Précis historique et expérimental des phénomènes électriques. Depuis l'origine de cette découverte jusqu'à ce jour / par M. Sigaud de la Fond.

Contributors

Sigaud de La Fond, M. (Joseph Aignan), 1730-1810.

Publication/Creation

A Paris : Rue et Hotel Serpente, 1785.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/fmad92cm

License and attribution

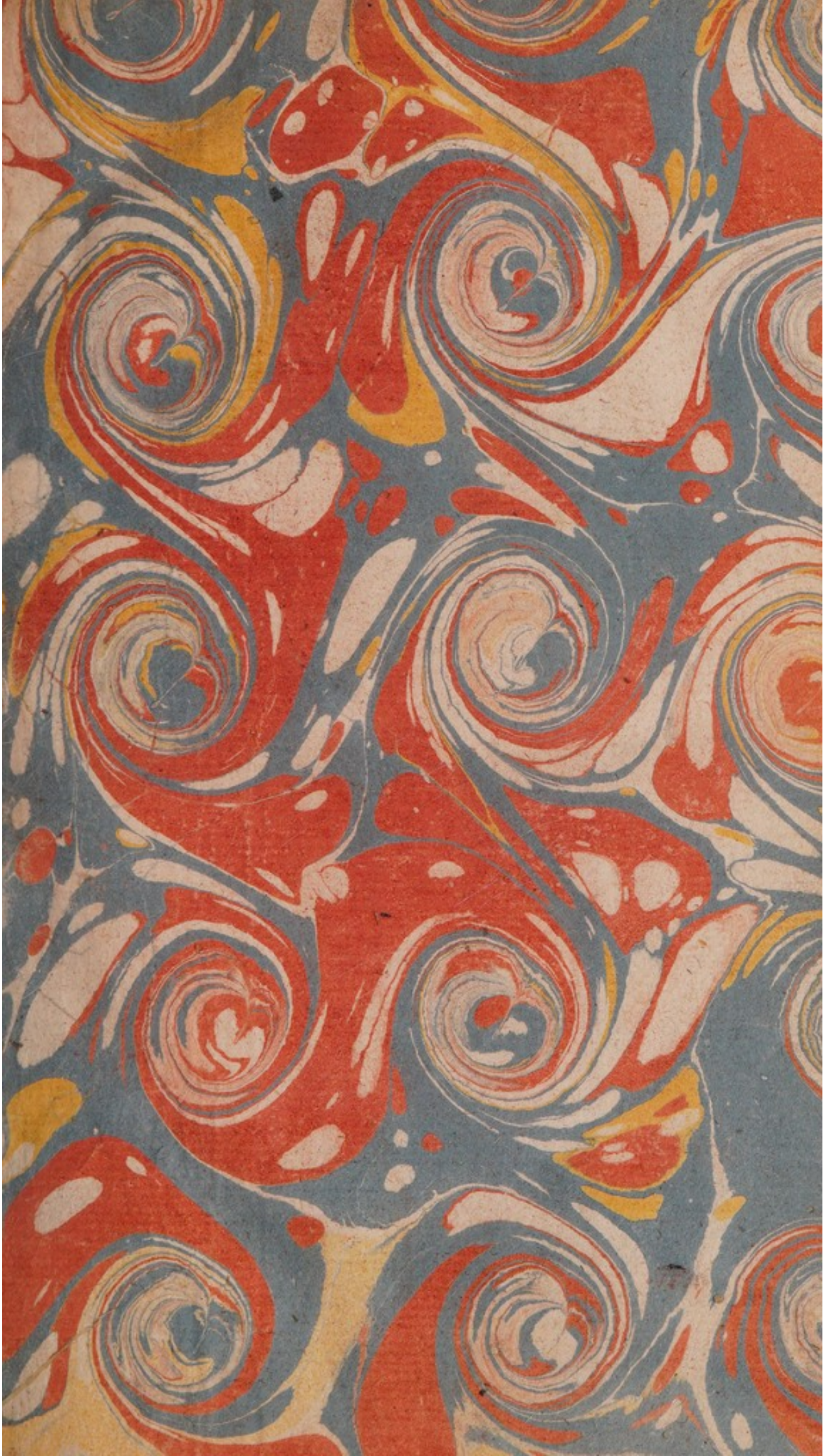
This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.

wellcome collection

Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
https://wellcomecollection.org





48238/B

10 pl.

110

PRÉCIS
HISTORIQUE
ET EXPÉRIMENTAL
DES
PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES.

AVERTISSEMENT.

Les Amateurs qui déſireront ſe procurer des Appareils ſemblables à ceux que je décris dans cet Ouvrage, pourront s'adreſſer à M. *Rouland*, Démonſtrateur de Phyſique en l'Univerſité; il leur donnera même des Leçons particulières ſur la manière de les préparer & de faire les Expériences, dans ſon Cabinet de Phyſique, rue S. Jacques, près S. Yves, maiſon de l'Univerſité.

55151

PRÉCIS
HISTORIQUE
ET EXPÉRIMENTAL
DES
PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES,

DEPUIS L'ORIGINE DE CETTE DÉCOUVERTE JUSQU'A CE JOUR ;

Par M. SIGAUD DE LA FOND, Professeur de Physique expérimentale, Membre de la Société Royale des Sciences de Montpellier ; des Académies d'Angers, de Bavière, de Valladolid, de Florence, de Saint-Pétersbourg.

SECONDE ÉDITION,
Revue & augmentée.

1 vol. in-8°. avec Figures, broché 6 liv.

A PARIS,
RUE ET HOTEL SERPENTE.

M. DCC. LXXXV.
Avec Approbation, & Privilége du Roi.

BIBLIOTHECA MEDICA LIBRARY

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

PRÉFACE.

SI on juge de l'importance d'une Science par la multitude des Savans & des Amateurs qui la cultivent, on en trouvera peu en Physique qui soit aussi recommandable que celle qui fait l'objet de cet Ouvrage.

Depuis 1771, époque à laquelle je publiai la description des nouvelles machines dont nous faisons usage, il est peu d'Amateurs qui ne s'en soient procuré de semblables, à en juger, & par le nombre de celles que j'ai fait faire, & par un nombre encore plus grand qui s'est répandu jusques dans les Provinces les plus éloignées. Il n'est donc aucune partie de la Physique qui soit plus cultivée que l'électricité, & conséquemment aucune partie dont les découvertes doivent intéresser davantage les Physiciens & les Amateurs. Nous avons donc cru bien mériter des uns & des autres en rassemblant dans un seul corps d'Ouvrage toutes les recherches faites en ce

genre depuis l'origine juſqu'à ce jour, & en préſentant à nos Lecteurs la marche de l'eſprit humain dans ce genre de travail.

Nous ne nous ſommes point aſtreints à ſuivre l'ordre chronologique des découvertes, ou à les préſenter ſuivant l'ordre des tems qui les virent naître. Cette méthode, toute exacte qu'elle paroiſſe, ne peut être facilement ſaiſie de ceux qui ne connoiſſent point encore les objets qu'on leur préſente. Il n'en eſt pas de l'Hiſtoire des Sciences comme de l'Hiſtoire en général. Les découvertes ne s'enchaînent pas comme les faits, & le haſard qui les produit ne les préſente pas toujours à la portée de tout le monde. Nous avons donc cru rendre notre Ouvrage plus facile à lire, & plus inſtructif en même tems, en le diſtribuant par ordre des matières, & en préſentant en raccourci, dans chaque Article, la chaîne des découvertes qu'il renferme. Ainſi, ce ne ſera point l'Hiſtoire qui nous guidera dans l'expoſition des faits & des phénomènes électriques ; mais ces faits

eux-mêmes, ces phénomènes, qui amèneront l'hiſtoire de nos travaux. On verra dans chaque Article l'époque de la découverte dont il ſera queſtion, la marche de l'eſprit humain dans cette recherche, & ſouvent ce qu'il reſte encore à faire pour nous ſatisfaire complètement ſur cet objet.

Nous avons diſtribué cet Ouvrage en cinq Sections principales. Nous avons renfermé dans la première tout ce qui concerne nos progrès en électricité, & expoſé ſon origine juſqu'à l'époque de l'expérience de Leyde.

En traitant dans le premier Article des corps ſuſceptibles de contracter la vertu électrique, nous avons obſervé que la diſtribution de ces corps en deux claſſes générales, en *idio-électriques* & en *an électriques*, quoiqu'univerſellement reçue des Phyſiciens électriſans, n'eſt point exacte, en ce qu'il n'y a aucun corps qui ne ſoit réellement ſuſceptible de contracter la vertu électrique par voie de frottement; mais nous avons conſervé malgré cela cette

distribution, & pour ne nous point écarter des idées les plus suivies, & en même tems parce qu'on peut effectivement conserver encore cette division lorsqu'il n'est question que d'*électricité positive*, puisque les corps qu'on appelle *an-électriques* ne s'électrisent point *positivement*, mais *négativement* par voie de frottement.

Nous avons rassemblé dans le second Article tout ce qui nous a paru important de connoître pour nous mettre au fait des différens appareils électriques dont on a fait usage jusqu'à présent, & nous faire saisir en même tems les différens degrés de perfection qu'ils n'ont acquis que successivement.

J'ai fait un Article à part des *conducteurs*, non qu'il faille les séparer des appareils dont ils font partie, mais parce que j'ai voulu fixer sur eux l'attention du Lecteur, en lui faisant part des nouvelles recherches de M. *Volta* à ce sujet.

L'Article suivant renferme la suite historique des premiers phénomènes électriques, jusqu'à l'époque de l'expérience

de Leyde. En parlant de la propagation de la matière électrique, on verra que je n'ai pas craint d'avouer l'erreur où j'étois auparavant ſur la manière ſelon laquelle cette propagation s'opéroit; j'ai cru devoir ce témoignage à la vérité, & je me ferai toujours honneur d'abandonner mon opinion lorſque je ſerai perſuadé qu'elle eſt erronée.

La ſeconde Section ſe borne à l'expoſition de l'expérience de Leyde & de la théorie de M. *Franklin*. J'ai travaillé ce dernier Article avec d'autant plus de complaiſance, que cette ſublime théorie a éprouvé bien des contradictions, & de la part de ceux qui étoient faits pour la produire, & de la part du plus grand nombre qui la décréditoient ſans l'entendre. J'avouerai de bonne-foi qu'elle ſe préſente au premier aſpect ſous une forme paradoxale; qu'elle peut révolter en ce moment l'eſprit du Lecteur; car il ne s'y agit pas moins que de prouver *qu'une bouteille fortement chargée d'électricité, & propre à faire éprouver la commotion la plus violente,*

ne contient pas pour cela une plus grande doſe d'électricité que celle qu'elle contenoit avant d'être électriſée : mais ſi le Lecteur veut ſuſpendre ſon jugement, ſuivre avec attention le développement de cette propoſition, les preuves ſur leſquelles ce fait important eſt appuyé, les nouvelles expériences que j'ai ajoutées à celles dont l'Auteur, M. *Franklin*, s'étoit ſervi pour confirmer ſon opinion, j'oſe aſſurer qu'il n'y a aucun fait en électricité qui lui paroiſſe auſſi certain & auſſi bien démontré ; & il trouvera dans cet Article la démonſtration la plus complette de l'*électricité poſitive* & de l'*électricité négative*, qui fait la baſe de toute la théorie du Docteur *Franklin.*

J'ai compris dans la troiſième Section l'analogie de la matière électrique avec la matière du tonnerre & avec le magnétiſme. La première de ces analogies eſt une découverte des plus curieuſes & des plus intéreſſantes en fait d'électricité, dont la gloire appartient encore au Docteur *Franklin*, & dont les ſuites lui aſſurent les titres les mieux fondés à la reconnoiſſance publique ; puiſque cette

découverte l'a conduit à nous procurer les moyens les plus certains de nous garantir des funeſtes effets de la foudre. C'eſt encore ici que les Adverſaires de M. *Franklin* ſe ſont élevés contre lui, & ont fait d'inutiles efforts pour déprécier ſon travail; mais l'expérience, plus ſûre que les raiſonnemens les plus captieux & les plus ſéduiſans, eſt venue à ſon ſecours, & a juſtifié complétement ſa théorie. Nous invitons le Lecteur à lire avec attention l'Article troiſième de cette Section, dans lequel nous traitons des moyens de détourner la foudre. Si nous devons à ce ſujet, à M. *Franklin*, la reconnoiſſance la mieux acquiſe, nous ne ſommes pas moins redevables au zèle & aux connoiſſances de ceux qui ſe ſont appliqués à perfectionner ce moyen, & particulièrement à M. *Barbier de Tinan*, Commiſſaire des Guerres à Strasbourg, qui nous a donné, à la ſuite de l'excellent Ouvrage de l'Abbé *Toaldo* qu'il a traduit, des Obſervations on ne peut plus lumineuſes & ſatisfaiſantes à ce ſujet.

La quatrième Section renferme différentes applications qu'on peut faire avantageuſement du fluide électrique. On verra dans le premier Article ſon application à l'économie animale ; un précis hiſtorique des travaux les plus certains des Phyſiciens en ce genre ; quelques obſervations importantes ſur cette pratique, & la manière de faire éprouver & de borner la commotion électrique à telle partie du corps qu'on voudra commouvoir. J'ai déjà publié ce moyen en 1771, dans une Lettre imprimée que j'adreſſai alors à M. *de Cauſan*, ancien Intendant de Minorque, & mon Correſpondant à l'Académie de Montpellier. On verra qu'il eſt fondé ſur la théorie de M. *Franklin* concernant la bouteille de Leyde. Les Articles ſuivans comprennent les applications de l'électricité à la végétation & à certaines opérations chymiques ; c'eſt ici que les obſervations ne ſont point auſſi nombreuſes que nous le deſirerions, & qu'on ne peut trop exhorter les Phyſiciens & les Amateurs à ſe livrer à ce genre de travail.

La cinquième & dernière Section eſt une eſpèce de ſupplément aux précédentes. Nous y avons raſſemblé nombre de phénomènes particuliers, tous dignes de l'attention du Phyſicien, & la plupart propres à exciter ſa curioſité. Nous avons parlé dans le premier Article de l'électricité dans le vuide ; dans le ſecond, de la vertu électrique de certains poiſſons, tels que la torpille, l'anguille de Surinam, & nous y avons fait voir que l'électricité de ces ſortes d'animaux avoit l'analogie la plus caractériſée avec la bouteille de Leyde ; dans le troiſième, de la vertu électrique de la tourmaline ; dans le quatrième, de l'*électrophore*, nouvelle découverte de ce ſiècle, qui nous prouve qu'il y a certains corps qui conſervent plus opiniâtrément que d'autres la vertu électrique qu'on excite en eux. Nous nous ſommes un peu étendus ſur cet Article, non parce qu'il eſt nouveau, mais parce qu'il préſente des phénomènes électriques bien ſinguliers, & qui confirment, comme l'a très-bien démontré M. *Ingen-Houſz*, la théorie de

Franklin. On verra après l'expoſition des principes que cet ingénieux Phyſicien établit, que l'*électrophore* peut être regardé comme une véritable *bouteille de Leyde*, dont l'armure peut s'enlever. Le dernier Article eſt entièrement conſacré à des expériences de pur agrément. Nous y parlons de deux eſpèces de *machines électriques de poche*, en ce qu'on peut facilement les porter dans ſa poche. L'une fut inventée par le Docteur *Canton*, l'autre nous eſt parvenue par M. *Ingen-Houſz*, & cette dernière a cet avantage ſur celle de M. *Canton*, qu'elle produit des effets bien plus conſidérables, & qu'elle eſt ſuſceptible d'être perfectionnée au point de pouvoir faire des expériences électriques de tout genre. Cet Article comprend encore quelques expériences particulières de la commotion électrique, dont les applications auront de quoi ſatisfaire la curioſité du Lecteur.

Nous ne nous étendrons point ſur les changemens, & les additions que nous avons cru devoir faire à cet Ouvrage. Ceux qui auront lu la première Edition, jugeront

de leur importance, & nous approuveront ſans doute d'avoir développé d'une manière plus ſatisfaiſante, dans la première Section, les propriétés des corps *an-électriques* ; d'avoir décrit dans la deuxième la machine électrique négative à taffetas, imaginée par M. *de Walckiers*, avec les changemens que M. *Rouland* y a faits ; & de nous être plus étendus, dans la troiſième Section, ſur les *foudres aſcendantes*, qui contrarient l'opinion commune ſur ces ſortes de phénomènes, beaucoup plus fréquens qu'on n'oſeroit l'imaginer. Nous avons cru, en parlant des moyens de ſe garantir des funeſtes effets de la foudre, devoir fixer l'attention publique ſur une pratique auſſi pernicieuſe, qu'elle n'eſt que trop commune, ſur le ſon des cloches dans les orages, moyen qui pourroit quelquefois être utile, s'il étoit dirigé par des gens inſtruits qui ſauroient ſaiſir les circonſtances dans leſquelles on pourroit l'employer, & qui devient preſque toujours fatal par l'ignorance de ceux auquel on en abandonne l'uſage.

En parlant dans la quatrième Section de l'application de l'électricité à l'économie animale, nous n'avons point passé sous silence l'entreprise hardie de M. *le Dru*. Nous avons parlé de sa méthode d'électriser ceux qui se confient à ses soins. Sans blâmer une méthode que le succès semble accréditer entre ses heureuses mains, nous avons cru devoir prévenir nos Lecteurs des dangers dont elle pourroit être suivie entre les mains de gens qui ne connoîtroient pas bien la manipulation de son Auteur. Nous avons aussi parlé des travaux de M. *Achard*, célèbre Chimiste de Berlin, sur la substitution de l'électricité à l'incubation des œufs. Telles sont, en peu de mots, les principales additions faites à cet Ouvrage. Nous laissons au Lecteur à apprécier la valeur des changemens & corrections que nous avons jugé à propos de faire à plusieurs Articles.

PRÉCIS

FAUTES

Qu'il eſt abſolument néceſſaire de corriger avant de lire cet Ouvrage.

PAGE 12, *ligne* 24, ſtricte, *liſez* ſtrict.

Page 48, *ligne* 25, d'une plus grand, *liſez* d'un plus grand.

Page 52, *ligne* 5, qui fait la traverſe, *liſez* qui la traverſe.

Page 54, *ligne* 5, ils ſont arrêtés, *liſez* elles ſont arrêtées.

Page 58, *ligne* 4, poſé où ſoutenu, *liſez* ſoutenu.

Page 66, *ligne* 20, déciſive, *liſez* déciſives.

Page 71, *ligne* 4, pieds, *liſez* lignes.

Page 83, *ligne* 7, les unes, *liſez* les uns.

Page 96, *ligne* 27, mouvoit, *liſez* mouvoir.

Page 99, *ligne* 17, planète, *liſez* platine.

Page 130, *ligne* 24, l'intérieure, *liſez* l'intérieur.

Page 151, *ligne* 13, de faire, *liſez* à faire.

Page 159, *ligne* 26, de le, *liſez* de la.

Page 169, *ligne* 12, pour diſperſer, *liſez* pour la diſperſer.

Page 226, *ligne* 19, de ces, *liſez* de ſes.

Page 229, *ligne* 11 & 12, & de la ſenſibilité ou de l'irritation, *liſez* & à la ſenſibilité ou à l'irritation.

Page 243, *ligne* 15, l'extérieure, *liſez* l'extérieur.

Page 243, *ligne* 18, l'extérieure, *liſez* l'extérieur.

Page 273, *ligne* 18, en angles, *liſez* à angles.

Page 285, *ligne* 14, qui eſt ſurchargée, *liſez* qui eſt dépouillée.

Page 292, *ligne* 3, auſſi, *liſez* ici.

Page 293, *ligne* 23, ſur elle, *liſez* ſur elles.

Page 305, *ligne* 13, précédemment, *liſez* prudemment.

Page 309, *ligne* 1, exact, *liſez* exacte.

Page 341, *ligne* 5, étoit entrée, *liſez* étoit entré.

Page 343, *ligne* 15, lui ait, *liſez* lui eut.

Ibidem, *ligne derniere*, de deſſous, *liſez* de deſſus.

Page 371, *ligne* 24, le Journal de Septembre, *liſez* le Journal de Phyſique pour le mois de Septembre.

Page 371, *ligne* 25, qui a recueilli, *lisez* dans lequel il a recueilli.

Page 374, *ligne* 8, & demi, *lisez* & demie.

Page 376, *ligne* 9, de la la, *lisez* de la.

Page 393, *ligne* 1, ces, ces deux, *lisez* ces deux.

Page 412, ligne 11, elle passera, *lisez* il passera.

Ibidem, *ligne* 12, elle éclatera, *lisez* il éclatera.

Ibidem, *ligne* 17, elle allumera, *lisez* il allumera.

Page 430, *ligne* 22, & lente de sa charge, *lisez* & lente décharge.

Page 436, *ligne* 16, six pointes, *lisez* cinq pointes.

Page 437, *ligne* 5, qant, *lisez* quant.

Page 484, *ligne* 27, il y a cinq à six ans, *ajoutez*, à compter de l'époque de la première édition de cet Ouvrage en 1781.

Page 494, *ligne* 11, elle, *lisez* il.

Page 499, *ligne* 25, a plus, *lisez* la plus.

Page 548, *ligne* 9, $\frac{1}{}$, *lisez* $\frac{1}{2}$.

Ibidem, *ligne* 10, 1 $_2$, *lisez* $\frac{1}{2}$.

Ibidem, *ligne* 15, 1 1, *lisez* 1

Ibidem, *ligne* 17, 3 $\frac{}{4}$, *lisez* 3 $\frac{1}{4}$.

Page 550, *ligne* 24, des Phyſiciens, *liſez* du Phyſicien.

Page 562, *ligne* 28, celle-ci, *liſez* celui-ci.

Page 581, *à la marge*, corps conducteurs, *liſez* corps non-conducteurs.

Page 586, *ligne* 14, plus petit, *liſez* plus petite.

Page 587, *ligne* 1, & a eu, *liſez* & il y a eu.

Page 592, *ligne* 1, machines à feu, *liſez* machines.

Page 601, *ligne* 22, a boule, *liſez* la boule.



PRÉCIS

HISTORIQUE

ET EXPÉRIMENTAL

DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES.

MOINS attachés à la nomenclature des faits, qu'à préſenter avec ordre les phénomènes électriques, nous ne ſuivrons l'hiſtoire de leurs découvertes qu'autant que cette méthode nous paroîtra commode pour faire connoître les progrès de l'eſprit humain dans une matière auſſi importante & auſſi digne de l'attention du Phyſicien.

Malgré les recherches les plus ſuivies, malgré les travaux de pluſieurs célèbres Phyſiciens, qui ſe ſont particulièrement occupés de cet objet, il faut convenir que les phénomènes électriques ſont encore trop iſolés, & n'ont point une liaiſon aſſez intime entr'eux pour qu'on puiſſe les unir en un véritable corps de doctrine, & établir un ſyſtême général. On ne peut les raſſembler que

par classes, les multiplier, suivre leurs analogies, en déduire des conséquences, & en faire des applications plus ou moins utiles, plus ou moins agréables ; & c'est le but que nous nous proposons dans cet Ouvrage.

Division de cet Ouvrage.

Pour mettre tout l'ordre qu'on peut désirer dans une matière aussi diffuse, nous le diviserons en cinq Sections principales : chacune renfermera certains faits mémorables dignes de faire époque dans l'Histoire de l'Electricité.

La première Section remontera jusqu'à l'origine de cette découverte. Nous y donnerons une idée générale de l'électricité, & nous y comprendrons les travaux des Physiciens jusqu'à l'époque fameuse de l'expérience de Leyde.

La seconde exposera le développement de cette expérience, & la théorie sublime du Docteur *Francklin*.

La troisième renfermera tout ce qui concerne l'analogie de la matière électrique avec la matière de la foudre & le magnétisme.

La quatrième traitera des différentes applications du fluide électrique.

La cinquième formera une espèce de supplément, dans lequel nous traiterons de différens phénomènes, de nouvelles découvertes, de quelques méthodes récentes, que nous croyons devoir séparer du corps de l'Ouvrage.

SECTION PREMIÈRE.

De l'origine & des progrès de l'Electricité juſqu'à l'époque de l'expérience de Leyde.

CETTE époque n'eſt pas riche en faits, mais elle n'en eſt pas moins intéreſſante. Nous y traiterons de la vertu électrique, de la manière de l'exciter dans les corps, des moyens qu'on peut employer favorablement pour augmenter ſon intenſité, & des premiers phénomènes électriques. Ce ne fut, à la vérité, qu'avec le tems, & à la ſuite de bien d'autres recherches, qu'on parvint à découvrir les moyens d'augmenter cette vertu : mais nous avons cru devoir les renfermer dans cette Section, pour éviter de revenir ſur nos pas, & en même-tems pour rendre plus facile l'intelligence des expériences dont il y ſera queſtion. Nous la diviſerons donc en quatre Articles.

Diviſion de cette Section.

Le premier traitera de la vertu électrique & des corps ſuſceptibles de cette vertu.

Le ſecond, des appareils électriques.

Le troiſième, des conducteurs.

Le quatrième, des premiers phénomènes électriques juſqu'à l'époque de l'expérience de Leyde.

ARTICLE PREMIER.

De la vertu électrique & des corps ſuſceptibles d'électricité.

Idée générale de l'électricité.

L'ÉLECTRICITÉ eſt un fluide univerſellement répandu dans les corps. Egalement diſtribué entr'eux, il y demeure dans une eſpèce d'inertie, qui l'empêche de manifeſter ſa préſence. Mais ſi, par un procédé quelconque, on vient à rompre cet équilibre, à accumuler ſur un corps une quantité ſurabondante de ce fluide, ou à enlever à un corps une portion de ſa quantité naturelle d'électricité, alors la vertu électrique ſe décèle & ſe manifeſte par une multitude d'effets différens, tous dignes de l'attention du Phyſicien.

Moyen d'exciter la vertu électrique.

Le frottement eſt, de tous les moyens connus juſqu'à préſent, le plus propre à rompre cet équilibre, à accumuler ſur un corps une nouvelle doſe d'électricité, ou à enlever à un corps une portion de ſon électricité naturelle. L'action du ſoleil ſuffit quelquefois pour produire le premier de ces deux effets. Un fluide qui ne mouille point, tel que le mercure, produit la même choſe, en le verſant dans un vaiſſeau de verre bien net & bien ſec, dont on le retire enſuite, ſans toucher à la partie frottée du vaiſſeau, pour le renverſer

dans un autre. Un vent ſec, dirigé ſur la ſurface de certains corps, leur communique également la même vertu. Mais tous ces moyens ſont moins puiſſans, & produiſent des effets bien moins ſenſibles que ceux qui naiſſent d'un frottement convenable.

Origine de cette découverte.

Preſque toutes les connoiſſances humaines ſont obſcures dans leur principe, & ne laiſſent point preſſentir alors toute l'importance qu'on pourroit y attacher. Il en fut ainſi de la vertu électrique; elle ne ſe manifeſta d'abord, & elle ne fut longtems connue que par de ſimples attractions.

Thalès, qui vivoit ſix cens ans avant l'ère chrétienne, connoiſſoit ce phénomène dans l'*ambre jaune*, autrement dit le *ſuccin* ou le *karabé*. Il fut même ſi émerveillé de lui voir attirer des corps légers, après qu'il avoit été convenablement frotté, qu'il imagina que cette ſubſtance étoit animée. Mais cette erreur étoit trop groſſière pour ſe perpétuer; & nous ne connoiſſons aucun Philoſophe de l'Antiquité qui y ſoit tombé. *Théophraſte*, qui vivoit trois cens ans après *Thalès*, parle de ce même phénomène avec le plus grand étonnement, & remarque que cette vertu attractive n'appartient point excluſivement à l'ambre jaune; qu'elle ſe décèle également dans le *lyncurium*, qu'on ſoupçonne être la *tourmaline*, dont nous parlerons vers la fin de cet Ouvrage. Cette ſubſtance, dit-il

dans ſon *Traité des Pierres*, a également la propriété d'attirer non-ſeulement des pailles & de petits morceaux de bois, mais encore des fragmens de mine de fer ou de cuivre, lorſqu'elle eſt convenablement frottée. *Pline*, *Strabon*, *Dioſcoride*, *Plutarque*, & pluſieurs autres anciens Philoſophes, parlent de ce phénomène qu'on avoit encore découvert de leur tems dans le *jayet*; mais comme il le fut primitivement dans l'ambre jaune, que les Grecs nommoient *électron*, les Latins déſignèrent cette propriété ſous le nom d'*electrum*, & les François ſous celui d'*électricité*. D'où l'on voit que ce mot, originairement inſtitué pour déſigner une ſubſtance, ſignifie chez nous une propriété non-ſeulement de cette ſubſtance, mais encore de toutes celles qui paroiſſent douées de cette vertu; & on comprend en général ſous le nom d'*électricité*, tous les phénomènes dépendans de cette propriété.

Travaux de *Gilbert.*

Quoique l'époque de cette découverte remonte à ſix cents ans, & au-delà de l'ère chrétienne, ce ne fut cependant que vers la fin du dernier ſiècle que les Phyſiciens s'en occupèrent particulièrement; mais leurs travaux ſe bornèrent à la recherche de différentes ſubſtances douées de cette même vertu. On dut aux ſoins & à l'induſtrie de *Guillaume Gilbert*, Médecin Anglois, les premières découvertes en ce genre. Elles ſont

consignées dans un Traité latin qu'il publia sur l'aimant. On y lit que le diamant, le saphir, l'améthyste, l'opale, la pierre de Bristol, l'aigue-marine, le crystal, acquièrent également, par le frottement, la propriété d'attirer des corps légers. On y lit encore que le verre, sur-tout celui qui est clair & transparent, jouit de la même vertu; & qu'il en est de même de toutes les matières vitrifiées, telles que le verre d'antimoine. Ce célèbre Physicien reconnut aussi cette propriété dans plusieurs substances spatheuses, dans les bélemnites: il la reconnut dans le soufre, le mastic, la gomme laque teinte de différentes couleurs, dans la résine solide, le sel gemme, le talc, l'alun de roche. La résine, ajoute-t-il, ne possède cette vertu que dans un petit degré, & le sel gemme, le talc & l'alun de roche n'en paroissent doués que lorsque l'atmosphère est très-pure, très-claire, & exempte d'humidité.

Elle lui parut donc plus forte dans certains corps que dans d'autres, & même très-foible dans quelques-uns. Ce fut aussi pour la découvrir plus facilement dans ces derniers, qu'il imagina le procédé suivant; & il est on ne peut plus simple & plus ingénieux.

Il prit une aiguille de l'espèce de celles dont on se sert pour les boussoles, & il la posa sur un pivot. Son poids étant alors soutenu, elle étoit

Moyen qu'il imagina pour découvrir la vertu électrique dans certains corps.

beaucoup plus mobile que tout corps léger appuyé ſur une table ou ſur un plan quelconque. De là, pour peu que le corps frotté fût doué de vertu électrique, elle devenoit néceſſairement ſenſible, & mettoit en mouvement l'aiguille, auprès de laquelle on l'approchoit. Ce fut par ce moyen qu'il découvrit cette propriété dans pluſieurs corps dont il fait mention, & dont le dénombrement deviendroit inutile.

Travaux de l'Académie *del Cimento.*

Les ſuccès de *Gilbert* excitèrent l'attention des Phyſiciens ſur ce phénomène, qui devenoit d'autant plus intéreſſant, qu'il ſe généraliſoit davantage. Les Membres de la célèbre Académie de Florence, connue ſous le nom *del Cimento*, furent les premiers qui ſe livrèrent à cette recherche, tandis que *Boyle* s'en occupoit en Angleterre. Ils augmentèrent le catalogue que *Gilbert* avoit dreſſé. On lira avec plaiſir le détail de leurs travaux dans un excellent Ouvrage qu'ils nous ont laiſſé, & que le célèbre *Muſſenbroeck* a commenté, ſous le titre de *Tentamina Florentina.*

Travaux des Phyſiciens depuis le commencement de ce ſiècle.

Si les Savans du dernier ſiècle reſtèrent fort éloignés du but auquel ils pouvoient atteindre aſſez facilement, ceux du dix-huitième ſiècle furent beaucoup plus loin, & crurent, dès 1730, avoir découvert tous les corps ſuſceptibles de contracter la vertu électrique par voie de frottement. Ils nous apprirent que preſque tous les

corps, à l'exception d'un très-petit nombre, étoient ſuſceptibles de cette propriété; que toutes les pierres précieuſes tranſparentes, demi-tranſparentes ou opaques; que pluſieurs pierres communes, telles que les bélemnites; que tous les cryſtaux; que toutes les réſines terreſtres pures ou mêlées avec des terres, comme le bitume de Judée, le ſoufre, l'arſénic rouge; que les ſels, tels que l'alun, le ſel gemme; que les verres de toute eſpèce, colorés ou non colorés, & même ceux qui ſont chargés de métaux, comme le verre d'antimoine, les porcelaines; que quantité de végétaux deſſéchés, tels que l'encens, le maſtic, la réſine du bois de gayac, la poix, le ſucre cryſtalliſé, &c; que quantité de parties animales, telles que les plumes, les poils, les cornes, les os, l'ivoire, la baleine, le parchemin, le poiſſon à coquille, la ſoie, la cire, &c. étoient tous électriſables par frottement. Ils n'exceptèrent que quelques animaux dont le corps n'eſt point couvert de plumes ou de poils; les métaux, les demi-métaux, & quelques pierres, telles que l'albâtre, la pierre de Lydie, le caillou, &c.: de ſorte qu'ils rangèrent ſous deux claſſes tous les corps qui ſont partie des trois règnes de la Nature, en les conſidérant relativement à l'électricité. Ils nommèrent *idio-électriques* ceux de la première claſſe, ceux qui contractent la vertu électrique par le moyen du frottement; & ils appelèrent *an-*

électriques ceux de la ſeconde claſſe, ceux qui ne paroiſſent point contracter cette même vertu par ce procédé.

On ne peut trop leur ſavoir gré des travaux immenſes qui les ont conduits à ce but, à travers les dégoûts d'une multitude d'expériences minutieuſes, & on ne peut trop regretter en même-tems les peines qu'ils ont priſes, & le tems qu'ils ont ſacrifié à perpétuer une erreur accueillie ſur la foi des premiers Phyſiciens électriſans, & malheureuſement appuyée ſur une expérience trompeuſe.

Nouvelle découverte relativement à la manière d'exciter la vertu électrique des corps.

Il étoit réſervé aux travaux d'un célèbre Phyſicien de Vienne en Autriche, à M. l'abbé *Herbert*, de découvrir cette erreur, & de nous prouver qu'il n'eſt aucun corps ſuſceptible de frottement, qu'il ne le ſoit en même-tems de contracter la vertu électrique. Il étoit encore réſervé à un autre Phyſicien non moins habile, à M. l'abbé *Hemmer*, Profeſſeur de phyſique expérimentale, & Garde du Cabinet de Machines de S. A. E., à Manheim, de confirmer cette vérité importante par une expérience auſſi ſimple qu'ingénieuſe, qu'on trouvera décrite dans le *Journal de Phyſique, pour le mois de Juillet 1780.*

Quoique cet Ouvrage précieux ſoit entre les mains de tous les Phyſiciens, nous croyons devoir faire connoître ici l'appareil imaginé par l'abbé *Hemmer*, pour conſtater une vérité qu'on ne peut trop bien ſaiſir.

A, B, (plan. 1, fig. 8.) eſt une plaque de laiton bien polie, & dont les angles ſont très-arrondis; elle a deux à trois pouces de longueur & de largeur, ſur un quart de ligne d'épaiſſeur; elle eſt terminée ſur deux de ſes côtés par des rebords d'une ligne ou environ de hauteur, & également bien arrondis.

Cette plaque eſt ſoudée à une virolle K, pour être maſtiquée ſur une tige de cryſtal M, & ſolidement montée ſur une baſe de bois attachée à une table.

C, D, E, eſt un ruban qu'on fait paſſer & frotter à pluſieurs repriſes ſur la plaque A, B, & elle donne enſuite des ſignes plus ou moins ſenſibles d'électricité. On parviendra à l'électriſer plus puiſſamment encore, ſi on la frappe légèrement, & pluſieurs fois de ſuite avec une queue de renard; c'eſt le moyen le plus favorable que nous puiſſions employer pour électriſer les Electrophores, dont nous parlerons vers la fin de cet Ouvrage.

La machine que nous venons de décrire, dont on peut changer la forme, mais dont il convient ſur-tout d'augmenter les dimenſions pour en rendre les effets plus manifeſtes, eſt le premier eſſai d'un Phyſicien très-ingénieux, qui prouve, par cette expérience, que les corps qu'on regardoit juſqu'ici comme incapables de contracter la

vertu Electrique, par le moyen du frottement ; la contractent néanmoins, & d'une manière assez sensible. Mais doit-on conclure avec lui que la division des corps en *corps idio-électriques*, & en *corps an-électriques* soit absolument fausse ? C'est une question qui mérite notre attention, & que nous allons mettre dans tout son jour.

Première Observation sur cette découverte.

Dans le fait, tous les corps s'électrisent plus ou moins puissamment par frottement, on n'en peut douter d'après l'expérience que nous venons de rapporter. Ils sont donc tous *idio-électriques* ; aucun, à proprement parler, ne peut être regardé comme *an-électrique*, comme incapable de contracter cette vertu par voie de frottement ; puisque ceux-là mêmes qu'on n'avoit pu électriser jusqu'alors par cette méthode, s'électrisent très-bien lorsqu'ils sont favorablement disposés à cet effet, lorsqu'ils sont isolés, comme l'exige le savant Professeur de Manheim. La division des corps, relativement à la vertu électrique, division généralement reçue de tous les Physiciens électrisans, est donc absolument fausse, c'est-là précisément le point de la question.

Elle est fausse dans le sens stricte, dans le sens selon lequel elle a été établie ; mais elle ne l'est point, & on peut encore en faire usage, en y attachant l'idée qui lui convient.

Seconde Observation.

Remarquons en effet que si tous les corps con-

tractent la vertu électrique par voie de frottement, ils ne la contractent point tous de la même manière. Ceux qu'on appelle communément *idio-électriques*, acquièrent par ce moyen une quantité ſurabondante de fluide électrique, & ſont, comme nous le ferons remarquer par la ſuite, *poſitivement électriſés*, ou *électriſés en plus*. Au contraire, ceux qu'on déſigne ſous le nom d'*an-électriques* perdent par le frottement une portion de leur électricité naturelle, & ils ſont *négativement électriſés, ou électriſés en moins*. Ces deux eſpèces de corps, les *idio-électriques* & les *an-électriques*, ſont donc dans deux états bien différens d'électricité, états particuliers que nous développerons, & que nous ferons connoître dans le cours de cet Ouvrage.

Il ſuit de là qu'en ne conſidérant que l'électricité poſitive, cette ſurabondance d'électricité que nous accumulons dans les appareils dont nous faiſons uſage pour nos expériences ordinaires, on peut conſerver la diviſion reçue, & appeler corps *idio-électriques* ceux auxquels on a donné cette dénomination juſqu'à ce jour, & nommer *an-électriques* ceux qu'on déſignoit ſous ce nom, en les regardant, non comme on l'a fait juſqu'à préſent, comme des corps incapables de s'électriſer par frottement, mais comme des corps incapables d'acquérir, par ce moyen, une quantité

ſurabondante de fluide électrique, & qui ne donnent des ſignes d'électricité qu'à raiſon de la quantité de fluide électrique qu'on leur enlève en les frottant.

Troiſième Obſervation. Il eſt encore à remarquer, par rapport à ces derniers, que s'ils ne peuvent s'électriſer poſitivement, par frottement, s'ils ne peuvent acquérir par ce moyen une doſe ſurabondante d'électricité, il ſont ſuſceptibles d'en acquérir par une autre voie, *par communication*, & rien ne contrarie ici les idées généralement reçues à leur égard; car perſonne n'ignore qu'ils s'électriſent très-bien, qu'ils acquièrent une quantité plus ou moins grande de fluide électrique, lorſqu'on les plonge dans la ſphère d'activité d'un corps ſurabondamment chargé de cette matière. C'eſt même à cette propriété, qui leur convient parfaitement, que nous devons la facilité de faire commodément la plupart de nos expériences ſur l'électricité. On en ſera intimément perſuadé, lorſqu'on connoîtra bien nos appareils électriques, & qu'on réfléchira ſur leur ſtructure.

Quatrième Obſervation. Une autre remarque qui ne nous paroît pas moins importante, relativement aux corps que nous nommons *idio-électriques*, c'eſt qu'ils s'électriſent également par communication. Les effets de la bouteille de Leyde, que nous expoſerons dans la troiſième Section, en fourniront

une preuve inconteſtable : mais ils diffèrent des corps *an-électriques*, de ceux qui ne reçoivent une ſurabondance de fluide électrique que par communication, en ce que ceux-ci tranſmettent avec la plus grande facilité l'électricité qu'on leur communique, à d'autres corps ſuſceptibles de la recevoir comme eux par voie de communication ; tandis que les corps *idio-électriques* conſervent & retiennent celle qu'ils reçoivent par cette même voie; & c'eſt une propriété ſingulière dans les corps *idio-électriques*, dont on a ſu tirer le plus grand parti.

Cette différence bien entendue entre ces deux eſpèces de corps, a fait donner par quelques-uns aux corps *an-électriques* le nom de *conducteurs de l'électricité*, & aux corps *idio-électriques* celui de *non-conducteurs ;* & quoique ces dénominations nous paroiſſent très-exactes, nous n'en ferons point uſage, pour nous ſervir par préférence des dénominations les plus accréditées.

Cinquième Obſervation.

Nous obſerverons encore, par rapport aux corps *idio-électriques*, qu'ils ne le ſont point tous au même degré. Les expériences du D. *Gilbert*, que nous avons rapportées ci-deſſus, en fourniſſent ſuffiſamment la preuve : mais comme il importe à celui qui veut ſe livrer à l'étude de l'électricité, de connoître les corps qui ſont les plus propres à répondre à ſes déſirs, nous obſerverons qu'on

donne la préférence, & qu'on range à la tête des corps *idio-électriques* toutes les pierres précieuſes tranſparentes, demi-tranſparentes ou opaques, telles que les diamans, les ſaphirs, l'eſcarboucle, l'opale, l'améthyſte, &c.; viennent enſuite les ſubſtances, qu'on préfère néanmoins pour l'uſage ordinaire de ces ſortes d'expériences, les cryſtaux, les glaces, les verres de toute eſpèce, & toutes les ſubſtances vitrifiées, telles que la porcelaine, &c. Il y a néanmoins un choix à faire entre ces dernières. Les cryſtaux d'Angleterre ſont en général plus *idio-électriques* que les nôtres; & c'étoit une obſervation importante à faire, lorſque nous ne connoiſſions point encore les nouveaux appareils dont nous ferons mention plus bas, & que nous étions obligés de nous ſervir de globes ou de cylindres qu'on faiſoit tourner rapidement ſur leur axe : mais depuis que nous avons ſubſtitué des plans de glace à ces ſortes de vaiſſeaux, le choix des cryſtaux nous devient indifférent à cet égard.

On a cru pendant quelques années, & nous avons nous-mêmes donné dans cette erreur, que les glaces d'Angleterre étoient préférables à celles que nous tirons de nos Manufactures; qu'elles étoient plus *idio-électriques* : mais l'expérience nous a appris que nos glaces ſoufflées de Cherbourg ne leur cédoient en rien. Elles n'ont que

le

le ſeul déſavantage d'être très-minces, & conſéquemment de s'échauffer promptement entre les couſſins ; alors l'électricité devient plus languiſſante : mais on la rappelle facilement avec un peu d'amalgame ; & cet inconvénient ne ſe fait remarquer que dans les circonſtances où on eſt obligé de ſoutenir pendant long-tems la rotation de la glace, ce qui arrive aſſez rarement.

Les glaces de Saint-Gobin ſont plus épaiſſes & ſoutiennent mieux l'effort de la rotation ; mais elles ſont ordinairement moins *idio-électriques*. J'en ai cependant trouvé qui ne le cédoient en rien aux glaces de Cherbourg, & qui étoient *idio-électriques* au ſuprême degré : mais elles ſont rarement douées de cet avantage ; ce qui dépend de leur qualité & des proportions des matériaux qui entrent dans leur compoſition. Plus il y entre en effet de chaux métallique, moins on y fait entrer d'alkali, & plus la glace eſt ſuſceptible d'électricité. Malgré l'état de combinaiſon dans lequel les ſels alkalis ſe trouvent dans les glaces, & en général dans les ſubſtances vitrifiées, il paroît qu'elles ſont d'autant plus ſuſceptibles d'être attaquées par l'humidité, que ces ſels entrent en plus grande proportion dans leur compoſition. Je ne ſuis pas le premier qui ait fait cette obſervation. Le célèbre *Waitz* recommande particulièrement pour l'électricité, les

verres dans leſquels il entre peu de ſels, & qui ont été long-tems expoſés à l'action d'un grand feu. Il penſoit donc que ces ſels conſervoient encore la faculté d'attirer l'humidité de l'air. Or, nous verrons par la ſuite que rien ne nuit plus à la production des phénomènes électriques que l'humidité qui règne dans l'atmoſphère, & particulièrement celle qui s'attache aux appareils.

Quoique tous les appareils actuels ſoient faits avec des plans de glace, & qu'on n'emploie plus ni globes ni cylindres de verre dans la conſtruction de ces ſortes de machines, il ſeroit important néanmoins de connoître les eſpèces de verres les plus *idio-électriques*. Ils ſont plus propres à iſoler, & ils reçoivent en même-tems une plus forte électricité, lorſqu'il s'agit de la leur tranſmettre par voie de communication. Pluſieurs célèbres Phyſiciens électriſans, font grand cas du verre blanc de Bretagne; d'autres préfèrent le verre jaune de Bohème. Le célèbre *Holman* recommande particulièrement les verres communs colorés tirant ſur le jaune, ſur le verd ou ſur le noir. L'expérience démontre en effet que le gros verre noir, dont on fait les bouteilles à Sève, eſt puiſſamment électrique. M. *Boze* fait un cas particulier des ballons de verre qui ont ſervi, dans les Laboratoires de Chymie, à diſtiller des acides minéraux, & qui, par ce moyen, ont été

expoſés pendant long-tems à l'action d'un feu très-violent.

L'opinion de M. *Boze* me paroît aſſez bien confirmée par une obſervation que je tiens de feu M. le Marquis *de Courtanvaux*. Il m'a aſſuré que lorſqu'il faiſoit uſage de globes pour faire des expériences ſur l'électricité, & que le globe qu'il avoit fait monter ne lui paroiſſoit point aſſez fortement électrique, il lui procuroit cet avantage, en le faiſant ſéjourner pendant un jour ou deux dans un four, & que cette expérience lui avoir réuſſi pluſieurs fois ſur différens globes qu'il avoit ſoumis à cette épreuve.

On doit ranger dans la ſeconde claſſe des corps *idio-électriques*, pluſieurs pierres, telles que les plâtres, les bélemnites, &c. les réſines terreſtres dures, ſoit qu'elles ſoient pures, ſoit qu'elles ſoient mêlées de terres, comme le bitume de Judée, le ſoufre, &c., la plupart des ſels, tels que l'alun, le ſel gemme, &c.

Viendront après les végétaux deſſéchés, tels que les bois, les cordes de chanvre, les fils de lin, le coton, le papier, les feuilles des arbres, vertes ou ſèches, les réſines qui découlent des arbres, telles que l'encens, la gomme élémi, lorſqu'elle eſt ancienne, la poix, le ſucre cryſtalliſé, &c.

Quoique nous ne donnions aux végétaux que

le dernier rang dans la ſeconde claſſe des ſubſtances *idio-électriques*, & qu'effectivement, à les conſidérer dans l'état où on les trouve, ils ne méritent que cette place, on peut néanmoins les rendre plus ſuſceptibles de cette vertu par des moyens particuliers. Le Père *Ammerſin* nous aſſure que le bois deſſéché au four, au point de noircir, ſans cependant être brûlé, devient quelquefois ſuſceptible d'une plus forte électricité que le verre : mais il veut qu'outre cette deſſication indiſpenſable, on ait ſoin de le faire frire dans l'huile. Il recommande en outre que l'huile qu'on veut conſacrer à cet uſage ſoit ſiccative. Si on veut cependant éviter cette dernière opération, qui pourroit devenir incommode, lorſqu'il s'agiroit de frire des morceaux de bois d'une certaine longueur, il ſuffira de les couvrir d'une enveloppe qui ne puiſſe permettre à l'humidité de les pénétrer. Il eſt probable que le Père *Ammerſin* a été plus heureux que ceux qui ont ſuivi après lui ſa méthode. On eſt bien parvenu, à la vérité, par ſon procédé, à augmenter la vertu *idio-électrique* de quelques morceaux de bois : mais perſonne n'aſſure, comme lui, qu'on l'ait augmentée au point de rendre un morceau de bois ainſi préparé plus *idio-électrique* que le verre. Il y a plus, nous avons obſervé, & même pluſieurs fois, que ces ſortes de bois ne conſervoient point long-

tems la vertu qu'on leur communiquoit par le deſſèchement le plus exact, & après les avoir fait frire avec ſoin dans l'huile la plus ſiccative.

On doit enfin ranger dans la dernière claſſe des corps électriſables par frottement, les différentes parties des corps tirés du règne animal dont nous avons fait mention ci-deſſus. Si la plupart de ces ſubſtances donnent quelquefois des ſignes manifeſtes d'un pouvoir *idio-électrique* plus puiſſant que pluſieurs de celles que nous avons rangées dans la ſeconde claſſe, on ne peut en tirer le même parti, & les employer auſſi commodément que ces dernières pour l'uſage ordinaire des expériences; & c'eſt la raiſon pour laquelle nous ne les mettons qu'au dernier rang parmi les ſubſtances *idio-électriques*. La ſoie mérite cependant, parmi celles-ci, une diſtinction particulière: elle eſt plus *idio-électrique* que les autres, & c'eſt un avantage pour la commodité des expériences qu'on ſe propoſe de faire.

Sixième Obſervation.

Il eſt certains corps, & je l'ai remarqué dans le quatrième volume de mes *Elémens de Phyſique théorique & expérimentale*, mais le nombre en eſt très-petit, ou pour parler plus correctement, il en eſt très-peu de connus juſqu'à préſent, qui paroiſſent faire une claſſe à part. Ce ſont certains poiſſons, à la tête deſquels on doit ranger la *torpille*, qui donnent, ſans être frottés, & ſans

être plongés dans la ſphère d'activité des corps électriſés, des ſignes non-équivoques d'une électricité permanente & naturelle. Nous en parlerons dans un article ſéparé, à la fin de cet Ouvrage.

Septième Obſervation.

Avant de terminer cet article, nous croyons devoir faire obſerver quelques diſtinctions qu'on a voulu introduire en différens tems relativement à la vertu électrique.

De l'électricité vitrée & réſineuſe.

Feu M. *Dufay*, l'un des premiers Phyſiciens qui ſe ſoit appliqué, en France, à faire des expériences & des recherches ſur l'électricité, crut que cette vertu étoit eſſentiellement différente dans certains corps; qu'il exiſtoit dans la Nature deux eſpèces d'électricité, qu'il diſtingua en *électricité vitreuſe*, & en *électricité réſineuſe*.

Voici en peu de mots, ce qui lui donna lieu d'établir cette diſtinction. Ayant frotté un tube de verre pour le rendre électrique, & pour lui faire attirer des corps légers, il frotta dans le même-temps un morceau de gomme copal, & l'ayant rendue électrique, il s'apperçut qu'elle attiroit les corps légers que le tube repouſſoit, & alternativement. Or, comme cette expérience lui réuſſit conſtamment de la même manière, chaque fois qu'il la répéta, il en conclut que l'électricité de la gomme étoit différente, & même oppoſée à celle du tube. Il éprouva la même choſe lorſqu'il électriſa du ſoufre & différentes ſubſtances

réſineuſes, & qu'il compara leurs effets à ceux du tube de verre électriſé.

M. *Dufay* ſe crut donc en droit de diſtinguer deux eſpèces d'électricité : l'une qu'il nomma *vitreuſe* ou *vitrée*, & qui appartient à toutes les ſubſtances vitrifiées, & à la plupart des corps que nous avons rangés dans la claſſe des *idio-électriques* ; l'autre qu'il appella *réſineuſe*, & qui, ſuivant ce célèbre Académicien, eſt propre au ſoufre, aux gommes & aux réſines de toute eſpèce.

Si M. *Dufay* ſe trompa dans cette diſtinction, puiſqu'il n'exiſte effectivement qu'une ſeule & unique eſpèce d'électricité, comme nous le démontrerons, lorſque nous expoſerons les effets de celle qu'il appeloit *réſineuſe*, en parlant de la découverte de M. *Volta*, cette diſtinction n'étoit cependant pas ſans fondement. Des effets auſſi oppoſés que ceux qui ſe manifeſtoient entre l'électricité des ſubſtances vitrifiées & celle des ſubſtances réſineuſes, démontroient manifeſtement que ces ſubſtances étoient dans des états bien différens d'électricité : mais ils ne démontroient point, à la vérité, que le fluide électrique ou la matière électrique fût eſſentiellement différente dans ces deux eſpèces de ſubſtances. L'abbé *Nollet*, contemporain de M. *Dufay*, avoit bien ſenti cette dernière vérité ; & tout perſuadé qu'il étoit des faits ſur leſquels cette diſtinction étoit

établie, il ne put ſe déterminer à admettre deux eſpèces d'électricité. Les progrès de la ſcience n'étoient point encore aſſez avancés pour qu'ils puſſent l'un & l'autre découvrir la cauſe de ces phénomènes ſurprenans : & il ſe paſſa bien des années avant qu'on fût à portée d'en rendre raiſon.

Si cependant M. *Dufay*, qui ne ſe ſervoit que du tube de verre pour faire ſes expériences, ſur l'électricité, eût imaginé de les répéter avec un tube de verre ou de cryſtal dépoli, c'eſt-à-dire, ſimplement douci, il eût obſervé que ce tube étant frotté ſe fût comporté de la même manière que les ſubſtances réſineuſes électriſées ſe comportent relativement à un tube de verre ordinaire; & ſans pouvoir encore aſſigner la cauſe de cette différence, il eût au moins compris que ſa diſtinction étoit fauſſe. Mais l'explication de ce phénomène tenoit à de nouvelles découvertes réſervées à des tems plus éloignés. Il falloit que le haſard nous procurât d'abord la connoiſſance des effets de la bouteille de Leyde, & qu'on parvînt enſuite à connoître le méchaniſme de cette expérience. Il falloit qu'on eût découvert auparavant que ſi on peut augmenter la quantité naturelle d'électricité qui réſide dans les corps, on peut également leur enlever une portion de l'électricité qui leur eſt propre. Il falloit en un mot qu'on connût ce que nous appelons, d'après

le D. *Francklin*, *électricité positive*, & *électricité négative*, qui ne ſont point, comme nous le démontrerons ailleurs, deux eſpèces différentes d'électricité, mais bien deux états différens d'électricité, dans leſquels tous les corps peuvent ſe trouver.

L'erreur de M. *Dufay* ne venoit donc ni de ſa manière de voir, ni d'aucune prévention pour un ſyſtême qu'il eût adopté. Il étoit même mieux fondé à admettre deux eſpèces différentes d'électricité que ne le ſont pluſieurs Phyſiciens actuels, qui reconnoiſſent, depuis quelques années, deux nouvelles eſpèces d'électricité, différentes, diſent-ils, dans leur origine ou dans leur manière de naître & de ſe produire, ainſi que par l'intenſité de leurs effets : l'une, qu'ils appellent *naturelle* ; & c'eſt celle, ſuivant eux, qui s'excite d'elle-même, ſans notre participation, dans l'atmoſphère terreſtre par des cauſes qui nous ſont encore inconnues ; l'autre, qu'ils nomment *artificielle* ; & c'eſt celle que nous produiſons à volonté par le frottement de certains corps ou par quelqu'autre préparation particulière.

De l'électricité naturelle & artificielle.

Mais ſi l'on réfléchit ſur cette diſtinction, on verra combien peu elle eſt fondée ſur la nature de la choſe, puiſque ceux qui l'admettent con-

viennent eux-mêmes unanimement que l'électricité, qu'ils appellent naturelle, celle qui s'excite dans l'atmoſphère, qui produit la foudre, & quantité d'autres météores qu'il faut néceſſairement rapporter au même principe, eſt de même nature, & ne diffère de celle qu'ils appellent artificielle que par ſon intenſité & la grandeur de ſes effets. Cette diſtinction eſt donc tout-à-fait inutile, pour ne pas dire défectueuſe, puiſqu'elle pourroit induire en erreur ceux qui ne ſaiſiroient point avec aſſez de préciſion le fondement ſur lequel elle ſeroit appuyée. Nous ne reconnoîtrons donc qu'une ſeule eſpèce d'électricité, unique dans ſon principe, un ſeul fluide électrique univerſellement répandu dans l'univers matériel, ſuſceptible d'être accumulé plus ou moins abondamment dans les corps, ou d'en être enlevé ſelon différentes proportions, & par des moyens que nous indiquerons dans la ſuite. Mais pour être plus à portée de ſaiſir ces moyens, il faut avoir une idée ſuffiſante des principaux appareils dont on fait uſage dans ces ſortes de recherches. C'eſt le ſujet de l'article ſuivant.

ARTICLE II.

Des Appareils électriques.

QUOIQUE depuis nombre d'années la plus grande partie des Phyſiciens électriſans ait renoncé aux anciens appareils, & ait adopté la nouvelle machine électrique faite d'un plan de glace mobile ſur ſon axe, nous croyons devoir donner une idée des premiers, & de la manière ſelon laquelle ils ſe ſont ſucceſſivement perfectionnés à meſure que nos connoiſſances ſe ſont accrues. Ce détail, qui ſera ſuccinct, fera ſans doute plaiſir à ceux qui viendront après nous, & qui ne retrouveront peut-être plus aucun veſtige de ces anciens appareils.

Des tubes de verre.

On fit uſage pendant long-tems, & on ſe ſert encore très-favorablement pour quantité d'expériences, d'un ſimple tube de verre de trois à quatre pieds de longueur, & de douze à quinze lignes de groſſeur, qu'on frotte avec la main, & un morceau de papier ſec. On en tireroit encore un meilleur parti, & il s'électriſeroit plus puiſſamment, ſi on le frottoit, & toujours du même côté, ou mieux dans le même ſens avec un morceau de chamois.

Manière de les conſerver.

Pour conſerver un tube de cette eſpèce en bon

état, & propre à produire tout l'effet qu'on en peut attendre, il ne faut pas le laiſſer expoſé aux intempéries de l'air, ni ſe charger des corps étrangers, & des mal-propretés qui voltigent & flottent continuellement dans l'atmoſphère. Il faut le renfermer dans un tiroir, ou mieux le garder dans un étui de carton garni de flanelle.

Hauxsbée fut le premier qui, dès le commencement de ce ſiècle, ſe ſervit d'un tube de cette eſpèce pour faire ſes expériences; & il imagina qu'elles ſeroient encore plus ſenſibles, en employant un vaiſſeau de verre qu'on pût frotter plus commodément qu'un tube. On peut fixer à cette époque l'origine des globes électriques, quoiqu'à proprement parler elle doive remonter un peu plus haut, puiſqu'*Otto de Guericke*, dont nous parlerons ailleurs, s'étoit ſervi, pluſieurs années auparavant, d'un globe de ſoufre pour répéter ces ſortes d'expériences.

Origine des globes.

A l'exception de pluſieurs expériences très-curieuſes faites dans le vuide, *Hauxsbée* ne tira pas de ſon globe de verre tout le parti qu'il en eſpéroit; & on voit, par le détail des expériences qu'il a conſignées dans les Tranſactions philoſophiques, qu'il en revint à ſon tube, comme à un appareil plus ſimple, quoique plus pénible à frotter.

Ce fut ſans doute cet inconvénient, la fatigue

qu'on éprouve à frotter un tube pendant quelque tems, & la perſuaſion bien fondée qu'un globe artiſtement monté devoit produire beaucoup plus d'effet qu'un tube, qui engagèrent, en 1730, M. *Boſe*, célèbre Profeſſeur de Philoſophie à Wittemberg, à abandonner le tube, & à ſe ſervir d'un globe de verre. Il ne fut cependant pas le premier qui eût profité de l'idée de M. *Hauxsbée*. M. *Hauſen*, Profeſſeur de Phyſique à Léipſic, avoit déjà employé cette méthode avec le plus grand ſuccès. Il faiſoit tourner ſon globe horizontalement par le moyen d'une roue. On trouvera la deſcription de ſon Appareil au commencement de ſes Ouvrages, publiés par les ſoins de M. *Gottſched*, ſous le titre : *Nov. Proſp. in Hiſt. Electricitatis*. M. *Wolf* fit même copier, quelque tems après, la machine de M. *Hauſen*, & s'en ſervit très-avantageuſement : mais ce furent les expériences curieuſes que M. *Boſe* publia, qui déterminèrent les Phyſiciens à ſe ſervir de globes. On fut encore cependant quelques années en France ſans imiter cette pratique ; & l'abbé *Nollet* fut un des premiers qui l'employa avec le plus grand ſuccès. Plein de génie, ſur-tout pour la conſtruction des machines, il en conſtruiſit une à laquelle il donna la plus grande ſolidité, toute l'élégance poſſible, & toutes les commodités qu'on pouvoit déſirer dans une machine de cette

eſpèce. En voici la deſcription telle qu'il l'a donnée lui-même dans ſon Ouvrage intitulé : *Eſſai ſur l'électricité des corps.*

Deſcription de la machine électrique de l'abbé *Nollet.*

A, B, *a*, *b*, (*Pl.* 1, *Fig.* 1.) ſont deux pièces de bois de chêne qui ont chacune ſept pieds de longueur, & quarrées, ſur trois pouces de face ; elles portent l'une & l'autre trois montans C, D, E, *c*, *d*, *e*, qui ſont aſſemblés haut & bas, à neuf pouces de diſtance entre eux, par des traverſes, dont deux F, G, excèdent de quatre à cinq pouces de chaque côté, pour donner de l'empattement à la machine.

Les quatre montans longs, ſavoir C, D, *c*, *d*, portent en haut deux pièces H, I, *h*, *i*, qui ont quatre pieds huit pouces de longueur, & qui forment, avec les traverſes des montans, une eſpèce de chaſſis, qui a en dedans quatre pieds deux pouces de longueur, & neuf pouces de largeur.

Les deux montans E, *e*, aſſemblés en haut par une traverſe qui excède d'environ treize pouces d'un côté ſeulement M N (*Fig.* 2), portent auſſi deux pièces K, L, qui s'aſſemblent dans les deux montans du milieu D, *d*, (*Fig.* 1).

Sur ces deux dernières pièces, on établit une table chantournée, repréſentée (*Fig.* 3 ; &, pour lui donner plus de ſolidité, on ſoutient la traverſe excédente M N (*Fig.* 2) par une conſole O,

Au bas de ce bâti, on peut pratiquer entre les quatre grands montans, deux fonds à ſept ou huit pouces de diſtance l'un de l'autre, & remplir cet eſpace par un tiroir, qui ſervira à placer les tubes, les barres de fer & autres inſtrumens dépendans de la machine.

On élèvera auſſi dans le milieu, de part & d'autre, un montant Y Z, qui empêchera les pièces H I, *h i*, de plier ſous le poids de la roue; & on pourra, ſi on veut, remplir les angles des quarrés avec des pièces de bois découpées, qui ſerviront d'ornement.

Les deux pièces H I, *h i*, portent au milieu deux eſpèces de ſocles entaillés pour recevoir l'axe de la roue, & cet axe eſt retenu de chaque côté par deux coquilles de cuivre (*Fig.* 4). La première eſt noyée dans le bois, & l'autre s'applique par-deſſus, & s'arrête par le moyen de deux longues vis de fer qui traverſent le ſocle & la pièce H I, & qui ſe ſerrent fortement avec des écrous.

La coquille ſupérieure doit être percée au milieu, pour recevoir de l'huile quand il en eſt beſoin.

La partie de l'axe qui tourne dans chaque paire de coquille, doit être bien arrondie & bien adoucie, & l'extrémité de cette partie, du côté de l'eſſieu, doit avoir un épaulement, afin que la roue ſe contienne toujours dans ſa place.

Les bouts de l'axe, qui reçoivent les manivelles, ſont des quarrés vifs, dont chaque côté a neuf à dix lignes, & le levier de chaque manivelle a environ dix pouces de longueur.

Les globes ſont montés entre deux poupées à pointes (*Fig.* 5), dont une, celle qui porte la pointe fixe, eſt arrêtée à demeure ſur la tablette; l'autre, qui porte la pointe à vis, gliſſe dans une rainure à jour, & s'arrête par le moyen d'une groſſe vis qui lui ſert de queue.

La tablette, ainſi chargée de ſon globe, ſe place ſur la table chantournée (*Fig.* 3), ſur laquelle elle ſe meut en avant & en arrière, pour tendre les cordes autant qu'il en eſt beſoin. Elle eſt guidée par deux tringles de bois P *p*, Q *q*, qui entrent dans les deux entailles R *r*, (*Fig.* 5), & elle s'arrête par une groſſe vis S, qui traverſe la tablette de la table. C'eſt pour cela qu'on a fait la rainure T & l'ouverture quarrée V (*Fig.* 3), qui laiſſent la liberté de tourner l'écrou X de la poupée à vis (*Fig.* 5).

Quand il ſera queſtion de faire tourner deux globes à la fois, il faudra en avoir un ſecond monté de la même manière que celui de la (*Fig.* 5), qu'on placera ſur la même tablette (*Fig.* 3), en faiſant paſſer la vis S par la rainure T; & alors on placera la corde comme il eſt repréſenté (*Fig.* 6).

Il

Il faut que la corde ſoit de boyau, s'il eſt poſſible, & qu'elle n'excède pas la groſſeur d'une médiocre plume à écrire.

Il faut avoir attention que les gorges de la grande roue & des poulies ſoient creuſées en angle, mais en angle un peu émouſſé ou arrondi dans le fond, de manière que la corde ſoit un peu pincée.

Obſervation ſur cette machine.

On voit, d'après la deſcription de cette machine, qu'on peut imprimer au globe qu'elle fait mouvoir un mouvement de rotation aſſez rapide; & rien n'empêche même d'augmenter encore la rapidité de cette rotation, en augmentant le diamètre de la roue. Celles des machines de l'abbé *Nollet* avoient ordinairement quatre pieds: mais je les avois augmentées d'un pied, & j'y trouvois non-ſeulement l'avantage d'une plus grande rapidité, mais encore plus de facilité à les faire mouvoir. Elles avoient, en terme d'Ouvrier, plus d'*abattage*.

Pour faire uſage de la machine de l'abbé *Nollet*, il falloit emprunter le ſecours de deux perſonnes: l'une occupée à la roue, & la ſeconde à frotter le globe avec les deux mains, comme il eſt repréſenté par la figure même de ſa machine. Mais en profitant de l'invention de M. *Winkler*, en adoptant un couſſinet pour frotter le globe, il étoit facile de ſe paſſer de l'une de ces deux per-

De l'invention du couſſinet.

ſonnes. J'avoue qu'en ſuivant ſtrictement la pratique de M. *Winkler*, on n'en tiroit pas toujours un bon parti. Le couſſinet, fixé ſur une planche qu'on élevoit ou qu'on abaiſſoit au beſoin au-deſſous du globe, & d'une manière proportionnée à ſon diamètre, ne ſe prêtoit point aux inégalités de la rotation de celui-ci; inégalités qui ſont quelquefois très-ſenſibles, vu la difficulté de trouver des globes parfaitement ronds, & de pouvoir enſuite corriger ce défaut par la manière de les monter. Un globe de cette eſpèce ne pouvoit donc être frotté que très-irrégulièrement par un couſſinet fixe; & l'effet de ce frottement ne pouvoit produire qu'une électricité très-languiſſante.

Ce fut ſans contredit cette raiſon qui empêcha l'abbé *Nollet* d'admettre cette méthode, & qui l'engagea même à la décréditer. Ajoutez encore à cela que ce célèbre Phyſicien avoit la main on ne peut plus propre à frotter un globe, & à exciter puiſſamment la vertu électrique; qualité qui n'eſt point donnée à tout le monde. Pour peu, en effet, que la tranſpiration de la main ſoit abondante, & qu'elle vienne à augmenter, comme cela arrive communément par la chaleur qu'excite le frottement, la friction ne produit preſque plus d'effet, & l'électricité languit dans l'appareil. Auſſi étoit-on obligé, en ſuivant cette

pratique, en frottant le globe avec les mains, de ſe les frotter de moment à autre avec de la craie, du blanc d'Eſpagne, ou toute autre matière propre à abſorber les parties de la tranſpiration, & à les deſſécher. Mais il étoit facile de parer à tous ces inconvéniens, & de rendre le couſſinet de M. *Winkler* auſſi & même plus favorable à ces ſortes d'expériences, que la main la plus propre à cet effet. Il ne s'agiſſoit que de le rendre flexible à l'aide d'un reſſort, & de le diſpoſer de manière que, cédant aux inégalités de la rotation du globe, il pût le frotter uniformément ſur toute ſa ſurface; & ce fut à quoi je parvins dès 1754. Voici la forme que je donnai alors à mon couſſinet, & que je lui ai toujours conſervée avec le plus grand ſuccès, tant que je me ſuis ſervi de machines à globes.

Mon couſſinet, fait de peau ou de baſane, étoit rempli de crin, plus ſouvent de ſon bien ſec. Il étoit appliqué ſur une platine de métal A B (*Pl.* 1, *Fig.* 7) un peu bombée, pour que le couſſinet ſe prêtât mieux à la convexité du globe. Cette platine étoit attachée fixément à une queue de métal, faiſant reſſort *a b*, coudée en *b*, & rivée ſur une tige de fer *c d*. Cette tige, percée & taraudée vers le haut, recevoit & laiſſoit paſſer une vis de preſſion C, dont le bout *f* s'appliquoit contre la queue à reſſort, &

la pouſſoit à volonté, pour augmenter la preſſion du couſſinet contre le globe. On voit au-deſſous une queue de fer *g*. C'eſt par le miniſtère de cette dernière qu'on appliquoit le couſſinet à la machine. Cette queue étoit reçue dans une rainure pratiquée à la tablette qui portoit le globe, & elle y étoit fixée à frottement par un écrou qu'on viſſoit par-deſſous.

Depuis que l'abbé *Nollet* eut imaginé la conſtruction de l'appareil que nous venons de décrire, juſqu'en 1770, qu'on commença à renoncer aux globes, tous les Phyſiciens de France s'en tinrent à cette machine. Les uns la firent exactement copier ; d'autres la modifièrent à leur façon : mais ces différentes modifications ne changeant rien à ſa ſtructure fondamentale, & ne la rendant pas meilleure, nous croyons devoir nous diſpenſer d'en faire mention. Nous dirons ſeulement que le plus grand nombre des Amateurs la trouvant trop volumineuſe, & quelques-uns trop diſpendieuſe, ſe contentèrent de la faire copier en petit ; & on vit alors une multitude de petites machines électriques, mais dont les effets, proportionnés à leur volume, ne pouvoient contenter que ceux qui vouloient ſeulement s'amuſer d'électricité.

Les Anglois, plus induſtrieux, ſurent néanmoins ſe garantir de l'embarras qu'entraîne néceſ-

ſairement après elle une machine auſſi volumineuſe, ſans lui rien faire perdre de ſa bonté, qui conſiſte dans la rapidité avec laquelle on fait tourner un globe d'un certain diamètre. Ils parvinrent à en faire tourner très-rapidement, & de très-gros, dans des montures aſſez petites; & pour cet effet, ils imaginèrent de changer la forme de la roue. Au lieu d'une roue qui mène une corde, ils firent une roue dentée, dont les dents engrènoient dans les aîles d'un pignon, ou d'une vis ſans fin, appliquée ſur l'axe du globe, ou d'un cylindre qu'ils ſubſtituoient quelquefois au globe. *Muſſenbroeck* fait un cas ſingulier de ces ſortes de machines; & on conçoit facilement qu'elles ne le doivent point céder en bonté à celle de l'abbé *Nollet*. On peut les conſtruire de deux manières: le globe ou le cylindre peut être diſpoſé dans une ſituation horizontale, comme dans la machine de rotation de l'abbé *Nollet*, où il peut ſe mouvoir verticalement, ſelon la méthode d'*Adams*. J'ai une petite machine de cette dernière eſpèce dans mon Cabiner, qui fait des effets aſſez ſenſibles: mais comme la poſition du globe ou du cylindre ne change rien à la ſtructure fondamentale de la machine, & n'influe en rien ſur ſa bonté, je me bornerai, pour éviter la prolixité, à décrire l'une de ces deux machines, celle qui eſt faite d'un cylindre qui ſe

meut horizontalement. Je prends cette deſcription dans l'Ouvrage de *Muſſenbroeck ;* elle eſt faite d'après une machine de ce genre, dont il vante les effets.

Machine à engrènage.

Dans une eſpèce de tambour creux A (*Pl.* 2, *Fig.* 1), eſt une vis ſans fin à trois filets, dont l'arbre ſe voit en E. Cette vis eſt miſe en mouvement par une roue d'entée, dont l'axe eſt ſaillant en B. Cet axe étant tourné circulairement par la manivelle B C D, communique un mouvement de rotation très-rapide à la vis ſans fin, & conſéquemment au cylindre de verre auquel cette vis eſt adaptée.

