sont point. Cette attraction d'une grande masse d'air & de plusieurs nuages non électrisés , par des nuées électriques & par une portion d'air électrisé , ne pouvant se faire sans déplacement , sans transport & sans un mouvement proportionnel

portionnel, on éprouvera un vent. Si les nuages électriques sont plus petits que ceux qui ne sont point électrisés, ils seront attirés par ceux-ci : car, toutes choses égales, ce sont toujours les petits corps qui obéissent à l'impulsion des plus grands. Tout ce que nous venons de dire est appuyé sur une observation constante : On n'a qu'à jeter les yeux sur le ciel, on verra qu'une nuée orageuse, de l'espece de celles qui portent la foudre & lancent les éclairs, sera suivie dans sa route de plusieurs autres nuages moins noirs & moins denses, c'est-à-dire, moins électriques ; mais souvent, après que la réunion a été faite, ou lorsqu'ils se sont approchés de très-près de la nuée électrique, ils en sont repouffés : la distance de l'approche & de la répulsion sont proportionnelles à l'intensité de l'électricité ; & cette répulsion qui produit encore un nouveau vent se combine avec ceux qui soufflent alors & les modifie. J'ai souvent remarqué ces phénomènes ; & j'ai vu des nuages orageux tantôt attirer, tantôt être attirés par d'autres nuages, les repouffer ensuite, & produire ensuite de vrais ouragans & des tourbillons. M. Poivre, ancien intendant des isles de France & de Bourbon, m'a assuré que, dans le lac de Bai qui est dans l'isle de Luçon, il y a des vents

qui enlèvent les corps légers qui sont dans les pirogues. Ces effets nous rappellent les attractions & les répulsions qui ont lieu entre un conducteur électrisé & des corps légers qu'on lui présente.

Pour connoître l'électricité du vent, on pourroit se servir d'un électrographe à peu près construit comme le cœraunographe du pere Beccaria. Voyez-en la figure & la description dans l'ouvrage de ce savant physicien, intitulé *la descrizione di un nuovo ordigno disegnatore de' fulmini*, que cet illustre auteur m'a envoyé.

Les grands conducteurs ordinaires que les physiciens élèvent, lorsqu'ils sont isolés, servent à nous faire connoître la quantité d'électricité qui regne dans l'atmosphère pendant que les vents soufflent : & si on compare la somme des degrés d'électricité produits par une espèce de vent pendant une année, à celle des degrés d'électricité qui ont lieu par une autre espèce de vent ; on connoitra la quantité moyenne d'électricité de chacun : & en les comparant entr'elles, on trouvera leurs différences. Ces instrumens sont préférables aux cerfs-volans ; cependant ceux-ci ne doivent point être négligés, parce qu'ils nous indiquent l'électricité qui regne dans l'air à une plus grande élévation.

Des pointes mouffes ou aigües nous marqueront l'espece d'électricité qui regne pendant les vents. On fait que la différence des feux, je veux dire, des aigrettes & des points lumineux, sert à faire connoître si l'électricité est négative ou positive; un petit électrometre, tel, v. g, que celui de M. Lane: ces objets sont trop connus pour nous y arrêter. Je puis assurer que j'ai plusieurs fois observé à mon grand électrometre des signes sensibles d'électricité lorsque divers vents régnoient, & que j'ai connu par la méthode que j'ai indiquée & par d'autres qui sont également usitées, de quelle espece étoit l'électricité régnante. De sorte que dans les observations météorologiques on fera très-bien de marquer l'électricité des vents, comme on marque les éclairs & les tonnerres.

Y a-t-il un moyen pour préserver un pays des vents? On lit dans Timée, qu'Empedocle avoit eu le pouvoir d'appaîser les vents étéfiens & de les renfermer dans des outres de peaux d'ânes. Ce pouvoir d'Empedocle le fit surnommer *ἀλιζάντρος quasi ventorum avirruncus*. A Corinthe il y avoit une race d'hommes qui se vantoit de commander aux vents & d'avoir sur eux l'autorité de calmer ou d'exciter leur violence. On appelloit ces Corinthiens *ἀνεμολοίται, ventorum dominatores*. Pom-

ponius Mela , qui écrivoit sous le regne de l'empereur Claude , rapporte « que dans la petite isle de Sena (aujourd'hui l'isle de Sein , vis-à-vis la côte de Quimpercorentin) il y avoit un college de druideffes que les Gaulois appelloient cènes ; qu'elles étoient au nombre de neuf ; qu'elles gardoient une perpétuelle virginité ; qu'elles rendoient des oracles , & qu'on croyoit qu'elles avoient le pouvoir de retenir les vents & d'exciter les tempêtes. »

Quoi qu'il en soit , on ne sauroit révoquer en doute la possibilité de nous garantir des vents orageux qui dépendent de l'électricité ; car des pointes métalliques élevées en l'air & espacées convenablement sont très-propres à soutirer le fluide électrique qui par son accumulation en un lieu peut produire les orages , les vents & les tempêtes. Contester cette vérité , c'est nier les belles découvertes qui illustrent le milieu de ce siècle & dont la réalité est si universellement reconnue. Si les pointes des conducteurs peuvent dissiper le fluide électrique répandu dans l'air , en le transmettant à la terre , & préserver de la foudre ; pourquoi seroient-elles moins efficaces , lorsqu'il s'agit de dissiper & de détruire la cause des vents orageux qui est absolument la même ? Je n'in-

siste point ici sur toute cette belle théorie, sur les découvertes surprenantes que nous devons à des contemporains; je me suis contenté de la rappeler, d'en montrer le rapport avec le sujet présent, & les heureux effets qui en résulteroient. Des conducteurs élevés à ce dessein & dans des lieux fort sujets aux orages, dépendant de l'électricité des para-anemon ou plutôt des garde-vents; il est inutile d'observer que les vents qui seroient produits par d'autres causes que l'électricité, ne seroient aucunement dissipés ou prévenus par des appareils de ce genre.



CHAPITRE II.

Des Ouragans , & des Trombes d'Air.

Nous ne ferons point ici un chapitre étendu des ouragans & des trombes d'air, que nous rapportons aux vents, parce qu'il nous paroît qu'ils n'en sont que des modifications, & qu'ils dépendent des mêmes causes que les vents, je veux dire, premièrement des causes ordinaires que nous avons indiquées, mais portées à un très grand degré

d'énergie, & secondement, dans certaines circonstances, d'une rupture d'équilibre du fluide électrique. Pour faire connoître les ouragans & les trombes d'air, il suffira de citer ici une ou deux observations sur chacun de ces météores :

I'ouragan qui arriva à Malte, le vingt-neuf Octobre 1759, & dont on se souvient encore dans ce pays, est un des plus furieux. La description suivante est traduite d'un petit livre qui parut dans le tems. « A minuit trois quarts, il parut au sud-est de la ville un gros nuage noir, qui, à mesure qu'il approchoit, changea de couleur, jusqu'à ce qu'il fut enfin semblable à une grande flamme mêlée avec de la fumée noire. On entendit à son approche, un bruit terrible qui alarma toute la ville. Il passa sur un coin du port, & il tomba d'abord sur un vaisseau Anglois; il le mit en pieces à l'instant, & n'y laissa que la cale; il emporta à une distance considérable, une partie des mâts, des voiles & des cordages; il fracassa & coula à fond les petits bateaux & les felouques qu'il rencontra en son chemin. Le bruit s'accrut & devint plus effrayant. Une sentinelle épouvantée courut dans sa guérite; mais le vent enleva l'une & l'autre & les transporta dans la mer, où le soldat périt. Il traversa ensuite une grande

partie de la ville, & réduisit en ruine presque tout ce qui s'opposa à sa fureur. Plusieurs maisons furent entièrement rasées, & il ne laissa pas dans son passage un seul clocher sur pied. Il entraîna même fort loin des cloches & quelques dômes. Les toits des églises furent démolis & abattus. Si cet accident étoit arrivé de jour, il auroit occasionné la mort de presque tous les habitans, parceque chacun se seroit réfugié dans les temples.

L'ouragan alla ensuite à la pointe nord-est de la ville; & après avoir renversé le fanal, on dit qu'il s'éleva avec un bruit affreux, traversa la mer & arriva en Sicile où il déracina des arbres, & causa d'autres dommages peu considérables: il avoit consumé toute sa force sur Malthe. Il y eut près de deux cents hommes tués ou blessés, & un grand nombre de bâtimens de mer, de maisons & d'églises, détruits. » M. Brydone qui a été sur les lieux quelques années après cette funeste époque, dit qu'on a écrit plusieurs traités pour expliquer ce phénomène, mais qu'il n'en a trouvé aucun de satisfaisant; & il a raison. Toutes les causes employées jusqu'à présent sont insuffisantes; il n'y a que le fluide électrique seul qui soit

assez puissant pour produire des effets de cette nature.

Il est inutile de parler ici de l'*œil de bœuf de la montagne de la table*, au Cap de Bonne-Espérance. On sait que c'est le nom que l'on donne à une petite nuée qui paroît subitement près des montagnes. Si aussitôt après son apparition elle augmente de volume, s'obscurcit, s'agite & se divise; on est presque assuré d'une tempête, elle est même si prompte que les marins ont à peine le tems de baisser leurs voiles.

Quant aux trombes d'air (tout ce que nous avons dit des trombes ordinaires, qu'on pourroit appeller des trombes d'eau, pouvant leur être appliqué, proportion gardée) nous nous contenterons de rapporter l'observation suivante, qui est arrivée récemment : Pendant la nuit qui précéda ce terrible météore plusieurs coups de tonnerre se firent entendre. Le 13 Février 1781, vers les quatre heures un quart du matin, le barometre étant au dessous de vingt-sept pouces d'élévation; la dilatation du thermometre au mercure de Réaumur, entre neuf à onze degrés; une colonne ou trombe de vent, ayant pris une direction d'ouest-quart au sud, à l'est-quart de nord-est, & d'une largeur de deux cents

toises , fut dirigée entre le manege militaire de la porte de la barre de Lille en Flandre (dont un des coins fut emporté) & l'église du college de cette ville.

Au village de Wazemme , cette colonne d'air rafa la partie supérieure du parapet au dessus de la grille du haut , se jeta sur le faite de la manufacture d'indienne du sieur Durot , renversa toute la couverture sur les maisons de la rue de l'Arcq , les endommagea beaucoup , & rompit une partie du garde-fou du pont y attendant , quoique ce garde-fou fût de fer & donnât peu de prise au vent. La colonne se resserrant dans le canal en suivit les détours , acquit par ce moyen plus de force , & enleva la partie du toit de l'arsenal du côté du nord-ouest , renversa tout le hangard de l'arsenal sur les derrieres des bâtimens de la chambre des comptes ; ce qui causa de grands ravages dans les bâtimens voisins. Le vent continuant sa direction le long du canal en faisant toujours de grands ravages, alla enlever les trois-quarts du toit de l'hôtel du prince de Robec ; jeta dans le jardin les débris de la charpente , & renversa tout un pan de muraille. Elle se dirigea ensuite sous la balustrade du clocher des dominicains , l'abattit totalement à la gauche du chœur de leur église ; & sa chute , avec celle

des cloches qu'il renfermoit , écrasa un assez grand corps de bâtiment , avec un tel fracas , qu'on crut que c'étoit un tremblement de terre. Une grande partie de la couverture de l'église fut aussi enlevée à l'ouest ; alors la direction de cette trombe changea vers l'est , fit du ravage dans les vitrages de l'hôtel d'Avelin , renversa la guérite de la porte du sieur Depont-le-Roi , directeur du génie ; enleva une partie du toit du couvent des ursulines ; & continuant sa direction entre les urbanistes & la porte Saint-Maurice , alla renverser le moulin appelé *du soleil levant* , & celui de *la Louviere* , situé sur le chemin de Roubaix. Tout l'espace compris entre le canal de la grille du haut & la rue de la barre , offre un aspect semblable à celui qui seroit causé par un bombardement. Les maisons , depuis le rempart jusqu'au dessus des dominicains , dans la largeur de deux cents toises , sont endommagées considérablement. La perte que cet ouragan , qui a duré dix-heures de suite , a pu causer à toute cette ville , ne peut s'évaluer ; elle a été considérable : celle du seul couvent des dominicains fut estimée trente mille livres (1). Un ouragan terrible dévasta

(1) Lettre de M. Defferes , professeur de mathématiques à Lille , à M. de Calonne.

la plus grande partie de la Sicile , à la même époque du 13 Février.

Francklin dans une lettre à M. Collinson assure qu'il vit dans le Mariland un tourbillon qui avoit la figure d'un cône renversé , lequel enleva d'abord des feuilles seches dont la terre étoit toute jonchée ; pliant ensuite , à mesure qu'il augmentoit , & tournant circulairement de gros arbres avec une vitesse & une force surprenantes. Quoique le mouvement progressif du tourbillon ne fût pas si prompt qu'un homme à pied ne pût le suivre d'un pas égal , cependant le mouvement circulaire étoit d'une rapidité étonnante. (2)

(1) Lettre de Francklin à M. Collinson , du 25 Août 1755.





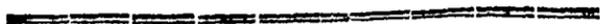
SIXIEME PARTIE.

*Des Instrumens propres à observer
l'Électricité de l'Atmosphere, & de
quelques autres Objets relatifs à
l'Électricité - Météore.*



CHAPITRE PREMIER.

*Des Instrumens propres à observer l'Électricité
de l'Atmosphere.*



ARTICLE PREMIER.

Des Conducteurs Atmosphériques.

LE premier instrument qu'on ait fait pour connoître l'électricité qui regne dans l'atmosphère, sont les grands conducteurs atmosphériques. Par cette expression on désigne des barres de fer isolées, qu'on élève perpendiculairement à l'horizon, & qui sont

terminées à leur extrémité supérieure par une pointe.

On a vu que MM. de Buffon & Dalibard étoient les premiers qui avoient élevé des appareils de ce genre ; qu'une nuée orangeuse s'étant plutôt approchée, de la barre de Marly-la-Ville, que de celle de Montbard, on tira de la première des étincelles très-sensibles. On se rappellera que ce premier conducteur atmosphérique consistoit en une barre de fer de quarante pieds de longueur, terminée par le haut en pointe. En bas elle étoit coudée convenablement : de plus on l'avoit isolée par le moyen d'un tabouret isolateur, & de plusieurs cordons de soie attachés à plusieurs grosses perches.

Ces barres ainsi élevées & isolées, n'étoient que des conducteurs dressés pour le moment ; & , si on le peut dire, des conducteurs extemporanés. Mais dans ces derniers tems, ceux qui ont voulu élever des appareils de ce genre, ont cherché à les rendre permanens. Nous allons en décrire, en peu de mots, la construction ; parce qu'ils sont très utiles pour faire des observations sur l'électricité de l'air, & connoître les changemens que l'atmosphère subit en ce genre.