Toute la machine eſt ſolidement atachée ſur une table, à l'aide des vis L, M. Sur la baſe de cette machine eſt établi un reſſort d'acier H, auquel eſt attaché un couſſinet de cuir G. Par le moyen de la vis K, on peut bander ou débander le reſſort, & par conſéquent appuyer plus ou moins le couſſinet contre le cylindre de verre qu'il doit frotter. Ce cylindre étant mu circulairement, & étant frotté par le couſſinet G, devient fortement électrique. Dans la baſe de cette machine gliſſent deux règles de cuivre S R, S R, qu'on fixe par les vis T T. Sur ces deux premières règles s'élèvent deux autres règles S X, S Y, qui en portent deux autres X Z, Y *a*, à chaque extrémité deſquelles pendent des

fils de ſoie bleue, qui ſuſpendent un tube de cuivre O P. A la partie antérieure O de ce tube eſt fixé un double fil de cuivre doré, applati à ſes extrémités N. Ce fil, tout foible qu'il ſoit, eſt extrêmement élaſtique, & reçoit l'électricité du cylindre qu'il touche. A l'autre extrémité P du tube O P eſt un petit trou fait pour ſuſpendre des fils ou des chaînes qu'on peut conduire à différens endroits, ſelon le beſoin.

Machine de *Nairne*.

Quoique les machines que nous venons de décrire ſoient plus que ſuffiſantes pour toutes les expériences qu'on peut tenter en fait d'électricité, il peut néanmoins ſe trouver des circonſtances où il ſeroit important de ſe procurer une quantité plus abondante de fluide électrique. La machine que M. *Nairne*, célèbre Artiſte Anglois, a imaginée & exécutée pour le Grand-Duc de Toſcane, & dont il a donné la deſcription dans les *Tranſactions philoſophiques* du 9 Décembre 1773, eſt ſans contredit plus propre que toute autre à produire cet effet, & à remplir toutes les vues du Phyſicien électriſant, s'il ne craint point de ſe ſervir d'un vaiſſeau de cryſtal. Elle a cet avantage ſur toutes les autres machines, ſans en excepter même celles que nous décrirons plus bas, que, ſans être trop volumineuſe, elle peut produire de très-grands effets; & nous en indi-

querons la raiſon, après avoir donné une idée ſuffiſante de cette ingénieuſe machine.

A la place du globe, M. *Nairne* a ſubſtitué un cylindre de verre de douze pouces de diamétre, & de dix-neuf pouces de longueur, ſans y comprendre les deux goulots qui le terminent de part & d'autre.

Le couſſin ou le frottoir porte quatorze pouces de longueur & cinq de largeur; il eſt creuſé de manière qu'il embraſſe la convexité dn cylindre; il eſt ſoutenu & appliqué contre ce cylindre par deux reſſorts de bois, montés ſur deux petits cylindres ſolides de cryſtal, horizontalement placés & fixés au-deſſous du cylindre: par ce moyen, le frottoir ou le couſſinet eſt iſolé. Cette machine eſt mue circulairement par une roue de vingt-quatre à trente pouces de diamètre.

Le conducteur de cette machine, fait de bois recouvert d'étain, porte cinq pieds de longueur, & douze pouces ou un pied de diamètre. Il eſt ſoutenu par deux ſupports de cryſtal ſolides; il eſt terminé du côté du cylindre par une pointe, qui puiſe l'électricité que ce cylindre fournit; il eſt terminé à ſon extrémité oppoſée par une tige d'airain, qui tient au bout de ce conducteur. Cette tige eſt elle-même terminée par une boule de même métal.

La boule qui reçoit l'électricité ou l'étincelle de ce conducteur, eſt également d'airain, montée ſur un tube de même matière. Ce tube ſe meut ſur un ſupport, au pied duquel eſt attachée une chaîne. Celle-ci traîne ſur le pavé, & vient ſe joindre à une autre chaîne attachée au couſſin. Dans cette diſpoſition, l'électricité du conducteur eſt poſitive, & tout-à-fait ſemblable à celle que nous excitons dans les conducteurs de nos machines ordinaires.

Avec cette machine, ajoute M. *Nairne*, j'ai ſouvent tiré des étincelles à douze, treize, & même treize pouces & demi du conducteur. J'ai vu, ajoute-t-il encore, la matière électrique s'élancer juſqu'à quatorze pouces, mais rarement, à la vérité. Voilà donc, ſans contredit, l'appareil le plus propre à produire de plus grands effets, & dont on peut encore augmenter l'énergie, en donnant plus de longueur au cylindre de verre, toutes choſes égales d'ailleurs. La diſtance en effet à laquelle l'étincelle peut s'étendre, dépend de l'éloignement des corps étrangers propres à intercepter cette étincelle. Or, plus le cylindre s'étend loin, plus ſa monture, ou les pôles qu'on y adapte pour le faire tourner, ſont éloignés de ſon milieu, où répond la pointe du conducteur qui reçoit l'électricité de ce cylindre, & plus l'étincelle pourra ſe porter au loin ſur les corps

qu'on préſentera pour la recevoir à l'extrémité oppoſée du conducteur. On peut donc, pour ainſi dire, augmenter à volonté l'efficacité de cette machine : mais nous obſerverons dans un moment que les avantages qu'on retire de ces ſortes de machines, ne dédommagent pas des riſques qu'on encourt chaque fois qu'on en fait uſage.

Machine du P. *Gordon.*

Avant de terminer ce qui concerne ces eſpèces de machines, nous croyons devoir faire obſerver, qu'il n'eſt point néceſſaire que le globe ou le cylindre tourne circulairement dans le même ſens comme on pourroit peut-être le ſoupçonner d'après la conſtruction ordinaire de ces machines. Le Père *Gordon*, ſavant Bénédictin Ecoſſois, en avoit fait une très-ſimple, & à l'imitation de laquelle j'en ai vu pluſieurs qui produiſoient d'aſſez grands effets. Ce n'étoit préciſément qu'un cylindre de verre emboîté dans deux calottes de bois, qui ſe montoit entre les deux poupées d'un petit tour, & qu'on faiſoit mouvoir avec un archet. Son mouvement étoit alternatif, & il frottoit ſur un couſſinet à la méthode de *Winkler*. C'étoit ſans contredit le plus ſimple & le moins embarraſſant de ces ſortes d'appareils. *Winkler* lui-même étoit perſuadé, long-tems avant le P. *Gordon*, que cette eſpèce de rotation étoit très-propre à exciter la vertu électrique ; car il avoit employé avec ſuccès la perche du Tourneur, &

pour faire mouvoir de haut en bas un cylindre, & pour frotter un tube.

Laiſſant de côté le volume embarraſſant d'une machine de rotation, puiſqu'en ſuivant la méthode angloiſe, en faiſant mouvoir le globe, ou le cylindre, par le moyen d'un engrènage, on peut facilement parer à cet inconvénient, ne parlons que des défauts eſſentiels qu'on peut juſtement reprocher à ces ſortes de machines. Obſervations ſur les appareils précédens.

1°. Il eſt de fait qu'une machine à globe eſt ſingulièrement ſuſceptible des impreſſions de l'humidité, & que, malgré les différens moyens qu'on a ſucceſſivement imaginés pour y remédier, il eſt nombre de circonſtances dans l'année, où on ne peut faire uſage d'un globe électrique.

Je m'en ſuis ſervi pendant l'eſpace de plus de quinze ans, & j'ai toujours éprouvé cet inconvénient, même en faiſant uſage de globes enduits intérieurement d'une ſubſtance réſineuſe, comme on l'avoit propoſé pour ſouſtraire le globe aux trop vives impreſſions de l'humidité. Je ne dirai rien de l'obſtacle qu'oppoſe aux effets de l'électricité une multitude de Spectateurs, ſur-tout pendant les chaleurs de l'été; quoique plus ſenſible ſur les globes, cet obſtacle ſe fait encore remarquer avec nos nouveaux Appareils, & conſéquemment cette obſervation ne doit influer que pour peu de choſe au détriment des anciens

Appareils. Mais il en eſt autrement de l'obſervation ſuivante. Elle doit être d'un grand poids auprès d'un Phyſicien prudent qui ne veut point s'expoſer ni expoſer ſes Auditeurs à un accident d'autant plus funeſte, qu'on ne peut le prévoir ni s'en garantir.

2°. Il eſt de fait, & on convient généralement que les globes, les cylindres, & en général tous les vaiſſeaux de verre ou de cryſtal, dont on peut ſe ſervir pour conſtruire une machine électrique, ſont ſuſceptibles d'une détonnation ſpontanée, qui les briſe par éclats, & qui porte ces éclats avec une rapidité extrême à de très-grandes diſtances. Cet accident eſt rare, & nous en convenons volontiers; mais il eſt poſſible, & il s'eſt fait obſerver pluſieurs fois. En faut-il davantage pour nous rendre circonſpects ſur l'uſage de ces Appareils, & même pour les proſcrire d'autant plus volontiers, qu'on peut leur en ſubſtituer d'autres plus commodes, & même beaucoup meilleurs, & qui ne ſont point expoſés au même inconvénient, comme nous l'obſerverons plus bas?

Le premier accident de ce genre, dont nous ayons connoiſſance, arriva à Lyon le 8 Février 1750 entre les mains du Père *Beraut*, de l'Oratoire. Son globe étoit à la vérité fêlé, & cette fêlure fut peut-être l'occaſion prochaine de

cette détonnation, qui ſe manifeſta, après les premiers tours qu'il lui fit ſubir, par une eſpèce de bruit de déchirement; car c'eſt ainſi que le Père *Beraut* s'en explique dans un Mémoire qu'il lut, quelques jours après, à l'Académie de la même Ville. Ce bruit de déchirement, dit-il, fut ſuivi d'une exploſion violente, qui briſa le globe en pluſieurs parties; & ces débris furent portés avec la plus grande rapidité dans la ſalle où la machine étoit établie.

Mais un globe entier & non fêlé eſt encore expoſé à cet accident. Nous liſons en effet dans la première partie des Lettres de l'abbé *Nollet* ſur l'électricité, qu'un globe de cette eſpèce avoit détonné entre les mains de M. *Boſe*, à Wittemberg; un autre entre celles de M. *le Cat*, à Rouen, un troiſième à Rennes, monté ſur la machine de M. le Préſident *de Robin*; un quatrième à Naples, appartenant à M. *Sabatelli*; & qu'un globe d'Angleterre avoit eu le même ſort entre ſes propres mains à Paris.

On ne peut imaginer que cet accident puiſſe être occaſionné par la raréfaction que l'air, renfermé dans l'intérieur du globe, acquiert par la chaleur que le frottement lui imprime, & qu'on puiſſe s'en garantir, comme quelques-uns le propoſèrent dans le tems, en perçant un trou, pénétrant dans l'intérieur du globe, ſur l'une

des calottes de bois dans leſquelles il eſt monté. L'expérience démontre l'inutilité de cette précaution. En 1761 je faiſois tourner un globe bien conditionné, bien monté, percé vers un de ſes pôles, & qui me ſervoit depuis pluſieurs années. A peine eut-il fait cinq à ſix tours, qu'il éclata avec la plus grande violence, & que les débris s'en répandirent à une très-grande diſtance dans ma ſalle. Je remarquai, comme le Père *Beraut* l'avoit obſervé avant moi, que la plus grande quantité de ces débris, ceux qui étoient les plus atténués, s'étoient portés dans le plan de l'équateur du globe : mais un morceau entre autres, un éclat d'une certaine grandeur, s'étoit porté avec tant de violence vers l'un des angles de mon cabinet, qu'il avoit coupé une corde qui y ſuſpendoit un gros aimant chargé d'un poids d'environ 12 livres.

Des obſervations de cette eſpèce démontrent plus que ſuffiſamment l'avantage des couſſinets pour frotter les globes ou les cylindres, lorſqu'on veut ſe ſervir de ces ſortes de machines. Bien m'en prit en 1761, où nous ne connoiſſions point alors d'autre conſtruction de machine électrique, d'avoir ſuivi cette pratique, toute décréditée qu'elle étoit. Ces obſervations démontrent encore la préférence qu'on ne peut refuſer à nos nouveaux Appareils, dont nous allons don-

ner la deſcription. Si les glaces peuvent ſe fendre dans l'opération, comme il eſt arrivé quelquefois, elles ne détonnent point, & on n'a point à en redouter les éclats. Se briſâſſent-elles par morceaux, ce qui ne paroît point probable, le peu de rotation qu'on leur fair ſubir ne donneroit point aſſez de force centrifuge à ces débris pour les rendre dangereux.

Origine des nouveaux appareils.

Nous ne connoiſſons en France ces précieuſes machines, que depuis l'année 1769. Dès 1756, cependant, j'avois fait percer un plan de cryſtal, de l'eſpèce de ceux dont on ſe ſert pour dreſſer les deſſerts. Je l'avois fait monter ſur un axe, & je le faiſois tourner par le moyen d'une roue de 30 pouces.

Je n'eus pas à la vérité l'induſtrie de l'aſſujétir & de le faire tourner entre quatre couſſinets : je conviens même que cette idée ne me fût jamais venue. Je m'étois contenté de le faire frotter par un couſſinet vertical & à reſſort, de quatre pouces de longueur ſur dix-huit lignes de largeur, & je me rappelle très-bien que ce plan faiſoit alors plus d'effet qu'un excellent globe de cryſtal de ſept pouces de diamètre que je faiſois tourner par la même roue.

Un accident que je n'avois pas prévu me fit abandonner cette machine, & je ne penſai pas même à chercher un moyen d'y remédier. Je me

propoſois un jour de forcer les effets de l'électricité, je preſſai plus fortement, pour cela, le couſſinet contre le plan. Sa direction n'étoit point abſolument verticale; & le reſſort le preſſant inégalement vers la ſurface du verre qu'il frottoit, & qui n'étoit point abſolument plane, le verre éclata dans l'opération, & me bleſſa. J'en revins alors à mon globe, non cependant ſans regretter très-fort la pratique que j'abandonnois.

Ce ne fut que pluſieurs années après que j'appris que *Ramſden*, célèbre Opticien Anglois, avoit perfectionné cette machine, & avoit mis le plan de verre à l'abri du même inconvénient. Un de mes amis, M. l'abbé *Boriot*, bien avantageuſement connu de tous les Savans, fit venir un appareil de cette eſpèce, & je fus on ne peut plus ſurpris de l'effet que je lui vis produire, tout éloigné qu'il étoit de celui que nous obtenons actuellement de ſemblables machines que nous avons ſingulièrement perfectionnées. Celle de *Ramſden* étoit faite d'un plan de glace d'un pied de diamètre ſeulement, qui ſe mouvoit entre quatre couſſinets, à l'aide d'une manivelle appliquée ſur ſon axe. Il étoit facile de concevoir qu'une glace d'une plus grand diamètre devoit produire plus d'effet, toutes choſes égales d'ailleurs. J'en fis d'abord conſtruire de ſemblables; & ayant ſeulement augmenté les dimenſions

du

conducteur, & disposé plus favorablement les coussins, je me procurai des machines qui fournissoient une électricité plus abondante. Je tournai ensuite mes vues sur l'arbre. Il étoit fait de bois : mais malgré les précautions que je prenois pour me procurer du bois bien sec, il étoit toujours susceptible des impressions de la sécheresse & de l'humidité, & souvent il cassoit la glace. Je ne trouvai d'autre moyen de parer à cet inconvénient, qu'en y substituant un arbre de cuivre : mais comme les métaux sont d'excellens conducteurs, & attirent, si on peut s'exprimer ainsi, l'électricité de la glace à une assez grande distance, il étoit à craindre que la machine ne produisît point avec un arbre de cette espèce tout l'effet qu'elle pouvoit produire. Il y avoit à craindre qu'elle ne se déchargeât sur l'arbre, au lieu de se porter sur les corps qu'on présente communément à une certaine distance du conducteur, sur-tout si ceux-ci ne sont point aussi propres que le métal à recevoir l'Electricité par voie de communication. Je donnai donc à la base de l'arbre le moindre diamètre possible, pour l'éloigner davantage des coussins, & je fis recouvrir la portion de l'arbre comprise dans le chassis, dans lequel la glace est montée, avec deux calottes de bois à queue & vernies pardessus. Ce moyen me réussit assez bien, & il

faut que l'électricité ſoit extrêmement abondante; pour qu'elle s'échappe & qu'elle ſe porte ſur l'arbre pendant la rotation de la machine, dont voici la deſcription, telle que je l'ai déjà donnée, à quelques changemens près, dans le ſecond volume de ma *Deſcription & Uſage d'un Cabinet de Phyſique*. Je la préfère à toutes celles que j'ai connues de cette eſpèce. Je n'en excepte pas même celle de M. le Marquis *de Courtanvaux*, dont la glace a quatre pieds de diamètre, ni celle de M. le Duc *de Chaulnes*, dont la glace eſt de cinq pieds. Ces deux dernières, à la vérité, font beaucoup plus d'effet que la mienne, & ſont montées avec tout l'art poſſible. Mais la proportion de ces effets ne ſuit point celle des glaces, qui deviennent d'un prix exceſſif, & augmentent néceſſairement les dépenſes de la monture. Ajoutez à cela qu'il faut un appartement deſtiné à ces ſeules machines, pour que leur atmoſphère qui s'étend très-loin ne ſoit point abſorbée par les corps ambians.

Appareil de M. le Duc *de Chaulnes.*

La plus forte de ces deux excellentes machines, celle de M. le Duc *de Chaulnes*, fournit, dans les tems les plus favorables, des étincelles qui ſe portent à 22 pouces de diſtance, d'après le rapport de M. le Duc. Je lui en ai vu tirer, mais dans un tems moins favorable, qui s'étendoient à la diſtance de 16 pouces. Suppoſons les

de 22 pouces. La mienne, dont le diamètre de la glace n'eſt que de deux pieds, donne des étincelles qui vont à la diſtance de 9 pouces, pareillement dans le tems le plus favorable à ces ſortes d'expériences. Or, les zones des deux glaces frottées par les couſſins, abſtraction faite de la hauteur de ces couſſins, qui tourne à l'avantage de la plus grande, ſont entre elles comme les quarrés des diamètres de ces glaces, leſquels ſont dans le rapport de 2 à 5. Les zones frottées ſont donc entre elles dans le rapport de 4 à 25, & dans un rapport réellement plus éloigné, puiſque les couſſins de la machine de M. le Duc *de Chaulnes* ſont proportionnellement plus hauts que les miens, tandis que les étincelles ne ſont que dans le rapport de 9 à 22. D'où il ſuit manifeſtement que la mienne produit proportionnellement plus d'effet; & quoique cet effet ſoit notablement différent de celui des deux grandes machines que je viens d'indiquer, il eſt plus que ſuffiſant pour exécuter toutes les expériences que le Phyſicien ſe propoſe de faire, & ma machine a l'avantage d'être peu volumineuſe, peu diſpendieuſe, & très-facile à manier.

Deſcription de mon appareil.

A B, (*plan.* 3, *fig.* 1,) eſt une petite table ſolide de 18 pouces de hauteur, 39 pouces de longueur, & de 24 pouces de largeur.

Sur l'une des extrémités de cette table eſt

ſolidement établi le chaſſis C D I, de 36 pouces de hauteur, pris depuis ſon araſement, juſqu'au-deſſous du cintre. Les côtés de ce chaſſis ſont arrondis auſſi exactement qu'il eſt poſſible. Il eſt arrêté ſous la table par une cheville *c* qui fait la traverſe, & qui eſt reçue dans un écrou qui ſe viſſe en-deſſous; & outre cela par deux autres chevilles *d d*, qui entrent dans la tablette du chaſſis, & dans deux tenons qui traverſent cette tablette.

La pièce de derrière du chaſſis n'eſt aſſemblée avec ſon entablement que par deux vis à oreilles *e e*, & elle tient par le haut à la pièce de devant par le cintre D. Celui-ci eſt aſſujetti aux deux pièces par des chevilles *f*, dont on ne peut voir que celle de derrière.

On remarque vers le milieu, & poſtérieurement au chaſſis, un ſupport à jour E F, qui ſoutient le prolongement de l'arbre, pour qu'on puiſſe éloigner ſuffiſamment la manivelle G; précaution indiſpenſable pour qu'elle ne dérobe point, dans ſa rotation, une portion de l'électricité que la glace fournit.

H K eſt un plan de glace circulaire de 24 pouces de diamètre, percé à ſon centre, & monté entre deux platines de cuivre revêtues intérieurement de deux lames de plomb, & de deux morceaux de drap, qui s'appliquent immédiatement

ſur la glace. La platine antérieure eſt percée, & porte un écrou qui ſe monte ſur une vis, priſe ſur le corps de l'arbre L M. La platine poſtérieure tient à l'arbre. On voit ſéparément cet arbre (*figure 3.*)

On remarque vers le haut & vers le bas du chaſſis, quatre couſſins ovales de ſix pouces de longueur, ſur trois pouces de diamètre. Le fond ou la baſe de ces couſſins eſt fait d'une lame de cuivre de cinq pouces de hauteur, & deux & demi de largeur. Ils ſont garnis de crin, & d'une peau connue dans le commerce ſous le nom de *Baſane*. Chaque plaque de cuivre porte deux tenons de même métal, qui s'enchâſſent dans une échancrure faite ſur la hauteur des quatre ſupports de bois, qui tiennent en haut & en bas aux deux montans du chaſſis.

Les couſſins de derrière ſont pouſſés vers la glace par des reſſorts à boudin qu'on preſſe par des vis *g g*. Nous avons fait graver à part (*fig. 4*) un couſſin & la vis qui le preſſe, pour qu'on puiſſe, à la ſeule inſpection de la figure, ſe former une juſte idée de cette méchanique.

On remarque ſur la longueur de la table deux colonnes ſolides de cryſtal N & O de 16 pouces de hauteur. Ces colonnes ſont maſtiquées dans des pieds de bois tournés P & Q. Ces pieds portent des tenons à vis qui traverſent la table ;

elle eſt ouverte à cet effet de deux trous ovales d'environ trois pouces de longueur ſur deux de largeur, afin de laiſſer à ces queues la facilité de ſe mouvoir ſelon la longueur & la largeur de la table ſous laquelle ils ſont arrêtés & fixés par des écrous en bois.

Les colonnes de cryſtal ſont ſurmontées de deux boules de cuivre *h* & *i*, de deux pouces de diamètre, & ces boules portent le conducteur R S T. Celui-ci eſt un tube de cuivre de deux pieds de longueur, & de trois pouces & demi de groſſeur, terminé de part & d'autre par des boules de même métal, de quatre pouces de diamètre. La boule *m* eſt traverſée par un arc de cuivre R *m* T, terminé à chaque extrémité par deux gros godets de cuivre de quatre pouces de groſſeur, dans chacun deſquels ſont implantées trois pointes de cuivre, qui n'excèdent que de deux lignes, ou environ, les bords de ces godets. Ces pointes ſont deſtinées à ſoutirer la matière électrique de la glace H K, & à la tranſporter au conducteur.

La boule *h* eſt ſurmontée d'une groſſe vis qui ſe monte dans la boule *m* : la boule *i* ne porte qu'une eſpèce de cheville de cuivre qui entre dans le conducteur.

La boule L qui termine ce dernier eſt ſurmontée d'un gros anneau de cuivre, deſtiné à

recevoir les tiges qui établiſſent une communication entre le premier conducteur & les deux autres V V, V V (*fig.* 2).

Ceux-ci ſont de fer-blanc battu, mais dont les feuilles ſont ſoudées avec art, & de manière que les ſoudures ne laiſſent aucune aſpérité ſur la ſurface extérieure. Je les faiſois auparavant de morceaux de bois rapportés, creux en-dedans, pour les alléger, & recouverts d'une feuille d'étain : mais ceux de fer-blanc, lorſqu'ils ſont bien faits, méritent la préférence. Ils ont chacun ſix pieds de longueur ſur huit pouces de diamètre, & ſont terminés à chaque bout par des portions de ſphère.

Ces deux conducteurs ſont ſuſpendus au plancher, par des cordons de ſoie qui les embraſſent & qui les éloignent du plafond & des murs de la ſalle à quatre pieds au moins de diſtance. Ils ſont réunis entre eux par des tiges de métal *o o*, *o o*, courbées ſur la groſſeur de ces conducteurs, & qui font au milieu de leur longueur une eſpèce d'anſe *p*, *p*, pour y ſuſpendre différens corps. Ces tiges ſe terminent auſſi par des boules de métal d'un pouce de diamètre. Il règne, ſelon la hauteur des deux côtés intérieurs du chaſſis qui porte la glace, deux lames de cuivre, incruſtées dans l'épaiſſeur du bois, & percées pour laiſſer paſſer l'arbre & les vis qui preſſent les

couſſins. Ces lames ſont diſpoſées de façon qu'elles communiquent avec une autre lame qui traverſe en-deſſous la tablette, & ſe termine en-dehors par un anneau *r*, auquel on attache, lorſqu'on le juge à propos, une chaîne *r x*, dont l'uſage eſt d'établir une communication entre les couſſins & le réſervoir commun. Nous ne dirons rien ici de l'inſtrument qu'on voit au bout de la table, ni du tabouret (*fig.* 5) qui ſert à établir les perſonnes qu'on veut électriſer. Nous en parlerons ailleurs, à meſure que les circonſtances l'exigeront. Nous n'inſiſterons même pas ſur les diſpoſitions néceſſaires aux dernières parties de l'appareil que nous venons de décrire ; cet objet mérite un article à part, & c'eſt le ſujet du ſuivant.

ARTICLE III.

Des Conducteurs.

Définition. ON entend par *conducteurs*, en fait d'électricité, des corps propres à recevoir la vertu électrique d'un globe ou d'une glace qu'on frotte, & à la tranſmettre à d'autres corps, qui s'électriſent comme eux par voie de communication. Or, il ſe préſente ici deux objets à conſidérer : 1°. de quelle manière il faut diſpoſer ces ſortes de

corps, & en général tous les corps *an-électriques*, pour recevoir convenablement l'Electricité ; 2°. quelle eſt la meilleure forme qu'on puiſſe donner aux Conducteurs, pour qu'ils ſe chargent plus puiſſamment de fluide, & qu'ils procurent à un appareil toute l'énergie qu'il puiſſe avoir.

Origine des iſolemens.

L'Electricité communiquée à un corps, ſe tranſmet de ce corps à tous ceux avec leſquels il communique, & qui ſont ſuſceptibles comme lui de recevoir cette vertu, & de la communiquer. De-là on conçoit que ſi un corps de cette eſpèce étoit poſé ſur une table, ou ſur un autre corps de même eſpèce, l'électricité qu'il recevroit ſe tranſmettroit, par ſon miniſtère, à la table, & de celle-ci au plancher ou au carreau ſur lequel elle ſeroit poſée, pour ſe diſtribuer & ſe perdre dans le globe terreſtre, que nous appelons le *réſervoir commun de la matière électrique*. De-là il ſeroit impoſſible d'accumuler ſur ce corps une quantité ſurabondante de matière électrique, & conſéquemment de le mettre dans le cas de donner des ſignes de l'électricité qu'on lui communiqueroit inutilement. Il faut donc le diſpoſer de manière qu'il puiſſe la conſerver. Or, on parvient à cet effet en l'iſolant, c'eſt-à-dire, en le ſuſpendant à des corps, ou en l'appuyant ſur des corps qui ne puiſſent point tranſmettre

l'électricité, qu'ils reçoivent eux-mêmes par voie de communication. De-là on conçoit, par ce que nous avons déjà obſervé dans le premier Article, que ce corps doit être poſé ou ſoutenu par des corps *idio-électriques*, puiſque s'ils ont la faculté de recevoir par communication cette vertu, ils n'ont point celle de la tranſmettre à d'autre corps contigus.

Le haſard fit connoître cette admirable propriété des corps *idio-électriques*, & apprit que, s'ils recevoient l'électricité par voie de communication, ils n'étoient point alors conducteurs, & voici ce qui donna lieu à cette importante découverte.

M. *Gray* ayant deſſein de tranſmettre la vertu électrique à une corde d'une certaine longueur, & d'un poids aſſez conſidérable, imagina de la ſuſpendre à de petits fils de ſoie. Son intention en cela étoit de la ſuſpendre à des corps très-fins, pour qu'ils ne lui enlevaſſent qu'une très-petite portion de l'électricité qu'il lui tranſmettroit, & le ſuccès répondit très-bien à ſon attente. La corde s'électriſa parfaitement, & elle donna des ſignes ſenſibles de ſon électricité. Mais l'un de ces fils s'étant rompu ſous le poids de la corde, & M. *Gray* n'ayant point alors de ſoie ſous ſa main, il imagina de ſubſtituer à ſa place un fil de métal auſſi fin. Il prit un fil de cannetille,

un de ces fils dont on enveloppe certaines cordes d'inſtrumens : mais il ne put alors électriſer ſa corde, & il vit très-bien que ce changement dépendoit de celui qu'il avoit introduit dans la ſuſpenſion de cette corde.

Perſuadé de cette vérité, & réfléchiſſant ſur la nature de ces deux eſpèces de corps, dont l'un étoit *idio-électrique*, & l'autre *an-électrique*, cet habile Phyſicien en conclut que pour électriſer ces derniers, il falloit les ſuſpendre ou les ſoutenir ſur des corps *idio-électriques*, & voilà l'origine de ce qu'on appelle, en électricité, *iſolement*.

On conçoit de-là que ſi, pour iſoler un corps *an-électrique*, il eſt indifférent de le ſuſpendre à des cordons de ſoie, ou de l'établir ſur des ſupports de verre ou de toute autre matière *idio-électrique*, il eſt néanmoins important, & ſurtout lorſqu'il s'agit de l'électriſer fortement, de choiſir parmi les corps *idio-électriques* ceux qui poſſèdent plus éminemment cette vertu.

Iſoloir de M. *Dufay*.

On s'en tint pendant long-tems à de ſimples cordons de ſoie. M. *Dufay* fit en France toutes ſes expériences avec de ſemblables iſoloirs. Lorſqu'il vouloit électriſer une perſonne, il ſe ſervoit d'une eſpèce de plateau de balance fait de bois, & ſuſpendu par ſes angles à quatre gros cordons de ſoie. Or, on conçoit combien un pareil iſoloir, quelque propre qu'il ſoit à cet effet,

devient incommode par les mouvemens continuels dont il doit être agité.

Isoloir du P. *Gordon.*

Ce fut ce qui engagea le P. *Gordon* à changer la forme de cet appareil. Il imagina de faire conſtruire un chaſſis de bois établi ſur quatre pieds. Il tendit dans ce chaſſis des cordons de ſoie, qui y formèrent une eſpèce de réſeau, ſur lequel il établiſſoit une planche, ſuffiſamment grande pour qu'une perſonne pût ſe tenir deſſus, & être éloignée de pluſieurs pouces des bords du chaſſis. On goûta fort ce nouvel iſoloir, & pluſieurs Phyſiciens le préférèrent à celui de M. *Dufay*. On imagina même de le diſpoſer de manière que, les cordons de ſoie ſe trouvant lacés dans le chaſſis, on pût les tendre & les bander fortement, par le moyen d'un petit treuil à crans, établi à l'un des angles du chaſſis.

Mais en réfléchiſſant que tout corps *idio-électrique* eſt propre à iſoler, on imagina qu'il ſeroit encore plus commode de faire monter, & d'établir ſur des maſſes ſolides de cire, de poix, de réſine, & autres matières ſemblables, les perſonnes qu'on voudroit électriſer. On fondit donc pluſieurs de ces matières enſemble, qu'on combina de manière à procurer une ſolidité convenable à la maſſe, & on les coula dans des eſpèces de caiſſes d'une certaine étendue; & on forma par ce moyen de nouveaux iſoloirs, aux-

Gâteaux électriques.

quels on donna le nom de *gâteaux électriques*. Ils furent en vogue pendant long-tems, & adoptés de tous les Phyſiciens électriſans. On ne peut diſconvenir en effet qu'ils ne méritaſſent alors la préférence qu'on leur donnoit, ſur-tout s'ils étoient faits avec toutes les précautions requiſes.

1°. Si les matières qui entroient dans leur compoſition étoient bien épurées de ſubſtances étrangères qui s'y trouvent aſſez ſouvent mêlées, & qui ſont pour la plupart *an-électriques*. 2°. S'ils étoient ſuffiſamment épais; car l'expérience démontre, & nous devons cette obſervation au célèbre *Watſon*, que la matière électrique pénètre juſqu'à la profondeur de deux pouces & quatre dixièmes les réſines, ainſi que les mélanges de cire & de réſines. 3°. Si on avoit ſoin de les garder long-tems avant d'en faire uſage; l'expérience en effet démontre encore que ces ſortes de matières iſolent très-mal, lorſqu'elles ſont récemment fondues.

Malgré toutes ces précautions, ces ſortes d'iſoloirs ſont toujours incommodes.

Ce ſont de groſſes maſſes peu faciles à manier. Elles s'amolliſſent pendant les chaleurs de l'été, & cèdent ſous les pieds des perſonnes qui montent deſſus : pendant l'hiver, ces matières ſont friables, & quelquefois ſe briſent ſous le poids qu'on leur fait porter. On doit donc préférer

pour ces ſortes d'uſages des ſupports de glaces, de cryſtal ou de verre, ſuivant les circonſtances.

Iſoloirs de verre. Dès 1749, je ſubſtituai un ſupport de cette eſpèce au gâteau de réſine dont je m'étois ſervi juſqu'alors; & n'étant point à portée de me procurer des maſſes de verre telles que je les aurois deſirées, je me ſervis de cols de bouteilles que je maſtiquois par un bout aux quatre angles d'une planche, & par l'autre dans de petites maſſes de bois qui leur ſervoient de pied, & je faiſois monter ſur cette planche les perſonnes que je voulois iſoler. Plus à portée par la ſuite de me ſatisfaire ſur cet objet, je pris d'abord de ces groſſes maſſes de verre noir, de ces liſſoirs dont on ſe ſert pour liſſer des bas de ſoie, & ils iſoloient on ne peut mieux. Ce ne fut qu'après avoir vu en 1769 les petits pilliers de cryſtal qui ſoutenoient l'iſoloir dans la machine électrique de *Ramſden*, dont j'ai parlé plus haut, que je me déterminai à en faire faire de ſemblables; & il paroît que depuis cette époque on s'eſt généralement ſervi de ces ſortes de ſupports. Il y avoit déjà long-tems que j'avois employé le même moyen pour iſoler le principal conducteur de mes machines électriques, & que j'avois abandonné les ſuſpenſoirs de ſoie que je ne trouvois point aſſez ſolides, ou au moins aſſez fixes. Celui de ma machine à globe n'étoit à la

vérité qu'en fer-blanc, mais il étoit ſolidement ſoutenu, & iſolé par une colonne de cryſtal; & de plus, je l'avois armé d'une pointe de fer fort aiguë, que j'approchois vers l'équateur de mon globe, & je trouvois que cette méthode valoit incomparablement mieux que celle de laiſſer pendre de ce conducteur ſur le globe, des petits fils de métal qui diſſipoient aſſez communément la matière électrique qu'ils recevoient, & la diſtribuoient en forme d'aigrettes, dont nous parlerons plus bas, ſur les montures de ce globe, & de-là dans le réſervoir commun par le bâti de la machine.

Nouveaux degrés de perfection dans ces appareils.

Il eſt bon d'obſerver ici que les Anglois, qui ont adopté cette méthode d'iſoler, ſe ſont encore mieux comportés que nous à cet égard, & ont rendu leurs iſolemens plus parfaits que les nôtres. Ils ſavent, & nous ne l'ignorons cependant pas plus qu'eux, que ſi le verre eſt le corps le plus *idio-électrique*, & conſéquemment le plus propre à iſoler ceux qu'en veut électriſer par communication, il eſt en même tems plus ſujet que la cire & que tous les corps réſineux à contracter & à retenir l'humidité qui règne habituellement dans l'atmoſphère. Or, cette humidité, qui s'attache à l'iſoloir, nuit on ne peut plus aux effets de l'électricité. Elle établit une eſpèce de communication entre les corps qu'on

veut électriſer, & le réſervoir commun. De-là ces corps s'électriſent moins bien, ou au moins il ne s'accumule point ſur eux une quantité auſſi abondante d'électricité; elle ſe diſſipe en partie par cette communication. Pour obvier à cet inconvénient, les Anglois ont ingénieuſement imaginé d'enduire d'une couche de cire fondue tous les piliers, toutes les colonnes de verre, de cryſtal, qu'ils emploient dans leurs iſolemens. Moins ſuſceptibles, par ce moyen, de ſe ſaiſir de l'humidité de l'air, ils en deviennent plus propres à l'effet auquel ils ſont deſtinés. Nous goûtons très-fort cette méthode, nous en voyons la perfection, & cependant nous ne l'imitons que très-rarement. Je le dis à la honte des Phyſiciens François, & à la mienne même; car je ne ſuis pas plus exempt qu'un autre de ce reproche; il ſeroit à deſirer qu'on ſuivit généralement cette pratique, & nos phénomènes électriques en acquerroient plus d'intenſité.

Condition eſſentielle pour la perfection d'un conducteur.

S'il eſt important de bien iſoler un conducteur, & en général tous les corps auxquels on ſe propoſe de communiquer la vertu électrique par voie de communication, il ne l'eſt pas moins de donner aux conducteurs une forme arrondie & bien unie. Il eſt de la plus grande importance d'ôter de leurs ſurfaces toutes les aſpérités qui pourroient s'y trouver, & ſur-tout d'éviter qu'il

n'y

n'y ait à leurs extrémités des parties anguleuſes, & à plus forte raiſon des pointes. C'eſt le défaut qu'avoient anciennement les conducteurs, lorſqu'on ſe ſervoit de barres de fer quarrées, qu'on ſoutenoit avec des cordons de ſoie. La matière électrique faiſoit effort pour s'échapper, & s'échappoit effectivement, comme nous en parlerons plus bas, par ces parties anguleuſes, par ces aſpérités. De-là il étoit impoſſible de communiquer à un corps, & de lui faire garder toute la quantité d'électricité qu'on pouvoit lui communiquer. C'eſt la raiſon pour laquelle nous nous ſervons pour conducteurs de cylindres de métal bien polis, & arrondis à leurs extrémités. C'eſt encore pour la même raiſon que nous avons ſupprimé les chaînes dont on ſe ſervoit originairement pour tranſmettre l'électricité du premier conducteur aux autres, ou à d'autres corps qu'on vouloit électriſer; & que nous avons ſubſtitué à leur place des tiges de métal tournées en forme d'S romaine, pour s'articuler les unes aux autres, & terminées par des boules de même métal. C'eſt pour la même raiſon qu'en parlant des grands conducteurs de fer-blanc que nous uniſſons dans la plupart de nos expériences avec le principal conducteur, nous avons recommandé que ces conducteurs fuſſent ſoudés avec art, & qu'il

n'y eût aucune aſpérité ſur leurs ſoudures extérieures.

Des dimenſions les plus favorables dans les conducteurs.

La forme des conducteurs n'eſt donc rien moins qu'indifférente, lorſqu'on veut qu'ils produiſent tout l'effet qu'on en peut attendre : mais quelles doivent être leurs dimenſions, leur ſurface, leur étendue, pour les amener au degré de perfection auquel ils puiſſent atteindre ? Cette queſtion a été originairement traitée avec tout le ſoin poſſible par l'abbé *Nollet*, & autant qu'elle étoit ſuſceptible d'être ſoumiſe à l'expérience. Elle le fut dans le même tems par M. *le Monnier* ; & quoique les réſultats de ces deux Phyſiciens ſoient différens, il paroît qu'on pourroit néanmoins les concilier enſemble. Mais ſans nous occuper de ce ſoin, nous croyons qu'il ſera plus intéreſſant pour nos Lecteurs, & pour éviter toute prolixité, de ne leur préſenter ici que les réſultats des expériences qui nous ont paru les plus déciſive ſur cette importante matière. Il y avoit déjà long-tems qu'on étoit perſuadé que la ſurface d'un conducteur contribuoit plus que ſa maſſe à le rendre ſuſceptible d'accumuler la vertu électrique ; c'eſt-à-dire, que la maſſe de deux conducteurs étant la même, celui qui avoit le plus de ſurface recevoit davantage d'électricité. De-là cet uſage de faire les conducteurs de feuilles

de métal mince, & de les plier en forme de tubes. On ſoupçonnoit outre cela depuis long-tems que la longueur étoit la plus favorable de toutes les dimenſions qu'on pouvoit donner à un conducteur. On ſavoit que la corde d'un cerf-volant électrique qu'on lance dans l'atmoſphère, donne des étincelles très-courtes à la vérité, mais de la plus grande énergie. Or, cette corde ne porte cependant qu'une petite maſſe, une ſurface aſſez peu étendue; mais elle eſt d'une longueur qui n'eſt point comparable à celle de nos plus grands conducteurs. Voilà ce que l'induction & l'obſervation ſembloient avoir confirmé. Il étoit réſervé à M. *Volta*, alors célèbre Profeſſeur de Phyſique à Côme, & actuellement à Pavie, de conſtater cette vérité par des expériences qui ne laiſſent rien à deſirer. Voici de quelle manière il s'en explique lui-même dans une Lettre qu'il écrit à M. *de Sauſſure*, & qui ſe trouve inſérée dans l'excellent Journal de Phyſique de l'abbé *Rozier* pour le mois d'Avril 1779.

Découverte de M. *Volta* ſur cet objet.

Il eſt démontré, dit-il, & tous les Phyſiciens conviennent, que la capacité des conducteurs n'eſt point en raiſon de leur maſſe, mais en raiſon de leur volume & de leur ſurface. L'expérience curieuſe que le Docteur *Franklin* a faite d'une chaîne amoncelée dans un vaiſſeau de métal électriſé, qui, lorſqu'on la fait ſortir & qu'on la déploie, augmente la ca-

pacité du conducteur, & qui, l'orſqu'on la fait rentrer, le ramène à ſa première capacité, & encore mieux les expériences du puits électrique dont vous avez été le premier à donner une analyſe ingénieuſe (1), nous font voir clairement que l'électricité ne ſe déploie que ſur la ſurface extérieure des conducteurs. C'eſt pour cette raiſon, que pour réunir la capacité à la commodité dans les conducteurs, nous leur donnons une forme de cylindres, ou de ſphères creuſes, parce qu'il ne ſerviroit de rien de les faire maſſifs. En général, on cherche à ſe procurer des conducteurs de beaucoup de volume, ou de ſurface....

Mais perſonne, à ce que je ſache, continue M. *Volta*, n'a encore remarqué que de deux conducteurs de ſurface égale, celui qui eſt le plus étendu en longueur jouit d'une plus grande capacité, que celui qui l'eſt en groſſeur ou en largeur; ou ſi quelqu'un en a déjà fait l'obſervation, ce n'eſt que ſuperficiellement, & ſans la mettre dans le jour qu'elle mérite. La différence cependant eſt très-conſidérable. Quelques expériences relatives à l'action des atmoſphères électriques m'ont mené à cette découverte, & me mettent dans le cas d'établir les propoſitions ſuivantes, ſavoir: que la groſſeur d'un conducteur

(1) *Diſſertatio de Electricitate.* Genev. 1766.

influe beaucoup moins que ſa longueur ſur ſa capacité ; que la figure ſphérique eſt celle qui lui eſt la moins avantageuſe ; que la cylindrique l'eſt beaucoup plus ; que même quant aux cylindres, ſi on ne peut pas regarder abſolument comme inutile de leur donner un très-grand diamètre, comme on le fait ordinairement, l'avantage qu'on retire de l'augmentation de cette dimenſion eſt au moins très-petit, & incomparablement moindre que celui qu'on obtiendroit, en leur donnant un équivalent de ſurface en longueur ; en un mot, qu'il importe peu qu'un conducteur ſoit très-gros, mais beaucoup qu'il ſoit très-long.

Pour prouver ces aſſertions par des expériences déciſives, j'ai pris trois cylindres de bois, dont le premier avoit un pied de long, & quatre pouces de diamètre ; le ſecond avoit le double de longueur, & la moitié moins de groſſeur ; le troiſième avoit huit fois moins de groſſeur, & huit fois plus de longueur. La ſurface de ces trois cylindres étoit égale ; ſavoir, d'un pied quarré, ſans compter cependant les têtes ſphériques qui les terminoient, & en raiſon deſquelles l'avantage étoit du côté des plus gros cylindres. Ils étoient tous les trois argentés & bien brunis, ce qui les rendoit très-bons conducteurs.

Suivant la loi généralement reçue que la capacité des conducteurs eſt en raiſon des ſurfaces,

ces cylindres auroient dû être en état de recevoir & de contenir une doſe égale d'électricité. Le cylindre le plus gros devoit même en contenir une plus grande quantité, en raiſon de l'excès de ſurface que lui procuroit l'excédent de la groſſeur de ſes têtes : mais le contraire eſt arrivé. Le ſecond cylindre a reçu une quantité d'électricité beaucoup plus conſidérable que le premier, & le troiſième s'en eſt chargé incomparablement plus qu'aucun des deux autres, plus même que les deux premiers pris enſemble. Ces faits ſont atteſtés dans la Lettre de M. *Volta*, & par l'énergie des étincelles tirées de ces trois conducteurs, & par les mouvemens d'un électromètre fait de deux fils de lin pendans librement ſur une planchette, & par la force de l'étincelle que chaque conducteur non-électriſé reçut d'une bouteille de Leyde chargée ; d'où il conclut en faveur du plus long de ces trois conducteurs, quoique beaucoup plus mince que les deux premiers. Mais n'y auroit-il point des bornes à obſerver relativement à cette diminution de groſſeur, compenſée par la longueur ? C'eſt une queſtion qui méritoit ſans doute l'attention de M. *Volta* : auſſi ne l'a-t-il point négligée ; & il nous apprend que ces bornes ſont indiquées par la diſſipation qui ſe fait de l'électricité dans l'air, lorſque les conducteurs n'excèdent point le diamètre d'un gros

fil de cuivre. Si ce n'étoit cette diſſipation, ajoute-t-il, un fil de cuivre mince & aſſez long pour avoir un pied quarré de ſurface, ce qui ſuppoſeroit cent quarante-quatre pieds de longueur, s'il avoit un tiers de ligne de groſſeur, formeroit un conducteur conſidérablement ſupérieur à mon cylindre de huit pieds de long & de ſix lignes de diamètre. Il auroit certainement plus de capacité, puiſqu'il faudroit un tems bien plus conſidérable pour lui procurer un même degré de tenſion, déſigné par la divergence de l'électromètre, & que par conſéquent, à degré égal de tenſion, l'étincelle qu'on en tireroit ſeroit beaucoup plus forte, & cauſeroit une plus violente ſecouſſe. Nous en avons un exemple, remarque très-bien M. *Volta*, dans le fil de métal qu'on conduit de la barre de *Franklin*, dans une chambre. Ce fil électriſé à un degré de tenſion très-foible, donne des étincelles très-courtes à la vérité, mais extrêmement piquantes & douloureuſes, & qui, de plus, ont un peu de continuité. Je me ſouviens, ajoute-t-il, en parlant toujours à M. *de Sauſſure*, qu'en raiſonnant avec vous ſur ce phénomène, dont l'explication vous paroiſſoit difficile, je vous dis que je croyois pouvoir en rendre pleinement raiſon, par la grande capacité de ce long fil, qui ſurpaſſe de beaucoup

celle des conducteurs ordinaires. Cette différence remarquable dans les effets, ne provient certainement pas de ce que l'action de l'électricité que les nuage srépandent dans la barre & dans le fil métallique, soit essentiellement différente de celle de notre électricité artificielle : ce seroit un soupçon mal fondé. Essayez d'y communiquer l'électricité par le moyen de la machine ou d'une bouteille bien chargée, & d'en tirer ensuite l'étincelle ; elle sera courte, piquante, douloureuse & continue, comme celle qui provient d'un nuage orageux. Mais dans ce fil, à raison de sa trop grande finesse, & des aspérités qui s'y rencontrent, & qu'on ne peut lui enlever en totalité, l'électricité parvenue à un certain degré de tension peu considérable encore, se dissipe, au lieu que le bâton argenté de six lignes de diamètre, bien poli, bien uni sur toute sa surface, peut être chargé bien plus fortement, avant que la matière électrique dont il sera chargé s'échappe par les extrémités en jets de feu, ce qui n'arrivera même pas lorsqu'il sera garni de boules bien unies, & un peu grosses.

Je trouve donc, continue M. *Volta*, le diamètre de six lignes pour les bâtons argentés plus que suffisant pour recevoir le plus haut degré de tension qu'on puisse leur donner, & lorsqu'on

veut augmenter la ſurface pour leur procurer plus de capacité, il faut le faire dans le ſens de leur longueur.

D'après ces idées, dit M. *Volta*, je me ſuis procuré un conducteur qui reçoit une quantité étonnante d'électricité, & dont l'étincelle donne une ſecouſſe qu'on a de la peine à ſupporter. Il conſiſte en douze bâtons de la groſſeur & de la forme ci-deſſus, qui, ayant quatre-vingt-ſeize pieds de long, n'ont que douze pieds quarrés de ſurface; pas plus, par conſéquent, qu'un cylindre de ſix pieds de long, & de huit pouces de diamètre.... Mais ces bâtons, diſpoſés en une longue file, ſurpaſſent infiniment un ſemblable tuyau, relativement à la quantité d'électricité qu'ils peuvent recevoir, & à l'énergie des effets qu'ils produiſent. Il faut vingt-cinq à trente tours de ma machine à plateau de cryſtal, même lorſqu'elle agit vigoureuſement, pour porter l'électricité à ſon plus haut degré de tenſion dans la file des bâtons, autant à-peu-près que pour charger fortement une petite bouteille de Leyde, tandis qu'il n'en faut que quatre ou cinq pour porter l'électricité au même degré de force dans le tuyau de ſix pieds; & lorſqu'avec le doigt on tire l'étincelle de l'un & de l'autre, on en ſent l'énorme différence. Quoique celle du tuyau ſoit,

vive & forte, celle des bâtons eſt bien autrement denſe, réunie & douloureuſe.

On demandera peut-être à M. *Volta*, comment il ſeroit poſſible, ſans embarras, de diſpoſer une longueur auſſi conſidérable de conducteurs ?

On peut, répond-il dans la même Lettre, ſe diſpenſer de les mettre dans une ſeule file : on peut les partager en deux, en trois, en quatre files parallèles, proportionnellement à la longueur de la chambre; & même, ſuivant ſa hauteur, on peut en diſpoſer deux, trois, &c, les uns au-deſſus des autres. Il ſuffit qu'on laiſſe la diſtance de trois à quatre pieds d'une file à l'autre; condition très-importante, & dont nous rechercherons la cauſe dans la ſuite. Rien de plus aiſé, ajoute-t-il, que d'iſoler tous ces bâtons, en les ſuſpendant à des cordons de ſoie ; ceux de la première rangée attachés au plafond, ceux de la ſeconde attachée à la première, & ainſi de ſuite. Un coup-d'œil jeté ſur la planche IV, (fig. 1,) ſuffit pour en faire connoître la diſpoſition. A A, B B, ſont deux files de bâtons ſoutenus par les cordons *a*, *a*, *a*, *a*, & *b*, *b*, *b*, *b*, attachés au plancher. C C, D D, ſont deux autres files ſuſpendues aux premières par les cordons *c*, *c*, *c*, *c*, & *d*, *d*, *d*, *d*. On peut de la

même manière ſuſpendre à la ſeconde rangée une troiſième, à la troiſième une quatrième. On peut de même à volonté augmenter le nombre des files de chaque rangée. Pour faire qu'elles communiquent toutes enſemble, & forment un conducteur continu, il ſuffit de poſer en travers ſur les files de chaque rangée, une verge métallique qui les touche toutes, comme B A, D C, & de placer une autre verge B D qui lie les rangées l'une à l'autre; bien entendu que les bâtons de chaque file doivent être en contact parfait par leurs extrémités. Quoique chacun puiſſe imaginer un moyen pour cela, voici celui que M. *Volta* emploie. Je fais entrer, dit-il, dans l'extrémité d'un bâton un fil de fer, qui en déborde de la longueur d'un pouce; & je fais entrer cette partie ſaillante dans un trou pratiqué à l'extrémité du bâton ſuivant, & ainſi de ſuite.

Venons, ajoute ce célèbre Phyſicien, à la diſtance que j'ai dit qu'on devoit laiſſer d'une file à l'autre. Eſt-il abſolument néceſſaire qu'elle ſoit auſſi grande? Si au lieu de trois à quatre pieds, on ne laiſſoit que trois à quatre pouces, qu'en réſulteroit-il? on diminueroit conſidérablement la capacité du conducteur. On a de la peine à le croire d'abord, vu qu'il reſte dans les bâtons la même quantité de ſurface: mais il

faut conſidérer que toute cette ſurface ne reſte pas libre, comme dans le premier cas. Ce rapprochement fait que les bâtons ſe trouvent plongés dans l'atmoſphère électrique & la ſphère d'activité l'un de l'autre. Or, quel effet produit cette atmoſphère d'un corps ſur un autre qui s'y trouve plongé? elle y cauſe une tenſion, ou y excite une électricité ſemblable, qui a plus ou moins d'activité, ſuivant que ce corps eſt plus ou moins plongé dans cette atmoſphère, qu'il en eſt plus ou moins enveloppé, qu'il eſt plus ou moins proche du centre d'activité. Ceci eſt une vérité de fait, & ce n'eſt pas ici le lieu de rechercher la cauſe de ce phénomène, & la manière dont il ſe produit. Or, plus l'électricité d'un corps a de tenſion, moins il lui reſte de capacité pour recevoir ultérieurement une électricité ſemblable. Les bâtons étant donc peu éloignés les uns des autres, dès qu'on leur communique de l'électricité, le degré de tenſion que cauſe dans chacun d'eux l'électricité qu'il reçoit en propre, s'accroît de beaucoup par l'action qu'exerce ſur lui l'électricité des bâtons voiſins; & de cette manière tous les bâtons acquérant plus promptement un plus grand degré de tenſion, ont atteint beaucoup plutôt le terme de leur capacité. Si un corps ſe trouvoit dans une telle poſition que des atmoſphères électriques produi-

ſiſſent en lui le plus haut degré de tenſion, il ſeroit hors d'état d'acquérir la moindre quantité d'électricité propre. Si ce corps, par l'effet de l'atmoſphère électrique, avoit acquis le même degré de tenſion que le corps qui agit ſur lui, il ſeroit hors d'état, même en le touchant, d'en tirer la plus petite étincelle, ni d'acquérir, par ce contact, le moindre degré d'électricité abſolue.

. . . . . .

Nous commençons maintenant à voir d'où vient que l'électricité acquiert plutôt ſon plus grand degré de tenſion, & par conſéquent ne peut être accumulée en auſſi grande quantité dans un tuyau court & gros, que dans un cylindre mince & long, de ſurface égale, & même moindre.

Suppoſons la ſurface du premier diviſée en pluſieurs bandes longitudinales; nous pouvons concevoir que chacune de ces bandes, indépendamment du degré de tenſion que lui cauſe ſon électricité propre, en acquiert un certain degré, par l'action qu'exercent ſur elles les bandes latérales. Que gagnerons-nous donc en augmentant ſa longueur aux dépens de ſa groſſeur? ces bandes diminueront en quantité, une grande partie des atmoſphères latérales ſera détruite; chaque portion de ſurface ſera délivrée d'une grande partie des tenſions étrangères qu'elle éprouvoit, & de-

viendra par-là capable d'acquérir une doſe beaucoup plus grande d'électricité propre & abſolue.

Quoi qu'il en ſoit de la théorie de M. *Volta*, qui paroît ſans contredit très-ſimple & très-lumineuſe, nous ne nous arrêterons qu'au fait; & voyant effectivement, par des expériences réitérées toujours avec le même ſuccès, que la longueur eſt de toutes les dimenſions celle qui paroît la plus favorable aux conducteurs, nous en conclurons après lui que c'eſt celle qu'il convient de préférer, lorſqu'on voudra forcer les effets d'un appareil électrique, & qu'on ſe croira dédommagé par-là de l'embarras que cauſe néceſſairement la diſpoſition d'une multitude de conducteurs dans la pièce où on veut faire ces fortes d'expériences. C'eſt cette raiſon, jointe à ce que nous trouvons ſuffiſans les effets que le nôtre produit, qui nous a empêchés de profiter de cette nouvelle découverte, & qui nous a engagés à ne rien changer à la diſpoſition de notre appareil.

Armure de M. *Détienne.*

En 1775, M. *Détienne*, Amateur fort inſtruit, avoit imaginé une armure particulière, qui s'adaptoit au conducteur, & à l'aide de laquelle il aſſuroit augmenter l'intenſité des effets d'une machine électrique donnée. Cette ingénieuſe invention étoit fondée ſur la certitude d'une obſervation qu'il rapporte à la tête de ſon Mémoire,

imprimé dans le Journal de Physique pour le mois de Juillet 1775.

Nous croyons devoir renvoyer le Lecteur au Mémoire même de l'Auteur, pour qu'il puisse se former une idée complette de cette armure, que nous n'avons pas jugé à propos d'adapter à notre appareil.

ARTICLE IV.

Des premiers Phénomènes électriques, jusqu'à l'époque de l'expérience de Leyde.

NOUS avons observé précédemment qu'il se passa plusieurs siècles avant que la vertu électrique s'attirât l'attention des Physiciens, & nous pourrions ajouter encore qu'ils s'occupèrent pendant quelque tems de cet objet, sans saisir toute l'étendue même d'un phénomène qu'ils avoient sous les yeux. Le D. *Gilbert*, & ceux qui vinrent immédiatement après lui, s'apperçurent très-bien que certains corps frottés acquéroient la vertu d'attirer à eux des corps légers ; mais ils ne s'apperçurent point qu'ils en étoient constamment repoussés immédiatement après leur attraction. *Gilbert* dit même expressément, dans son Traité de l'Aimant, que nous avons cité ci-

deſſus, que dans le magnétiſme il y a attraction & répulſion; mais que dans l'électricité il n'y a que le premier & jamais le dernier de ces phénomènes; & c'eſt une des différences qu'il aſſigne entre la vertu magnétique & la vertu électrique. Cette erreur ſe perpétua juſqu'au tems d'*Otho de Guericke*, qui découvrit le phénomène de la répulſion électrique, & qui démontra même qu'il étoit plus permanent que celui qu'on connoiſſoit déjà.

Attraction & répulſion électrique.

Il ſe ſervit pour ces ſortes d'expériences d'un globe de ſoufre, qu'il faiſoit tourner ſur ſon axe par le moyen d'une manivelle, & qu'il frottoit avec la main. Or, il s'apperçut que des corps légers ſuſpendus à des fils, & préſentés à l'équateur de ce globe, lorſqu'il étoit électriſé, étoient d'abord attirés; mais qu'immédiatement après ils en étoient repouſſés, & que cet état de répulſion n'étoit point à beaucoup près auſſi momentané que le mouvement d'attraction. Il vit cette répulſion ſubſiſter tant que le corps léger conſervoit la vertu électrique que le globe lui avoit communiquée, & que celui-ci conſervoit pareillement la ſienne. Ce dernier état lui parut même ſi permanent, qu'il imagina d'en ſuivre les effets, en détachant ſon globe d'entre les poupées, pour le préſenter & pourſuivre, pour ainſi dire, le corps repouſſé. Or, il s'apperçut alors

alors qu'en le pourſuivant avec ſon globe électriſé, ce corps s'en éloignoit de plus en plus, & qu'il pouvoit par ce moyen le promener en toutes ſortes de ſens dans toute l'étendue de ſa ſalle.

Nous répétons plus commodément cette ingénieuſe expérience avec un tube de verre que nous électriſons auſſi fortement qu'il eſt poſſible, & nous nous contentons de le tenir dans une ſituation horiſontale, pour laiſſer tomber deſſus quelques corps légers, tels qu'un duvet, une petite parcelle de ces feuilles de métal battu, qu'on trouve dans le commerce renfermées dans des livrets, & qu'on vend ſous le nom d'*or d'Allemagne*. Dès que le corps léger ſe trouve plongé dans l'atmoſphère électrique du tube, il eſt fortement attiré, il ſe précipite deſſus ; mais à peine s'eſt-il emparé de la doſe d'électricité que ce tube peut lui fournir & qu'il peut retenir, qu'il en eſt auſſi-tôt repouſſé, & qu'il s'en éloigne à une diſtance proportionnée à l'énergie de cette vertu électrique. Si on porte le tube après lui, il s'en éloigne encore, & par ce moyen on lui fait faire des mouvemens auſſi variés que ceux qu'on imprime au tube. On le fait mouvoir de bas en haut, contre l'action de la peſanteur; on le fait mouvoir horiſontalement, obliquement ou de haut en bas, & ces effets ſe ſoutiennent

autant que la vertu électrique ſubſiſte dans ces deux corps. Mais ſi le corps léger vient à perdre l'électricité qu'il a reçue du tube, on le voit auſſitôt ſe porter vers ce dernier pour y reprendre une nouvelle doſe d'électricité, & s'en éloigner encore avec la même activité, au moment où il a reçu une nouvelle atmoſphère électrique. On obſerve ce phénomène d'une manière aſſez curieuſe en repouſſant le corps léger, lorſqu'il s'éloigne du tube, vers un corps quelconque ſuſceptible de recevoir l'électricité par voie de communication. On le voit ſe jetter ſur ce dernier, auquel il tranſporte l'électricité dont il eſt muni, & on le voit enſuite revenir au tube pour s'en éloigner de nouveau. On conçoit facilement de-là que ſi ce corps étoit ſuſpendu à une ſoie entre le tube électriſé & un corps non électrique quelconque, on le verroit aller & venir alternativement entre ces deux corps. C'eſt ce qu'on a exécuté d'une manière aſſez ingénieuſe, en ſuſpendant à une ſoie un petit corps métallique entre deux petites cloches de métal, l'une iſolée & électriſée, & l'autre dans ſon état naturel & non iſolée. On voit ce petit corps métallique, faiſant l'office de battant, frapper alternativement ces deux cloches, & tranſporter à celle qui n'eſt point iſolée, l'électricité qu'il reçoit de ſa voiſine. On peut varier à volonté la forme de cet appareil.

Le carillon électrique.

On peut même multiplier le nombre des cloches, & conſéquemment celui des petits corps métalliques qui doivent les frapper ; & on rend par ce moyen cette expérience plus agréable. Nous nous ſervons ordinairement de trois timbres, diſpoſés ſur une même ligne, & à des diſtances convenables les unes des autres. Deux de ces timbres, ceux qui ſont aux extrémités de la file, ſont attachés par des chaînes à une petite tige de métal qui ſe ſuſpend aux conducteurs de la machine électrique, & conſéquemment ces deux timbres s'électriſent en même tems. Entre ces deux timbres & celui du milieu, ſuſpendu par une ſoie à la même tige, ſont pareillement ſuſpendus avec des ſoies, deux petits cylindres de métal. Ceux-ci ſont attirés & frappent les timbres latéraux dès le moment où ces derniers ſont électriſés : mais en étant auſſi-tôt repouſſés, ils vont frapper le timbre du milieu qui n'eſt point électriſé, puiſqu'il eſt iſolé. Ils perdent donc en le frappant l'électricité qu'ils ont reçue, & ils ſont de nouveau attirés par les deux premiers timbres, tandis que celui du milieu ſe décharge dans le réſervoir commun de l'électricité qu'il vient de recevoir, & il s'en décharge par le moyen d'une chaîne qu'on y ſuſpend intérieurement, & qu'on laiſſe traîner ſur le pavé, ou qu'on tient à la main.

Difficulté d'expliquer ce phénomène.

Ces mouvemens alternatifs, ces attractions & ces répulſions ſont, ſans contredit, un des phénomènes les plus difficiles à expliquer en fait d'électricité. On convient généralement que l'électricité eſt un fluide qui s'échappe des corps qui en ſont ſurabondamment chargés. On convient encore que ce fluide forme une atmoſphère autour de ces corps, & que cette atmoſphère s'étend à une diſtance plus ou moins éloignée. On convient enfin que cette atmoſphère eſt compoſée de rayons divergens, qui s'écartent les uns des autres à meſure qu'ils s'éloignent de la ſurface du corps duquel ils s'échappent. On démontre la vérité de ces aſſertions par des expériences auxquelles il eſt difficile de ſe refuſer.

Si on approche en effet la main à peu de diſtance d'un corps électriſé, ſoit par frottement, ſoit par communication, on ſent une impreſſion particulière de la part de la matière électrique qui s'en échappe, & cette impreſſion eſt tout-à-fait ſemblable à celle qui naîtroit d'une toile très-fine, d'un ſouffle léger qui entourroit ce corps. Paſſez devant le viſage d'une perſonne un tube de verre récemment frotté, elle éprouvera le même ſentiment que ſi elle déchiroit, en marchant, une toile d'araignée qui ſe trouveroit à la hauteur & dans le chemin de ſon viſage. Il s'échappe donc du corps électriſé un fluide parti-

culier, & ce fluide forme autour de ce corps une atmoſphère qui s'étend à une certaine diſtance; car on éprouve le même ſentiment, la même impreſſion tout autour du corps électriſé. L'odorat peut encore confirmer cette vérité. Le corps électriſé répand en effet autour de lui & en tout ſens une odeur plus ou moins forte, & analogue à celle du phoſphore urineux. Or, cette atmoſphère, dont l'exiſtence eſt inconteſtable, paroît compoſée de rayons divergens, qui s'écartent de plus en plus les uns des autres à meſure qu'ils s'éloignent du foyer d'où ils partent. On en trouve la preuve dans ces émanations lumineuſes, ces eſpèces de gerbes de feu qu'on appelle aigrettes électriques, qu'on voit ſortir dans l'obſcurité des corps électriſés, & dont nous parlerons plus bas.

Or, en ſuppoſant une matière qui s'échappe ainſi du corps électriſé, on explique aſſez bien les mouvemens de répulſion des corps légers; mais on ne rend pas également raiſon du mouvement qui les précède, de ce mouvement d'attraction qui les maîtriſe d'abord, & qui les amène vers la ſurface de ce corps avant d'en être repouſſés.

Ce fut ce qui engagea l'abbé *Nollet* à ſuppoſer une matière qui ſe porte en forme de rayons convergens, vers la ſurface du corps électriſé, dans le même tems que la matière électrique s'en

Syſtême de l'abbé *Nollet* pour l'explication de ces phénomènes.

échappe, ſous la forme de rayons divergens. Ce célèbre Phyſicien diſtingue ces deux courans ſimultanés ſous les noms de *matière affluente* & de *matière effluente*, & explique par leur moyen, & d'une manière on ne peut plus ingénieuſe, les phénomènes dont il eſt ici queſtion.

Parmi la multitude d'expériences que ce ſavant Académicien apporte en preuve de l'exiſtence de ces deux courans ſimultanés de matière électrique, en voici une qui paroît on ne peut plus ſéduiſante. On en doit l'idée à une expérience que fit originairement M. *Hauxsbée* dans l'intérieur d'un globe, & qui n'avoit alors aucunement le deſſein d'établir la théorie des affluences & des effluences ſimultanées.

Faites monter à l'extrémité A (pl. 4, fig. 2) du principal conducteur d'une machine électrique une tige de métal, terminée par une boule de même matière *a*, ſur la circonférence de laquelle vous attacherez des fils de lin de quatre à cinq pouces de longueur. Ayez un cerceau de métal, ſuppoſons de fer-blanc B C, & d'un pied au moins de diamètre, dans la circonférence intérieure duquel vous attacherez de ſemblables fils. Prenez ce cerceau d'une main, à l'aide de ſon manche D, & préſentez-le de manière que ſon centre réponde à celui de la boule *a*: électriſez le conducteur, & vous verrez auſſi-tôt les fils

attachés autour de la boule *a*, ſe dreſſer & s'écarter les uns des autres ſous la forme de rayons divergens, & les fils du cerceau B C ſe redreſſer également, & ſe diriger ſous la forme de rayons convergens vers la même boule *a*. Voilà donc deux mouvemens oppoſés, deux directions contraires qui ſuppoſent une matière effluente de la boule *a*, & en même tems une matière affluente de toute la circonférence du cerceau B C.

Les mouvemens alternatifs d'attraction & de répulſion que les corps légers nous font obſerver à l'approche d'un corps électriſé, peuvent donc s'expliquer commodément par ces deux courans ſimultanés. Ils ſont approchés, ou mieux, ils ſont portés vers la ſurface du corps électriſé par la matière affluente qui y aborde, & ils en ſont repouſſés par la matière effluente qui s'en échappe.

Rien de plus ſimple, rien de plus ingénieux au premier aſpect que cette hypothèſe; elle eſt même on ne peut plus méchanique: mais en la conſidérant de plus près, & en l'approfondiſſant, elle laiſſe des difficultés inſurmontables.

Difficultés contre cette hypothèſe.

Nous ne dirons point que ces deux courans oppoſés doivent néceſſairement ſe nuire dans leurs mouvemens; que ces mouvemens devroient ſe détruire réciproquement, comme il arrive ordinairement à deux fluides qui ſe meuvent en ſens contraires, & qui ſe rencontrent dans un

endroit de l'eſpace qu'ils parcourent. *Muſſenbroeck*, qui embraſſa cette hypothèſe, & qui l'a même expoſée d'une manière très-ingénieuſe dans le premier Volume de la nouvelle édition de ſon Cours de Phyſique Expérimentale, que nous publiâmes en 1769, nous répondroit que les rayons oppoſés de ces deux courans paſſent auſſi librement les uns entre les autres que les rayons directs d'un faiſceau de lumière paſſent entre ces mêmes rayons réfléchis par la ſurface d'un miroir ſur lequel ils tombent; mais nous demanderons comment il peut ſe faire que les mouvemens d'attraction des corps légers ne ſoient qu'inſtantanés, tandis que les mouvemens de répulſion ſont permanens? Les deux efforts cependant des deux courans ſont égaux; car, comme l'obſerve très-bien le célèbre *Watſon*, l'un des plus grands partiſans du ſyſtême des affluences & effluences ſimultanées, il eſt indiſpenſablement néceſſaire que la matière effluente & affluente ſoient en équilibre entr'elles. Il ne peut, ajoute-t-il, s'échapper d'un corps *idio-électrique* une quantité de matière électrique plus grande que celle qui y afflue, & il ne peut y aborder ni y demeurer une plus grande quantité que celle qui s'en échappe. Sans cela le corps *idio-électrique* en ſeroit entièrement gorgé. Mais ſi ces deux efforts ſont les mêmes, s'il y a une juſte compenſation entre les écoulemens

de la matière affluente & ceux de la matière effluente, comment arrive-t-il non-seulement que l'état de répulsion soit permanent & celui d'attraction instantané ; mais même comment l'un & l'autre de ces deux états peuvent-ils avoir lieu successivement & si régulièrement ? Comment se fait-il encore qu'un corps repoussé au-delà ou au moins à l'extrémité de la sphère d'activité de la matière effluente, ne soit point aussi-tôt reporté vers le corps électrisé par l'effort de la matière affluente ? Ce sont autant de questions auxquelles il n'est point possible de satisfaire dans l'hypothèse de ces deux courans simultanés, & il n'est même encore aucune hypothèse connue dans laquelle on puisse y satisfaire. Convenons de bonne foi qu'on s'est trop hâté de forger des hypothèses pour rendre raison de ces sortes de phénomènes, & même des autres phénomènes électriques dont nous parlerons par la suite. Mais tel est le génie de l'homme ; il ne peut voir aucun effet dont il ne veuille découvrir la cause ; & cette propension, si naturelle, à vouloir tout expliquer, est le plus grand obstacle aux progrès de ses connoissances. Bornons-nous donc dans une matière aussi difficile, je dirois même aussi peu connue, malgré la multitude de faits qu'on a rassemblés ; bornons-nous, dis-je, à bien présenter ces faits, & à saisir autant qu'il

ſera poſſible les inductions qu'ils pourront nous offrir.

Modifications différentes des phénomènes précédens.

Multiplier les manières différentes de repréſenter un même fait, n'eſt pas, j'en conviens, acquérir de nouvelles connoiſſances ; mais c'eſt ſouvent un moyen de le mieux ſaiſir, & d'en appercevoir toutes les circonſtances. Dira-t-on qu'on a retiré un pareil avantage de ces modifications différentes qu'on a ſu donner aux phénomènes des attractions & des répulſions ? Je ſuis fort éloigné de le croire : mais ces expériences ſont agréables ; elles excitent la curioſité de l'Amateur, & elles l'engagent à des recherches qui peuvent concourir au progrès de la ſcience. Nous en indiquerons donc quelques-unes, ſeulement pour mettre ſur la voie ceux qui voudroient s'occuper de cet objet.

Deux fils ſuſpendus à l'un des conducteurs de la machine électrique, & qui pendent parallèlement à eux-mêmes, s'écartent l'un de l'autre, & deviennent divergens lorſqu'on électriſe ce conducteur. Ils deviennent d'autant plus divergens, que le conducteur eſt plus chargé d'électricité, ce qui offre une eſpèce d'*électromètre*, dont on peut faire uſage en quantité de circonſtances : mais nous parlerons de ces ſortes d'inſtrumens dans un autre moment.

Il n'eſt pas néceſſaire que ces fils ſoient ſuſ-

pendus au conducteur. Plongés ſeulement dans l'atmoſphère d'un corps électriſé, ils s'électriſent très-bien ; ils s'écartent à une diſtance plus ou moins éloignée, & c'eſt un moyen fort ingénieux dont M. *Canton* s'eſt ſervi pour déterminer la diſtance à laquelle s'étend l'atmoſphère d'un conducteur ou de tout autre corps chargé de fluide électrique. Cet ingénieux Phyſicien avoit imaginé de ſuſpendre aux extrémités de ces fils de petites boules de liége, pour les tenir tendus & faire qu'ils tombaſſent bien parallèlement l'un à l'autre lorſqu'ils n'étoient point ſoumis aux impreſſions de l'électricité, & on ne peut diſconvenir que ce moyen ne ſoit très-ingénieux. Pour les conſerver dans un état de propreté qui leur eſt néceſſaire, & les ſouſtraire aux injures de l'air, il avoit encore imaginé de les attacher au couvercle d'une boîte, lequel gliſſant à couliſſe ſur cette boîte, procuroit la facilité de les tenir commodément à la main en tirant le couvercle & mettant la boîte de côté.