Il faut d'abord élever un grand mât sur

318 DE L'ÉLECTRICITÉ

le faite d'une maison , & l'y fixer solidement. A la partie supérieure du mât , on adaptera un tube de verre massif , ou mieux , un cylindre de bois , séché au four , frit à l'huile , & recouvert d'un vernis à l'esprit-de-vin. Si on veut , on peut encore sécher ce cylindre de bois , qu'on choisira parmi l'espece de ceux qui sont poreux & résineux ; on le séchera au feu , en le faisant tourner devant le feu , comme la viande qui est à la broche ; en l'arrosant avec de la résine , pour l'en bien imprégner. Ensuite on le couvrira d'un ruban de soie , sur lequel on passera un vernis à l'esprit-de-vin. C'est précisément ce tube de verre , ou ce cylindre de bois , préparé de cette maniere , qui servira à isoler une petite barre de fer , terminée par une aiguille de cuivre dorée au feu.

Afin que la tige de bois ou de verre isolante , ne soit pas mouillée par la pluie , & ne perde sa vertu cohibente ; on mettra , à la jonction du fer & de la petite tige , un chapeau de fer-blanc , fait en entonnoir (comme on le pratique pour quelques paratonnerres) afin que le support en bois ne se pourrisse pas à sa partie supérieure , plus propre à absorber l'eau de la pluie. On fixera la barre de fer à pointe de cuivre ,

avec la tige de bois ou avec la colonne de verre, de différentes manières ; des insertions à bayonnettes avec des brides, seront solides.

C'est de la base de la petite barre de fer isolée, que partira une tresse de fil de fer, qui traversera l'air pour aller aboutir, par exemple, au trou qu'on aura fait à une vitre de la fenêtre de l'observatoire, dans lequel on se propose de conduire l'électricité de l'air. Cette tresse sera soutenue, en dedans de l'observatoire, par des cordons de soie, pour ne pas détruire l'isolement ; & à son extrémité sera suspendue une boule de cuivre. A quelques pouces de distance de cette boule, on placera une barre de fer non isolée qui, étant prolongée jusque dans l'eau ou au moins dans la terre humide, transmettra le fluide électrique au réservoir commun. Cette barre de fer ainsi disposée, est un vrai déchargeur, très-nécessaire pour empêcher l'appareil d'être nuisible dans certaines circonstances. Cette construction est aisée à entendre, c'est pourquoi nous avons commencé par elle.

On peut encore faire aboutir la tresse de fil de fer à une barre de fer saillante, au dessus du comble du bâtiment & isolée. Afin de l'isoler, on percera le toit, & plusieurs

planchers, si cela est nécessaire, d'un grand trou, dans lequel on placera une longue caisse qui sera remplie, en partie, de résine mêlée avec du verre pilé & de la brique, bien incorporés. C'est dans cette masse que passera la barre de fer faillante qui, par ce moyen, sera isolée. La partie inférieure de cette barre sera à quelques pouces de distance de l'extrémité supérieure de la barre que nous avons appelée un déchargeur.

Dans l'intervalle, qui se trouve entre la barre isolée & le déchargeur, on pourra mettre un petit carrillon électrique; c'est-à-dire, des timbres & des battans artistement disposés (comme le sont ceux des appareils pour la machine électrique) avec quelques cordons ou fils de soie, afin qu'il y ait des alternatives d'attraction & de répulsion, & que le son des timbres puisse avertir de loin l'observateur de la présence de l'électricité. Si on adapte encore, à l'extrémité inférieure de la barre isolée, un pistolet à air inflammable, chargé de ce gaz mêlé avec de l'air atmosphérique, on entendra encore de plus loin l'explosion, qui se fera par le moyen de l'étincelle électrique qui allumera l'air inflammable.

Avec un appareil construit d'une de ces manières, ou de quelque façon équivalente

lente, on pourra faire avec l'électricité naturelle toutes les expériences d'électricité (ainsi que nous l'avons déjà dit en traitant de la nature du tonnerre) & cet appareil sera permanent.

Le conducteur électrique dont le P. Cotte s'est long-tems servi à Montmorenci, étoit formé par une chaîne de fils de fer armée de pointes, & isolée entre trois cordons de soie, longs chacun de trois pieds, & enfermés dans de gros tubes de verre. Ce conducteur, long de quarante-cinq toises, étoit élevé de quatre-vingts pieds au dessus d'une terrasse.

A cette occasion nous dirons, qu'il est bien prouvé, par un grand nombre d'observations & d'expériences faites, soit avec les conducteurs ordinaires de l'électricité atmosphérique, soit avec les cerfs-volans, que, au cas qu'ils ne soient pas beaucoup élevés, il suffit qu'ils fassent un très-long trajet horizontal ou oblique, pour qu'ils donnent des signes bien marqués d'électricité. Il est encore bien prouvé que, si un conducteur, dressé pour l'électricité aérienne, ne donne pas de signes d'électricité, & qu'on le fasse communiquer avec celui d'électricité artificielle; les effets ordinaires seront changés, lorsqu'on mettra la machine élec-

trique en mouvement : car les étincelles qu'on tirera indistinctement de l'un de ces conducteurs seront accompagnées de commotion ; ce caractère paroît propre aux étincelles que fournit l'électricité naturelle. (1)

A R T I C L E I I.

De la Construction des Cerfs-Volans Électriques.

LE cerf-volant électrique est un appareil moderne dont on doit l'invention à M. de Romas, assesseur au présidial de Nérac : on a vu précédemment l'histoire de sa découverte, les expériences que ce célèbre physicien & plusieurs autres ont faites après lui, ainsi que les observations générales sur l'électricité de l'atmosphère qui en ont résulté. Cet instrument, quant à la forme générale, est construit comme ceux qu'on élève en l'air pour un objet d'amusement. La seule différence est qu'on emploie ordinairement pour le cerf-volant électrique du taffetas simple, ou mieux, du taffetas ciré. On pourroit

(1) Journal des Savans, Novembre 1771.

à la vérité ne se servir que du papier ; mais alors il faudroit qu'il fût huile , à cause de la pluie à laquelle cet appareil peut être exposé en tems d'orage. Il est à propos de former la croix qui supporte le taffetas avec des baleines ; elles sont plus légères que du bois , plus pliantes & moins sujettes à se casser. En cas de besoin , pour y suppléer , on auroit recours à de petits joncs. Les extrémités de ces baleines ou joncs , sont armées de petites viroles de cuivre. A la partie supérieure du cerf-volant , on visse une pointe de cuivre très-aiguë , & de quatre à cinq pouces de longueur. Quelques-uns en mettent une au bout de chaque bras de la croix. Afin de lester l'instrument, on y attache une queue & deux oreilles , faites avec des ornemens en rubans de soie disposés en cha-pelet.

La corde du cerf-volant , doit être filée avec un fil trait de métal , dans toute sa longueur , sans aucune interruption ; parce que ce fil métallique est un excellent conducteur , qui transmet dans toute sa longueur le fluide électrique que la pointe a soutiré : aussi doit-on avoir soin qu'une portion du fil métallique communique avec cette pointe de cuivre , qui est à l'extrémité supérieure du cerf-volant. Au bout inférieur de la corde

on peut nouer un cordon de soie, afin de l'isoler, & d'empêcher la transmission du fluide électrique jusqu'en terre. On procure encore cet isolement en enfonçant dans la terre un long piquet de bois, terminé, en bas par une fourche de fer, & en haut par un tube de crystal surmonté d'un crochet de cuivre, ces deux dernières pièces étant unies par des viroles de cuivre.

On se sert encore avantageusement d'un dévidoir, pour donner plus ou moins de corde au cerf-volant, sur-tout en tems d'orage où les moyens précédens pourroient être dangereux. Ce dévidoir consiste dans un cylindre, mené par une manivelle, & soutenu par un bâtis de bois très-sec, & propre à isoler, par la préparation qu'on lui a donnée, comme v. g. de le sécher au four, de l'imprégner d'huile, & de le couvrir ensuite d'un vernis : quatre piliers de verre très-épais, peuvent encore servir à isoler le bâtis du dévidoir. Mais, dans tous ces cas, il est nécessaire de placer dessus les piliers & les jambages qui isolent, des couvercles de fer-blanc ou de cuivre; afin que la pluie ne puisse les mouiller, & détruire par là l'isolement.

A quelques pouces d'éloignement d'un de ces couvercles, il est prudent de placer un

déchargeur devant un des pieds du bâtis qui porte le dévidoir, afin que, s'il y avoit dans le cerf-volant, & dans sa corde, une surcharge de fluide électrique, le déchargeur pût la recevoir, & la transmettre dans le sein de la terre, avec laquelle il communique par une tige de métal.

Un second dévidoir avec manivelle est encore placé à quelque distance du premier, il porte un cordon de soie, qui est également attaché au premier dévidoir & enroulé sur lui, de telle sorte que, en tournant la manivelle du second dévidoir, le premier dévidoir tourne en sens contraire de ce qu'il fait lorsqu'on élève le cerf-volant. Le premier dévidoir sert donc à lâcher la corde en la développant; & le second, à rouler la corde en diminuant successivement la longueur de la corde, & conséquemment à rappeler le cerf-volant & à l'abaisser jusqu'à terre, sans qu'on soit obligé de toucher la corde, ce qui pourroit être dangereux dans une électricité très-forte. Ces deux dévidoirs peuvent être renfermés dans un même bâtis, placé sur quatre roulettes, en forme de petit chariot: alors on le transporte facilement, & on le fixe en terre par trois ou quatre cordes attachées à de petits piquets qu'on plante en terre dans l'endroit où on

veut s'arrêter. Voilà la description de deux petits appareils de ce genre que j'ai fait exécuter.

Les cerfs-volans ont de grands avantages sur les conducteurs atmosphériques : ils sont beaucoup plus élevés ; & (ainsi que nous l'avons prouvé) l'électricité est plus grande en proportion de la hauteur des appareils. Souvent ces derniers ne donnent aucun signe d'électricité , lorsqu'ils sont peu élevés au dessus de l'horizon , tandis qu'ils en fournissent de très-énergiques à une grande hauteur. On ne doit donc plus être surpris , que des conducteurs atmosphériques ordinaires n'annoncent aucune électricité dans l'air ; dans le tems que des cerfs-volans considérablement plus élevés , en donnent des preuves très-sensibles.

Mais si les cerfs-volans procurent cet avantage , ils entraînent quelques inconvéniens. On ne peut pas toujours les élever : lorsqu'il n'y a point de vent , ou lorsqu'il y en a peu , il est impossible d'en venir à bout : il faut pour cet effet un vent un peu fort. Si aux approches d'un orage on lance un cerf-volant , on le voit bientôt retomber pendant les instans de calme qui précèdent ordinairement celui de l'orage. Durant l'orage même , ou pendant les vents impétueux , il

Il y a du danger ; ou bien la corde casse par les efforts auxquels elle est exposée.

Si pour remédier à ce dernier inconvénient, on donne à la corde du cerf-volant une certaine grosseur ; on ne peut pas élever l'appareil, ou on ne peut l'élever que difficilement. Aussi croyons-nous, d'après l'expérience, qu'un cerf-volant de quatre pieds environ de hauteur, est en général préférable à celui qui auroit de plus grandes dimensions.

ARTICLE III.

Des Fleches Electriques.

UN instrument bien ingénieux, & propre dans plusieurs circonstances à rendre sensible la présence de l'électricité de l'air, est celui des fleches électriques ; souvent utiles, lorsqu'il n'y a pas de vent, ou lorsque le vent est trop impétueux, circonstances dans lesquelles il est également impossible d'élever des cerfs-volans. Après avoir attaché à la fleche un fil métallique d'une longueur suffisante, afin de servir à transmettre le fluide électrique de l'atmosphère, on la lance

par le moyen d'un arc ; & lorsqu'elle retombe sur la terre , on peut connoître s'il y a réellement une surabondance de fluide électrique dans l'air de l'atmosphère.

L'appareil suivant dont s'est servi un physicien moderne , est dans le même genre. Il consiste en une ficelle , composée de trois brins d'argent filés , de cinquante à soixante pieds de longueur. A une des extrémités est fixée une balle de plomb de trois ou quatre onces , & à l'autre une boucle de métal entr'ouverte. On passe celle-ci dans un crochet adapté au haut de l'électromètre , de manière que , la boule y demeure quand rien ne la sollicite à en sortir , mais qu'elle puisse cependant s'échapper au moindre effort. « Je tiens , dit-il , de la main gauche , l'électromètre avec la boucle passée dans son crochet , tandis que de la droite je lance la balle en l'air aussi haut que je le puis. La balle entraîne avec elle le fil métallique , & au moment où elle parvient à une distance égale à la longueur du fil , la balle & le fil se trouvent en l'air , & parfaitement isolés , puisque l'extrémité inférieure du fil , ne touche plus à rien qu'à sa boucle , qui est elle même isolée par l'électromètre dans le crochet duquel elle est passée ; mais la balle continuant à s'éloigner , entraîne le crochet , le

dégage, & laisse l'électrometre chargé de l'électricité qui regne dans l'air. » On peut avec la main lancer cette balle à la hauteur de cinquante à soixante pieds, qui suffit pour donner toujours des signes marqués d'électricité, même dans des jours parfaitement sereins. Si on employoit une espee d'haubitz pour lancer la balle, elle parviendroit à une plus grande hauteur. Il est inutile de prévenir que, dans un tems d'orage, il ne seroit pas prudent de tenir l'électrometre à la main, car il y auroit du danger d'être foudroyé.

C'est probablement par un moyen de cette espee, selon la remarque du même savant, qu'un jongleur Indien, faisoit tomber la foudre sur un arbre qu'il désignoit, afin de prouver qu'il étoit doué d'un pouvoir surnaturel. « Sans doute, si le fait est vrai, ce jongleur ne faisoit cette offre que dans un tems orageux ; & alors un homme caché lançoit en l'air, à un signal donné, avec un arc, ou avec une fronde, une fleche ou une balle, qui entraînoit avec elle un fil métallique lié avec l'objet qui devoit être frappé. Il auroit même pu rendre la chose plus étonnante encore, en laissant le choix de l'arbre aux spectateurs. Pour cela il auroit fallu que le fil métallique ne fût pas libre ni d'une longueur à peu près égale, à la hauteur à laquelle on pou-

voit lancer la balle par dessus le faite du plus haut des arbres entre lesquels on donnoit l'option. Au moment du signal, par lequel on eût indiqué l'arbre qu'il falloit frapper, la balle lancée dans sa direction, entraînant après elle le fil conducteur, l'arbre auroit été foudroyé au moment ou le fil seroit arrivé près de sa cime » (1). Il n'y a rien de plus facile, que de répéter ces sortes d'expériences, qui, dans le fond, sont la même chose que celles qu'on a faites par le moyen du cerf-volant.