En multipliant ces fils qu'on attache à un même point fixe, les effets de la répulſion en deviennent plus agréables par l'écartement de chacun de ces brins ; mais ils le ſont encore davantage lorſqu'on électriſe une houppe de ſoie, une plume dont les barbes ſont longues, flexibles & légères. L'effort avec lequel ces fils s'écartent les uns des

autres eſt même en état de ſurmonter l'effort de leur propre gravité, & c'eſt ce qu'on remarque facilement lorſqu'après avoir lié ou noué enſemble pluſieurs fils à chacune de leurs extrémités, on vient à les électriſer : on les voit s'écarter les uns des autres ; & comme leurs extrémités inférieures ne peuvent ſe ſéparer par rapport au nœud qui les retient, on leur voit prendre une forme ovalaire aſſez curieuſe à obſerver.

Une expérience de ce genre plus agréable encore, ce ſont les corps légers qu'on fait voltiger entre deux platines de métal, dont l'une eſt électriſée & l'autre non-électriſée. La première eſt ſuſpendue au conducteur, & s'électriſe par ce moyen. On tient l'autre à la main, ou on la place ſur un guéridon au-deſſous de la première. C'eſt ſur celle-ci qu'on poſe les corps légers qu'on veut faire mouvoir. Toute eſpèce de pouſſière, pourvu qu'elle ſoit ſèche, des feuilles de métal hâchées par petits morceaux, de petites bandes de papier, des fils de verre tirés &c., tous ces corps cèdent aux impreſſions de la matière électrique, ſe portent vers la platine ſupérieure qui les repouſſe vers l'inférieure, & voltigent perſévéramment entre ces deux platines, tant qu'on ſoutient l'électriſation. On rend cette expérience plus agréable encore, en y employant de petites figures peintes des deux côtés ſur du papier, &

dont la tête & les pieds ſe terminent par des pointes un peu mouſſes ou arrondies. On les voit voltiger & danſer entre les deux platines. Le ſpectateur s'amuſe de ces ſortes d'expériences, & le Phyſicien y voit la confirmation du principe que nous avons établi ci-deſſus, qu'un corps léger chargé d'électricité fuit le corps qui l'a électriſé, juſqu'à ce qu'il ſe ſoit dépouillé de la vertu électrique qu'il a reçue, & dans ce cas il vient en prendre une nouvelle doſe, qui l'éloigne de nouveau du corps qui l'électriſe.

Nous parlerons ailleurs du pouvoir des pointes pour ſoutirer de loin la matière électrique d'un conducteur, ou de tout autre corps électriſé, & pareillement pour laiſſer échapper celle dont le corps pointu peut être ſurabondamment chargé; mais en ſuppoſant ici cette faculté des corps pointus, on pourra varier d'une façon plus ſingulière encore ces mouvemens d'attraction & de répulſion. On verra que ſi on coupe une lame métallique en forme de loſange fort alongée, dont les angles du haut & du bas ſoient également aigus, l'angle ſupérieur de cette lame attirera à une certaine diſtance l'électricité de la platine ſupérieure, & l'angle inférieur ſe déchargera ſur la platine inférieure de cette ſurabondance d'électricité; de ſorte que la feuille de métal demeurera ſuſpendue à la même diſtance entre la platine

ſupérieure & la platine inférieure. Les mouvemens d'attraction & de répulſion paroîtront détruits, & cependant le pouvoir attractif & le pouvoir répulſif n'en ſubſiſteront pas moins dans cet état d'équilibre. Veut-on que cette lame s'approche davantage de l'une des platines que de l'autre ? le moyen eſt on ne peut plus ſimple & on ne peut plus facile à exécuter.

Coupez, dit le D. *Franklin*, un morceau d'or de Hollande dans la forme de la (*fig. 3, pl. 4.*), où l'angle d'en haut eſt un angle droit, les deux ſuivans des angles obtus, & le plus bas eſt un angle fort aigu ; & placez cette feuille d'or ſur la platine inférieure au-deſſous de celle qui eſt électriſée, de manière que la partie coupée à angle droit puiſſe être d'abord élevée, ce qui ſe fait en couvrant la partie aiguë avec le creux de la main ; & vous verrez la feuille prendre place beaucoup plus près de la platine ſupérieure que de l'inférieure, parce qu'à moins d'être plus près, elle ne peut recevoir auſſi promptement, à la pointe de ſon angle droit, l'électricité dont elle ſe décharge par un angle aigu. Retournez cette feuille de façon que l'angle aigu ſoit en haut, & vous la verrez ſe porter & ſe placer auprès de la platine inférieure, parce qu'elle reçoit plus promptement à la pointe de l'angle aigu qu'elle ne peut décharger à la pointe de l'angle droit :

ainſi la différence de diſtance eſt toujours proportionnelle à la différence de fineſſe des angles. Prenez garde, ajoute M. *Franklin*, en coupant votre feuille, à ne pas laiſſer de petits lambeaux ſur les extrémités, qui forment quelquefois des pointes où on ne voudroit pas les avoir.

Le poiſſon d'or.

Vous pouvez faire cette figure ſi aiguë dans ſa partie inférieure, & ſi obtuſe dans ſa partie ſupérieure, qu'il ne ſoit pas beſoin de platine inférieure, ſe déchargeant d'elle-même aſſez promptement dans l'air. Si elle eſt beaucoup plus droite, comme on le voit dans la figure compriſe entre les lignes ponctuées de la (*fig.* 3), nous l'appelons, dit le D. *Franklin*, le *poiſſon d'or*, à cauſe de ſa manière d'agir. Si vous le prenez, en effet, par la queue, & que vous le teniez à un pied ou à une plus grande diſtance horiſontale du premier conducteur, lorſque vous le laiſſerez aller, il volera à lui avec un mouvement vif & ondoyant, ſemblable à celui d'une anguille dans l'eau; il prendra place alors ſous le premier conducteur, peut-être à un quart ou à un demi-pouce de diſtance, & remuera continuellement la queue comme un poiſſon, de ſorte qu'il paroîtra animé. Tournez la queue vers le premier conducteur, & alors il volera à votre doigt, & ſemblera le grignoter. Si vous tenez ſous lui une platine de métal à ſix ou huit pouces de diſtance,

& ſi vous ceſſez de faire mouvoir la machine électrique, lorſque l'atmoſphère électrique du conducteur diminuera, il deſcendra ſur la platine, & nagera encore en arrière & en avant à pluſieurs repriſes, avec le même mouvement de poiſſon, ce qui fait un ſpectacle aſſez agréable; & par le moyen très-facile d'émouſſer ou d'aiguiſer les têtes ou les queues de ces figures, vous pourrez leur faire prendre la place que vous deſirerez, plus près ou plus loin de la platine électriſée.

Le planétaire électrique de M. *Grey*.

Tous les Phyſiciens ne virent point indifféremment ces ſortes de phénomènes, quoiqu'ils ne paroiſſent rien offrir au-delà de l'amuſement de ceux qui s'occupent à répéter ces expériences. M. *Grey* crut y trouver un moyen d'expliquer les mouvemens des corps planétaires. Il imagina, à cet effet, quelques expériences qu'il n'eut pas le tems de ſuivre, mais qu'il communiqua au D. *Mortimer*, alors Secrétaire de la Société Royale. Quoique cette idée de M. *Grey* ne fût rien moins que bien fondée, on ne ſera pas fâché de voir juſqu'à quel point il portoit ſes prétentions. J'ai fait dernièrement, diſoit-il, & ce ſont les dernières expériences qu'il ait faites; j'ai fait pluſieurs expériences nouvelles ſur le mouvement projectile & d'oſcillation, au moyen deſquels on peut faire mouvoir des corps de différentes eſpèces autour de quelques grands corps, ſoit

ſoit en cercles ou en ellipſes, qui ſont concentriques ou excentriques au centre du plus grand corps, autour duquel ils ſe meuvent en faiſant pluſieurs révolutions autour de lui. Ce mouvement ſe fera conſtamment du même ſens que celui dans lequel les planètes ſe meuvent autour du ſoleil, c'eſt-à-dire de droite à gauche, ou d'occident en orient : mais ces petites planètes, ajoute M. *Grey*, ſi je puis les nommer ainſi, ſe meuvent beaucoup plus vîte dans les parties de l'apogée que dans celles du périgée de leurs orbites ; ce qui eſt directement contraire au mouvement des planètes autour du ſoleil. Or, voici de quelle manière M. *Grey* indique ces expériences.

Placez, nous dit-il, un petit globe de fer d'un pouce ou un pouce & demi de diamètre, foiblement électriſé, ſur le milieu d'un gâteau circulaire de réſine de ſept ou huit pouces de diamètre ; & alors un corps léger, ſuſpendu par un fil très-fin de cinq à ſix pouces de longueur, tenu dans la main au-deſſus du centre de la table, commencera de lui-même à ſe mouvoir en cercle autour du globe de fer, & conſtamment d'occident en orient. Si le globe eſt placé à quelque diſtance du centre du gâteau circulaire, le petit corps décrira une ellipſe qui aura pour

excentricité la distance du globe au centre du gâteau.

Si le gâteau de résine est de forme elliptique, & que le globe de fer soit placé à son centre, le corps léger décrira une orbite elliptique de la même excentricité que celle de la forme du gâteau.

Si le globe de fer est placé auprès & dans un des foyers du gâteau elliptique, le corps léger aura un mouvement beaucoup plus vîte dans l'apogée que dans le périgée de son orbite.

Si le globe de fer est fixé sur un pié-destal à un pouce de la table, & qu'on place autour de lui un cercle de verre, ou une portion de cylindre de verre creux électrisé, le corps léger se mouvera comme dans les circonstances ci-dessus, & avec les mêmes variétés.

M. *Wheeler* se chargea, après la mort de M. *Grey*, de répéter ces expériences. Il les répéta en présence de plusieurs Savans de la Société Royale, & avec une grande variété de circonstances ; mais ils ne purent tirer aucune conséquence de ce qu'ils observèrent alors. Il les répéta encore en particulier, & il en obtint des résultats tout-à-fait différens de ceux qui avoient été annoncés par M. *Grey ;* & son opinion fut que le desir de produire le mouvement d'occident en orient étoit la cause secrète qui avoit déter-

miné le corps ſuſpendu à ſe mouvoir dans cette direction, au moyen de quelqu'impreſſion qui venoit de la main de M. *Grey* auſſi bien que de la ſienne, quoiqu'il ne ſe fût point apperçu qu'il donnât aucun mouvement à ſa main.

Pour peu qu'on réfléchiſſe ſur les phénomènes indiqués par M. *Grey*, on n'y trouve rien au-delà qu'un ſimple mouvement d'attraction & de répulſion, & l'expérience merveilleuſe qu'il annonce en pourroit impoſer davantage, & réuſſir beaucoup mieux en modifiant ſon appareil de la manière ſuivante.

Ayez une platine de métal de dix à douze pouces de diamètre, au centre de laquelle vous établirez un petit globe repréſentant le ſoleil. Suſpendez ſur le bord & à quinze ou dix-huit lignes au-deſſus de cette planète, un cercle fait d'un gros fil de métal attaché à un autre demi-cercle qui lui formera une anſe, & qui le croiſera à angles droits, pour que vous puiſſiez le ſuſpendre librement au conducteur de la machine électrique; & électriſez ce conducteur. L'électricité ſe communiquera par ſon moyen au cercle dont nous venons de parler. Poſez en dedans de ce cercle, & ſur la platine, une boule creuſe de verre très-mince de vingt à vingt-deux lignes de diamètre, & vous verrez cette boule, tournant

ſur ſon axe, ſe mouvoir autour du globe du milieu, en ſuivant la circonférence du cercle. Elle ſuivroit également une autre courbe ſi on en ſubſtituoit une à la place du cercle de métal que nous avons indiqué, & conſéquemment le mouvement de cette boule repréſenteroit plus naturellement, que dans les expériences de M. *Grey*, le mouvement des planètes autour du ſoleil. Mais perſonne ne peut être la dupe de ces révolutions, & on voit manifeſtement ici que les mouvemens de la boule de verre ne ſont que les effets répétés de la répulſion qu'elle éprouve de la part du cercle électriſé à meſure qu'elle s'électriſe ſucceſſivement ſur les différens points de ſa circonférence. Plus inſtruits actuellement qu'on ne l'étoit alors des phénomènes électriques, nous n'avons encore pu parvenir à tirer quelques applications importantes de ces mouvemens d'attraction & de répulſion, & juſqu'à préſent, ils ne ſont propres qu'à ſatisfaire notre curioſité.

Tranſmiſſion & propagation de la vertu électrique.

Travaux d'*Otho de Guericke*.

Si *Otho de Guericke* fut le premier qui s'apperçut des mouvemens de répulſion excités dans les corps légers apportés dans le voiſinage d'un corps électriſé, il s'apperçut encore le premier que la vertu électrique excitée dans un corps *idio-électrique* ſe tranſmettoit à d'autres corps, ſans qu'il fût néceſſaire de les frotter; & il vit même,

avec ſurpriſe, que cette vertu ſe tranſmettoit à une corde de chanvre juſqu'à la diſtance d'une aune de Magdebourg : mais il ne pouſſa pas plus loin une découverte qui méritoit d'être ſuivie avec plus d'attention. Cet ingénieux Phyſicien s'étoit encore apperçu que le globe de ſoufre dont il ſe ſervoit, répandoit de la lumière, ou jetoit quelques étincelles lumineuſes lorſqu'on le frottoit dans l'obſcurité ; & il aſſure même que cette lumière étoit accompagnée d'un certain bruit, d'une eſpèce de décrépitation qui ſe faiſoit entendre en prêtant attentivement l'oreille. Si ces nouvelles expériences, qui devinrent ſi célèbres dans la ſuite, n'acquirent point entre ſes mains toute la conſidération qu'elles méritoient, on doit néanmoins le regarder comme le véritable Auteur de ces merveilles ; & on peut dire que nous lui devons les premières & les principales découvertes qui aient été faites en électricité ; celles qui excitèrent par la ſuite l'ardeur des Phyſiciens, & qui les engagèrent à de nouvelles recherches.

Travaux de M. *Grey* & de M. *Wheeler.*

Il eſt probable que les Phyſiciens Anglois n'eurent point connoiſſance des travaux d'*Otho de Guericke ;* car nous voyons que M. *Hauxsbée* ne fut pas moins ſurpris que lui d'appercevoir des ſignes de la communication ou de la tranſmiſſion

de la vertu électrique. Il avoit imaginé de boucher les deux extrémités d'un tube avec des bouchons de liége, à deſſein d'obſerver ſeulement s'il trouveroit alors de la différence dans la vertu attractive. Or, tenant un duvet de plume vis-à-vis le bout ſupérieur de ce tube, il obſerva qu'il couroit au bouchon de liége, en étant attiré & repouſſé auſſi bien que par le tube même. Il imagina enſuite de porter ce même duvet vers l'extrémité applatie du bouchon, & il en fut ſemblablement attiré & repouſſé pluſieurs fois; & il en conclut que le tube frotté avoit tranſmis ſon électricité au bouchon.

Surpris de ce phénomène, M. *Grey* imagina de fixer une boule d'ivoire au bout d'un bâton de ſapin, d'environ quatre pouces de longueur; puis, enfonçant l'autre bout dans le liége, il vit que la boule attiroit & repouſſoit le duvet avec plus d'activité encore que n'avoit fait le bouchon de liége.

Nous ne ſuivrons point M. *Grey* dans tous les détails de cette expérience, qu'il modifia de différentes manières. Toujours ſurpris de l'extenſion de ces phénomènes, il ne fut qu'en tâtonnant dans cette recherche. Après avoir attaché une corde à l'extrémité de ſon tube, & s'être placé ſur un balcon élevé de vingt ſix pieds, & enſuite

à une plus grande hauteur, il parvint à transmettre l'électricité de ce tube, & à la conduire autant loin qu'il lui fut poſſible, en ligne perpendiculaire; & toujours il obſerva que la boule ſuſpendue au bout du cordon attiroit les corps légers qu'on lui préſentoit. Il voulut eſſayer enſuite à propager plus loin ce fluide, en profitant d'une corde diſpoſée en partie horiſontalement, & en partie perpendiculairement; mais comme elle n'étoit point iſolée, l'expérience ne put lui réuſſir. Il conſulta M. *Wheeler*, & ce fut alors qu'ils découvrirent conjointement la néceſſité des iſolemens, comme nous l'avons fait obſerver précédemment. Perſuadés de cette vérité, ils parvinrent à tranſmettre la vertu électrique à ſept cent ſoixante-cinq pieds de diſtance, par le moyen d'une corde de cette longueur attachée par l'une de ſes extrémités au tube de verre, & ſoutenant une boule d'ivoire par ſon autre extrémité; & ils ne s'apperçurent point, nous diſent-ils, que l'effet fût ſenſiblement diminué par cette diſtance.

Juſques-là, M. *Grey* & M. *Wheeler* croyoient que cette communication de la vertu électrique exigeoit un contact entre le tube & le corps auquel on vouloit tranſmettre la vertu de ce tube; mais un heureux haſard leur fit découvrir au mois d'Août 1729, que ce contact n'étoit point abſo-

lument néceſſaire, & qu'il ſuffiſoit ſeulement que ce corps fût approché aſſez près du tube frotté. Ce ne fut qu'au mois d'Avril de l'année ſuivante, que M. *Grey* porta ſes vues plus loin, & imagina de tranſmettre la vertu électrique au corps humain; qu'ayant iſolé un petit garçon ſur des cordons de crin, il parvint à l'électriſer en approchant ſon tube, récemment frotté, des pieds ou de la tête de cet enfant. Mais nous reviendrons à ce dernier phénomène, après avoir fait quelques réflexions ſur la propagation de la matière électrique.

Obſervations ſur la propagation.

S'il eſt ſurprenant qu'*Otho de Guericke* ayant découvert la communication & la propagation de la vertu électrique, n'ait point ſuivi plus loin ce phénomène, il ne l'eſt pas moins que M. *Grey* & M. *Wheeler* ne ſoient arrivés qu'en tâtonnant à porter cette communication juſqu'à la diſtance à laquelle ils l'ont conduite, & qu'ils en ſoient reſtés à une diſtance de ſept cent ſoixante-cinq pieds. Dès qu'elle ſe prêtoit ſi bien à leurs premières tentatives, comment n'ont-ils pas eſſayé de découvrir ſi cette propriété reconnoiſſoit des bornes? Mais telle eſt la marche ordinaire de l'eſprit humain dans les routes ténébreuſes de la Nature; éclairé du flambeau de l'expérience, il ne ſaiſit pas toujours tous les objets qui ſe préſentent, & il abandonne ſouvent à ceux qui

viennent après lui des découvertes qu'il pouvoit faire avec la plus grande facilité.

On a donc reconnu depuis M. *Grey*, que la propagation de la vertu électrique ne reconnoiſſoit point de bornes, &, qui plus eſt, que cette propagation ſe faiſoit avec une telle rapidité, qu'il n'étoit pas poſſible d'aſſigner l'eſpace que la matière électrique pouvoit parcourir dans un tems donné.

Suſpendez en effet une corde de chanvre à des cordons de ſoie, & faites-la retourner pluſieurs fois ſur elle-même dans l'étendue d'une ſalle très-vaſte, pour augmenter ſa longueur. Faites que l'une de ſes extrémités communiquant ou étant fixée au conducteur, ſon autre extrémité, à laquelle vous attacherez une petite boule de métal, pende vers le milieu de la ſalle, au-deſſus d'une platine de même matière, ſur laquelle vous aurez placé des corps légers, tels que des fragmens de quelques feuilles d'or; rendez outre cela cette corde humide, en la frottant dans toute ſa longueur avec une éponge imbibée d'eau, pour que le ſuccès de l'expérience en ſoit plus aſſuré. Dès le moment que la machine électrique ſera en mouvement, vous verrez les corps légers ſe mouvoir & être attirés & repouſſés par la boule de métal. Pour que cette expérience ſoit plus déciſive, ſaiſiſſez la corde

avec la main vers ſon origine, tandis qu'on continuera à faire tourner la glace. Vous arrêterez alors la tranſmiſſion du fluide électrique; mais dès le même inſtant que vous retirerez la main, vous verrez auſſi-tôt les corps légers voltiger comme précédemment.

Si cette expérience ne montre que bien imparfaitement & la diſtance à laquelle le fluide électrique peut ſe propager, & la rapidité avec laquelle ſe fait cette propagation; elle nous en donne néanmoins une idée qui nous prouve que ce ſont les moyens qui nous manquent pour nous ſatisfaire à cet égard. M. *le Monnier*, qui ſe livroit anciennement à des recherches de ce genre, imagina en 1746 une expérience extrêmement ingénieuſe, & plus propre encore que celle que nous venons de rapporter, pour s'aſſurer de la rapidité avec laquelle ſe fait la tranſmiſſion du fluide électrique. Il imagina de diſpoſer deux fils de fer parallèlement entr'eux autour d'un grand enclos. Chacun de ces fils avoit neuf cent cinquante toiſes de longueur, ou cinq mille ſept cent pieds, & ils les diſpoſa de manière que leurs quatre extrémités ſe trouvèrent à un des angles de ce clos, voiſines les unes des autres. Un homme, dit l'Hiſtorien de l'Académie qui rapporte ce fait, prit un bout de chacun de ces fils de chaque main. Par ce moyen,

il se forma une communication de l'un à l'autre, & ils ne firent plus qu'un seul corps de mille neuf cens toises de longueur, au milieu duquel étoit placé l'homme qui tenoit deux des bouts de ces fils.

Par l'arrangement que nous venons de décrire, cet homme, quoique placé au milieu de la longueur totale du corps à électriser, étoit très-voisin des deux bouts, & pouvoit juger aisément s'il sentoit l'impression de la vertu électrique au moment où il verroit éclater l'étincelle. Ce fut effectivement ce qui arriva. M. *le Monnier* ayant pris d'une main l'un des deux bouts de ces fils qui demeuroient pendans, approcha de l'autre une bouteille chargée d'électricité à la méthode de *Musſenbroeck*, & qu'on connoît sous le nom de *bouteille de Leyde*, dont nous parlerons dans la section suivante; & dans le même instant que partoit l'étincelle, lui & l'homme placés au milieu de la longueur des fils de fer, ressentirent la commotion, sans qu'il fût possible d'appercevoir le plus petit intervalle de tems entre l'étincelle & le coup, quoiqu'il eût été facile de discerner jusqu'à un quart de seconde, s'il s'y fût trouvé.

On concevra plus facilement tout le génie de cette expérience, lorsque nous aurons fait connoître celle de Leyde, & que nous aurons exposé

de quelle manière une bouteille ſe charge d'électricité, & devient propre à faire ſentir la commotion. Qu'il ſuffiſe de ſavoir ici qu'une bouteille étant convenablement électriſée, on détermine la matière électrique à paſſer de l'une des ſurfaces de cette bouteille, de celle ſur laquelle elle ſe trouve accumulée, à la ſurface oppoſée, & qu'on peut lui faire parcourir une chaîne plus ou moins étendue pour arriver de l'une de ces ſurfaces à l'autre. C'eſt en quoi conſiſte toute l'expérience de M. *le Monnier ;* il fit donc parcourir à l'électricité dont ſa bouteille étoit chargée, toute la longueur du fil de fer dont nous venons de parler ; ce qui ſe trouve parfaitement confirmé par une ſeconde expérience rapportée à la ſuite de la précédente, mais que nous ſupprimons ici comme trop difficile à ſaiſir pour ceux qui ne ſont point au fait de la théorie de la bouteille de Leyde.

Réfutation de ma première opinion ſur la communication de la vertu électrique.

Cette expérience, dont l'effet peut s'étendre à une diſtance beaucoup plus éloignée, & qui ne peut même être limitée à une diſtance donnée, comme je le démontrerai dans la Section ſuivante, me feroit croire que je me ſuis trompé dans la manière ſelon laquelle j'avois d'abord enviſagé la communication de la vertu électrique, lorſque j'imprimai mon *Traité de l'électricité* en 1771. Mon opinion cependant étoit appuyée ſur l'auto-

rité du Docteur *Franklin ;* & quoiqu'il la préſente lui-même d'une manière très-ſéduiſante, je crois au moins que la queſtion doit reſter indéciſe, juſqu'à ce que de nouvelles preuves auxquelles on ne puiſſe ſe refuſer, nous portent à prendre un parti déciſif à ce ſujet. Voici de quelle manière j'expliquois ce phénomène.

» L'opinion la plus probable, diſois-je alors, » eſt celle dans laquelle on ſuppoſe que tous les » corps ſont imprégnés de fluide électrique, qui » ſe meut avec la plus grande facilité dans les » pores de certains corps. De-là, lorſqu'on com- » munique la vertu électrique à l'une des parties » d'un corps, on communique en même tems » un mouvement de tranſlation à la matière ſem- » blable qui réſide dans les pores de ce corps, » & ce mouvement ſe tranſmet de la même ma- » nière que celui qu'on imprime à la dernière » d'une file de billes élaſtiques, contiguës les unes » aux autres. Or, on ſait qu'on ne peut ſaiſir, » appercevoir le tems qui ſe paſſe entre le mou- » vement de la première & celui de la dernière » bille, quelque longue que ſoit la ſérie de celles » qui les ſéparent.

» Il eſt donc à préſumer que les ſignes d'élec- » tricité que fournit l'extrémité d'un corps qu'on » électriſe, ſont moins produits par la ſurabon- » dance de matière électrique qu'on lui commu-

» nique, que par celle qui réſide dans ſes pores,
» & dont les parties étoient contiguës les unes
» aux autres.

» On peut donc regarder le corps qu'on élec-
» triſe comme un canal plus ou moins long,
» rempli d'un fluide qu'on ne peut pouſſer par
» une extrémité qu'il ne s'échappe auſſi-tôt par
» l'autre ».

Or, toute ſatisfaiſante & mécanique que ſoit cette explication, elle ne paroît pas s'accorder avec ce que l'expérience nous démontre, & qui ſemble nous autoriſer à admettre un mouvement réel de tranſlation dans la matière électrique. Nous démontrerons en effet, que dans l'expérience de la bouteille de Leyde, toute la quantité de fluide électrique qu'on en retire paroît paſſer réellement, & par un véritable mouvement de tranſlation, & en un inſtant indéterminable, dans toute l'étendue de la chaîne qui ſépare la ſurface intérieure de la ſurface extérieure de la bouteille, quelque longue qu'on ſuppoſe cette chaîne. D'où il ſuit que, dans l'expérience de M. *le Monnier*, indiquée ci-deſſus, c'eſt par un ſemblable mouvement que cette même matière a parcouru, & dans un inſtant indéterminable, les mille neuf cens toiſes de fil de fer qu'elle avoit à parcourir; & conſéquemment il ſemble naturel d'en conclure que le fluide électrique ſe

meut dans les corps avec une vîteſſe indéterminable. Quoique cette idée paroiſſe confirmée par les effets de la bouteille de Leyde, voici de quelle manière M. *Franklin* explique ce phénomène, en embraſſant l'opinion contraire. Il prétend qu'au lieu de recevoir le fluide électrique qu'on retire de la ſurface intérieure de la bouteille, ſa ſurface extérieure ne reçoit que celui ou une partie de celui qui eſt mis en action dans le corps intermédiaire, entre les deux ſurfaces de cette bouteille. Et ſuppoſant que la communication entre ces deux ſurfaces ſoit faite par un long fil d'archal, ſi ce fil, dit-il, en contient préciſément la quantité qui manque à l'extérieur de la bouteille, la totalité paſſe du fil d'archal à l'extérieur de la bouteille, & la quantité accumulée par ſurabondance dans l'intérieur de la bouteille, étant exactement égale, coule dans le fil d'archal, & y demeure à la place de la quantité que ce fil vient de communiquer à la partie extérieure. Mais dans cette hypothèſe même, ne pourroit-on pas répondre à M. *Franklin*, qu'il faut que cette matière ſe meuve avec une rapidité extrême, pour venir remplacer en auſſi peu de tems le déchet qu'éprouve dans cette circonſtance toute la longueur du fil d'archal, & ſon explication même n'indique-t-elle pas ce mouvement de tranſlation qu'il voudroit réfuter ? Nous ſommes d'autant

plus autorisés à suivre cette opinion, que nous démontrerons ailleurs, que la matière électrique n'est point essentiellement différente de la matière du feu, ni de celle de la lumière. Or, on sait avec quelle rapidité cette dernière se meut; puisqu'à peine elle emploie l'espace de plus de sept minutes pour franchir la distance qui nous sépare du soleil, & que cette distance est d'environ trente-trois millions de lieues. Il n'est donc pas étonnant qu'on ne puisse assigner le tems que le fluide électrique emploie à parcourir les espaces que nous pouvons lui assigner à franchir. Quelque grands qu'ils nous paroissent, ils n'ont qu'une proportion infiniment petite, si on peut s'exprimer ainsi, avec celui qui nous sépare de l'astre lumineux qui nous éclaire.

Du feu électrique.

Otho de Guericke avoit découvert, comme nous l'avons observé précédemment, que l'électricité excitée dans un corps y produisoit de la lumière. Il s'étoit même apperçu de l'éclat qui accompagne ordinairement l'éruption de la matière électrique, lorsqu'elle se décèle par une étincelle. Mais il s'étoit peu attaché à ces deux phénomènes, & il n'avoit même saisi le dernier que d'une manière assez imparfaite. Il étoit obligé, nous dit-il dans l'Ouvrage qu'il publia sous le titre *Experimenta nova Magdeburgica*, &c. d'approcher très-près de son oreille le tube qu'il frottoit, pour saisir

ſaiſir cet éclat. Quant à la lumière qu'il obſerva ſortir du corps électriſé, il la regarda comme un phénomène ordinaire, & il la compara à celle qu'on voit ſortir d'un morceau de ſucre qu'on broye dans l'obſcurité.

Travaux de M. *Wall.*

M. *Wall* vit ce phénomène plus en grand; & conduit par des obſervations qu'il venoit de faire ſur le phoſphore d'urine, qu'il regardoit comme une huile animale congelée par un acide, il ſoupçonna que l'ambre, qu'il ſuppoſa pareillement n'être autre choſe qu'une huile minérale congelée par un acide volatil minéral, étoit un véritable phoſphore naturel. Il faut lire le développement de cette idée dans les Tranſactions philoſophiques. On y verra même qu'il l'étendit beaucoup plus loin, & que dès ce moment il oſa ſoupçonner que la matière électrique avoit quelqu'analogie avec les éclairs & le tonnerre.

Je m'apperçus, dit M. *Wall*, qu'en frottant doucement avec la main, & dans l'obſcurité, un morceau d'ambre très-poli, il en ſortoit une lumière : j'imaginai alors de prendre un aſſez grand morceau d'ambre que j'étendis en long & de forme conique; & en le frottant également & doucement avec la main, il en ſortit une lumière bien plus conſidérable : .... mais en le frottant rapidement avec un morceau de drap, & en le ſerrant en même tems aſſez fortement

dans la main, on entendit un nombre prodigieux de petits craquemens, & chacun d'eux produiſit une petite étincelle de lumière. Les craquemens ceſſoient de ſe produire, & il ne paroiſſoit plus que de la lumière, lorſqu'on ſe contentoit de frotter légèrement & doucement cette même ſubſtance, & en ſe ſervant toujours d'un morceau de drap.

Si quelqu'un, ajoute-t-il, préſentoit le doigt à une petite diſtance de l'ambre, on entendoit un plus grand craquement ſuivi d'une plus grande lumière; & ce qui ſurprenoit beaucoup ce célèbre Obſervateur, c'eſt que cette lumière frappoit le doigt qu'on lui préſentoit à une petite diſtance, qu'elle le frappoit très-ſenſiblement, & qu'elle cauſoit outre cela l'impreſſion d'un vent qui ſe manifeſtoit par-tout où on préſentoit le doigt.

Ce craquement, ajoute M. *Wall*, eſt auſſi fort que celui d'un chaudron ſur le feu, & une ſeule preſſion produit cinq ou ſix craquemens, ou plus, ſuivant la promptitude avec laquelle on place le doigt, dont chacun eſt toujours accompagné de lumière. Maintenant, ajoute-t-il encore, je ne doute pas qu'en ſe ſervant d'un morceau d'ambre plus long & plus gros, les craquemens & la lumière ne fuſſent l'un & l'autre beaucoup plus grands, *& ces phénomènes pa-*

roiſſent en quelque façon repréſenter le tonnerre & l'éclair. Voilà comme on voit la première idée, quoique mal développée, peu ſuivie & peu confirmée, de l'analogie qu'on a trouvée par la ſuite entre la matière électrique & la matière du tonnerre.

Travaux de M. *Hauxsbée.*

M. *Hauxsbée* ne pouſſa pas ſi loin ſes prétentions ſur la lumière électrique, & ſur les éclats qu'elle produit par ſon irruption. Ces phénomènes cependant ne furent ni moins beaux ni moins frappans entre ſes mains. Il les décrit même d'une manière à nous perſuader qu'il les vit avec toute l'intenſité qu'ils pouvoient avoir; mais il ne les regarda point comme des effets qui puiſſent repréſenter le tonnerre & les éclairs. Il crut ſeulement, comme M. *Wall*, que la lumière électrique n'étoit qu'une lumière phoſphorique.

Frappé d'un phénomène qu'il rangeoit dans la même claſſe que cette lumière brillante, produite par le mercure, lorſqu'on l'agite dans un vaiſſeau vuide d'air, & ſans imaginer encore que le vaiſſeau de cryſtal, dont on ſe ſert pour faire cette dernière expérience, contribuât en quelque choſe à ſon ſuccès, il imagina de vuider d'air un globe électrique, & de l'électriſer à la manière accoutumée. Il s'apperçut alors qu'en appliquant ſa main ſur ce globe, tandis qu'il étoit en mouvement, il paroiſſoit une grande lumière

en dedans, & qu'en y laiſſant entrer l'air, la lumière paroiſſoit à l'extérieur, avec des différences très-conſidérables dans ſes apparences. Elle s'attachoit en effet à ſes doigts & aux autres corps qu'on tenoit auprès du globe. C'eſt un effet aſſez conſtant de l'électricité, & nous l'obſervons toujours d'une manière plus ou moins ſenſible; mais ſur-tout lorſque les circonſtances du tems ſont favorables aux expériences électriques. Nous appercevons alors une lumière plus ou moins abondante qui paroît ſortir d'entre les couſſinets, & qui quelquefois s'élance ſpontanément à une aſſez grande diſtance, & ſe porte ſur l'arbre de la machine.

Ce fut d'après ces ſortes d'expériences faites avec un globe de cryſtal, que M. *Hauxsbée* commença à ſoupçonner que le verre devoit entrer pour quelque choſe dans ces phénomènes & dans les premiers qu'il avoit obſervés, lorſqu'il avoit ſecoué du mercure dans un vaiſſeau de cryſtal vuide d'air. Il obſerva encore qu'il ſuffiſoit de tenir un vaiſſeau de cryſtal vuide d'air dans le voiſinage d'un globe qu'il électriſoit, pour appercevoir dans le premier, des éclats de lumière plus ou moins ſenſibles. Mais nous parlerons plus particulièrement de ces ſortes de phénomènes dans la quatrième Section de cet Ouvrage, & nous abandonnerons ici M. *Hauxsbée*. Ceux qui

ſeront curieux de ſuivre plus amplement les recherches intéreſſantes de ce célèbre Phyſicien, pourront conſulter l'Ouvrage qu'il publia dans le tems. Traduit d'abord en notre langue, il a été commenté enſuite par M. *Deſmareſt*, & enrichi de notes très-ſavantes & très-curieuſes; il eſt intitulé : *Expériences Phyſico-Méchaniques, ſur différens ſujets.*

Travaux de M. *Gray*.

Malgré toute la célébrité que M. *Hauxsbée* avoit pu donner à l'électricité, malgré l'intérêt qu'il avoit répandu ſur ces ſortes de phénomènes, il paroît qu'on négligea un peu cette étude pendant l'eſpace de près de vingt ans. Les choſes reſtèrent dans le même état pendant ce laps de tems, & il fallut tout le zèle de M. *Gray*, dont nous avons déjà fait mention, pour ranimer l'attention des Phyſiciens. Nous ne parlerons point ici de toutes les découvertes précieuſes que nous devons au génie induſtrieux de ce ſavant Phyſicien. Nous avons déjà fait hommage à l'une des plus précieuſes dont il ait enrichi cette matière, à la manière dont il convient de diſpoſer certains corps, de les iſoler, pour les rendre propres à recevoir efficacement la vertu électrique. Nous parlerons des autres à meſure que les circonſtances s'en préſenteront; & nous ne nous occuperons actuellement que de celles qui ont rapport à notre objet. Il vit, comme ſes prédé-

ceſſeurs, la lumière électrique qui s'échappe des corps électriſés. Il entendit, comme eux, le petit éclat avec lequel elle s'élance de ces corps pour ſe porter ſur d'autres non-électriſés : mais il pouſſa plus loin ſes recherches, & il trouva moyen de faire ſortir ce feu, cette lumière, du ſein même de l'eau.

Il remplit une petite jatte d'eau juſqu'au bord, & même plus, ce ſont ſes propres expreſſions ; & préſentant au-deſſus un tube électriſé, il vit s'élever d'abord une monticule d'eau d'une forme conique, du ſommet de laquelle ſortoit une lumière fort viſible, quand l'expérience ſe faiſoit dans une chambre obſcure. Cette lumière, ajoute M. *Gray*, étoit accompagnée d'un craquement preſque ſemblable à celui qui ſe fait quand on préſente le doigt au tube, non pas tout à-fait ſi éclatant, mais d'un ſon plus grave ; après quoi, dit-il, cette montagne, ſi on peut ſe ſervir de ce terme, retombe auſſi-tôt dans la maſſe d'eau, & lui donne un mouvement d'ondulation.

Quand M. *Gray* répéta cette expérience au grand jour, il apperçut qu'il s'élançoit des particules d'eau du ſommet de la monticule, & qu'il s'élevoit quelquefois du haut du cône un filet d'eau très-délié, d'où il ſortoit une vapeur fine, dont les particules étoient ſi petites qu'on ne pouvoit les voir, mais dont l'exiſtence étoit

conſtatée par l'humidité qu'on remarquoit vers le côté inférieur du tube.

Ces phénomènes devoient naturellement conduire ceux qui les obſervoient, à s'aſſurer que l'électricité excitée dans un corps quelconque, tend à ſe porter dans un autre corps qu'on lui préſente, ſous la forme d'une lumière ou d'une étincelle qui s'en échappe avec bruit, avec éclat. Mais malgré toute l'intelligence que nous admirons dans les célèbres Phyſiciens dont nous venons de faire mention, ils ne parvinrent point à cette connoiſſance; elle étoit réſervée aux travaux de M. *Dufay*.

Travaux de M. *Dufay*.

Ce célèbre Phyſicien fut le premier en France qui s'occupa ſérieuſement & d'une manière ſuivie des phénomènes électriques. Aidé dans ſes recherches par l'abbé *Nollet*, dont la mémoire ſera toujours précieuſe à ceux qui cultiveront la Phyſique expérimentale, il pouſſa beaucoup plus loin que ſes Prédéceſſeurs les découvertes en ce genre. Les travaux de ce grand homme ſe trouvent conſignés dans huit ſavans Mémoires qu'il publia ſur cet objet, parmi ceux de l'Académie des Sciences depuis l'année 1733 juſqu'en 1737. Nous obſerverons ſeulement ici qu'il fut le premier qui s'apperçut de l'étincelle qui s'échappe d'un corps animé, lorſqu'il eſt électriſé, & qu'on en ap-

proche un autre corps ſuſceptible de s'électriſer par voie de communication.

Il s'étoit fait ſuſpendre ſur des cordons de ſoie, ſelon la méthode de M. *Gray*, que nous avons indiquée précédemment, & il remarqua que dès qu'il étoit électriſé, ſi une autre perſonne s'approchoit de lui, & avançoit la main à un pouce ou environ de ſon viſage, ou de toute autre partie de ſon corps, il en ſortoit auſſi-tôt des jets piquans, accompagnés d'un craquement. Il ajoute que cette expérience cauſoit à la perſonne qui approchoit la main de lui, auſſi bien qu'à lui-même, une petite douleur ſemblable à une piquure d'épingle, ou à la brûlure d'une étincelle de feu. Il obſerve enfin, que dans l'obſcurité ces jets étoient autant d'étincelles de feu. L'abbé *Nollet* dit à ce ſujet, dans le ſixième volume de ſes Leçons, qu'il n'oubliera jamais la ſurpriſe que cauſa à M *Dufay* & à lui-même la première étincelle électrique qui ait été tirée du corps humain électriſé.

Si ce phénomène parut ſurprenant la première fois qu'il ſe fit obſerver, quel eût donc été alors l'étonnement de ces célèbres Phyſiciens, ſi au lieu d'un ſimple tube dont ils ſe ſervoient, ils avoient eu à leur diſpoſition des appareils comme les nôtres, & qu'au lieu d'une foible étincelle

qu'ils n'appercevoient qu'avec peine, ils euſſent vu une lame de feu ſe porter avec éclat & décripation à pluſieurs pouces de diſtance du corps électriſé ſur celui qu'on lui eût préſenté ? Or, c'eſt ce que nous pouvons effectuer à l'aide de nos machines ; & lorſque le tems eſt favorable à ces ſortes d'expériences, je vois l'étincelle qui ſort de mon conducteur, s'élancer avec bruit juſqu'à la diſtance de huit pouces ſur un corps que je lui préſente. On la tireroit également à la même diſtance du corps humain, lorſqu'il eſt iſolé & électriſé, ſi une portion de la matière électrique qu'on lui communique ne ſe diſſipoit dans l'atmoſphère, par les différens filamens qui ſe trouvent ſur la ſurface de ſes habits, & par quantité d'autres endroits qu'il eſt aiſé de ſe repréſenter lorſqu'on connoît quelles doivent être les qualités d'un conducteur, pour être propre à ſe charger complètement d'électricité. Quoi qu'il en ſoit, lorſqu'une perſonne eſt autant bien iſolée qu'il eſt poſſible qu'elle le ſoit, & qu'on l'électriſe avec un appareil tel que le mien, les étincelles qu'on en tire ſe portent encore juſqu'à la diſtance de plus de trois pouces. Leur éruption ſe fait entendre manifeſtement par un éclat aſſez fort, & l'impreſſion qu'elles font à cette perſonne eſt plus ou moins ſenſible. Elle le deviendra doublement, ou mieux elle ſe fera ſentir à

deux perſonnes en même tems, ſi l'une d'elles non-iſolée préſente ſon doigt vers celui de la perſonne iſolée & électriſée. Cette impreſſion ſera plus ſenſible encore ſi l'une & l'autre plient le doigt & ſe préſentent mutuellement l'articulation d'une phalange. Il n'eſt aucune partie du corps de la perſonne électriſée qui ne fourniſſe de ſemblables étincelles, plus ou moins fortes. Tout ce qu'elle tient à la main, tout ce qu'elle porte ſur elle, pourvu que ce ſoient des corps conducteurs, ſe charge de l'électricité qu'elle leur tranſmet, & fournit de ſemblables étincelles. Mais lorſqu'on veut leur conſerver toute l'énergie qu'elles peuvent avoir, il faut les exciter & les tirer du premier conducteur. On monte à cet effet, & par le moyen d'une vis, une petite boule de métal de quinze à dix-huit lignes de diamètre à ſon extrémité, & en préſentant au-delà & à une diſtance convenable le dos de la main un peu pliée ſur elle-même, on en voit partir de ſuperbes étincelles, beaucoup plus fortes & beaucoup plus longues que celles qu'on pourroit tirer d'une perſonne bien iſolée & bien électriſée.

De la nature de l'étincelle électrique.

Avant M. *Dufay*, on avoit regardé la lumière qui accompagne l'éruption de la matière électrique comme une lumière ſimplement phoſphorique : mais M. *Dufay* crut qu'elle avoit plus

d'intenſité, & que c'étoit un véritable feu. Il n'imagina cependant aucune expérience qui pût confirmer cette idée, & depuis 1733 juſqu'en 1744, les choſes en reſtèrent-là. Ce fut à cette époque, & à la rentrée de l'Académie de Berlin, que M. *Ludolff*, Médecin des armées de Pruſſe, confirma l'idée de M. *Dufay*. Il parvint à enflammer le *Phlogiſton* de *Frobenius*, par le moyen d'une étincelle électrique. Il falloit ſans contredit une liqueur auſſi inflammable, pour que l'étincelle tirée d'un ſimple tube pût produire cet effet : mais lorſqu'on ſe ſert d'une machine qui raſſemble plus abondamment le fluide électrique, & qui produit des étincelles plus énergiques, on peut enflammer des liqueurs bien moins inflammables. Nous employons communément à cet effet de l'eſprit de vin : mais comme il contient toujours une certaine quantité de phlegme qui n'eſt point inflammable, on eſt aſſez communément obligé de le diſpoſer à l'inflammation par un certain degré de chaleur qu'on lui communique avant l'expérience. A cet effet, on fait chauffer le vaiſſeau dans lequel on veut le mettre, ou on ſe contente d'allumer la liqueur, & de la laiſſer brûler pendant quelques momens, & on l'éteint pour faire l'expérience. On évite facilement cet embarras en mêlant à l'eſprit-de-vin

Inflammation produite par l'étincelle électrique.

quelques gouttes d'éther, ou un peu de la liqueur anodine d'*Hoffman*.

Le ſuccès de l'expérience dépend encore de la diſpoſition du vaiſſeau avec lequel on la fait. On peut ſe ſervir, & on s'eſt ſervi pendant long-tems d'une cuiller ordinaire, dans laquelle on mettoit l'eſprit-de-vin. Je fis faire, & j'ai décrit dans le ſecond volume de ma *Deſcription d'un Cabinet de Phyſique*, une forme de vaiſſeau aſſez commode à tenir; mais voici l'inconvénient qu'on trouve ordinairement lorſqu'on emploie un vaiſſeau de métal. L'étincelle ſe porte ſur le vaiſſeau par préférence à la liqueur, & celle-ci ne s'enflamme pas, à moins qu'on ne rempliſſe abſolument le vaiſſeau juſqu'aux bords. Pour remédier à cet inconvénient, voici de quelle manière je m'y prends actuellement.

Je fais percer à ſon centre un petit évaporatoire de cryſtal, ce qui forme une eſpèce de godet peu profond. Je maſtique à ſon fond une plaque de métal courbée ſur la concavité de ce fond. Au centre, & en-deſſous de cette plaque, eſt une petite queue de métal à vis, qui traverſe l'évaporatoire, & par laquelle je monte le godet ſur un pied de métal. La liqueur miſe dans ce vaiſſeau ſe trouve iſolée par ſes parois, qui ſont de cryſtal, & l'étincelle eſt obligée de la tra-

verſer pour gagner le fond du vaiſſeau qui eſt entièrement couvert de liqueur. Par ce moyen, le ſuccès de l'expérience eſt aſſuré. Une perſonne non-iſolée tient l'appareil à la main, & une autre iſolée & bien électriſée préſente ſon doigt perpendiculairement au-deſſus de la liqueur. L'étincelle part, & l'eſprit-de-vin s'enflamme. On peut modifier de différentes manières cette expérience. On peut mettre le vaiſſeau entre les mains de la perſonne électriſée, & c'eſt alors celle qui ne l'eſt pas qui excite l'étincelle & qui allume la liqueur; ou on peut ſe contenter de préſenter le vaiſſeau au-deſſous d'une boule de métal pendante au conducteur, & c'eſt même ma façon la plus ordinaire de faire cette expérience.

Variétés dans ces ſortes de phénomènes.

Il étoit naturel qu'une découverte faite en Allemagne s'y répandît plus promptement que dans les pays étrangers. Auſſi avant que nous en fuſſions inſtruits, M. *Winkler*, dont nous avons déjà fait pluſieurs fois mention, avoit-il répété cette expérience, & avoit-il eſſayé de la rendre plus curieuſe en étendant le pouvoir combuſtible de la matière électrique. Dès le mois de Mai ſuivant, il avoit répété l'expérience de M. *Ludolff*, & avec une étincelle tirée de ſon doigt, il étoit parvenu à allumer non-ſeulement de l'éther, mais encore de l'eau-de-vie de France, de l'eſprit de corne de cerf, & d'autres eſprits plus

foibles, en les chauffant auparavant. Il prétendit même qu'on pouvoit allumer, de cette manière, de l'huile, de la poix, & de la cire d'Eſpagne, pourvu qu'on fît chauffer ces ſubſtances auparavant, à un degré de chaleur qui approchât de l'inflammation.

On ne fut point long-tems à vérifier dans les pays étrangers, des faits auſſi curieux. L'abbé *Nollet* fut le premier en France qui s'en occupa; & au mois d'Avril 1745, il lut à l'Académie un Mémoire dans lequel il rendit compte de pluſieurs expériences, & entr'autres des inflammations qu'il avoit produites par des étincelles électriques. L'Angleterre s'occupoit également alors du même objet. Dès le 7 Mars 1745, le Docteur *Miles* avoit lu à la Société Royale un Mémoire dans lequel il aſſuroit avoir allumé du phoſphore : mais M. *Watſon* pouſſa plus loin le merveilleux de cette expérience. Il parvint, à ce qu'il nous dit, à allumer des ſubſtances réſineuſes, telles que le baume de copahu, de la térébenthine, & pluſieurs autres qu'il faiſoit chauffer, mais celles ſeulement dont les vapeurs étoient inflammables; car il convient, qu'au défaut de cette dernière condition, l'expérience ne réuſſiſſoit point. Auſſi remarque-t-il très-bien qu'il n'eſt pas poſſible d'allumer par ce procédé des huiles végétales, telles que l'huile d'olives, l'huile

d'amandes, &c. Il alluma juſqu'à de la poudre à canon; mais comme cette poudre s'échappe & fuit le doigt qu'on lui préſente, M. *Watſon* imagina, pour s'oppoſer à cette diſſipation, de la broyer avec du camphre ou avec quelques gouttes de certaines huiles inflammables. On doit donc remarquer ici que l'inflammation de la poudre n'eſt point dûe immédiatement à l'action de l'électricité. L'étincelle n'allume alors que le mucilage, ou mieux l'huile inflammable, qui allume enſuite la poudre; de ſorte qu'on ne peut point dire que dans l'expérience de M. *Watſon* on parvienne à allumer de la poudre à canon par le moyen de l'électricité. Il étoit réſervé au Docteur *Franklin* de produire cet effet immédiatement, & de diſpoſer la poudre de manière qu'elle ne pût éluder l'action de l'électricité. Je n'ai pas appris, dit-il, dans une lettre qu'il écrit à M. *Collinſon*, datée du 27 Juillet 1750, que vos Electriciens d'Europe aient encore réuſſi à enflammer de la poudre à canon par le feu électrique. Nous le faiſons de cette manière. On remplit une petite cartouche de poudre ſèche, que l'on bourre aſſez fort pour en écraſer quelques grains. On y enfonce enſuite deux fils d'archal pointus, un à chaque bout, en ſorte que les deux pointes ne ſoient éloignées que d'un demi-pouce au milieu de la cartouche. Alors on place

cette cartouche dans le cercle ; & quand les quatre vaſes ſe déchargent, la flamme ſautant de la pointe d'un fil d'archal à celle de l'autre dans la cartouche, au travers de la poudre, l'enflamme, & l'exploſion de cette poudre ſe fait au même inſtant que le craquement de la décharge.

Pour bien entendre l'expérience que le Docteur *Franklin* décrit ici, il faudroit être au fait de la manière ſelon laquelle on charge & on décharge quatre vaſes en même tems d'électricité, & qu'on connoît plus communément ſous le nom d'une *batterie électrique*, dont nous parlerons ailleurs. Mais comme cette expérience peut ſe faire avec un ſeul vaſe, pourvu qu'il ſoit ſuffiſamment grand, laiſſant de côté la manière ſelon laquelle ce vaſe ſe charge de fluide électrique, théorie que nous développerons dans la Section ſuivante, nous nous bornerons à indiquer ici la manière de faire cette expérience, de façon que tout le monde ſoit en état de la répéter.

Ayez un grand vaſe de cryſtal, revêtu intérieurement & extérieurement juſqu'à trois pouces près de ſon ouverture, d'une feuille de métal. On prend aſſez communément, à cet effet, de ces feuilles d'étain dont on ſe ſert pour mettre les glaces au teint ; on les applique ſur le vaiſſeau dont il eſt ici queſtion, & on les y retient par le moyen d'une ſimple colle de farine, ayant ſoin

de

de n'en employer que la moindre quantité poſſible, & d'enlever même, lorſque la feuille eſt appliquée, tout ce qui paroît être excédent; ce qui ſe fait en preſſant extérieurement cette feuille avec l'ongle, de façon qu'on ramène la colle ſuperflue vers un des bords de cette feuille, pour l'enlever enſuite avec un linge.

Ce vaiſſeau ainſi garni, on laiſſe pendre dedans une conduite métallique, qui communique avec l'un des grands conducteurs, pour y tranſmettre l'électricité. On enveloppe ſa ſurface extérieure d'une chaîne de métal, & on diſpoſe cette chaîne de façon qu'elle vienne s'attacher à l'un des fils de métal qui entrent dans la cartouche. On attache une ſeconde chaîne au fil de métal oppoſé; par ce moyen la cartouche ſe trouve dans la poſition indiquée par M. *Franklin :* elle eſt dans le cercle; & lorſqu'on juge que le vaiſſeau eſt ſuffiſamment électriſé, on en tire l'étincelle, en approchant l'extrémité de la ſeconde chaîne de la conduite qui pend dans le vaiſſeau, ou du conducteur de la machine. On trouvera cet appareil plus amplement décrit & gravé dans le ſecond Volume de ma *Deſcription d'un Cabinet de Phyſique*, avec cette différence, qu'il y eſt appliqué à une batterie électrique.

Cependant pour ne rien laiſſer à deſirer à nos Lecteurs, & ne les pas obliger à avoir recours

à un autre Ouvrage pour la conſtruction de cet appareil, en voici une deſcription ſuffiſante pour en ſaiſir la forme & la diſpoſition.

Appareil pour l'inflammation de la poudre. *pl.* 4. *fig.* 4.

A (*pl.* 4, *fig.* 4.) repréſente le vaiſſeau de cryſtal garni d'étain en dedans & en dehors. Qu'il ait huit à neuf pouces de hauteur, & autant de diamètre, il ſera ſuffiſant à l'effet qu'on veut lui faire produire ici. B eſt une tige de métal qui touche, par ſon extrémité inférieure, au fond du vaiſſeau A, & qui eſt ſuppoſée ſuſpendue à l'un des grands conducteurs. C D eſt un chaſſis de bois établi ſur une planchette aſſez large pour qu'il puiſſe ſe tenir ſur pied. Les deux montans de ce chaſſis ſont traverſés vers le milieu par des tiges de fer taraudées, *d d*, *d d*; pointues à leurs extrémités intérieures, & ſe terminant en boutons aſſez gros à leurs autres extrémités pour qu'on puiſſe les faire tourner dans des écrous noyés dans l'épaiſſeur des montans. Leurs pointes s'engagent dans les têtes des deux fils de fer *e e*, qui pénètrent dans la poudre de la cartouche E, & ces têtes ſont percées d'un petit trou peu profond pour les recevoir. On voit en E, le petit eſpace qui doit reſter dans l'intérieure de la cartouche entre les fils de fer *e e*, & on preſſe ces derniers en faiſant avancer ſuffiſamment les tiges *d d*, *d d*; mieux vaudroit encore que celles-ci fuſſent continuées juſque dans la cartouche, & qu'on ſuppri-

mât les fils *e e*. Mais on réuſſit également en ſuivant le premier procédé. Le bocal ou le vaiſſeau de verre eſt entouré, vers le bas, d'une chaîne *a b c*, dont l'extrémité *c* traîne par terre, & l'autre extrémité *a* s'attache au bouton de l'une des tiges *d d*.

Au bouton de l'autre tige *d d*, s'attache une ſeconde chaîne *f f*, ſuffiſamment longue pour que ſon extrémité, à laquelle on a adapté une tige de métal *g*, terminée par une boule, puiſſe atteindre à la conduite B, lorſqu'il en eſt beſoin.

Ajoutons encore une nouvelle preuve du pouvoir combuſtible de l'étincelle électrique. Allumez une bougie, & laiſſez-la brûler quelque tems pour que la mêche faſſe ce qu'on appelle champignon. Electriſez fortement le premier conducteur de la machine électrique, & après avoir ſoufflé la lumière, préſentez la mêche, encore fumante, à peu de diſtance de la boule du conducteur, & tirez l'étincelle avec le doigt, de manière qu'elle ne puiſſe y arriver qu'en traverſant la mêche. Alors la bougie ſe rallumera.

Allumer différentes ſubſtances combuſtibles & produire la détonnation de la poudre à canon, ſont ſans contredit des phénomènes qui demandent plus d'activité de la part de la matière ignée, qu'elle n'en a dans une ſimple lumière phoſphorique. Auſſi les Phyſiciens abandonnèrent-ils l'idée

Inductions tirées des phénomènes précédens.

de M. *Hauxsbée* pour s'attacher à celle de M. *Dufay*, & ils regardèrent la lumière électrique, comme une lumière véritablement ignée. Mais quel rapport, ou quelle analogie ſe trouve entre la lumière électrique & celle d'une ſubſtance véritablement embraſée, ou la lumière même du ſoleil ? C'eſt une queſtion que l'abbé *Nollet* & *Muſſenbroeck* ont traité avec ſoin, & ce ſera d'après ces célèbres Phyſiciens que nous indiquerons à nos Lecteurs ce qu'on connoît de plus ſatisfaiſant à cet égard. La matière électrique, dit l'abbé *Nollet* dans ſon *Eſſai ſur l'Electricité*, éclaire, pique & brûle, fonctions communes à celles du feu & de la lumière. Elle eſt donc, ſuivant lui, parfaitement analogue à la matière du feu, & à celle de la lumière; ce qu'il démontre par une ſuite d'obſervations trop bien vues & trop bien expoſées, pour n'en donner ici qu'une ſimple analyſe. Nous nous ferons donc un devoir, pour la ſatisfaction ds nos Lecteurs, de les copier entièrement, & de laiſſer parler ce célèbre Phyſicien.

Analogie de la matière électrique avec celle du feu & celle de la lumière.

1°. Le feu, dit-il, n'agit pas de lui-même & ſans être excité. Les corps qui en contiennent le plus, ou qui ont le plus de diſpoſition à ſe prêter à ſon action, les huiles, les eſprits & les vapeurs qu'on nomme inflammables, les phoſphores, ne s'embraſent pas d'eux-mêmes; il faut que quelque cauſe particulière développe ou excite le principe d'inflammation qui eſt en eux, mais de tous les

moyens propres à animer ce principe, il n'en eſt point de plus efficace & de plus prompt que celui-là même qui fait naître primitivement l'électricité. Les corps deviennent électriques de la même manière qu'on les rend chauds; en les frottant, on fait l'un & l'autre. Ils peuvent être électriſés par communication, comme un corps peut être embraſé par un autre qui l'a été avant lui : mais il faut toujours que celui de qui ils tiennent cette vertu ait été frotté, à-peu-près comme la flamme qui conſume une bougie vient originairement d'une étincelle que le frottement ou la colliſion a fait naître.

2°. Quand on frotte un corps pour l'échauffer, la chaleur, pour l'ordinaire, naît d'autant plus vîte, & devient d'autant plus grande que ce corps eſt plus denſe, ou qne ſes parties ſont plus élaſtiques. Le plomb s'échauffe foiblement ſous la lime ou ſous le marteau; mais le fer & l'acier y deviennent brûlans, parce qu'ils ont plus de reſſort. On peut remarquer auſſi que les corps capables de devenir électriques par frottement, acquièrent cet état d'autant plus vîte, & dans un degré d'autant plus éminent, que leurs parties ſont plus roides & plus propres à une vive réaction. La cire blanche de bougie, par exemple, qui devient un peu électrique pendant le grand froid, ne l'eſt point du tout quand on l'éprouve par un

tems ou dans un lieu chaud. La cire d'Eſpagne le devient davantage en tout tems ; mais elle ne l'eſt jamais autant que le ſoufre & l'ambre, qui peuvent être frottés plus long-tems & plus fortement, ſans que leurs parties s'amolliſſent & perdent leur reſſort. N'eſt-ce point auſſi pour cette dernière raiſon que le verre frotté devient plus électrique qu'aucune autre matière connue ?

3°. L'action du feu ſemble s'étendre davantage, & avec plus de facilité, dans les métaux que dans toute autre eſpèce de corps ſolide. Si l'on tient par un bout une verge de fer, de cuivre, d'argent, &c. de médiocre longueur, & que l'autre extrémité touche au feu, la chaleur ſe communique bientôt juſqu'à la main. On n'apperçoit pas la même choſe avec une règle de bois, un tuyau de pipe, un tube de verre, une plaque de marbre ou d'autre pierre. Je ne m'arrête point ici, ajoute l'abbé *Nollet*, à chercher la raiſon de cette différence ; mais j'obſerve ſeulement que l'électricité, comme la chaleur, s'étend facilement dans les métaux, & dans tout ce qui en contient conſidérablement. Si j'électriſe, par exemple, une barre de métal, & en même-tems, avec les mêmes ſoins, tel autre corps que ce ſoit, tant du règne végétal que du règne minéral, qui ne ſoit point métallique, jamais je n'apperçois autant d'électricité dans celui-ci que dans l'autre.

4°. Le feu qui n'éprouve point d'obſtacle, qui cède au premier degré de mouvement qu'on lui imprime, ſe diſſipe ſans chaleur ſenſible, & ne produit tout-au-plus que de la lumière : mais quand ſon effort eſt retardé, & qu'il trouve de l'oppoſition, il croît de plus en plus par la force qui continue de l'animer; & s'il vient à rompre ce qui le retient, ſemblable à la bombe qui éclate, il s'arme, pour ainſi dire, des parties de la matière qu'il a diviſée. Il heurte avec violence les corps expoſés à ſon choc, & à travers leſquels il paſſeroit librement & ſans effort s'il étoit ſeul ; ce que l'abbé *Nollet* démontre par pluſieurs exemples que nous nous diſpenſerons de rapporter. Or, en réfléchiſſant ſur ces phénomènes, ce célèbre Phyſicien en trouve de ſemblables produits par l'électricité. Il cite en preuve cette lumière vive, ces eſpèces d'éclairs qui ſe font appercevoir dans un vaiſſeau vuide d'air qu'on électriſe. Cette électricité intérieure, dit-il, ne ſe manifeſte plus comme d'ordinaire par des pétillemens, par des éclats, des étincelles, apparemment, continue-t-il, parce que le vaiſſeau purgé d'air ne contient plus qu'un feu élémentaire purgé & dégagé de toute ſubſtance étrangère. Ce fluide, au moindre mouvement qu'on lui communique, s'enflamme ſans effort, mais

auſſi ſans autre effet que celui de luire dans l'obſcurité.

5°. La matière du feu, faiſant fonction de lumière, ſe meut pour l'ordinaire plus librement dans un corps denſe que dans un milieu plus rare ; c'eſt au moins une conſéquence qu'on a cru devoir tirer des loix qu'on lui voit ſuivre communément dans ſa réfraction. La matière électrique paroît affecter auſſi de ſe mouvoir plus long-tems, & le plus loin qu'il eſt poſſible dans le corps ſolide qui eſt électriſé, comme ſi l'air environnant étoit pour elle un milieu moins perméable. Il en ſort plus par les extrémités & les angles ſaillans d'une barre de fer, que de partout ailleurs de cette même barre. C'eſt à ces angles qu'elle ſe manifeſte davantage, comme il eſt aiſé d'en juger par les émanations lumineuſes, &c.

6°. Le mouvement de la lumière ſe rranſmet en un inſtant à une grande diſtance, ſoit qu'elle vienne directement de ſa ſource, ſoit qu'on la réfléchiſſe, ou qu'on la réfracte.... L'expérience nous démontre auſſi que l'électricité parcourt en un clin-d'œil un eſpace très-conſidérable, pourvu qu'elle trouve des milieux propres à tranſmettre ſon action.

7°. Enfin, l'électricité, comme le feu, n'a

jamais plus de force que pendant les grands froids, lorſque l'air eſt ſec & fort denſe. Au contraire, pendant les grandes chaleurs, ou bien lorſqu'il fait un tems humide, il arrive rarement que ces ſortes d'expériences réuſſiſſent bien.

L'humidité eſt plus à craindre pour les corps qu'on veut électriſer par frottement, que pour ceux auxquels ou veut ſeulement communiquer de l'électricité. Une corde mouillée tranſmet fort bien cette vertu, & l'eau même devient électrique; mais un tube de verre ne donne preſque aucun ſigne d'électricité, quand on le frotte avec un corps, ou dans un air qui n'eſt pas ſec. C'eſt en quoi j'apperçois une nouvelle analogie avec le feu: car l'embraſement, de même que l'électricité, ne naît point dans des matières qui ſont fort humides; mais, s'il eſt excité d'ailleurs, la chaleur, qui en eſt l'effet, s'y communique aiſément.

D'après ces obſervations, l'abbé *Nollet* conclut qu'il paroît que la matière qui fait l'électricité eſt la même choſe que celle du feu & de la lumière: Une matière, dit-il, qui brûle, qui éclaire, & qui a toutes les propriétés communes avec celle qui embraſe les corps, & qui nous fait voir les objets, ſeroit-elle autre choſe que du feu, ou autre choſe que la lumière elle-même?

Il convient cependant qu'on ne peut pas dire que la matière électrique ſoit purement & ſimplement l'élément du feu dépouillé de toute autre ſubſtance. L'odeur qu'elle fait ſentir prouve le contraire. Ceux en effet qui ſont habitués à faire ces ſortes d'expériences, & en général ceux qui y aſſiſtent dans des circonſtances de tems qui leur ſont favorables, lorſque la machine fournit abondamment de l'électricité, ſont tous à portée d'atteſter qu'il ſe répand à une diſtance même aſſez éloignée une odeur aſſez forte, qu'on caractériſe ordinairement ſous le nom d'*odeur d'ail*, mais qui me paroît plus analogue à celle du phoſphore, ou mieux à l'odeur que laiſſe après elle la foudre dans les endroits où elle eſt tombée.

On peut ajouter, dit l'abbé *Nollet*, que quand cette matière s'enflamme, elle paroît ſous différentes couleurs, tantôt d'un brillant éclatant, tantôt violette ou purpurine, ſelon la nature des corps d'où elle ſort ; il pouvoit ajouter encore, & ſelon la conſtitution de l'air dans lequel elle s'excite ; ce qui ſe trouve confirmé par une ſuite curieuſe d'expériences faites par le Docteur *Prieſtley* & par l'abbé *Fontana*, dans différentes eſpèces d'air fixe. Il eſt donc très-probable, dit l'abbé *Nollet*, que la matière électrique, la même au fond que celle du feu élémentaire ou de la lu-

mière, eſt unie à certaines parties du corps électriſant, ou du corps électriſé, ou même du milieu par lequel elle a paſſé.

On ne peut certainement diſconvenir que les obſervations que nous venons de rapporter ne ſoient très juſtes, très-exactes, & très-dignes du célèbre Phyſicien qui les a faites; mais, approfondies davantage, il eût trouvé des diſparités auſſi ſenſibles que les analogies qu'il a indiquées entre la matière du feu & celle de l'électricité. Ces diſparités n'ont point échappé à la ſagacité du célèbre *Muſſenbroeck*, dont nous rapporterons également les obſervations, qu'on trouve conſignées dans le premier Volume de ſon cours de Phyſique expérimentale.

Diſparités auſſi ſenſibles que les analogies précédentes.

Ce fluide, dit-il, en parlant de la matière électrique, ne doit point être confondu avec le feu ordinaire que tout le monde connoît.

1°. Parce que le feu ne pénètre que très-lentement la ſubſtance des métaux, des pierres & des autres corps denſes, tandis que la matière électrique pénètre en moins d'une ſeconde un fil de métal de deux mille deux cent ſoixante-ſeize toiſes de longueur, ſuivant l'obſervation de *Winkler*, & qu'elle pénètre auſſi aiſément tous les autres corps *an-électriques*.

2°. Le feu ordinaire ne s'échappe que très-lentement des corps dont il s'eſt emparé; & il

faut même pluſieurs heures avant qu'il ſe ſoit diſſipé d'une grande maſſe métallique, qui en auroit été, pour ainſi dire, abreuvée : au contraire, la matière électrique abandonne ſur le champ les plus grandes maſſes de matière non *idio-électrique*.

3°. Quelque peu abondant qu'il ſoit, le feu a la propriété d'échauffer les corps qu'il touche, tandis que le feu électrique ne fait éprouver aucun ſentiment de chaleur par ſon contact, & il n'échauffe point même les corps qu'il pénètre abondamment. Un fil de fer étant plongé dans la liqueur d'un thermomètre, quelque tems qu'on ſoutienne l'électriſation de cette liqueur, quelqu'abondante que ſoit la doſe d'électricité dont elle ſoit imprégnée, on ne s'appercevra d'aucun degré de chaleur dans cette liqueur : elle n'éprouvera aucune raréfaction, & ſi ce thermomètre eſt bien fait, il ſuivra la marche d'un autre thermomètre placé à côté de lui. Mais ſi une ſimple électriſation, un ſimple courant de matière électrique ne produit aucun degré ſenſible de chaleur dans les conducteurs qu'il parcourt, il paroît qu'il n'en eſt pas de même d'une charge d'électricité très-abondante qu'on détermineroit à paſſer bruſquement par un conducteur d'un très-petit volume. Parfaitement analogue à la foudre ou à la matière du tonnerre, comme nous le démontrerons

plus bas, elle affecte comme la foudre les conducteurs qu'elle traverſe, lorſqu'ils ne ſont pas ſuffiſans pour la conduire, & elle raréfie manifeſtement l'air à travers lequel elle fait exploſion. Lorſque nous parlerons des effets de l'électricité de l'atmoſphère & des conduites qu'on peut ſe procurer pour l'amener paiſiblement dans l'intérieur de notre globe ou dans le réſervoir commun, nous ferons obſerver de ces effets qui ne laiſſent aucun doute ſur le degré de chaleur que la matière électrique procure par ſon paſſage à travers de trop petits conducteurs. Mais nous nous bornerons ici à un fait plus déciſif dans les circonſtances actuelles, & qui démontre parfaitement, comme nous le diſions dans l'inſtant, que l'électricité accumulée en grande doſe raréfie manifeſtement la maſſe d'air qu'on lui fait traverſer. Voici à cet effet un inſtrument on ne peut plus ingénieux, imaginé par M. *Kinnerſley*, & dont il donne lui-même la deſcription à M. *Franklin* ſon ami, dans une lettre qu'il lui écrivit le 12 Mars 1761.

Thermomètre électrique.

A B (*Pl.* 5, *fig.* 1) eſt un tube de verre d'environ onze pouces de longueur, & d'un pouce ou à-peu-près de diamètre. Il eſt cimenté de haut & de bas dans une virole de cuivre, qui ſe monte de part & d'autre dans une autre virole, de façon que l'air ne puiſſe pénétrer par ces en-

droits. Il y a au centre de la virolle D une vis qui entre dans un écrou de cuivre, logé dans le pied E. Les fils d'archal F & G ſervent de conducteurs au fluide électrique qui s'élance de l'un à l'autre. Le fil G deſcend à travers le pied, & vient en H, où il ſe termine ſous la forme d'un anneau. Ce fil doit être mobile, s'élever & s'abaiſſer dans l'intérieur du tube. M. *Kinnerſley* le taraude pour cet effet : mais j'imagine qu'il conviendroit mieux de le faire paſſer à travers une boëte remplie de colliers de cuirs gras. K eſt un tube de verre d'un petit calibre ouvert par ſes deux bouts, cimenté dans le tube de cuivre L, qui ſe viſſe ſur le ſommet C du grand tube. Le bout inférieur du tube K eſt plongé dans de l'eau colorée avec de la cochenille, renfermée dans le fond du tube A B. Au ſommet du tube K eſt cimentée une virole de cuivre avec une tête qui y eſt viſſée, & qui porte une petite boëte à air ſur le côté *a*. Le fil d'archal *b*, eſt un petit anneau rond qui embraſſe le fil K. Il fait reſſort, & il peut s'arrêter où l'on veut ſur la longueur de ce tube. On ſouffle de l'air par le tube K dans le tube A B, & on en ſouffle ſuffiſamment pour qu'il puiſſe faire monter une colonne de liqueur dans le tube K juſqu'en *c* ou environ ; on marque alors la hauteur à laquelle cette colonne de liqueur eſt élevée, & le thermomètre eſt tout prêt.

Or voici les obſervations que fit M. *Kinnerſley* avec un inſtrument de cette eſpèce.

Je plaçai, dit-il, ce thermomètre ſur un guéridon électrique avec la chaîne N attachée au premier conducteur, & je le gardai bien électriſé pendant un tems conſidérable : mais il n'en réſulta aucun effet ſenſible ; ce qui prouve que le feu électrique, lorſqu'il eſt dans un état de repos, n'a pas plus de chaleur que l'air ou que toute autre matière dans laquelle il réſide.

Lorſque les fils d'archal F & G ſont rapprochés juſqu'au point de ſe toucher, ſi on fait paſſer par leur canal une forte doſe d'électricité, elle ne produit aucune raréfaction dans l'air renfermé dans le tube A B ; ce qui prouve que les fils d'archal ne ſont point échauffés par le feu électrique qui paſſe à travers.

Lorſque ces fils ſont écartés d'environ deux pouces, la charge d'une bouteille de trois pintes, en s'élançant de l'un à l'autre, raréfie l'air très-manifeſtement ; ce qui montre à mon avis, dit M. *Kinnerſley*, que le feu électrique peut, par ſon mouvement rapide, produire de la chaleur en lui-même auſſi-bien que dans l'air.

La charge, continue-t-il, d'une de mes jarres de verre, contenant environ cinq gallons & demi (*chaque gallon contient environ quatre pintes*), en s'élançant d'un fil d'archal à l'autre, peut,

par la commotion qu'elle donne à l'air qu'elle repouſſe ſuivant toutes les directions, élever la colonne dans le tube K juſqu'en *d* ou environ. Les parties de l'air ſe rapprochant enſuite, la colonne s'affaiſſe auſſi-tôt par ſa peſanteur, juſqu'à ce qu'elle ſoit en équilibre avec l'air raréfié; après quoi elle deſcend par degrés à meſure que l'air ſe refroidit, & elle s'arrête à la même hauteur qu'auparavant.

Il réſulte de ces obſervations, que ſi le feu électrique peut produire quelque chaleur ſenſible, cet effet ne peut avoir lieu que lorſque cette matière ſe trouve conſidérablement accumulée, & non lorſqu'elle circule abondamment dans les corps qu'on ſoumet à ſon action.

L'obſervation de *Muſſenbroeck* n'en eſt donc pas moins conſtante, puiſqu'elle ne concerne que la matière électrique qui s'accumule ſur un conducteur qu'on électriſe, & qu'aucune expérience n'a pu faire obſerver juſqu'à préſent le moindre degré de chaleur en pareilles circonſtances. C'eſt avec le même fondement que ce célèbre Phyſicien ajoute que ſi nous plongeons la main dans l'atmoſphère d'un tube électriſé, nous ſentons les écoulemens de la matière électrique qui nous font éprouver la même ſenſation que nous éprouverions ſi nous paſſions la main ſur une toile d'araignée; mais nous n'éprouvons aucun degré de

chaleur

chaleur. Il n'en arrivera pas ainſi, continue-t-il, ſi nous paſſons la main devant des charbons ardens, ou que nous l'expoſions au contact des rayons ſolaires. Nous n'éprouverons point la ſenſation de la toile d'araignée dont nous venons de parler, mais nous ſentirons une chaleur plus ou moins forte. D'où il ſuit que la matière électrique diffère en cela du feu ordinaire & du feu du ſoleil.

4°. La matière du feu s'échappant des corps qui en ſont fortement imprégnés, entre indiſtinctement & pénètre tous les corps qui ſont dans le voiſinage de ceux qu'elle abandonne, & elle les échauffe. La matière électrique ne pénètre point indifféremment tous les corps; elle ne pénètre point ceux que nous appelons *idio-électriques*, ou au moins elle ne les pénètre que juſqu'à un certain point. Nous paſſerons ici ſous ſilence quelques obſervations qui ne nous ont point paru aſſez exactes pour mériter d'être rapportées, & nous nous bornerons aux trois ſuivantes que *Muſſenbroeck* nous fournit encore.

5°. Le feu, ainſi que l'électricité, peuvent être excités par un frottement rapide : mais quoiqu'un métal, par exemple, s'échauffe ſous les coups redoublés du marteau qui le forge, il ne donne cependant aucun ſigne d'électricité.

6°. La flamme produite par le feu ordinaire,

s'attache par ſa baſe à l'aliment qui la fournit ; elle le conſomme & elle ſe termine en pointe. Mais il n'en eſt point ainſi de la matière électrique ; les aigrettes lumineuſes qu'elle forme ſont adhérentes par la pointe aux corps qui les produiſent. Elles deviennent divergentes ; elles s'en éloignent par de grandes ſurfaces, ſans rien emporter ou conſommer du corps auquel elles adhèrent.

7°. Les corps huileux & réſineux ſervent d'aliment au feu ordinaire ; il les diviſe, il les décompoſe, & il les pénètre aiſément : au contraire, la matière électrique éprouve une très-grande réſiſtance pour ſe jeter dans les corps de cette eſpèce, & elle ne les pénètre que très-difficilement.

Veut-on ajouter à ces diſparités celles qu'on peut facilement obſerver entre la matière électrique & celle du feu ſolaire ? le même Phyſicien nous en fournit une ſuite que nous croyons devoir ajouter aux précédentes.

1°. La lumière du ſoleil ſe propage en lignes droites. La matière électrique forme des jets dont les rayons ſont divergens. Ils parcourent la ſurface d'une lentille avec un mouvement ondulatoire, & ils s'élancent dans un eſpace vuide ſous la forme de ſerpentins, tandis que les rayons du

ſoleil conſervent toujours dans de tels eſpaces la direction de leurs mouvemens.

2°. Nous pouvons fléchir les rayons électriques & leur faire parcourir des lignes courbes ; mais nous ne pouvons imprimer de ſemblables mouvemens aux rayons de la lumière.

3°. Si on raſſemble quelques rayons du ſoleil, & qu'on les dirige vers un foyer commun, en les faiſant paſſer à travers une lentille, & ſi on en réfléchit auſſi quelques-uns, en les faiſant tomber ſur la ſurface d'un miroir concave, mais de manière que les deux foyers concourent au même point, ces rayons étant diſſipés en ſens contraire, on n'entend aucun bruiſſement, aucun éclat, ce qui ne manque cependant pas d'arriver, lorſqu'une aigrette électrique rencontre en ſens contraire une autre aigrette de même matière.

4°. La lumière du ſoleil ne pénètre point à travers les corps opaques ; mais gliſſant ſur leurs ſurfaces, elle les échauffe ſenſiblement. L'électricité, au contraire, pénètre facilement tous les corps, s'ils ne ſont point *idio-électriques*.

5°. La lumière du ſoleil tombant ſur un corps, ne répand aucune odeur autour d'elle ; elle n'en répand pas même lorſqu'elle eſt accumulée & raſſemblée à l'aide d'un miroir ardent ſur un corps inodore. La matière électrique, au contraire, en

répand une très-forte, comme nous l'avons déjà observé précédemment.

6°. Les rayons du soleil reçus dans la bouche, n'affectent nullement l'organe du goût : l'électricité, au contraire, l'affecte à la manière d'un acide.

Toutes ces disparités sont, sans doute, suffisantes & assez solidement établies pour ne pas nous étendre davantage sur cet objet, & pour nous convaincre que si la matière électrique est un véritable feu, comme on n'en peut douter d'après les expériences indiquées ci-dessus, ce feu ne doit point être confondu avec le feu ordinaire, ni avec le feu solaire, le même cependant, quant à son essence ; il en diffère par des modifications particulières, que nous ne connoissons point encore assez, & sur lesquelles il reste une multitude de recherches à faire, & toutes dignes de l'attention du Physicien.

Des aigrettes électriques.

Ce feu, que nous ne connoissons qu'imparfaitement encore, nous présente nombre de phénomènes plus curieux les uns que les autres, parmi lesquels nous nous arrêterons à considérer de quelle manière il s'échappe spontanément des corps qui en sont surabondamment chargés.

Or, l'expérience nous apprend que dans ces circonstances on voit aux extrémités de ces corps, & en différens endroits de leurs surfaces, des

jets de matière lumineuſe, qui prennent la forme d'un cône plus ou moins alongé, cette matière étant compoſée d'une multitude de rayons divergens, qui partent & qui s'élancent d'un ou de pluſieurs points du corps électriſé. M. *Gray* fut le premier qui s'apperçut de ce phénomène. Ayant appris que M. *Dufay* avoit découvert que l'étincelle électrique & le craquement qui l'accompagne étoient fortement excités lorſqu'on préſentoit un morceau de métal à la perſonne iſolée & électriſée, il imagina que la perſonne & le métal changeant de place, les effets ſeroient encore les mêmes. En conſéquence, il ſuſpendit différens corps métalliques ſur des cordons de ſoie, & il éprouva que ces corps fourniſſoient des étincelles lorſqu'on en approchoit la main, & ce fut l'origine des premiers conducteurs : mais ayant répété ces expériences dans l'obſcurité, M. *Gray* vit avec la plus grande ſurpriſe la matière électrique s'en échapper ſpontanément ſous la forme que nous avons indiquée ci-deſſus. Il obſerva de plus que cette lumière étoit toujours accompagnée d'un petit bruiſſement qu'on entendoit aſſez diſtinctement en prêtant attentivement l'oreille, & il donna à ces ſortes d'émanations lumineuſes le nom d'*aigrettes électriques*, qui indique parfaitement la forme ſous laquelle elles ſe font obſerver.

Elles ſe manifeſtoient plus facilement & plus fréquemment anciennement, lorſque moins inſtruits de la forme la plus exacte qu'il convient de donner aux conducteurs, on ſe ſervoit, comme M. *Gray* l'avoit fait, de barres de fer quarrées & iſolées. Pour peu, en effet, que l'électricité fût alors abondante, on voyoit des aigrettes qui s'échappoient bruſquement des angles ſolides de ces ſortes de conducteurs. On en vit de ſemblables enſuite ſur différens points de la longueur des conducteurs de fer blanc, qu'on ſuſtitua aux barres de fer, comme plus légers, plus faciles à manier, & moins propres à cauſer quelque dommage au globe. Il en ſortoit par cette multitude d'aſpérités dont leurs ſoudures étoient ordinairement hériſſées. Or, ces aigrettes étant une diſſipation continuelle de la matière électrique qu'on avoit intérêt d'accumuler & de conſerver ſur les conducteurs, on apprit à la longue, & à force de réfléchir ſur la meilleure manière de les conſtruire, qu'il étoit très-important, comme nous l'avons obſervé précédemment en traitant des conducteurs, de ſupprimer ces angles & ces aſpérités. De-là l'origine des conducteurs de cuivre, terminés par des boules bien liſſes & bien polies dans toute l'étendue de leur ſurface. De-là la ſuppreſſion des chaînes & de tout autre corps de même eſpèce, pour communiquer l'électricité

d'un conducteur à l'autre, ou d'un conducteur à tout autre corps qu'on veut électriſer par voie de communication. De-là l'invention de ces tiges de métal, faites en forme d'S romaines, dont nous avons fait mention à l'article qui traite des conducteurs.

Béatification électrique.

L'hiſtoire des aigrettes électriques devint originairement fameuſe par la *béatification électrique* que M. *Boze* publia dans un tems où on ne connoiſſoit point encore aſſez ces ſortes de phénomènes, pour ſe défier de la petite ſupercherie que ce célèbre Phyſicien prit apparemment plaiſir de faire à ſes Confrères. Il ne s'agiſſoit rien moins, d'après ſa relation, que de rendre la tête d'un homme toute brillante d'une lumière parfaitement ſemblable à ces *auréoles* dont les Peintres entourent communément la tête des Saints. M. *de Lor*, ancien Démonſtrateur de Phyſique en l'Univerſité, grand amateur des nouveautés de ce genre, s'empreſſa de répéter cette expérience, & s'y prit infructueuſement de toutes les manières imaginables pour la faire réuſſir. Il ſe ſeroit épargné bien des peines s'il avoit ſu que le ſuccès dépendoit d'une eſpèce de couronne de métal hériſſée de pointes un peu mouſſes, miſe ſur la tête de celui qu'on vouloit béatifier. Or, on conçoit facilement que la matière électrique s'échappant ſous la forme de pinceaux lumineux

de toutes les parties ſaillantes d'un conducteur électriſé, il doit s'en échapper de ſemblables de toutes les pointes mouſſes qui ſe trouvent électriſées; & conſéquemment la tête d'un homme ſera illuſtrée d'une lumière de cette nature, ſi elle eſt entourée d'une couronne ou d'un cerceau hériſſé de pointes de cette eſpèce : nous diſons de pointes mouſſes, car ſi ces pointes étoient trop aiguës, au lieu d'une aigrette on n'appercevroit plus qu'un point lumineux au bout de chacune de ces pointes, ce qu'on démontre facilement par le procédé ſuivant.

Iſolez, ſur un ſupport de verre X, (*pl.* 5, *fig.* 2.) une tige de métal A B très-aiguë, & recouverte d'une tige creuſe & mouſſe C D. Communiquez à la première la vertu électrique, en établiſſant une communication entre celle-ci & les conducteurs de la machine. Si l'expérience ſe fait dans l'obſcurité, vous verrez une aigrette s'échapper de la pointe mouſſe C, & former un pinceau lumineux, dont vous pourrez augmenter la longueur en approchant à quelque diſtance au-deſſus un corps étranger. La paume de la main, par exemple, eſt on ne peut plus propre à cet effet. Otez alors la tige C D, il ne reſtera plus que la tige A B, que nous ſuppoſons très-aiguë en A; vous n'obſerverez plus alors qu'un ſimple point lumineux en cet endroit. Il eſt donc conſ-

tant que la pointe doit être un peu mouſſe pour que l'aigrette ſe manifeſte ſenſiblement.

Quoique dans l'expérience précédente on obſerve une aſſez belle aigrette à l'extrémité de la pointe C, ce phénomène changeroit de forme, & on n'obſerveroit plus qu'un point lumineux à l'extrêmité de cette même pointe, ſi au lieu d'être électriſée par le conducteur, ou mieux ſi au lieu de faire partie du conducteur, & de donner iſſue à la matière électrique qui y aborde par ſa baſe, elle étoit détachée du conducteur, & qu'elle donnât entrée à cette matière.

Obſervation ſur les effets des pointes, par rapport à l'électricité.

Tenez en effet la pointe C D à la main, & plongez-la ſeulement dans la ſphère d'activité du conducteur électriſé; vous n'appercevrez plus alors ſur le ſommet de cette pointe qu'un point lumineux. On peut conclure de-là, & c'eſt actuellement un fait reconnu de la plus ſaine partie des Phyſiciens, qu'une même pointe mouſſe peut donner à volonté une aigrette ou un point lumineux. Elle donne une aigrette, lorſqu'étant électriſée par ſa baſe, elle fait fonction d'un conducteur, & qu'elle laiſſe échapper par ſa pointe le fluide électrique dont elle eſt pénétrée. Elle ne préſente plus qu'un point lumineux, ſi le feu électrique du conducteur, ou de tout autre corps électriſé, la pénètre par ſa pointe, & tend à s'échapper par ſa baſe. Ce fait bien confirmé &

Les aigrettes ſe changent en points lumineux, ſelon le chemin qu'on fait prendre à la matière électrique.

bien détaillé dans un excellent Mémoire de M. *le Roy*, imprimé parmi ceux de l'Académie des Sciences, mérite toute l'attention du Phyſicien par la multitude d'applications importantes auxquelles il ſe prête.

Autre obſervation ſur les points lumineux.

Le feu électrique, qui ſe manifeſte en forme d'aigrette à l'extrémité des corps pointus, eſt une diſſipation réelle de la matière électrique, qui fait effort pour s'échapper, & qui s'échappe effectivement par ces endroits. On prouve cette diſſipation par l'effet qu'elle produit ſur la main qu'on en approche. On ſent alors la même impreſſion que feroit un vent frais & doux, qui ſouffleroit contre la main. Il en eſt de même du point lumineux qu'on obſerve à l'extrémité d'une pointe aiguë qu'on électriſe par ſa baſe. Ce point eſt pareillement une diſſipation de la matière électrique : c'eſt, ſi on peut s'exprimer ainſi, l'origine d'une aigrette, dont la baſe eſt trop petite pour qu'elle s'épanouiſſe d'une manière ſenſible. On en juge également par la même impreſſion que ce point fait ſur la main qui s'en approche.

On en juge encore par l'odeur que l'aigrette & ce point répandent autour d'eux, lorſque la matière électrique eſt ſuffiſamment abondante.

Il n'en eſt pas de même du point lumineux qu'on obſerve à l'extrémité d'une pointe très-aiguë, plongée dans la ſphère d'activité d'un con-

ducteur électriſé. On ne ſent aucune impreſſion de quelque côté qu'on l'approche, parce que la matière électrique, au lieu de ſe diſſiper & de ſe jeter dans l'atmoſphère, & de tendre à s'épanouir, à ſe développer, ſe concentre, au contraire, vers la pointe, ſi on peut s'exprimer ainſi, pour ſe porter dans le corps pointu plongé dans l'atmoſphère du conducteur. Il eſt donc des points lumineux qui décèlent la diſſipation de la ſortie de la matière électrique, & d'autres qui annoncent l'entrée de cette même matière dans certains corps. Ce ſont des obſervations que le Phyſicien doit faire avec attention, & dont il peut tirer le plus grand parti.

Veut-on confirmer par quelques expérience que certains points lumineux, ceux qui paroiſſent à l'extrémité du corps pointu, électriſé par ſa baſe, annoncent une diſſipation réelle de la matière électrique? nombre d'expériences que nous avons indiqués dans le ſecond Volume de notre Ouvrage, intitulé *Deſcription & uſage d'un Cabinet de Phyſique expérimentale*, le démontrent inconteſtablement. Nous en choiſirons quelques-unes qu'on pourra multiplier facilement.

Montez à vis ſur l'extrémité du premier conducteur, une tige de cuivre, dont la pointe très-aiguë ſoit en acier. Etabliſſez ſur cette pointe, comme ſur un pivot, une autre tige percée d'un

petit trou peu profond ſur le milieu de ſa longueur. Que les extrémités de cette dernière ſoient coudées à angle droit en ſens contraire, & terminées en pointe. Si vous faites l'expérience dans une obſcurité aſſez parfaite, vous obſerverez au moment où vous électriſerez le conducteur, un point lumineux à chacune des extrémités de cette tige, & elle tournera ſi rapidement ſur elle-même, que ces deux points formeront un cercle lumineux.

La rotation de cette tige eſt une preuve inconteſtable de l'éruption de la matière électrique & de l'effort qu'elle fait pour ſe porter au-dehors.

Il eſt facile de rendre cette expérience plus agréable en multipliant le nombre des tiges tournantes, & on peut les multiplier de différentes manières. On peut, comme nous l'avons indiqué dans l'Ouvrage que nous venons de citer, en monter pluſieurs autour d'une ſeule châſſe, ſemblable à celle d'une aiguille de bouſſole; & dans ce cas l'extrémité de chaque tige doit être coudée à angle droit & dans le même ſens, & ſe terminer également en pointe. On a alors le ſpectacle de pluſieurs points lumineux, qui décrivent pareillement un cercle. L'effet en ſera plus agréable encore, & on verra une pyramide lumineuſe ſe mouvoir ſur ſon axe, ſi on monte pluſieurs châſſes ſemblables les unes au-deſſus des autres, & qu'on

attache, autour de chacune, des tiges de différentes longueurs, les plus longues à la châſſe inférieure, & allant en diminuant de longueur juſqu'à la châſſe ſupérieure qu'on ſurmonte d'une petite tige verticale très-courte, qui fait la pointe de la pyramide lumineuſe. On ne doit cependant ſe ſervir de cet appareil que lorſque le tems eſt favorable à ces ſortes d'expériences, & lorſque la machine eſt aſſez forte pour fournir une aſſez grande quantité de matière électrique; car on imagine bien qu'il s'en diſſipe beaucoup par cette multitude de pointes.

Cette expérience, qui nous prouve que l'effort que la matière électrique fait pour ſe diſſiper par les extrémités de ces ſortes de conducteurs, ſuffit pour les faire tourner circulairement ſur eux-mêmes, a donné naiſſance à une multitude d'applications plus ingénieuſes les unes que les autres: ces applications ſont autant d'expériences agréables pour les Amateurs, & dans le détail deſquelles nous ne deſcendrons point, parce qu'elles ſont faciles à imaginer.

En voici deux cependant qui méritent de trouver ici leur place. La première pourroit en impoſer en faveur de l'idée de M. *Gray*, que nous avons expoſée ci-deſſus. C'eſt une eſpèce de planetaire très-ſimple, & qui paroît rendre aſſez

bien les mouvemens de la terre autour du ſoleil, & celui de la lune autour de la terre.

Planetaire électrique.

Imaginez une boule de cuivre creuſe, de trois à quatre pouces de diamètre, poſée ſur un pivot iſolé par une colonne de cryſtal ſur laquelle il eſt ſolidement maſtiqué. Cette boule doit être tronquée vers ſa portion inférieure, de façon qu'elle préſente une ouverture de quinze à dix-huit lignes; elle repréſente le ſoleil.

On ſoude, ou on monte à vis au pied du pivot une eſpèce d'anſe, ou un anneau pour y adapter une conduite qui le faſſe communiquer avec le conducteur de la machine électrique.

De l'un des points de la circonférence de l'ouverture pratiquée à la boule, part une tige de huit à dix pouces de longueur, & recourbée à ſon extrémité oppoſée, de manière qu'elle préſente verticalement une pointe fort aiguë, qui forme un pivot.

A l'endroit de cette courbure, on monte à vis une pointe de métal très-courte, qui fait un angle droit, ou à-peu-près, avec le ſecond pivot dont nous venons de parler.

Sur celui-ci, on poſe l'appareil qui repréſente la terre & la lune. C'eſt un petit anneau de laiton, d'un pouce ou environ de diamètre, auquel on ſoude un demi anneau de même matière,

qui forme une anſe au premier, ſur le plan duquel il eſt établi perpendiculairement.

On ménage au milieu de la courbure de cette anſe un petit trou borgne, qui tient lieu d'une chappe pour la poſer ſur le pivot.

De deux points diamétralement oppoſés de l'anneau, partent deux petits rayons vecteurs de métal, de deux à trois pouces de longueur, & recourbés de bas en haut, vers leurs extrémités, ſur leſquelles on fixe deux petites boules d'ivoire, l'une repréſentant la terre, & l'autre la lune. Celle qui répréſente la terre doit être un peu plus groſſe, & on compenſe ſon excès de peſanteur en donnant un peu plus de longueur & de groſſeur au rayon vecteur de la plus petite, de façon que l'anſe qui porte le tout ſoit en équilibre ſur ſon pivot.

On monte pareillement, & à angles droits, deux petites pointes de métal très-courtes, à l'endroit de la courbure des deux rayons vecteurs, & on les diſpoſe en ſens contraire, l'une à droite, l'autre à gauche de l'appareil.

Il eſt inutile d'ajouter que la groſſe boule étant chargée d'un poids étranger, du poids du grand rayon vecteur, & des corps qu'il porte, il faut avoir ſoin de le leſter de plomb en dedans, à la partie oppoſée à ce poids, pour qu'elle ſoit en équilibre ſur ſon pivot.

La ſeule deſcription de cet appareil fait aſſez preſſentir l'effet qu'il doit produire. On conçoit qu'au moment où il eſt électriſé, la matière électrique qui s'échappe abondamment par la pointe fixée au bout du long rayon vecteur, fait tourner toute la machine ſur le pivot principal; d'où réſulte le mouvement du ſoleil ſur ſon axe, qui entraîne le mouvement annuel de la terre & de la lune autour du ſoleil.

Les pointes fixées aux extrémités des deux petits rayons vecteurs, occaſionnent pareillement un mouvement de rotation ſur le ſecond pivot. Le demi anneau ou l'anſe de l'anneau tourne donc ſur lui-même, & produit d'un côté le mouvement diurne de la terre, & celui de la lune autour de la terre, à laquelle elle ſert de ſatellite.

Ce ſyſtême de corps ſe balançant en même tems ſur le pivot qui le porte, on remarque un troiſième mouvement, qui repréſente celui de titubation, qu'on attribue à la terre, & voilà l'idée de M. *Gray* juſtifiée par l'expérience, qui ne peut cependant en impoſer à celui qui connoît la conſtruction de la machine, & qui voit les pointes motrices qui la mettent en mouvement.

L'expérience ſuivante n'eſt pas moins curieuſe que la précédente, & c'eſt tout ce qu'on peut dire de ces ſortes d'expériences.

Fixés

Fixez aux extrémités d'une planche de trois pieds ou environ de longueur, & de trois à quatre pouces de largeur, deux pilliers de cryſtal, l'un de cinq à ſix pouces plus long que l'autre, & ſurmontés l'un & l'autre d'une virolle de métal, portant chacune une boule de même matière, & d'un pouce de diamètre ou environ.

Mouvement de rotation qui ſurmonte l'action de la peſanteur.

Soudez à l'une de ces boules une petite traverſe de métal de deux pouces ou environ de longueur. Fixez-en une ſemblable à une queue de métal qui porte une vis ſur toute ſa longueur. Cette queue doit s'adapter & paſſer à travers la boule du pillier oppoſé, qui doit être percée de tout ſon diamètre, & taraudée pour recevoir cette vis.

Attachez fixement deux cordes de métal, telles que deux cordes de claveſſin aux quatre extrémités des traverſes dont nous venons de parler, & à l'aide de la vis que l'une de ces traverſes porte ſur ſa queue, vous tendrez convenablement ces cordes parallèlement entre elles, & de façon qu'elles formeront un plan incliné.

Voulez-vous faire uſage de cet appareil? faites communiquer l'une des traverſes de métal avec le conducteur de la machine électrique, & mettez celle-ci en mouvement. Les deux cordes de métal ſeront électriſées. Poſez alors vers la partie inférieure du plan incliné qu'elles préſentent, un

petit cylindre de métal très-mince, bien arrondi à ſes extrémités, & qui excède d'un pouce au moins de part & d'autre les cordes, ou la largeur du plan incliné. Que ce cylindre porte ſur le milieu de ſa longueur une eſpèce d'S romaine très-mince, faite d'un morceau de laiton applati, & fixée au cylindre qui la traverſe ſelon ſon plan, & vous obſerverez le phénomène ſuivant.

L'électricité communiquée à l'S romaine, ſe diſſipera par ſes extrémités, & cette diſſipation lui imprimera un mouvement de rotation très-rapide, qui la portera avec ſon cylindre vers le haut du plan incliné, contre la direction de la peſanteur qui fait continuellement effort pour la ramener vers la partie inférieure de ce plan.

En général tout corps qui ſera muni d'une ou de pluſieurs pointes propres à donner iſſue à la matière électrique qu'on lui communiquera, tournera plus ou moins facilement ſur lui-même, chaque fois qu'il ſera diſpoſé de manière à pouvoir ſe prêter à ce mouvement, ſur-tout s'il eſt placé ſur un pivot, comme la plupart des tiges de métal, dont nous avons parlé précédemment.

On conçoit d'après ce principe, univerſellement reçu en électricité, qu'en attachant de petites figures peintes aux extrémités de ces ſortes de pointes, on peut facilement imiter une courſe

de chevaux, un jeu de bague, une danſe en rond, &c. Toujours faut-il obſerver que le poids des corps qu'on veut faire mouvoir circulairement, ne ſoit point aſſez conſidérable pour que le frottement qu'il fait éprouver ſur le pivot ne ſurpaſſe pas l'effort que peut faire la matière électrique, pour mouvoir l'appareil. Cet effort cependant eſt en état de vaincre un poids aſſez conſidérable, comme je l'ai démontré par le mouvement d'une tige de métal de huit pouces de long, chargée d'une boule de même matière à chacune de ſes extrémités. C'eſt une expérience aſſez agréable que j'ai décrite dans l'Ouvrage cité ci-deſſus, ſous le nom d'*artillerie électrique*. Veut-on s'en former une idée ? la voici.

Sur une baſe ſolide de métal, qu'on peut caler par des vis qui la traverſent à ſes angles, s'élève un pilier de cryſtal ſurmonté d'une pointe d'acier formant un pivot, ſur lequel on poſe la tige de métal dont nous venons de parler. On tranſmet l'électricité à cette tige qui ſe trouve iſolée, par une conduite métallique qui tient au conducteur de la machine, & qui vient horizontalement embraſſer le pivot. Pour exciter plus puiſſamment la diſſipation de la matière électrique, & conſéquemment faire tourner plus facilement la tige iſolée, je diſpoſe autour d'elle

pluſieurs tiges de métal verticales qui ſe terminent par de petites boules de même métal, & qui ſe trouvent dans le même plan que la tige mobile horizontale. Ces tiges étant flexibles, je les diſpoſe de manière que les boules qui les ſurmontent ſoient éloignées de cinq, ſix & quelquefois huit lignes de celles qui terminent la tige mobile, afin qu'elles en puiſſent exciter & tirer l'étincelle à leur paſſage. Cela fait, j'électriſe le conducteur. L'électricité ſe tranſmet à la tige horizontale, & la fait tourner circulairement ſur ſon pivot. Or, ſes extrémités venant à rencontrer dans leurs circulations les boules verticales, elles s'y déchargent par autant d'étincelles, qui ſe ſuccèdent aſſez rapidement, ce qui forme conſéquemment une petite artillerie électrique.

Manière d'exciter les aigrettes.

Pour terminer ce qui concerne la diſſipation de la matière électrique par ſes conducteurs, nous inſiſterons encore un moment ſur les aigrettes, & nous obſerverons que ſi elles naiſſent & ſe font obſerver ſpontanément aux parties anguleuſes de ces conducteurs, on les rend encore plus belles, & on les oblige à ſe manifeſter lorſqu'elles ne paroiſſent point ſpontanément, en approchant un corps étranger des endroits par leſquels elles peuvent s'élancer. Ainſi en ſuſpendant d'un conducteur à un autre une

groſſe chaîne de tourne-broche, de manière qu'elle forme un arc dans ſon trajet, on voit des aigrettes qui s'échappent de différens anneaux de cette chaîne, & on les rend plus belles & plus longues en paſſant le dos de la main à une certaine diſtance au-deſſous de cette chaîne. Si la multiplicité des aigrettes qui ſe font voir en même tems empêche qu'elles ne ſoient très-longues, on les aura autant longues qu'il ſera poſſible à l'anneau du conducteur. Quoique très-gros, la matière électrique accumulée dans le conducteur ſe diſſipe quelquefois ſpontanément, par cet anneau : mais on l'excite toujours aſſez puiſſamment pour la faire diſſiper ſous forme d'aigrettes, lorſqu'on lui préſente le dos de la main à une diſtance convenable.

Sans entrer dans aucune explication ſur la théorie de la bouteille de Leyde, qu'il ſuffiſe de ſavoir ici qu'il n'y a point de moyen plus avantageux & plus propre à faire naître de très-belles aigrettes, que de préſenter la ſurface extérieure d'une bouteille de cette eſpèce à l'anneau du conducteur. J'en ai produit, par ce moyen, qui avoient plus d'un pied de longueur. Mais la manière de faire cette expérience exige une attention que voici.

La bouteille étant chargée d'électricité ſelon la méthode ordinaire, il faut la poſer ſur un

iſoloir, pour la prendre par ſon crochet, par le fil de métal qui la pénètre & qui ſert de conducteur à la matière électrique qu'on lui communique. C'eſt en la tenant ainſi par le crochet, qu'on préſente convenablement ſa ſurface extérieure à l'anneau du conducteur ou à une petite boule qu'on ajoute & qu'on viſſe ſur la groſſe qui le termine.

Projet de M. *Watſon* pour augmenter les effets de l'électricité.

Cette diſſipation ſpontanée de la matière électrique, lorſqu'un conducteur en eſt ſurabondamment chargé, doit nous faire concevoir facilement l'inutilité de la tentative que fit anciennement M. *Watſon* pour augmenter les effets de l'électricité, & rendre ſon conducteur plus puiſſamment électrique.

Cet ingénieux Phyſicien avoit imaginé de faire tourner pluſieurs globes en même tems, eſpérant que chacun fourniſſant au conducteur une doſe particulière d'électricité, celui-ci en recevroit davantage, & s'électriſeroit plus fortement. Cette idée étoit aſſez naturelle dans un tems où on ne ſavoit point encore qu'un corps donné ne peut recevoir, ou au moins retenir qu'une quantité déterminée de fluide électrique. Auſſi M. *Watſon* fut-il ſurpris de s'appercevoir que ſon conducteur ne s'électriſoit pas davantage; que les étincelles qu'il en tiroit n'étoient ni plus énergiques ni plus longues lorſqu'il l'électriſoit par le moyen

de plusieurs globes, & que les effets n'étoient point différens de ceux qu'il en obtenoit lorsqu'il ne se servoit que d'un seul globe. Il observa cependant une différence assez remarquable dans ce procédé. Son conducteur étoit plutôt chargé d'électricité, ou mieux il avoit plutôt acquis tout ce qu'il pouvoit contenir d'électricité, lorsqu'il faisoit mouvoir plusieurs globes en même tems, que lorsqu'il n'en faisoit mouvoir qu'un seul; & c'est effectivement le seul avantage qu'on puisse obtenir de la multiplicité des globes ou des glaces dans nos machines nouvelles, avantage qui n'est point à négliger lorsqu'il s'agit d'électriser des surfaces extrêmement étendues, comme lorsqu'il s'agit de charger d'électricité de très-grandes batteries, dont nous parlerons ailleurs. Mais toujours est-il constant que ce moyen n'ajoute rien à l'intensité de la vertu électrique d'un conducteur donné, parce que tout corps quelconque n'est susceptible que d'un certain degré d'électricité. Est-il parvenu à acquérir toute la quantité qu'il peut contenir, c'est en vain qu'on continue de l'électriser; la nouvelle dose qu'on tend à lui communiquer se dissipe dans l'atmosphère, malgré toutes les précautions qu'on ait pu prendre pour s'opposer à cette dissipation. On peut donc bien accélérer la distribution du fluide électrique sur un con-

ducteur, mais on ne peut l'en charger au-delà de ſa capacité. Ainſi, lorſqu'on veut tranſmettre à un corps & lui faire retenir toute la doſe d'électricité dont il eſt ſuſceptible ; tout l'art conſiſte à donner à ce corps la forme la plus convenable pour qu'il ſoit un excellent conducteur, (*voyez l'Article troiſième de cette Section*).

Circonſtances défavorables aux effets de l'électricité.

Quelques précautions qu'on prenne, il eſt rare, pour ne pas dire plus, qu'un corps puiſſe recevoir & conſerver toute la quantité d'électricité dont il eſt ſuſceptible. Pour peu qu'on ſoit habitué à faire des expériences de ce genre, on ſait qu'il eſt nombre de circonſtances qui influent malgré nous, ſur les effets de la vertu électrique, & qui s'oppoſent plus ou moins à leur intenſité. La conſtitution de l'atmoſphère, la tranſpiration animale, les exhalaiſons pulmonaires qui s'échappent des aſſiſtans, la préſence des lumières, & quantité d'autres cauſes que nous ne pouvons expoſer ici, concourent à enlever une portion de l'électricité qu'on s'efforce de tranſmettre au conducteur. Dans un tems où nos connoiſſances en ce genre étoient encore très-bornées, *Boyle* avoit déjà obſervé que la conſtitution de l'atmoſphère influoit ſenſiblement ſur les effets de l'électricité. *Gilbert* l'avoit obſervé avant lui, car il aſſure qu'un air humide,

ou un vent de ſud, anéantit preſque la vertu électrique. Il avoit même remarqué que cet effet avoit également lieu par toute eſpèce d'humidité quelconque, même par celle qui eſt occaſionnée par la reſpiration des aſſiſtans.

On ſait, & perſonne n'ignore actuellement, que toute vapeur aqueuſe eſt on ne peut plus ſuſceptible de recevoir la vertu électrique par voie de communication. On ſait également que ce fluide eſt un des meilleurs conducteurs de l'électricité. C'eſt celui que la nature emploie communément pour diſperſer & rétablir l'équilibre entre les corps qui en ſont ſurabondamment chargés, & ceux qui en contiennent moins, comme nous aurons occaſion de le faire obſerver par la ſuite. De-là on conçoit que celle qui règne habituellement dans l'atmoſphère, doit néceſſairement influer ſur l'état d'électricité des conducteurs, & qu'elle doit y influer d'autant plus, qu'elle ſe trouve plus abondamment répandue dans l'atmoſphère. L'humidité en effet qui règne dans la couche d'air qui les enveloppe, doit néceſſairement leur dérober une portion de leur fluide électrique, & la tranſmettre à l'humidité de la couche d'air immédiatement conſécutive; & de proche en proche, de couches en couches, cette électricité eſt reportée & retourne dans le réſervoir commun, ce qui s'ac-

corde parfaitement avec cette tendance naturelle que nous obſervons dans le fluide électrique, pour ſe mettre en équilibre, & ſe diſtribuer uniformément dans tous les corps environnans.

Moyens de remédier à cet obſtacle.

De-là le véritable moyen de remédier, autant qu'il eſt poſſible, à cet obſtacle, c'eſt, ſans contredit, de diſſiper l'humidité qui s'attache aux conducteurs, & plus particulièrement encore aux corps ſur leſquels ils ſont iſolés ; c'eſt de prendre les mêmes précautions pour le globe ou pour la glace. L'électricité qui y aborde par le frottement ſeroit ſans cela diſſipée en grande partie avant d'arriver au conducteur. Auſſi voyons-nous habituellement que dans les tems d'humidité, lorſque les effets de l'électricité ſont peu ſenſibles, on parvient à ranimer leur énergie, en approchant de l'appareil des réchauds de feu, & en eſſuyant ſur-tout les glaces, le conducteur & les piliers de cryſtal qui l'iſolent, avec des linges chauds. Nous diſſipons par ce moyen une grande partie de l'humidité ſurabondante, & nous empêchons qu'elle n'abſorbe l'électricité, & qu'elle ne la tranſmette au réſervoir commun.

Quelque précaution néanmoins qu'on prenne, l'air atmoſphérique qui enveloppe le corps de l'appareil, contient toujours, même dans les tems de la plus grande ſéchereſſe, une certaine quantité de parties aqueuſes qui abſorbent une

quantité plus ou moins notable de fluide électrique, & dépouillent progreſſivement le conducteur de ſon électricité. Auſſi voyons-nous habituellement qu'un corps chargé d'électricité, quelque bien diſpoſé qu'il ſoit à retenir cette vertu, s'en trouve néanmoins dépouillé en peu de tems, lorſqu'il reſte plongé dans l'air atmoſphérique. Cette vérité ſe trouve confirmée par une obſervation du célèbre *Boyle*, qui nous apprend qu'il avoit conſervé pendant long-tems des corps électriſés, en les renfermant ſous des vaiſſeaux de verre, poſition qui ne permet point à l'air ambiant de tranſporter auſſi facilement le fluide électrique qu'il peut leur enlever. Auſſi éprouve-t-on tous les jours qu'un corps conſerve bien plus long-tems que dans toute autre circonſtance, la vertu électrique qu'on lui a communiquée, lorſqu'on le place, immédiatement après, ſous un récipient vuide d'air.

Concluſion déduite de l'obſervation précédente.

D'après des faits auſſi notoires, il eſt naturel de conclure que tout ce qui pourra concourir à rendre plus humide la maſſe d'air dans laquelle on voudra tenter des expériences électriques, doit néceſſairement influer ſur ces ſortes d'expériences, & affoiblir plus ou moins les effets de l'électricité. De-là un concours de perſonnes qui tranſpirent & qui répandent une humidité ſurabondante dans la maſſe d'air qu'elles reſpirent,

doit néceſſairement affoiblir l'intenſité de ces effets. C'eſt ce que j'ai toujours remarqué conſtamment dans mes Cours particuliers, & c'eſt ce que j'avois obſervé plus ſenſiblement encore, lorſque, chargé des expériences de l'Univerſité, je raſſemblois dans mon Cabinet une plus grande multitude de Spectateurs. J'étois quelquefois obligé, pour ranimer les effets de l'électricité qui languiſſoient ſingulièrement, de faire ouvrir les fenêtres & la porte pour renouveler l'air, quoiqu'il fût quelquefois fort humide au-dehors. J'obſerve ce fait avec attention, parce qu'il eſt manifeſtement contraire à un autre que l'abbé *Nollet* rapporte dans ſon *Eſſai ſur l'Electricité*, non que j'aie deſſein de contredire ce célèbre Phyſicien, mais pour engager mes Lecteurs à faire de nouvelles obſervations à cet égard, & à ſe convaincre par eux-mêmes de la vérité de l'un ou de l'autre.

» Quand j'électriſe, dit l'abbé *Nollet*, avec » un globe, par un tems favorable, quelque » nombreuſe que ſoit la compagnie, l'électri- » cité bien loin de s'affoiblir, n'en devient que » plus forte, ſi on en juge par les aigrettes & » par les étincelles qui ſortent, ou de la barre » de fer, ou d'une perſonne électriſée. Jamais » ces effets ne ſont auſſi beaux qu'en préſence » d'une nombreuſe aſſemblée.

» Ce fait eſt ſi conſtant, dit-il plus bas, que » quand je veux animer davantage les émana- » tions lumineuſes, ou exciter celles dont la » lumière s'affoiblit, je fais approcher du monde, » & cet expédient me réuſſit »

En tenant toujours à notre opinion, puiſqu'elle nous paroît confirmée par une multitude d'obſervations que nous avons faites avec le plus grand ſoin, on conçoit que la chaleur de l'atmoſphère doit influer auſſi ſur les effets de l'électricité. Elle élève une plus grande quantité de vapeurs, & ces vapeurs ſont autant de conducteurs qui dérobent le fluide électrique aux corps que nous électriſons. Auſſi remarque-t-on conſtamment, & l'abbé *Nollet* en convient lui-même, que ces expériences réuſſiſſent mieux pendant l'hiver, dans un tems de forte gelée, que pendant l'été.

Nous ne dirons rien des autres émanations dont l'atmoſphère, qui enveloppe l'appareil électrique, peut être chargée. Nous obſerverons ſeulement que ſi ces émanations ſont *an-électriques*, ſi elles ſont ſuſceptibles d'être électriſées par voie de communication, il eſt à préſumer qu'elles doivent encore nuire à l'intenſité des effets de l'électricité, puiſqu'il paroît qu'elles ſe chargent en partie de celle qu'on aura communiquée au conducteur. Mais ſi elles ſont *idio-électriques*,

elles doivent concourir à retenir dans le conducteur le fluide électrique qui y ſera accumulé. En général cependant, abſtraction faite de l'humidité, on ne s'apperçoit pas ſenſiblement que toute autre émanation flottante dans l'atmoſphère influe ſur l'intenſité des phénomènes électriques: mais pour convenir, comme nous le devons, des difficultés qui ſe préſentent ici, nous ne pouvons aſſigner exactement les circonſtances atmoſphériques qui influent le plus conſtamment ſur l'électricité. Ceux qui ſe ſont le plus appliqués à cet objet, conviennent de bonne foi de leur incertitude à cet égard. Voici comment l'abbé *Nollet* s'en explique dans ſes *Recherches ſur l'Electricité*.

Depuis long-tems, dit-il, on ſait que le ſuccès des expériences électriques dépend beaucoup du tems qu'il fait lorſqu'on opère. MM. *Gray* & *Dufay* l'ont obſervé pluſieurs fois, & ce qu'ils nous ont appris à cet égard a été contredit par peu de perſonnes. Mais quoique l'on convienne aſſez généralement que le beau tems vaut mieux que tout autre pour électriſer, on ne ſait point encore d'une manière bien décidée à laquelle des circonſtances qui font le beau tems, l'on doit attribuer principalement le bon ſuccès de ces expériences. J'ai vu, continue-t-il, bien des fois l'électricité réuſſir plus que médio-

crement lorſqu'il pleuvoit avec abondance; dans d'autres tems elle m'a preſque manqué, quoique l'air fût d'une ſérénité parfaite, & je ſais que la même choſe eſt arrivée à bien d'autres.

Cette obſervation de l'abbé *Nollet*, confirmée encore par le témoignage de pluſieurs célèbres Phyſiciens, & notamment par *Muſſenbroeck*, ne contredit en rien ce que nous avons avancé précédemment, touchant l'influence de l'humidité ſur les effets de l'électricité. Il peut pleuvoir abondamment ſans qu'il règne pour cela beaucoup d'humidité dans l'air, & ſur-tout dans celui des appartemens. Il faut ſouvent que la pluie ait perſévéré pluſieurs jours, pour que l'air en devienne manifeſtement humide; & réciproquement il règne ſouvent beaucoup d'humidité dans l'atmoſphère, ſans qu'il ſurvienne de pluie. Cette obſervation n'a pas échappé à notre célèbre Phyſicien, lorſqu'il ajoute plus bas: J'ai preſque toujours trouvé l'électricité foible, lorſque j'en ai fait des expériences dans un tems pluvieux & doux, le baromètre étant à ſa moyenne hauteur ou au-deſſous, & le vent étant au ſud ou aux environs. Je dis preſque toujours, car je n'ai vu que trois ou quatre fois le contraire ſur environ cent ſoixante obſervations dont j'ai tenu compte; & je diſtingue du tems que j'appelle *pluvieux*, & qui dure quel-

ques jours, celui pendant lequel il tombe des pluies paſſagères, ſur-tout ſi le vent vient des environs de l'eſt ou du nord, ou qu'il ait été tel quelque tems avant l'opération.

On voit par les obſervations que nous venons d'indiquer, qu'il reſte encore beaucoup d'incertitude ſur la conſtitution de l'air relativement à l'influence qu'il peut avoir ſur l'intenſité des phénomènes électriques; & ſi on eſt perſuadé que l'humidité qui y règne quelquefois s'oppoſe à la production de ces ſortes de phénomènes, c'eſt préciſément parce que l'eau & toutes les parties aqueuſes en général ſont d'excellens conducteurs de l'électricité. C'eſt pour cette raiſon que lorſqu'il s'agit d'électriſer puiſſamment une corde à laquelle on veut faire conduire l'électricité à une certaine diſtance, il faut avoir ſoin de la rendre humide, en la frottant avec une éponge mouillée.

Effets de la flamme ſur l'électricité.

Si nous ne pouvons décider quelle influence peuvent avoir, ſur les phénomènes électriques, la plupart des émanations qui ſe trouvent répandues dans l'atmoſphère, il paroît que la matière de la lumière y influe d'une manière particulière; & cette obſervation n'a point échappé à quantité de célèbres Electriſans, dont les ſentimens ſe trouvent néanmoins partagés à cet égard.

Les uns prétendent que la flamme d'une bougie

ou de tout autre corps embraſé détruit l'électricité des corps électriſés ; quelques-uns vont même juſqu'à aſſurer que la préſence d'une lumière empêche d'exciter & de produire l'électricité dans un corps frotté. D'autres ſoutiennent l'opinion contraire : quelques-uns, enfin, regardent bien la flamme comme un des obſtacles qu'on puiſſe oppoſer à l'électricité des corps, mais ils aſſurent en même tems que cet obſtacle n'eſt pas toujours invincible. Que penſer de cette diverſité d'opinions entre les plus grands Maîtres, ſur-tout lorſqu'ils s'appuient les uns & les autres ſur des expériences ? que ſouvent l'expérience nous trompe lorſqu'on la conſulte avec une certaine préoccupation, & qu'on ne peut être trop en garde contre ſon propre ſentiment.

M. *Dufay* avoit avancé anciennement qu'on ne pouvoit électriſer la flamme. M. *Dutour* aſſura enſuite dans une lettre qu'il écrivit en 1745 à l'abbé *Nollet*, que la flamme d'une bougie détruiſoit l'électricité excitée dans un conducteur. M. *Needham* vint à l'appui de cette opinion. M. *Waitz* aſſura la même choſe dans le ſeptième Chapitre de ſa *Diſſertation*, qui fut couronnée à l'Académie de Berlin ; & l'abbé *Nollet* confirma encore cette idée par ſes expériences particulières.

L'expérience la plus ſimple, dit-il dans ſes

Recherches ſur l'Electricité, & peut-être la plus déciſive pour prouver que la flamme détruit l'électricité, c'eſt d'en approcher un tube de verre nouvellement frotté, ou quelqu'autre corps électriſé par communication. Une chandelle, une bougie, ou une lampe allumée, ſuffit pour cette épreuve. Je ne me ſouviens pas, ajoute-t il, de l'avoir jamais faite, que je n'aie éteint ou affoibli conſidérablement la vertu électrique; & cet effet commence à ſe faire ſentir à une diſtance aſſez conſidérable, comme de douze ou quinze pouces, & quelquefois plus, quoiqu'il n'y ait que la flamme d'une ſeule bougie.

Ce fait bien conſtaté, continue-t-il, me mit en état d'en expliquer un autre qui m'embarraſſoit depuis long-tems. Lorſque je ne me ſervois encore que d'un tube de verre pour faire voir les phénomènes électriques, je réuſſiſſois aſſez mal aux lumières; ce mauvais ſuccès ſembloit m'être réſervé, ſur-tout pour les occaſions où je deſirois davantage d'en avoir un bon; & ce qui achevoit de me démonter, c'eſt que le plus ſouvent ce tube, que j'avois frotté à force, & que je ſavois très-électrique entre mes mains, & en l'approchant de mon viſage, ne faiſoit que des effets médiocres quand je venois à m'en ſervir ſur la table où étoit le reſte de l'appareil, & autour de laquelle la compagnie étoit arran-

gée. J'en ſais maintenant la raiſon ; elle ſe préſente d'elle-même : c'eſt que ſur cette table il y avoit des bougies allumées, & il y en avoit davantage quand le nombre ou la dignité des perſonnes le requéroit, & naturellement je m'en éloignois pour frotter le tube avec plus de commodité.

Pour confirmer cette idée, l'abbé *Nollet* rapporte les expériences que voici : Je me ſuis placé, dit-il, au milieu d'un cercle d'environ huit pieds de diamètre, formé par trente bougies allumées. J'y frottai un tube de verre long-tems & avec violence : il ne devint que foiblement électrique, & le peu de vertu qu'il avoit ſe diſſipa en peu de tems. Il s'électriſa beaucoup mieux lorſque les bougies furent éteintes, & ſon électricité dura davantage.

En falloit-il plus que l'autorité de ces célèbres Phyſiciens & les expériences qu'ils citent en faveur de leur opinion, pour faire regarder la flamme comme un corps non-ſeulement incapable de contracter la vertu électrique, mais encore comme un être propre à s'oppoſer juſqu'à un certain point à la production de cette vertu dans le corps frotté, & à la détruire dans celui qui en ſeroit doué ?

L'abbé *Nollet* cependant n'embraſſe pas rigoureuſement cette opinion, & voici de quelle ma-

nière il s'explique. Fondé, dit-il, ſur des expériences ſimples, & que je regarde comme déciſives, je perſiſte à croire que la flamme eſt véritablement un obſtacle à l'électricité; mais retenu par d'autres faits qui ne paroiſſent pas moins certains, je dois ajouter que cet obſtacle n'eſt pas toujours invincible, & qu'il y a des circonſtances où la cauſe qu'il combat eſt tellement ſupérieure à lui, qu'il n'en altère pas ſenſiblement les effets.

En examinant de plus près les phénomènes rapportés ci-deſſus, & en pouſſant plus loin ſes recherches ſur les effets de la flamme relativement à l'électricité, on parvient facilement à concilier ces difficultés, & on voit en quel ſens on doit prendre l'obſtacle que la flamme oppoſe à l'électricité.

Si on parvient à démontrer que la flamme de tout corps embraſé quelconque, eſt ſuſceptible de contracter la vertu électrique par voie de communication, toutes les difficultés diſparoiſſent. On verra en effet alors, que cette flamme ſe détachant continuellement du corps embraſé pour ſe porter dans l'atmoſphère, entraîne & emporte avec elle le fluide électrique qu'elle dérobe continuellement au corps électriſé, dans l'atmoſphère duquel elle ſe trouve plongée; & on éclaircira encore facilement par là les doutes que

l'abbé *Nollet* fait paroître, lorſqu'il dit que fondé ſur des faits qui ne paroiſſent pas moins certains, l'obſtacle que la flamme oppoſe à l'électricité n'eſt pas toujours invincible.

En ſuppoſant, en effet, ce que nous démontrerons dans l'inſtant, que la flamme s'électriſe par voie de communication, on voit auſſi-tôt qu'elle doit ſe charger de l'électricité du corps électriſé; & comme elle ſe diſſipe & ſe renouvelle continuellement, elle doit l'épuiſer facilement d'électricité, s'il en eſt ſimplement muni d'une quantité donnée. Si on continue à électriſer ce corps, le fluide électrique ne s'y accumulera que difficilement & en très-petite quantité, puiſque la flamme en entraînera une partie à proportion qu'on l'excitera, à moins que cette vertu ne ſoit excitée en aſſez grande doſe, pour en fournir abondamment au corps électriſé, malgré la diſſipation qu'il en fait; & c'eſt le cas dans lequel l'abbé *Nollet* trouve qu'il y a des circonſtances où la flamme n'altère pas ſenſiblement la vertu électrique. Or, il eſt facile de démontrer que la flamme s'électriſe par communication, & même que c'eſt un des meilleurs conducteurs qu'on puiſſe employer pour tranſmettre l'électricité. Je ne prendrai pour preuve de cette vérité qu'une expérience de M. *Waitz*, rapportée même par l'abbé *Nollet*, & à laquelle ce célèbre

Phyſicien n'a, ſans doute, pas fait toute l'attention qu'elle méritoit.

Poſez, dit M. *Waitz*, ſur deux pains de réſine, une règle de bois, ou une planche qui ait environ ſix pieds de longueur. Placez aux deux extrémités de cette règle deux bougies allumées & dans leurs flambeaux. Suſpendez à des cordons de ſoie deux verges de fer de trois à quatre pieds de longueur, & que l'un des bouts de chaque verge ſoit élevé de ſept à huit pouces au-deſſus de la bougie correſpondante. Electriſez enſuite l'une des verges que vous ferez communiquer avec le conducteur de la machine électrique, & vous obſerverez que l'extrémité oppoſée de l'autre verge ſera pareillement électriſée, malgré la diſtance qui les ſépare. L'électricité excitée dans la première verge paſſe donc à la ſeconde, & elle n'y paſſe que par l'intermède des deux lumières qui ſe chargent & qui tranſportent au loin le fluide électrique, & en diſtribuent une partie à la ſeconde barre iſolée. En veut-on la preuve la moins équivoque ? il ſuffit d'éteindre les deux bougies, & de laiſſer les choſes dans le même état où elles étoient précédemment, ayant ſoin toutefois d'enlever aux deux barres de fer, ou au moins à la ſeconde, l'électricité qu'elle auroit conſervée. Cela fait, électriſez de nouveau la première barre, celle

qui communique avec le conducteur : elle ſe chargera plus puiſſamment d'électricité que dans le premier cas, & la ſeconde barre ne donnera plus alors aucun ſigne d'électricité ; preuve inconteſtable qu'elle n'avoit acquis cette propriété dans le premier cas que par le miniſtère de la flamme, & conſéquemment que la flamme s'électriſe par communication, qu'elle tranſmet même à une grande diſtance le fluide électrique qu'elle dérobe au corps électriſé.

Cette propriété ne tient point à une flamme donnée, elle convient à toute eſpèce de flamme quelconque. M. *Winkler* rapporte dans ſon *Eſſai ſur l'Electricité*, qu'il employoit favorablement à cette expérience la flamme de l'eſprit-de-vin. Nous l'avons vu réuſſir également en électriſant un morceau de bois iſolé & embraſé, dont on entretenoit la flamme par le moyen d'un ſoufflet ; elle réuſſit également, mais moins complettement à la vérité, c'eſt-à-dire, que l'électricité n'a pas la même intenſité dans les conducteurs, lorſque le corps embraſé répand beaucoup de fumée & de vapeurs.

Il réſulte de ce que nous venons de dire ſur l'influence de la flamme par rapport à l'électricité, que la flamme nuit bien, non à la production de l'électricité, comme quelques Phyſiciens l'ont penſé, mais à ce qu'elle puiſſe s'ac-

cumuler abondamment ſur les corps qu'on voudroit électriſer. D'où il ſuit qu'on ne peut trop diminuer le nombre des lumières dans les endroits où on ſe propoſe de faire ces ſortes d'expériences, & qu'on ne peut trop éloigner les corps à électriſer de celles qu'on eſt obligé d'y conſerver.

Nous examinerons encore deux queſtions avant de terminer cet article : la première, de quelle manière l'électricité ſe communique au corps frotté, & de-là aux conducteurs auxquels il eſt uni; & la ſeconde, quels ſont les moyens dont on peut ſe ſervir avantageuſement pour connoître l'intenſité de la vertu électrique dans les corps électriſés.

De quelle manière l'électricité ſe communique au corps frotté.

La première de ces queſtions a donné lieu à une multitude d'hypothèſes dont nous ne rappellerons point ici le ſouvenir. Nous nous bornerons à ſuivre ſimplement la marche que le fluide électrique paroît prendre, lorſqu'on s'efforce d'exciter l'électricité dans un corps *idio-électrique*.

Nons obſerverons d'abord, & c'eſt un fait inconteſtablement reconnu de tous les Phyſiciens électriſans, que ce fluide eſt univerſellement répandu dans tous les corps. Il n'en eſt aucun qui n'en contienne une quantité donnée, que nous appelons *ſa quantité naturelle*.

2°. Que le globe terreſtre & l'atmoſphère qui

l'enveloppe paroiſſent être le réſervoir commun de cette matière, & qu'elle s'y trouve plus ou moins abondamment répandue, ſuivant des circonſtances qu'il n'eſt point encore poſſible de développer comme il faut.

3°. Qu'il eſt poſſible d'accumuler ſur un corps une quantité ſurabondante de fluide électrique. C'eſt ce qui arrive viſiblement par rapport au conducteur de la machine électrique, & par rapport à toute autre eſpèce de corps *an-électrique* iſolé, & qui communique avec le conducteur.

4°. Que ce fluide a une tendance ſingulière à l'équilibre, c'eſt-à-dire, à ſe diſtribuer uniformément dans tous les corps contigus, & qu'il paſſe avec la plus grande facilité de celui qui en contient plus dans celui qui n'en contient que la quantité qui lui eſt propre; & c'eſt ce qui arrive lorſqu'on approche le doigt des corps électriſés.

D'après ces obſervations, voici de quelle manière nous concevons l'électriſation ou le mouvement de circulation de la matière électrique. Le frottement qu'on fait éprouver au corps *idio-électrique* communique un certain ébranlement à ſes parties. Cet ébranlement détermine la matière électrique qu'il contient naturellement, à s'en échapper & à ſe porter dans les corps *an-*

électriques contigus : mais à meſure que cette matière s'en échappe, il en vient une nouvelle doſe du réſervoir commun, & celle-ci remplace celle qui vient de ſe diſſiper, & elle ſe diſſipe enſuite comme elle, pour faire place à celle qui continue d'y aborder, en ſuppoſant qu'on entretienne le mouvement & le frottement du corps *idio-électrique*, & que celui-ci conſerve la même diſpoſition où il étoit au moment où on a commencé à le frotter. Cette dernière condition ſurprendra peut-être quelques-uns de nos Lecteurs. Dès qu'un corps eſt *idio-électrique*, diſent-ils, ne ſuffit-il pas de le frotter pour qu'il s'électriſe? Nous répondrons à cette difficulté par une obſervation que nous avons faite pluſieurs fois, & que pluſieurs Phyſiciens électriſans ont été à portée de faire comme nous.

On obſerve, dirons-nous, qu'un corps *idio-électrique* qu'on frotte s'électriſe effectivement; mais on obſerve auſſi que ſi on continue à le frotter pendant un laps de tems aſſez conſidérable pour qu'il s'échauffe ſenſiblement ſous la main, ou entre les couſſins qui le frottent, il ceſſe d'être auſſi électrique qu'il l'étoit au commencement de l'opération : ſa vertu languit de plus en plus, & il ceſſe enfin d'en donner des marques aſſez ſenſibles pour le ſuccès des expériences qu'on ſe propoſe de faire. J'ai obſervé ce phéno-

mène, ſur-tout lorſque je me ſuis propoſé d'appliquer l'électricité au corps humain, & que je voulois ſoutenir l'électriſation pendant l'eſpace d'une heure & quelquefois davantage. Je me ſuis vu plus d'une fois obligé de ſuſpendre l'opération par le peu d'abondance de fluide électrique qui ſe manifeſtoit, lorſque la glace étoit fortement échauffée par le frottement, & de la laiſſer dans l'état de repos, juſqu'à ce qu'elle ſe fût ſuffiſamment refroidie. C'eſt, ſans contredit, à cet effet ou au moins en grande partie à cet inconvénient, qu'on peut attribuer la difficulté de charger une très-grande batterie avec une machine qui ne fournit point aſſez abondamment d'électricité, pour ne pas exiger une très-grande quantité de révolutions de la part de la glace ou du globe.

On demandera ſans doute ici en quoi conſiſte la faculté du corps *idio-électrique ?* qui eſt ce qui le conſtitue tel, & qui le rend propre à lâcher ſon feu électrique, & à recevoir celui qui lui vient du réſervoir commun ? comment s'altère cette qualité dans ce corps ? comment ſe fait-il qu'il produiſe plus d'effet, que ſa vertu ſoit plus énergique lorſqu'on le préſente au feu avant de le frotter, & qu'on l'échauffe même très-fortement, tandis que cette même vertu s'affoiblit & ſe détruit lorſqu'il s'échauffe, & même

beaucoup moins que devant le feu, par le frottement qu'on lui fait ſubir? Ce ſont, il faut en convenir, des queſtions très-intéreſſantes & très-dignes d'exciter toute la curioſité du Phyſicien; mais nous n'eſſaierons point à les réſoudre. Leur ſolution dépend d'une connoiſſance plus étendue que celle que nous avons de la conſtitution intime du corps *idio-électrique*. C'eſt le ſecret de la Nature: nous le reſpecterons, & nous laiſſerons à ceux qui ſe plaiſent à enfanter des ſyſtêmes, la ſatisfaction de croire qu'ils l'auront trouvé.

Le flambeau de l'expérience à la main, nous nous bornerons à ſuivre la route de la matière électrique, & faute de pouvoir nous exprimer d'une manière plus préciſe & plus analogue à ce qui ſe paſſe dans cette opération, nous regarderons le corps *idio-électrique*, qu'on frotte, comme une eſpèce d'éponge; le feu électrique qui y eſt contenu, comme une liqueur dont cette éponge ſeroit imbibée; & le frottement enfin, comme la preſſion alternative d'une main qui tiendroit cette éponge plongée dans la même liqueur. Or, il eſt conſtant que cette preſſion alternative exprimeroit, au moment où elle ſe feroit, la liqueur dont l'éponge ſeroit gorgée, & qu'au moment où cette preſſion ceſſeroit, l'éponge s'imbiberoit d'une nouvelle quantité de

liqueur. Il en eſt de même, figurativement cependant, du corps *idio-électrique*. Le frottement qu'on lui fait ſubir met les parties dans un état alternatif de contraction & de dilatation. Dans le premier de ces deux mouvemens, le fluide électrique qu'il contient ſe trouve exprimé & pouſſé au dehors; & dans le ſecond, il reprend une nouvelle quantité de ce fluide dans le réſervoir commun avec lequel il communique.

De quelque manière que ſe faſſe cette opération, il eſt conſtant, & l'expérience le démontre, que tant qu'on continue de frotter un corps *idio-électrique*, & qu'il eſt propre à ſe prêter aux effets de ce frottement, ce corps abandonne aux conducteurs avec leſquels il communique, le fluide électrique qu'il recèle, & il puiſe, il reprend enſuite & à proportion dans le réſervoir commun une nouvelle doſe de ce fluide, qui circule ainſi de ce réſervoir au corps *idio-électrique*; & de celui-ci aux corps *an-électriques* qui lui ſont contigus. On en trouve la preuve dans l'expérience que voici.

Iſolez parfaitement tout l'appareil, & même la perſonne qui fait tourner la glace. Eloignez de cet appareil tout corps propre à tranſmettre le feu électrique & à l'apporter du réſervoir commun à la glace, & ſur-tout, tout corps pointu quelconque; & vous obſerverez qu'après

avoir tiré quelques étincelles du conducteur, ces étincelles iront en diminuant, & s'affoibliront au point de devenir presqu'insensibles. Si l'isolement étoit parfait, si l'air étoit extrêmement sec, vous parviendriez à épuiser totalement le conducteur, & ce seroit en vain qu'on feroit mouvoir ensuite la machine.

Observez que pour que le succès de cette expérience soit moins équivoque, il convient de n'employer ici qu'un très-petit appareil électrique. Je me sers à cet effet d'une glace d'un pied de diamètre; une machine plus volumineuse est plus difficile à bien isoler. D'ailleurs, il faut plus de tems pour l'épuiser de sa quantité naturelle d'électricité; & comme cette expérience mérite sans contredit toute l'attention du Physicien, je desirerois que la machine fût construite d'une manière plus avantageuse à cet effet que nos machines ordinaires, & voici la forme que je voudrois lui donner.

Sur une planche A B (*pl.* 5, *fig.* 3), soient élevées parallèlement entr'elles deux colonnes de cryſtal C, D, surmontées chacune d'une boule de cuivre percée à son centre pour recevoir l'axe de la glace E F, qu'on fera mouvoir à l'aide de la manivelle *a b*. Vers un des bouts de la planche soient élevées deux autres colonnes de cryſtal O, P, pareillement surmontées d'une boule de

métal, pour ſoutenir les couſſinets qui doivent frotter la glace contre laquelle ils ſeront preſſés par des vis de preſſion.

Vers l'autre extrémité A de la même planche ſoit pareillement élevé un cinquième pilier de cryſtal G, qui porte le conducteur K. Celui-ci eſt une boule traverſée par deux petits arcs *e f*, qui ſe courbent vers le plan de la glace, & qui portent deux petits godets, dans leſquels on monte à vis des pointes pour ſoutirer de droite & de gauche l'électricité de la glace. On courbera donc ces arcs de manière que les pointes en ſoient ſuffiſamment approchées. Voilà l'idée générale de la machine, qui ſe trouve toute iſolée, & qui le ſera encore mieux ſi on enduit les colonnes de cryſtal de cire d'Eſpagne fondue. L'anneau qui ſurmonte la boule ſert à unir au beſoin ce conducteur à d'autres, & les tiges courbes qui en partent ſervent à ſuſpendre différens corps.

A l'aide d'une ſemblable machine, & l'homme qui la fait mouvoir étant lui-même bien iſolé, on épuiſe plus facilement & plus promptement le conducteur. On conçoit en effet que les étincelles que celui-ci fournit, ſont priſes aux dépens du feu électrique, que la glace, ſa monture & celui qui fait jouer la machine peuvent naturellement fournir, puiſque le tout eſt diſpoſé de manière à ne rien recevoir du réſervoir com-

mun, en ſuppoſant l'air parfaitement ſec. On parviendra donc à épuiſer ce conducteur.

Veut-on confirmer cette vérité par des expériences auſſi déciſives que faciles à faire ? en voici quelques-unes qui méritent d'être connues.

Si l'expérience que nous venons d'indiquer ſe fait dans l'obſcurité, & ſi la perſonne iſolée qui tourne la machine tient de ſon autre main une pointe un peu mouſſe, & qu'enfin une autre perſonne non-iſolée préſente à peu de diſtance de cette pointe une autre pointe ſemblable; on verra une aigrette lumineuſe ſortir de cette dernière, & un point lumineux à la pointe que tient la perſonne iſolée. Or, ſi on ſe rappelle ce que nous avons déjà fait obſerver au ſujet des pointes, on en conclura qu'à proportion que cette perſonne iſolée fournit à la machine, & à ſes propres dépens, l'électricité qu'on retire du conducteur, elle reçoit dans ſa diſpoſition actuelle une nouvelle doſe d'électricité que lui fournit le réſervoir commun, par le miniſtère de la pointe que tient la perſonne non-iſolée. Auſſi remarque-t-on, tant que les choſes reſtent dans cet état, que le conducteur fournit abondamment & ne s'épuiſe point.

Une ſeconde preuve de cette vérité, & qui ne laiſſe aucune incertitude après elle, c'eſt, ſans contredit,

contredit, le mouvement rétrograde qu'on peut faire prendre à la matière électrique, & l'expérience eſt on ne peut plus facile à faire.

Mouvement rétrograde du fluide électrique.

Dans la diſpoſition ordinaire de nos machines, le fluide électrique qui aborde à la glace qu'on frotte ſe porte au conducteur, ſur lequel il s'accumule, & dont on le retire ſous la forme d'étincelles plus ou moins fortes. Mais lorſque la machine eſt bien iſolée ainſi que celui qui la fait mouvoir, lorſque la glace ne peut rien recevoir du réſervoir commun, ni par ſon bâti, ni par celui qui la fait agir, on peut, par une voie oppoſée, y rappeler le fluide électrique, par le miniſtère du conducteur; & dans ce cas, la perſonne iſolée qui fait jouer la machine, fait elle-même fonction de conducteur. Voici de quelle manière il faut procéder.

Laiſſez la machine encore bien iſolée. Ajoutez-y ſeulement une chaîne *g h*, ou tout autre corps de cette eſpèce, qui pende d'un des godets par terre, & établiſſez par-là une communication entre le conducteur & le réſervoir commun. Que la perſonne iſolée continue à faire mouvoir la machine. Alors le fluide électrique contenu dans le réſervoir commun ſe portera au conducteur par l'intermède de la chaîne, & il paſſera du conducteur à la glace, & de celle-ci à celui qui la fait tourner. On pourra donc alors tirer des

étincelles de la perſonne iſolée, & on en tirera comme on en tire communément d'un conducteur bien iſolé.

En deux mots, voici la différence qu'on remarque entre cette machine & une machine ordinaire.

Dans cette dernière, le frottement de la glace détermine le fluide électrique répandu dans le réſervoir commun à ſe porter à cette glace, & de-là au conducteur, par l'intermède de la perſonne qui tourne, & du bâti de la machine. Dans notre nouvelle diſpoſition de la machine, le même fluide électrique répandu dans le réſervoir commun ſe porte au conducteur, de celui-ci à la glace qu'on frotte, & de cette glace à celui qui la fait mouvoir, & qui fait alors fonction de conducteur.

Rien donc de mieux conſtaté que la circulation de la matière électrique du réſervoir commun à la glace, & quoique nous ne puiſſions point expliquer encore de quelle manière elle s'électriſe, comment elle devient propre à recevoir le fluide électrique du réſervoir commun, & à le tranſmettre au conducteur, nous pouvons néanmoins ſuivre aſſez manifeſtement la circulation de ce fluide, & démontrer d'une manière auſſi ſimple que ſatisfaiſante, que celui que nous accumulons dans nos appareils vient du réſervoir

commun ; que la matière électrique réſide véritablement & dans le globe terreſtre & dans ſon atmoſphère, & que toutes nos opérations ſe bornent à raſſembler convenablement ce fluide, & à l'accumuler de différentes manières ſur certains corps diſpoſés comme il convient à cet effet.

Différens moyens de juger de l'intenſité de la vertu électrique.

On donne aux inſtrumens dont on ſe ſert pour meſurer l'intenſité de la vertu électrique, le nom d'*électromètre ;* & quoiqu'on ſe ſoit fort occupé de leur conſtruction, il ne paroît pas qu'on ſoit encore parvenu à leur donner le degré de perfection qu'ils devroient avoir pour remplir exactement la fonction à laquelle ils ſont deſtinés. Il eſt néanmoins important de les connoître, ainſi que les principes ſur leſquels ils ſont établis, afin qu'en réfléchiſſant ſur les défauts qu'on peut leur reprocher, on ſoit à portée de les perfectionner autant qu'il ſera poſſible.

Origine des électromètres.

Dès 1733, M. *Dufay* avoit imaginé de laiſſer pendre librement & parallèlement entr'eux deux fils, ou mieux un fil plié en deux, qu'il poſoit ſur une barre de fer qu'il électriſoit ; & il s'aſſuroit par ce moyen de l'état de l'électricité, & démontroit en même tems avec ces fils la promptitude avec laquelle on pouvoit dépouiller cette barre de la vertu électrique qu'elle receloit. Rien de plus ſimple que ce procédé.

A peine la barre de fer étoit-elle électriſée,

que les deux brins de fils ceſſoient d'être paralléles, & qu'ils devenoient divergens en s'éloignant l'un de l'autre. Dès qu'on tiroit une étincelle de cette barre, ou qu'on la touchoit avec la main, qu'on la dépouilloit ainſi que ces fils de l'électricité qui s'y étoit accumulée, ceux-ci, rendus à l'action de leur propre peſanteur, retomboient ſur eux-mêmes, & reprenoient leur parallélisme. Juſques-là il n'étoit aucunement queſtion d'*électromètre*, ou de meſurer l'intenſité de la vertu électrique. Mais l'abbé *Nollet*, qui avoit accompagné M. *Dufay* dans toutes ſes recherches ſur l'électricité, & qui ſe livroit en ſon particulier à l'étude des phénomènes électriques, ſentit qu'il pourroit tirer un excellent parti de l'écartement de ces fils, pour en faire un inſtrument de cette eſpèce. Il comprit très-bien qu'il ne s'agiſſoit que de meſurer exactement leurs degrés d'écartement, & qu'on pourroit juger par le nombre de ces degrés de l'intenſité de la vertu électrique. Il tourna donc toutes ſes vues de ce côté, & il parvint à ſon but d'une manière on ne peut plus ingénieuſe. Il s'en faut cependant de beaucoup que ce célèbre Phyſicien regardât ſa découverte comme un moyen bien ſûr de connoître toute l'énergie de la vertu électrique dans un corps, & même en 1764 il étoit encore très-perſuadé que malgré la multitude de recherches

qu'on avoit faites pour arriver à ce but, on en étoit encore très-éloigné. Néanmoins, faute d'une meilleure, il ſe ſervit très-avantageuſement de cette pratique, qui mérite d'être connue.

Electromètre de l'abbé *Nollet.*

Réfléchiſſant ſur l'expérience de M. *Dufay*, ſur l'écartement des fils dont nous venons de parler, l'abbé *Nollet* conçut, comme nous venons de l'obſerver, que cette divergence étant proportionnée à la quantité d'électricité accumulée ſur le conducteur, on pouvoit très-bien connoître cette quantité, & juger de l'intenſité de de la vertu électrique par l'étendue de cette divergence. Tant que les deux bouts du fil, dit-il, ſont divergens entr'eux, il eſt certain que le corps d'où ils pendent eſt électrique; & l'angle qu'ils forment, en s'écartant l'un de l'autre, eſt une eſpèce de compas qui marque plus ou moins d'électricité. Rien de plus ſimple & de plus juſte au premier aſpect que cette idée, & il ne s'agiſſoit plus que de la mettre en pratique, en imaginant un moyen de meſurer la divergence de ces fils; & ce n'étoit pas l'objet le moins difficile à remplir. Ce ſavant Phyſicien ſavoit très-bien qu'il n'étoit pas poſſible d'appliquer immédiatement à ces fils un corps étranger pour en meſurer l'écartement; il n'ignoroit pas qu'ils viendroient alors ſe jeter ſur ce corps qui les dépouilleroit de leur électricité, & que leur écar-

tement ſeroit auſſi-tôt détruit. Il imagina donc de projeter ſur eux la lumière d'une bougie, qu'il avoit placée à quelque diſtance & derrière un plan, percé d'un trou ſuffiſamment grand. Les rayons de cette lumière qui arrivoient à ces fils, étant réfléchis en arrière, ne pouvoient paſſer outre; de ſorte qu'en oppoſant au-delà un autre plan blanchi, & ſur lequel il avoit eu ſoin de tracer des arcs diviſés par degrés, ces fils portoient une ombre ſur ce dernier plan; & cette ombre formant le même arc que les fils, ſervoit à meſurer l'écartement de ceux-ci.