Pour bien juger de l'utilité des instrumens dont nous parlons dans ce chapitre ; il faut remarquer que l'air est souvent électrique dans un lieu, quoiqu'on n'observe pas des signes d'électricité dans l'endroit particulier où les appareils sont placés. Cet effet peut dépendre principalement de deux causes : du peu de sensibilité des instrumens employés, ou de ce que les instrumens ne sont pas placés à une assez grande élévation dans l'atmosphère, où l'électricité se répand quelquefois. Cette vérité est constatée par les expériences faites avec le cerf-volant. Souvent, ainsi que nous l'avons vu dans cet ouvrage, cet appareil ne donne aucun signe d'électricité à 100 pieds de terre ; tandis qu'il en donne aussi-tôt à

(1) Voyages dans les Alpes, tome II, pag. 196 & 197.

fix ou sept cents pieds. On peut se rappeler des expériences de M^{rs}. de Romas, Muschenbroeck, Bridone, &c. Il n'est pas même nécessaire qu'il y ait autant de distance entre deux endroits pour s'appercevoir de cette différence ; car M. Nairne a trouvé que l'air étoit électrique dans la *galerie d'or de Saint-Paul*, pendant qu'il ne l'étoit pas dans la *galerie de pierre* qui est beaucoup plus basse. Et M. G. Henley a reconnu que les boules d'un petit électrometre divergeoient davantage, lorsqu'il projetoit la verge qui les suspendoit dans la lanterne, au travers d'un des luminaires, laquelle est encore plus élevée que la galerie d'or.

ARTICLE IV.

Du Céraunographe.

LE céraunographe, ainsi que son nom l'annonce, est un instrument imaginé par le P. Beccaria, pour mesurer l'électricité contenue dans les nuages orageux. On peut se le représenter en se figurant une pointe de fer qui communique à un paratonnerre isolé, &c, à une très-petite distance de là, un autre fil

de fer non isolé qui toutire des étincelles du premier. Entre ces deux fils se meut, au moyen d'une horloge, un carton très-mince, qui est pourvu de légers fils de chanvre. La disposition de cet instrument est telle que les étincelles ne sauroient passer d'un fil de fer dans l'autre sans faire un trou dans le carton. Le nombre de ces trous, leur grandeur, indiquent donc la force de l'électricité; & leur position, l'heure & le moment auquel ils ont été formés. Enfin l'élévation des fils de chanvre sert aussi à mesurer l'électricité aérienne.

ARTICLE V.

Des Aërostats.

LES aërostats sont encore des instrumens propres à faire connoître l'existence de l'électricité de l'air; & ils sont d'autant plus avantageux qu'ils peuvent être élevés bien plus haut que les plus grands conducteurs, que les fils électriques, & que les cerfs-volans. Un ballon aërostatique, de quelque matière qu'il soit fait, lorsqu'on l'a uni avec une ficelle métallique, devient un instrument électrique. U

Il faut pour cet effet, retenir le bout inférieur de la ficelle avec un cordon de soie ; parce que le fil métallique transmet le fluide électrique de l'atmosphère dans toute sa longueur, & que le cordon de soie sert à l'isoler, afin que la matière électrique ne se dissipe pas dans la terre qui en est le réservoir commun. Pour obtenir plus facilement le fluide électrique de l'atmosphère, il est à propos d'armer l'aérostat d'une ou de plusieurs pointes qui communiquent avec l'extrémité supérieure de la ficelle métallique.

Dans le tems où je me suis occupé d'expériences aérostatiques, j'ai assigné ce moyen. Voici ce que j'en ai dit dans mon ouvrage sur les *Avantages des Globes Aérostatiques* : « C'est par le secours seul du globe aérostatique, que nous viendrons à bout d'aller soutirer le fluide électrique jusque dans les hautes régions de l'atmosphère, où aucun autre instrument ne peut être lancé. J'ai été le premier à annoncer cet avantage, à mon retour de paris, comme peuvent l'attester MM. de Montgolfier, pendant notre commun séjour à Lyon, & avant que l'un d'eux allât dans la capitale, pour y faire l'expérience de la superbe découverte qui les immortalise.

Le moyen d'employer à cet effet le globe aérostatique, est de l'armer d'une ou de plu-

seurs pointes métalliques, & de filer avec des fils d'or la corde qui le retiendra. Si on isole, par le moyen d'un cordon de soie, ou par une tige de verre, ou de quelque autre manière, cette corde, & qu'on ait soin de mettre à l'endroit de la jonction de la corde métallique avec la manière cohibente ou idio-électrique, c'est-à-dire, avec le cordon de soie ou le verre, un corps conducteur, tel qu'une boule ou un tube de métal; on tirera avec cet appareil, des étincelles électriques, tandis que souvent on n'en pourra obtenir aucune avec les autres. En appliquant le nouvel instrument, appelé le condensateur; je suis venu à bout de rendre visibles des étincelles, qui, sans ce moyen, n'auroient pas paru; & auroient fait juger, qu'il n'y en avoit point, à des personnes peu instruites des nouvelles découvertes, que, chaque jour, on fait en électricité. (1)

Plusieurs personnes peu versées dans la théorie de l'électricité, avoient d'abord craint mille dangers relatifs à l'électricité pour les physiciens, qui seroient assez hardis pour s'élever avec des aérostats jusque dans la région des orages. J'avois cherché à

(1) Des avantages que la Physique, & les Arts qui en dépendent, peuvent retirer des Globes Aérostatiques, pag. 304

dissiper ces craintes dans l'ouvrage que j'ai donné sur cette matière, par plusieurs preuves tirées des principes mêmes de la science électrique, & par plusieurs expériences curieuses. Depuis, j'ai eu la satisfaction de voir l'observation en grand, confirmer tout ce que j'avois dit; ainsi qu'on peut le voir dans le chapitre de l'électricité négative de cet ouvrage, où je parle des observations de M. Tetu, qui s'est élevé par le moyen d'un aérostat au milieu des nuages orageux.

ARTICLE VI.

Des petits Electrometres sensibles, & de quelques autres Instrumens qui y ont rapport.

TOUS les instrumens que nous venons de décrire, ont un appareil imposant; & il n'est pas étonnant qu'ils produisent dans plusieurs circonstances des effets surprenans. Mais il en est d'autres qui, sous un très-petit volume, ont une très-grande vertu; & sont propres à nous rendre sensibles les plus petits degrés d'électricité. M. Canton est certainement le premier qui a eu cette idée: son

336 DE L'ÉLECTRICITÉ

électrometre est connu depuis long tems; & paroît avoir servi de modele à tous ceux qui en ont fait construire dans la suite: il consiste en une boîte étroite, dont le couvercle est à coulisse, & dans l'intérieur de laquelle sont deux petites boules de moëlle de sureau, très-peu pesantes, par conséquent; ces boules sont librement suspendues par des fils du lin le plus fin, à une petite pointe; &, étant élevées à une hauteur plus ou moins grande, elles font connoître par leur écartement l'électricité de l'atmosphère, & des autres corps dont on les approche. Cette espece d'électrometre a subi différentes variations dans sa construction, qui l'ont singulièrement perfectionné, & rendu très-sensible aux plus petites impressions; & je crois qu'on doit leur donner le nom d'électrometres sensibles. Nous allons décrire ici en peu de mots la construction de l'électrometre sensible, le plus en usage: cet instrument mérite de conserver son nom; parce qu'il indique l'électricité la plus foible, que les autres électrometres ne peuvent faire connoître: il sert merveilleusement aux expériences de l'électricité atmosphérique. Il est composé d'une espece de bouteille de verre sans fond, & à goulot. L'ouverture inférieure de cette bouteille est
fermée

fermée par une platine de cuivre ; le goulot supérieur porte une espèce de bouchon , traversé par une petite tige de métal , percée par en bas de deux trous , d'où pendent deux très-petits fils métalliques , très-minces , parallèles entr'eux , & portant deux petites boulettes de moëlle de sureau. Cette petite tige , par son extrémité d'en haut , se visse à un écrou , qui est dans l'intérieur d'une pièce de cuivre , faite à peu près comme un dé , mais dont la surface est bien unie. Sur chacun des côtés de la petite bouteille , on élève deux lames d'étain laminé , dont , les boulettes de sureau , lorsqu'elles s'écartent , peuvent s'approcher. Ces lames touchant le fond de métal servent à désélectriser l'intérieur de l'instrument. Quelquefois , suivant la construction , ces deux lames sont repliées en dehors de la bouteille de verre à une hauteur un peu moindre , que celle qu'elles ont en dedans.

On peut visser au milieu du dé , mis à la partie supérieure de l'appareil , une pointe de cuivre très-fine & d'une assez grande longueur ; elle peut être même composée de plusieurs pièces qui se vissent les unes sur les autres. A peu de distance , au dessus de la bouteille , est un couvercle en entonnoir , afin que la pluie ne mouille pas

le verre & ne détruise par l'isolement. Ce couvercle sert encore à recevoir à la fois une plus grande quantité de pluie, de neige ou de grêle, lorsqu'on veut observer l'électricité communiquée par ces météores. La platine inférieure de la bouteille peut porter une espèce de douille, qui servira de pomeau à une canne. Cet appareil peut encore être exécuté avec des tiges coniques de fer-blanc; de telle sorte que, l'instrument étant démonté, elles entrent les unes dans les autres, & soient toutes renfermées dans un dernier tuyau, qui ait l'apparence d'une canne & qui puisse en faire fonction : de cette manière l'instrument est très-portatif. On peut voir dans notre ouvrage de *l'Électricité des Végétaux*, la figure de cet instrument.

Ce petit appareil peut servir facilement à faire connoître la présence du fluide électrique dans l'air, à différentes hauteurs; depuis la surface de la terre, sur laquelle on peut le placer immédiatement, jusqu'à d'autres élévations progressivement plus grandes. Quelquefois l'électricité n'est pas sensible à une petite hauteur, tandis qu'elle l'est plus haut : ces effets sont très-variables, & paroissent dépendre de la quantité de vapeurs, plus ou moins grande, qui sont répandues près de

la terre , & rendent l'air moins isolant. Pour connoître la nature de l'électricité , on se sert d'un tube de verre garni de cire d'Espagne sur la moitié de sa longueur ; ainsi qu'on l'a expliqué dans l'*Electricité des Végétaux*. On a encore imaginé d'appliquer un arc de cercle , sur lequel sont tracées des divisions ; afin de pouvoir juger de l'intensité du fluide électrique. M. Cavallo paroît être le premier qui ait renfermé les deux boules de M. Canton , dans un petit cylindre de verre , placé sur une platine de métal ; mais la partie supérieure est terminée par une espece de dé en cuivre (1) , & non par une pointe métallique dont l'efficacité rend cet instrument d'un plus grand usage.

M. de Sauffure qui a perfectionné l'électrometre précédent , suspend les petites boules à des fils assez courts , pour qu'elles ne puissent pas atteindre la feuille d'étain , qui est collée dans l'intérieur de la cloche de verre , qui a deux ou trois pouces de diametre ; parce que , quand l'électricité est un peu forte , les boules touchent cette feuille à deux reprises consécutives , & alors l'électricité est détruite au moment même : afin

(1) *Transactions Philosophiques* , tom. LXX.

d'expulser plus facilement l'électricité qui se communique à l'intérieur de la cloche , pour ne pas la confondre avec celle qui appartient aux corps que l'on éprouve , au lieu de deux feuilles d'étain , il en colle quatre dans l'intérieur. Les boules de moëlle de sureau ont à peine demi-ligne de diamètre , & sont librement suspendues par des fils d'argent , attachés à deux anneaux pratiqués dans une petite tige. En touchant avec les mains , le fond de métal de la cloche de verre , & le crochet qui est à la partie supérieure , on dépouille aisément les boules de leur électricité.

Quelquefois , dans des tems d'orage , les boules divergent , l'appareil étant seulement à la hauteur de trois pieds environ ; cependant , dans les tems ordinaires , l'électricité n'est pas sensible auprès de la surface de la terre , tandis qu'elle le devient lorsqu'on peut atteindre à la hauteur de quarante ou cinquante pieds. Pour parvenir à cette élévation , le savant , que nous venons de citer , prend une ficelle , composée de trois brins d'argent filés , de cinquante ou soixante pieds de longueur ; à l'une de ses extrémités , il attache une balle de plomb de trois ou quatre onces , & à l'autre , une boucle de métal entr'ouverte :

on passe cette boucle dans le crochet, qui est placé au haut de l'électrometre, de maniere que la boucle y demeure, quand rien ne la sollicite à en sortir; mais qu'elle puisse pourtant s'échapper au moindre effort. « Je tiens de la main gauche, continue M. de Sauffure, l'électrometre avec la boucle passée dans son crochet; tandis que de la droite j'élançe la balle en l'air, aussi haut que je le puis. La balle entraîne avec elle le fil métallique, &, au moment où elle parvient à une distance égale à la longueur du fil, la balle & le fil se trouvent en l'air & parfaitement isolés; puisque l'extrémité inférieure du fil ne touche plus à rien qu'à sa boucle, qui est elle-même isolée par l'électrometre, dans le crochet duquel elle est passée; mais la balle continuant à s'éloigner, entraîne le crochet, le dégage, & laisse l'électrometre chargé de l'électricité qui regne dans l'air.» Si le tems étoit orageux, il seroit imprudent de tenir l'électrometre à la main.

L'électrometre, dont nous parlons, peut aussi recevoir, à vis sur le crochet, un fil d'acier de deux pieds de longueur & d'une ligne de diametre; & néanmoins composé de trois pieces, auxquelles on a taraudé des écrous & des vis, qui lui laissent la même

solidité que s'il étoit d'une pièce, & permettent de le rendre plus portatif. On y adapte aussi un chapeau de laiton, lorsqu'il pleut. Des divisions ont encore été tracées sur le bord de l'instrument, pour servir à évaluer le nombre de lignes, ou de parties de lignes, dont elles divergent.

Les électromètres sensibles, ayant un fond de métal, peuvent tenir lieu de condensateur de M. Volta, dit le savant que nous venons de citer, en les posant simplement sur une pièce de taffetas ciré, qui déborde de toutes parts de l'instrument; mais alors c'est avec le fond de l'instrument, & non avec son crochet, que l'on doit mettre en contact les corps dont on veut éprouver l'électricité. Ce genre de condensateur à l'avantage, de faire voir si le taffetas ciré n'a point une électricité, qui lui soit propre, indépendamment des corps que l'on veut éprouver. « Cet électromètre a aussi l'avantage de servir à faire connoître jusqu'à quel point un corps est conducteur de l'électricité. Car, si on le pose sur un conducteur imparfait, par exemple, sur du bois ou sur du marbre bien secs; qu'on électrise fortement & à plusieurs reprises le crochet de l'instrument; qu'ensuite un homme, non isolé, touche ce crochet;

les petites boules se rapprocheront, & l'électricité paroîtra détruite. Cependant, si l'on souleve l'électrometre par ce même crochet, on verra les boules s'écarter de nouveau ; parce que le corps imparfaitement conducteur aura formé, avec le fond de l'électrometre, une espece d'électrophore, dans lequel le fluide électrique se sera condensé, & aura perdu sa tension, pour ne la reprendre qu'au moment où le corps, parfaitement conducteur, sera séparé de celui qui ne l'est qu'imparfaitement. Si au contraire, le corps sur lequel on pose l'électrometre, est un conducteur parfait, qui communique avec la terre ; le contact d'un homme non isolé le dépouille de toute son électricité, & il n'en donne plus aucun signe lorsqu'on le souleve.