On auroit, ſans doute, pluſieurs défauts à reprocher à cette pratique conſidérée comme électromètre : mais la bonne foi de ſon Auteur, qui en convient lui-même, nous oblige à nous en tenir à ce qu'il en dit dans le ſixième Volume de ſes *Leçons de Phyſique*. Tout ce qu'on nous a offert, dit-il, pour meſurer l'électricité, ne vaut pas mieux que les deux bouts de fil qu'on laiſſe pendre à côté l'un de l'autre au corps qu'on électriſe, & qui deviennent divergens entr'eux, en devenant électriques avec le corps auquel ils tiennent. L'angle plus ou moins ouvert qu'ils forment en s'écartant l'un de l'autre, nous dit à-peu-près ce que nous devons penſer de leur électricité, comparés entr'eux. Mais il nous laiſſe ignorer quelle eſt leur électricité abſolue.

Il y a plus, continue-t-il, c'eſt que ſi le conducteur eſt un aſſemblage de différens corps plus électriſables les uns que les autres, ces deux fils pendans nous feront bien remarquer qu'il y a dans l'un plus d'électricité que dans l'autre : mais par cela même que les différentes parties du conducteur ſont ſuſceptibles de différens degrés de vertu, l'état de l'un ou de l'autre fût-il bien connu, nous laiſſera toujours très-incertains du degré d'électricité qui appartient au globe d'où procède cette vertu.

Après un jugement de cette eſpèce, & de la part de celui qui devoit bien connoître ſon inſtrument, on ſent tout le cas qu'on doit faire de ceux qui ont été imaginés & fondés ſur le même principe, & de la plupart deſquels j'ai donné la deſcription dans mon *Traité de l'Electricité*.

Il faut cependant diſtinguer parmi ceux-ci celui qu'on trouve décrit dans le Journal de Phyſique pour le mois d'Avril 1784, il eſt de l'invention d'un Amateur de Marſeille, M. *Ferry* fils, & on ne peut ſe diſpenſer de convenir que s'il conſerve les défauts des inſtrumens de cette eſpèce, il eſt on ne peut plus ingénieux.

Nous diſtinguerons encore ici celui de M. *Henley*, non que nous le regardions comme plus exact que les précédens, mais parce qu'il eſt beaucoup plus ſimple, & d'un ſervice très-com-

mode pour nous diriger dans la charge qu'il convient de donner à une batterie, à une jarre de verre, ou à une bouteille quelconque.

Electromètre de M. *Henley.*

Cet inſtrument eſt fait d'un pilier de bois A B (*pl. 6, fig. 1.*), entouré inférieurement par une virole de cuivre, qui porte une vis, par l'intermède de laquelle on le monte ſur l'une ou l'autre des boules qui terminent le premier conducteur.

Vers le haut de ce pilier, on remarque un demi-cercle d'ivoire gradué C D. Du centre *o* de ce demi-cercle pend une tige de bois très-mince, très-légère, & très-mobile ſur ſon axe, & faiſant fonction d'un pendule, terminée par une petite boule de liége *a*, qui repoſe, lorſque l'inſtrument n'eſt point électriſé, à côté de la virole de cuivre qui entoure le pilier A B.

Cet inſtrument monté ſur le conducteur, on voit au moment où on l'électriſe, la boule *a* s'éloigner du pilier A B, & le pendule s'élever dans le demi-cercle C D, & il s'y élève d'autant plus, que le conducteur eſt plus électriſé. Pour peu que celui-ci perde une portion de ſon électricité, on voit le pendule deſcendre; ce qu'on peut vérifier facilement, ſoit en tirant une étincelle du conducteur, ſoit en approchant une pointe à quelque diſtance, qui le dépouille plus ou moins de ſon électricité.

Si on ne peut compter juſqu'à préſent ſur les

électromètres faits ſur le principe que deux corps électriſés s'éloignent l'un de l'autre, lorſqu'ils ſont aſſez légers pour obéir à la répulſion qu'on remarque entre les atmoſphères électriques de même eſpèce, & qu'il ne ſe trouve point d'obſtacle qui s'oppoſe à cette répulſion, on ne doit point compter davantage ſur ceux qui ſont conſtruits d'après la méthode de M. *Canton*. Cet ingénieux Phyſicien conſidérant qu'une bouteille chargée d'électricité ne s'en épuiſe pas comme un conducteur ordinaire, qu'elle peut fournir un nombre d'étincelles, plus ou moins grand, avant d'avoir perdu la totalité de ſa charge, imagina qu'on pourroit juger de l'intenſité de l'électricité par la quantité d'étincelles que donneroit une bouteille de Leyde avant d'être entiérement déſélectriſée, ayant ſoin de la charger toujours de la même manière dans ces ſortes d'épreuves, c'eſt-à-dire, ayant ſoin de la charger en l'appliquant au conducteur de la machine, & de donner à la glace le même nombre de tours.

Electromètre de M. *Canton*.

Si les circonſtances du tems étoient toujours les mêmes, & ſi la bouteille ne perdoit de la charge qu'on lui donne que par les étincelles qu'on en retire, ce moyen nous paroîtroit aſſez exact. Mais plongée dans l'atmoſphère qui tend à la dépouiller en partie, & qui lui enlève effectivement une portion du feu électrique qu'on lui a

communiqué, elle doit, la charge étant la même, fournir d'autant moins d'étincelles que l'atmoſphère qui l'enveloppe lui enlève davantage de ſon électricité pendant le tems de l'expérience. Or, cette dernière quantité étant continuellement variable, vu les changemens continuels qui arrivent à la conſtitution de l'air, il n'eſt jamais poſſible de s'aſſurer & de tenir compte de ce qu'elle perd par ce moyen, & conſéquemment on ne doit point regarder le nombre d'étincelles qu'elle fournit avant d'être entièrement dépouillée, comme la meſure exacte de l'électricité qu'elle contenoit.

D'ailleurs, ne ſait-on pas qu'une bouteille chargée d'électricité en contient encore une certaine quantité, lors même qu'elle ceſſe de ſe manifeſter par des étincelles ? Auſſi l'électromètre de M. *Canton* ne fit-il point fortune, & nous ne connoiſſons aucun Phyſicien qui l'ait adopté.

On ne doit pas compter davantage ſur l'exactitude du ſuivant, fondé ſur le même principe, mais modifié d'une manière aſſez ingénieuſe pour en impoſer au premier aſpect.

Modification du précédent.

Ayez une glace ou un carreau de verre, revêtu en deſſus & en deſſous d'une feuille d'étain, que vous y collerez exactement juſqu'à deux pouces près de ſes bords, qui doivent reſter à

découvert. Il faut même que la feuille de deſſus laiſſe un eſpace plus étendu à découvert ſur l'un des petits côtés de la glace, à laquelle nous ſuppoſons la forme d'un parallélogramme. Ainſi ſuppoſons ici que l'étain ſoit éloigné de quatre pouces du bord. Collez en deſſous une petite bande d'étain qui touche & communique avec la feuille de métal, & amenez cette bande, de façon qu'étant repliée en deſſus elle couvre un pouce ou environ du bord de la glace. Dans la ſuppoſition que nous avons faite, l'eſpace ou la portion de la glace qui demeurera à découvert de ce côté, ne ſera plus que de trois pouces, & votre inſtrument ſera conſtruit. Voulez-vous en faire uſage? voici comment il faut procéder.

Poſez cette glace ſur une table ou ſur un guéridon, ſur lequel vous aurez attaché une chaîne qui pende par terre, & poſez-la de façon que la chaîne communique avec la feuille d'étain. Laiſſez pendre d'un des conducteurs une tige de métal ſur la garniture de deſſus, ſur la feuille d'étain qui couvre la ſurface ſupérieure de la glace, & qui y apporte l'électricité.

Poſez ſur le bord de cette même garniture, un morceau de métal qui s'y élève de quelques pouces, & poſez-en un autre ſur la petite bande d'étain qui recouvre un pouce de cette face, ou à ſa place, une petite figure de métal, qui

tienne à la main une baguette ou dont le doigt s'alonge au point d'arriver à quelques lignes du morceau de métal dont nous venons de parler. Nous prenons ordinairement pour cette expérience deux petites figures de plomb qui tiennent chacune une baguette terminée par une petite boule de même matière, & nous les disposons de manière que ces boules soient éloignées l'une de l'autre à une distance donnée. On voit par cette disposition que l'une des deux figures communique avec la surface supérieure de la glace, & l'autre avec la surface inférieure.

Si on veut que cette machine fasse fonction d'électromètre, il faut que la même distance soit exactement observée entre les deux boules, & voici l'effet qui résulte de la disposition de cette machine.

On fait mouvoir la glace de la machine électrique : on électrise les conducteurs, & par leur moyen, la glace garnie d'étain. La figure qui communique avec la face supérieure de cette glace participe à l'électricité qu'on lui communique ; & lorsque son atmosphère électrique s'étend assez loin pour arriver à la boule de la baguette que l'autre figure tient à la main, il se fait une décharge spontanée, une explosion plus ou moins forte, acompagnée d'une étincelle. Or, on juge de l'intensité de l'électricité par le nom-

bre de tours qu'on eſt obligé de faire faire à la glace de la machine pour arriver à cette décharge ſpontanée. Plus l'électricité eſt abondante, & moins il faut de tours pour produire cet effet.

Si ce moyen eſt ſimple & ingénieux, on voit qu'il n'eſt guère plus exact que celui de M. *Canton*, puiſque l'état actuel de l'atmoſphère influe également ſur la glace pendant le tems de l'opération.

Il eſt encore une autre eſpèce d'électromètre plus connu même que les précédens, & conſtruit ſur un autre principe. C'eſt celui de M. *Lane*. On le voit actuellement adapté à preſque toutes les machines électriques faites d'un plan de glace. S'il ne le cède en rien à ceux que nous venons de décrire, quant au génie de l'invention, nous ne le croyons pas plus exact que les autres, & nous croyons même que celui de M. *Henley*, quoique moins répandu, mérite à pluſieurs égards la préférence.

Electromètre de M. *Lane*.

M. *Lane* imaginant que plus l'électricité ſe trouve abondante dans un conducteur, plus ſon atmoſphère doit s'étendre, crut qu'il jugeroit facilement de l'état de l'électricité du conducteur par la diſtance à laquelle il en tireroit l'étincelle. Cette idée paroît on ne peut plus juſte au premier aſpect, & il eſt bien conſtant qu'une électricité plus abondante doit fournir de plus longues

étincelles. Il imagina donc de les exciter par le moyen d'une petite boule qu'il pourroit approcher ou éloigner à volonté du conducteur, & dont il pourroit mesurer avec exactitude la distance. Il fit plus, il imagina de mesurer cette distance de manière qu'il pût tenir compte des plus petites différences, & pour cela il construisit une machine, à l'aide de laquelle il pouvoit juger d'une différence qui n'iroit qu'à la dixième partie d'une ligne. On peut facilement pousser plus loin la sensibilité de cette machine, & nous la construisons de manière que nous saisissons cette distance à la vingt-quatrième partie d'une ligne. En voici la construction.

Nous établissons au bout de notre machine & au-dela du conducteur, un pilier de bois E F (*pl. 6, fig. 2*), traversé vers le haut par une tige de cuivre A B taraudée, & dont les pas de vis sont d'une demi-ligne de hauteur. Cette vis touche & communique à une petite tige de métal *a b* renfermée dans la longueur du pilier E F, & se terminant en dehors par un crochet *b*, auquel on attache une chaîne qu'on laisse pendre par terre, afin d'établir une communication entre la vis A B qui tire l'étincelle du conducteur & le réservoir commun. Pour la rendre plus propre à exciter l'étincelle du conducteur, on monte au bout de cette vis une boule

de métal B, qu'on éloigne ou qu'on approche à volonté de la boule R qui termine le conducteur. A chaque révolution qu'on fait faire à la tige A B, on éloigne ou on approche la boule B de la boule R d'une demi ligne, & on compte le nombre de lignes qui meſurent cet éloignement ſur une règle de cuivre G H, diviſée en demi-lignes ſur la longueur. Mais veut-on tenir compte des différences moins ſenſibles que celles qui vont à une demi-ligne ? voici le moyen qu'on emploie. La tige A B porte à ſon extrémité A une roſette C D, fixement attachée à cette tige, & diviſée en douze parties, qui ſont d'autant plus ſenſibles que le diamètre de cette roſette eſt plus grand.

De-là on conçoit qu'en faiſant tourner cette roſette & la faiſant mouvoir d'un de ſes points de diviſion à un autre, on lui fait faire un douzième ſeulement de ſa révolution ; & conſéquemment la tige A B, à laquelle elle eſt fixée, ne fait pareillement qu'un douzième de la ſienne. La boule B ne s'avance donc alors ou ne s'éloigne de la boule R que de la douzième partie d'une demi-ligne, ou d'un vingt-quatrième de ligne. On peut donc, à l'aide de cette machine, meſurer la diſtance à laquelle on tire l'étincelle du conducteur juſqu'à un vingt-quatrième de ligne près, & on conçoit qu'en augmentant le dia-

mètre de la roſette C D, & en la diviſant en un plus grand nombre de parties, on pourroit meſurer cette diſtance d'une manière encore plus préciſe, ou mieux on pourroit tenir compte d'une différence plus petite que d'un vingt-quatrième de ligne.

Le principe ſur lequel ce dernier électromètre eſt conſtruit, paroît on ne peut plus ſimple & on ne peut plus exact au premier aſpect, comme nous l'avons déjà obſervé : mais lorſqu'on eſt dans l'habitude de faire des expériences de ce genre, on voit qu'il y a mille circonſtances qui peuvent faire varier la diſtance à laquelle les étincelles peuvent ſe porter, lors même que l'électricité eſt la même. La forme, la groſſeur, les dimenſions des corps entre leſquels on les excite produiſent cet effet; & quoique dans l'électromètre de M. *Lane* ces corps demeurent les mêmes, il ſe trouve néanmoins encore aſſez d'obſtacles pour mettre ſon inſtrument en erreur. Quelques corps flottans dans l'atmoſphère, de petits duvets ſur-tout inſenſibles, qui s'attachent quelquefois à la boule de l'électromètre ou à celle du conducteur, ſuffiſent pour cela. Auſſi voyons-nous ſouvent que la boule de cet électromètre paroiſſant trop éloignée pour exciter l'étincelle, on parvient, en l'eſſuyant, à la lui faire tirer, ſans l'approcher davantage du conducteur.

Un

Un Amateur de Marſeille, M. *Barbaroux*, vient de remédier, en grande partie, aux défauts qu'on reproche à l'électromètre de M. *Lane*, en renfermant le ſien dans un tube de verre fermé, dont la maſſe d'air qui le remplit conſerve aſſez conſtamment la même conſtitution. Il eſt fondé ſur le même principe, & ſi nous ne croyons pas devoir l'adopter comme un inſtrument parfait en ſon genre, c'eſt ſans contredit le meilleur de ceux qui ont été conſtruits ſur ce principe. On en trouve la deſcription dans le Journal de Phyſique pour le mois de Septembre 1784. Convenons donc que nous n'avons point encore d'inſtrument de ce genre qui puiſſe répondre parfaitement à notre attente; & nous ne nous ſervons, ſuivant les circonſtances, des uns ou des autres, que faute d'en avoir de meilleurs & de plus précis.

SECTION SECONDE.

De l'Expérience de Leyde, & de la théorie du Docteur Franklin.

CETTE Section comprend, & l'expérience la plus ſurprenante, & la théorie la plus ſingulière. L'expérience fera à jamais époque dans

Diviſion de cette Section.

l'hiſtoire de l'électricité, & ſa théorie immortaliſeroit le nom de ſon Auteur, s'il n'avoit d'autres titres encore pour parvenir à l'immortalité. Ces deux grands objets nous fourniront la matière des deux articles ſuivans.

ARTICLE PREMIER.

De l'Expérience de Leyde.

Expérience de Leyde.

Incertitude ſur l'Auteur de cette expérience.

ON dut au haſard la fameuſe expérience que nous allons décrire ; ſa découverte n'a donc rien qui puiſſe tourner à la gloire du génie de ſon Auteur. Malgré cela, cependant, on ſe diſpute celle de l'avoir découverte. Le plus grand nombre des Savans l'attribuent à *Muſſenbroeck*, célèbre Profeſſeur de Phyſique Expérimentale à Leyde ; & la manière dont il en annonce le réſultat dans une lettre qu'il écrivit à ce ſujet à M. *de Réaumur*, ne permet guère de douter qu'il en fût véritablement l'Auteur, ou, pour parler plus correctement, qu'elle ſe fût d'abord préſentée à lui. Ce fut l'abbé *Nollet* qui lui donna le nom d'*Expérience de Leyde*, d'après le lieu de ſon origine, & qu'on lui a toujours conſervé depuis.

Nous laiſſerons donc de côté les proteſtations de pluſieurs Phyſiciens qui l'attribuent à M. *Cu-*

neus, Bourgeois de Leyde, ainſi que celles de pluſieurs autres qui prétendent que ce fut M. *Muſſenbroeck*, Médecin d'Amſterdam, qui la fit le premier, & qui voulut bien la communiquer & en abandonner l'honneur à ſon fils, le Profeſſeur de Leyde. Nous croyons qu'il conviendra mieux à nos Lecteurs que nous nous bornions à expoſer ſimplement cette expérience, de quelle manière elle fut découverte, la ſurpriſe qu'elle occaſionna, & comment on ſut la modifier par la ſuite pour en rendre le ſuccès plus certain & plus énergique. C'eſt l'objet de cet article.

Commen. elle fut découverte.

On ſe propoſa d'électriſer une maſſe d'eau renfermée dans un vaiſſeau de verre. Pour cet effet, on avoit laiſſé pendre une chaîne du conducteur dans le vaſe, & on le tenoit à la main. Lorſqu'on imagina que l'eau devoit être ſuffiſamment électriſée, on voulut tirer de l'autre main une étincelle de la chaîne qui plongeoit dans cette eau. Au même moment l'exploſion électrique eut lieu, & le malheureux Electricien ſe ſentit frappé tout-à-la-fois dans les deux bras & dans la poitrine, & il éprouva une commotion d'autant plus étonnante, qu'il ne s'attendoit nullement à ce phénomène. Il eſt probable que cette expérience fut faite avec un aſſez grand vaiſſeau, & qu'il fut fortement électriſé : mais il eſt encore probable que la ſurpriſe eut plus de part que l'énergie

Récits singuliers qu'on en fit.

du choc, au récit ſingulier que *Muſſenbroeck* en fait dans ſa lettre à M. *de Réaumur*, dans laquelle il l'aſſure qu'il fut tellement frappé ſur les bras, ſur les épaules & dans la poitrine, qu'il en perdit la reſpiration, & qu'il fut plus de deux jours avant de revenir des effets du coup & de la frayeur; & lorſqu'il ajoute qu'il ne voudroit pas la répéter une ſeconde fois *pour la couronne de France.*

On en lit une relation plus extraordinaire dans les *Tranſactions Philoſophiques* de Londres. Je la regarde comme plus extraordinaire, parce que cette expérience ayant été faite alors avec de plus petits vaiſſeaux, incapables de produire de grands effets, on ne craint point d'en parler d'une manière auſſi inquiétante que *Muſſenbroeck.* On y lit que M. *Allamand*, collègue alors, & depuis ſucceſſeur de M. *Muſſenbroeck*, ayant répété cette expérience avec un ſimple verre à bière, il perdit pour quelques momens l'uſage de la reſpiration, & qu'il ſentit enſuite une douleur ſi forte le long du bras droit, qu'il en appréhenda d'abord des ſuites fâcheuſes : mais bientôt après, ajoute-t-on, cette douleur ſe diſſipa ſans aucun inconvénient.

Ces récits ne ſont rien encore, ſi on les compare à celui de *Winkler*, Profeſſeur de Leipſic. Celui-ci aſſure que la première fois qu'il eſſaya

l'expérience de Leyde, il éprouva de grandes convulsions dans tout le corps, & qu'elle lui mit le sang dans une agitation si violente, qu'il craignit d'être attaqué d'une fièvre chaude. Il ajoute qu'il fut obligé d'avoir recours à des remèdes rafraîchissans. Il ajoute encore qu'il se sentit la tête aussi pesante, que s'il eût eu, dit-il, une pierre dessus. Il paroîtra sans doute surprenant qu'après avoir été si maltraité la première fois, ce célèbre Electricien ait eu le courage de revenir à la charge, & de s'exposer à de nouveaux malheurs. Mais où n'entraîne pas l'insatiable curiosité de l'homme ? M. *Winkler* répéta encore cette fatale expérience, & il nous apprend qu'elle lui causa deux fois un saignement de nez auquel il n'étoit point sujet. Toutefois cependant nous ne garantissons cette relation & la précédente, que d'après le dixième volume de l'abrégé des *Transactions Philosophiques*, & nous ne pouvons nous empêcher de témoigner notre surprise en trouvant dans un Ouvrage de ce genre, & si digne d'ailleurs de la considération dont il jouit, des faits aussi peu vraisemblables & aussi éloignés du témoignage de ceux qui ont passé par les mêmes épreuves.

Ce qu'on doit penser de ces récits.

Quoi qu'il en soit, nous n'en disconviendrons point, & nous l'observons tous les jours, la com-

motion électrique produit, la première fois qu'on l'éprouve, une impreſſion ſi ſingulière, qu'elle laiſſe celui qui fait cette expérience dans un étonnement dont il a peine à revenir pendant quelques inſtans. Elle eſt, nous en convenons encore, quelquefois douloureuſe, & elle pourroit devenir dangereuſe ſi on ſe ſervoit imprudemment, pour la faire, de très-grands vaiſſeaux, & qu'on les chargeât fortement d'électricité. Nous conviendrons volontiers de ces derniers faits; mais non des précédens, qu'on n'a ſans doute imaginé que pour mettre plus de merveilleux dans un fait qui l'eſt cependant aſſez par lui-même, & qui fut découvert en 1746.

Idée préciſe de cette expérience.

Cette expérience, que tout le monde peut répéter impunément, ſe réduit, comme nous l'obſerverons plus bas, à accumuler une doſe d'électricité ſur l'une des deux ſurfaces d'un verre garnie d'un conducteur propre à cet effet : car elle peut ſe faire également bien avec un plan de verre & avec un vaiſſeau de même matière. On la fit d'abord avec des vaiſſeaux de verre, qu'on remplit d'eau juſqu'aux trois quarts ou environ de leur capacité. On ſe ſervit enſuite, & cette pratique fut très-long-tems en uſage, de petites bouteilles de verre mince, remplies d'eau juſqu'à la naiſſance de leur col, bouchées avec un bouchon de

liége, à travers lequel on faiſoit paſſer un fil de fer qui plongeoit dans l'eau; & y conduiſoit l'électricité du conducteur.

Une bouteille de cette eſpèce étant chargée d'électricité, on la tient d'une main & on l'embraſſe dans toute l'étendue de ſa ſurface extérieure que la main peut empoigner, & on touche de l'autre main au fil de fer plongeant dans la bouteille. Nous nommerons dorénavant ce fil de fer *le crochet de la bouteille*. Au même moment l'étincelle part, & on éprouve la commotion. Cet ébranlement ſe termine quelquefois aux deux poignets; plus ſouvent elle va juſqu'aux coudes, & en quantité de circonſtances on l'éprouve juſque dans la poitrine, & elle eſt aſſez modérée pour qu'on n'ait rien à craindre des accidens dont nous avons fait mention ci-deſſus.

Nous ne dirons rien ici de toutes les modifications inutiles qu'on eſſaya de donner à cette expérience pour la rendre plus merveilleuſe aux yeux de ceux qui ne la connoiſſoient pas, & en même tems plus vigoureuſe. Ces projets fondés ſur des idées plus captieuſes les unes que les autres, & nullement ſur la nature de la choſe, ne méritent aucune conſidération.

Nous obſerverons ſeulement, & *Muſſenbroeck* fut un des premiers qui l'obſerva, que ſi on ſe ſert d'une bouteille remplie d'eau, il faut éviter

avec ſoin, pour le ſuccès de l'expérience, que cette bouteille ſoit humide au dehors ; & ce n'eſt pas ſans raiſon que *Watſon* remarque que, toutes choſes égales d'ailleurs, elle réuſſit beaucoup mieux lorſque l'air eſt ſec que lorſqu'il eſt humide.

Manière de préparer les bouteilles pour que l'expérience réuſſiſſe plus complétement.

Pour éviter l'humidité qui peut ſe porter au-dehors de la bouteille, & pour empêcher en même-tems que l'eau qu'elle contient ne mouille le col & le bouchon, ce qui peut arriver en mille circonſtances, je me ſervis pendant long-tems & aſſez avantageuſement de menu plomb, que je ſubſtituai à l'eau dont je faiſois uſage auparavant, ſelon la méthode de *Muſſenbroeck* : mais depuis nombre d'années, je préfère la méthode du Docteur *Bévis*. Elle conſiſte à enduire les bouteilles intérieurement & extérieurement d'une ſubſtance métallique, & elles deviennent par ce moyen & plus commodes & plus propres à l'effet qu'elles doivent produire.

Elles ſont plus commodes parce qu'elles pèſent moins, & que par-là le bouchon qu'on y fait entrer & qu'on y retient à frottement, eſt plus en ſûreté. On peut les ſuſpendre par le crochet, ſans craindre que le poids de la bouteille ne ſurmonte le frottement du bouchon, & qu'elle ne s'échappe. Elles ſont plus propres à l'effet qu'elles doivent produire, parce que les points d'attouchement

ſont plus multipliés, puiſque par le moyen de la lame de métal qui les enveloppe extérieurement, le doigt qui touche à l'un des points de cette enveloppe communique avec toute l'étendue de la ſurface enveloppée, ce que ne peut faire la main, quelque grande qu'on la ſuppoſe, lorſqu'elle embraſſe une bouteille non garnie d'une ſemblable enveloppe.

Or, perſonne n'ignore à préſent que l'énergie de la commotion, toutes choſes égales d'ailleurs, dépend de la multiplicité de ces points d'attouchement, & cette obſervation, miſe dans toute ſon évidence par la théorie de *Franklin*, que nous développerons dans l'article ſuivant, n'avoit point échappé à la ſagacité du célèbre *Muſſenbroeck*, quoiqu'il n'eût aucune connoiſſance de cette ſublime théorie. Il avoit en effet remarqué, comme il le dit dans le premier volume de ſon *Cours de Phyſique Expérimentale*, qu'en faiſant uſage d'une bouteille ordinaire, remplie d'eau juſqu'à la naiſſance de ſon col, on n'éprouvoit qu'une foible commotion, ſi on ne touchoit que d'un doigt ſeulement la ſurface exrérieure de la bouteille, tandis qu'on portoit un des doigts de l'autre main contre le crochet de cette bouteille; que cette commotion devenoit plus ſenſible, ſi on la touchoit de deux doigts; plus encore ſi on la touchoit avec trois; en un mot, autant forte qu'il

étoit poſſible qu'elle le fût, ſi on embraſſoit la ſurface extérieure de cette bouteille avec toute l'étendue de la main.

Sans approfondir la raiſon de ce phénomène, M. *Allamand* l'avoit confirmé d'une manière auſſi ſimple qu'ingénieuſe, lorſqu'il imagina de faire plonger cette bouteille dans un baſſin rempli d'eau, de ſorte que la ſurface intérieure & extérieure étoient touchées par l'eau juſqu'à la naiſſance du col de la bouteille. De-là celui qui plongeoit ſeulement le doigt dans l'eau, touchoit équivalemment à toute la ſurface extérieure de cette bouteille, & la commotion en devenoit même plus énergique, que lorſqu'il embraſſoit cette ſurface avec toute l'étendue de ſa main.

Or, on produit cet effet d'une manière plus commode & ſouvent même plus sûre, puiſqu'on évite alors le contact de toute humidité qui pourroit nuire au ſuccès de l'expérience, en revêtiſſant intérieurement & extérieurement la bouteille d'une feuille ou d'une lame de métal, ſelon la méthode du Docteur *Bevis*.

On verra, en effet, dans l'Article ſuivant, où nous expoſerons la théorie du Docteur *Franklin*, que le corps étranger, l'eau ou le menu plomb dont on remplit communément la bouteille, ne fait préciſément que l'office de conducteur, deſtiné à tranſporter l'électricité à la ſurface inté-

rieure de cette bouteille. De-là on conçoit qu'il importe peu que ce corps étranger rempliſſe l'intérieur de cette bouteille, & qu'il ſuffit qu'il ſoit appliqué ſur tous les points de la ſurface intérieure, & établiſſe, par ce moyen, une communication entre tous les points de cette ſurface avec le principal conducteur de la machine, par l'intermède du crochet qui plonge dans la bouteille. Auſſi nous ſommes-nous contentés pendant long-tems d'enduire la ſurface de ces bouteilles d'un vernis gras, & d'appliquer deſſus de la limaille de fer, qui y demeuroit adhérente par le moyen du vernis : mais nous avons renoncé depuis quelques années à cette préparation, non qu'elle ne fût bonne en ſoi, mais parce qu'il nous a paru plus commode & plus expéditif de remplir l'intérieur de ces bouteilles de petites feuilles d'or d'Allemagne. Elles ſont très-légères ; elles n'augmentent point ſenſiblement le poids de la bouteille, & elles ne portent aucune humidité en-dedans. Quant à la ſurface extérieure de la bouteille, nous la revêtiſſons d'une feuille d'étain que nous collons deſſus avec les mêmes précautions que nous avons déjà indiquées précédemment, en parlant de la manière de préparer les vaiſſeaux de cryſtal qui entrent dans la conſtitution d'une batterie.

Nous ajouterons ici que pour tirer tout le parti

poſſible d'une bouteille, pour pouvoir la ſuſpendre, & ſuſpendre une ſeconde bouteille au-deſſous de la première, nous maſtiquons ſous le cul de ces bouteilles, qui rentre en-dedans, un crochet de métal, & voici comment nous procédons. Nous collons d'abord un morceau de papier, avec de la colle de farine ordinaire, ſous le cul renfoncé de nos bouteilles. Lorſque ce papier eſt bien ſec, nous coulons par-deſſus du maſtic fondu, de façon qu'il y en ait à-peu-près un demi pouce d'épaſſeur; & avant qu'il ſoit entièrement refroidi & conſolidé, nous implantons dedans le crochet de fer que nous voulons y adapter, ayant eu ſoin précédemment de courber en différens ſens la branche plongée de ce crochet, pour qu'elle ſoit embraſſée par une plus grande ſurface de maſtic; & lorſque celui-ci eſt bien refroidi & bien denſe, nous collons l'étain par-deſſus. Il n'eſt pas néceſſaire d'obſerver qu'il faut choiſir pour cela des bouteilles dont le cul ſoit aſſez profondément renfoncé pour que le crochet qu'on y adapte n'excède point la profondeur de ce cul, & que la bouteille puiſſe poſer ſolidement ſur une table. Nous obſerverons cependant encore ici qu'il faut employer dans ces ſortes d'opérations l'étain le plus mince; & parce qu'il s'applique mieux, & parce qu'il ſe colle plus facilement ſur la bouteille. On prend à cet effet

de ces feuilles d'étain qu'on emploie dans les manufactures pour mettre les glaces au tain.

Une bouteille étant ainſi préparée, on la bouche avec un morceau de liége, à travers lequel on fait paſſer un fil de métal, qui pénètre endedans dans les feuilles de métal dont la bouteille doit être remplie, & qui eſt recourbé endehors en forme d'arc un peu alongé & terminé par une boule de métal, comme on le voit (*pl. 6, fig. 3*).

Veut-on ſe ſervir d'une bouteille de cette eſpèce pour répéter l'expérience de Leyde? voici une manière très-ſimple & qui répond en même tems de la conſervation de la bouteille, qu'on laiſſoit aſſez communément tomber lorſqu'on la tenoit à la main.

Prenez extérieurement & d'une main la bouteille A B, (*pl. 6, fig. 3*), & approchez le bouton *a* de ſon crochet, du conducteur de la machine électrique, tandis qu'on en fait tourner la glace. Laiſſez-le appliqué contre ce conducteur pendant l'eſpace de dix à douze tours, & poſez enſuite la bouteille ſur une table. Portez alors un doigt contre la garniture d'étain dont elle eſt revêtue extérieurement, & d'un doigt de l'autre main excitez l'étincelle du bouton *a*, ou de toute autre partie du crochet; la bouteille ſe déchargera, & vous éprouverez la commotion.

Condition eſſentielle au ſuccès de cette expérience.

Le ſuccès de cette expérience dépend eſſentiellement de la condition que voici. Il faut toucher néceſſairement en même tems aux deux ſurfaces de la bouteille; car, ſi on ne touche ſeulement qu'à ſon crochet, on n'en retire qu'une ſimple étincelle modérément piquante, mais nullement commouvante. On n'éprouve point alors l'impreſſion du fluide électrique dans les deux poignets, & encore moins dans les deux coudes & dans la poitrine. Il y a plus; en ne touchant ſeulement que le crochet de la bouteille, on ne la dépouille point entiérement, par cet attouchement, de toute la quantité de feu électrique qui y réſide; & on peut en tirer ſucceſſivemenr pluſieurs étincelles piquantes avant qu'elle ſoit totalement déchargée.

Pareillement ſi la bouteille n'eſt point revêtue extérieurement d'une ſubſtance métallique, quoiqu'on la touche tout-à-la-fois par ſes deux ſurfaces, on ne la dépouille point non-plus entiérement de tout le feu électrique qu'elle peut fournir : elle donne bien alors la commotion, mais elle eſt encore ſuſceptible d'en donner une ſeconde & même une troiſième, ce qui n'arrive pas lorſqu'elle eſt revêtue extérieurement. Dans ce dernier cas, la première étincelle qu'on en retire la dépouille entièrement, & auſſi la com-

motion eſt-elle plus forte, toutes choſes égales d'ailleurs, que dans le cas précédent.

On peut confirmer ces vérités par des expériences très-faciles à faire.

Prenez 1°. une bouteille revêtue intérieurement & extérieurement, telle que la bouteille A B (*pl. 6, fig. 3*); chargez-la d'électricité, comme nous l'avons indiqué précédemment, & poſez-la ſur une table. Approchez le doigt de ſon bouton *a* ou de toute autre partie de ſon crochet, & vous en retirerez une étincelle piquante, comme nous venons de le dire. Réitérez l'expérience, & vous éprouverez pluſieurs fois de ſuite le même phénomène, avant qu'elle ait entièrement perdu toute la doſe d'électricité dont vous l'aurez chargée. Voilà donc la première vérité ſuffiſamment confirmée. Examinons la ſeconde.

Prenez 2°. une bouteille ordinaire non-revêtue extérieurement, mais remplie de menu plomb ou de feuilles métalliques, & non d'eau, pour que le ſuccès de l'expérience en ſoit plus aſſuré. Adaptez-y un crochet ſemblable à celui de la précédente. Electriſez-la comme elle, en la tenant extérieurement dans la main. Lorſqu'elle ſera ſuffiſamment chargée d'électricité, conſervez-la encore dans la main, en vous éloignant du conducteur; & de l'autre main tirez une étincelle

du crochet. Vous éprouverez alors la commotion ; & ſi vous en voulez une ſeconde, changez la bouteille de place dans votre main, c'eſt-à-dire, embraſſez-la par d'autres parties de ſa ſurface que par celles par leſquelles vous la touchiez, & vous éprouverez une nouvelle commotion, quelquefois auſſi ſenſible que la première, ce qui dépend des circonſtances & de la manière ſelon laquelle cette bouteille aura été électriſée.

Nous obſerverons encore ici un autre phénomène, & dont nous aurons occaſion de parler plus d'une fois par la ſuite. Le voici : ſi la bouteille de Leyde chargée d'électricité & diſpoſée à faire éprouver la commotion, eſt placée ſur un ſupport de verre ou de réſine, ou ſur toute autre matière ſur laquelle elle ſoit bien iſolée, on pourra toucher impunément à ſon crochet ſans la déſélectriſer. On n'en retirera pas même une ſeule étincelle, ſi ce n'eſt celle que peut fournir ce crochet, en tant que chargé d'électricité & iſolé par la bouteille.

Il ſuit de cette obſervation & des précédentes, qu'il faut indiſpenſablement établir une communication entre les deux ſurfaces de la bouteille pour que la commotion ait lieu, & que l'effet de cette commotion ſe diſtribue & ſe faſſe ſentir dans l'étendue de cette chaîne de communication. Nous ajoutererons bien plus, que quelque

que distance qu'il y ait entre la surface intérieure de la bouteille & la surface extérieure, le fluide électrique qu'on retire de la bouteille parcourt toute l'étendue de cet espace.

De-là la faculté de faire éprouver la commotion à une chaîne composée de plusieurs personnes qui se tiendroient par la main. Cette chaîne étant séparée ou rompue dans un point, l'une des personnes qui la termine d'un côté doit toucher à la surface extérieure de la bouteille, tandis que l'autre, qui termine l'autre bout de la même chaîne, touche au crochet de la bouteille. Dans le même tems toutes les personnes qui la composent éprouvent la même impression, le même choc, en un mot, la même commotion que ressent une seule personne lorsqu'elle fait cette expérience. Commotion donnée à plusieurs personnes.

Pour la faire d'une manière commode, voici comment je procède. J'emploie à cet effet une bouteille garnie en dedans & en dehors, telle que la bouteille A B (*pl. 6, fig. 3*). Je la suspends à l'un de mes conducteurs. J'attache une chaîne au crochet qui est mastiqué sous le fond de cette bouteille, & je donne cette chaîne à tenir à une personne qui commence à former le cercle de celles qui veulent concourir à l'expérience. Toutes se tenant par la main, sans aucune interruption, je fais électriser la bou-

teille, & lorſque je la crois ſuffiſamment chargée d'électricité, je fais toucher le crochet, ou le conducteur auquel la bouteille eſt ſuſpendue, par la perſonne qui termine le cercle.

Cette expérience peut également ſe faire, & avec le même ſuccès, en ſubſtituant, comme le fit originairement M. *Smeaton*, un carreau de glace ou de verre à la bouteille qu'on emploie communément. Ce fut de cette façon que M. *Franklin* parvint à la rendre myſtérieuſe, lorſqu'il fit uſage de ce qu'il appelle ſon *carreau magique*, & dont il attribue l'invention à M. *Kinnerſley*. Si on ſe rappelle la conſtruction, ou mieux, la diſpoſition du carreau de verre que nous avons employé pour en faire une eſpèce d'électromètre, on concevra qu'un plan de glace ou de verre revêtu d'étain ou de toute autre ſubſtance métallique ſur la plus grande étendue de ces deux faces, peut ſe charger d'électricité comme une bouteille ou tout autre vaiſſeau de verre, & conſéquemment peut être très-propre à faire éprouver la commotion. Or, voici de quelle manière M. *Kinnerſley* déguiſa cette expérience que M. *Franklin* décrit ſous le nom *de l'expérience des Conjurés*.

Ayant, dit M. *Franklin*, un grand portrait gravé, avec un cadre & une glace, comme, par exemple, celui du Roi (que Dieu béniſſe),

car nous ne voulons rien ſupprimer de la deſcription qu'il nous donne, ôtez-en l'eſtampe, & coupez-en une bande à environ deux pouces du cadre tout autour : quand la coupure prendroit ſur le portrait, il n'y auroit point d'inconvénient. Avec de la colle légère ou de l'eau gommée, collez ſur le revers de la glace la bande du portrait ſéparée du reſte, en la ſerrant & l'uniſſant bien. Alors rempliſſez l'eſpace vuide, en dorant la glace avec de l'or ou du cuivre en feuille, ou par le moyen d'une feuille d'étain que vous y collerez. Dorez pareillement le bord intérieur du derrière du cadre tout autour, excepté le haut ou le côté auquel s'attache l'anneau, & établiſſez une communication entre cette dorure & la dorure du derrière de la glace. Remettez la bordure ſur la glace, & ce côté ſera fini.

Retournez la glace, & dorez le devant préciſément comme le derrière ; & lorſque la dorure ſera ſèche, couvrez-la, en collant deſſus le milieu de l'eſtampe, dont on avoit retranché la bande, obſervant de rapprocher les parties correſpondantes de cette bande ou du portrait. Par ce moyen le portrait paroîtra tout d'une pièce comme auparavant, quoiqu'il y en ait une partie derrière la glace & l'autre pardevant.

Tenez le portrait horizontalement par le haut, & poſez ſur la tête du roi une petite couronne

dorée & mobile. Maintenant ſi le portrait eſt électriſé modérément, & qu'une perſonne empoigne le cadre d'une main, de ſorte que ſes doigts touchent la dorure poſtérieure, & que de l'autre main elle tâche d'enlever la couronne, elle recevra, dit M. *Franklin*, une commotion épouvantable, & manquera ſon coup. Si le portrait étoit fortement chargé, ajoute-t-il, la conſéquence pourroit bien en être auſſi fatale que celle du crime de haute trahiſon.... Le Phyſicien qui, pour empêcher la glace de tomber la tient par le haut du cadre, où l'intérieur n'eſt pas doré, ne ſent rien du coup, & peut toucher le viſage du portrait ſans aucun danger; ce qu'il donne comme un témoignage de ſa fidélité au Prince. Si pluſieurs perſonnes en cercle reçoivent le choc, M. *Franklin* appelle cette expérience celle *des Conjurés*.

De quelque manière qu'on faſſe cette expérience, ſoit avec une bouteille, ſoit avec le tableau magique de *Franklin*, ſoit ſimplement avec une glace couverte des deux côtés d'étain, juſqu'à une certaine diſtance de ſes bords, le réſultat eſt le même. Le feu électrique parcourt toute l'étendue de la chaîne ou du cercle interpoſé entre les deux ſurfaces de la bouteille ou de la glace; & toutes les perſonnes qui compoſent cette chaîne paroiſſent éprouver en même tems la commotion. La ſentent-elles également? eſt-il quelque point

de la chaîne où elle doive être plus foible ou plus forte, à raiſon qu'on eſt plus éloigné ou plus proche de la bouteille ou du carreau magique ? On verra facilement, par la théorie de cette expérience, que le fluide électrique agit également & de la même manière dans tous les points de cette chaîne ou de ce cercle de communication, & conſéquemment qu'on doit éprouver partout la même commotion. Mais il eſt également de fait que cette impreſſion étant relative à la diſpoſition des organes de ceux qui l'éprouvent, & de la ſenſibilité ou de l'irritation de leurs nerfs, il n'y a probablement pas deux perſonnes dans une chaîne compoſée de pluſieurs, qui éprouvent ſtrictement le même dégré de commotion. Auſſi remarquons-nous chaque fois qu'on répète cette expérience, & que la compagnie eſt fort nombreuſe, que les uns ſe plaignent de la force de la commotion, tandis que quelques autres la regardent comme très-modérée ; & ſi on répète pluſieurs fois de ſuite la même expérience avec les mêmes perſonnes, quelqu'inverſion qu'on mette dans leur diſpoſition, leur témoignage ſur l'intenſité de la commotion demeure le même, en obſervant toutefois de charger la bouteille de la même manière.

Une obſervation qui me paroît importante à faire pour le ſuccès de cette expérience, c'eſt d'é- Obſervation ſur cette expérience.

viter, pour la faire, que les perſonnes ſoient établies ſur un terrein trop humide. Je l'ai vu manquer pluſieurs fois en pareilles circonſtances; & avant d'en découvrir la cauſe, ce phénomène particulier fit naître des idées bien ſingulières. Je me rappellerai toujours que faiſant cette expérience dans un des colléges de Paris, où mon neveu, M. *Rouland*, occupe actuellement ma place, la chaîne étoit compoſée d'environ ſoixante perſonnes; & pour lui donner plus d'étendue, nous nous étions tranſportés dans la cour. La bouteille étoit aſſez fortement chargée; mais la commotion ne ſe fit ſentir qu'à une demi-douzaine de perſonnes, du côté de celle qui tira l'étincelle, & à celle qui tenoit du côté oppoſé la bouteille. Sans rien changer à la diſpoſition des perſonnes, je rechargeai la bouteille; & l'ayant chargée plus fortement, l'effet fut encore le même, & la commotion ſe borna toujours à la même perſonne, qui faiſoit la ſixième dans la chaîne du côté de celui qui tiroit l'étincelle. Tout le monde s'en prit à cette perſonne, & prétendit que c'étoit un effet de ſa conſtitution particulière. Il ſe fit un tumulte ſi conſidérable à ce ſujet, que je me vis obligé d'abandonner l'expérience, que j'aurois dû répéter en ſupprimant cette perſonne de la chaîne.

On ſoupçonnoit depuis long-tems le jeune

homme dont il eſt ici queſtion, de n'être pas pourvu de tout ce qui conſtitue le caractère diſtinctif de l'homme.

Quelques perſonnes inſtruites & habituées à faire des expériences ſur l'électricité, m'ayant aſſuré quelque tems après, qu'il étoit impoſſible d'électriſer & de commouvoir ceux que la Nature avoit maléficiés juſqu'à ce point, je crus pouvoir haſarder cette obſervation dans un de mes Cours. Je l'annonçai non comme un fait, mais comme un ſoupçon à vérifier. Le bruit s'en répandit auſſitôt dans Paris, & chacun répétant cette obſervation à ſa manière, quelqu'un aſſura que cette opinion étoit confirmée par une expérience nouvellement faite ſur un célèbre Muſicien, que la nature a dédommagé du triſte état où il a été réduit par une voix enchantereſſe & un goût exquis. M. le Duc de Chartres fut informé de ce ſingulier phénomène, & voulut s'aſſurer du fait. Le deſir d'en être promptement inſtruit l'amena chez moi, & je l'aurois ſans doute diſſuadé d'une opinion à laquelle je ne voyois encore aucun fondement ſolide, ſi je me fuſſe trouvé au logis. Je me rendis le matin à ſon lever : il avoit déjà pris ſon parti, & il voulut que l'expérience fût répétée ſur pluſieurs Muſiciens de la Chapelle du Roi, dont l'état n'étoit point équivoque. Je fus chargé de cette opération, & je fis cette expérience au mois

de Février 1772, en préſence de pluſieurs Savans que le Prince avoit invités, ſur trois Muſiciens qu'il avoit fait venir à ce deſſein. Ils reſſentirent tous les trois les effets de la commotion, & ils n'interceptèrent point la communication dans aucun des points de la chaîne. Elle étoit compoſée d'une vingtaine de perſonnes; le Prince étoit à la tête, & toutes reſſentirent l'effet de cette commotion. Les trois Muſiciens parurent même plus ſenſibles à cette impreſſion qu'aucune des perſonnes qui l'éprouvèrent avec eux : mais cet excès de ſenſibilité ne doit point en impoſer. Il venoit ſans doute de la ſurpriſe que dût occaſionner en eux un mouvement qu'ils n'avoient jamais éprouvé, car ils n'avoient aucune idée de l'électricité.

Il n'en falloit ſans doute pas davantage pour faire ceſſer les bruits qui s'étoient répandus, & pour faire voir que l'opinion qu'on avoit haſardée étoit fauſſe : mais il ſe trouva encore de ces gens qui ne ſe laiſſent pas perſuader aiſément, & qui ne renoncent pas facilement à une idée qui leur a plu & qu'ils ont adoptée. Ils prétendirent qu'il devoit y avoir une différence entre la conſtitution des perſonnes mutilées par l'Art, & entre celles envers leſquelles la Nature s'eſt montrée marâtre; de ſorte qu'ils ſoutinrent que ſi les premières étoient ſuſceptibles d'éprouver les effets de la commotion, il pouvoit très-bien ſe faire que les au-

tres n'en fuſſent point ſuſceptibles. Ces bruits ſubſiſtèrent donc encore quelque tems, & ce ne fut qu'au mois de Juillet ſuivant que le haſard me mit à portée d'expliquer un phénomène auſſi ſingulier, & voici ce que j'obſervai.

Je faiſois cette expérience au collège d'Harcourt. La chaîne n'étoit compoſée que de ſeize perſonnes. Nous étions dans la claſſe qui eſt on ne peut plus humide, & il n'y eut préciſément que celle qui tenoit d'un côté la bouteille, & celle qui tiroit de l'autre côté l'étincelle, qui éprouvèrent la commotion. Nous réitérâmes pluſieurs fois de ſuite cette expérience. Nous changeâmes l'ordre de la chaîne; chaque perſonne prit à ſon tour la bouteille, & tira l'étincelle: le ſuccès fut toujours le même, & nous ne pûmes donner la commotion à plus de deux perſonnes à la fois. Il y en eut cependant une troiſième qui éprouva en deux de ces circonſtances variées, une impreſſion de commotion; mais elle fut fort peu ſenſible, & elle ne l'éprouva que dans la main par laquelle elle communiquoit à celle qui tiroit l'étincelle. Preſque toujours celle qui tenoit la bouteille éprouvoit la commotion non-ſeulement dans les bras, mais encore dans les jambes, & ce fut ce qui me conduiſit à l'explication de ce phénomène.

J'imaginai que la terre, lorſqu'elle eſt fort humide, eſt meilleur conducteur d'électricité que le

corps des perſonnes qui forment la chaîne, & je crus que dans les expériences que je venois de faire, l'électricité tirée du crochet de la bouteille paſſoit de la perſonne qui excitoit cette étincelle, à la terre humide qui la tranſmettoit à la perſonne qui tenoit la bouteille. Je ne fus pas long-temps à vérifier cette idée, & à la confirmer par une expérience déciſive.

J'avois la même ſéance à faire quelques jours après, au Collége des Graſſins, où la claſſe eſt encore aſſez humide, quoique moins que celle du Collége d'Harcourt. J'expoſai mes ſoupçons, & je pris les moyens les plus ſimples de les vérifier.

La chaîne y fut toujours compoſée de plus de ſoixante perſonnes, toutes d'abord debout ſur le carreau, & je vis, comme je l'avois prévu, qu'il n'y en eut qu'une partie qui éprouva la commotion, cinq à ſix du côté où on tenoit la bouteille, & à-peu-près le même nombre du côté d'où l'on tira l'étincelle, de ſorte que le plus grand nombre n'éprouva rien. Je réitérai trois fois de ſuite cette expérience avec le même ſuccès, à une perſonne ou deux près, autant qu'il fut poſſible de s'en aſſurer dans le tumulte de pluſieurs jeunes gens qui prennent communément cette expérience pour une petite récréation qu'on leur donne.

Je m'y pris enſuite d'une autre manière pour

faire éprouver la commotion à toute la ſérie de la chaîne, & pour cela je fis monter tous les Ecoliers ſur des bancs. Je chargeai la bouteille comme dans les cas précédens, & tous, ſans exception, reſſentirent la commotion; ce que je confirmai par une ſeconde expérience, qui réuſſit également.

Enfin, pour mettre dans la plus grande évidence cette idée que j'avois de la diverſion du fluide électrique, je fis une troiſième tentative: ce fut de faire monter encore ſur les bancs la plus grande partie des Ecoliers, & d'en laiſſer pluſieurs ſur le carreau. J'en choiſis dix-huit au milieu de la chaîne pour cette dernière poſition; & ayant fait le cercle aſſez grand pour mieux obſerver le fait, je chargeai la bouteille comme dans les cas précédens. Tous ceux qui étoient ſur les bancs éprouvèrent la commotion, & des dix-huit qui étoient ſur terre, il n'y eut que les deux extrêmes qui l'éprouvèrent; encore l'un des deux ne l'éprouva-t-il que dans la main par laquelle il communiquoit avec ſon camarade qui étoit monté ſur un banc. Je vis donc alors mon idée complétement démontrée par l'expérience, & j'oſe aſſurer maintenant que l'expérience de Leyde ne réuſſira point ſur une chaîne complette de perſonnes qui ſe tiendront par la main, ſi elles ſont debout ſur un terrein ſuffiſamment humide,

& qui ſoit meilleur conducteur de la vertu électrique ; & voilà l'explication de ce ſingulier phénomène qui fit avancer une opinion plus ſingulière encore, & qui fit regarder certaines perſonnes comme non-propres à être ébranlées par le fluide électrique.

Il eſt, nous en convenons, des perſonnes moins ſuſceptibles que d'autres de ces ſortes d'impreſſions. L'expérience journalière nous prouve la certitude de cette opinion : j'ajouterai même, d'après le témoignage de *Muſſenbroeck*, qu'il peut s'en trouver qu'on ne puiſſe aucunement électriſer. Il fait mention de trois de cette eſpèce, dans le premier Volume de ſon *Cours de Phyſique*. J'ai rencontré, dit-il, trois perſonnes que je n'ai jamais pu électriſer, même en différens tems, quoique dans le même tems que je tentois cette expérience, je parvenois à électriſer fortement d'autres perſonnes. L'une de ces perſonnes étoit un homme robuſte, vigoureux, âgé de cinquante ans, & n'étant attaqué d'aucune incommodité : l'autre étoit un jeune homme paralytique, âgé de vingt-trois ans, & la troiſième étoit une belle femme, ſaine, & âgée de quarante ans, mère de deux enfans bien conſtitués & fort robuſtes. D'où il ſuit que ſi quelquefois la conſtitution du corps peut apporter obſtacle à l'action du fluide électrique, il faut chercher

ailleurs que dans l'opinion ridicule qu'on publia en 1771, la raiſon de ce phénomène.

Quel que ſoit le nombre de perſonnes qu'on introduiſe dans la chaîne, elles éprouvent toutes la commotion, s'il ne ſe trouve point d'obſtacle qui s'oppoſe à la circulation du fluide électrique. M. *le Monnier* fut le premier qui fit cette expérience en France. Il la fit dans la Galerie de Verſailles, en préſence du Roi & de la Reine : la chaîne étoit compoſée de cent quarante perſonnes, & on la répéta depuis avec le même ſuccès ſur un plus grand nombre de perſonnes. Lorſque l'abbé *Nollet* la faiſoit au Collége de Navarre, la chaîne étoit compoſée de plus de ſix cens perſonnes, & toutes éprouvoient la commotion dans un degré de force relatif à la diſpoſition de leurs organes. Dès 1747, les Anglois s'étoient aſſurés qu'on pouvoit donner à cette chaîne une étendue indéterminée, & qu'on ne pouvoit aſſigner des bornes au chemin qu'on voudroit faire parcourir à la matière électrique. Nous en trouvons la preuve conſignée dans l'*Hiſtoire de l'électricité* du Docteur *Prieſtley*.

Etendue de la commotion électrique.

» Le premier eſſai que firent ces Meſſieurs » (il parle du Docteur *Watſon*, qui ſe chargea » du ſoin de conduire cette expérience, & de » pluſieurs Savans qui furent témoins de ſes » ſuccès), ce fut de faire paſſer la commotion

» électrique à travers la Tamiſe, en ſe ſervant
» de l'eau de cette rivière pour faire partie de
» la chaîne de communication. Cela fut exécuté
» le 14 & le 18 Juillet 1747, en attachant un
» fil de fer tout le long du pont de Weſtminſter,
» à une hauteur conſidérable au-deſſus de l'eau.
» Un des bouts de ce fil communiquoit avec l'en-
» veloppe de la bouteille chargée : l'autre étoit
» tenu par un Obſervateur, qui avoit dans ſon
» autre main une baguette de fer, qu'il trempa
» dans la rivière, au côté oppoſé, où étoit un
» autre homme, qui trempoit pareillement une
» baguette de fer dans la rivière d'une main,
» & tenoit de l'autre un fil de fer, dont l'extré-
» mité pouvoit être miſe en contact avec le fil
» de fer de la bouteille.

» En faiſant la décharge, continue le Docteur
» *Prieſtley*, la commotion ſe fit ſentir aux Ob-
» ſervateurs des deux côtés de la rivière ; mais
» plus ſenſiblement à ceux qui étoient poſtés du
» côté de la machine, une partie du feu élec-
» trique étant deſcendue du fil de fer aux parties
» humides du pont, pour ſe rendre par un che-
» min plus court à la bouteille, paſſant cepen-
» dant tout entier à travers les gens qui étoient
» poſtés du même côté que la machine. Ceci
» fut en quelque manière démontré par quel-
» ques perſonnes qui éprouvèrent une commotion

» ſenſible dans les bras & dans les pieds, pour » avoir ſimplement touché au fil de fer dans » le moment d'une des décharges, tandis qu'elles » étoient ſur les degrés humides qui conduiſent » à la rivière....

» Dans la tentative ſuivante, ajoute le Doc- » teur *Prieſtley*, ils ſe propoſèrent de forcer la » commotion électrique à faire un circuit de deux » milles à la nouvelle rivière au lieu nommé » *Stocknewington*. Ils firent cette expérience à » deux endroits, à l'un deſquels la diſtance par » terre étoit de huit cens pieds & deux mille par » eau. Dans l'autre, la diſtance par terre étoit » de deux mille huit cens pieds, & par eau de » huit mille. La diſpoſition de l'appareil fut la » même, & l'effet répondit merveilleuſement à » leur attente ».

Nous paſſerons ſous ſilence, pour éviter la prolixité, pluſieurs autres obſervations de ce genre, pour nous arrêter à une dont l'idée étoit très-ingénieuſe, & demandoit, comme le remarque très-bien le Docteur *Prieſtley*, toute la ſagacité des Opérateurs.

» Ils voulurent eſſayer, dit-il, ſi le choc élec- » trique pouvoit ſe faire ſentir à une diſtance » double de celle à laquelle ils l'avoient porté » auparavant dans un terrein parfaitement ſec, » & à la proximité duquel il n'y eût point d'eau,

» & diſtinguer auſſi, s'il étoit poſſible, la vî-
» teſſe reſpective de l'électricité & du ſon.

» Pour cet effet, continue le Docteur *Prieſtley*,
» ils choiſirent la montagne de Scother, & ils
» firent leur première expérience le 14 Août
» 1747, où, par événement, il n'étoit tombé
» qu'une ſeule ondée depuis cinq ſemaines. Le
» fil de fer communiquant avec la baguette de
» fer qui fit la décharge, avoit ſix mille ſept
» cent trente-deux pieds de longueur, & étoit
« ſoutenu par-tout ſur des bâtons ſéchés au four,
» comme l'étoit auſſi le fil de fer qui commu-
» niquoit avec l'enveloppe de la bouteille, &
» qui avoit trois mille huit cent ſoixante-huit
» pieds de longueur. Les deux Obſervateurs
» étoient éloignés l'un de l'autre de deux mille.
» Le réſultat démontra, à la ſatisfaction des
» Spectateurs, que l'eſpace parcouru par la ma-
» tière électrique, étoit de quatre mille; ſavoir,
» deux mille de fer & deux mille de terrein ſec,
» faiſant la diſtance entre les extrémités des fils
» de fer, diſtance qui, comme ils l'obſervèrent,
» étoit ſi grande, qu'on n'eût pu le croire ſans
» l'avoir éprouvée. On tira un coup de fuſil à
» l'inſtant de l'exploſion, & les Obſervateurs
« avoient leurs montres à la main pour remar-
« quer le moment où ils ſentiroient le coup : mais
» autant qu'ils purent le diſtinguer, le tems pen-
» dant

» dant lequel la matière parcourut ce vaſte cir-
» cuit, doit avoir été un ſeul inſtant «, ainſi que nous l'avons fait obſerver précédemment en rendant compte de l'expérience de M. *le Monnier*, dont l'objet étoit également de juger de la vîteſſe avec laquelle le fluide électrique ſe meut, & dont, pour le dire en paſſant, la manière de procéder étoit plus ſimple & plus exacte que celle des Phyſiciens Anglois.

Il paroît, d'après ces tentatives, & d'après pluſieurs autres encore que nous pourrions ajouter, que la charge d'électricité accumulée dans une bouteille, ou ſur un carreau de verre, peut parcourir, dans un tems dont on ne peut déterminer la durée, un eſpace extrêmement étendu, & qu'on ne connoît point de bornes qu'on puiſſe aſſigner à l'étendue de cet eſpace.

Modification de l'expérience de Leyde.

Autant le Phyſicien ſe plaît à approfondir les ſecrets de la Nature, autant l'Amateur s'occupe à en tirer parti pour ſatisfaire ſa curioſité & ſon agrément. Auſſi eſt-il peu de découvertes phyſiques dont on n'ait fait des applications plus ou moins agréables, & qu'on n'ait employées à produire des effets plus ou moins ſurprenants.

La commotion électrique eſt de ce genre. On a ſu la modifier de différentes manières, pour exciter davantage la ſurpriſe de ceux à qui on l'a fait éprouver en différentes circonſtances. Mais

toutes ces modifications ne conſiſtent qu'à cacher plus ou moins artiſtement la bouteille de Leyde, & la communication entre les deux ſurfaces de cette bouteille. Nous ne nous occuperons point à décrire ces différens moyens ; il ſuffira d'en faire connoître un très-ſimple & très-ingénieux en même-tems, pour en donner une idée ſuffiſante, & propre à exciter l'émulation de ceux qui ſe plaiſent à ce genre d'expérience.

Nous choiſiſſons celui que le Docteur *Watſon* imagina, & qu'il décrit dans ſon *Eſſai ſur l'Electricité*, ſous le nom de *Mine Electrique*. Nous en changerons un peu la forme pour rendre cette expérience plus ſurprenante, & afin que la commotion s'excite dans une circonſtance où on ne peut en avoir le moindre ſoupçon.

Diſpoſez derrière & au-deſſus de la porte d'entrée d'un appartement une bouteille de Leyde, garnie ſelon la méthode du Docteur *Bevis*, de manière que le crochet de cette bouteille ſoit dans le voiſinage d'un petit lévier de fer, qui puiſſe être mis en mouvement par le cordon de la ſonnette, & venir toucher le crochet lorſqu'on tirera le cordon. Si celui-ci eſt de ſoie, ayez ſoin de faire gliſſer dedans un petit fil de métal, ou de filer tout-autour de ces fils métalliques dont on enveloppe les cordes d'inſtrumens, pour avoir une communication convenable non-interrompue

entre le lévier de fer & la main qui ſaiſit & qui tire le cordon de la ſonnette.

Attachez un petit fil de fer ou de tout autre métal, au crochet qui doit être maſtiqué ſous le fond de la bouteille, & conduiſez ce fil au bas de la porte, pour le faire paſſer par une ouverture pratiquée au chambranle, & l'accrocher enſuite à d'autres fils de fer, dont le deſſous du paillaſſon doit être garni, afin que celui qui poſera les pieds deſſus communique avec la ſurface extérieure de la bouteille; & votre appareil ſera conſtruit.

On voit manifeſtement ici que la perſonne qui marche ſur le paillaſſon, communique par-là avec l'extérieure de la bouteille, & venant à tirer le cordon de la ſonnette, elle eſt préciſément dans le même cas que ſi elle touchoit avec ſes pieds l'extérieure de la bouteille, & qu'elle vînt enſuite exciter l'étincelle du crochet, en y portant la main. Toute la longueur de ſon corps ſe trouve donc alors dans la chaîne de communication avec les deux ſurfaces de la bouteille; & au lieu de recevoir une commotion qui aille de l'un de ſes bras à l'autre, en paſſant par la poitrine, elle la reçoit dans toute la longueur de ſon corps, de l'un de ſes bras à ſes pieds, & elle n'en eſt pas moius forte ni moins ſurprenante. On peut, comme on le voit, modifier fa-

cilement ce phénomène de toute autre manière ; c'eſt une affaire de pure curioſité que nous abandonnons aux amateurs, pour nous occuper de la théorie de ce ſingulier phénomène.

ARTICLE II.

De la Théorie de Franklin, *concernant la bouteille de Leyde.*

De l'électricité poſitive & négative.

JUSQU'A préſent nous n'avons conſidéré l'électricité que ſous un ſeul point de vue, que comme ſurabondamment accumulée, ou par voie de frottement, ou par voie de communication ſur les corps qui ont fait le ſujet de nos expériences. Nous avons vu ce fluide ſe porter du réſervoir commun, & gorger, ſi on peut s'exprimer ainſi, par le moyen du frottement, la glace de notre appareil, pour ſe diſtribuer de-là, par voie de communication, ſur nos conducteurs & ſur les corps que nous avons fait communiquer avec eux.

La bouteille de Leyde, dont nous nous propoſons d'expliquer le phénomène, nous offre une nouvelle ſpéculation. Elle nous préſente tout-à-la-fois & des effets ſemblables aux précédens, &

des effets d'un genre bien différent. Elle nous offre d'un côté une ſurabondance, & de l'autre un déchet de fluide électrique. Pour bien ſaiſir ſa théorie, il faut ſe rappeler l'idée que nous avons donnée, au commencement de cet ouvrage, des différens états dans leſquels les corps peuvent ſe trouver relativement à ce fluide.

L'électricité, avons-nous dit, eſt univerſellement répandue & diſtribuée dans tous les corps. Chacun en contient une quantité qui lui eſt propre, & c'eſt ſon état naturel d'électricité, état d'inertie, dans lequel ce fluide ne manifeſte point au-dehors ſa préſence.

Vient-on à augmenter de quelque manière que ce ſoit cette doſe commune & naturelle d'électricité, le corps, qui reçoit cette augmentation, en eſt ſurabondamment chargé, & c'eſt cette quantité ſurabondante, que nous appelons, avec le Docteur *Franklin*, *électricité en plus*, ou *électricité poſitive*, & ce corps eſt électriſé poſitivement.

Vient-on au contraire à enlever à un corps une portion de ſon électricité naturelle, ce déchet qui ſe trouve alors en lui ſe nomme *électricité en moins*, ou *électricité négative*, & ce corps eſt électriſé négativement.

Voilà donc trois états bien différens d'électricité, & qu'on doit diſtinguer avec ſoin. Etat na-

turel, état de ſurabondance, & état de privation. Le premier eſt conſtant & invariable, les deux autres ſouffrent du plus & du moins. Or la bouteille de Leyde ſe trouve en même tems dans ces deux derniers états, lorſqu'elle eſt préparée & diſpoſée à faire éprouver la commotion.

Avant d'être électriſée, elle eſt dans ſon état naturel d'électricité. Elle contient préciſément la doſe d'électricité qui lui eſt propre, & cette doſe eſt uniformément diſtribuée à chacune de ſes parties tant à l'extérieur qu'à l'intérieur. Vient-on à approcher ſon crochet du conducteur de la machine électrique, tandis que celle-ci eſt en action, la bouteille reçoit une quantité ſurabondante de fluide électrique, & nous prouve par-là, que ſi le verre eſt ſuſceptible d'être électriſé par frottement, il peut l'être également par voie de communication. Mais ce qui va paroître ſans doute un paradoxe, peut-être révoltant au premier aſpect, c'eſt *qu'une bouteille ſurabondamment chargée de fluide électrique, & propre à faire éprouver la commotion la plus forte, ne contient cependant pas plus d'électricité qu'elle en contenoit avant qu'elle fût électriſée par le conducteur de la machine électrique.* C'eſt ſur ce principe, que nous allons développer, & dont nous démontrerons la certitude, qu'eſt fondée la théorie ſublime du Docteur *Franklin* ſur la bouteille de Leyde.

Principe de la théorie de *Franklin.*

Pour mettre cette théorie dans tout ſon jour, nous diſtinguerons deux ſurfaces dans cette bouteille, & dans tout autre vaiſſeau de même matière, la ſurface intérieure & la ſurface extérieure. S'il s'agiſſoit d'un carreau de verre, d'une glace, &c., que nous ſuppoſons poſée ſur une table, nous diſtinguerions pareillement deux ſurfaces, l'une ſupérieure & l'autre inférieure, ou mieux, l'une de deſſus & l'autre de deſſous. Nous nous bornerons ici à appliquer notre théorie aux deux ſurfaces d'une bouteille, & il ſera très-facile enſuite d'en faire l'application à un plan de verre, de glace ou de cryſtal.

Or, une bouteille étant donnée, il eſt de fait qu'elle contient naturellement une certaine doſe d'électricité qui lui eſt propre, & rien n'empêche de ſuppoſer, pour éviter l'embarras du calcul, que cette doſe d'électricité ſoit uniformément répartie ou diſtribuée entre les deux ſurfaces de cette bouteille.

Cela poſé, ſi on tient cette bouteille à la main en empoignant la garniture extérieure, ou ſi elle n'eſt point garnie, ſa ſurface extérieure, ſa panſe, tandis qu'on préſente ſon crochet à un conducteur qu'on charge d'électricité, il eſt conſtant que l'électricité de ce conducteur ſe porte dans l'intérieur de la bouteille; qu'elle s'y accumule, & que cette bouteille devient alors propre à faire

éprouver la commotion. Juſque-là point de difficulté ; c'eſt un fait qui ſe paſſe tous les jours ſous nos yeux, lorſque nous électriſons une bouteille, pour répéter l'expérience de Leyde. L'intérieur de cette bouteille reçoit donc une doſe ſurabondante de fluide électrique ; & c'eſt encore une vérité dont tout le monde convient. La bouteille contient donc alors plus que ſa doſe, plus que ſa quantité naturelle d'électricité ? Point du tout, & c'eſt ici où ſe trouve le nœud de la difficulté. A meſure, à proportion que cette bouteille reçoit intérieurement une nouvelle doſe d'électricité, qui ſe réunit à ſa quantité propre & naturelle de fluide électrique, elle ſe dépouille extérieurement, & dans la même proportion, d'une partie du fluide électrique qui appartient naturellement, & qui réſide à ſa ſurface extérieure. Elle perd donc autant à l'extérieur qu'elle acquiert à l'intérieur, & conſéquemment lorſqu'elle eſt diſpoſée à donner la commotion, la totalité de cette bouteille, ou ſes deux ſurfaces priſes enſemble, ne contiennent pas plus d'électricité qu'elles en contenoient avant l'opération, avant qu'on l'eût électriſée, & c'eſt en cela ſeul que conſiſte toute la théorie du Docteur *Franklin* ; & c'eſt ce que nous allons confirmer par des expériences inconteſtables.

Toute la difficulté ſe réduit à démontrer que

lorſqu'on électriſe une bouteille, une jarre, un carreau de verre, &c., à meſure que l'une de ſes ſurfaces reçoit & ſe charge d'une nouvelle doſe d'électricité, ſa ſurface oppoſée perd & ſe dépouille d'une ſemblable quantité de ſon électricité naturelle.

Expoſition d'un principe qui conduit à l'expérience qui démontre la théorie de *Franklin*.

Pour l'intelligence d'une expérience qui démontre ſenſiblement cette vérité, j'établis un principe univerſellement reconnu de tous les Phyſiciens électriſans. Ils ſavent que ſi le fluide électrique ne ſe manifeſte par aucune lumière lorſqu'il parcourt l'étendue d'un conducteur continu, il ſe fait voir ſenſiblement ſous la forme de petites étincelles plus ou moins multipliées, lorſqu'il parcourt la longueur d'un conducteur dont les parties ſont ſéparées & preſque contiguës les unes aux autres, & ce phénomène ſuit manifeſtement de ce que nous avons obſervé juſqu'à préſent, & de ce qui arrive habituellement lorſqu'on préſente le doigt ou tout autre corps an-électrique à un conducteur chargé d'électricité. On voit le fluide électrique paſſer du conducteur au corps qu'on lui préſente ſous la forme d'une étincelle. Chaque fois que l'électricité paſſe d'un corps dans un autre, & que ces deux corps ſont ſéparés par une maſſe ou par une lame d'air, le fluide électrique éclate à ſon paſſage, & ſe manifeſte par une étincelle proportionnée, & à la diſtance qu'il eſt obligé de

franchir, & à l'énergie de l'électricité qui réſide dans le corps électriſé. De-là on conçoit que ſi les parties d'un conducteur étoient ſéparées les unes des autres, mais ſuffiſamment rapprochées pour que le fluide électrique pût paſſer de l'une à l'autre, ce fluide étincelleroit entre toutes ces parties, & c'eſt ce dont on peut s'aſſurer par le moyen que voici.

Collez ſur une lame de verre A B (*pl. 6, fig. 4*), de petites loſanges de métal *a*, *b*, *c*, *d*, en tel nombre qu'il vous plaira, conformément à la longueur de la lame de verre, mais oppoſées par leurs angles, & laiſſant entr'elles une petite diſtance. Collez vers celles qui terminent les extrémités *a f*, de petites lames anguleuſes *g h* beaucoup plus grandes, & qui ſe replient par-derrière la lame de verre. Cela fait, ayez ſoin de faire chauffer modérément cette lame, lorſque vous voudrez en faire uſage pour enlever l'humidité qui pourroit ſe trouver deſſus, & qui nuiroit à la ſolution de continuité entre ces loſanges; & tenant d'une main ce verre, ſuppoſons par la lame *g*, approchez la lame *h* d'un conducteur chargé d'électricité pour en tirer des étincelles, & vous obſerverez que chaque étincelle ſe répétera entre chacune de ces loſanges pour arriver à la main qui tiendra la lame de verre, & ſe porter de-là dans le réſervoir commun. D'après ce fait, ſur lequel

nous reviendrons dans une aurre circonſtance, on conçoit ce qui arriveroit ſi on électriſoit un conducteur qui contînt une multitude conſidérable de petites parties ſéparées; une ſeule étincelle électrique, portée ſur une des extrémités de ce conducteur, ſe répéteroit & ſe multiplieroit comme le nombre de ces parties. C'eſt ce qu'on obſerve lorſqu'on porte une étincelle ſur un des bouts de la dentelle dorée de la couverture d'un livre, où les parties de l'or n'ont preſque point de continuité: on voit cette dentelle briller d'une multitude innombrable de petites étincelles; on le voit encore d'une manière plus curieuſe, & ces étincelles ſont encore plus multipliées, lorſqu'on porte une étincelle électrique ſur un des points d'un lambris anciennement doré, & dont la dorure eſt aſſez uſée pour que les parties de l'or ſoient comme iſolées les unes des autres. J'illuminois quelquefois de cette manière le pied de la table ſur laquelle je faiſois mes expériences. Ce pied, ſculpté & doré, & aſſez vieux pour que la dorure y ſoit très-maléficiée, ſe couvroit entièrement d'une multitude preſqu'infinie de petites étincelles électriques, à chaque étincelle que mon conducteur lui fourniſſoit, & voici de quelle manière je procédois pour cela.