On peut aussi, à l'aide de cet instrument, reconnoître, avec la plus grande facilité, l'électricité des différens corps, des vêtements, par exemple, du poil des différens animaux, du bois, des pierres, &c. Il faut pour cela le tenir par son fond, & frotter vivement, d'un seul coup avec son crochet, le corps que l'on veut éprouver : pour peu que ce corps soit idio-électrique, les balles se trouveront écartées. On pourra même reconnoître si l'électricité de ce corps

344 DE L'ÉLECTRICITÉ

est positive ou négative , en examinant si un bâton de cire électrisé augmente ou détruit cette électricité. Mais il faut observer que, le crochet de l'électromètre faisant ici l'effet d'un frottoir isolé, l'électricité qu'il acquiert par ce procédé, est toujours contraire à celle du corps frotté. » (1) Cet instrument peut conserver pendant plusieurs heures l'électricité qu'il a acquise.

Pour observer avec cet instrument & comparer l'électricité de l'air avec celle de la terre, il faut que l'électricité de l'électromètre soit à l'unisson de celle de la terre ; ce qu'on obtient en couchant sur terre cet instrument , de sorte que sa pointe & son fond la touchent en même tems : il faut ensuite relever la pointe en tenant toujours le fond appuyé sur la terre ; & soulever , après , tout l'instrument , dans une position verticale , jusqu'à la hauteur de l'œil.

Si cet instrument a un avantage sur les grands appareils, c'est que son isolement est plus parfait : car les grands conducteurs sont bientôt mouillés par l'humidité de l'air ; au lieu que ce petit instrument , ainsi qu'on l'a remarqué , étant tenu habituellement dans un appartement ou dans une poche , est toujours dans un état d'isolement parfait ,

(1) Voyage dans les Alpes, &c. tom. II, pag. 195 & suiv. 202.

lorsqu'on l'expose à l'air, au moment où l'on veut s'en servir.

Pour connoître facilement l'électricité de l'atmosphère, on peut encore exposer en plein air un long bâton muni d'une boîte, & de deux petites boules de sureau, suspendues au bout par deux fils pendants, & isolées par le moyen d'un tube de verre mince. Leur divergence fait connoître les plus petits degrés de l'électricité atmosphérique, qui ne seroient pas suffisans pour donner des étincelles ou faire sonner les clochettes du carrillon électrique. On se sert encore d'une autre verge garnie d'un espece de coulisse de métal, dans laquelle glisse un long bâton de cire à cacher : la cire étant frottée, & placée hors d'une fenêtre, à une certaine proximité des boules de liege ; on connoît bientôt l'espece d'électricité qui regne dans l'atmosphère, si elle est positive ou négative.

L'appareil de M. Volta est encore plus sensible aux impressions de l'électricité. Il se contente d'isoler par le bas une longue baguette à pêcheur, & de son extrémité supérieure il fait descendre par toute sa longueur un fil de fer bien mince, jusqu'à l'endroit de l'isolement, d'où, en se repliant en dehors, il vient toucher un disque métallique placé sur un plan circulaire de marbre ou

de bois couvert de toile cirée, &c. C'est à ce double disque qu'il a donné le nom de condensateur. Avec ce simple appareil on peut obtenir des signes électriques, même dans les plus beaux jours ; signes qu'on ne pourroit pas se procurer avec l'appareil précédent, à moins que le ciel ne soit couvert de nuées bien noires, ou que l'air ne soit obscurci par quelque brouillard épais. M. Volta assure que toutes les fois qu'il a exposé cette baguette au dehors, il en a toujours obtenu des signes électriques non équivoques, avec le secours du condensateur ; sans lequel il n'a jamais pu en avoir, ou presque jamais.

M. Ronayne, qui a fait en Irlande plusieurs expériences très curieuses sur l'électricité des brouillards, s'est servi, non seulement de l'électromètre de M. Canton ; mais encore d'un morceau de liège suspendu à un fil de médiocre grosseur, de six ou sept pouces de longueur, & placé de manière que le vent n'en pût changer la direction. Il a employé encore un autre moyen bien simple ; qui consistoit à fixer une pièce de bois menue, en forme de cône, à un des bouts de l'électromètre, le plus petit, par le moyen d'un crochet disposé à cet effet. Après avoir placé son appareil au dehors d'une fenêtre de la par-

tie supérieure de la maison, ce savant attacha par une agraffe très légère l'autre bout à un des jambages de la fenêtre. Une autre pièce de bois servoit à fixer un tube de verre & un bâton de cire d'Espagne. Un de ces conducteurs étoit excité & appliqué à la surface du morceau de liege, afin de déterminer plus précisément l'espece d'électricité qui pouvoit survenir.

Quelquefois, cet exact observateur s'est placé dans une chambre fort élevée sur un plateau de cire; & avançant la main droite hors de la fenêtre il tenoit une longue baguette de bois entourée d'un fil d'archal dont le bout excédoit de quelques pouces l'extrémité de la baguette; il tenoit en même tems de la main gauche un électrometre: alors il faisoit électriser rapidement par un aide le verre ou la cire. D'autres fois il faisoit usage d'un tube d'étain, de vingt pieds de longueur, conique & terminé en pointe. Sa plus grande longueur sortoit hors de la chambre, sans être en contact avec aucun corps; & le gros bout, auquel on avoit suspendu l'électrometre, étoit fixé à l'intérieur de la fenêtre avec des cordons de soie, ou avec des bâtons de cire à cacheter, soutenus à chaque extrémité par des crochets de fil d'archal. Il faut observer ici qu'on décou-

vre plus aisément, l'espece d'électricité présente dans le tube, en approchant la cire électrisée des boules d'un électrometre tenu à quelque distance du tube, que lorsque on approche des balles suspendues au tube même. En général elles divergent si fortement, qu'il est difficile d'avoir sur la main un petit tube de verre ou de la cire électrisée pour faire l'expérience. (1)

M. Henley, pour ses observations sur l'électricité des brouillards, a eu recours à une petite verge de sept pieds de longueur, avec une boîte contenant deux légères boules de liege, suspendues par des fils de chanvre longs de sept pouces. Cette verge reçue dans une piece de bois convenable étoit placée au haut d'une fenêtre très-élevée. Notre physicien avoit encor une autre verge d'égale longueur, munie d'une espece de coulisse d'étain, dans laquelle glissoit un long bâton de cire à cacheter. En frottant ce bâton, & l'avancant hors de la fenêtre, à proximité des boules, il étoit très facile de déterminer l'espece d'électricité de l'atmosphère. Si l'on opere en plein champ & a découvert, cet appareil devient inutile; & on lui substitue

(1) Lettre de M. Ronayne, dans les Transactions Philosophiques, tom. 63.

l'électrometre de M. Canton, qui (comme on fait) contient deux petites boules très légères.

M. Achard, pour s'assurer de l'existence de l'électricité de l'air, a aussi employé le même moyen, celui des boules de M. Canton attachées à un bâton de résine, à quelques pieds au dessus du toit de sa maison, élevée de plus de quarante pieds. Il a observé que dans le mois de Juillet, il n'y eut que dix jours où son électrometre, qu'il examinoit tous les matins, à midi & le soir, ne donna aucun signe d'électricité; il y en eut dix-sept (y compris les jours où il ne devint pas du tout électrique) pendant le matin desquels il ne put découvrir aucune électricité; tandis qu'à midi elle étoit sensible, & , le soir vers le coucher du soleil, fort augmentée. Tous les autres jours de ce mois, il trouva l'air électrique pendant toute la journée; & remarqua constamment que l'électricité augmentoit peu avant le coucher du soleil; & qu'elle diminueoit après son coucher.

« Lorsque le tems étoit ferein (dit M. Achard dans les mémoires de l'académie de Berlin) & qu'il se tournoit subitement, l'électrometre indiquoit des variations continuelles dans l'électricité de l'air: tantôt elle augmentoit; peu après elle étoit nulle;

& souvent , dans quelques minutes , elle reparoissoit , & avoit alors ordinairement passé de la positive à la négative , ou de la négative à la positive. Lorsqu'il faisoit du vent , j'avois beaucoup de peine à observer l'électrometre , parce qu'il étoit continuellement en mouvement ; il me semble cependant qu'il varioit aussi beaucoup. Lorsque le ciel étoit chargé , mais que l'air n'étoit pas agité , l'électrometre ne varioit pas beaucoup ; mais cependant beaucoup plus , que lorsqu'il n'y avoit pas du tout de nuage , & que l'air étoit sans mouvement sensible ; car alors je l'ai souvent trouvé sans variation pendant toute la journée , excepté cependant que vers le coucher du soleil l'électricité augmentoit. Il est très remarquable que , les nuits qui suivirent les jours où je n'ai pas trouvé l'atmosphère électrique , il n'est pas du tout tombé de rosée ; tandis que , toutes les autres nuits , la rosée est tombée en plus ou moins grande abondance. Je ne crois pas que ces observations soient suffisantes pour qu'on puisse en conclure que la rosée est toujours un effet de l'électricité ; mais il me semble qu'elles prouvent incontestablement que très-souvent l'élévation , & la chute de la rosée , est empêchée ou favorisée par l'électricité de l'air. »

De tout ceci il résulte que les observations météorologiques, seront très imparfaites ; tant qu'on ne joindra pas, à celles du barometre, du thermometre, de l'hygrometre, de l'anémometre, de l'udometre, &c. des observations sur l'électricité de l'atmosphère, de la pluie, de la neige & des autres météores.

ARTICLE VII.

Des Moyens propres à faire distinguer l'Espece d'Électricité.

L'ÉLECTRICITÉ qui regne dans l'air, est quelquefois positive, & quelquefois négative : après s'être assuré de l'existence du fluide électrique, il est souvent à propos de connoître l'espece d'électricité qui regne, & si elle est en plus ou en moins. Pour cet effet, il faut employer quelques moyens. Le premier est de présenter aux corps légers, électrisés par un conducteur atmosphérique, ou par ce qui y communique, un tube de verre frotté : si ces corps légers sont repoussés par le verre, c'est une preuve que l'électricité de l'atmosphère est positive ; si ces corps légers sont attirés par le tube frotté, l'électricité de l'air est négative. En employant un

bâton de cire d'Espagne, à la place du tube de verre, les effets seront opposés : car il est de principe que les corps, qui ont la même espèce d'électricité, se repoussent ; & que ceux qui en ont une différente, s'attirent.

Le second moyen, est de présenter au conducteur atmosphérique, quel qu'il soit, une pointe. Si celle-ci fait briller une aigrette lumineuse, l'électricité est négative ; si on n'y apperçoit qu'un point lumineux, l'électricité est positive. En plaçant la pointe sur l'appareil, les apparences seront inverses. Voyez ce que nous avons dit, sur ce sujet, dans notre ouvrage de *l'Électricité du Corps Humain* (1) ; & sur-tout la figure trente-trois de la planche cinquième, où sont représentées les aigrettes, de même que les points lumineux. On a imaginé, pour discerner plus facilement la différence de ces signes, de placer, dans un cylindre obscur de tout côté, excepté dans un endroit, une pointe de cuivre & une plaque, qui peuvent s'approcher plus ou moins l'une de l'autre, par le moyen des vis qu'elles portent, & qui entrent dans les têtes de petites tiges isolées, qui leur sont perpendiculaires ; on peut présenter au

(1) De l'Électricité du Corps Humain, nouvelle édition, tom. 1, pag. 213, 221.

conducteur atmosphérique, la queue de la pointe ou de la plaque, alors on voit très-bien l'aigrette ou le point lumineux, en mettant une chaîne au côté opposé à celui qui est en contact.

Le troisième moyen, consiste à charger une bouteille de leyde à un conducteur atmosphérique; & à passer légèrement le crochet de cette bouteille ainsi chargée, sur le plateau résineux d'un électrophore, en dessinant les contours de diverses figures. Ensuite on secoue, sur ce plateau avec une houpe, une fine poussière, comme de la poudre, v. g. aussi-tôt on apperçoit plusieurs figures d'étoiles à plusieurs rayons, assez grands & très-marqués, lorsque l'électricité naturelle a été positive. Si au contraire l'électricité étoit négative, on ne verroit que des points ronds, sans rayon sensible, sur toute la superficie du plateau résineux. Ce moyen sert également pour l'électricité artificielle; en chargeant, dans ce cas, la bouteille au conducteur d'une machine électrique, soit positive soit négative. Il est inutile d'observer qu'on pourroit charger, si on le vouloit, la bouteille par la surface extérieure, en tenant le crochet à la main.





C H A P I T R E II.

De l'Électricité Négative de l'Atmosphère.

LORSQUE plusieurs physiciens, observent attentivement la nature & ses phénomènes divers, il n'est pas étonnant que leurs travaux soient récompensés par les mêmes découvertes, parce que les loix de la nature sont par-tout constantes & invariables. On ne connut d'abord, que l'électricité positive de l'atmosphère; mais, en multipliant de toutes parts les observations, on remarqua que l'électricité de l'air, communiquée aux appareils élevés pour la recueillir, étoit d'une espèce différente, c'est-à-dire, négative. MM. Francklin en Amérique, Canton en Angleterre, & le P. Beccaria en Italie firent à peu près en même tems la découverte de l'électricité négative des nuages & de l'atmosphère; comme nous le prouverons bientôt.

Afin qu'on se forme une idée claire de l'électricité négative il est à propos de connoître les différens états des corps, par rapport à la quantité de fluide électrique qu'ils contiennent. Tous les corps, ont une certaine quantité d'électricité qui leur est na-

turelle : si on augmente cette dose , ils sont électrisés positivement ; si on la diminue , leur électricité devient négative. L'électricité étant positive , le fluide électrique est dans un état de condensation ; lorsqu'elle est négative , il est raréfié. Quoiqu'on puisse dans la pratique électriser un corps négativement , c'est-à-dire , le dépouiller d'une partie de sa quantité naturelle d'électricité : néanmoins il n'est pas possible de le dépouiller de toute la quantité qui lui est naturelle ; plusieurs circonstances s'y opposent.