Ayant diſpoſé au bout de la machine électrique l'électromêtre de M. *Lane* (*pl. 6, fig. 2*), j'éloi-

gnois la boule B de cet électromètre de celle qui termine le conducteur, pour que les étincelles ne partiſſent que difficilement de ce dernier, & conſéquemment fuſſent plus fortes & plus nourries. J'attachois une chaîne au crochet *b* de cet électromètre, & je conduiſois cette chaîne juſqu'à l'un des pieds de ma table. Mieux vaudroit un fil de fer continu. Cela fait, on mettoit la machine électrique en action, & chaque étincelle qui partoit du conducteur à la boule de l'électromètre ſe tranſmettoit juſqu'à la table.

Application de ce principe à une expérience qui démontre que la ſurface extérieure ſe dépouille de l'électricité à meſure que l'intérieure s'en charge.

Or, c'eſt par une application de ce principe, que nous pouvons démontrer que la ſurface extérieure d'une bouteille ſe dépouille de ſon électricité naturelle à meſure que ſa ſurface intérieure reçoit une nouvelle doſe de matière électrique de la part d'un conducteur électriſé, & voici de quelle manière j'ai imaginé de diſpoſer une bouteille à cet effet.

Au lieu de revêtir extérieurement cette bouteille, ſelon la méthode du Docteur *Bevis*, avec une lame ou une feuille d'étain, je la couvre d'une pouſſière métallique, jetée au haſard ſur cette ſurface, & qui y adhère par le moyen d'un vernis gras dont j'ai eu ſoin de l'enduire auparavant. On peut prendre à cet effet de la limaille de fer ou de cuivre : mais je me ſers communément d'aventurine métallique, & la bouteille en eſt

plus agréable à la vue. Je colle ſous le fond de cette bouteille une feuille d'étain que je fais déborder de trois à quatre lignes, & que je remploie ſur le bord inférieur de la bouteille, ce qui forme un conducteur circulaire propre à recevoir l'électricité qui doit s'échapper des différens points de la ſurface extérieure de cette bouteille. Elle porte ſous ſon fond un crochet auquel j'attache une petite chaîne, à celle-ci une tige de métal A, tournée en forme de C, & terminée par une petite boule de métal, comme on peut le voir (*pl. 6, fig. 5*).

Le dedans de la bouteille étant rempli de petites feuilles de métal, je la bouche avec un bouchon de liége que j'y fais entrer à force, & je fais paſſer également à force à travers ce bouchon le crochet ordinaire d'une bouteille de Leyde, & la bouteille eſt préparée. Pour en faire uſage, voici de quelle manière je procède.

Je ſuſpends cette bouteille par ſon crochet à l'un de mes conducteurs, & ayant fait l'obſcurité dans la ſalle autant qu'il eſt poſſible de la faire, je tiens dans la main l'excitateur A, ou la tige de métal qui tient à la chaîne, & je fais électriſer le conducteur.

Il eſt manifeſte que dans cette opération l'électricité du conducteur ſe tranſmet à l'intérieur de

cette bouteille par l'intermède du crochet. Or, tant que cette opération dure & ſe continue, on voit une multitude de petites étincelles électriques qui ruiſſellent ſur la ſurface extérieure de la bouteille, ſous la forme de petits rameaux, & qui ſe jettent ſur la bande circulaire de métal qui règne au bas de la bouteille, & ſe portent de-là à la chaîne, pour ſe diſſiper & ſe perdre dans le réſervoir commun par la communication que j'établis en tenant dans la main l'excitateur A. On ne voit, pendant le cours de cette expérience, que quelques ruiſſeaux de lumière qui parcourent ſucceſſivement la ſurface extérieure de la bouteille, parce que la ſurface intérieure ne recevant que progreſſivement le fluide électrique qui y aborde, ſa ſurface extérieure ne perd que progreſſivement ſa quantité naturelle d'électricité : mais ſi, lorſqu'elle paroît complétement chargée intérieurement d'électricité, & conſéquemment auſſi complétement dépouillée extérieurement, on porte la boule de l'excitateur A contre le crochet de la bouteille, on rappelle alors l'électricité ſurabondante de la ſurface intérieure à l'extérieure. Il part de ce crochet une forte étincelle, & celle-ci parcourant le cercle de communication établi entre les deux ſurfaces, on voit le fluide électrique ſe reporter à la ſurface extérieure de la bouteille, qui

ſe trouve au même moment toute couverte d'une multitude de jets lumineux, & l'équilibre eſt rétabli.

Il paroît donc manifeſtement ici qu'il s'échappe une portion de fluide électrique de la ſurface extérieure d'une bouteille, à meſure que ſa ſurface intérieure en prend ou en reçoit du conducteur. Il y a plus, cetre dernière n'en peut recevoir & n'en reçoit effectivement qu'à meſure & dans la même proportion que la ſurface extérieure en perd, & on en trouve la preuve dans l'expérience ſuivante.

Seconde expérience, qui prouve que la bouteille ne reçoit intérieurement, que dans la même proportion qu'elle perd extérieurement.

Iſolez ſur un plateau de cryſtal une bouteille de Leyde, garnie ſelon la méthode du Docteur *Bevis*, & diſpoſez-la de manière que ſon crochet ou la boule qui le termine ſoit éloignée d'un pouce ou environ d'une autre boule que vous ferez pendre du conducteur, de façon qu'elle en puiſſe tirer une étincelle. Laiſſez les choſes dans cet état, & électriſez le conducteur. Quelque tendance que le fluide électrique ait à paſſer de ce conducteur à la bouteille, qui ſe trouve plongée dans ſa ſphère d'activité, celle-ci ne pourra rien recevoir, parce qu'étant iſolée, ſa ſurface extérieure ne peut rien perdre : mais ſi, par un procédé quelconque, vous parvenez à retirer une portion donnée de l'électricité naturelle de la ſurface extérieure de la bouteille, alors la ſurface

intérieure devient propre à recevoir, & reçoit effectivement une portion d'électricité du conducteur, & voici de quelle manière je procède à cet effet.

Je prends à la main une tige de métal terminée par une boule de même matière. J'approche cette boule à une petite distance de la garniture extérieure de la bouteille, & on en voit partir une étincelle qui vient se jeter sur cette boule : au même instant on voit une étincelle simultanée qui part de la boule suspendue au conducteur, & qui se porte au crochet de la bouteille. Si je répète plusieurs fois de suite la même expérience, j'observe à chaque fois le même phénomène, & j'ai toujours deux étincelles simultanéees, l'une qui s'échappe de l'extérieur de la bouteille, & l'autre qui se porte à l'intérieur de cette même bouteille.

En réfléchissant sur la rapidité avec laquelle le fluide électrique se meut, quelqu'un pourroit peut-être soupçonner que c'est ici la même étincelle qui part de la boule du conducteur, qui se manifeste à l'extérieur de la bouteille pour venir frapper le corps que je lui présente. Dans cette supposition, la bouteille devroit rester dans le même état où elle étoit avant l'expérience, & il ne pourroit s'y être accumulé aucune quantité surabondante de matière électrique. Or, l'expérience

rience démontre le contraire. Il faut, pour cela, avoir tiré ſucceſſivement pluſieurs étincelles. Si, dans ce cas, on prend cette bouteille d'une main, & que de l'autre on touche à ſon crochet, on éprouve une commotion proportionnée à la quantité d'électricité qu'on a raſſemblée ſur ſa ſurface intérieure. D'où il ſuit manifeſtement que cette ſurface ne reçoit d'électricité que dans la même proportion que ſa ſurface extérieure ſe dépouille de celle qu'elle contient naturellement.

Troiſième expérience, qui confirme la même théorie.

Il ſuit de-là, qu'une bouteille ne pourra ſe charger d'électricité & devenir propre à exciter la commotion, ſi elle eſt diſpoſée de manière que ſa ſurface extérieure ne puiſſe rien perdre de ſa quantité naturelle d'électricité, & c'eſt ce que l'expérience juſtifie de la manière la moins équivoque.

Suſpendez en effet une bouteille revêtue extérieurement d'une feuille d'étain à l'un des conducteurs de la machine : mais obſervez auparavant ſi l'étain eſt bien exactement appliqué à ſa ſurface ; s'il ne s'y trouve point quelques parties qui ſoient décollées & qui préſentent de petites aſpérités, de petits angles, & ſur-tout choiſiſſez pour le ſuccès complet de cette expérience un tems qui ne ſoit point humide ; & même pour éviter tout inconvénient qui pourroit venir de la part de l'humidité, ayez ſoin de faire

chauffer cette bouteille avant de la ſuſpendre. Lorſqu'elle ſera ſuſpendue, elle ſera autant bien iſolée qu'elle le puiſſe être, & elle communiquera intimément, ou mieux, elle fera portion du conducteur, & conſéquemment elle paroîtra très-bien diſpoſée à s'électriſer lorſqu'on électriſera ce dernier. Quelqu'effort néanmoins qu'on faſſe pour l'électriſer, on ne pourra y parvenir, quelque tems même qu'on ſoutienne l'électriſation du conducteur; & cela, parce que ſa ſurface extérieure ne pouvant rien perdre, l'intérieure ne pourra rien acquérir. Veut-on s'aſſurer que cette bouteille demeure dans le même état où elle étoit avant l'opération, & qu'elle n'a acquis aucune quantité ſurabondante d'électricité? Il ne s'agit que de l'enlever, de la déplacer d'une manière convenable à l'état préſent de la queſtion.

On imagine bien que le conducteur demeurant chargé d'électricité, ſi on prenoit cette bouteille avec la main pour l'en ſéparer, on enleveroit en même tems une portion de l'électricité qu'elle contient naturellement à ſa ſurface extérieure, & qu'auſſi-tôt l'intérieure en recevroit une doſe ſemblable du conducteur. Il faut donc l'enlever de manière que ſa ſurface extérieure ne puiſſe rien perdre, & à cet effet je me ſers de deux baguettes de cryſtal d'un pied ou environ de longueur, que je fais paſſer ſous le col renverſé de

cette bouteille, & avec leſquelles je ſaiſis ce col & le preſſe ſuffiſamment pour pouvoir la décrocher & l'emporter ſur une table. Cela fait, on prend alors la bouteille d'une main, & en touchant de l'autre à ſon crochet, non-ſeulement on n'éprouve point de commotion, mais on ne tire pas même la moindre étincelle : preuve démonſtrative qu'elle ne peut ſe charger d'électricité ſur ſa ſurface intérieure, qu'autant qu'elle peut ſe dépouiller de la quantité naturelle d'électricité qu'elle contient ſur l'autre ſurface. Auſſi remarque-t-on qu'elle s'en charge parfaitement bien, lorſqu'étant ſuſpendue comme précédemment, on attache au crochet maſtiqué ſous ſon fond une chaîne qui tombe par terre, & qui établit par ce moyen une communication entre la ſurface extérieure & le réſervoir commun.

Il y a plus ; il n'eſt point abſolument néceſſaire d'établir une communication auſſi intime entre la ſurface extérieure de cette bouteille & le réſervoir commun, pour qu'elle puiſſe ſe charger intérieurement d'électricité. il ſuffit qu'on la diſpoſe de manière que ſa ſurface extérieure puiſſe perdre de ſa quantité naturelle d'électricité, & on peut procéder de la manière ſuivante pour obtenir viſiblement cet effet.

Quatrième expérience tendante au même but.

Embraſſez la ſurface extérieure d'une bouteille garnie d'une feuille d'étain, avec un cercle de

métal, à la circonférence duquel vous aurez implanté deux ou trois pointes de métal un peu mouſſes & ſaillantes de quelques lignes. Suſpendez la bouteille comme précédemment, & après avoir fait l'obſcurité dans la ſalle, électriſez le conducteur. La ſurface intérieure de cette bouteille recevra une doſe ſurabondante de l'électricité communiquée au conducteur, & dans le même tems vous verrez une aigrette qui s'élancera de chacune des pointes dont le cercle de métal ſera garni.

On voit donc ici, & très-diſtinctement, le fluide électrique s'échapper de l'une des ſurfaces de la bouteille, à meſure que la ſurface oppoſée acquiert une quantité ſurabondante de fluide électrique.

De même qu'on accumule ordinairement une doſe ſurabondante d'électricité ſur la ſurface intérieure d'une bouteille, de même on peut accumuler cette matière ſur ſa ſurface extérieure, & on conçoit qu'elle ſe chargera de cette manière, ſi au lieu de la tenir par ſa ſurface extérieure, & de préſenter ſon crochet au conducteur qu'on électriſe, on la tient, au contraire, par ce crochet, & qu'on préſente alors la ſurface extérieure ou la panſe de la bouteille au conducteur, & nous croyons qu'il eſt inutile d'inſiſter ſur cet article.

Nous ajouterons cependant ici une expérience

aſſez curieuſe en faveur de la manière ſelon laquelle nous prétendons, d'après *Franklin*, que la bouteille de Leyde ſe charge de l'électricité. Cette expérience eſt de M. *de Parcieux*, qui ſoutient très-bien la réputation que M. ſon oncle s'étoit acquiſe parmi les Savans. Electriſez une bouteille propre à faire l'expérience de Leyde. Dès qu'elle ſera bien chargée d'électricité, enlevez le crochet de cette bouteille, ſoit avec des baguettes de cryſtal, ſoit avec un bâton de cire d'Eſpagne que vous aurez attaché à ce crochet. Cela fait, placez cette bouteille ſous le récipient de la machine pneumatique, & faites le vuide dans l'obſcurité. Dès les premiers coups de piſton, vous verrez le fluide électrique s'élancer de la bouteille ſous la forme de petits jets de lumière qui ſe replieront à leur ſortie, pour ſe jeter ſur ſa ſurface extérieure, & cet effet aura lieu ſi vous continuez à faire le vuide juſqu'à ce que la bouteille ſe ſoit déchargée, & que le fluide électrique ſe ſoit mis en équilibre ſur ſes deux ſurfaces. Le même effet ſe fera obſerver ſi au lieu d'électriſer l'intérieur de la bouteille, vous électriſez ſa ſurface extérieure. Miſe ſous le récipient, vous verrez le feu électrique ſurabondant à la ſurface extérieure s'en échapper, s'élever vers le goulot de la bouteille, ſe replier ſur lui-même pour en-

trer dans la bouteille & ſe diſtribuer à ſa ſurface intérieure.

Charger une bouteille de l'électricité naturelle d'une autre bouteille.

On conçoit, d'après la théorie que nous venons d'expoſer, qu'on peut facilement recueillir la doſe d'électricité naturelle que la ſurface extérieure de cette bouteille perd, & la raſſembler dans une ſeconde bouteille, pour en charger cette dernière, & la rendre propre à donner la commotion. Il ſuffit pour cela de ſuſpendre deux bouteilles l'une au-deſſous de l'autre, la première au conducteur, la ſeconde au crochet attaché ſous le fond de la première, & d'établir une communication par le moyen d'une chaîne pendante de deſſous le fond de la ſeconde ſur le pavé. Sans cette dernière condition, les deux bouteilles ſuſpendues demeureroient dans le même état, quoiqu'on électriſât le conducteur.

Quelqu'effort que pût faire la première pour ſe dépouiller extérieurement de ſa quantité naturelle d'électricité en faveur de la ſurface intérieure de la ſeconde avec laquelle elle communiqueroit, celle-ci ne pouvant rien perdre extérieurement, ne pourroit rien acquérir, & la première ne pouvant ſe dépouiller extérieurement par ce moyen, ſa ſurface intérieure ne recevroit rien du conducteur. Mais ſi on ſuppoſe une chaîne attachée au crochet maſtiqué ſous le fond de la

ſeconde, & pendante ſur le plancher, alors les deux bouteilles ſe chargeront, car voici ce qui arrivera.

A proportion que la ſurface intérieure de la première recevra une certaine doſe d'électricité du conducteur, ſa ſurface extérieure ſe dépouillera d'une quantité ſemblable, qui ſe portera & s'accumulera ſur la ſurface intérieure de la ſeconde, tandis que la ſurface extérieure de celle-ci abandonnera au réſervoir commun une portion de ſon électricité naturelle, par l'intermède de la chaîne. Les deux bouteilles ſeront donc alors chargées d'électricité : l'une, la première, de l'électricité qu'elle aura reçue du conducteur, & la ſeconde, de celle que lui aura fournie la ſurface extérieure de la première, & toutes les deux ſeront propres à faire éprouver la commotion.

On peut non-ſeulement recevoir & accumuler dans une ſeconde bouteille l'électricité qui s'échappe de la ſurface extérieure d'une bouteille qu'on électriſe intérieurement; mais on peut encore la recevoir & l'accumuler ſur une perſonne, & charger celle-ci d'électricité. Voici de quelle manière je procède pour faire cette expérience.

Expérience. Electriſer une perſonne de l'électricité qui s'échappe de la ſurface extérieure d'une bouteille.

Je prends d'une main une bouteille revêtue extérieurement d'une feuille de métal, & je monte ſur un iſoloir. Je préſente le crochet de

cette bouteille à l'un de mes conducteurs, tandis qu'on l'électriſe. La bouteille ſe charge intérieurement, tandis que ſa ſurface extérieure ſe dépouille en ma faveur de l'électricité qu'elle contient naturellement : mais comme je ſuis iſolé, je ne perds rien, autant qu'il eſt poſſible de le ſuppoſer, de l'électricité qui m'eſt communiquée, & je m'électriſe au point que ſi quelqu'un me préſente le doigt, je lui fournis une étincelle proportionnée à la quantité d'électricité que la ſurface extérieure de la bouteille m'a communiquée. On voit qu'il me ſeroit également facile de recevoir & d'accumuler cette doſe d'électricité ſur tout autre corps *an-électrique* quelconque qui ſeroit iſolé & qui communiqueroit avec la ſurface extérieure de cette bouteille, tandis que ſon crochet ſeroit en communication avec un conducteur qu'on électriſeroit.

De l'état dans lequel ſe trouvent les deux ſurfaces d'une bouteille chargée d'électricité.

En réfléchiſſant ſur ce qui ſe paſſe, lorſqu'on charge une bouteille d'électricité pour la rendre propre à faire éprouver la commotion, on conçoit que ſa ſurface intérieure reçoit une quantité ſurabondante d'électricité, qui s'unit à celle dont elle eſt naturellement pourvue, & conſéquemment on conçoit qu'elle eſt électriſée poſitivement ou en plus. On conçoit pareillement que ſa ſurface extérieure ſe dépouille en tout ou en partie de la quantité d'électricité qui lui eſt pro-

pre, ou qu'elle contient naturellement. Elle eſt donc électriſée négativement ou en moins, ſelon l'expreſſion de M. *Franklin*. La première contient plus, & la ſeconde moins que ſa quantité naturelle d'électricité ; & comme ce changement s'eſt fait proportionnellement, que l'une des deux ſurfaces n'a pas reçu plus d'électricité que l'autre n'en a perdu, la bouteille priſe en totalité ne contient donc pas plus d'électricité qu'elle en contenoit avant l'opération, comme nous l'avons obſervé précédemment : on a donc ſimplement inverti l'ordre ſelon lequel le fluide électrique ſe trouve naturellement répandu ou diſtribué entre les deux ſurfaces de cette bouteille.

Ces deux ſurfaces ſont donc alors dans deux états d'électricité bien différens, & c'eſt ce que M. *Franklin* confirme d'une manière auſſi ſimple qu'ingénieuſe par l'expérience ſuivante.

Expérience qui prouve l'état dans lequel ſe trouvent les deux ſurfaces d'une bouteille électriſée.

Placez, nous dit-il, une bouteille électriſée ſur de la cire. Tenez à la main une petite boule de Liége, ſuſpendue par un fil de ſoie ſèche, & approchez-la du fil d'archal, c'eſt-à-dire, du crochet de la bouteille : elle ſera d'abord attirée, mais enſuite repouſſée. Lorſqu'elle ſera dans un état de répulſion, baiſſez la, afin que la boule ſe trouve vers le ventre de la bouteille, & elle ſera promptement & fortement attirée, juſqu'à ce qu'elle ait communiqué ſon feu.

Cette expérience peut ſe modifier de différentes manières plus agréables les unes que les autres, & toutes également propres à conſtater la même vérité, à faire voir que les deux ſurfaces de la bouteille ſont dans deux états oppoſés d'électricité. Nous indiquerons quelques-unes de ces méthodes pour la ſatisfaction de nos Lecteurs.

Seconde expérience. L'araignée artificielle de *Franklin*.

Nous ſuſpendons, dit M. *Franklin*, par un fil de ſoie une araignée artificielle, faite d'un petit morceau de liége brûlé, avec des pattes de fil de lin, & leſtée d'un ou deux grains de plomb, pour lui donner plus de poids. Sur la table où elle eſt ſuſpendue, nous attachons un fil d'archal perpendiculairement & parallèlement à la hauteur du fil d'archal, ou du crochet de la bouteille, & à la diſtance de deux ou trois pouces de l'araignée. Alors nous animons cette araignée, en mettant la fiole à la même diſtance, mais de l'autre côté. Elle vole auſſi-tôt au fil d'archal de la bouteille, bande ſes pattes en le touchant; s'élance de-là & vole au fil d'archal de la table; de-là encore à celui de la bouteille, jouant avec ſes pattes alternativement contre l'un & contre l'autre, d'une manière aſſez agréable, & paroît parfaitement animée aux perſonnes qui ne ſont point inſtruites. Elle continue ce mouvement pendant une heure & plus, dans un tems ſec.

Troiſième expérience. Le carillon.

J'ai modifié cette expérience d'une manière

moins inquiétante en faveur des perſonnes qui ont une certaine horreur pour les araignées, & j'ai adapté une petite ſonnerie à ma machine, ce qui rend cette expérience aſſez agréable.

Au lieu d'un crochet ordinaire, je fais deſcendre dans une bouteille, garnie ſelon la méthode du Docteur *Bevis*, une tige de métal ſurmontée d'un petit timbre. Je poſe cette bouteille ſur une tablette de bois plus longue que large. J'établis ſur cette tablette, & à une diſtance convenable de la bouteille, un pilier de cryſtal, ſur lequel j'iſole une tige de métal pareillement ſurmontée d'un timbre parallèlement & dans le même plan que celui de la bouteille. Entre l'un & l'autre, & un peu ſur le côté, j'élève une tige de métal en forme de potence, d'où pend un fil de ſoie qui ſoutient un petit lingot de métal, diſpoſé de manière qu'il puiſſe, en allant & en revenant, frapper les deux timbres. Du pied de la tige de métal iſolée, part un petit fil de métal qui vient s'appuyer ſur la garniture extérieure de la bouteille, & établir par ce moyen une communication entre la ſurface extérieure de cette bouteille & le ſecond timbre.

Cette conſtruction donnée, on conçoit que le petit lingot de métal ſuſpendu entre les deux timbres ſe trouve entre les deux ſurfaces de la bouteille. Eſt-elle chargée d'électricité ? le timbre qui

communique avec ſa ſurface intérieure attire le lingot qui le frappe & le fait ſonner ; mais il le met auſſi tôt en répulſion , & il va frapper le ſecond timbre auquel il communique l'électricité qu'il a reçue du premier , vers lequel il eſt auſſitôt attiré pour en être repouſſé de nouveau , juſqu'à ce que toute la quantité de l'électricité ſurabondante dans l'intérieur de la bouteille ſe ſoit portée à ſon extérieur par le miniſtère du petit lingot de métal.

De même qu'on ne peut charger d'électricité l'une des ſurfaces d'une bouteille , ſi la ſurface oppoſée de cette bouteille ne peut rien perdre de ſa quantité naturelle d'électricité ; de même lorſqu'une bouteille eſt électriſée ſur une de ſes ſurfaces , on ne pourra la dépouiller de cette quantité ſurabondante d'électricité , qu'autant que ſa ſurface oppoſée pourra recevoir une ſemblable doſe d'électricité. De-là on conçoit qu'une bouteille étant électriſée intérieurement , ſi ſa ſurface extérieure eſt iſolée & ne peut rien acquérir , on pourra toucher impunément le crochet de cette bouteille , ſans la déſélectriſer. Ce principe établi , voici de quelle manière on procède pour faire l'expérience ſuivante , qui démontre manifeſtement les deux états oppoſés de la bouteille.

Quatrième expérience, qui confirme ſa même vérité.

Ayez deux bouteilles ſemblables & ſemblablement garnies : uniſſez les deux crochets de ces bou-

teilles pour les électriſer conjointement & de la même manière au conducteur de la machine que vous ferez agir. Il eſt conſtant qu'elles ſe chargeront également d'électricité ſur leurs ſurfaces intérieures. Cela fait, tenez ces deux bouteilles de chaque main, éloignées l'une de l'autre, & approchez enſuite les deux boules qui terminent leurs crochets juſqu'au point de contact, & vous n'obſerverez aucun phénomène, aucune étincelle, parce que ces deux ſurfaces étant dans le même état d'électricité, il n'y a aucune raiſon pour que l'une ſe décharge en faveur de l'autre.

Ayez deux iſoloirs de cryſtal, & poſez deſſus les deux bouteilles pour les prendre l'une & l'autre de chaque main par leurs crochets, & pour approcher enſuite les deux ventres de ces bouteilles l'un de l'autre, & vous obſerverez encore le même effet : nulle étincelle, nulle commotion, parce que ces deux ſurfaces ſont encore dans le même état d'électricité. Elles ſont toutes les deux également dépouillées de leur électricité naturelle.

Poſez enfin l'une de ces bouteilles ſur un iſoloir, pour la prendre par ſon ventre, tandis que vous tiendrez encore l'autre par ſon crochet. Approchez alors du ventre de celle-ci le crochet de l'autre ; il en partira une étincelle : vous recevrez la commotion, & les deux bouteilles ſeront dé-

chargées. Il ſe fait en effet dans cette expérience une circulation de fluide électrique, qui rétablit l'équilibre entre les quatre ſurfaces des deux bouteilles, & voici la route que ce fluide ſuit dans cette expérience.

Le fluide électrique ſurabondant ſur la ſurface intérieure de la bouteille que vous tenez par le ventre, paſſe par le moyen de ſon crochet à la ſurface extérieure de l'autre bouteille, tandis que la ſurabondance de fluide électrique que celle-ci contient ſur ſa ſurface intérieure s'échappe par ſon crochet, & traverſe votre corps en vous faiſant éprouver la commotion pour ſe jeter ſur la ſurface extérieure de celle que vous tenez par ſon ventre ou par ſa ſurface extérieure. Il ſe fait donc ici un échange de fluide électrique : celui qui réſide dans l'intérieur de chaque bouteille ſe porte à l'extérieur de l'autre, tandis que dans les commotions ordinaires, c'eſt le fluide électrique réſidant à l'intérieur de la bouteille qui ſe porte à l'extérieur, & cette expérience démontre manifeſtement les deux états oppoſés d'électricité, où ſe trouvent les deux ſurfaces d'une bouteille électriſée, & prête à donner la commotion. Ce que nous diſons d'une bouteille doit s'entendre également d'une glace ou d'un plan de glace chargé d'électricité; l'une de ſes ſurfaces contient une quantité ſurabondante d'électricité, tandis

que ſa ſurface oppoſée en contient moins que ſa quantité naturelle. Auſſi obſerve-t-on dans un plan de cette eſpèce, comme dans une bouteille, que la quantité ſurabondante de fluide électrique répandue ſur une de ſes ſurfaces, fait effort pour ſe porter à la ſurface oppoſée, & pour rappeler l'équilibre dans la diſtribution du fluide électrique entre ces deux ſurfaces.

Cinquième expérience. La roue électrique de *Franklin.*

M. *Franklin* a ſu profiter de cette propriété, de cette tendance pour conſtruire une machine on ne peut plus ingénieuſe, qu'il décrit dans ſon Ouvrage, mais dans lequel il ne donne que le génie de cette machine, & trop peu de développement pour qu'on puiſſe l'exécuter d'après cette idée. C'eſt une eſpèce de roue qui ſe meut horizontalement ſur ſon axe, & dont la révolution, accompagnée d'une multitude d'étincelles, s'exécute par l'action ſimultanée des deux eſpèces d'électricité que nous venons de conſidérer dans la bouteille de Leyde.

Feu M. le Marquis de *Courtanvaux* qui s'occupoit beaucoup des phénomènes électriques, & qui raſſembloit toutes les expériences curieuſes en ce genre, voulut faire exécuter la roue électrique de *Franklin.* Il s'adreſſa d'abord à un homme fort inſtruit de la théorie de ce célèbre Phyſicien, fort adroit & fort habitué à conſtruire lui-même des machines. Guidé d'abord par le ſimple ex-

poſé de M. *Franklin*, il ne put l'exécuter aſſez bien pour qu'elle fît une ſeule révolution. Il en chercha inutilement la cauſe pendant quelque tems, & rebuté de ne pouvoir parvenir à ſon but, il abandonna l'entrepriſe. M. le Marquis de *Courtanvaux* me conſulta alors, & je ne crus y trouver qu'un ſeul défaut. On avoit mis ſur les petits piliers de cryſtal qui entourent la roue, de petits cubes ou de petits dés de cuivre. J'imaginai que ces cubes diſſipoient trop promptement par leurs angles l'électricité qu'ils recevoient de la roue, qui eſt un plan de glace circulaire, revêtu en deſſus & en deſſous d'une feuille d'étain, & je crus remédier à cet inconvénient en faiſant ſubſtituer des cylindres de cuivre à la place de ces dés. La machine faite avec tout le ſoin poſſible, ne répondit pas mieux à notre attente, & faute d'en pouvoir trouver la raiſon, on abandonna encore la machine. La difficulté irrita les déſirs de M. de *Courtanvaux*, & à force de faire des tentatives inutiles, le haſard le ſervit très-bien, comme il en convient lui-même dans une lettre qu'il me fit l'honneur de m'écrire, & qui eſt imprimée dans le *Journal de Phyſique* pour le mois d'Avril 1774.

Il trouva qu'en approchant de la circonférence de la glace une des boules de ſon excitateur, boule qui étoit très-groſſe, cette glace avoit une

tendance

tendance à tourner. Il jugea de-là qu'en ſubſtituant de groſſes boules dans la conſtruction de ſon appareil, il parviendroit à faire marcher la roue, & le ſuccès répondit à ſon attente.

Nous n'avons inſiſté ſur cet objet & nous ne ſommes entrés dans ce détail qu'en faveur de ceux qui voudroient faire exécuter cette machine, d'après la deſcription de ſon Auteur, déſirant leur épargner une ſuite de tentatives ſouvent rebutantes & toujours déſagréables à faire. Voici donc de quelle manière il faut conſtruire cette roue.

A B (*pl.* 7, *fig.* 1) eſt un plan circulaire de glace mince bien dreſſé, de dix-ſept à dix-huit pouces de diamètre, & revêtu ſur ſes deux faces d'une feuille d'étain circulaire, qui y eſt collée juſqu'à deux pouces près de ſon bord. Sur les extrémités de deux de ſes diamètres, qui ſe coupent en angles droits, on maſtique quatre ſemi-boules creuſes & très-légères de métal, de quinze lignes de diamètre, & de façon qu'elles excèdent le bord de la glace de la moitié de leur diamètre ou environ. On en maſtique deux en deſſus & deux en deſſous, mais alternativement poſées dans ces deux ſituations. On n'eût pu les voir dans la figure ſi elles avoient été poſées convenablement, & ce n'eſt que pour qu'on pût les repréſenter toutes les quatre, qu'on a été obligé de négliger l'ordre alternatif qu'elles doivent ob-

ſerver dans leur poſition en deſſus & en deſſous. A l'aide d'une petite bande d'étain, on établit une communication de chacune de ces boules à la garniture métallique dont la glace eſt couverte. L'axe C D de cette glace eſt fait de deux tiges de métal qui l'embraſſent en deſſus & en deſſous par deux eſpèces de calottes de métal très-minces, très-légères, & qu'on y attache avec du maſtic, ayant ſoin que la glace ſoit bien centrée, & qu'elle tourne très-rondement. Pointue & taillée en forme de pivot, l'extrémité C de cet axe roule ſur un coq fait d'une matière très-dure, & l'extrémité de la portion D du même axe tourne dans le trou d'une boule de cuivre T, fixée au milieu d'une tige de métal S S, qui ſert de traverſe au chaſſis de la machine, dont les montans R R ſont faits de deux piliers de cryſtal d'un pied ou environ de hauteur. La traverſe S S ſe termine par deux anneaux qui embraſſent deux tenons taraudés qui ſurmontent deux boules de cuivre creuſes, maſtiquées au haut des piliers R R. Le tout eſt fixé & arrêté par deux autres boules V V, qui font fonction d'écroux & qui retiennent les parties du chaſſis & la glace ſur la tablette X X.

On remarque autour & à très-peu de diſtance de la glace, douze piliers de cryſtal *a*, *a*, *a*, *a*, &c. ſurmontés de douze boules de cuivre *b*, *b*,

b, *b*, &c. de quinze lignes de diamètre & disposées autour de cette glace, de façon que le plan de celle-ci étant prolongé, il les couperoit en deux parties égales. La distance de ces boules à la glace doit être variable, suivant que les circonstances du tems sont plus ou moins favorables aux effets de l'électricité. C'est pour cela que les piliers sont montés dans des boîtes de cuivre à queues, qui s'avancent ou se reculent à volonté dans des coulisses ménagées circulairement sur le plateau X X.

A quelque distance du centre de ce plateau, on voit une pointe de métal *y* très-aiguë qui s'éleve jusqu'à une ligne ou environ du plan inférieur de la glace, & qui est destinée à dépouiller cette surface de son électricité naturelle pour la transporter dans le réservoir commun par l'intermède d'une chaîne attachée au pied de cette pointe, & qu'on laisse pendre par terre.

La construction de cette machine étant connue, on conçoit facilement, d'après la théorie que nous avons exposée précédemment, l'effet qu'elle doit produire.

On établit une communication métallique entre la traverse S S & le conducteur de la machine électrique, & on transmet, par ce moyen, la vertu électrique à la surface supérieure de la glace A B. A proportion qu'elle se charge d'électricité,

ſa ſurface inférieure & oppoſée ſe dépouille par la pointe *y*, & l'atmoſphère électrique de cette glace s'étend de plus en plus au-delà de ſa circonférence. Si on a ſu diſpoſer les boules qui ſurmontent les piliers de cryſtal à une diſtance convenable pour qu'elles ſe trouvent plongées dans cette atmoſphère, deux de ces boules attireront les deux boules creuſes qui excèdent la ſurface ſupérieure de la glace, & qui ſont électriſées poſitivement; & lorſqu'elles ſeront arrivées à une diſtance convenable, on en verra partir deux étincelles qui ſe porteront ſur les deux boules attirantes, leſquelles ſeront alors électriſées poſitivement. Elles repouſſeront donc alors celles qui les auront électriſées, & elles attireront les deux boules ſuivantes, qui communiquent avec la ſurface inférieure de la même glace A B, leſquelles étant dans un état négatif d'électricité, en ſeront plus propres à céder à cette attraction. Il ſe paſſera la même choſe & ſucceſſivement par rapport aux autres piliers. On verra donc la glace tourner ſur elle-même, accélérer ſon mouvement, & lancer dans ſa révolution une multitude d'étincelles dont le ſpectacle eſt on ne peut plus agréable.

Inductions tirées de la théorie précédente.

L'état oppoſé d'électricité dans lequel ſe trouvent les deux ſurfaces d'une bouteille de Leyde prête à donner la commotion, nous indique naturellement & d'une manière non équivoque ce

qui ſe paſſe dans cette expérience. On voit manifeſtement ici que le fluide électrique, dont l'une des deux ſurfaces eſt ſurabondamment chargée, fait effort pour ſe porter, & ſe porte avec une rapidité extrême à la ſurface oppoſée, alors dépouillée entièrement ou en partie de ſa quantité naturelle d'électricité, en paſſant par le cercle de communication qu'on établit entre ces deux ſurfaces. De-là, comme nous l'avons obſervé précédemment, la néceſſité indiſpenſable de toucher en même-tems les deux ſurfaces de la bouteille pour que la commotion ait lieu. De-là, lorſque la bouteille n'eſt point garnie extérieurement d'une enveloppe métallique, les différences qu'on remarque dans l'énergie de la commotion, à proportion qu'on touche la ſurface extérieure de la bouteille par un plus grand ou par un moindre nombre de points. De-là, en un mot, l'explication facile de tous les phénomènes que nous avons expoſés dans l'article précédent.

On voit donc manifeſtement ici que dans l'expérience de Leyde, l'électricité ſurabondante ſur l'une des deux ſurfaces de la bouteille paſſe à l'autre ſurface; & s'il reſtoit encore quelque doute à ce ſujet, l'expérience indiquée par le Docteur *Franklin* eſt bien propre à emporter la conviction avec elle.

Expérience qui démontre la route que ſuit la matière électrique dans la décharge d'une bouteille de Leyde.

Iſolez, nous dit-il, ſur un verre à boire ou ſur un ſupport de verre A (*pl.* 7, *fig.* 2), un livre dont la couverture ſoit bordée d'un filet, ou encore mieux d'une dentelle d'or. Placez ſur un des angles de ce livre une bouteille C chargée d'électricité, & établiſſez ſur l'angle oppoſé un fil de fer courbé *m*, & terminé par un anneau ou une petite boule, de façon que celle-ci ſoit éloignée à une certaine diſtance de la boule *a*, qui ſurmonte la tige conductrice qui plonge dans la bouteille C. Que le fil de fer *m* ſoit ſuffiſamment flexible, pour qu'à l'aide d'un manche de cryſtal ou d'un bâton de cire d'Eſpagne *b*, on puiſſe approcher ſa boule de la boule *a* : au moment où ces deux boules ſe toucheront, l'exploſion aura lieu, & on verra la matière électrique qui s'échappera de l'intérieur de la bouteille, illuminer dans ſon trajet le filet ou la dentelle d'or du livre, pour arriver à la ſurface extérieure de la bouteille. On peut très bien répéter cette expérience avec un excitateur ordinaire, & il n'eſt pas néceſſaire qu'il ſoit tenu par un manche de cryſtal, ou par un bâton de cire d'Eſpagne. Je me ſers ſimplement de deux fils de métal A B (*pl.* 7, *fig.* 3), courbés en forme de C, terminés par deux boules de même matière, & unis enſemble par une charnière *a*. Je tiens chaque fil d'une main, & profitant du mou-

vement de la charnière qui les unit, j'en porte un ſur l'extrémité du livre, & l'autre à la boule *a*. Les mains, n'étant point dans la chaîne de communication entre les deux ſurfaces de la bouteille, ne ſont point expoſées à éprouver l'effet du fluide électrique qui paſſe dans la longueur des deux fils A & B.

Je fais encore cette expérience d'une manière plus ſimple & moins embarraſſante.

Seconde expérience qui démontre la même choſe.

Je ſuſpends une bouteille garnie à l'un de mes conducteurs. J'attache au crochet qui eſt maſtiqué ſous le fond de cette bouteille une chaîne qui ſe termine par une tige de métal contournée en forme de C, & terminée par une boule de même matière que je tiens à la main : lorſque ma bouteille eſt chargée d'électricité, j'approche la boule de l'excitateur que je tiens à la main, du crochet de la bouteille. Elle ſe décharge, & l'électricité qui reflue de l'intérieur de la bouteille, pour ſe porter à ſa ſurface extétieute, illumine en paſſant toute la chaîne.

Si on vouloit voir cette illumination à une plus grande diſtance de la bouteille, voici un moyen très-ſimple de ſe ſatisfaire. Suppoſons un cercle compoſé de pluſieurs perſonnes qui ſe tiennent par la main, pour éprouver la commotion ; ſéparez ce cercle en deux parties vers ſon

milieu, & joignez ces deux parties ſéparées par une chaîne tendue entre deux perſonnes (il faut pour que ces ſortes d'expériences ſoient plus belles, les étincelles plus vives, employer de ces chaînes de fer dont on ſe ſert pour les tourne-broches). L'expérience ſe faiſant comme les précédentes dans l'obſcurité, vous remarquerez que la chaîne étincellera de lumière au moment de la commotion, à quelque diſtance qu'elle ſe trouve de la bouteille, c'eſt-à-dire, quelque grand que ſoit le nombre des perſonnes qui concourent à former le cercle.

On peut procéder de différentes manières encore, toutes également propres à conſtater le paſſage du feu électrique de la ſurface intérieure à l'extérieure de la bouteille. Je me ſervois anciennement & aſſez avantageuſement de deux œufs, que je renfermois chacun dans une pince à jour, tels qu'ils ſont repréſentés (*pl. 7, fig. 4*). Deux perſonnes, compoſant la chaîne, prenoient chacune une des queues de chaque pince, & approchant le bout de chaque œuf au point de les faire toucher, elles tenoient les mains élevées en l'air, pour que tous les ſpectateurs puſſent voir diſtinctement ce qui ſe paſſe dans cette expérience. Au moment de l'exploſion de la bouteille, on voyoit les deux œufs illuminés inté-

rieurement ; mais cette expérience devient quelquefois déſagréable par la rupture des œufs, & je m'en ſuis tenu à la précédente.

Il paroît donc manifeſte, par ces dernières expériences, que le feu qui s'échappe, dans l'expérience de Leyde, de la ſurface intérieure de la bouteille, ſe porte à ſa ſurface extérieure, puiſqu'on le voit étinceler & briller dans l'eſpace qui ſépare ces deux ſurfaces : mais y paſſe-t-il entièrement & ne s'en diſſipe-t-il aucune partie dans le trajet ? c'eſt ce qu'on peut facilement confirmer par l'expérience ſuivante.

Expérience qui prouve que toute la doſe d'électricité que fournit l'intérieur de la bouteille paſſe à l'extérieur.

On ſait qu'une perſonne bien iſolée, & qui tire une étincelle d'un conducteur chargé d'électricité, reçoit par ce moyen une quantité ſurabondante d'électricité ; que ce fluide s'accumule, & forme autour de cette perſonne une atmoſphère électrique, & que cette atmoſphère ſubſiſte juſqu'à ce qu'un corps étranger & *an-électrique* l'ait enlevée, ou qu'elle ſe ſoit inſenſiblement diſſipée dans l'air ambiant. On ſait également que lorſque l'air eſt très-ſec & très-favorable aux expériences électriques, cette atmoſphère peut ſubſiſter plus d'un quart-d'heure. De-là on conçoit que ſi une perſonne bien iſolée, & dans un tems favorable, tient à la main une bouteille de Leyde bien chargée d'électricité, & qu'elle excite cette bouteille à ſe décharger, elle recevra une forte

commotion ; & ſi toute la charge d'électricité qui la pénètre ne ſe rend point à la ſurface extérieure de la bouteille, cette perſonne en demeurera électriſée. Or, l'obſervation confirme que ſi au moment où cette perſonne vient de faire l'expérience, on approche le doigt de quelque partie de ſon corps que ce ſoit, on n'éprouvera aucun ſentiment d'électricité. La doſe paſſe donc entièrement à la ſurface extérieure de la bouteille, afin de rétablir & de rappeler l'équilibre dans la diſtribution de ce fluide entre les deux ſurfaces.

Nous avons ſuppoſé juſqu'à préſent que toute la charge d'électricité dont une bouteille eſt pourvue, pour faire l'expérience de Leyde, ſe trouve diſtribuée & appliquée à la ſurface intérieure de cette bouteille. Or, il ne ſera pas hors de propos de le confirmer par expérience, & de faire voir que le corps étranger qu'on introduit dans une bouteille ne fait ici que fonction de conducteur pour tranſporter effectivement la matière électrique à la ſurface intérieure de la bouteille, & non pour recevoir & contenir le fluide électrique dont on la charge, comme quelques-uns l'avoient imaginé anciennement. Cette vérité ſe démontre manifeſtement par une expérience on ne peut plus ingénieuſe, imaginée par le Docteur *Franklin*, & qu'il nomme à juſte titre *l'analyſe de la bouteille.*

On prend à cet effet deux bouteilles ſemblables, mais non garnies, & je me ſers de menu plomb pour tranſmettre le fluide électrique, afin d'éviter l'inconvénient que l'eau pourroit apporter ſi on ſuivoit exactement le procédé indiqué par M. *Franklin*. L'humidité ſe portant au col de la bouteille pourroit nuire au ſuccès de l'expérience, comme je l'ai remarqué pluſieurs fois.

Analyſe de la bouteille de Leyde.

Je prends donc pour la faire une bouteille remplie à moitié de menu plomb, & dans laquelle j'introduis un fil de métal qui traverſe un bouchon de liége, dont je bouche, mais ſans effort, la bouteille. Ainſi préparée, je la tiens à la main, & approchant ſon crochet du conducteur, je la charge plus ou moins d'électricité. Lorſqu'elle eſt ſuffiſamment chargée, je la poſe ſur un ſupport de verre, pour pouvoir manier & enlever ſon crochet ſans la déſélectriſer. Je l'enlève, & je ne m'apperçois aucunement de l'électricité qu'elle contient. Cela fait, je ſaiſis cette bouteille extérieurement, & la tiens dans ma main, & après avoir poſé ſur le même ſupport de verre une ſeconde bouteille ſemblable, mais vuide, & y avoir introduit un entonnoir de verre, je verſe dans celui-ci tout le menu plomb que contient la bouteille électriſée. Celle-ci demeure alors vuide, & je la mets de côté.

Si le menu plomb renfermé dans la première

bouteille s'eſt chargé de l'électricité que je lui ai communiquée, je dois l'en trouver chargé dans la ſeconde, puiſqu'il n'a été touché par aucun corps capable de le dépouiller de ce fluide, l'ayant fait paſſer à travers un entonnoir de verre qui eſt *idio-électrique*. Je mets donc à cette ſeconde bouteille, encore iſolée, le bouchon & le crochet de la première; puis la prenant d'une main, je porte l'autre main contre ſon crochet, & je n'éprouve aucune commotion, je ne tire pas même une ſeule étincelle de ce crochet: d'où je conclus que ni le crochet, ni le plomb de la première bouteille ne s'étoient chargés d'électricité.

Je prends alors la première bouteille, celle qui reſte vuide, & que j'ai électriſée d'abord; je la remets ſur l'iſoloir; & après y avoir adapté un entonnoir de verre, je fais paſſer dedans du menu plomb qui n'a point été électriſé. Lorſqu'elle en eſt remplie à moitié, j'enlève l'entonnoir, & je mets à ſa place le bouchon & le crochet, dont elle avoit été d'abord garnie. Je prends cette bouteille d'une main, & portant l'autre vers ſon crochet, j'en reçois une commotion proportionnée à la quantité d'électricité que j'y avois introduite. Il paroît donc manifeſtement ici que la quantité ſurabondante d'électricité qu'on communique à une bouteille pour la rendre propre à faire éprouver la commotion, s'applique, ſi on peut s'exprimer

ainſi, à ſa ſurface intérieure, & que les corps étrangers qu'on introduit dans cette bouteille ne font ici que l'office de conducteurs pour tranſporter à cette ſurface l'électricité qu'on lui communique.

On connoît actuellement tout le méchaniſme de l'expérience de Leyde, & on voit manifeſtement que la commotion qu'on éprouve ne dépend que de la rapidité avec laquelle une doſe plus ou moins abondante d'électricité circule à travers notre corps, pour arriver à la ſurface extérieure de la bouteille, & en général á la ſurface oppoſée dans la bouteille ou dans le carreau de verre, à celle qui eſt ſurchargée d'électricité, afin que l'équilibre ſe trouve rétabli dans la diſtribution de ce fluide ſur les deux ſurfaces de la bouteille ou du carreau de verre. Mais nous ajouterons ici que ſi le verre ou les ſubſtances vitrifiées quelconques ne peuvent ſe charger d'une quantité excédente d'électricité ſur l'une de leurs ſurfaces, qu'autant que la ſurface oppoſée ſe dépouille de ſa quantité naturelle d'électricité, & devient par-là électriſée négativement ; cette dernière prérogative n'appartient point, par excluſion, au verre ou aux ſubſtances vitrifiées. Il n'eſt aucun corps, parmi ceux que nous avons déſignés ſous le nom d'*anélectriques*, qui ne puiſſe être électriſé négative-

ment auſſi facilement qu'on peut l'électriſer poſitivement.

Cette découverte dûe, comme nous l'avons indiqué au commencement de cet Ouvrage, aux recherches d'un célèbre Profeſſeur de Vienne en Autriche, eſt on ne peut plus facile à vérifier. Toute la difficulté gît, comme nous l'apprenons par une lettre de l'Abbé *Hemmer*, à iſoler parfaitement le corps que nous appellons *an-électrique*, pour qu'il ne puiſſe reprendre la doſe d'électricité naturelle qu'il perd en cette occaſion. Voici de quelle manière M. *Herbert* s'explique à ce ſujet dans un Ouvrage latin imprimé en 1778, ſous le titre : *Theoria Phænomenorum Electricorum*. Nous copions ſes propres paroles. *Accepi cylindrum cavum ex laminâ metallicâ : hunc manubrio vitreo inſtruxi, atque unâ manu hoc manubrium, alterâ pellem cari ciprii tenens, alternis inter fortiter oppreſſam pellem ductibus attriri, & electricum eſſe tàm ex emiſſis ſcintillis quàm globuli attractione expertus ſum.* Cette manière néanmoins de procéder n'eſt pas toujours ſatisfaiſante, comme le remarque l'Abbé *Hemmer*. Je me ſuis fait faire, dit-il, un cylindre creux de laiton mince, d'un pied de longueur, & de deux pouces de diamètre, bien poli & bien arrondi par-tout. J'ai attaché & affermi à l'une de ſes extrémités un manche de

verre verd (car il avoit éprouvé dans une expérience qu'il rapporte auparavant, que le verre blanc dont il avoit voulu ſe ſervir n'étoit point ſuffiſamment iſolant). J'ai donc, dit-il, attaché à ce cylindre de cuivre un manche de verre verd; & au lieu de tenir la peau de chat dans une main, & de frotter fortement deſſus le cylindre de métal que je tenois dans l'autre main (ce que je faiſois toujours ſans ſuccès), j'ai mis cette peau ſur la table, & j'ai frotté le cylindre deſſus. L'électricité négative qu'il acquéroit étoit très-vigoureuſe, & les étincelles qui s'y portoient en approchant le doigt ou tout autre corps, étoient ſi fortes, qu'elles s'entendoient à une très-grande diſtance. Voilà donc un métal, un corps que nous regardions auparavant comme incapable de contracter la vertu électrique par voie de frottement, qui s'électriſe très-bien de cette manière, mais qui s'électriſe négativement; ce qui nous fournit un nouveau moyen de produire une électricité négative, qui peut devenir très-intéreſſante par les applications qu'on pourra en faire dans la ſuite. Cette manière même d'électriſer certains corps étant perfectionnée autant qu'elle me paroît ſuſceptible de l'être, ouvre une nouvelle carrière à ſuivre, de nouvelles recherches à faire; & il eſt à préſumer que les Phyſiciens électriſans ne négligeront point un objet qui peut devenir de la plus grande importance entre les

mains d'un homme inſtruit qui ſaura en tirer parti.

Ce nouveau mode d'électricité excitée par frottement dans des corps qui ne donnoient aucun ſigne de cette vertu, & qu'on regardoit auparavant comme inélectriſable par cette voie, ne contrarie en rien les idées reçues ſur cet objet, comme nous l'avons obſervé précédemment. Les corps que nous avons appellés *an-électriques*, le ſont encore malgré cela, relativement à ceux que nous appellons *idio-électriques*, & qui acquièrent une électricité poſitive par le moyen du frottement; mais il ſera ſans doute plus exact par la ſuite de changer ces dénominations, & de faire une nouvelle diviſion de ces ſortes de corps.

Veut-on une nouvelle manière d'enlever à un corps *an-électrique* une portion de ſon électricité naturelle, ou de l'électriſer négativement? la voici dans le procédé ſuivant. Suppoſons qu'il s'agiſſe d'une perſonne.

Expérience. Electriſer négativement un corps an-électrique.

Je fais monter cette perſonne ſur un iſoloir, & je lui fais tenir à la main une bouteille de Leyde chargée d'électricité, & diſpoſée à faire éprouver la commotion. Tant que les choſes reſteront dans cet état, la perſonne ne changera rien au ſien; elle ne ſera électriſée ni poſitivement, ni négativement, ce dont on pourra s'aſſurer en la touchant par différens endroits: mais

ſi une perſonne non-iſolée vient à toucher du doigt le crochet de la bouteille, elle en tirera une étincelle, non commouvante à la vérité. Cette étincelle enlevera à la ſurface intérieure de cette bouteille une portion de ſon électricité ſurabondante. Or, nous avons établi précédemment, qu'une bouteille chargée d'électricité ſur l'une de ſes ſurfaces ne pouvoit rien perdre de cette quantité ſurabondante d'électricité, qu'autant que ſa ſurface oppoſée pouvoit acquérir une doſe ſemblable d'électricité, & nous en avons donné la preuve lorſque nous avons enlevé le crochet d'une bouteille électriſée & iſolée, ſans trouver à ce crochet aucun indice d'électricité. De-là on doit conclure que dans l'expérience dont il eſt ici queſtion, on ne tire l'étincelle du crochet qu'autant que la ſurface extérieure de cette bouteille reçoit une doſe ſemblable de fluide électrique. Mais d'où peut lui venir ce fluide, puiſqu'il n'y a ici aucune communication entre les deux ſurfaces de la bouteille? Il lui vient de la perſonne même qui la tient en ſa main, & il eſt pris aux dépens de celui qui réſide naturellement dans cette perſonne. En veut-on la preuve? la voici. Cette perſonne eſt iſolée, & conſéquemment ne peut rien acquérir du réſervoir commun. Elle ne peut donc reprendre dans celui-ci, ni dans tout autre corps environnant, qu'on doit écarter avec

ſoin, la portion d'électricité qu'elle fournit à la ſurface extérieure de la bouteille. Il doit donc ſe trouver en elle un déchet réel de fluide électrique. Elle doit alors en contenir moins que ſa quantité naturelle, & conſéquemment être électriſée negativement. Auſſi remarque-t-on que ſi une autre perſonne non-iſolée, & qui contient ſa quantité naturelle d'électricité, lui préſente le doigt, elle lui fournira une étincelle proportionnée à la doſe d'électricité qui lui manque; & ſi cette dernière étoit également iſolée, elle ſe trouveroit par ce moyen électriſée négativement, ce qu'on pourroit démontrer de la même manière. D'où il ſuit, qu'il n'eſt aucun corps qu'on ne puiſſe électriſer négativement, ou auquel on ne puiſſe enlever une portion de ſa quantité naturelle d'électricité.

Difficulté contre le phénomène précédent.

Quoique cette expérience ne puiſſe ſouffrir aucune difficulté réelle, après avoir établi auſſi ſolidement que nous l'avons fait la théorie de la bouteille de Leyde, dont elle ſuit manifeſtement; on m'en propoſa une, il y a quelques années, que je rappellerai volontiers ici. La ſolution ſera d'autant plus agréable, que c'eſt une application d'un principe dont on ne peut trop faire uſage. On me demanda donc ſi l'étincelle qui ſe manifeſtoit ici entre la perſonne iſolée & celle qui ne l'étoit point, partoit véritablement de cette dernière, pour rendre à la perſonne iſolée ce

qu'on ſuppoſoit qu'elle avoit perdu de ſa quantité propre de fluide électrique, en faveur de la ſurface extérieure de la bouteille.

Solution de cette difficulté.

J'avoue que quelque précaution qu'on prenne, quelqu'attention qu'on apporte à s'aſſurer de ce fait, il n'eſt point poſſible, même dans l'obſcurité la plus parfaite, de diſtinguer de laquelle des deux part l'étincelle qui brille en cette occaſion. Il falloit donc trouver un moyen pour s'aſſurer de ce fait, & ce moyen étoit facile. Qu'on ſe rappelle une obſervation que nous avons faite précédemment; qu'un corps pointu qui fait partie d'un conducteur électriſé & qui laiſſe échapper une portion de l'électricité qu'on lui communique, la laiſſe conſtamment échapper ſous la forme d'une aigrette, tandis qu'elle ne ſe manifeſteroit à cette pointe que ſous la forme d'un point lumineux ſi elle abordoit à ce corps.

S'il eſt donc vrai que ce ſoit la perſonne non iſolée, qui fournit ici l'étincelle qui éclate en cette circonſtance, & qui rend à celle qui eſt iſolée ce qu'elle a perdu de ſa quantité propre d'électricité; aulieu de lui faire cette reſtitution par un corps ſuſceptible de fournir une étincelle, mettons entre les mains de la première un corps pointu, & on verra au moment de l'expérience, qui doit ſe faire dans la plus grande obſcurité,

on verra, dis-je, une aigrette qui partira de cette pointe, pour ſe porter à la perſonne iſolée. La reſtitution ſe fera donc auſſi ſenſiblement, & on ſera perſuadé qu'elle ſe fait aux dépens de celle qui n'eſt point iſolée, laquelle reprend alors dans le réſervoir commun, avec lequel elle communique ce qu'elle donne à l'autre.

Cette dernière eſt donc dans un état négatif d'électricité. Elle perd donc véritablement une portion de ſa quantité propre & naturelle d'électricité. Mais il faut convenir que cette manière de dépouiller une perſonne de ſon fluide électrique, de lui enlever une portion de la doſe d'électricité qui lui appartient naturellement, eſt un moyen bien peu efficace & qui ne pourroit point ſuffire dans une circonſtance où l'on auroit intérêt d'épuiſer davantage cette perſonne.

Dans ce cas, il faudroit avoir recours à un autre moyen, & on pourroit employer favorablement à cet effet la machine repréſentée (*pl.* 5, *fig.* 3), dont nous avons donné la deſcription. Il ne s'agiroit que d'iſoler parfaitement & avec la machine celui qui la feroit agir, & de tirer de tems à autres des étincelles du conducteur, autant qu'il pourroit en fournir. Comme la glace ne chargeroit ce conducteur qu'aux dépens de l'électricité que lui fourniroit la perſonne qui la

feroit tourner, celle-ci ſe dépouilleroit abondamment de ſon électricité naturelle & s'électriſeroit négativement.

Machine électrique négative, imaginée par M. *Walckiers*.

Un ſecond moyen non moins efficace pour obtenir cet effet, & qui le produit d'une manière plus intéreſſante, en ce qu'il dépend de la nature même du corps électriſé, & qu'il ouvre une nouvelle voie à des recherches très-importantes à faire, c'eſt un appareil imaginé depuis peu par un amateur qui ſe livre depuis long-tems à l'étude des phénomènes électriques & auquel cette partie de la phyſique doit une multitude d'expériences plus curieuſes les unes que les autres. L'idée de cet appareil eſt dûe à une petite machine de poche imaginée par le Docteur *Ingen-Houſz*; machine très-ingénieuſe que nous ferons connoître à la fin de cet Ouvrage, mais qui n'eſt point diſpoſée comme celle de M. *de Walckiers* de manière à produire l'effet dont il eſt ici queſtion.

En conſtruiſant cette nouvelle machine, qui n'a point la fragilité de celles dont nous nous ſervons habituellement, & qui a ſur elle l'avantage de produire des effets plus conſtans, ſon Auteur avoit pour but d'imiter la nature, d'une manière plus rapprochée qu'on ne l'a fait juſqu'à préſent dans la formation du tonnerre, & il lui étoit facile d'y parvenir, en donnant de très-

grandes dimenſions à ſa machine, plus ſuſceptible que celle à plateau de ces degrés d'accroiſſement, laquelle ne peut les acquérir que juſqu'à un certain point, & à grands frais.

Celle que M. *de Walckiers* fit conſtruire à Paris, en 1784, fit l'admiration des Phyſiciens par les grands effets qu'elle produiſoit, & il étoit poſſible de porter encore plus loin cet avantage, en augmentant les dimenſions de cette machine; mais il faut obſerver que des appareils de cette eſpèce, exigent des emplacemens que tout le monde n'eſt point en état de leur procurer. Ce fut ce qui détermina M. *Rouland*, Profeſſeur de Phyſique Expérimentale en l'univerſité de Paris, dont l'éloge ſeroit ſuſpect dans ma bouche, quoiqu'il ſoit honorablement connu, & par ſes Ouvrages, & par ſes talens particuliers dans l'art de faire des expériences & de les démontrer, à réduire cette machine à de plus petites dimenſions, & à y faire des changemens aſſez notables, qui la rendent plus convenable aux expériences, moins embarraſſante, & moins diſpendieuſe.

Il en fit conſtruire deux, ſous des dimenſions différentes. La plus grande, celle dont il ſe ſert depuis ce tems dans ſes cours, quoique moins que ſous double en dimentions de celle de M. de *Walckiers*, fournit des étincelles à la diſtance

de onze à douze pouces, & ces étincelles ſe préſentent ſous la forme d'un cylindre de feu. Elles ſont en même-tems plus nombreuſes, plus multipliées que celles qu'on tiroit de la grande machine qui lui ſervoit de modele, dont les étincelles s'échappoient en ſerpentant & à la diſtance de quinze à dix-huit pouces ſeulement. Il en fit conſtruire une autre plus petite encore, plus ſimple & conſéquemment moins diſpendieuſe, dont les effets ſont ſuffiſamment énergiques, pour ſatisfaire le plus grand nombre des amateurs. Elle équivaut en force, ſi elle ne ſurpaſſe pas, les machines à plateau de dix-huit pouces de diamètre. C'eſt celle-ci que nous allons décrire.

Deſcription de cette machine, réduite par M. *Rouland.*

A B (*pl.* 10), eſt une tablette en bois de noyer, de trente-ſix pouces de longueur, ſur ſeize de largeur & un pouce d'épaiſſeur, ſur laquelle ſont arrêtées par des vis *a*, *b*, *c*, *d*, deux traverſes appartenantes aux montans C, D, E, F, paralleles entre eux, pris deux à deux.

Ceux-ci ont quinze pouces de hauteur, quatre de baſe, & neuf lignes d'épaiſſeur. Ils ſont entaillés à leur partie ſupérieure, pour recevoir les axes des deux cylindres G, H.

Ces cylindres ſont faits de bois léger; ils doivent être très-arrondis, ainſi que leurs axes faits de bois dur. Le buis & le gayac ſont préférables

pour cela. L'axe I, plus long que les autres, eſt armé d'une manivelle en cuivre, dont le bras à environ cinq pouces de longueur. Elle y eſt retenue par le moyen d'un écrou, comme dans les machines à plateau. Une languette, ou une couliſſe *f*, ajuſtée à chaque montant & qui deſcend dans leur échancrure, fait fonction des couſſins d'un tour en l'air, & retient en place les axes des deux cylindres.

Ceux-ci ſont recouverts d'une peau de chamois paſſée & collée deſſus avec de la colle forte. Une étoffe de ſoie ou de laine un peu plucheuſe, ſeroit peut-être préférable.

K L eſt un taffetas ſans fin, enduit de matières huileuſes & réſineuſes, de même eſpèce que ceux qu'on emploie pour la conſtruction des globes aéroſtatiques. Il s'enveloppe ſur les deux cylindres, ayant un pouce de moins en largeur que la longueur de ces cylindres.

Il eſt embraſſé dans toute ſa largeur en M & en N, par deux lames de fer blanc couvertes de toile & garnies de bandes de peau de chat du côté du taffetas. Ces eſpèces de frottoirs, appliqués deux à deux en-deſſus & en deſſous du taffetas, ſont liés à leurs extrémités par des ganſes plattes de ſoie couſues à la toile qui recouvre les lames de métal, & de plus, arrêtés par d'autres

ganſes à la tête des quatre montans. *v v* ſont deux chaînes en cuivre accrochées aux frottoirs & pendantes par terre.

o p, & *q r*, ſont quatre bandes de taffetas préparé comme le précédent. Ces bandes ſont attachées ſelon leur longueur aux frottoirs, & outre cela entre elles par leurs angles correſpondans, à l'aide de ganſes de ſoie couſues ſur leur largeur.

Le conducteur ſe voit en S. C'eſt un cylindre de cuivre de deux pouces de diamètre, de vingt-deux pouces de longueur, compris les boules de même matière qui le terminent, dont l'une eſt ſurmontée d'un anneau *t*, pour faire communiquer ce conducteur avec tel autre conducteur qu'on peut adapter à cet appareil.

Ce cylindre porte ſur une partie de ſa longueur en-deſſus & en-deſſous deux lames de cuivre *y*, *y*, dont la longueur eſt égale & correſpondante à la largeur du taffetas ſans fin. Elles n'en ſont éloignées que d'un demi-pouce ou environ, & elles remplacent avec avantage les pointes dont M. de *Walckiers* avoit hériſſé ſon conducteur. Celles-ci s'engageoient ſouvent dans le taffetas, & conſéquemment le déchiroient.

Ce conducteur eſt embraſſé à ſes extrémités par des cordons de ſoie, attachés au quatre montans de la machine, par des crochets & des anneaux *i*,

i, *i*, *i*; il eſt ſuſpendu parallèlement aux cylindres G, H, & à égale diſtance de l'un & de l'autre, ainſi que des deux parties K, L du taffetas.

Il faut encore obſerver que le ceintre des montans eſt creuſé en forme de gouttière, ainſi que les languettes *f*, qui en font partie, afin que les cordons de ſoie, tendus par le poids du conducteur, retiennent ces languettes en ſituation, lorſque les axes des cylindres mus inégalement tendent à les ſoulever.

Le taffetas qui fait la partie eſſentielle de l'appareil que nous venons de décrire, eſt du nombre des ſubſtances qui contractent beaucoup d'électricité par le frottement. La peau de chat dont les lames de métal M, N, ſont recouvertes du côté du taffetas, jouit de la même propriété. Cela poſé, & l'enſemble de l'appareil bien compris, on conçoit que ſi l'on fait mouvoir rapidement ſur ſon axe le cylindre H, ſon congenère G ſe mouvra pareillement ſur le ſien, en ſuppoſant que le taffetas K L ſoit convenablement tendu ſur eux. D'ailleurs cette tenſion eſt très-facile à ménager. Elle dépend de l'écartement plus ou moins grand des traverſes qui ſervent de baſe aux deux chaſſis qui portent les cylindres.

Le degré ſuffiſant de tenſion étant donc donné, la rotation des cylindres entraînera celle

du taffetas, & il ſera en même-tems frotté en M & en N. Ce frottement l'obligera à ſe deſſaiſir de ſa propre électricité en faveur des lames de métal M & N qui la tranſporteront dans le réſervoir commun par le moyen des chaînes *v*, *v*. Les taffetas *o p*, & *q r*, empêcheront que l'atmoſphère ou les corps ambians ne lui rendent cette portion d'électricité qu'il perdra. Cette fonction ſera donc réſervée au conducteur S.

Celui-ci ſe dépouillera donc du fluide électrique qu'il contient naturellement; on s'en appercevra manifeſtement, ſi on opère dans une obſcurité aſſez parfaite; car on verra alors cette matière s'échapper des lames de métal dont il ſera armé, & elle s'en échappera ſous la forme de rayons lumineux divergens du côté du taffetas. Preuves que cette machine opére négativement.

Si on veut obſerver ce phénomène d'une manière plus ſatisfaiſante encore, il ſuffira de préſenter les doigts à quelques pouces de diſtance au-deſſus de la bande de taffetas L, du côté de la manivelle, entre *q*, *r* & le conducteur S. On verra alors l'électricité s'échapper abondamment des doigts, ſous la forme de caſcades lumineuſes, qui ſe répandront avec pétillement ſur les parties correſpondantes du taffetas; ce qui prouve que le taffetas s'épuiſe d'électricité dans l'opération, & en reçoit des corps ambians propres à réparer ſes pertes.

Le conducteur ne s'épuiſe pas moins à ſon profit, & on en aura la preuve par les expériences ſuivantes, toutes fondées ſur des principes inconteſtables que nous avons précédemment développés.

Si on approche en effet un corps étranger du conducteur & que ſa diſtance ſoit convenable, il en partira une étincelle qui ſe portera au conducteur. On prouvera facilement que cette étincelle part du corps étranger & non du conducteur, comme il arrive dans les appareils ordinaires, ſi le corps qu'on lui préſente eſt terminé en pointe un peu mouſſe; car on verra alors une aigrette lumineuſe s'échapper de ce corps, & ſe porter par ſa baſe rayonnante de lumière vers le conducteur. On verra une nouvelle preuve de cette vérité, ſi on monte une ſemblable pointe, à la place de l'anneau *t*; au lieu d'une aigrette qui s'échapperoit de cette pointe, ſi elle étoit établie ſur le conducteur d'une machine ordinaire, on n'obſervera ici qu'un point lumineux.

On peut multiplier facilement les preuves de cette vérité inconteſtable, d'après celles que nous venons de fournir.

Chargez une bouteille de Leyde au conducteur d'une machine électrique ordinaire, & préſentez enſuite le crochet de cette bouteille au conducteur S de la machine à taffetas, que vous ferez mouvoir; bientôt cette bouteille ſera épuiſée de

ſa quantité ſurabondante de matière électrique. Le conducteur de celle-ci s'épuiſe donc en faveur du corps frotté dans cette opération, puiſqu'au lieu d'ajouter à la bouteille qu'on lui préſente, il lui enleve au contraire la quantité ſurabondante de fluide électrique dont elle eſt chargée. On conçoit que cette expérience doit être faite avec certaines précautions; car ſi on laiſſoit trop longtems le crochet de cette bouteille appliqué au conducteur S, après lui avoir enlevé ſa quantité ſurabondante d'électricité, il la dépouilleroit enſuite de la ſienne propre, & cette bouteille deviendroit électriſée négativement.

C'eſt préciſément ce qui arriveroit à une bouteille qui ſeroit d'abord préſentée à ce conducteur. Elle s'épuiſeroit en dedans, tandis qu'elle ſe chargeroit en dehors d'une quantité ſurabondante de fluide électrique. En veut-on la preuve; tandis qu'on fait cette opération, qu'une autre perſonne charge une autre bouteille au conducteur d'une machine ordinaire; lorſqu'elles ſeront chargées l'une & l'autre, que ces deux perſonnes ſe donnent reſpectivement la main, & qu'elles approchent enſuite les crochets de ces deux bouteilles l'un contre l'autre, il en partira une étincelle, & les deux perſonnes recevront la commotion; ce qui n'arriveroit point ſi les deux

bouteilles étoient dans le même état d'électricité, ſi elles étoient l'une & l'autre électriſées poſitivement dans leur intérieur. Une bouteille préſentée au conducteur de cette nouvelle machine, s'épuiſe donc & s'électriſe négativement au lieu de recevoir, comme dans les appareils ordinaires, une nouvelle doſe d'électricité. Ces expériences, ainſi que celle par laquelle je vais terminer cet article, m'ont été fournies par M. *Rouland*, qui m'en a communiqué un plus grand nombre encore, mais auquel je dois laiſſer le plaiſir de les publier lui-même, me bornant à celles qui mettent en évidence la théorie que je me propoſe d'établir.

Faites communiquer le conducteur de cette machine avec celui d'une machine à plateau de même force. Faites mouvoir en même tems les deux machines & avec une vîteſſe relative à la différence des ſurfaces frottées, & vous obſerverez que l'une détruira l'effet que l'autre produira; car aucun des deux conducteurs ne fournira d'étincelles. Cette expérience eſt on ne peut plus délicate à faire, & pour peu qu'il manque quelque choſe à ſon exactitude, on trouve des indices d'électricité dans les conducteurs; mais ils ſont ſi foibles, en proportion de ce qu'ils devroient être ſi les machines étoient ſéparées,

qu'ils n'en prouvent pas moins la vérité que nous voulons établir ; que la machine à taffetas opère une électricité contraire à celle que produit une machine ordinaire ; qu'elle électriſe négativement au lieu d'électriſer poſitivement, & c'eſt un excellent moyen de produire ce mode d'électricité dans des corps *an-électriques* qu'on iſoleroit parfaitement, & qu'on feroit communiquer avec le conducteur de cette nouvelle eſpèce de machine.

Après avoir mis en évidence la théorie de *Franklin* ſur la bouteille de Leyde, & avoir donné des notions ſuffiſantes ſur l'électricité poſitive & négative, ce ſeroit bien ici qu'il conviendroit de rappeler une queſtion qui fit beaucoup de bruit parmi les Phyſiciens électriſans, lorſque la Théorie de *Franklin*, encore peu connue, commença à trouver des proſélytes en France ; ſavoir *ſi le verre eſt perméable à la matière électrique ?* On ſait avec quelle opiniâtreté, & on me paſſera cette expreſſion, l'abbé *Nollet*, dont je révère plus que perſonne le mérite & les talens ſupérieurs, s'attacha à combatrre l'imperméabilité du verre, & les efforts qu'il fit pour démontrer que le fluide électrique paſſoit à travers le verre comme à travers les autres corps. Mais le peu de ſuccès avec lequel il attaqua cette propriété, ſi bien confirmée d'ailleurs, & univerſellement adoptée de la plus ſaine partie des Phyſiciens électriſans, nous diſpenſe

De l'imperméabilité du verre à la matière électrique.

d'entrer dans un détail qui deviendroit inutile. La néceſſité de faire communiquer la ſurface extérieure de la bouteille de Leyde avec le réſervoir commun pour la charger d'électricité ; l'impoſſibilité de l'électriſer ſans cette communication ; le feu qu'on voit s'échapper de cette ſurface à meſure que l'électricité s'accumule ſur la ſurface oppoſée ; l'accumulation, ſi on peut s'exprimer ainſi, de cette matière ſur la ſurface intérieure de la bouteille, confirmée par l'analyſe que nous en avons faite, ſont autant de preuves plus convaincantes les unes que les autres de cette vérité, qui trouve peu de contradicteurs actuellement.

Ceux néanmoins qui deſireront voir cette queſtion traitée avec un certain développement, pourront conſulter le *Traité d'Electricité* que je publiai en 1771. Le dix-neuvième Chapitre de cet Ouvrage eſt entièrement conſacré à cet objet.

SECTION TROISIÈME.

De l'analogie entre la Matière électrique & celle du Tonnerre, & avec le Magnétiſme.

LA théorie de la bouteille de Leyde, telle que nous l'avons développée dans la Section précédente,

dente, ſuffiſoit ſeule à la gloire du Docteur *Franklin*, & ſon nom, conſacré dans les faſtes de l'électricité, ſe fût à jamais perpétué à la tête de ceux des plus célèbres Electriciens; mais les découvertes qui vont faire l'objet de cette Section, ajoutent infiniment à la célébrité de cet illuſtre Phyſicien, & lui acquièrent des droits immortels à la reconnoiſſance publique.

Objet de cette Section.

Produire en petit avec la matière électrique, convenablement dirigée, tous les effets que le tonnerre produit en grand dans l'atmoſphère, & produire réciproquement avec la matière même du tonnerre, précédemment recueillie & accumulée dans un conducteur, tous les phénomènes électriques; c'eſt, ſans contredit, mettre en évidence une analogie parfaite entre ces deux matières, & offrir à nos Lecteurs de quoi ſatisfaire leur curioſité ſur cette grande opération de la Nature. Profiter de ces connoiſſances pour établir des moyens sûrs & inconteſtables de ſe garantir des funeſtes effets du tonnerre, c'eſt rendre un ſervice des plus importans à l'humanité, & acquérir des droits les mieux fondés à notre reconnoiſſance, & ce ſont deux obligations que nous avons au Docteur *Franklin*.

Diviſion de cette Section.

Nous diviſerons cette Section en quatre principaux articles. Le premier traitera des effets de la

matière électrique, comparés à ceux du tonnerre.

Le second, de la matière du tonnerre appliquée aux phénomènes électriques.

Le troisième, des moyens de détourner la foudre.

Le quatrième enfin, des rapports entre le magnétisme & l'électricité.

ARTICLE PREMIER.

Des Effets de la Matière électrique, comparés à ceux du Tonnerre.

QU'EST-CE que le tonnerre ? Ce seroit, sans contredit, la première question qu'il conviendroit de traiter ici, avant de parler de ses effets. De tout tems les Physiciens s'en sont occupés, & il n'est aucun Traité de Physique dans lequel on ne trouve une opinion particulière à ce sujet. Or, cette multiplicité d'opinions, parmi lesquelles il s'en ttouve de bien singulières, est une preuve assez constante de l'ignorance de nos prédécesseurs sur cette matière ; mais respectons nos Ancêtres, & ne produisons point au jour leurs erreurs, lorsque cette connoissance ne peut tourner à notre avantage.

Conſidérons que ſi malgré les ſecours de la Chymie & de l'expérience, on n'étoit pas plus inſtruit le ſiècle dernier ſur cet objet, il n'eſt pas étonnant que dans des ſiècles plus reculés, où l'imagination tenoit lieu d'expérience, on fût obligé de ſe contenter des opinions les plus biſarres. Nous ſommes bien éloignés de vouloir ternir ici la gloire immortelle du célèbre *Boerrhaave*, auquel la Phyſique & la Chymie doivent une partie de l'éclat qui les diſtingue aujourd'hui : mais nous ne pouvons nous diſpenſer de faire connoître ſon opinion ſur la nature du tonnerre, comme la plus vraiſemblable de celles qui l'avoient précédée, avant qu'on eût découvert que ce redoutable phénomène n'étoit, à proprement parler, qu'un phénomène électrique.

Opinion de *Boerrhaave* ſur la formation du tonnerre.

Ce célèbre Chymiſte prétend, dans ſon excellent *Traité du Feu*, que les particules d'eau que l'action du ſoleil a élevées en l'air venant à ſe réunir pluſieurs enſemble, ſous la forme de nuées, compoſent des maſſes de glace qui réfléchiſſent la lumière du ſoleil par celle de leurs ſurfaces qui regarde cet aſtre, tandis que la ſurface oppoſée éprouve un froid glacial. S'il arrive donc, comme cela peut ſe rencontrer ſouvent, que pluſieurs nuées ſoient diſpoſées les unes à l'égard des autres, de façon qu'elles faſſent l'effet de pluſieurs miroirs concaves, dont les foyers concourent en

un foyer commun, on comprend aiſément que les rayons du ſoleil ainſi réfléchis, raſſemblés dans un même lieu, doivent produire une chaleur exceſſive. Le premier effet de cette chaleur ſera de dilater conſidérablement l'air environnant, & de cauſer une eſpèce de vuide dans l'eſpace renfermé entre les nuées : mais bientôt après ces mêmes nuées venant à changer de ſituation, & les foyers ſe trouvant détruits, l'air, l'eau, la neige, la grêle & généralement tout ce qui environne le vuide dont nous avons parlé, mais ſur-tout les grandes maſſes de glace qui forment les nuées mêmes, fondent avec une impétuoſité ſans pareille les unes vers les autres pour remplir ce vuide. L'énorme vîteſſe du mouvement par lequel toutes ces matières ſont emportées, occaſionne un frottement ſi violent de toutes les parties les unes contre les autres, qu'il s'enſuit non-ſeulement un bruit éclatant & quelquefois horrible, mais encore l'inflammation de toutes les exhalaiſons ſulfureuſes, graſſes & huileuſes qui ſe trouvent dans le voiſinage, & dont l'air eſt toujours chargé abondamment pendant les grandes chaleurs. Ainſi il n'eſt pas étonnant, conclut cet habile Chymiſte, que le tonnerre ſoit preſque toujours accompagné d'éclairs.

Autre opinion plus générale.

Si l'opinion ſuivante beaucoup plus ſimple, & par cela ſeul plus conforme au génie de la Na-

ture, n'eſt pas plus exact que celle de *Boerrhaave*, elle eſt au moins plus ſéduiſante. La voici telle que nous la trouvons imprimée dans un très-bon *Cours de Philoſophie* compoſé en Latin par un Profeſſeur qui s'eſt diſtingué dans l'Univerſité de Paris.

Le tonnerre & les éclairs, dit l'Abbé *Séguy*, ne ſont autre choſe que des exhalaiſons différentes & des vapeurs élevées de la ſurface de notre globe & de celle de la mer dans l'atmoſphère, où elles éprouvent une fermentation qui produit tous les phénomènes qui ont rapport à ce météore. On en tire la preuve d'une expérience bien connue, & décrite dans les Mémoires de l'Académie.

Si on mêle enſemble & à parties égales de la limaille de fer, du ſoufre & de l'eau pour en faire une maſſe qu'on enfouit enſuite en terre, à une petite profondeur, cette maſſe, échauffée par les rayons du ſoleil qui ſe dirigent vers cet endroit, éprouve un certain degré de fermentation qui ſe manifeſte en peu d'heures par une tuméfaction de la terre. Bientôt après celle-ci ſe fend, vomit quelques flammes, & l'opération finit par une détonation foudroyante. C'eſt ainſi, continue M. *Séguy*, que les vapeurs & les exhalaiſons renfermées dans les nuées y éprouvent un mouvement de fermentation, & produiſent des éclairs & des foudres qui doivent s'annoncer par

des explosions d'autant plus violentes, qu'elles sont répétées par des nuées, des montagnes, & par une multitude de corps propres à réfléchir ce son.

Nous nous arrêterons à ces deux opinions : elles suffisent pour nous donner une idée de la doctrine des plus célèbres Philosophes sur la formation du tonnerre, avant qu'on fût instruit, comme on l'est actuellement, des phénomènes électriques. M. *Séguy* n'ignoroit point cependant la doctrine de M. *Franklin* sur ce redoutable météore, puisqu'il commence par la réfuter avant d'établir son opinion : mais il ne connoissoit encore que les premières idées que M. *Franklin* avoit publiées sur cette matière, & on sait qu'il a été le premier à avouer qu'elles étoient défectueuses ; & que si le tonnerre étoit véritablement un phénomène électrique, il s'étoit trompé sur la manière d'expliquer ce phénomène. C'est avec un vrai plaisir que nous faisons cette observation : elle justifie la réfutation dont nous venons de parler, qui ne peut influer sur le mérite du savant Professeur, dont l'opinion, quoique très-satisfaisante au premier aspect, n'est cependant pas mieux fondée que celles de ses prédécesseurs ; ainsi qu'il paroîtra manifeste en démontrant que le tonnerre n'est réellement qu'un phénomène électrique.

Ce phénomène s'annonce communément par des éclairs qui ſillonnent irrégulièrement dans les nuées le chemin qu'ils parcourent, par des traînées de feu plus ou moins alongées, par des éclats plus ou moins forts, & preſque toujours redoublés. Les étincelles que nous tirons de nos conducteurs nous offrent en petit le même ſpectacle. Il ne s'agit que de les bien examiner. De même que les éclairs, ces étincelles ne viennent point directement du corps qui les lance ſur celui auquel elles ſe portent. Elles ſont auſſi irrégulières dans leur trajet, & elles vont également en ſerpentant frapper le corps qui les reçoit. On s'en aſſure facilement en les tirant, avec le dos de la main, de l'anneau qu'on monte ordinairement ſur le bout du conducteur; mais il faut pour cela que la machine ſoit un peu forte, & que ces étincelles puiſſent ſe produire à une diſtance aſſez éloignée. Nous les tirons de notre appareil, lorſque le tems eſt favorable, à une diſtance de huit à neuf pouces. On voit alors manifeſtement l'irrégularité de leur mouvement, & par combien de détours différens chaque étincelle s'éloigne de la ligne droite pour arriver à la main de celui qui la provoque.

Effets de l'électricité parfaitement analogues à ceux du tonnere.

Les éclairs.

Ces étincelles forment donc, comme l'éclair, une ligne tortueuſe, une eſpèce de zigzag. Mais quelle peut être la cauſe de ces ondulations qu'on

remarque dans le mouvement de l'éclair, & dans celui de l'étincelle électrique ? Voici de quelle manière M. *Baudoin* expliquoit ce phénomène en 1751, dans une lettre écrite de Boſton à M. *Franklin*. L'air, dit cet ingénieux Phyſicien, eſt un corps électrique; & par conſéquent il doit y avoir une répulſion réciproque entre l'air & le feu électrique. Une colonne ou un cylindre d'air d'un diamètre égal à celui de l'étincelle électrique, eſt interpoſé entre le corps d'où part cette étincelle, & celui où elle ſe porte. Cette colonne réagit donc ſur elle avec plus de force qu'aucune portion de l'air attenant.

Cette action & réaction rend la colonne plus denſe; elle repouſſe donc plus fortement l'étincelle, parce que ſa répulſion eſt proportionnelle à ſa denſité. Ayant acquis une condenſation, un degré de répulſion plus grand que dans ſon état naturel, elle détourne l'étincelle de ſon droit chemin, parce que l'air du voiſinage qui doit être beaucoup moins denſe, & par conſéquent avoir moins de force répulſive, lui offre un paſſage plus facile.

L'étincelle ayant pris une direction nouvelle, doit agir ſur la colonne d'air qui ſe trouve dans cette direction, & la pouſſer avec plus de force, par conſéquent la condenſer beaucoup : celle-ci, condenſée, doit faire comme la première; c'eſt-

à-dire, forcer encore l'étincelle à changer de direction : & ces variations doivent ſe répéter ainſi ſucceſſivement, juſqu'à ce que l'étincelle ait atteint le corps qui l'attiroit.

M. *Baudoin* ne ſe diſſimule point ici une objection qui ſe préſente contre ſon hypothèſe. L'air, obſerve-t-il très-bien, eſt une ſubſtance très-fluide, très-élaſtique, qui tend conſtamment à ſe répandre en tout ſens. Par conſéquent celui qu'il ſuppoſe ici accumulé dans la colonne ſuſdite, devroit ſe répandre immédiatement au milieu des colonnes contigues, & les faire circuler, pour remplir l'eſpace d'où il a été chaſſé ; & conſéquemment la colonne, à la plus grande denſité de laquelle on a rapporté la cauſe du phénomène dont il eſt ici queſtion, ne repouſſeroit pas l'étincelle avec plus de force que l'air environnant.

Pour répondre à cette difficulté, qui paroît aſſez bien fondée, M. *Baudoin* obſerve très-bien que l'air a beſoin d'un tems ſenſible pour ſe répandre uniformément, comme cela eſt manifeſte dans les vents qui ſoufflent pendant un tems conſidérable toujours du même point, & avec une vîteſſe qui, dans les plus grandes tempêtes, ne va pas, à ce qu'on prétend, à ſoixante milles ou vingt lieues de France par heure. Mais la propagation du feu électrique ſemble inſtantanée, comme nous l'avons démontré. Cette matière ſe porte à

une très-grande distance dans un tems inappréciable. Ce doit donc être une chose inconcevable que le peu de tems qu'une étincelle emploie à arriver du corps électrisé à celui qui l'excite, entre lesquels la distance ne peut être que de quelques pouces. Or, une portion de tems aussi petite ne peut suffire à l'air pour exercer son élasticité, & par conséquent la colonne attaquée par cette étincelle doit acquérir plus de densité que les colonnes attenantes ; ce qui suffit pour que l'effet soit tel que nous venons de l'indiquer, & qu'on l'observe dans toutes ces circonstances. Nous ne donnons d'ailleurs cette explication que comme une hypothèse ingénieuse, & comme satisfaisant assez bien au phénomène qu'on se propose d'expliquer.

Eclairs factices.

Les étincelles électriques ne partent point, dans toutes sortes d'appareils, d'une distance aussi éloignée que celle à laquelle nous les tirons du nôtre ; & encore faut-il que le tems soit favorable à ces sortes d'expériences, pour que nous les excitions à la distance indiquée ci-dessus, & que nous puissions observer ces ondulations irrégulières qu'elles tracent dans leur chemin. On nous saura donc gré d'indiquer ici les moyens de satisfaire sa curiosité, lorsque la machine ou le tems ne permettra pas des effets aussi sensibles. L'art peut très-bien suppléer à la nature, & il ne

s'agit pour cela que de faire prendre une route forcée au feu électrique, en mettant à profit un principe que nous avons établi ci-deſſus. On ſait, & nous l'avons démontré, qu'une ſeule étincelle électrique, à laquelle on fait parcourir un conducteur dont les parties ſont interrompues, ſe répète dans toutes les ſolutions de continuité qu'elle rencontre ſur ſon chemin, avant d'arriver à l'extrémité de ce conducteur. Si on prend donc une lame de verre d'une très-grande longueur, & ſuffiſamment large pour qu'on puiſſe tracer deſſus un zigzag fort alongé, avec de petits carreaux d'étain taillés en loſange, oppoſés à angle, & collés ſur cette lame de manière qu'ils laiſſent un eſpace vuide entre leurs angles oppoſés; une étincelle électrique, excitée par la lame métallique placée à l'un des bouts de la bande de verre, parcourra toute l'étendue du zigzag, en illuminant tous les eſpaces vuides qu'elle y rencontrera, pour ſe porter au réſervoir commun avec lequel il faut établir une communication qui aille à la lame d'étain qui termine le zigzag. J'ai vu des bandes de verre de ſix pieds de longueur parfaitement bien illuminées par ce moyen, & l'étincelle repréſentoit une lame de feu de plus de dix-huit pieds de longueur, vu la multitude des contours qui ſe trouvoient illuminés.

Autre manière de produire un éclair électrique.

Si une machine de cette eſpèce n'eſt pas toujours facile à manier & à placer convenablement dans un Cabinet, voici un autre moyen qui réuſſit également bien, & qui excite une illumination électrique, repréſentant aſſez bien les variétés qu'on obſerve dans les éclairs.

Ayez une glace ou un carreau de verre d'une certaine étendue; je leur donne communément dix-huit pouces de longueur, ſur quatorze à quinze pouces de largeur. Plus grande l'expérience en ſeroit encore plus belle.

Appliquez & collez, ſur une des ſurfaces de cette glace, une feuille d'étain, qui la recouvre juſqu'à quinze à dix-huit lignes de ſes bords, qui doivent être très-nets. Empâtez la ſurface oppoſée, & dans toute l'étendue qui répond à la feuille d'étain, d'une couche de vernis gras; & ſemez par-deſſus, & légèrement, une pouſſière métallique, de l'aventurine, par exemple. Collez enfin une petite bande d'étain, qui établiſſe une communication entre la feuille d'étain & l'anneau attaché à l'un des côtés du cadre dans lequel cette glace ſera montée, & l'appareil ſera en état.

Lorſque vous voudrez en faire uſage, faites d'abord chauffer la glace, pour en enlever l'humidité qui pourroit y être adhérente, & eſſuyez-en bien les bords. Cela fait, poſez-la ſur une

table, la garniture d'aventurine en-deſſus. Attachez une chaîne à l'anneau du cadre & laiſſez-la pendre par terre, afin que la ſurface inférieure de la glace puiſſe ſe dépouiller de ſa quantité naturelle d'électricité. Faites pendre des conducteurs une tige de métal pointue, dont la pointe touche à la garniture d'aventurine, & y apporte l'électricité de ces conducteurs.

L'obſcurité étant bien faite, ſi on vient à électriſer les conducteurs, le fluide électrique ſe diſtribuera aux parties de la face couverte d'aventurine, & étincellera entre toutes les ſolutions de continuité qu'il y rencontrera. Or, comme ces ſolutions ſont ſingulièrement irrégulières, on verra la ſurface de la glace ſe couvrir d'une multitude de rameaux lumineux qui imiteront, autant qu'il eſt poſſible, la forme des éclairs. Cet effet aura lieu, tant qu'on ſoutiendra l'électriſation; & lorſque la glace ſe trouvera auſſi chargée d'électricité qu'elle pourra l'être, en ſuppoſant qu'elle ne la perde point inſenſiblement par quelqu'endroit, elle ſe déchargera ſpontanément avec exploſion; &, au moment de cette exploſion, toute la ſurface de la glace ſe trouvera couverte de lumière. Si l'exploſion ſpontanée ne peut avoir lieu, ce qui arrive quelquefois, on l'excitera en prenant la chaîne d'une main, & en en laiſſant tomber le bout ſur la ſurface de

la glace. On trouve dans le Journal de Phyſique de l'Abbé *Rozier*, pour le mois de Février 1776, la manière de rendre cette expérience encore plus agréable, en ſuſpendant en l'air un bien plus grand carreau de verre. On doit cette ingénieuſe invention à M. *Neret* fils, Receveur-Général à Saint-Quentin. Il a formé, par ce moyen, dans ſon Cabinet une eſpèce de ciel électrique qui produit un effet étonnant, & par la grandeur des rameaux lumineux qui s'y font remarquer lorſqu'on l'électriſe, & ſur-tout par la vivacité de la lumière qu'il jete dans ſon Cabinet au moment de l'exploſion.

On imite encore aſſez bien le même phénomène, & l'éclair eſt accompagné d'une détonnation foudroyante, en laiſſant pendre une chaîne de fer des conducteurs dans un bocal de dix à douze pouces de groſſeur & de hauteur, garni ſelon la méthode du Docteur *Bevis*; & en entourant extérieurement ce bocal d'une chaîne, au bout de laquelle on attache un excitateur de métal en forme de C terminé par une boule. On tient cet excitateur à la main, & on charge le bocal. Lorſqu'on le croit complétement chargé d'électricité, ce qui ſe manifeſte aſſez bien par de petits éclats qu'on entend & qui annoncent une détonnation ſpontanée très-prochaine, on porte la boule de l'excitateur vers le haut de la chaîne

(plus elle eſt longue, plus l'expérience eſt belle), & auſſi-tôt l'exploſion eſt accompagnée d'une multitude de jets de feu qui s'élancent des mailles de cette chaîne.

Si le bocal eſt encore plus grand, & qu'il ſoit fortement chargé d'électricité, on peut illuminer une chaîne bien plus étendue encore; à laquelle on peut même faire faire pluſieurs contours, & c'eſt celle qui communique avec la ſurface extérieure du bocal qu'on diſpoſe de cette manière. Dans ce cas, au lieu de laiſſer pendre une chaîne dans le bocal, on ſe ſert d'une tige de métal pour lui communiquer la vertu électrique. Il s'électriſe bien mieux; & l'électricité des conducteurs ne ſe diſſipe point en partie avant d'arriver au bocal, comme il arrive dans le cas précédent.

Après avoir donc enveloppé de cette chaîne la ſurface extérieure du bocal, on la ſuſpend en différens endroits à des cordons de ſoie; & d'une attache à l'autre, on la laiſſe pendre en forme de guirlandes ou de feſtons. On attache à ſon extrémité l'excitateur en forme de C, de manière qu'il puiſſe atteindre aux conducteurs, ou à la tige de métal qui tombe dans le bocal, lorſque celui-ci eſt complétement électriſé. Toute la chaîne eſt illuminée au moment de l'exploſion.

Cette manière d'imiter le feu de l'éclair & d'illuminer une chaîne ſe prête à une multitude éton-

nante de modifications plus agréables les unes que les autres, dans le détail desquelles nous ne croyons pas devoir nous permettre d'entrer, mais qu'une personne industrieuse pourra très-bien imaginer. J'ai vu de ces chaînes disposées de manière qu'elles formoient des lettres, de sorte qu'au moment de l'explosion on lisoit des mots en illumination. Mais il est un autre moyen d'illuminer toutes sortes de figures par le feu électrique, qui demande quelques observations, & qui est trop agréable pour le passer sous silence. Nous devons cette ingénieuse pratique à l'abbé *Nollet*, ou si elle remonte plus loin quant à son origine, nous lui en devons au moins la perfection. Voici comment il la décrit dans une lettre à une Savante Italienne, qui professoit alors la Physique expérimentale à Bologne, Madame *Laura Bassi*. Il emploie pour faire ces sortes de figures, de petits carreaux d'étain, tels que ceux dont nous avons déjà fait mention & usage.

Moyen ingénieux de l'abbé *Nollet* pour illuminer des figures.

La matière électrique, dit-il, car nous copierons ici la lettre de l'abbé *Nollet*, suit, dans toutes sortes de directions, les milieux qui lui sont propres : ainsi, par le moyen de vos petites pièces de métal, vous conduirez les étincelles, non-seulement sur une seule ligne droite ou courbe, mais aussi sur plusieurs qui formeront des angles ou autres contours. Il faut observer cependant, que

que deux quarrés ne s'approchent jamais l'un de l'autre par leurs côtés, comme *e d* (*pl.* 7, *fig.* 5); car alors la matière électrique pourroit paſſer d'F en C ſans étinceller en C, & l'angle ne ſeroit point marqué. Vous éviterez ce défaut en plaçant le côté de l'un de ces deux carreaux ſur la ligne qui paſſe par la diagonale des autres, comme H; & dans le cas où l'angle ſeroit fort aigu, vous n'y emploierez que des triangles rectangles, comme I, K.

Mais voici une difficulté dont vous ne vous débarraſſerez pas à ſi peu de frais : c'eſt lorſqu'il s'agira de figures fermées, comme un quarré, un cercle, une étoile, le contour d'une fleur-de-lys, & généralement de toute ligne rentrante ſur elle-même; car toutes nos petites pièces de métal, contiguës les unes aux autres, forment enſemble un conducteur, & l'expérience nous apprend qu'un conducteur replié ne tire point ordinairement des étincelles de lui-même. D'où il ſuit que ſi la matière électrique partant du conducteur a ſuivi les trois côtés du quarré, & qu'elle rencontre là, ou votre main, ou une ſuite de corps qui communiquent avec elle, les feux continueront par cette route, & le quatrième côté du quarré n'en montrera aucun. En un mot, la matière électrique ſuivra toujours le plus court

chemin pour arriver au corps qui doit occaſionner ſon inflammation.

La tranſparence du verre vient ici fort à propos. Vous mettrez une des parties de la figure ſur une des faces du verre, le reſte ſur l'autre, & vous formerez une communication entre les deux. Aidons-nous d'un exemple.

Je ſuppoſe, dit l'abbé *Nollet*, que vous ayez à repréſenter la lettre O ou un cercle (*pl.* 7, *fig.* 6); vous figurerez la moitié avec les petits quarrés d'étain, ſur un des côtés du verre, avec la pièce A; & la lame E G que vous replierez ſur l'autre côté du verre, où vous figurerez l'autre demi-cercle, au bout duquel vous ajouterez la pièce K B. Par ce moyen-là, le feu électrique paſſera ſans interruption en venant du conducteur, par A C D E G H I F K B. Vous parviendrez, par le même moyen, à illuminer entièrement l'étoile de la fig. 7 & la fleur-de-lys (*pl.* 8, *fig.* 1): mais il faut que la dernière ſoit plus grande qu'elle n'eſt repréſentée ici; car ſi le feu électrique éclate entre les deux pièces *l m*, trop voiſines l'une de l'autre, celles d'après, juſqu'en *n*, ne produiront aucune étincelle, ce qui rendra la figure défectueuſe.

Ayant donc égard à tout ce que je viens de vous dire, voici comment vous pourrez procéder

pour conſtruire des tableaux. Je ſuppoſe, continue l'Abbé *Nollet*, que vous vouliez qu'on y liſe ce mot FRANCE, avec des lettres d'environ quinze lignes de hauteur, on ne peut guère leur donner moins; vous ferez choix d'une bande de verre un peu épais (celui d'Allemagne eſt meilleur pour cela que tout autre) : il faut que ſa largeur égale au moins trois fois la hauteur des lettres; ainſi, elle pourra avoir à-peu-près quatre pouces, & ſa longueur ſera telle, qu'il reſte à chaque bout un vuide de quinze à ſeize lignes, après que les lettres auront été placées avec des eſpaces convenables.

Vous prendrez alors une bande de papier blanc, qui ait les mêmes dimenſions que votre verre : vous partagerez ſa largeur en trois parties égales, par deux lignes de crayon que vous tracerez d'un bout à l'autre, & vous diſtribuerez vos lettres dans la partie du milieu, marquant en plein ce qui doit être mis ſur la première face du verre, & en points ce qui doit être de l'autre côté, comme on le voit (*pl.* 8, *fig.* 2).

Votre deſſin étant ainſi formé, vous appliquerez le verre deſſus, & vous l'y attacherez par les quatre coins avec un peu de cire molle; & puis vous collerez toutes les pièces qui appartiennent à la première face du verre, en ſuivant exacte-

ment toutes les lignes marquées en plein ſur le papier.

La colle de poiſſon eſt la meilleure que vous puiſſiez employer. Vous en prendrez une petite quantité comme une demi-once, que vous battrez avec un marteau ſur quelque corps dur : vous la couperez en très-petits morceaux, & vous la laiſſerez tremper pendant huit à dix heures dans une quantité d'eau ſuffiſante, après quoi vous la ferez fondre au feu ; & ſi elle n'eſt point aſſez fluide, lorſqu'elle eſt encore toute chaude, vous y ajouterez un peu d'eau, car il ne faut point qu'elle ſoit trop épaiſſe. Elle le ſera ſuffiſamment ſi, après y avoir trempé une allumette & l'avoir retirée, on en voit tomber une goutte en deux ſecondes de tems. Vous ferez bien encore de la faire paſſer à travers un linge fin, pour la purifier des ſaletés qui pourroient s'y trouver.

Votre colle étant donc entretenue toujours chaude, vous en prendrez légèrement avec un très-petit pinceau, & vous en ferez ſur le verre un trait qui réponde, par exemple, à la moitié d'une lettre. Vous le crouvrirez promptement de petits carrés d'étain, que vous enleverez avec le bout du manche d'un canif mouillé à la bouche. Vous appliquerez ſur cette partie une carte à jouer, en appuyant deſſus avec la main : puis, l'ayant

levée, vous arrangerez avec la pointe du canif les petits quarrés, de manière que leur diagonale ſuive le deſſin, & que leurs angles, ſans ſe toucher, ſoient fort près les uns des autres.

Quand vous aurez placé ainſi, ſur cette face du verre, tout ce qui lui eſt deſtiné, vous y marquerez avec de l'encre tout ce qui eſt pointé dans le deſſin; & l'ayant fait ſécher, vous retournerez le verre, & vous en ſéparerez le papier, afin de coller les pièces que cet autre côté du verre doit porter, comme on le remarque (*pl.* 8, *fig.* 3).

Vous remarquerez premièrement, que tous les quarrés qui compoſent les lettres, tant de l'un que de l'autre côté du verre, ont une continuité non-interrompue depuis A juſqu'en B, moyennant les lames de communication *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, d'une part, & *i*, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, de l'autre part.

Secondement, vous verrez pourquoi ces trois lettres F, A, E, ne ſont point toutes entières ſur le même côté du verre : car ſi le feu électrique étoit porté d'abord au plus bas de l'F, il pourroit bien en parcourir tout le montant & la tête; mais il ne paroîtroit pas ſur la barre du milieu, pour revenir ſur ſes pas marquer ce qui eſt au-deſſus.

On pourroit bien auſſi le conduire de ſuite ſur les deux jambages de l'A; mais il y paſſeroit ſans

ſe faire voir ſur la traverſe, ou bien ce qui eſt au-deſſus ne ſeroit point illuminé. Il en ſeroit de même de l'E ; on en feroit bien étinceler trois parties, mais jamais les quatre. Par les mêmes raiſons, ajoute l'Abbé *Nollet* qui n'a rien laiſſé à deſirer ſur la manière de former ces ſortes de tableaux, des vingt-quatre lettres majuſcules de l'alphabet, il n'y en a que dix, en comptant les deux U V pour une, qu'on puiſſe voir en leur entier ſur la même face du tableau : ſavoir C, G, I, L, M, N, R, S, V, U, Z ; encore faut-il que l'R ne ſoit pas fermée dans la partie ſupérieure.

Avant de faire uſage de ces tableaux, il faut avoir l'attention de les bien nettoyer, c'eſt-à-dire, d'enlever la colle qui pourroit être reſtée autour des pièces de métal qui forment le deſſin, & autour de celles qui ſervent de communication. On en viendra aiſément à bout avec un petit morceau de linge fin trempé dans l'eau froide, & en eſſuyant auſſi-tôt avec un pareil linge bien ſec. Il faudra prendre garde auſſi que les petits intervalles qu'on a laiſſés entre les mêmes pièces ne ſoient point emportés, & que l'œil les puiſſe diſtinguer en regardant la lumière à travers le tableau. On fera bien encore de préſenter chaque verre au feu, au moment même où on voudra s'en ſervir, afin de diſſiper l'humidité qui pour-

roit s'être attachée deſſus, & qui offrant un véhicule à la matière électrique, l'empêcheroit peut-être de ſe contenir dans les routes tracées par le métal où elle doit figurer.

On peut facilement, d'après cet expoſé, former toutes ſortes de figures, & varier à volonté ces tableaux.

L'Abbé *Nollet* ne borne pas à cela ſeul l'application du phénomène fondamental qui lui a fourni ce moyen induſtrieux d'illuminer des figures. Il indique un peu plus bas, dans la même lettre, une autre manière de modifier cette expérience, & de la rendre plus agréable encore.

Comme les étincelles, dit-il, qui éclatent entre nos perites lames d'étain jettent aſſez de lumière pour éclairer les deux faces du verre, j'ai imaginé qu'elles feroient voir une figure peinte avec des couleurs opaques, pourvu qu'elle fût à jour vis-à-vis des endroits où ces petits feux doivent paroître. En conſéquence de cette idée, il imagina de percer un papier ſur lequel on avoit peint une tête de femme; il le perça avec un poinçon de fer rougi au feu, afin d'éviter les bavures qui ſe ſeroient faites au bord des trous, s'il l'avoit percé à froid. Il colla enſuite cette eſtampe ſur du verre, & il plaça de l'autre côté des lames d'étain, qui ſe rencontroient par leurs pointes vis-à-vis des ouvertures pratiquées au pa-

pier, en les disposant de telle façon que la première partant d'un des bords du verre, pût communiquer le feu électrique à toutes les autres, & jusqu'à la dernière qui aboutit au bord opposé.

On conçoit par ce simple exposé, combien on peut varier & modifier cette pratique pour en rendre les effets plus agréables les uns que les autres.

Reprenons maintenant les analogies dont cette digression, que nous avons cru devoir être agréable à nos Lecteurs, nous a un peu éloignés.

Le passage de la matière électrique à travers des corps très-denses, & sur lesquels elle laisse l'odeur qui caractérise la foudre.

L'explosion d'un grand bocal chargé d'électricité, & les éclats de lumière qui s'échappent des différens points de la chaîne qui plonge dans le bocal, représentent, autant qu'il est possible, l'éclair & le coup foudroyant qui accompagnent l'éruption de la foudre : mais voici d'autres phénomènes encore qui ont la plus grande analogie avec les effets du tonnerre.

Parmi les effets les plus ordinaires du tonnerre, considérons cette facilité avec laquelle il se fait jour, & pénètre à travers les corps les plus denses ; suivons ses mouvemens à travers ces sortes de corps ; considérons l'irrégularité de ces mouvemens, & examinons ces phénomènes, qui, malgré les connoissances nouvelles que nous avons acquises, paroissent encore tenir du prodige ; &

nous verrons que l'électricité bien conduite, produit, mais en petit, entre nos mains, des effets tout-à-fait ſemblables.

Chargez d'électricité un grand bocal garni intérieurement & extérieurement ſelon la méthode du Docteur *Bevis*, & diſpoſé comme il convient, pour cela. Appliquez ſur la ſurface extérieure de ce bocal un morceau de carton fort épais. Retenez ce carton en place avec l'un des bouts de l'excitateur, & lorſque le bocal vous paroîtra complétement chargé d'électricité, apptochez l'autre extrémité de l'excitateur de la tige de métal qui pend dans ce bocal, & qui le touche ſur ſon fond; vous exciterez alors la détonation, & la matière électrique qui ſe portera rapidement de la ſurface intérieure à l'extérieure du vaiſſeau, traverſera le carton, le percera d'un trou plus ou moins grand, proportionné à la quantité de fluide électrique accumulé dans le bocal.

Si on ſent auſſi-tôt le carton, on trouvera qu'il répand une odeur analogue à celle que la foudre laiſſe après elle ſur les endroits qu'elle frappe.

Si on examine le paſſage que l'électricité s'eſt tracé à travers l'épaiſſeur du carton, on obſervera que le trou qui le pénètre eſt oblique, comme il arrive communément à la foudre d'en faire à tra-

vers les murs & les autres corps qu'elle pénêtre & qu'elle perce.

Difficulté que l'abbé *Nollet* oppoſe ici au ſyſtême de *Franklin*.

Cette expérience ingénieuſe imaginée par le Docteur *Franklin*, & répétée depuis par tous ceux qui ſe ſont occupés des phénomènes électriques, fournit à l'Abbé *Nollet* une objection qu'il regarde comme très-grave contre la théorie de ſon Auteur. Pour la mettre dans tout ſon jour, nous obſerverons que ſi on perce avec un ſtylet ou tout autre inſtrument de cette eſpèce, un carton ou pluſieurs feuilles de papier appliquées les unes ſur les autres, on remarque une bavure, un petit bourſoufflement du papier qui s'élève du côté oppoſé à celui par lequel on fait entrer le ſtylet : on voit autour de ce trou de petits appendices qui le bordent. Or, l'Abbé *Nollet* a prétendu, dans la première Partie de ſes *Lettres ſur l'Electricité*, tirer de ce phénomène une objection contre la théorie de *Franklin*, & voici comment il raiſonne. En examinant, dit-il, ces ſortes de trous, faits ſur pluſieurs cartes, j'ai preſque toujours vu que du côté par lequel le carton avoit été appliqué à la bouteille ou au carreau de verre, ſi on ſe ſert d'une glace étamée pour faire cette expérience, ils étoient plus ouverts & comme brûlés par les bords, & qu'au côté oppoſé il y avoit une bavure ou déchirure très-ſenſiblement élevée au-deſſus du plan de ſa ſurface.

Avec de telles marques, reprend cet habile Phyſicien, pourra-t-on ſe perſuader que l'effort du fluide électrique ſe ſoit fait dans la direction du conducteur au verre ? N'eſt-il pas viſible que ſon action s'eſt dirigée dans un ſens tout oppoſé, & que, dans ces expériences, le feu électrique n'eſt point ſorti de la ſurface qui l'avoit reçu ? Il eſt vrai, ajoute-t-il, qu'ayant percé de ſemblables cartons appliqués ſur le conducteur, les mêmes indices montroient que l'effort s'étoit dirigé du conducteur au verre. Il eſt encore vrai, continue-t-il, que ſi l'on diſpoſe un fil de fer mince, ou quelque choſe d'équivalent, entre le carton & le verre, pour mettre un petit intervalle entre l'un & l'autre, les trous qui ſe font en pareil cas ont une bavure de part & d'autre ; mais ces derniers faits n'oppoſent rien contre la réalité du premier, ni contre la conſéquence qu'on en doit tirer.

On voit, par ce détail, combien doit être équivoque le jugement qu'on voudroit porter d'après la conſidération de ce phénomène, qu'on peut modifier à volonté. L'expérience, en effet, nous apprend que ſi les ſurfaces du carton ne ſont point enfermées ou preſſées, on remarque une bavure élevée tout-autour du trou des deux côtés du carton : mais ſi l'un des côtés eſt tellement preſſé que la bavure ne puiſſe s'élever de ce côté,

elle s'élève entièrement de l'autre ; ce qui vient de ce que cette bavure n'eſt que l'effet de l'exploſion en tout ſens autour du centre du courant, & non l'effet de la direction, comme l'abbé *Nollet* le prétend. D'où il ſuit que la difficulté qu'on oppoſe ici n'eſt qu'une pure chicane, qui ne mérite point l'attention dont on voulut bien l'honorer dans le tems. La théorie d'ailleurs de *Franklin*, trop bien appuyée ſur les expériences & ſur les obſervations que nous avons rapportées dans la Section précédente, ne peut rien ſouffrir d'une difficulté auſſi équivoque, fondée ſur un phénomène qui prouve plus ſouvent en ſa faveur qu'en faveur de ſes adverſaires.

Fuſion des métaux produite par une commotion électrique.

On ſavoit de tout tems que, de tous les corps que la foudre attaque, il n'y en a point qui ſoient plus ſuſceptibles de cette impreſſion que les métaux & toutes les ſubſtances métalliques en général. On avoit remarqué qu'elle s'attache plus particulièrement à ces ſortes de corps, & que ſouvent même ils préſervent ceux qui les avoiſinent des accidens auxquels ils ſeroient expoſés. On regardoit autrefois ces phénomènes comme autant de faits merveilleux & au-deſſus de la foible portée de l'eſprit humain. La fuſion, par exemple, d'une lame d'épée dans ſon fourreau, ſans que celui-ci fût endommagé, phénomène dont les plus anciens Naturaliſtes font mention, & dont

Muret assure, dans ses *Notes sur le second Livre des Questions naturelles de* Sénèque, avoir été lui-même témoin chez le Cardinal *Hyppolite d'Est ;* la fonte de plusieurs pièces de monnoie dans une bourse, sans que celle-ci se fût ressentie des impressions de la foudre, & nombre d'autres phénomènes de même genre, & trop connus des Physiciens pour en faire l'énumération, étoient pour nos Anciens autant de prodiges qu'ils ne se chargeoient point d'expliquer. Or, depuis que nos connoissances électriques se sont multipliées; depuis que nous avons su distinguer les corps qui sont plus propres que les autres à servir de conducteurs à la matière électrique ; depuis que nous avons observé que cette matière étant accumulée sur un corps tend à se porter au réservoir commun par les meilleurs conducteurs qui puissent l'y conduire, bien loin de nous surprendre, ces phénomènes ne nous offrent rien que de naturel & de conforme aux loix que l'électricité suit dans sa distribution & dans sa propagation.

Si un nuage surchargé de la matière du tonnerre vient à lâcher son feu sur un édifice plongé dans sa sphère d'activité, on voit cette matière se porter dans le globe terrestre en suivant & parcourant les meilleurs conducteurs qui s'offrent à son passage ; & si ces conducteurs sont trop foibles pour conduire toute la charge, toute la

quantité de matière qui tend à les parcourir, ils en ſont plus ou moins attaqués. C'eſt ainſi que l'amalgame d'étain & de mercure qui enduit la ſurface poſtérieure d'une glace n'étant pas ſuffiſante pour conduire la quantité de matière foudroyante qui s'y porte en pareilles circonſtances, cette amalgame ſe fond & ſe détruit ſans qne la glace en ſoit endommagée, parce que cette glace ne pouvant faire l'office de conducteur, la matière de la foudre gliſſe ſur ſa ſurface, & ne cherche point à la pénétrer.

C'eſt ainſi qu'une feuille d'or ou de tout autre métal, miſe entre deux lames de glace ſerrées dans une preſſe, eſt attaquée par une forte décharge d'électricité. Il faut avoir ſoin, pour le ſuccès de cette expérience, de faire déborder de part & d'autre la feuille de métal, pour qu'elle s'applique par l'une de ſes extrémités à la garniture extérieure du bocal, & pour qu'on puiſſe poſer l'un des bouts de l'excitateur ſur l'extrémité oppoſée de cette feuille de métal. Au moment de l'exploſion, l'or ſe fond, ſe pulvériſe, & s'incorpore dans les deux lames de verre qui ne ſont point endommagées par cette forte exploſion ; & on obſerve alors ſur leurs ſurfaces (ſi on a employé de l'or fin à cette expérience), une tache purpurine ſemblable au précipité de *Caſſius*. Quelquefois cependant, & le tonnerre

fait auſſi obſerver le même phénomène, l'effort de la matière électrique, & la répulſion violente qu'elle imprime aux parties du métal, briſent les glaces, & dans ce cas, cette rupture offre un phénomène aſſez curieux. Les ſurfaces briſées demeurent unies & polies : tout l'effet de la rupture ſe porte dans leur épaiſſeur ; elles paroiſſent comme triturées & réduites en pouſſière dans leur intérieur. On obſerve quelquefois un ſemblable phénomène ſur la ſurface des foudres ou des jarres qu'on charge aſſez fortement pour les faire détonner ſpontanément ; elles ſe caſſent ſur un des points de leurs ſurfaces. La fracture forme une eſpèce d'étoile, & l'endroit de la fracture paroît trituré dans ſon épaiſſeur. On fait encore très-bien fondre l'or ou toute autre eſpèce de métal réduit en feuille très-mince, en le ſoumettant à une forte exploſion électrique entre deux bandes de carton, ou entre deux cartes. Ces cartes reſtent dans leur entier, & leur ſurface ſe trouve couverte & comme enduite des débris de la fuſion.

En examinant, après l'exploſion, les glaces dont nous venons de parler, on voit que ces particules de matière étrangère dont elles ſont, pour ainſi dire, incruſtées, ſont dépouillées en plus grande partie de leur phlogiſtique, & conſéquemment ont perdu leur qualité métallique.

Ce n'eſt plus alors qu'une véritable chaux : mais il faudroit s'en procurer une aſſez grande quantité, ce qui ſeroit un peu long par ce procédé, pour pouvoir la ſoumettre a l'examen, & conſtater cette décompoſition du métal.

Obſervation ſur la fuſion des métaux.

Nous ne nous occuperons point ici de la diſpute qui s'éleva au ſujet de cette expérience entre M. *Franklin* & M. l'abbé *Nollet ;* nous paſſerons même condamnation, & nous avouerons de bonne foi que M. *Franklin* n'étoit pas fondé à ſuppoſer que la fuſion de l'or ſe fît à froid en pareilles circonſtances. S'il n'eſt pas poſſible, quelque promptitude qu'on mette dans cette expérience, de s'appercevoir de quelque dégré de chaleur dans le produit de cette fuſion, il faut convenir que des maſſes auſſi petites ne peuvent conſerver aſſez de tems le dégré de chaleur le plus émineut, celui qui eſt néceſſaire pour les faire fondre. Nous en trouvons la preuve dans un phénomène qui nous eſt très-familier. Nous obſervons, lorſque nous faiſons recuire des fils de laiton d'une certaine fineſſe, qu'ils rougiſſent ſur-le-champ : mais ils ne ſont pas plutôt tirés du feu, qu'ils ſont maniables, & qu'on s'apperçoit à peine du dégré de chaleur qu'ils ont contracté. A plus forte raiſon, une lame auſſi mince qu'une feuille d'or, ou de cuivre battu, ne peut-elle conſerver le dégré de chaleur qu'elle doit

recevoir

recevoir au moment où elle ſe fond par l'explo-ſion électrique. Nous nous croyons même d'autant mieux autoriſés à admettre ici une véritable fu-ſion, & non une ſimple répulſion entre les par-ties du métal, comme le prétend M. *Franklin*, que nous avons des preuves non-équivoques dans d'autres circonſtances que la matière électrique paſſant très-abondamment dans des conducteurs, trop foibles pour conduire pareille charge, ces conducteurs ſe fondent & coulent à la manière d'un métal fondu, comme nous le ferons obſer-ver plus bas.

Autre effet différent, mais analo-gue à la fuſion des métaux.

On ſait que le tonnerre, en parcourant les dorures d'un appartement, les enlève & emporte avec lui les peintures mêmes qui recouvrent les lambris. Un orage qui ſe fit obſerver à Stretham, produiſit un effet de cette eſpèce, dont le doc-teur *Milles* nous a conſervé la mémoire. On ob-ſerva à Naples, le lundi 15 Mars 1773, un phé-nomène aſſez ſemblable, mais plus frappant encore, de cette propriété du tonnerre, dans l'hôtel de mi-lord *Tilney*, & dont M. *de Sauſſure* nous a donné la deſcription.

Il y avoit une aſſemblée chez lui compoſée de plus de trois cents perſonnes, diſpoſées dans un appartement de ſept pièces, & il y avoit au moins deux cents cinquante domeſtiques dans les antichambres, lorſque vers les dix heures &

demie du ſoir on fut frappé dans toutes les chambres, & au même inſtant, d'une lumière extrêmement vive, qui parut à quelques perſonnes comme une boule rayonnante, & à d'autres comme la flamme d'une arme à feu. Chacun entendit dans ce moment un bruit que pluſieurs regardèrent comme un coup de piſtolet tiré dans l'une des chambres, mais que le plus grand nombre jugea très-bien être un coup de tonnerre. Chacun fut effrayé; ceux qui jouoient quittèrent bruſquement le jeu, & chacun imaginant que l'accident étoit arrivé dans la chambre où il étoit, fuyoit dans une autre. On vit tout le monde courir ſans ſavoir où, ſe rencontrer avec des viſages où étoient peints l'effroi & la conſternation. On s'apperçut bientôt que les tables, les fauteuils & les habits étoient couverts d'une pouſſière brillante que l'on reconnut pour être le produit des écailles de la dorure dont les appartemens étoient ornés, & du vernis qui la recouvroit. On vit en effet que toutes ces dorures étoient fondues, noircies & écaillées; & l'étonnement augmenta encore, lorſque chacun remarqua ſur le ſiége qu'il occupoit les traces du feu qui y avoit paſſé, & qu'on fut convaincu que la foudre avoit traverſé, rempli & entouré tout l'appartement qu'on occupoit; & cependant perſonne, parmi plus de cinq cents qui y étoient raſſemblées, ne

fut tué ni même dangereuſement bleſſé. La perſonne la plus maltraitée fut un domeſtique, qui ſe trouva avec trois contuſions, une au bras, l'autre à la poitrine & la troiſième au côté. Un autre domeſtique, appuyé contre le chambranle d'une porte, reçut une commotion qui le fit tomber ſur le derrière. Quelques perſonnes reſſentirent de légères commotions.

M. *de Sauſſure* fut le lendemain matin pour découvrir la route de la foudre, & il obſerva que preſque toutes les dorures, les corniches des plafonds, les baguettes qui encadroient les tapiſſeries étoient fondues, noircies ou écaillées; ce qui prouvoit que la foudre n'étoit point entrée par la fenêtre, comme quelques-uns prétendoient l'avoir obſervé, mais qu'elle venoit du haut de la maiſon.

Il monta donc ſur une terraſſe avec M. le Chevalier *Hamilton*, & ils crurent, ſans oſer cependant l'aſſurer, que la foudre avoit pénétré de la terraſſe dans l'intérieur du bâtiment. Ils ſuivirent ces ravages dans tous les étages, & par-tout ils obſervèrent que la matière du tonnerre avoit laiſſé des traces de ſon paſſage. Ils les ſuivirent juſque dans les appartemens au-deſſous de celui du Milord, & ils remarquèrent que la chambre de ſon Maître-d'Hôtel avoit été la plus maltraitée, ce qui les engagea à deſcendre dans celle de deſſous, & ils y ttouvèrent des marques ſemblables du paſ-

ſage de ce redoutable météore. Ils obſervèrent plus bas un puits, dont la corde mouillée paſſoit ſur une poulie ſuſpendue à un bras de fer planté dans le mur. Ce dernier attirail leur parut très-propre à donner paſſage au courant de la matière électrique foudroyante, & à lui ouvrir une communication avec la maſſe entière de la terre. Les traces qu'ils avoient ſuivies indiquoient cette direction; & comme on ceſſoit d'en appercevoir dans les parties qui étoient au-deſſous de ce puits, ils en conclurent que c'étoit-là où ſe trouvoit l'iſſue de la matière du tonnerre. Ils ne crurent pas cependant que toute la quantité de cette matière eût pu ſe tranſmettre par cette voie. Il leur parut que les murs même de la maiſon avoient ſervi en partie à la conduire & à la faire paſſer dans le globe ou le réſervoir commun de cette matière; car, comme ils le remarquèrent très-bien dans toutes les pièces, ſoit de l'appartement de Milord *Tilney*, ſoit des étages ſupérieurs & inférieurs, toutes les dorures appliquées contre les murs, & communiquant de quelque manière que ce fût avec la corniche dorée du plafond; offroient des traces du paſſage de la foudre, non-ſeulement celles qui pouvoient favoriſer ſon écoulement du côté du puits, mais encore celles qui pouvoient lui aider à deſcendre du haut de la maiſon en bas, en paſſant le long des murs; auſſi nombre de

perſonnes qui s'étoient trouvées appuyées contre ces murs, avoient-elles éprouvé des commotions aſſez vives.

Ils crurent donc que le courant de la matière électrique ou fulminante étoit entrée par les goutières de *l'aſtrier* ou de la terraſſe ; qu'il avoit pénétré & parcouru toute la maiſon ; que la plus grande partie en étoit ſortie par le puits, & que tout le reſte s'étoit filtré du haut en bas par les murs.

Or, l'électricité produit des phénomènes tout-à-fait ſemblables. Au défaut d'une peinture dont on voudroit recouvrir une dorure, pour imiter plus exactement ces ſortes de phénomènes, on peut ſe contenter de coller deſſus une bande de papier, comme le Docteur *Franklin* le pratiqua en collant du papier ſur les filets dorés d'un livre, & il obſerva que le papier fut déchiré d'un bout à l'autre, après l'avoir mis dans la chaîne de communication d'un grand bocal chargé d'électricité.

Nous faiſons cette expérience d'une manière plus ſimple encore. Nous collons entre deux bandes de papier une petite lame de papier doré, qui excède de part & d'autre les bandes de papier. Nous plaçons le tout dans une preſſe. Nous établiſſons la preſſe de manière que l'une des extrémités de la lame de papier doré touche à la

garniture extérieure d'un grand bocal que nous chargeons d'électricité. Lorſqu'il eſt complétement chargé, nous appliquons l'un des bouts de l'excitateur ſur l'autre extrémité de la lame dorée, & nous excitons la détonnation du bocal. Alors la dorure eſt emportée, & l'une des bandes & quelquefois les deux bandes de papier ſont déchirées dans toute ou dans la plus grande partie de leur longueur.

Effets de l'électricité analogues à ceux du tonnerre ſur le corps humain.

Si le tonnerre reſpecte quelquefois la vie de l'homme, il l'expoſe à des accidens ſi variés & ſi multipliés, qu'il n'eſt guère poſſible d'en faire le dénombrement. Combien de gens, par exemple, ont perdu la vue à l'approche ſeule de l'éclair? combien ſont demeurés paralytiques par l'attouchement de la matière du tonnerre? combien en eſt-il mort par l'impreſſion de ce redoutable météore? L'électricité produit des effets ſemblables. Une commotion trop forte excite un engourdiſſement plus ou moins durable dans les parties animales qui y ſont expoſées; elle produit un mouvement non-naturel dans les parties muſculeuſes, d'où réſulte un tremblement permanent, comme M. *Dalibard* l'éprouva dans les dernières années de ſa vie, à la ſuite de pluſieurs commotions trop fréquentes & trop fortes. Elle produit des échymoſes plus ou moins ſenſibles dans les parties charnues qu'elle pénètre, comme

je l'éprouvai ſur moi-même par la décharge inopinée de trois bocaux, qui ſe porta ſur la partie ſupérieure de l'un de mes bras. Auſſi terrible que la foudre, elle détruit le principe de la vie, & elle tue les animaux qu'on expoſe convenablement à ſon action.

Faites paſſer la décharge d'une batterie ou d'un très-grand bocal de la tête à la poitrine d'un animal, & il reſtera ſur la place, ou il en ſera plus ou moins maltraité, s'il réſiſte à une exploſion de cette eſpèce. Un pigeon, dit M. *Franklin*, que nous avions renverſé comme mort par le choc électrique, recouvrant la vie, languit quelques jours dans la baſſe-cour, ne mangea rien, quoiqu'on lui ait jetté des miettes de pain; il s'affoiblit & il mourut. Nous ne fîmes pas attention qu'il avoit été privé de la vue : mais enſuite un poulet renverſé pareillement comme mort, ayant été rappelé à la vie en ſoufflant à pluſieurs repriſes dans ſes poumons, alla donner de la tête contre la muraille, lorſqu'on l'eût poſé ſur le plancher. Nous l'examinâmes, & nous trouvâmes qu'il étoit aveugle. De-là nous conclûmes que le pigeon dont nous venons de parler avoit été aveuglé par le choc.

Le ſuccès de ces ſortes d'expériences exige qu'on raſe le poil, ou qu'on arrache les plumes de deſſus la tête & de deſſous la poitrine des ani-

maux ſur leſquels on opère, pour que la charge d'électricité pénètre de la tête à la poitrine.

Effets de l'électricité ſur l'économie végétale.

Le feu électrique fortement accumulé n'eſt pas moins nuiſible à l'économie végétale qu'à l'économie animale. Nous en trouvons une preuve dans une ſuite d'expériences très-curieuſes que le célèbre *Nairne* fit en préſence de pluſieurs Membres de la Société Royale, & dont voici les principaux réſultats.

Il déchargea une forte batterie à travers la branche d'un *Baſame*, & ſi le moment d'après l'exploſion, il ne s'apperçut d'aucune altération dans cette plante, elle devint très-ſenſible dix à quinze minutes après. La partie ſupérieure de la plante commença à languir ; elle ſe pencha & s'inclina progreſſivement juſqu'à terre ; & dans l'eſpace de deux ou trois jours, elle ſe trouva entièrement deſſéchée, quoiqu'une autre partie de la même plante, qui n'avoit point été touchée du feu électrique, continuât à être très-vigoureuſe. Il répéta la même expérience pluſieurs fois de ſuite ſur des plantes de même eſpèce, & le ſuccès en fut toujours le même.

Conſidérant pendant l'été, que pluſieurs arbres étoient dépouillés de leurs feuilles ſur certaines branches, tandis que d'autres branches étoient garnies de feuilles très-vertes, il imagina de décharger ſa batterie ſur une branche de fréſillon,

ſans que la branche parût d'abord affectée de cette commotion. Trois ſemaines après ou environ, les feuilles de cette branche commencèrent à ſécher & à tomber, & dans l'eſpace d'un mois, cette branche ſe trouva parfaitement ſemblable à celles qu'il avoit obſervées dans la campagne, tandis que le reſte de l'arbre conſervoit ſa vigueur.

M. *Banhs* & pluſieurs autres célèbres Académiciens de la Société, voulant vérifier plus particulièrement ces faits, firent porter chez M. *Nairne* pluſieurs plantes vigoureuſes en fleur, une *Baſame* femelle, la *Merveille* du Pérou, un *Geranium* d'Afrique, un *Laurier*, un *Myrthe*, &c. Ces plantes furent diſpoſées de manière qu'une partie ſeulement ſe trouvoit renfermée dans la chaîne de communication des deux ſurfaces de la batterie électrique; & la décharge ayant été faite, on obſerva que toutes ces plantes en furent plus ou moins affectées. Plus elles étoient ſucculentes, & plus elles languiſſoient promptement. La branche de Baſame, très-droite avant l'exploſion, pencha ſenſiblement quelques minutes après, & mourut le lendemain; tandis que les autres tiges de la même plante, qui n'avoient point été compriſes dans la chaîne, conſervèrent leur fraîcheur & leurs feuilles; ce qui prouve que l'impreſſion électrique ne fut que partielle & locale.

La Merveille du Pérou & le Geranium furent

dépouillés de leurs feuilles dès le lendemain, mais ſeulement dans la branche qui avoit éprouvé la commotion.

La fleur *Cardinal*, beaucoup moins ſucculente que les autres, fut plus long-tems à donner des ſignes de l'incommodité qu'elle avoit ſoufferte ; mais elle en donna d'auſſi réels.

La branche de Laurier fut encore plus long-tems. Elle ſe conſerva en bon état pendant près de quinze jours ; mais à cette époque les feuilles changèrent de couleur, tombèrent, & la branche mourut, tandis que le tronc & les autres branches ne parurent aucunement affectés.

Le Myrthe fut encore plus long-tems que le Laurier, & ne donna des ſignes de ſon affection qu'après un mois ; mais il ſubit le même ſort que les précédens. D'où il ſuit que l'électricité, ainſi que le tonnerre, nuit à l'économie végétale, & détruit dans les plantes qui en ſont fortement affectées, le principe de la végétation.

Il ſuit donc, & de ces obſervations, & des expériences que nous avons rapportées précédemment, que l'électricité produit en petit, entre nos mains, tous les effets que le tonnerre produit en grand dans l'atmoſphère. Il reſte à démontrer maintenant que la matière elle-même du tonnerre produit tous les phénomènes électriques que nous produiſons avec nos appareils, & c'eſt le ſujet de l'article ſuivant.

ARTICLE II.

De la Matière du Tonnerre appliquée aux Phénomènes Electriques.

S'IL falloit, comme le dit très-bien *Horace*, avoir le cœur entouré d'un triple acier, pour oſer la première fois confier ſa vie au haſard des flots; il ne falloit être ni moins brave, ni moins hardi pour oſer ſe propoſer d'enchaîner la matière du tonnerre dans un conducteur, & ſe ſervir de cette matière pour tenter des expériences électriques. Si l'exécution de cette glorieuſe entrepriſe ne fut point réſervée au docteur *Franklin*, ce fut lui qui eut la gloire de l'imaginer & de la propoſer de manière à raſſurer celui qui voudroit l'exécuter, ſur la crainte qu'elle ne pouvoit manquer d'inſpirer. Pour décider, dit-il dans une Lettre qu'il écrivoit en 1750, ſi les nuages qui contiennent la foudre ſont électriſés ou non, je propoſe une expérience à tenter en tems & lieu convenables. Sur le ſommet d'une haute tour ou d'un clocher, placez une eſpèce de guérite de ſentinelle, ſemblable à celle qu'on remarque (*pl.* 8, *fig.* 4), aſſez grande pour contenir un homme & un tabouret électrique. Du milieu du

Première idée de M. *Franklin*.

tabouret élevez une barre de fer, qui paſſe en ſe courbant hors de la porte, & ſe releve alors perpendiculairement de bas en haut à vingt ou trente pieds de hauteur, & ſe termine en une pointe fort aiguë. Si le tabouret eſt tenu propre & ſec, un homme qui y ſera placé, lorſque les nuages électriſés paſſeront un peu bas, pourra être électriſé & donner des étincelles, la verge de fer lui attirant le feu du nuage en forme de conducteur. S'il pouvoit y avoir quelque danger à craindre pour l'homme (quoique je ſois perſuadé qu'il n'y en a aucun), ajoute M. *Franklin*, qu'il ſe place ſur le plancher de la guérite, & que de tems en tems il approche de la barre le crochet d'un fil d'archal, qui ſoit attaché par un bout au plomb de la couverture, & qui ait un manche de cire d'Eſpagne, par où il le tienne. Avec cet appareil, ſi la verge eſt électriſée, les étincelles paſſeront de cette verge au fil d'archal & ne toucheront point l'homme.

D'étail de l'expérience de M. *Dalibard* à Marly-la-Ville.

Ce que M. *Franklin* n'avoit fait que propoſer, M. *Dalibard* ſe chargea de l'exécuter, & le ſuccès qui couronna ſes travaux ſera à jamais mémorable dans les faſtes de l'électricité. Laiſſons à ce célèbre Phyſicien la gloire de publier lui-même le détail de cette importante expérience.

1°. J'ai fait faire, dit-il dans un Mémoire

qu'il lut à l'Académie des Sciences le 13 Mai 1752, à Marly-la-Ville, ſituée à ſix lieues de Paris, dans une belle plaine, dont le ſol eſt fort élevé, une verge de fer ronde, d'environ un pouce de diamètre, longue de quarante pieds & fort pointue par ſon extrémité ſupérieure. Pour lui ménager une pointe plus fine, je l'ai fait armer d'acier trempé, enſuite brunir, au défaut de dorure, pour la préſerver de la rouille. Outre cela, cette verge de fer étoit courbée vers ſon extrémité inférieure de deux coudes à angles aigus, quoiqu'arrondis. Le premier coude étoit éloigné de deux pieds du bout inférieur, & le ſecond en ſens contraire, à trois pieds du premier.

2°. J'ai fait planter dans un jardin trois groſſes perches de vingt-huit à vingt-neuf pieds, diſpoſées en triangle, & éloignées les unes des autres à environ huit pieds; deux de ces perches contre les murs, & la troiſième au-dedans du jardin. Pour les affermir toutes enſemble, on a élevé ſur chacune des entre-toiſes à vingt pieds de hauteur; & comme le grand vent agitoit encore cette eſpèce d'édifice, on a attaché au haut de chaque perche de longs cordages, qui tenoient lieu d'aubans, répondant par le bas à de bons piquets enfoncés en terre à plus de vingt pieds des perches.

3°. J'ai fait conſtruire entre les deux perches voiſines du mur, & adoſſer contre ce mur une

petite guérite de bois capable de contenir un homme & une table.

4°. J'ai fait placer au milieu de la guérite une petite table d'environ un pied de hauteur, & sur cette table j'ai fait dresser & affermir un tabouret électrique. Ce tabouret n'est autre chose qu'une petite planche quarrée, portée sur trois bouteilles à vin pour suppléer au défaut d'un gâteau de résine qui me manquoit.

5°. Tout étant ainsi préparé, j'ai fait élever perpendiculairement la verge de fer au milieu des trois perches, & je l'ai affermie en l'attachant à chacune de ces perches avec des cordons de soie, par deux endroits seulement. Le bout inférieur de cette verge étoit solidement appuyé sur le tabouret électrique, où j'ai fait creuser un trou propre à le recevoir.

6°. Comme il étoit important de garantir de la pluie le tabouret & les cordons de soie, j'ai pris les précautions nécessaires à cet effet. J'ai mis mon tabouret sous la guérite, & j'ai fait couder ma verge de fer à angles aigus, afin que l'eau, qui pourroit couler le long de cette verge, ne pût arriver sur son tabouret. C'est aussi dans le même dessein que j'ai fait clouer vers le haut & au milieu de mes perches, à trois pouces au-dessus des cordons de soie, des espèces de boî-

tes formées de trois petites planches d'environ quinze pouces de long, qui couvrent par-deſſus & par les côtés une pareille longueur de cordons de ſoie, ſans les toucher.

Il s'agiſſoit de faire, dans le tems de l'orage, deux obſervations ſur cette barre ainſi diſpoſée. L'une étoit de remarquer à ſa pointe une aigrette lumineuſe, ou au moins un point lumineux, ſemblable à celui qu'on remarque à l'extrémité d'une pointe plongée dans la ſphère d'activité d'un conducteur électriſé, l'autre étoit de tirer des étincelles de cette barre.

Le premier de ces phénomènes fut connu de tout tems. On ſait qu'en certains orages les pointes de fer élevées dans l'atmoſphère brillent d'une lumière plus ou moins vive. Tous les Marins font mention de ce phénomène qu'ils appellent *feu Saint-Elme*, & qui ſe fait remarquer aux extrémités des mâts & des vergues de leurs bâtimens. *Céſar* fait mention d'un fait ſemblable dans ſes Commentaires. Il rapporte que pendant la guerre d'Afrique, après un orage affreux qui ſurvint pendant la nuit, & qui mit en grand danger toute l'armée Romaine, la pointe des dards de la cinquième légion brilla d'une lumière ſpontanée : *Quintæ legionis pilorum cacumina ſuâ ſponte arſerunt.*

Il n'étoit donc plus intéreſſant pour M. *Da-*

libard que de s'assurer du second phénomène ; & afin de se garantir des piquûres des étincelles, continue-t-il, j'avois attaché le tenon d'un fil d'archal au cordon d'une longue fiole pour lui servir de manche ; c'est-à-dire ; que M. *Dalibard* avoit fait un excitateur de métal auquel il avoit mis un manche de verre pour isoler la personne qui devoit tirer les étincelles.

Le mercredi 10 Mai 1752, entre deux & trois heures après midi, le nommé *Coiffier*, ancien Dragon, que j'avois chargé de faire les observations en mon absence, ayant entendu un coup de tonnerre assez fort, vole à la machine, prend la fiole avec le fil d'archal, présente le tenon du fil de fer à la verge, en voit sortir une petite étincelle brillante, & en entend le pétillement ; il tire une seconde étincelle plus forte que la première, & avec plus de bruit : il appelle ses voisins, & envoie chercher M. le Prieur. Celui-ci accourt de toutes ses forces. Les Paroissiens, voyant la précipitation de leur Curé, s'imaginent que le pauvre *Coiffier* a été tué d'un coup de tonnerre. L'alarme se répand dans le Village. La grêle qui survient n'empêche point le troupeau de suivre son Pasteur. Cet honnête Ecclésiastique arrivé près de la machine, & voyant qu'il n'y avoit point de danger, met lui-même la main à l'œuvre, & tire de fortes étincelles.

La

La nuée d'orage & de grêle ne fut pas plus d'un quart-d'heure à paſſer au zénith de notre machine, & l'on n'entendit que ce ſeul coup de tonnerre. Si tôt que le nuage fut paſſé, & qu'on ne tira plus d'étincelles de la verge de fer, M. le Prieur fit partir de Marly le ſieur *Coiffier* lui-même, pour m'apporter la lettre ſuivante qu'il m'écrivit à la hâte.

Cette lettre n'apprenant preſque rien au-delà du récit de M. *Dalibard*, nous ne croyons pas devoir l'inſérer ici toute entière. Nous nous bornerons à l'obſervation que voici.

J'étois ſi occupé, dit M. le Prieur, dans le moment de l'expérience, de ce que je voyois, qu'ayant été frappé au bras un peu au-deſſous du coude, je ne puis dire ſi c'eſt en touchant au fil d'archal, ou à la tringle : je ne me ſuis pas plaint du mal que m'avoit fait le coup dans le moment que je l'ai reçu ; mais comme la douleur continuoit, j'ai découvert mon bras en préſence de *Coiffier*, & nous avons apperçu une meurtriſſure tournant autour du bras, ſemblable à celle que feroit un coup de fil d'archal, ſi j'en avois été frappé à nud. En revenant de chez *Coiffier*, j'ai rencontré M. le Vicaire, M. *de Milly* & le Maître d'Ecole, à qui j'ai rapporté ce qui venoit d'arriver. Ils ſe ſont plaints tous les trois qu'ils ſentoient une odeur de ſoufre, qui les frappoit

davantage à meſure qu'ils s'approchoient de moi. J'ai porté chez moi la même odeur, & mes Domeſtiques s'en ſont apperçus ſans que je leur en aie rien dit.

Semblables expériences tentées par différens Phyſiciens.

Cette expérience, qui n'étoit point encore auſſi frappante qu'elle le devint par la ſuite, ne put manquer de faire alors la plus grande ſenſation; & il n'étoit plus douteux que la matière du tonnerre raſſemblée dans un conducteur qu'on lui préſentoit, produiſoit un véritable phénomène électrique, qui ſe manifeſtoit par des étincelles, de même que celle que nous raſſemblons & que nous accumulons dans les conducteurs de nos appareils électriques. M. *Delor*, Démonſtrateur de Phyſique de l'Univerſité, éleva dans ſon jardin à l'Eſtrapade, où il demeuroit alors, une barre de fer de quatre-vingt-dix-neuf pieds de longueur; & dès le 18 Mai de la même année, il eut la ſatisfaction d'en obtenir de ſemblables effets. M. *le Monnier* en fit élever une ſemblable à Saint-Germain-en-Laye, où il pratiquoit alors la Médecine. Le Père *Berthier*, de l'Oratoire, en établit une pareille dans la maiſon des R R. P P. de l'Oratoire de Montmorency. Ces deux derniers Phyſiciens furent, à la vérité, un peu maltraités des étincelles qu'ils en tirèrent imprudemment; mais ils ne le furent point d'une manière auſſi fâcheuſe que le célèbre *Richmann* le

fut à Saint-Pétersbourg, le 6 Août 1753. Il fut renverſé & tué ſur-le-champ, par une étincelle foudroyante qui partit de ſon appareil.

La mort de ce célèbre Phyſicien fit beaucoup de bruit dans le tems parmi les Phyſiciens électriſans. Il y eut une quantité de variantes ſur les circonſtances de cet accident : nous croyons donc obliger nos Lecteurs, en leur donnant le détail le plus exact & le plus circonſtancié ſur un phénomène qui doit néceſſairement intéreſſer tous ceux qui voudroient ſe livrer à de ſemblables recherches. Le voici tel qu'il fut envoyé alors à la Société Royale de Londres, & il m'a été confirmé depuis par un Amateur des plus diſtingués, qui fut preſque témoin de ce fâcheux évènement, par M. le Comte *de Strogonoff*.

Relation de la mort de *Ricmann*.

M. *Ricmann*, pourvu d'une barre électrique qui apportoit l'électricité des nuages dans une des pièces de la maiſon ſur laquelle cette barre étoit établie, ſe ſervoit d'un inſtrument qu'il déſignoit ſous le nom de *gnomon électrique*, pour meſurer la force de l'électricité, ou de la matière foudroyante accumulée dans ſa barre.

Ce gnomon étoit fait d'une baguette de métal, qui aboutiſſoit à un petit vaſe de verre, dans lequel il mettoit, ſans qu'on puiſſe en deviner la raiſon, un peu de limaille de cuivre. Au haut de cette baguette étoit attaché un fil

qui pendoit le long de la baguette quand elle n'étoit point électriſée ; mais dès qu'elle l'étoit, il s'en éloignoit à une certaine diſtance, & formoit conſéquemment un angle à l'endroit où il étoit attaché. Pour meſurer cet angle, il avoit un quart de cercle, attaché au bout de la baguette de fer.

Il étoit occupé à obſerver l'effet de l'électricité des nuages ſur ce gnomon, & par conſéquent il étoit debout, la tête penchée deſſus. Il étoit accompagné de M. *Solokow*, ſon Graveur, afin de lui faire obſerver les phénomènes, & de le mettre dans le cas de les mieux repréſenter dans des gravures qu'il vouloit faire faire. Cet Artiſte, placé à côté de lui, apperçut tout-à-coup un globe de feu bleu, gros, à ce qu'il dit, comme le poing, s'élancer de la baguette du gnomon vers la tête du Profeſſeur, qui n'étoit alors éloigné que d'un pied ou environ de cette baguette, & qui le renverſa. La vapeur qui s'éleva au même moment, l'affecta ſi fort, qu'elle le renverſa lui-même, le priva de ſes ſens & l'empêcha d'examiner plus particulièrement les effets de ce redoutable météore. Il ne ſe rappella pas même enſuite avoir entendu le bruit de l'exploſion.

Un fil de fer qui tranſmettoit l'électricité à la baguette fut diviſé en pièces, & les morceaux en furent diſperſés ſur les habits de M. *Solokow*.

La moitié du vaſe de verre dans lequel étoit la baguette du gnomon fut briſée, & la limaille de métal diſperſée dans toute la chambre.

En examinant enſuite les effets du tonnerre dans cette chambre, on trouva le chambranle de la porte tout fendu, & la porte briſée & jetée dans la chambre. Quelque tentative qu'on fît pour rappeler à la vie le malheureux Martyr de l'électricité, il ne donna aucun ſigne de vie. On apperçut ſur ſon front une tache rouge, dont il ſuinta quelques gouttes de ſang à travers les pores ſans déchirer la peau. Le ſoulier du pied gauche ſe trouva brûlé & percé à jour; & en découvrant le pied en cet endroit, on y trouva une marque bleue: d'où l'on conclut que la foudre étoit entrée par la tête & ſortie par le pied.