On a reconnu que le verre & les résines donnoient deux électricités opposées : que le premier , & tout ce qui y étoit analogue , fournissoit une électricité positive ; & que les secondes produisoient l'électricité négative ; lorsqu'on les frottoit. Ainsi une machine électrique à globe ou à plateau de verre , dès qu'on la met en mouvement communique l'électricité positive au conducteur , & à tout ce qui communique avec lui ; tandis qu'une machine à plateau , ou à globe de soufre ou de résine , fournit une électricité négative. Lorsque l'électricité est positive , le conducteur donne des étincelles à ceux qui s'en approchent ; celui-ci en reçoit au contraire dans la même circonstance , si l'électricité est négative.

Il est impossible de révoquer en doute la réalité de cette distinction, de l'électricité positive, & de l'électricité négative, établie par un grand nombre d'expériences curieuses, que nous avons rapportées avec tous les détails suffisans, dans la seconde édition de notre ouvrage de *l'Electricité du Corps Humain* (1) : puisque les corps électrisés à la maniere des soufres & résines, attirent ceux qui sont électrisés par le verre ; tandis qu'ils se repoussent entr'eux, & réciproquement : & puisque les premiers, terminés par des pointes, ne font briller que des points lumineux ; les seconds donnant dans les mêmes circonstances des aigrettes électriques. On fait encore qu'un conducteur placé entre deux plateaux de machine électrique, dont l'un est fait avec du mastic résineux, & l'autre avec du verre, ne fournit aucune étincelle ; lorsque les deux plateaux, supposés égaux, tournent en même tems ; quoiqu'ils en donnent chacun une de nature contraire, lorsqu'on fait agir successivement les deux appareils. Il est encore prouvé que, si la surface intérieure d'une bouteille de leyde, est chargée positivement, la superficie extérieure est chargée négativement.

(1) *Electricité du Corps Humain*, tom. I, pag. 212, 225 ; & tom. II, pag. 214 jusqu'à 291.

L'observation prouve encore la même vérité : car MM. de Romas , Francklin , Beccaria & Canton , & plusieurs autres physiciens , après eux , ont observé des nuages privés d'électricité (1). M. Francklin , au mois de Septembre 1752 , éleva sur sa maison une verge de fer , pour tirer le feu du tonnerre , & faire ensuite quelques expériences relatives à cet objet : deux petits timbres étoient adaptés à cet appareil , afin d'être averti du tems où l'électricité seroit communiquée. Il observa que les timbres sonnoient quelquefois , quoiqu'il n'y eût ni éclair ni tonnerre , mais seulement un nuage obscur au dessus de la verge. « Quelquefois , après un trait d'éclair , ils s'arrêtoient tout d'un coup ; d'autres fois , sans avoir sonné auparavant , ils commençoient à le faire soudain après l'éclair ; l'électricité étoit quelquefois très-foible , en sorte qu'après en avoir tiré une petite étincelle , on étoit quelque tems sans pouvoir en tirer d'autres ; d'autres fois les étincelles se suivoient avec une rapidité extrême , & j'en eus un jour un courant continuel d'un timbre à l'autre , de la grosseur d'une plume de corbeau ; il y

(1.) Transactions Philosophiques , tom. XLVIII , pag. 356.

eut même des variations considérables, pendant le même orage ». (1)

Les premières expériences, que cet illustre physicien fit pour découvrir si les nuages étoient électrisés positivement ou négativement, datent du mois d'Avril 1753. Pendant un orage assez vif, qui dura quelque tems, il chargea une bouteille de leyde avec le feu électrique, transmis par l'éclair à la verge de fer; & une autre bouteille reçut une charge égale avec le globe de verre électrique, par le moyen du premier conducteur. Ensuite les ayant approchées convenablement l'une de l'autre, après avoir suspendu entr'elles une bouteille de liege, par le moyen d'un fil de soie, il vit la boule jouer avec vitesse de l'un à l'autre crochet, par un effet des attractions & des répulsions qui se succédoient. Ce qui prouve que l'électricité de l'atmosphère, communiquée par la verge de fer à une des bouteilles, étoit négative. Cette expérience ayant été répétée plusieurs fois pendant cet orage, ainsi que dans huit autres orages de suite, & toujours avec le même succès, M. Francklin se persuada d'abord, que l'électricité des nuages étoit toujours négative. Cependant il s'aperçut bientôt, qu'il

(1) Œuvres de Francklin, in-4°. tom. I., pag. 117.

Y avoit aussi des nuées électrisées positivement : ce fut le 6 Juin, que , dans un orage qui dura depuis cinq heures après midi , jusqu'à sept , il trouva un nuage électrisé positivement ; quoique plusieurs , qui étoient passés auparavant au dessus de son appareil durant le même orage , fussent dans un état négatif.

Il étoit important de s'assurer par l'expérience , & d'après une méthode sûre , que l'électricité d'une de ces nuées étoit positive , tandis que celle des autres étoit négative. Outre le moyen précédent dont nous avons parlé , Francklin en employa un autre ; écoutons le : « Je faisois , dit-il , en même tems une autre expérience , que j'ai répétée plusieurs fois pour m'assurer de l'état négatif des nuages ; la voici : Pendant que les timbres sonnoient , je pris la bouteille chargée au globe , j'appliquai son crochet à la verge , dans l'idée que , si les nuages étoient électrisés positivement , la verge , qui en recevoit son électricité , le feroit aussi de la même façon ; & qu'alors l'électricité positive ajoutée avec la bouteille feroit sonner les timbres plus fort : mais que , si les nuages étoient dans un état négatif , ils devoient épuiser le fluide électrique de la verge , & la réduire au même état négatif où ils étoient ; & qu'alors le crochet de la bouteille chargée positive-

ment , fournissant à la verge ce qui lui manquoit (& que sans cela elle étoit obligée de tirer de la terre par le moyen de la bouteille de cuivre suspendue , & jouant entre les deux timbres ,) la sonnerie cesseroit , jusqu'à ce que la bouteille fût déchargée. De cette façon , je déchargeai entièrement dans la verge plusieurs bouteilles qui étoient chargées au globe de verre , le fluide électrique passant du crochet dans la verge , jusqu'à ce que le crochet ne tirât plus d'étincelles du doigt ; & tant que la bouteille fournissoit à la verge , les timbres cessoient de sonner : mais en continuant d'appliquer le crochet de la bouteille à la verge , j'épuisai la quantité naturelle de la surface intérieure de ces bouteilles ; ou , pour m'exprimer à ma manière , je les chargeai négativement. Enfin , tandis que je chargeois une bouteille à mon globe pour répéter l'expérience , mes timbres s'arrêterent d'eux-mêmes ; & après une petite pause , ils recommencerent à sonner : mais quand j'approchai de la verge , le crochet de la bouteille chargée ; au lieu du courant ordinaire du crochet à la verge (à quoi je m'attendois ,) il n'y eut pas une étincelle , pas même lorsque je les fis toucher. Cependant les timbres continuoient à sonner fortement ; ce qui me fit connoître que la

verge étoit alors électrisée positivement ; aussi-bien que le crochet de la bouteille , & au même degré ; & par-conséquent , que le nuage particulier qui étoit alors au dessus de la verge , étoit dans le même état positif ; c'étoit vers la fin de l'orage ». (1)

M. Kinnersley qui observa ensuite pendant quelque tems à l'appareil précédent , trouva , durant ses premières observations , que les nuages étoient le plus souvent dans un état négatif , néanmoins il les trouva quelquefois dans un état positif. Dans le mois de Mars 1754 , il remarqua deux fois que les nuages avoient passé dans quelques minutes du négatif au positif ; & dans le mois d'Avril suivant , le vent soufflant fortement au sud-est , & tournant au nord-est , en chassant beaucoup de nuages épais , il observa cinq ou six passages successifs du négatif au positif , & du positif au négatif ; les timbres s'arrêtant une minute ou deux entre chaque variation.

Le pere Beccaria avoit déjà découvert , dit Priestley , « que les nuages orageux étoient quelquefois dans un état positif aussi-bien que dans un état négatif d'électricité ; avant que d'avoir entendu dire que le docteur Francklin , ni aucune autre personne , eût observé

(1) Œuvres de Francklin , tom. I , pag. 119.

la même chose. Le même nuage , en passant sur son observatoire , électrisoit son appareil , tantôt positivement & tantôt négativement. L'électricité demouroit plus ou moins de tems de la même espece , à proportion que la nuée orageuse étoit simple & uniforme dans sa direction. Mais quand l'orage changeoit de place , il arrivoit communément un changement dans l'électricité de son appareil. » Elle changeoit subitement après un violent éclat de tonnerre ; mais le changement étoit graduel , quand le tonnerre étoit modéré , & que le progrès de la nuée orageuse étoit lent. (1)

M. Canton , qui fut en Angleterre un des premiers qui répéta la belle expérience de Marly-la-Ville , tourna ensuite ses vues d'une maniere particuliere sur cez objet intéressant. Il découvrit , au milieu de l'année 1753 , par un grand nombre d'expériences , que les nuages orageux n'étoient pas tous électrisés de la même maniere ; mais que dans les uns , il y avoit une électricité positive , tandis que dans les autres , on ne remarquoit qu'une électricité négative ; & que les changemens d'un état à l'autre ,

(1) Lettere dell' Elettricismo , pag. 138 , 167 , &c.
 --- Priestley , tom. II , pag. 188 , &c.

étoient quelquefois si fréquens, qu'en 'moins d'une demi-heure, l'électricité de son conducteur changeoit cinq ou six fois. Il observa que, pendant un tems sec, son appareil « demeuroid électrisé dix minutes ou un quart d'heure, après que les nuages avoient passé au zénith, & quelquefois jusqu'à ce qu'ils-fussent plus d'à moitié chemin de l'horizon; que la pluie, sur tout quand les gouttes étoient grosses, affoiblissoit communément le feu électrique; & que la grêle en été n'y manquoit jamais. » Son conducteur fut aussi électrisé par la chute d'une neige fondue, le 12 Novembre 1753.

Dans un orage qu'il y eut à Londres, dans l'été de cette année, son appareil fut tellement électrisé, que le tintement des clochettes qu'il y avoit suspendues, pour annoncer le commencement de l'électrification, fut arrêté par le courant, presque constant, du fluide électrique qui s'écouloit avec abondance d'un timbre à la boule de cuivre, destinée à le frapper. Il observa en 1754, dans les mois de Janvier, Février & Mars, que « son appareil fut électrisé au moins vingt-cinq fois, soit positivement, soit négativement, par la neige, aussi-bien que par la grêle & la pluie; & presque aussi fortement, quand le thermometre de Faren-

heit étoit entre vingt-huit & trente-quatre degrés, qu'il l'avoit jamais vu en été, excepté pendant l'orage. »

Notre physicien Anglois, observa non seulement les différens états de l'électricité positive & négative dans les nuages ; mais encore la proportion de l'une à l'autre, pendant un tems considérable. Il remarqua dans la première période, que les nuages avoient été électriques positivement quatre-vingt-trois fois, & négativement cent une fois. Mais ensuite, curieux de savoir la durée de chaque espèce d'électricité, il fit des observations de ce genre, depuis le 28 Juin jusqu'au 23 d'Août 1754, & il trouva que l'appareil fut électrisé positivement trente une fois, qui, prises ensemble, ont duré trois heures trente-cinq minutes ; & négativement, quarante cinq-fois, dont la durée totale, fut de dix heures trente-neuf minutes. (1)

On a encore observé que, lorsque les grands conducteurs & les cerfs-volans, élevés en l'air, ont donné des signes d'électricité ; on les voit quelquefois, après,

(1) Transactions Philosophiques, tom. XLVIII, part. I, pag. 356 ; part. II, pag. 785. --- Priestley, Histoire de l'Électricité, tom. II, pag. 169 & suiv. --- Œuvres de Franklin, tom. I, pag. 139.

ceffer d'en faire paroître, dès que certains nuages blancs surviennent, & passent au dessus de ces appareils. La raison en est, que, ces nuages étant dépourvus d'électricité, ou en ayant une moindre dose, que les nuages noirs qui ont précédé, & conséquemment, que la partie de l'atmosphère dans laquelle ils sont suspendus, ils absorbent l'électricité qui avoit été produite.

Il y a des physiciens qui assurent que l'électricité de *l'air serein* est toujours serein, à moins qu'il n'y ait des orages, des pluies ou des nuages dans le ciel. MM. Volta & Saussure, sont de ce sentiment.

Le moyen qu'employa M. Canton, pour s'assurer que l'électricité des nuages étoit, tantôt positive, & tantôt négative, consistoit à employer deux boules de liege très-petites, suspendues parallèlement entr'elles par des fils de lin. Ces boules étant électrisées par une barre de fer isolée, qui recevoit l'électricité des nuages, se ferroient souvent à l'approche d'un tube de verre qu'on avoit frotté; &, d'autres fois, s'écartoient à une plus grande distance. Cette variation arriva 5 ou 6 fois, en moins d'une demi-heure, les boules se réunissant chaque fois, & restant en contact quelques secondes, avant de se repousser de nouveau l'une l'autre.

M. Ronayne en Irlande a observé , par le moyen d'un petit électrometre , placé sur la fenêtre du haut de sa maison , une électricité très-forte dans les nuages , laquelle étoit , la plupart du tems , alternativement positive & négative.

Rien n'est donc plus facile que de connoître si l'électricité de l'atmosphère est positive ou négative. Il y a trois moyens propres à cet effet , qui sont autant de signes distinctifs de ces deux électricités : Le premier consiste dans les attractions ou répulsions ; le second dans les aigrettes & les points lumineux ; le troisieme dans les figures différentes tracées sur un plan résineux , sur lequel on a promené le crochet d'une bouteille de leyde chargée , & qu'on a ensuite saupoudré d'une fine poussiere : nous avons décrit ces trois moyens dans le chapitre qui traite *des instrumens propres à observer l'électricité de l'atmosphère* ; & nous y renvoyons entièrement.

Nous ajouterons seulement ici , que depuis peu un physicien qui s'est élevé très-haut dans l'atmosphère , par le moyen d'un aérostat , y a observé distinctement un des signes caractéristiques , dont nous avons parlé. « La nuit étant arrivée , dit M. Tetu , je m'abaissai un peu , & me trouvai au mi-

lieu des nuages, chargés en plus ou en moins d'électricité. Mon pavillon qui portoit les armes de France en or, étoit étincelant de lumière. Suivant l'élévation où je me portois, je connoissois l'électricité positive ou négative, à l'aide d'une pointe de fer placée sur mon char. Il sortoit de cette pointe une gerbe de feu, lorsque l'électricité étoit positive; quand je m'élevois un peu plus haut dans le nuage, la pointe de fer n'offroit qu'un point lumineux, parce que l'électricité étoit négative. Je restai plus de trois heures dans le nuage orageux, sans éprouver d'autre accident, que la perte d'une partie de la dorure de mon drapeau, qui fut troué par la force de l'électricité naturelle. »

A la hauteur de 778 toises, M. Tetu se trouva dans des nuages électriques; le thermometre étoit à cinq.degrés, au dessous de zéro : les bords de son char étoient couverts de grésil; il étoit obligé d'en rejeter la neige & les grêlons qui le rendoient plus pésant. « La nuit étant arrivée, dit-il, je m'abaissai un peu, & me trouvai au milieu des nuages, d'où partoient à chaque instant des éclairs, accompagnés d'un tonnerre violent. Je me trouvai attiré & repoussé. »



CHAPITRE III.

De l'Influence de l'Électricité - Météore , sur les Animaux & sur les Végétaux ; avec une Observation très-curieuse de M. l'abbé Toaldo.

CE feroit ici le lieu de traiter de l'influence de l'électricité de l'atmosphère sur l'homme , sur les animaux & sur les végétaux ; si nous n'avions déjà rempli cet objet , dans deux ouvrages que nous avons publié sur ces sujets si intéressans , l'*Électricité du Corps Humain, en état de Santé & de Maladie* , (1) , & l'*Électricité des Végétaux* (2) . Dans le premier de ces deux traités , nous avons établi l'influence de l'électricité de l'atmosphère sur le corps humain , & la manière dont elle se communique à lui ; nous avons ensuite exposé avec toute l'étendue possible les effets de l'électricité de l'atmosphère sur

(1) De l'Électricité du Corps Humain , 2 vol. in-8°. nouvelle édition , avec figures , Paris , chez Didot , &c.

(2) De l'Électricité des Végétaux , 1 vol. in-8°. avec figures , Paris , chez Didot ; Lyon , chez Bernuzet.

le corps humain, sur les fonctions vitales & sur les fonctions animales. Cette influence y est démontrée, on ose le dire, par un grand nombre d'observations des plus célèbres physiciens, tels que Deluc, Steiglehner, Cotte, Bridone, Wan-Swinden, Toaldo, Athanase, Cavalli, la Cepede, Sarti, &c. &c. & nous croyons qu'il est inutile de répéter ici cet appareil de preuves.

Dans l'*Électricité des Végétaux* nous avons prouvé dans les douze chapitres de la première partie l'influence de l'électricité de l'atmosphère sur les végétaux; & dans les dix-huit chapitres de la seconde partie nous avons traité en détail des effets de l'influence de l'électricité atmosphérique sur les végétaux. La troisième partie présente les moyens de pratique que peut fournir l'électricité pour l'accroissement & la multiplication des végétaux. On y voit l'invention d'un électromètre, c'est-à-dire, d'un instrument de haute physique, propre à rassembler le fluide électrique répandu dans l'air, & à le verser, si on peut ainsi parler, sur les végétaux.

On voit dans cet ouvrage, l'influence de l'électricité de l'atmosphère sur les végétaux établie, sur-tout par celle des météores qui sont des phénomènes électriques. J'y ai prouvé par plusieurs observations: 1°. Que les pluies

orageuses produisent de merveilleux effets sur les plantes ; que plusieurs plantes réussissent mieux dans les années où il y a beaucoup de tonnerres ; 2°. Que la neige & la grêle , étant propres à recevoir le fluide électrique & s'en chargeant très bien , doivent avoir sur les végétaux une influence très utile ; 3°. Que les brouillards ont aussi de l'influence sur le regne végétal ; 4°. Qu'il en est de même des tremblemens de terre , des trombes & des aurores boréales. Cette multitude d'observations & d'objets ne peuvent être présentés ici en abrégé , mais doivent être lus dans l'ouvrage même. Ce qui confirme encore ces vérités , c'est qu'il est prouvé par l'observation que les années fécondes en météores électriques , sont plus fertiles en tout genre de productions : les insectes mêmes y sont plus abondans.

Depuis que cet ouvrage a paru, nous avons eu la satisfaction de voir un grand nombre de sçavans l'honorer de leurs suffrages & confirmer par leurs expériences & leurs observations les principales vérités qui y sont établies. Nous nous contenterons de rapporter ici une observation infiniment intéressante , que M. l'abbé Toaldo , célèbre physicien d'Italie , nous a communiquée dans une des lettres qu'il nous a écrites.

« M. le sénateur Quirini, depuis plusieurs années, a fait construire un conducteur ou paratonnerre sur sa maison de campagne d'*Altichiero*, lieu superbe au bord de la Brenta. Cet appareil, formé par un mât, surmonté par une barre de fer qui s'éleve de beaucoup au dessus du toit, est placé dans un angle rentrant derrière la maison, du côté qui regarde le nord-est, exposition qui est pour nous la plus humide & la plus sujette aux *corrosions* de l'humidité, de la gelée, &c. le crépi des murailles, pour cette raison, tombe facilement. Pour cacher le coup d'œil désagréable de cette dégradation, l'usage est de planter des arbres toujours verts & qui s'étendent en tout sens. Aussi M. le sénateur a-t-il fait planter une *file* de jasmins sauvages, qui dans deux ou trois ans se sont élevés jusqu'à la hauteur du premier étage, en couvrant tout cet espace depuis le sol jusqu'à la corniche.

Deux de ces jasmins qui se trouvent contigus à la chaîne du conducteur, dans l'endroit où il s'enfonce en terre, se sont élevés à une hauteur extraordinaire, & au bout de deux ans on les a vus surpasser le toit de la maison, à trente pieds de hauteur; tandis que les autres jasmins qui sont cultivés avec le même soin, ont à peine quatre

372 DE L'ÉLECTRICITÉ

pieds de hauteur. Ces deux arbriffeaux qui se font entortillés au mât & à la chaîne du conducteur, font d'une grosseur triple des autres & donnent des fleurs avant eux & en beaucoup plus grande quantité; ils continuent encore à en donner plusieurs jours & plusieurs semaines après les autres. Voilà la confirmation de ce que vous dites dans votre livre (1), que les plantes croissent mieux & sont plus vigoureuses autour des paratonnerres, lorsqu'il y en a quelques-unes. Le grand nombre d'étrangers qui viennent voir cette belle maison de campagne, ajoute M. l'abbé Toaldo, peuvent attester ce phénomène. On ne peut rien voir de plus décisif, que cette belle observation.

CHAPITRE IV.

De l'Électricité comparée au Magnétisme.

QUELQUES phénomènes du magnétisme qui avoient des rapports avec ceux de l'électricité, déterminèrent bientôt plusieurs physiciens à penser qu'il y avoit une analogie, & même une espece d'identité, entre les deux fluides qu'on regarde comme

(1) *Électricité des Végétaux*, pag. 402.

causes de ces phénomènes. Ces effets étant curieux, & intéressans en eux-mêmes ; il est à propos de les faire connoître ici, afin qu'on puisse porter un jugement plus assuré sur cet objet.

L'électricité naturelle & l'électricité artificielle, tantôt produisent le magnétisme dans les corps qui en sont susceptibles, & tantôt en changent la direction ; on ne sauroit en douter, car des observations & des expériences très-constantes, le démontrent ; commençons par les preuves d'observations fournies par l'électricité naturelle :

1°. Les transactions philosophiques rapportent que, M. Haward étant dans un vaisseau qui faisoit route aux Barbades, de compagnie avec un autre vaisseau, commandé par M. Groston, de la nouvelle Angleterre, ils entendirent un terrible coup de tonnerre, à la hauteur des Bermudes. Ce coup brisa le mât de misaine du second vaisseau, déchira ses voiles, & endommagea ses cordages. Lorsque le bruit & le danger de cet accident furent passés, M. Haward, dont le vaisseau n'avoit pas été maltraité par le tonnerre, fut fort surpris de voir que ses compagnons de voyage avoient repris la route par laquelle ils étoient venus jusque là, c'est-à-dire, la

route opposée à celle qu'ils suivoient auparavant; il crut d'abord que la frayeur leur avoit fait perdre la route, & qu'ils s'apercevraient bientôt de cette erreur; mais voyant qu'ils continuoient, & n'étant plus à portée de se faire entendre d'eux, il les suivit; & dès qu'il put leur parler, il fut d'eux qu'ils n'avoient ~~un~~ autre dessein, que de continuer leur voyage commencé; & il reconnut que M. Grofton, suivoit exactement la route indiquée par sa bouffole; mais que les poles de l'aiguille avoient été changés, de sorte que le pole boréal étoit devenu austral, & que le pole austral étoit devenu boréal. On tourna la fleur de lys avec le doigt, & on la pointa directement au nord; mais à l'instant qu'elle fut en liberté, elle reprit sa nouvelle direction du côté du midi. Toutes les bouffoles du vaisseau se trouverent dans le même cas: & l'on ne put attribuer cet accident étrange & subit, qu'à l'éclair & au coup de tonnerre, dont on vient de parler.

M. Haward prêta à M. Grofton une bouffole pour achever son voyage; il n'a pas entendu dire que celles qui avoient éprouvé l'action du tonnerre aient jamais repris leur première direction (1); on fait encore que,

(1) Transactions Philosophiques, 1655, N^o. 122.

la foudre étant tombée sur le vaisseau du capitaine Waddel , les poles des aiguilles aimantées de ses bouffoles furent changées , la pointe du nord se tourna vers le sud.

A ces preuves, on peut encore ajouter un phénomène connu depuis long tems des marins. Ils ont eu souvent des occasions de remarquer des mouvemens irréguliers , dans l'aiguille de leur bouffole , pendant des tems orageux ; & plusieurs fois la cause de ces agitations a été si forte , que l'aiguille a fait quelques tours du cadran.

De plus, il est actuellement bien sûr que , dans le tems des aurores boréales (qui sont incontestablement des phénomènes électriques , comme nous l'avons prouvé dans cet ouvrage) les aiguilles aimantées sont plus ou moins agitées de divers mouvemens , & éprouvent des variations étonnantes. Les observations de plusieurs physiciens Allemands , Anglois & François , ne nous laissent aucun doute sur cette vérité : j'ai également observé plusieurs fois ce phénomène , pendant l'apparition de différentes aurores boréales. Citons-en une ici du P. Cotte : Cet habile physicien , voyant , le dix-sept Septembre 1770 , une agitation continuelle dans son aiguille aimantée , qui ,

d'un moment à l'autre, varioit de 15 à 20 minutes, se crût autorisé en conséquence, à annoncer une aurore boréale, pour le soir de ce jour même; ce qui eut effectivement lieu, non seulement à Paris, mais dans la plupart des contrées de l'Europe. Depuis cette époque, il en a annoncé plusieurs autres, avec le même succès.

Une remarque constante que cet exact observateur a faite aussi depuis qu'il suit la déclinaison diurne de l'aiguille aimantée, c'est que ses variations sont beaucoup plus grandes & plus fréquentes à l'approche des tems orageux. J'ai encore observé en quelques circonstances que, lorsque des nuées orageuses passaient sur un bâtiment armé d'un grand conducteur atmosphérique, de bonnes aiguilles aimantées & bien suspendues éprouvoient des agitations singulieres.

On a fait encore des observations analogues aux précédentes sur l'électricité des volcans, dont l'influence sur les aiguilles de boussole est très-sensible. Le P. della Torre a observé que l'aiguille aimantée étoit fort agitée au sommet du Vésuve; M. Bridone a fait aussi la même observation sur l'Etna: cependant l'aiguille se fixoit toujours au point du nord; mais au haut du volcan, il lui falloit plus de tems pour prendre cette

direction, que lorsqu'elle étoit au bas de la montagne. Le chanoine Recupero, homme parfaitement instruit de ce qui regarde l'Etna, peu après l'éruption de 1755, plaça sa boussole sur la lave; & , à son grand étonnement, « l'aiguille fut agitée avec beaucoup de violence pendant un tems considérable, jusqu'à ce qu'enfin elle perdit entièrement sa puissance magnétique; elle se tournoit indifféremment vers tous les points du compas, elle ne put jamais recouvrer sa propriété, sans être aimantée de nouveau. »

2°. Plusieurs expériences directes, concourent aussi à prouver que l'électricité a une influence marquée sur le magnétisme. M. Kinnersley ayant placé l'aiguille d'une boussole sur la pointe d'une longue épingle, & la tenant dans l'atmosphère du premier conducteur, à la distance d'environ trois pouces, trouva qu'elle pirouettoit avec une grande rapidité.

M. Francklin, à Philadelphie, dès l'année 1751, a réussi à donner aux aiguilles la direction des poles, & même à la changer à son gré. Un choc, dit il, donné par quatre grands vases de verre en forme de jarres, à une fine aiguille à coudre, flottante sur l'eau, lui donne la direction magnétique;

& la traverse aisément. Si l'aiguille est posée est & ouest, dans le tems qu'elle est frappée; le bout par lequel le feu électrique est entré, se tourne au nord. Si l'aiguille est posée nord & sud; le bout qui est vers le nord, continuera de marquer le nord, quand elle fera mise sur l'eau, soit que le feu soit entré par ce bout, ou par le bout opposé. Il est peut-être inutile d'observer ici que, lorsque les masses sur lesquelles on opere, sont trop grosses, ou que l'électricité est trop foible, on n'a aucun succès; c'est ce que M. Wilson a éprouvé à Londres.

M. de Buffon a été également un des premiers qui ait pensé que le magnétisme devoit être un effet de l'électricité; & cela, long tems avant que d'apprendre les conjectures du physicien de Philadelphie. Dès le commencement de l'année 1752; cet illustre savant pria M. d'Alibard, de lui faire six aiguilles d'acier, pour essayer de les aimanter par un coup d'électricité. Et voici le procédé que suivit ce dernier physicien: Ayant préparé pour l'expérience de leyde, une grande cucurbite de verre, & un gros matras; il mit une aiguille, dont on avoit ôté la chape, entre deux lames de verre, l'une plus longue, & l'autre plus courte, afin que les deux bouts de l'aiguille débors-

dassent celle-ci. Le tout fut mis dans une presse faite exprès, & placé ensuite convenablement dans le cercle électrique; après quoi, on tira le coup fulminant au travers de cette aiguille. L'appareil ayant été ensuite démonté, la chape rajustée, & l'aiguille suspendue sur son pivot; celle-ci prit sa direction nord & sud, & fut vivement attirée par le fer qu'on lui présenta; en un mot, elle se trouva très-bien aimantée.

M. d'Alibard essaya ensuite sur-le-champ, de changer les poles de cette aiguille, en lui donnant le coup fulminant en sens contraire; & il eut tout le succès qu'il s'en étoit promis: l'expérience répétée plusieurs fois, donna des résultats constans. Cette aiguille conserva sa vertu magnétique pendant plusieurs mois: quelque tems après, sa force diminua imperceptiblement; on fut même obligé à cette époque, d'en approcher une clef à trois ou quatre lignes, pour qu'elle pût en être attirée. Le même physicien aimanta encore, par le même moyen, deux autres aiguilles, qui conserverent toute leur force pendant un espace de tems assez considérable. Elles furent frappées d'un coup donné en même tems, par quatre grands vases de verre, préparés pour l'expérience de leyde.

Ces effets porteroient à penser que les vieux fers, long-tems exposés aux injures de l'air, sur le haut des édifices fort élevés, n'auroient été trouvés aimantés, tels que ceux des cloches de Chartres, d'Aix, &c. que, par une influence de l'électricité naturelle.

Quoi qu'il en soit de cette idée ; M. d'Alibard a remarqué que, dans quelque direction que ses aiguilles fussent posées, lorsqu'elles recevoient le coup fulminant, le bout de l'aiguille par lequel le feu électrique entroit, étoit constamment celui qui se tournoit au nord ; & conséquemment, que celui par lequel ce feu sortoit, se dirigeoit vers le sud. Alors pour changer les poles d'une aiguille aimantée de cette maniere, il n'y a qu'à donner le coup en sens contraire.

De ces preuves, quelques physiciens ont conclu que l'électricité & le magnétisme étoient la même chose ; il nous paroît qu'ils ont tort ; car il en résulte seulement, que l'électricité produit du magnétisme dans certaines circonstances. Peut-être, même, cet effet dépend-il plutôt, de la forte secousse, & du choc violent que le fluide électrique opera dans la commotion, que d'une vertu particulière. M. Van-swinden, le pense égale-

ment. On fait par les expériences de M. de Réaumur , que le fer devient aussi - tôt aimanté par le choc & la percussion d'un simple marteau.

Quelle que soit cette observation ; il est certain que , s'il y a un petit nombre de rapports de ressemblance entre l'électricité & le magnétisme , il y en a un beaucoup plus grand de différences , qui établissent des dissemblances essentielles. Parmi cette multitude, nous n'en choisirons ici qu'un petit nombre , mais qui paroîtront sûrement décisives.

Le fluide électrique paroît sous forme d'aigrettes ou d'étincelles lumineuses ; & jamais on n'a pu obtenir la plus foible lumière , par le moyen du fluide magnétique.

On rend sensible le fluide électrique par des chocs , des secouffes & des commotions très-violentes ; & il n'a pas été possible de faire éprouver le plus petit choc , par le secours de l'aimant.

Le fluide électrique , agit d'une manière ou d'une autre sur tous les corps ; il n'en est pas de même du fluide magnétique. Le fluide électrique , se communique facilement à tous les métaux & demi-métaux ; tandis que le fluide magnétique , n'agit que sur le fer : jamais on n'a pu , par exemple , aimanter une aiguille d'argent.

La vertu magnétique est permanente , dans l'aimant & dans le fer ; la vertu électrique au contraire est presqu'instantanée. Si on touche une barre de fer électrisée , le simple contact la dépouille aussi-tôt de la vertu qu'elle avoit acquise. Mais on a beau toucher à plusieurs reprises une barre de fer aimantée , elle conserve toujours son magnétisme.

Il seroit facile d'apporter ici un plus grand nombre de différences , entre les deux fluides dont nous parlons ; mais celles qu'on vient de voir nous paroissent suffire , pour dissuader de l'opinion contraire , ceux qui n'auroient pas assez approfondi le sujet présent. Des observations & des expériences que nous venons de rapporter , il résulte donc , qu'il y a de grandes différences , entre l'électricité & le magnétisme ; conséquemment qu'ils ne sont pas produits par le même agent , le même principe : à moins qu'on ne voulût supposer que le fluide , qui est la cause de l'un & l'autre , est modifié d'une manière bien différente dans les deux cas ; ce qui seroit équivalement convenir que ce sont deux fluides divers.

S'il y a de si grandes différences , entre le magnétisme & l'électricité , on ne doit pas en conclure , qu'il regne entr'eux une iden-

tité ; ni même une analogie ; autrement il y auroit de l'analogie , entre les êtres les plus diffeemblables , car on observe entr'eux des rapports de ressemblance classique & générale ; ce qui ne suffit pas pour établir une analogie particulière. Ainsi , jusqu'à ce que des expériences directes , multipliées & constantes , nous forcent à admettre une vraie analogie , entre le fluide électrique & le fluide magnétique ; nous assurerons qu'il n'y a point d'identité , d'analogie rigoureuse entre ces deux fluides , mais seulement une analogie vague & générale.





SEPTIEME PARTIE.

Des Météores Lumineux.

LES météores lumineux ne dépendent point de l'électricité, & ne sont en aucune manière du ressort d'un ouvrage dont l'électricité-météore est l'objet: cette classe de météores, qui résulte seulement d'une combinaison de la lumière avec les vapeurs & les exhalaisons répandues dans l'atmosphère, appartient directement à l'optique; parce que ces météores consistent dans certaines apparences, qui dépendent de la lumière réfléchie. Lorsque nous traiterons de l'optique dans un autre ouvrage, nous en parlerons avec toute l'étendue suffisante: ici nous nous contenterons d'en dire seulement deux mots, à cause que ce sujet est étranger à l'objet principal que nous nous sommes proposé de discuter.

L'arc-en-ciel, les halo ou couronnes, les paraselènes, les parélies, & autres apparences de ce genre, sont les principales espèces de météores lumineux; car l'aurore boréale

boréale & la lumière zodiacale, sont de vrais météores électriques.

1^o. L'arc-en-ciel solaire est un météore si brillant, par l'ordre & la variété de ses couleurs, qu'il excite toujours l'admiration du peuple même, lorsqu'il paroît. On sait qu'il a la forme d'un arc plus ou moins grand; que souvent on apperçoit deux arcs concentriques, & rarement trois; que les plus belles & les plus vives couleurs éclatent dans ce météore; & qu'il est nécessaire, pour son apparition, que l'observateur soit placé de telle sorte, que d'un côté il regarde une nuée qui se résout en pluie, & que de l'autre il tourne le dos au soleil, élevé sur l'horizon moins de trente-deux degrés.

Ce phénomène dépend de la réfraction, & de la réflexion de la lumière dans les gouttes de pluie, & de la différence de réfrangibilité des rayons de lumière: les rayons rouges, orangés, jaunes, verts, bleus, indigo, violets, en lesquels la lumière se décompose, sont tous différemment réfrangibles & diversement réfléchibles, ainsi qu'il résulte des profondes recherches & des expériences décisives de Newton.

Tout le monde connoît l'expérience d'une boule de verre, remplie d'eau, exposée con-

venablement aux rayons du soleil , & qui fait paroître successivement toutes les couleurs de l'arc-en-ciel , lorsqu'on lui donne différens degrés d'élévation. Cette boule représente des gouttes d'eau , qui , faisant l'office d'un prisme , décomposent la lumière , & font paroître les sept couleurs prismatiques. En rangeant circulairement plusieurs boules semblables & plusieurs séries concentriques de ces boules , on verroit un arc & même plusieurs arcs colorés & bien formés ; de même , dans le ciel , on voit l'iris en forme d'arc ; parce que l'œil du spectateur est réellement le sommet d'un cône , dont la base est au dessous du nuage qui se résout en pluie.

On trouve , dans tous les ouvrages d'optique , une exposition & une explication détaillées des phénomènes que présente l'arc-en-ciel , & il n'est pas de notre objet d'en parler.

2^o. Arc-en-ciel lunaire. L'arc-en-ciel n'est pas toujours produit par la lumière du soleil , il l'est quelquefois par celle de la lune. Cette espèce d'arc-en-ciel ressemble beaucoup à l'arc-en-ciel solaire ; il en diffère cependant par l'intensité des couleurs , qui est plus foible dans celui qui dépend de la lune.

M. Marmaduke Tunstall a donné, dans les Transactions Philosophiques (1), un mémoire sur plusieurs iris lunaires, qui ont été très-remarquables par leur apparence distincte & par leur durée; l'iris lunaire, du 18 Octobre 1782, dura près de cinq heures.

La cause des iris lunaires est la même que celle des iris solaires: c'est toujours la réfraction & la décomposition des rayons de lumière; mais les couleurs sont plus foibles, comme nous l'avons dit.

On apperçoit encore, dans plusieurs occasions, dans des prairies, des iris terrestres qui sont également formées par la réfraction des rayons du soleil réfractés par des gouttes de rosée.

3°. Les halo ou couronnes paroissent assez souvent autour de la lune, quelquefois autour des étoiles, moins souvent autour du soleil. Dans les circonstances où on apperçoit des cercles lumineux plus ou moins colorés, leurs couleurs sont toujours foibles, si on compare leur ton à la vivacité de celles de l'arc-en-ciel. Quelquefois on voit la lune, au milieu des ombres de la nuit, environnée d'un grand cercle de lu-

(1) Transactions Philosophiques, tome LXXIII, année 1783.

miere , brillant de différentes couleurs , dont l'aspect est très-imposant. Tout le cercle (c'est-à-dire , toute l'aire circulaire , qui est inscrite dans l'anneau lumineux dont nous avons parlé) est alors coloré avec des nuances différentes. Ce météore paroît ordinairement dans des tems où le ciel , sans être nébuleux , est néanmoins couvert de vapeurs légères.

On remarque aussi autour des étoiles , de ces halo ou couronnes ; mais ils sont bien plus foiblement colorés que ceux de la lune , & d'un diametre incomparablement plus petit. Les circonstances des tems dans lesquels ils paroissent , sont les mêmes.

Il y a peu de couronnes autour du soleil ; car je ne mets pas au rang de ce météore ces apparences foibles de halo , qui ne sont pas bien caractérisées. Je ne parle ici que de ces anneaux circulaires , ou de ces aires également circulaires , qui sont assez brillantes & suffisamment colorées pour porter ce nom , & dont le soleil occupe le centre.

4°. Les parélies sont des apparences de soleil , nommés vulgairement faux soleils. Ces météores lumineux paroissent dans des tems où il y a des vapeurs rassemblées

dans l'atmosphère , de telle manière qu'elles semblent être autour de cet astre & occuper une grande aire circulaire foiblement colorée ; la circonférence qui circonscrit cette aire , a plus d'éclat que l'espace inscrit ; le soleil en occupe toujours le centre.

Sur l'espece de bande lumineuse annulaire , qui environne le cercle dont nous avons parlé , on aperçoit quelquefois , aux deux extrémités du diamètre horizontal , deux faux soleils , entre lesquels est le véritable soleil. Il est des circonstances où on remarque , dans ces parélies , des queues opposées au soleil.

J'ai eu occasion d'apercevoir plusieurs fois ce météore avec trois soleils seulement , & d'en considérer à loisir toutes les circonstances. Quelquefois on aperçoit un plus grand nombre de ces faux soleils , ainsi qu'il est prouvé par les observations de plusieurs physiciens.

Comme ce phénomène est curieux , rapportons ici une observation récente : un parélie des plus beaux parut à Pétersbourg , le 2 Mai 1785 , à midi , le ciel étant fort clair , & le thermometre de Réaumur à vingt-un degrés ; le soleil , quoique dans son plus grand éclat , parut environné d'un cercle lumineux

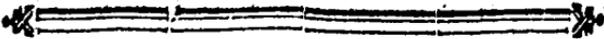
de moyenne grandeur : un second cercle ; d'un plus grand diamètre , coupoit le disque de cet astre ; & on voyoit sur la circonférence de ce cercle , cinq petits soleils , dont deux étoient placés très-près du véritable ; de sorte que le cercle qui traversoit son disque , passoit aussi sur celui de ces deux météores. Les trois autres étoient dans la partie inférieure du grand cercle , à peu de distance l'un de l'autre ; & celui du milieu , dans une ligne perpendiculaire au soleil. Dans cette même ligne , & près du centre du grand cercle , étoit placé un croissant très-brillant , les pointes tournées vers le bas. Ce phénomène dura jusqu'au coucher du soleil , après quoi il disparut peu à peu. On apperçut néanmoins encore des traces du cercle & des soleils collatéraux jusqu'à six heures du soir. Ce qui caractérise ce phénomène , c'est uniquement le croissant brillant dont il a été parlé ; mais nous avons rapporté la description entière , afin qu'on fût assuré , que ces phénomènes , vus autrefois dans toute leur splendeur , paroissent encore de nos jours avec toute leur magnificence.

5°. Dans les paraselenes , il y a apparence de plusieurs lunes. Ce météore ne diffère des précédens , que parce qu'on voit

plusieurs lunes au lieu de plusieurs soleils.

Les météores dont nous venons de parler dans ce chapitre, n'étant point renfermés dans l'objet que nous nous étions proposé de traiter, nous n'avons pas dû en parler au long; nous nous sommes contentés d'en donner une simple & courte notice, pour ceux qui n'en avoient aucune idée.

Fin du second & dernier Tome.



PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS, PAR LA GRACE DE DIEU, ROI DE FRANCE ET DE NAVARRE : A nos amés & feaux Conseillers, les Gens tenant nos Cours de Parlement, Maitres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conseil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans civils & autres nos Justiciers qu'il appartiendra, SALUT : notre bien amée la Société Royale des sciences de Montpellier, Nous a fait exposer qu'elle avoit besoin de nos Lettres de Privilege, pour la réimpression de ses ouvrages. A CES CAUSZS, voulant favorablement traiter notre dite Société, Nous lui avons permis & permettons par ces présentes, de faire réimprimer par tel Imprimeur qu'elle voudra choisir, tous les ouvrages qu'elle voudra faire imprimer en son nom, en tels volumes, format, marge, caractères, conjointement ou séparément, & autant de fois que bon lui semblera, & de les faire vendre & débiter par tout notre Royaume, pendant le tems de vingt années consécutives, à compter du jour de la date des présentes, sans toutes fois qu'à l'occasion des ouvrages ci-dessus spécifiés, il puisse en être réimprimés d'autres qui ne soient pas de notre dite Société. Faisons défenses à tous Imprimeurs, Libraires, & autres personnes, de quelque qualité & condition qu'elles soient, d'en introduire de réimpression étrangere dans aucun lieu de notre obéissance; comme aussi de réimprimer, ou faire réimprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire lesdits ouvrages, ni d'en faire aucuns extraits sous quelque prétexte que ce puisse être, sans la permission expresse & par écrit de ladite Société, ou de ceux qui auront droit d'elle, à peine de confiscation des exemplaires contre-faits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers à ladite Société, ou à ceux qui auront droit d'elle, à peine de tout dépens, dommages & intérêts; à la charge que ces présentes seront enregistrées tout au long sur le registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles : que la réimpression desdits ouvrages sera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en beau papier, beaux caractères, conformément aux réglemens de la Librairie; qu'avant de les exposer en vente, les manuscrits & imprimés qui auront servi de copie à la réimpression desdits ouvrages, seront remis en mains de notre très-

cher & féal garde des seaux de France, le fleur HUE DE MIROMENIL, & qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires de chacun dans notre Bibliothèque publique, & un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle de notredit très-cher & féal, fleur DE MIROMENIL, le tout à peine de nullité des Présentes; du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ladite Société, ou ses ayans cause, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des présentes, qui sera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin desdits Ouvrages, soit tenue pour dûment signifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conseillers-Secretaires, foi soit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent sur ce requis, de faire, pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & nécessaires, sans demander autre permission, & nonobstant clameur de haro, Chartre Normande, & Lettres à ce contraires: car tel est notre plaisir. Donnè à Versailles, le trente-unième jour d'Octobre, l'an de grace mil sept cent quatre-vingt-un, & de notre regne le huitième. Par le Roi, en son Conseil.

LEBEGUE,

Registré sur le registre XXI de la Chambre Royale & syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N^o 2531. folio 586. Conformément au dispositions énoncées dans le présent p. vilage & de à la charge de remettre à la chambre huit Exemplaires prescrits par l'art. CVIII du règlement. A Paris ce 12 Novem. 1781.

LECLERC, syndic

Collationné par nous Ecuyer, Conseiller-Secretaire du Roi, maison Couronne de France & de ses finances, Contrôleur en la Chancellerie, près la cour des Comptes, Aides & Finances de Montpellier.

SOEFVE.

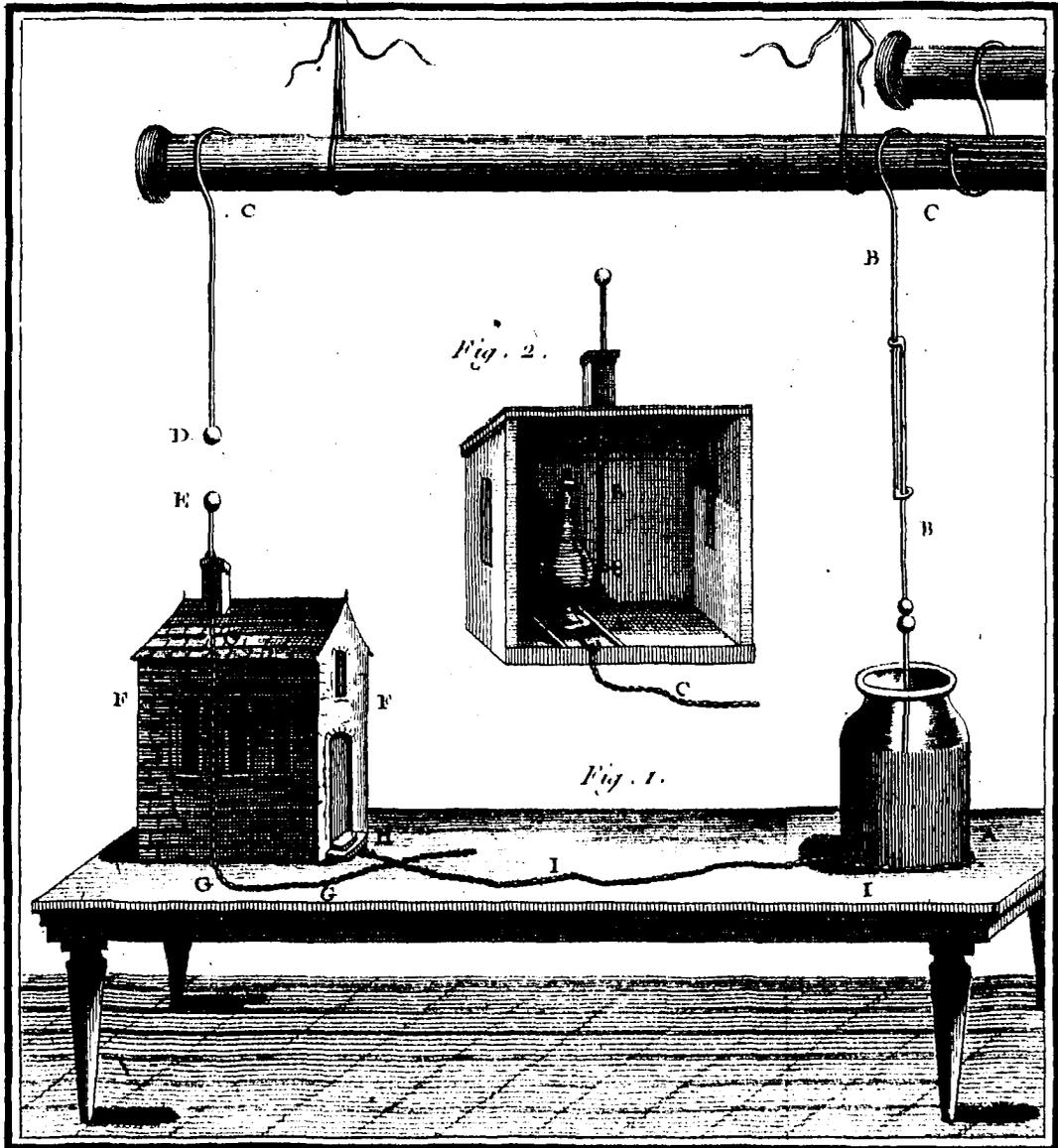
EXTRAIT DES REGISTRES
DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DES SCIENCES.

du 25 Mai 1785.

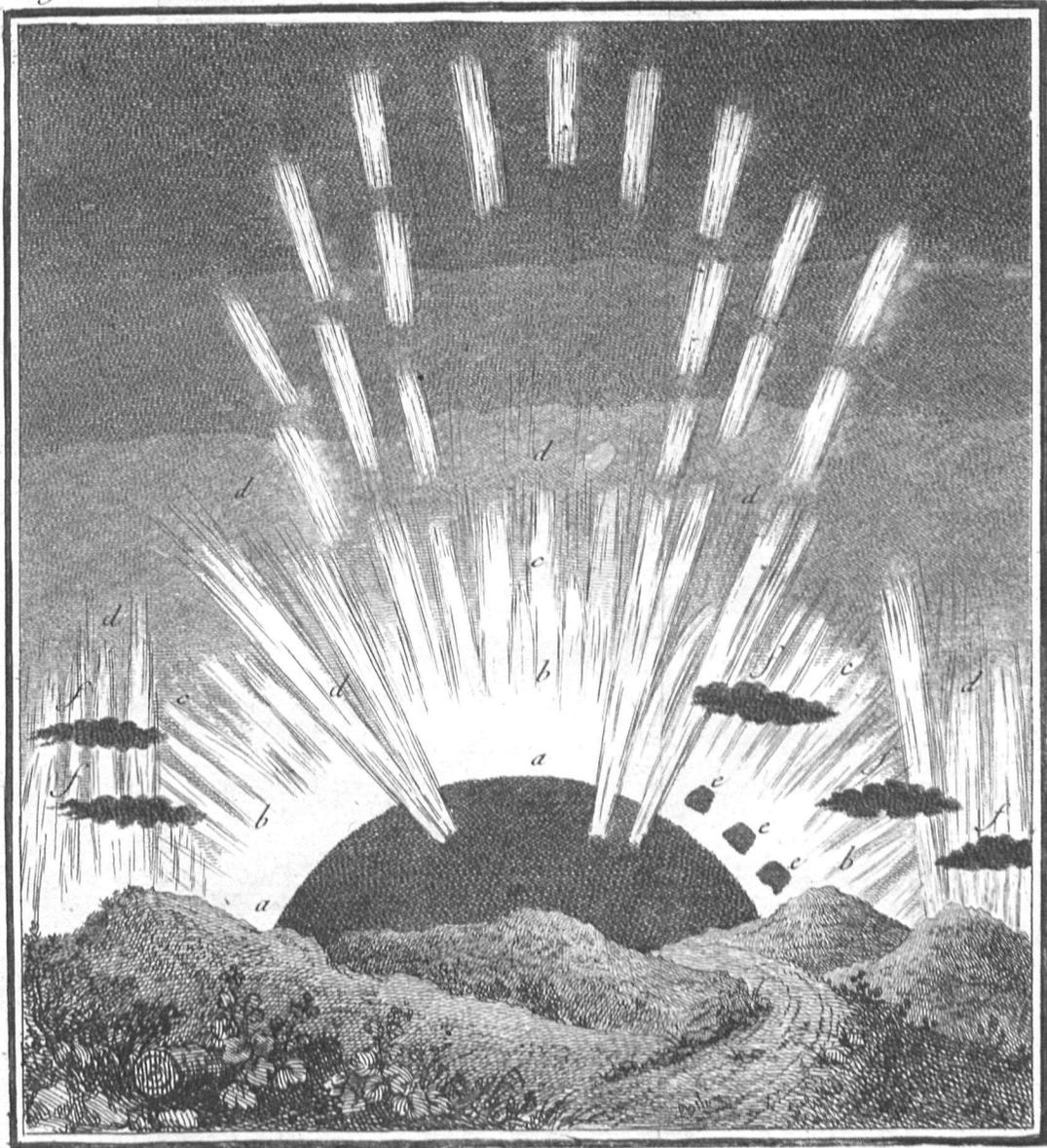
Mr. l'abbé Bertholon desirant de publier un ouvrage de sa composition, intitulé: de l'*Electricité des Météores* qui dépendent de l'Electricité; tels que, le tonnerre, les tremblemens de terre, les aurores boréales, les pluies d'orage, &c. la Compagnie qui connoissoit déjà cet ouvrage, lu dans plusieurs de ses séances publiques & particulières, & qui l'avoit jugé extrêmement utile & intéressant, a consenti qu'il fût imprimé sous son privilège: en foi de quoi j'ai signé le présent certificat.
A Montpellier ce 25 Mai 1785.

DE RATTE.

Secrétaire perpétuel de la Société Royale des Sciences.







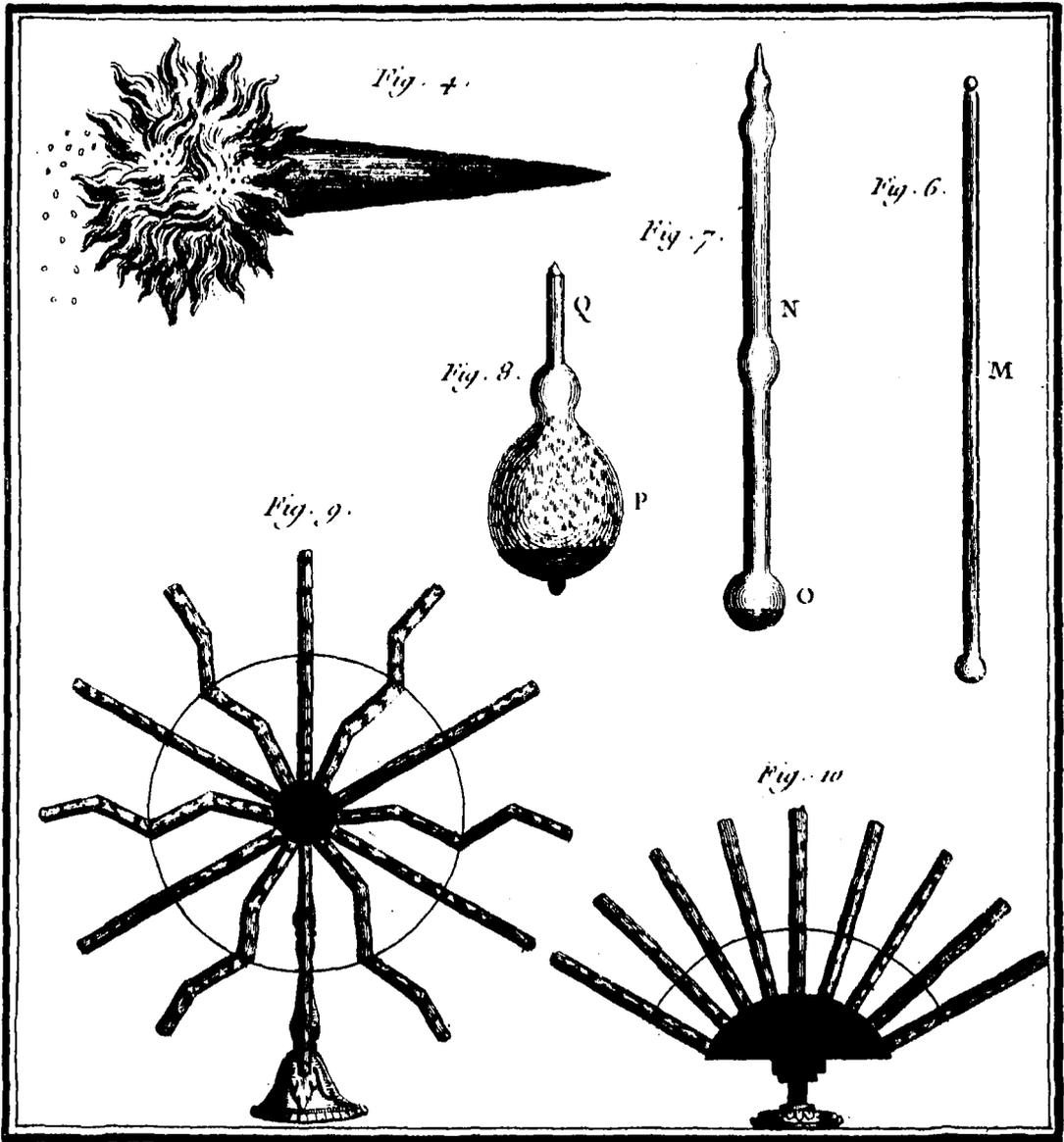


Fig. 15



16.



17.



18.



19.



20.



21.



22.



23.



Fig. 12

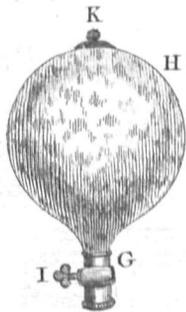


Fig. 14.

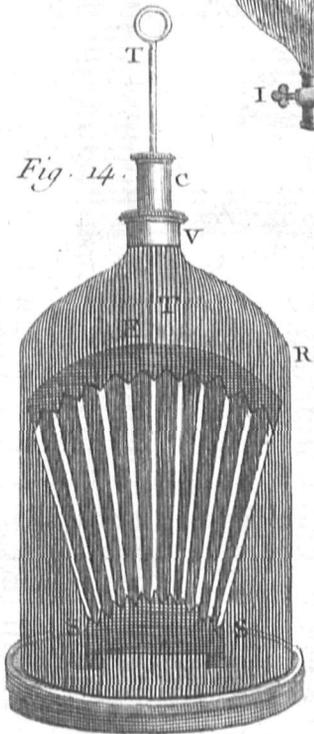


Fig. 13



Fig. 11.