Il y avoit ſur le corps, particulièrement du côté gauche, pluſieurs taches rouges & bleues, qui reſſembloient à du cuir retiré, pour avoir été grillé. On apperçut dans la ſuite beaucoup plus de ces taches ſur le corps, & principalement ſur le dos. Celle qui étoit au front devint d'un rouge brun; mais les cheveux ne furent point grillés, quoique la tache atteignît juſques-là. A l'endroit où le ſoulier étoit découſu, le bas ſe trouva très-entier, ainſi que tout le juſte-au-corps; le devant de la veſte ſeulement ſe trouva un peu grillé, à l'endroit où il ſe joint

avec le derrière : mais il parut ſur le dos de l'habit de M. *Solokow* de longues raies étroites, comme ſi des fils de fer rouges euſſent grillé le poil de l'étoffe.

Le lendemain, on fit l'ouverture du corps ; on trouva le crâne entier, n'ayant ni fentes, ni ouvertures en travers ; le cerveau auſſi ſain qu'il étoit poſſible de l'être : mais les membranes intercartilagineuſes de la trachée-artère étoient conſidérablement attendries, cédoient & ſe déchiroient avec facilité. Il s'y trouva un peu de ſang extravaſé, ainſi que dans les cavités au-deſſous des poumons. Celles de la poitrine étoient tout-à-fait ſaines ; mais celles qui avoiſinent le dos étoient d'un noir brunâtre & remplies de ſang. Les entrailles, en général, n'étoient point endommagées ; mais le goſier, les glandes & les inteſtins grêles étoient enflammés, & les taches de couleur de cuir grillé ne pénétroient point au-delà de la peau. Le lendemain de l'ouverture, deux fois vingt-quatre heures après la cataſtrophe, le corps étoit ſi corrompu qu'on eut de la peine à le mettre dans le cercueil. Telles ſont en peu de mots les circonſtances du fâcheux accident qui priva la Phyſique d'un de ſes plus habiles Profeſſeurs.

Cet accident eſt le ſeul de cette eſpèce qui ſoit arrivé, par l'inattention du Profeſſeur qui ſe tint

imprudemment dans la ſphère d'activité de ſon appareil ; car on peut aſſurer qu'en les conſtruiſant avec ſoin, & en leur ajoutant une décharge qui diminue l'étendue de leur ſphère d'activité, & ſe tenant conſtamment à une diſtance plus éloignée que n'eſt la décharge, & en excitant les étincelles avec un excitateur à manche de cryſtal, ou armé d'une chaîne qui communique avec la terre humide, on peut impunément tenter toutes ſortes d'expériences.

La décharge conſiſte à faire pendre de la barre iſolée, ou du conducteur auquel on peut la faire communiquer, & qui reçoit l'électricité des nuages, une chaîne terminée par une petite boule de métal, qui ne ſoit éloignée que de douze à quinze pouces du plancher, ou mieux, d'un morceau de fer implanté profondément en terre, & qui communique de quelque manière que ce ſoit avec la terre humide. D'où il ſuit, qu'on pourra toujours ſe tenir impunément à la diſtance de ſeize à dix-huit pouces de l'appareil. Auſſi voyons-nous que ceux qui ont pris de ſemblables précautions n'ont point eu à ſe plaindre des funeſtes effets du tonnerre ; & cependant ces ſortes d'appareils ſe ſont ſinguliérement multipliés dans le tems.

Outre ceux de MM. *Dalibard*, *Delor*, *Lemonnier* & le P. *Berthier*, dont nous venons de

faire mention, nous ſavons que pluſieurs autres célèbres Phyſiciens en ont conſtruit de ſemblables ou d'équivalens, parmi leſquels nous diſtinguerons ceux de MM. *Canton*, *Wilſon*, *Bevis*. Tous, occupés d'un objet d'autant plus intéreſſant qu'il étoit nouveau, nous ont laiſſé une multitude d'obſervations, dans le détail deſquelles nous ne pouvons nous permettre de deſcendre, mais qu'on lira avec plaiſir dans les Ouvrages de ces célèbres Phyſiciens, ou dans les *Tranſactions Philoſophiques de Londres*. Parmi ces ſortes d'obſervations, il en eſt quelques-unes néanmoins qui méritent de trouver ici leur place, & qu'on nous ſaura gré de communiquer à nos Lecteurs. Celles de M. *le Monnier* méritent ſur-tout cette préférence. Elles nous apprennent qu'il n'eſt pas néceſſaire de donner une très-grande élévation à une barre de fer pour qu'elle ſoit électriſée par un nuage orageux. Il obſerve en effet qu'un porte-voix, ſuſpendu ſur de la ſoie, à cinq ou ſix pieds de terre, donnoit des ſignes manifeſtes d'électricité. Il obſerve encore qu'un homme iſolé ſur un gâteau de réſine, & tenant à ſa main une baguette de bois d'environ dix-huit pieds de longueur, ſur laquelle étoit tortillé un fil de fer, étoit ſi bien électriſé, quand il tonnoit, qu'on tiroit de ſon corps des étincelles fort vives, & qu'un autre homme, pareillement iſolé dans un

Obſervations faites avec des appareils de ce genre.

jardin, & tenant ſeulement une de ſes mains en l'air, attiroit avec ſon autre main la ſcieure de bois qu'on lui préſentoit.

Ce célèbre Phyſicien obſerve outre cela, que l'électricité diminuoit continuellement quand il ſurvenoit de la pluie, quoique le tonnerre fût encore très-fort, & que l'iſoloir ne fût point mouillé. Il trouva cependant enſuite que ce fait n'étoit point conſtant.

M. *Verrati*, qui s'étoit procuré un ſemblable appareil élevé ſur l'obſervatoire de Bologne, remarque qu'il n'en avoit jamais tiré d'étincelles qu'il n'eût tombé de la pluie auparavant. D'où il ſuit que ces phénomènes dépendent d'une multitude de circonſtances qu'il n'eſt pas poſſible de prévoir, & même d'aſſigner d'après les obſervations qu'on a faites juſqu'à préſent.

S'il n'eſt pas néceſſaire qu'une barre de fer ſoit conſidérablement élevée dans l'atmoſphère pour s'électriſer au paſſage d'un nuage orageux, on conçoit facilement qu'elle ſera d'autant mieux diſpoſée à cet effet qu'elle ſera plus élevée, puiſqu'elle ſera alors plus profondément plongée dans la ſphère d'activité du nuage orageux, & qu'elle ſera incomparablement plus propre à ſoutirer l'électricité d'un nuage très-élevé. On doit donc préférer, pour ces ſortes d'obſervations, des verges beaucoup plus longues & plus élevées au-deſſus

Autres appareils beaucoup plus propres à ces ſortes d'expériences.

du comble des édifices, & on ne peut trop applaudir au génie de ceux qui ont imaginé d'autres moyens plus propres encore à aller affronter la foudre jusque dans ses magasins les plus élevés.

Si M. *de Romas*, Assesseur au Présidial de Nerac, fut véritablement le premier à imaginer une pratique aussi ingénieuse, l'imagination de M. *Franklin* ne fut pas plus lente; & à une distance énorme l'un de l'autre, & sans être à portée de se communiquer leurs idées, ils s'arrêtèrent tous les deux au même moyen : mais M. *de Romas* eut la gloire de lancer le premier dans les airs un cerf-volant muni d'une pointe très-aiguë, & d'aller chercher la foudre jusque dans la partie la plus élevée de l'atmosphère. Nous ajouterons même ici que l'appareil de M. *de Romas* est beaucoup plus commode que celui de M. *Franklin*, & mérite à cet égard la préférence sur celui de ce célèbre Physicien. Il est plus commode, en ce que la corde par laquelle on élève le cerf-volant, & qui est filée de métal, comme celle du Docteur *Franklin*, peut s'envelopper sur une espèce de tambour monté sur un charriot qu'on peut transporter facilement partout, & que ce méchanisme rend moins embarrassant le service de cette corde. On trouvera la description de cet appareil dans les Mémoires de l'Académie, & dans une petite Brochure qui parut en 1776.

Nous ajouterons cependant en faveur de ceux de nos Lecteurs qui ſeroient curieux de répéter ces ſortes d'expériences, que le cerf-volant eſt tout-à-fait ſemblable à celui que les jeunes gens font ordinairement en papier. Il doit cependant être fait de taffetas, pour qu'il puiſſe réſiſter à la pluie & à la grêle, à laquelle il eſt communément expoſé. On file ſur ſa corde un petit fil de métal, de celui qu'on emploie pour recouvrir les cordes des inſtrumens. Il eſt important que cette corde ſoit iſolée. A cet effet, on attache un fort cordon de ſoie à ſon extrémité, & d'une longueur aſſez grande pour que l'iſoloir ſoit sûr; & on a ſoin de diſpoſer ce cordon de ſoie de manière qu'il ſoit à l'abri de la pluie.

Si on veut faire plus commodément des obſervations ſur les phénomènes que préſente la matière du tonnerre apportée des nuages dans cette corde, on peut alors, au lieu de l'iſoler par un cordon de ſoie, l'attacher à un conducteur bien iſolé, & toutes les expériences ſe feront à ce conducteur.

Or, à l'aide d'un appareil de cette eſpèce, on démontre avec autant de facilité que de certitude, que la matière du tonnerre ne diffère que par ſon abondance de la matière électrique que nous accumulons dans nos conducteurs ou dans nos batteries, & qu'elle produit exactement les mêmes phénomènes.

1°. Elle attire les corps légers qui ſe trouvent plongés dans la ſphère d'activité d'un conducteur de cette eſpèce, lorſqu'il a reçu une portion de cette matière.

2°. Elle s'élance du conducteur ſous la forme d'une étincelle peu bruyante aſſez communément, mais toujours très-piquante & même beaucoup plus piquante que celles qu'on tire d'un conducteur ordinaire chargé de la matière électrique que nous excitons dans nos appareils.

3°. Dirigée ſur de l'eſprit-de-vin, cette étincelle l'allume, ainſi que tous les corps combuſtibles que nous allumons avec une étincelle électrique ordinaire.

4°. On peut également charger une bouteille, un bocal, une batterie même, de la matière qu'un nuage orageux apporte dans un conducteur de cette eſpèce; & ces vaiſſeaux convenablement chargés produiſent les mêmes effets; ils font éprouver la commotion, & préciſément de la même manière qu'ils le font lorſqu'ils ſont chargés de l'électricité de nos conducteurs ordinaires.

En général, il n'eſt aucun phénomène électrique qu'on ne puiſſe parfaitement imiter lorſqu'on fait communiquer la corde d'un cerf-volant électrique, ou la barre de fer élevée au-deſſus d'une maiſon, avec un conducteur de métal iſolé & fixé dans l'intérieur d'un appartement; & on ſe

ſert de celui-ci de la même manière qu'on ſe ſert du conducteur ordinaire d'une machine électrique. La matière du tonnerre ou de la foudre accumulée dans les nuées, eſt donc préciſément la même que la matière électrique que nous raſſemblons & que nous accumulons dans nos conducteurs. Comme cette dernière, elle tend à ſe porter d'un nuage qui la contient plus abondamment dans un autre qui en contient moins, & de nuage en nuage, elle ſe porte dans l'intérieur de notre globe, en produiſant, chemin faiſant, ſur les corps qui lui ſervent de conducteurs, ces ravages fâcheux que tout le monde connoît. Soumiſe aux mêmes loix que la matière électrique dans ſes mouvemens, elle abandonne, pour ainſi dire, certains corps pour ſe jetter ſur d'autres. Elle briſe les uns, elle épargne les autres, & ſuit conſtamment les meilleurs conducteurs pour ſe porter & ſe diſſiper dans l'intérieur de notre globe. On en trouve la preuve dans cette préférence marquée qu'elle donne aux métaux, & par leſquels on voit habituellement qu'elle ſe tranſmet plus facilement que par tout autre corps de toute autre eſpèce. L'exemple de ce qui ſe paſſa à Naples dans l'hôtel de Milord *Tilney*, & que nous avons rapporté, en fournit une preuve inconteſtable. En voici une ſeconde qui n'eſt pas moins ſolide ni moins démonſtrative, tirée d'un effet du tonnerre

obſervé à Paris en 1772, dans une Penſion militaire établie à la barrière de Sève.

Obſervation de l'effet du tonnerre, le 27 Juin 1772.

Le 27 Juin, vers les huit heures du matin, l'orage étant très-fort & le tonnerre tombant coup ſur coup en pluſieurs quartiers de la ville, il tomba par une des cheminées de cette maiſon, dont il creva le tuyau, perça l'archevreture, effleura le contrecœur & endommagea le manteau. Il éclata comme une bombe dans la chambre, aux pieds d'une perſonne qui y étoit, & qui en reçut dans toutes les parties de ſon corps, mais particulièrement ſur les bras, une vigoureuſe commotion. Saiſie d'effroi, elle apperçut malgré cela & diſtingua un météore enflammé qui l'enveloppoit de tous côtés, & qui ſe diviſa en pluſieurs lames de feu. L'une paſſa par-deſſus ſa tête, fut brûler un papier collé au plafond, & retourna par une autre ligne chercher du fer derrière un tableau, où elle fit exploſion, perça la cheminée & diſparut.

Une autre lame prit ſa direction vers la porte, dont elle enleva le penne. Elle traça au-dedans comme en-dehors un large ſillon de flamme, ſe jeta ſur le mur à côté, le traverſa pour arriver dans une garde-robe où elle fit quelque fracas. Elle y fondit en partie le corps de deux ſerrures; elle perça un autre mur, & s'élança par cette ouverture ſur une rampe de fer, qu'elle

ſuivit juſqu'au bas de l'eſcalier ; elle en briſa le ſabot, & elle fut enfin endommager la plaque de la cheminée de la ſalle à manger où elle ſe perdit.

La troiſième lame ſe porta vers un des angles de la chambre, jeta une pierre en-dehors pour atteindre une barre de fer qui étayoit la muraille ; ſuivit le balcon d'une fenêtre ; tomba entre quatre perſonnes ; s'enfonça au pied de la croiſée ; pénétra dans un cabinet où il y avoit une collection d'eſtampes, qu'elle déchira. Elle y brûſa la dorure des cadres ; elle y fit pluſieurs autres dommages : mais ſur-tout elle fut frapper un ſerre-papier garni de cuivre, dont elle fondit pluſieurs parties ; de-là éclatant par une nouvelle exploſion, elle fut chercher une barre de fer logée dans un gros mur d'un autre cabinet, fit un trou à chaque extrémité de cette barre de fer, l'autre dans le cabinet pour aller chercher de vieilles ferrailles qui y étoient, laiſſa ſur des clefs l'empreinte de ſon paſſage : elle ſauta de-là ſur le fil d'une ſonnette ; le ſuivit, le coupa en pluſieurs morceaux, & en le quittant elle fit une dernière exploſion, dégrada la muraille ; ſe porta de-là dans l'antichambre pour aller paſſer à quelque diſtance de là entre les jambes d'un enfant de ſix ans, auquel elle ne cauſa aucun accident.

On voit ici la matière du tonnerre ſe diſtri-

buer en plusieurs portions, & toutes s'attacher par préférence à des substances métalliques, comme meilleurs conducteurs, qu'elles vont chercher par plusieurs détours, & en faisant effort sur différens corps qu'elles rencontrent sur leur passage; semblable à la matière électrique qui abandonne le chemin qu'on veut lui faire parcourir pour se porter par préférence sur des corps plus propres à la conduire au réservoir commun, comme nous l'avons fait observer précédemment.

Autre observation qui prouve la parfaite analogie entre la matière du tonnerre & la matière électrique.

Veut on un effet encore plus analogue entre la matière du tonnerre & la matière électrique? en voici un attesté par M. *Jallabert*. Il écrivoit à M. l'abbé *Nollet*, que son fils ayant entrepris de visiter les Alpes avec M. *de Saussure*, ils s'étoient trouvés surpris d'un orage sur la cime d'une de ces hautes montagnes, & qu'ils furent extrêmement étonnés de voir qu'ils étoient devenus à un tel point électriques, que lorsqu'ils étendoient le bras, il sortoit de leurs doigts des étincelles spontanées, & qu'il en sortoit en particulier de fréquentes d'un bouton de métal qui étoit au chapeau de M. *Jallabert* : ils éprouvèrent en même tems la sensation que procurent les étincelles électriques à ceux de qui on les tire. Ce phénomène dura autant que l'orage, qui cessa au bout d'un quart-d'heure.

Si pour l'ordinaire la matière du tonnerre se

trouve

trouve ſurabondamment accumulée dans les nuages, d'où elle s'échappe pour ſe porter dans l'intérieur de notre globe, ſouvent ce dernier en contient une quantité ſurabondante, qui tend à ſe porter, & qui ſe porte dans l'atmoſphère pour ſe diſtribuer aux nuages qui en contiennent une quantité moins abondante ; & ſi on eût été plus attentif à obſerver les mouvemens de la foudre, peut-être ſe ſeroit-on perſuadé depuis long-tems qu'elle s'élève auſſi ſouvent de bas en haut, de la terre aux nuages, qu'elle deſcend de ceux-ci ſur la terre.

Dès 1713 le Marquis de *Maffei* avoit obſervé ce phénomène au chateau de Fordinovo, & il en fit part alors au célèbre *Valliſnieri*, Profeſſeur de l'Univerſité de Padoue. Tout ſingulier que dût paroître un fait qui contrarioit abſolument les idées les plus univerſellement reçues, ſur la marche de la foudre, la découverte de *Maffei* fut fort accueillie des ſavans d'Italie. En 1747 ſon Auteur la rendit publique, dans un traité de *la formation de la Foudre* qu'il publia. Il y raſſemble, ſous forme de Lettres adreſſées à divers ſavans Nationaux & Etrangers, tout ce qui pouvoit appuyer ſon obſervation.

Opinion du Marquis de *Maffei*.

Il étoit lui-même ſi bien prévenu en ſa faveur, qu'il y ſoutient que dans toutes les circonſtances où la foudre vient nous viſiter, elle

s'élève toujours de terre, qu'elle ne tombe jamais, & que jamais elle ne peut tomber du ciel ſur aucune partie de notre globe. Toutes les fois, dit-il, qu'il a eu occaſion d'examiner les endroits où l'on croyoit que le tonnerre étoit tombé, il a toujours vu par les effets & les veſtiges qui ſubſiſtoient, que la foudre avoit frappé de bas en haut.

Fauſſe, comme trop générale.

Nous ſommes bien éloignés de donner un démenti à un ſavant tel que le Marquis de *Maffei*, & nous ne ſommes pas moins éloignés de croire que la prévention l'ait empêché d'examiner, comme il convenoit, les différens endroits qu'il eut occaſion de viſiter. Il peut être vrai que tous ces endroits euſſent été foudroyés dans le ſens qu'il indique; car il eſt de fait, dans la multitude d'obſervations qu'on a recueillies dans la ſuite, que la foudre ſuit aſſez fréquemment cette route; mais nous n'en ſommes pas moins perſuadés qu'elle deſcend ſouvent du ciel pour ſe porter en terre, ravageant, chemin faiſant, les édifices qu'elle rencontre, & occaſionnant de plus grands malheurs encore. Nous n'attaquons donc l'aſſertion du Marquis de *Maffei* que dans ſa trop grande généralité, & nous croyons bien volontiers que ſes obſervations n'en ſont pas moins exactes.

Obſervation de l'abbé *Jérôme Lioni de Cenada.*

L'abbé *Jérôme Lioni de Cenada* eut peine à ſe perſuader dans le tems de la vérité de ces ob-

ſervations. Il s'inſcrivit même en faux contre elles, dans une Lettre adreſſée au P. *Burgos*. Elle fut imprimée dans le volume 32 du Journal de Veniſe, fait par *Apoſtolo Zeno*. Quelque tems après cependant il revint de ſon erreur, & il y fut forcé, dit-il lui-même, par un fait déciſif. Dans un orage furieux, dont il fut témoin, il vit tout-à-coup une flamme très-vive qui s'éleva rapidement de la terre, à la hauteur de deux coudées, & diſparut dans un inſtant avec un bruit épouvantable.

Depuis cette époque, quantité de célèbres Phyſiciens ont fait nombre d'obſervations ſemblables, que les bornes que nous ſommes obligés de nous impoſer, ne nous permettent point de rapporter. Nous nous en tiendrons à quelques-unes ſeulement, vu l'importance de l'objet, & pour combattre ſolidement l'opinion vulgaire & trop long-tems accréditée, qui veut que la foudre deſcende toujours du ciel. Nous ne ſuivrons dans l'expoſition de ces phénomènes, que l'ordre des tems qui les firent connoître, & nous tirerons ces obſervations d'un ſavant Mémoire de l'abbé *Bertholon*, imprimé dans le Journal de Septembre 1777, qui a recueilli avec ſoin tout ce qu'il a pu trouver de certain ſur cette matière.

Deux Obſervantins, profeſſeurs de Philoſophie, dit M. *Bertholon*, virent à Luques en 1724, Autre, faite à Luques.

la foudre ſous la forme d'un petit globe de feu qui ſe forma, s'éleva enſuite rapidement, & peu après ils entendirent le bruit d'une exploſion.

Autre, faite près Niſmes, par M. *Seguier.*

L'année ſuivante, en 1725, M. *Seguier* de Niſmes étant à une maiſon de campagne, à une lieue de cette ville, il vit ſur les dix heures du ſoir ou environ, dans un tems d'orage, & à peu de diſtance de lui, la foudre s'élever de la terre dans un champ. Elle avoit la forme d'une flamme d'une toiſe de largeur à-peu-près, qui ſembloit toucher à terre, & s'élever de bas en haut.

Autres à Véronne.

Ce phénomène n'eſt point le ſeul de ce genre, dont cet homme célèbre par la profondeur & la multiplicité de ſes connoiſſances ait été témoin. Il aſſure que pendant ſon ſéjour à Véronne, il avoit été à portée d'en obſerver pluſieurs tout-à-fait ſemblables, dans la vaſte plaine qui s'étend de Véronne à Mantoue.

Ceux qui ſeront curieux de raſſembler un plus grand nombre de faits de cette eſpèce, pourront conſulter le ſecond volume des Commentaires de l'Académie de Boulogne, pour 1745, & les obſervations qu'ils y trouveront conſignées, auront de quoi les ſatisfaire. Ils ne pourront avoir aucun doute ſur leur certitude ; car elles ſont faites par le ſavant *Bacheton*, Docteur en Médecine, & bien connu dans la république des Lettres.

Autres, faites par M. *Bouguer.*

Les Mémoires de l'Académie de Paris, pour

l'année 1755, renferment pluſieurs obſervations du même genre, faites par un obſervateur dont l'exactitude ne peut être ſuſpectée ; c'eſt le ſavant *Bouguer*. Il avoit habité pendant quelque tems un pays de montagnes, & il aſſura à M. Leroy, de la même Académie, qu'il avoit vu nombre de fois du feu ſortir de ces montagnes, lorſque certains nuages étoient portés contre elles par le vent.

Autres, faites en Sibérie, par l'abbé *Chappe*.

Perſonne, à ce que je ſache, n'a fait un plus grand nombre d'obſervations de ce genre que l'Abbé *Chappe d'Auteroche*, mon ami particulier, ce célèbre martyr de ſa paſſion pour l'Aſtronomie, & dont la mémoire ſera toujours précieuſe à ſes amis. Il en a conſigné pluſieurs dans la relation de ſon voyage en Sibérie, fait en 1761. Il aſſure que ſi ces contrées ſont preſque toujours couvertes de frimats, les orages y ſont néanmoins très-fréquens, & qu'il a conſtamment obſervé que la foudre ſe portoit de bas en haut, ce qui s'accorde aſſez bien avec les obſervations du Marquis *de Maffei*.

Autres, faites à Paris par le même.

De retour à Paris, il eut occaſion de voir le même phénomène dans un orage qui ſurvint le 7 Juillet 1766, & encore mieux dans un autre qu'on éprouva le 6 Août 1767, à neuf heures du ſoir. Il vit alors la foudre s'élever manifeſtement de bas en haut ; il la vit encore, une heure après, ſuivre la même direction. Il étoit

alors à l'obſervatoire, à la fenêtre du petit cabinet d'obſervation, & il y étoit avec M. *Caſſini* fils, & M. *de Prunelai*.

Un coup de foudre, dit-il, s'éleva du côté de Châtillon ſous la forme d'une fuſée, dont la groſſeur & la vivacité diminuoient à meſure qu'elle s'élevoit. Ces trois ſavans Obſervateurs étant encore dans le même endroit à dix heures & demi, en virent une autre qui s'éleva dans la direction du mât ſitué ſur la terraſſe de l'obſervatoire. Nous l'apperçûmes, dit l'Abbé *Chappe*, avec une telle évidence, que nous criâmes tous : *Oh, la voilà!*

Le lendemain, notre ſavant Académicien vérifia le fait par une ſuite d'obſervations qu'il fit ſur le mât. Elles ſont on ne peut plus concluantes en faveur de l'aſcenſion de la foudre. Ceux qui ſeront curieux de les lire, les trouveront conſignées dans les Mémoires de l'Académie pour l'année 1767.

En 1769, l'Abbé *Chappe* eut encore occaſion de recueillir pluſieurs obſervations ſemblables dans un voyage qu'il fit en Californie, dont nous devons la publication à M. *Caſſini* fils : voici de quelle manière notre ſavant voyageur s'explique.

Autres, faites en Californie par le même.

Le 3 Mai 1769, me trouvant, dit-il, proche de Malino, petit hameau éloigné de près de trente-ſix lieues de Mexico, j'apperçus vers le ſud un gros nuage noir, élevé à une hauteur mé-

diocre au-dessus de l'horison ; tout le reste de l'atmosphère paroissoit enflammé autour de nous. Ce nuage étoit soutenu par trois espèces de colonnes, à égale distance l'une de l'autre, dont la base touchoit presque l'horison.

Tant qu'il resta dans cet état, des éclairs vifs & fréquens paroissoient en trois endroits du nuage, au-dessus de ces colonnes, & en même tems des traits de lumière électrique partoient, comme d'une aurore boréale, des points de l'horison qui répondoient au-dessous. Bientôt après le nuage s'affaissa, & ce fut alors que nous vîmes la foudre s'élever à tout moment de terre, & sous la forme de fusées, & aller éclater vers le haut du nuage.

Je craignois d'autant moins de me faire illusion à moi-même, ajoute l'Abbé *Chappe*, que dans cette observation toutes les personnes de ma suite, l'interprète, les soldats de l'escorte, qui n'étoient prévenus d'aucun esprit de système, furent les premiers à remarquer ce phénomène. Une seule fois la foudre nous parut partir du nuage. Deux jours après nous vîmes encore à-peu-près le même spectacle, & nous fîmes également la remarque de la foudre qui s'élevoit de la terre assez lentement pour qu'on pût distinguer son origine & sa direction.

Autre, par M. *Lavoisier*.

En 1772, M. *Lavoisier* communiqua à l'Aca-

démie une obſervation de même eſpèce qu'il avoit faite rue Vivienne, dans la maiſon de M. le Marquis de *Collabeau*, frappée le 27 Juin d'une foudre aſcendante.

Autre, faite en Franche-Comté.

M. *de Lalande* a inſéré dans le Journal des Savans, pour le mois de Novembre 1775, une obſervation ſemblable. La lanterne, dit-il, ou le fanal de Villefranche, dans le Comté de Nice, a été frappée de la la foudre : on a vu des torrens de feu partir de la terre, & s'élancer vers le ſommet où l'électricité du nuage ſe portoit. La caſemate qui contenoit des poudres, a pris feu ; pluſieurs perſonnes ont été tuées, & le bâtiment percé de toutes parts.

En voici une autre également certaine : elle fut faite par un ſavant diſtingué, & bien connu pour mettre toute l'exactitude poſſible dans ſes obſervations ; c'eſt le P. *Cotte* de l'Oratoire, qui demeure à Montmorency, à quatre lieues de Paris. Cette obſervation eſt conſignée dans le Journal des Savans, pour le mois de Janvier 1777.

Autre, faite à Montmorency, par le P. *Cotte*.

Le 15 Août 1776, il y eut à Montmorency, dit le P. *Cotte*, un orage accompagné de grêle & de tonnerre. Le ciel étant tout en feu, on jouit du plus beau ſpectacle dont il ſoit poſſible d'être témoin. Je fus à portée de remarquer & de faire remarquer à beaucoup de perſonnes les deux cou-

rans de feu qui ſortoient, l'un de la terre, & l'autre du nuage, pour former les éclairs qui ſe produiſoient ſans interruption.

Ce n'étoit point-là la première fois que ce célèbre Phyſicien eût fait une pareille obſervation. Il en avoit déjà communiqué deux de ce genre à l'Académie des Sciences en 1768 & 1769.

Autres, faites en Languedoc par l'abbé *Bertholon*.

L'Abbé *Bertholon*, que j'ai cité plus haut, ajoute ſes propres obſervations à celles des Phyſiciens diſtingués dont il fait mention dans ſon Mémoire. Il habitoit le Languedoc, & c'eſt un climat très-propre à procurer fréquemment aux Phyſiciens le ſpectacle de ſemblables phénomènes. Il aſſure n'avoir point obſervé un ſeul orage qui fût conſidérable, ſans avoir apperçu la foudre s'élever de terre. Ce n'eſt, ajoute-t-il, que dans les petits orages que je ne l'ai point vue ſe porter de bas en haut.

D'après un grand nombre d'obſervations de ce genre, cet habile Phyſicien ſe croit en droit & bien fondé à regarder comme une règle aſſez générale, que dans les grands orages la foudre commence au moins par s'élever pluſieurs fois de la terre, quoiqu'elle tombe enſuite, & que dans les petits orages elle tombe plus ſouvent des nues, vers leſquelles elle s'élève moins ſouvent dans ces ſortes de circonſtances.

Ce n'eſt pas ſeulement de la terre ferme que

l'Abbé *Bertholon* dit avoir vu la foudre s'élever. Il assure avoir observé plusieurs fois, & sur-tout le 25 Août 1775, qu'elle s'élevoit également de la mer, dont il étoit peu distant. Il met cependant une restriction très-sage à cette observation. Peut être, dit-il, cela n'arrive-t-il que dans les parages très-près du rivage, les eaux de la mer n'ayant vers les bords que très-peu de profondeur. J'ignore, ajoute-t-il, si à une certaine distance, & bien avant dans la mer, il y a des foudres marines qui montent vers les nues, ou qui en descendent.... Quoi qu'il en soit, ajoute-t-il encore, la foudre est alors moins dangereuse. Elle se contente, ce me semble, d'imprimer la terreur & l'effroi aux spectateurs qui la considèrent; sa trace est fugitive comme l'éclair qui la précède, & elle ne détonne que pour avertir qu'elle n'est plus.

Veut-on des observations plus récentes. Elles n'ajouteront rien à la force des preuves que nous venons de donner de la vérité que nous voulons établir, mais elles nous feront voir que depuis la connoissance que nous avons acquise de cette vérité, les preuves s'en sont multipliées tous les ans.

Autre, faite près Montpellier, par M. *Mourgue*.

On lit, dans le treizième Volume qui sert de Supplément au Journal de Physique, une observation de M. *Mourgue*, de la Société Royale

des Sciences de Montpellier, qui vient à l'appui de ce que nous venons de dire : elle eſt du 28 Juin 1778 ; il la fit à ſa maiſon de campagne, près Marſillargues, à quatre lieues eſt de Montpellier.

Autre, par M. *Lorgna*.

On en lit encore une autre dans le même Journal pour le mois de Novembre 1782. Elle eſt datée du 27 Avril de la même année. Elle fut faite par M. *Antonio-Mario Lorgna*, & communiquée à M. de *Volta*. L'auteur de cette obſervation croit pouvoir en tirer une induction propre à favoriſer ſon opinion ſur la formation de la foudre. Nous ne pouvons diſconvenir que cette opinion ne ſoit très-ingénieuſe, mais nous nous diſpenſerons de la rapporter ici, parce que nous ne la regardons point comme aſſez ſolidement établie.

Autres, de M. *Ferris*.

Nous terminerons cette ſuite d'obſervations que nous avons cru devoir préſenter à la curioſité de nos Lecteurs, par les deux ſuivantes ; elles nous ont été communiquées l'une & l'autre par M. *Ferris*. Il ne cite la première que ſur le témoignage d'un brave homme qui n'étoit point Phyſicien, & c'eſt à cauſe de cela, dit-il, que ſon récit doit être plus ſûr, parce que n'étant préoccupé d'aucune opinion, il a ſans doute raconté préciſément ce qu'il a vu.

Après avoir dépaſſé un bois, qu'il venoit de

côtoyer, il s'arrêta pour voir le ciel, qui, ſerein par-tout ailleurs, commençoit à ſe couvrir au-deſſus de ſa tête. Regardant alors derrière lui, il vit le long du bois une bordure de fraiſiers chargés de fruits murs. A quelques pas plus loin, il ſe détourna pour conſidérer encore ces fruits qui lui avoient échappé lorſqu'il avoit paſſé auprès; mais au lieu de fraiſes, il vit, dit-il, de petites flammes qui s'élevoient en pointes inégales à la hauteur commune d'environ un demi-pied.

Cependant, ajoute-t il, le tems ſe couvroit au-deſſus du bois, ſur-tout, & notre voyageur s'éloignoit à la diſtance de plus d'un quart de lieue; il regarda encore du côté du bois, & il vit une flamme qui s'élevoit à la moitié ou environ de la hauteur des arbres, & le nuage qui deſcendoit fort près de leur ſommet. A quelques pas plus loin, il entendit derrière lui des coups multipliés de tonnerre, qui lui firent doubler le pas.

Le fait ſuivant n'eſt pas moins concluant en faveur de la foudre aſcendante. M. *Ferris* le rapporte comme témoin, & c'eſt à lui-même que nous allons laiſſer l'honneur de le raconter.

Je voyageois, dit-il, le tonnerre grondoit à mon côté, & un nuage effrayant, qui ſuivoit la direction du chemin que je prenois, s'étendoit

insensiblement vers moi. J'allois à toute bride, afin d'arriver avant qu'il crevât. Je tournois cependant souvent mes regards du côté de l'orage, moins pour en considérer l'aspect frappant, que pour estimer ses progrès, lorsque la vue d'une flamme, qui s'élevoit de terre, à la distance d'une lieue ou environ, fixa mon attention.

Comme elle me paroissoit occuper un espace en longueur d'environ 150 toises, & que je ne pouvois discerner sur quoi sa base portoit, je crus d'abord que c'étoit un de ces incendies si fréquens en Picardie; & comme le fort de l'orage étoit immédiatement au-dessus, je pensois que ce pouvoit être l'effet d'un coup de tonnerre, qui auroit embrasé des maisons toutes couvertes de chaume.

Mais je fus détrompé, en observant que le feu étoit plus bleuâtre & moins clair que celui d'un incendie; qu'il montoit bien moins haut, qu'il ne se plioit point au vent, & sur-tout parce que je ne voyois point de fumée. J'en conclus que ce ne pouvoit être qu'une électricité terrestre; ce que nous avons désigné sous le nom d'un coup de foudre ascendant.

Il est donc constant d'après ces observations, & d'après celles dont nous n'avons point parlé, dans la crainte d'être prolixes, que la foudre part très fréquemment de la terre, pour se dissiper dans l'atmosphère; ce qui est on ne peut plus

conforme à ce que nous avons fait obſerver précédemment, à cette tendance que le fluide électrique affecte pour arriver à un état d'équilibre, en paſſant des corps qui en contiennent plus que leur quantité naturelle, à ceux qui en contiennent moins, à ceux qui n'ont que leur quantité propre, & à plus forte raiſon à ceux qui ſont dans un état négatif d'électricité.

Ces obſervations, jointes aux précédentes contenues dans le même article, prouvent de la manière la plus inconteſtable l'analogie parfaite qui ſe trouve entre la matière électrique & celle du tonnerre. Elles prouvent que ces deux fluides ſont eſſentiellement les mêmes.

ARTICLE III.

Des moyens de détourner la Foudre.

Propriétés des pointes.

S'IL eſt glorieux pour le docteur *Franklin* d'avoir ſu démontrer que la matière électrique & la matière du tonnerre ne ſont qu'une ſeule & même matière qui ne diffère que par la quantité ſelon laquelle elle ſe trouve accumulée dans les nuages & dans nos appareils électriques, il lui eſt encore plus glorieux d'avoir découvert & de nous avoir fourni des moyens de nous garantir

des funeſtes effets de la foudre. Il ſatisfait notre curioſité par ſa première découverte, & il acquiert par la ſeconde des droits éternels à notre reconnoiſſance.

Nous croyons cependant devoir rendre ici hommage aux connoiſſances de nos Anciens; connoiſſances qui ſe ſont perdues, ſelon toutes les apparences, dans la nuit des tems, mais dont on trouve encore des veſtiges dans les Naturaliſtes. Il paroît, par ce qu'on lit dans le ſecond Livre de l'Hiſtoire Naturelle de *Pline*, que les Romains connoiſſoient le moyen de ſoutirer, ſi on peut s'exprimer ainſi, l'électrité des nuages, & de conduire à volonté la foudre. Ils faiſoient, à la vérité, un myſtère, une eſpèce de culte religieux de cette opération; mais elle n'en étoit pas moins naturelle; & ceux qui la pratiquoient n'avoient deſſein que d'en impoſer au peuple.

Les annales font foi, dit Pline, qu'au moyen de certains ſacrifices, de certaines formules, on peut forcer la foudre à deſcendre du ciel. Une ancienne tradition, ajoute-t-il, porte que cela a été pratiqué en Etrurie, chez les Volſiniens, à l'occaſion d'un monſtre nommé *Volta*, qui, après avoir ravagé la campagne, étoit entré dans leur ville, & que ce fut le Roi *Porſenna* qui fit tomber ſur lui la foudre. *Lucius Piſon* marque, dans ſes annales, qu'avant *Porſenna*, *Numa Pompi-*

lius avoit ſouvent fait la même choſe ; & que, pour s'être écarté du rit preſcrit dans l'imitation de cette pratique myſtérieuſe, *Tullus Hoſtilius* fut lui-même foudroyé.

Le Père *Impérati* écrivoit, dans le ſiècle dernier, qu'au château de Duino, c'étoit une pratique très-ancienne, dans les tems d'orages, de ſonder, pour ainſi dire, la foudre. La ſentinelle approchoit le fer d'une pique d'une barre de fer élevée ſur un mur ; &, dès qu'à cette approche il appercevoit une étincelle, il ſonnoit l'alarme, & avertiſſoit les gens de la campagne & les bergers de ſe retirer. Mais ces connoiſſances anciennes ne ſont point aſſez détaillées, pour que nous ſachions juſqu'à quel point nos ancêtres étoient inſtruits ſur cet objet, & toute la gloire de la découverte dont nous allons parler, appartient au docteur *Franklin*.

Or, on ſavoit avant lui que les corps anguleux, les pointes en général, avoient la faculté de pouſſer au loin le fluide électrique dont elles étoient ſurchargées. M. *Grey* avoit obſervé le premier les aigrettes qui s'élançent ſpontanément d'un conducteur électriſé, lorſqu'il ſe termine en pointe un peu mouſſe. On avoit vu depuis, que ſi une pointe très-aiguë ne laiſſe paroître qu'un point lumineux ſur ſon ſommet, elle n'en lance pas moins la matière électrique à une certaine

taine distance ; ce dont on peut s'assurer par une espèce de vent assez frais qu'on ressent, lorsqu'on approche la main au-dessus de cette pointe.

Rassemblant ces phénomènes, M *Franklin* imagina très-bien que les pointes devoient avoir également la faculté de puiser de très-loin la matière électrique d'un conducteur électrisé. L'expérience justifia complètement cette idée.

Si une personne bien isolée, à une distance assez éloignée d'un conducteur, tient à la main une tige de métal, qui se termine d'un côté par une pointe fort aiguë, & à son autre extrémité par un corps bien arrondi, par une boule par exemple ; si cette personne présente & oppose cette boule dans la direction du conducteur, elle demeurera dans le même état, & elle ne parviendra point à s'électriser : mais, si elle tourne la tige en sens contraire, & qu'au lieu de présenter la boule au conducteur elle lui présente la pointe, en supposant toutefois que dans ces deux circonstances elle ne sera point trop éloignée du conducteur, alors cette pointe soutirera la matière électrique accumulée dans le conducteur, & cette personne sera manifestement électrisée. Cette expérience me réussit parfaitement, lorsque je suis isolé à la distance de plus de six pieds de mon conducteur, & que la pointe que je lui présente n'en est éloignée que d'environ

quatre pieds. On conçoit cependant qu'il ne peut y avoir de distance fixe pour le succès de cette expérience. Il dépend, & de la constitution de l'appareil, & de la disposition actuelle du tems, qui peut être plus ou moins favorable aux phénomènes électriques.

C'est donc à celui qui fait cette expérience, de proportionner la distance aux circonstances qui doivent nécessairement influer sur son succès. Mais toujours est-il constant, dans quelque circonstance que ce soit, qu'on s'électrise, par le moyen d'une pointe, à une distance beaucoup plus éloignée que celle à laquelle on peut s'électriser au même conducteur par le moyen d'un corps mousse ou arrondi; &, si cette expérience se fait dans l'obscurité, on voit un point lumineux au sommet de la pointe qu'on présente au conducteur. D'où nous devons conclure avec M. *Franklin*, que les pointes ont la faculté de tirer très-loin la matière électrique; & ce fut la connoissance de cette propriété des pointes qui lui fit imaginer, comme nous l'avons indiqué dans l'article précédent, de puiser dans les nuages, par le moyen d'une pointe isolée sur le haut d'un édifice, la matière du tonnerre qui s'y rassemble. Mais les pointes jouïssent encore d'une autre propriété : elles soutirent la matière électrique, ou la matière du tonnerre, sans aucune explo-

ſion, & elles déchargent en tout, ou au moins en très-grande partie, un nuage ou un conducteur ſur-chargé de cette matière, ainſi qu'on peut s'en aſſurer en préſentant une pointe à une très-petite diſtance d'un conducteur chargé d'électricité. Si celui-ci communique avec un ſecond ou avec pluſieurs autres conducteurs, on ne tirera aucune étincelle, ou on n'en tirera que de bien foibles de ces derniers, tant que la pointe reſtera dans le voiſinage du premier; &, à quelque degré de proximité qu'on approche cette pointe, on n'entendra aucun éclat de la part de la matière électrique qui y affluera & qui ſe diſſipera par ce moyen dans le réſervoir commun. Voilà donc encore une propriété particulière qui diſtingue les corps pointus des corps mouſſes ou arrondis, puiſque ceux-ci ne peuvent tirer que par des étincelles plus ou moins éclatantes l'électricité d'un conducteur. Or, ce fut cette propriété des pointes qui fit penſer au Docteur *Franklin* qu'elles étoient propres à nous garantir des funeſtes effets de la foudre, & le ſuccès répondit parfaitement à ſon attente. Voici de quelle manière il s'explique à ce ſujet.

Première idée d'employer les pointes contre le danger de la foudre.

Si on place, dit-il, une verge de fer à l'extrémité d'un bâtiment, ſans interruption depuis ſon ſommet juſqu'à la terre humide, dans une direction droite ou courbe, en s'accommodant à la

forme du toît ou des autres parties du bâtiment, elle recevra la foudre à ſon extrémité ſupérieure, en l'attirant de manière à l'empêcher de frapper aucun autre endroit; & en lui fourniſſant un bon conduit juſques dans la terre, elle l'empêchera d'endommager une grande partie du bâtiment.

La verge, dit-il un peu plus bas, doit être attachée à la muraille, à la cheminée, &c., avec des crampons de fer. La foudre n'abandonnera pas la verge qui eſt un bon conducteur, pour paſſer au travers des crampons, dans le mur qui eſt un mauvais conducteur. S'il y avoit de ce fluide dans la muraille, il paſſeroit plutôt delà dans la verge, pour arriver plus facilement par le conducteur dans la terre.

Si le bâtiment eſt fort grand, ajoute-t-il encore, & fort étendu, on peut y placer deux ou pluſieurs verges en différens endroits, pour plus grande ſûreté.

Enfin, la partie inférieure de la verge doit pénétrer aſſez avant dans la terre, pour arriver à un endroit humide, peut-être à deux ou trois pieds de profondeur; & ſi on la courbe, lorſqu'elle eſt parvenue au-deſſous de la ſuperficie, pour l'étendre en ligne horiſontale à ſix ou huit pieds de diſtance du mur, elle garantira de tout dommage toutes les pierres de la fondation.

Voilà en peu de mots ce que le Docteur

Franklin preſcrivit dans l'origine pour mettre nos bâtimens & nos maiſons à l'abri des inſultes du tonnerre ; & on a obſervé conſtamment depuis, que ceux qui avoient profité de ce moyen s'en étoient très-bien trouvés.

Plusieurs obſervations qui démontrent l'efficacité de ce moyen.

Parmi la multitude d'obſervations que je pourrois citer en faveur de cette pratique, je me bornerai aux ſuivantes, & elles ſeront ſuffiſantes pour conſtater l'efficacité de ce moyen.

Première obſervation faite à la Nouvelle Angleterre.

La première eſt tirée d'une lettre de M. *Franklin* à M. *Dalibard*, écrite de Philadelphie le 29 Juin 1755.

Etant, dit-il, dans la ville de Newbury, dans la Nouvelle-Angleterre, en Novembre dernier, on me montra l'effet de la foudre ſur l'égliſe, qui en avoit été frappée quelques mois auparavant.

Le clocher étoit une tour carrée de bois, élevée de ſoixante-dix pieds, depuis le ſol juſqu'à l'endroit où la cloche étoit ſuſpendue, au-deſſus de laquelle s'élevoit auſſi une pyramide de bois, haute de plus de ſoixante-dix pieds juſqu'au coq ſervant de girouette. A la cloche étoit attaché un marteau de fer pour frapper les heures, & du bout du manche de ce marteau partoit un fil d'archal paſſant par un trou de foret au-travers du plancher qui ſoutenoit la cloche, & de même au-travers d'un ſecond plancher, & de là courant horiſontalement au-deſſous du plafond en plâtre

juſqu'auprès d'une muraille de plâtre, le long de laquelle il deſcendoit à l'horloge, qui étoit à vingt pieds au-deſſous de la cloche. Ce fil d'archal n'étoit pas plus gros qu'une aiguille à tricoter. La pyramide fut toute miſe en pièces par la foudre, & les éclats en furent pouſſés de tous les côtés ſur la place où l'égliſe étoit bâtie; en ſorte qu'il ne reſta rien au-deſſus de la cloche.

La foudre paſſa entre le marteau & l'horloge, le long du fil d'archal, ſans offenſer les planchers, ſans y produire d'autre effet que d'aggrandir un peu les trous de foret par où paſſoit le fil d'archal, ſans endommager la muraille de plâtre, ni aucune partie du bâtiment, juſqu'à l'extrémité de ce fil d'archal & de celui du pendule de l'horloge. Celui-ci étoit de la groſſeur d'une plume d'oie. Depuis l'extrémité du pendule juſqu'à terre, le bâtiment étoit crevaſſé & exceſſivement endommagé, & des pierres avoient été arrachées du mur de fondation, & jetées à la diſtance de vingt ou trente pieds. L'on ne put retrouver aucune partie du fil d'archal entre l'horloge & le marteau, ſi ce n'eſt environ deux pouces qui pendoient au manche du marteau, & à-peu-près autant qui tenoit à l'horloge, le reſte étant ſauté en l'air, & ſes particules diſſipées en fumée, comme il arrive à la poudre à canon quand on y met le feu. On voyoit ſeulement une trace noire & ſale, large de trois à quatre pouces, plus obſcure dans

le milieu, plus foible vers les bords, ſur le plâtre, le long du plafond ſous lequel paſſoit le fil d'archal, & le long du mur de haut en bas.

D'après ce détail, on voit, comme l'indique très-bien M. *Franklin*, qu'après avoir ravagé tout le haut de l'édifice juſqu'à la cloche, le tonnerre fut conduit par le fil d'archal, qui fut trop foible pour réſiſter à une maſſe auſſi conſidérable de matière foudroyante, mais qui n'en garantit pas moins les parties de l'édifice. La verge du pendule, groſſe comme une plume d'oie, réſiſta, & ne fut point endommagée.

Ce clocher fut réparé, & fut mis enſuite ſous la ſauve-garde d'un conducteur de fer, ou d'une verge qui s'étendoit depuis le pied du montant de la girouette, tout le long des murs de l'égliſe juſqu'à terre. Le tonnerre tomba deſſus pour la troiſième fois, en 1765, & ſe laiſſa conduire tranquillement par cette voie.

Seconde obſervation faite à la Caroline.

On écrivoit de la Caroline en 1760, que quelques années auparavant le tonnerre étoit tombé ſur l'appareil que M. *Raven* avoit fait élever au-deſſus d'une cheminée de ſa maiſon. C'étoit une groſſe verge de fer de pluſieurs pieds de longueur, terminée par pluſieurs pointes. Un petit fil de laiton faiſoit la communication du bas de cette verge avec une autre enfoncée dans la terre. Il y avoit au rez-de-chauſſée un fuſil poſé debout con-

tre le mur de derrière la cheminée, à-peu-près vis-à-vis de l'endroit par où le fil de laiton descendoit en-dehors. Le tonnerre tomba sur les pointes, & n'endommagea point la verge à laquelle elles étoient attachées ; mais le fil de laiton fut détruit dans toute sa longueur, jusqu'à l'endroit qui répondoit au canon du fusil. Le tonnerre fit un trou à travers le mur, pour atteindre ce canon, le long duquel il parut être descendu, sans lui causer aucun dommage. Il n'en fut point ainsi de la crosse : elle fut brisée ; & la foudre se plongea dans la terre, & fit sauter dans son passage quelques briques de l'âtre. La portion du fil de fer qui se trouva au-dessous du trou pratiqué dans le mur, demeura dans son entier.

On peut & on doit tirer deux inductions de cette observation.

1°. Qu'une barre pointue élevée au-dessus d'un édifice, le préserve des dangers de la foudre, parce qu'elle la détourne & la conduit dans le réservoir commun ; 2°. que cet effet peut quelquefois tourner au préjudice, sinon de la barre, au moins de la conduite entre la barre & le globe terrestre, lorsque cette conduite est trop grêle, & n'est pas en état de résister à la quantité de matière qu'elle doit conduire : & c'est ce qu'on remarque sur-tout dans l'observation précédente.

Troisième observation faite au même endroit.

Le fait suivant confirme, on ne peut mieux,

ces, ces deux inductions. Il s'eſt fait remarquer, comme le précédent, à la Caroline. J'avois, dit M. *Maine* dans une lettre datée du 28 Août 1760, & dont l'extrait eſt conſigné dans le premier volume des Œuvres de M. *Franklin*, j'avois, dit-il, une rangée de pointes électriques, compoſées de trois fourches d'un gros fil de laiton argenté & bien aiguiſé, d'environ ſept pouces de long. Elles étoient rivées à égales diſtances dans un gros écrou de fer d'environ trois quarts de pouce en carré, & s'ouvroient également à leur ſommet, à la diſtance de ſix ou ſept pouces d'une pointe à l'autre d'un triangle rectangle. Cet écrou étoit viſſé & très-ſerré au ſommet d'une verge de fer de plus d'un demi-pouce de diamètre, compoſée de pluſieurs pièces aſſemblées en forme de chaînettes, au moyen de crochets fermés par leurs extrémités contournées, & le tout attaché à la cheminée de ma maiſon avec des gâches de fer. Les pointes étoient élevées de ſix à ſept pouces au-deſſus du ſommet de la cheminée, & la dernière tringle du bas étoit enfoncée perpendiculairement de trois pieds en terre.

Tel étoit l'état des pointes, continue-t-il. Jeudi dernier, vers les cinq heures du ſoir, la foudre tomba avec une violente détonnation ſur la cheminée, coupa la verge carrée préciſément au-deſſous de l'écrou, &, autant que je puis le

croire, fondit entièrement les pointes, dont on ne put trouver aucun veſtige. Le haut de ce qui reſtoit de la verge étoit recouvert & comme emboîté dans une eſpèce de ſoudure congelée.

Ce phénomène, parfaitement analogue au précédent, confirme donc que ſi le conducteur deſtiné à recevoir la décharge de la foudre eſt trop foible pour conduire une charge auſſi forte, il cède alors à l'effort de cette matière, il ſe fond & il ſe détruit : on en trouvera la preuve dans l'expérience que voici.

Ayez un chaſſis A B *(pl. 8, fig. 5)* fait d'une planche B de dix à douze pouces de longueur, ſur trois à quatre pouces de largeur, & d'une traverſe de bois A R, ſoutenue par deux colonnes de cryſtal C, D, d'un pied de hauteur. Montez ſur le milieu de la planche B une tige de métal E, terminée par une boule d'un pouce ou environ de groſſeur, coudée vers le bas ; & noyez cette tige dans l'épaiſſeur de la planche, de façon qu'elle ſaille au dehors, où elle ſera terminée par un crochet ou un anneau *a*.

Faites paſſer à frottement, à travers la traverſe A R, une ſeconde tige F, ſemblable à la première, mais qui ſe termine par une boule de métal à chacune de ſes extrémités.

Engagez entre les deux boules un petit fil de métal extrêmement mince G, & applatiſſez-le

même pour diminuer ſa ſolidité dans ſon épaiſſeur (je prends pour cela une des plus petites cordes d'un clavecin), & tendez-le modérément, en élevant la tige F.

Les choſes étant ainſi diſpoſées, attachez une chaîne à l'anneau *a*, & entourez-en enſuite le ventre d'un grand bocal revêtu d'étain, & laiſſez pendre par terre le bout de cette chaîne. Chargez ce bocal d'électricité, & lorſqu'il en ſera fortement chargé, poſez l'un des bouts d'un excitateur ſur la boule ſupérieure *b* de l'appareil que nous venons de décrire, & de l'autre bout déchargez le bocal. La charge qui ſera obligée de paſſer par le fil de métal G, le trouvant trop foible pour la conduire, paſſera néanmoins d'une boule à l'autre, pour ſe porter à l'extérieur du bocal : mais elle fondra, chemin faiſant, le fil G, & les débris de ce fil s'élanceront tout rouges de droite & de gauche ; ce qui prouve qu'une conduite trop foible, tranſmet à la vérité très-bien la foudre, mais cède en même tems à la trop grande quantité de matière qui l'attaque ; & c'eſt ce qui eſt arrivé anx pointes de laiton de M. *Maine*. La foudre, après avoir détruit ces pointes, continue M. *Maine*, deſcendit très-bien le long de la verge, en faiſant ſauter preſque toutes les gâches, décrochant les jointures, ſans affecter la verge,

excepté dans l'intérieur de chaque crochet par où les pièces étoient accouplées.

Cet effet eſt encore analogue au précédent. Ces verges n'étoient aſſemblées que par leurs extrémités contournées en forme de crochet. Le contact entre deux crochets étoit beaucoup moindre que dans la continuité de la verge. C'eſt pourquoi le courant au-travers du métal étant reſſerré dans ces endroits, fondit une partie du métal, & les parties fondues par la foudre faiſant exploſion, cette exploſion fit ſauter les gâches. D'où il ſuit qu'une verge faite d'une ſeule pièce eſt préférable pour ces ſortes d'appareils.

La cheminée, ajoute M. *Maine*, ne fut point endommagée dans aucune de ſes parties, ſi ce n'eſt aux fondemens, où elle fut maltraitée dans preſque tout ſon contour. Il ſe fit des trous conſidérables dans la terre autour des fondations, mais principalement dans un contour de huit à neuf pouces de la verge.

Toute maltraitée que fût cette verge dans ſes jonctions, elle garantit néanmoins la cheminée. S'il en fut autrement dans ſes fondations, c'eſt que la pièce qui étoit plantée en terre n'étoit point aſſez profondément enfoncée pour arriver à la terre humide. La foudre, parvenue en cet endroit, abandonna le chemin que la conduite lui avoit fait ſuivre ; elle ſe diſtribua en pluſieurs

parties qui ſe firent chacune un chemin particulier pour arriver à une portion de terre, qui fût plus propre à la conduire directement. De-là le déſordre qui ſe fit vers la ſurface de la terre.

Nous laiſſerons de côté quelques autres phénomènes du même genre que ceux dont nous venons de parler, & dont on rend également bien raiſon. Toujours demeure-t-il conſtant que les différens accidens dont parle M. *Maine* furent dûs à la mauvaiſe diſpoſition de ſon appareil; & que, malgré cela cependant, ſa maiſon fut cenſervée, & que ceux qui l'habitoient ne furent point incommodés de la foudre. D'où nous croyons devoir conclure que cet appareil étant fait comme il convient, garantit, non-ſeulement les édifices & ceux qui les habitent, mais encore qu'il met à l'abri de tout inconvénient toutes les parties de l'édifice ſur lequel il eſt établi. Nous pourrions rapporter nombre d'obſervations qui confirmeroient toutes la vérité de cette aſſertion; mais nous croyons devoir, pour éviter une prolixité déſagréable, nous en tenir à un très-petit nombre.

Quatrième obſervation faite à Veniſe.

Les Mémoires conſervés dans les archives de l'égliſe de Saint-Marc à Veniſe, nous apprennent que la ſuperbe tour, qui eſt élevée ſur cette égliſe, a été de tout tems & très-fréquemment

visitée par le tonnerre, & qu'elle en a reçu souvent des dommages très-considérables. On lit sur-tout, dans les archives de la Procuratie, les renseignemens de neuf coups qui l'ont frappée depuis quatre siècles, & on y voit le détail des réparations qu'ils ont occasionnés.

Le premier est du 7 Juin 1388 ; le second, arrivé l'an 1417, mit le feu à la pyramyde dont le corps étoit en bois, & qui sans doute fut reconstruite de même, puisque le 12 Août 1489, à deux heures & demie de nuit, elle fut encore embrasée par la foudre, au même instant où fut frappé le clocher des Freres Mineurs Conventuels, dont sept cloches furent fondues. Ce fut alors qu'on pensa à faire l'obélisque rond en pierre, comme il est aujourd'hui : mais cela ne fit point cesser les ravages de la foudre ; ils changèrent seulement de direction. Le quatrième coup de foudre arriva au mois de Juin 1548, le cinquième peu d'années après, en 1565 ; le sixième en 1653. Ceux qui suivirent sont plus récens. Le septième arriva le 23 Avril 1745, & causa beaucoup de dommage. Trente-sept fractures, tant grandes que petites, menaçoient la tour entière. Les réparations coutèrent plus de huit mille ducats. Le huitième en 1761 ; il fit peu de dégâts. Le neuvième arriva le 23 Juin 1762, frappa au même

endroit que l'année précédente, & cauſa plus de dommage. Ces différens coups ont fait périr pluſieurs perſonnes dans des boutiques contiguës.

Les Procurateurs de la Fabrique, conſidérant cette multitude d'accidens, & ce qu'ils auroient toujours à craindre par la ſuite en laiſſant ſubſiſter cet édifice tel qu'il étoit antérieurement, ſe déterminèrent enfin à y faire élever une verge & à y adapter un conducteur. Cet appareil fut placé & achevé le 18 Mai 1776. On en trouvera la deſcription & un détail très-circonſtancié dans un excellent Ouurage de l'abbé *Joſeph Toaldo*, intitulé : *Mémoires ſur les conducteurs pour préſerver les édifices de la foudre.* Or, depuis cette époque, il n'eſt arrivé aucun accident à ce clocher. Mais, dira-t-on, peut-être n'en fût-il point arrivé davantage, s'il n'avoit point été muni de cet appareil. Ceci n'eſt qu'un peut-être, contre lequel dépoſent les événemens précédens ; & ſi nous n'avons encore aucune preuve que la foudre ſoit venue le viſiter depuis qu'il eſt garni de cet appareil, nous avons nombre d'obſervations qui nous prouvent qu'elle ne cauſe aucun dommage aux édifices qui ſont mis ſous cette ſauve-garde.

Voici une obſervation fort importante à cet égard, en ce qu'elle prouve la vérité de notre opinion. Cette obſervation nous vient de M. *Michaelis* auquel elle fut communiquée par le ſavant

Lichtenberg. Nous copierons le récit même de celui-ci.

Cinquième observation faite en Carinthie.

En Carinthie, dit-il, à la campagne du Comte *Orſini* de *Roſemberg*, Chambellan de l'Empereur, ſe voit un clocher ſur une montagne.

De tout tems la foudre le frappa, & même ſi ſouvent, que pendant l'été le ſervice divin ne ſe faiſoit point dans l'égliſe, parce que pluſieurs perſonnes y avoient été tuées. Il fut tout détruit par la foudre en 1730. On le rebâtit à neuf, & ſon ſort fut toujours auſſi fatal. Il fut frappé conſtamment quatre ou cinq fois chaque année, & dans un même orage, exemple unique de cette nature, que je ſache avoir été publié, la foudre y tomba dix fois. En 1778, elle y tomba cinq fois; & le cinquième coup fut ſi violent, que le clocher commença à s'affaiſſer, de façon que le Comte fut obligé de le faire démolir. On en conſtruiſit un troiſième, qui fut mis ſous la ſauvegarde d'un conducteur pointu, & depuis tout fut tranquille. Depuis ce temps la foudre n'y eſt tombée qu'une ſeule fois; mais le coup étoit ſi foible, qu'il ne fit pas même fondre la pointe du conducteur qui eſt très-fine; le clocher n'en ſouffrit aucunement, & probablement n'en ſouffrira plus.

Sixième observation faite à Padoue.

Ecoutons encore M. l'abbé *Toaldo* dans une Relation qu'il adreſſa en 1777 à M. *Angelo Guerini*, au ſujet de la foudre tombée ſur la tour de

de l'Obſervatoire de Padoue, & nous aurons une preuve ſatisfaiſante de cette vérité.

Le Dimanche 11 Mai 1777, dit-il, après deux heures d'un tonnerre fort & éloigné, le midi étant chargé de nuages orageux, qui donnèrent de la grêle dans quelques villages du Padouan inférieur & du Poléſin, vers le ſoir l'orage s'avança ſur la ville de Padoue; &, comme cela arrive ſouvent, aux premières gouttes de pluie, il y eut un coup de foudre. M. *Toaldo* étoit à ce moment occupé à obſerver le baromètre dans un corridor de l'étage du milieu du vieux château. Il ne vit pas l'éclair; mais le coup lui parut ſi vif & ſi proche, qu'il dit à une perſonne avec laquelle il étoit, que le tonnerre étoit ſans doute tombé ſur l'Obſervatoire ou ſur la tour. La pluie augmenta prodigieuſement; mais dès qu'elle fut un peu ralentie, il monta à l'Obſervatoire, & il n'y trouva aucun ſigne qui pût lui faire croire qu'il eût été attaqué de la foudre. Le conducteur ne lui fit égalemeut rien obſerver alors. Ce ne fut que le lendemain que ſon neveu, le Docteur *Chiminello*, s'apperçut qu'il ſe trouvoit, dans l'aſſemblage des trois fils qui formoient la chaîne de ce conducteur, une ouverture à l'endroit du premier anneau.... En examinant les choſes de plus près, on vit des teintes de fumée noire, ſur-tout à l'endroit où les fils ſe diviſent après

leur premier nœud, ou après l'endroit où ils ſe trouvent réunis & attachés au bras qui part de la barre.

Ayant fait monter des Ouvriers qui avoient travaillé au placement de ce conducteur, ils vérifièrent l'écartement des fils en cet endroit. Ils trouvèrent en outre à la groſſe cheville de verre qui traverſe & ſoutient la chaîne, au-deſſus du premier tube, une eſpèce de croûte colorée toute fraîche, entourée d'un peu de fumée. Ils remarquèrent la ſuite des traces de la fumée ſur une grande longueur. Il ſembloit, d'après ces traces, que le feu fût deſcendu en tournant dans le ſens de l'entortillement des fils.

Ceux qui avoient été à portée de voir l'éruption de la foudre, au moment où elle ſe porta ſur cet appareil, atteſtèrent avoir vu le trait de feu qui, ſous la forme d'un globe, s'élança du midi vers l'Obſervatoire.

Huitième obſervation faite à Sienne.

Le 18 du mois d'Avril précédent, on avoit obſervé un même phénomène à Sienne, dont le Profeſſeur *Bartoloni* avoit donné la relation dans le trente-quatrième Numéro des Nouvelles du Monde de Florence.

La tour de cette Ville étoit, dit-on, très-ſujette aux irruptions de la foudre. A peine fut-elle armée d'un conducteur, qu'au premier orage la foudre reprit ſa route accoutumée ; mais le conducteur qu'on venoit d'y élever trompa ſon

attente. Au lieu d'endommager la tour, comme ci-devant, elle la parcourut tranquillement du haut en bas, ſuivant la chaîne dans tous ſes tours & détours, & pénétra en terre, déſarmée de toute ſa fureur.

Veut-on un fait plus récent, & également propre à conſtater l'efficacité d'un conducteur pour détourner la foudre ? voici ce que l'abbé *Hemmer*, de l'Académie Electorale de Manheim, Garde & Démonſtrateur du Cabinet de Phyſique de S. A. S. Electorale, & mon ami particulier, m'écrivoit le 4 Octobre 1779.

Neuvième obſervation faite à Manheim.

Le 5 du mois de Septembre, nous éprouvâmes ici un orage furieux; &, ſur les ſept heures & demie du ſoir, la foudre tomba ſur une cheminée de la Comédie Allemande, qu'elle a ruinée. En même tems & dans le même coup, elle eſt tombée ſur un des conducteurs que j'avois fait placer, il y a deux ans, ſur la maiſon de M. le Comte *de Riaucour*, Envoyé de Saxe à notre Cour; mais elle n'a fait ici aucun dégât, & elle a été parfaitement bien conduite en terre. Pluſieurs Officiers, & d'autres perſonnes dignes de foi qui étoient vis-à-vis du conducteur ſous les arcades de la Douane, ont aſſuré unanimement avoir vu le feu ſe jeter ſur ce conducteur, deſcendre le long de la conduite, & entrer en

terre où il a fait comme un tourbillon de ſable qui couvroit le conducteur à ſon entrée en terre.

Informé de ce fait, je me rendis le 16 du même mois, avec une bonne lunette, devant la maiſon de M. le Comte *de Riaucour*, où, ayant bien examiné les pointes des conducteurs (chacun en a cinq), j'en ai découvert une qui étoit fort endommagée, & c'étoit préciſément ſur le conducteur ſur lequel on aſſuroit avoir vu tomber la foudre. J'ai fait monter un Couvreur pour déviſſer cette pointe, qui étoit la perpendiculaire, les quatre autres étant horizontales; & cet homme me l'ayant apportée en préſence de pluſieurs perſonnes, nous l'avons trouvée fondue vers le haut, & très-fortement courbée & tortillée à la longueur de deux pouces & demi. A l'endroit où cette courbure finit, elle a deux lignes & demie de diamètre. J'en ai fait viſſer une autre à ſa place, & je conſerve la première dans le Cabinet de Phyſique de S. A. S. E.

Cette obſervation n'eſt point la ſeule de même genre, où la pointe, trop foible pour réſiſter à la quantité de foudre, cède à cette impreſſion, en conduiſant néanmoins très-bien cette matière juſqu'à l'intérieur du globe. Ce fut ce qui arriva à Boſton en 1770.

Dixième obſervation faite à Boſton.

On lit dans le volume des Tranſactions Phi-

loſophiques pour l'année 1773, l'extrait d'une lettre de M. *Kinnerſley*, adreſſée le 12 Octobre 1770 à M. *Franklin*, dans laquelle il lui marque que, le 12 Juillet précédent, il ſurvint un orage ſi violent à Boſton, qu'en moins d'une heure de tems trois maiſons & un brigantin qui ſe trouvoit alors à l'un des grays, furent frappés de la foudre. Le brigantin & deux de ces maiſons en furent conſidérablement endommagés, tandis que la troiſième, où demeuroit *Joſeph Moult*, & qui étoit armée d'un conducteur, en fut entièrement préſervée : mais, comme la pointe de ce conducteur, faite de laiton, étoit trop fine pour conduire la totalité de la charge, elle fut fondue de la longueur de ſix pouces & demi vers le haut.

Nous nous bornerons à ce petit nombre d'obſervations faites en différens tems & en différens pays. Nous les regardons comme plus que ſuffiſantes pour conſtater la vérité que nous voulions établir. Auſſi voyons-nous que ceux qui ne ſe laiſſent point conduire par un eſprit de prévention, & qui ſavent mettre à profit les vérités à meſure qu'elles ſe découvrent, ont fort accueilli cette pratique. Moins commune à la vérité en Angleterre, parce que ce pays eſt peu expoſé aux dangers de la foudre, elle eſt très-multipliée dans preſque toutes les Iſles Angloiſes. On voit cependant pluſieurs conducteurs de cette eſpèce à

Londres. Indépendamment de la Cathédrale de Saint-Paul, l'Egliſe de Saint-Jacques, le Palais de la Reine, le Château de Blenheim, & beaucoup de maiſons de Gentilshommes à la Campagne & aux environs de la Ville, ſont armés de conducteurs.

Ce fut au ſujet de la confiance qu'on avoit en Angleterre dans cette pratique, que le Docteur *Franklin* écrivoit, le 4 Octobre 1777, à M. *le Begue de Preſle*, qui eſt en correſpondance avec les Savans des pays étrangers, que s'il avoit eu des vœux à faire en cette occaſion, ç'auroit été que le Roi d'Angleterre eût rejeté ces conducteurs comme inutiles ; car c'eſt ſeulement, dit il en badinant, depuis qu'il s'eſt cru à l'abri de la foudre du ciel, qu'il a employé ſes propres foudres pour détruire ſes innocens Sujets.

Les vaiſſeaux deſtinés pour les Indes Orientales, & Occidentales, pour la Côte de Guinée, &c. commencent à ſe munir de chaînes deſtinées au même effet, ſur-tout depuis le retour de MM. *Banks* & *Solander*, qui ont rapporté qu'ils étoient perſuadés que leur vaiſſeau avoit été préſervé par une de ces chaînes d'un malheur ſemblable à celui du vaiſſeau le *Dutch*, mouillé près d'eux dans la rade de Batavia, & qui fut preſque détruit par la foudre. Depuis quelques années on s'eſt enfin déterminé en France à profiter de cette

importante découverte, & déjà on voit pluſieurs conducteurs élevés dans la Capitale & dans pluſieurs provinces. Il en eſt un ſur-tout qui ſera à jamais célèbre dans l'hiſtoire, par le procès qu'il a occaſionné, c'eſt celui que M. *Viſſery-de-bois-Valé* a fait conſtruire à Saint-Omer.

Malgré l'évidence de ces obſervations, nous imaginons qu'il ne ſera peut-être pas inutile de confirmer cette importante vérité, l'efficacité des conducteurs, par une expérience déciſive. Celle que nous allons propoſer porte d'autant plus de certitude avec elle, que l'appareil que nous employons pour la faire n'a pas toute la perfection qu'on peut donner à ces ſortes de conducteurs. Elle prouve donc, à plus forte raiſon, la confiance qu'on doit leur accorder.

Confirmation de la même vérité par l'expérience.

Nous avons obſervé précédemment que les pointes avoient cet avantage ſur les corps mouſſes ou arrondis, qu'elles ſoutiroient ſans éclat la matière électrique d'un conducteur. Elles ſoutireut donc pareillement la matière du tonnerre raſſemblée dans les nuages, ſans occaſionner ces exploſions dangereuſes aux corps ſur leſquels la matière foudroyante ſe porte avec éclat. Or, un conducteur bien diſpoſé peut encore garantir un édifice, quoiqu'il ſe termine en boule, & qu'il reçoive une détonation foudroyante. Il ſera donc encore plus propre à cet effet, ſi nous le terminons en pointe; car nous

ne pouvons trop inſiſter ſur l'avantage de cette forme ſi bien conſtatée par la ſuite des expériences plus curieuſes les unes que les autres, faites par *Edouard Nairne*, de la Société Royale de Londres, à deſſein de réfuter l'opinion de M. *Wilſon*, qui prétendoit qu'il falloit préférer la forme mouſſe & arrondie pour ces ſortes de conducteurs. Nous les indiquerions volontiers, & elles auroient dequoi ſatisfaire la curioſité de nos Lecteurs, mais elles ne ſont point ſuſceptibles d'être analyſées, ni d'être préſentées ſommairement, & le détail en deviendroit trop long. Elles ſont d'ailleurs conſignées dans le Journal de Phyſique pour le mois de Mars 1778, & comme cet excellent Ouvrage eſt entre les mains de tous les Phyſiciens & de tous les Amateurs des Sciences naturelles, ceux qui ſeront curieux de les conoître pourront conſulter ce Journal.

M. *Franklin* en a fait lui-même de très-curieuſes ſur le même objet : elles ſont imprimées dans ſes œuvres traduites par M. *Barbeu du Bourg*. M. *Leroi*, de l'Académie des Sciences de Paris, s'eſt pareillement occupé de cette conteſtation, & a diſcuté cette matière avec cette intelligence, cette ſagacité qu'il met dans ſes travaux ; & on voit manifeſtement, par une ſuite d'expériences qu'il a imaginées, expériences très-ſimples & très-faciles à répéter, on voit tout l'avantage que

les pointes doivent avoir dans ces ſortes d'appareils ſur les corps mouſſes & arrondis.

Quoiqu'il ſoit auſſi facile de s'en procurer la connoiſſance que des précédentes, puiſqu'elles ſont également imprimées & dans le Journal de Phyſique & dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, nous croyons qu'il ſera agréable à la plupart de nos Lecteurs de les trouver ici. Nous les expoſerons donc en peu de mots, après avoir décrit l'expérience que nous venons d'annoncer, & à laquelle on peut très-bien s'en rapporter pour confirmer l'avantage des conducteurs élevés au-deſſus des édifices.

Diſpoſez ſur la longueur d'un conducteur A B (*pl.* 8, *fig.* 6) une tige de métal C D, qui plonge dans un grand bocal revêtu d'étain en-dedans & en-dehors, afin de le charger d'électricité. Entourez l'extérieur de ce bocal d'une chaîne *a b*, qui pende d'un côté par terre, & de l'autre aille s'accrocher à un anneau de métal *c*, qui excède le ſoc d'une maiſonnette de bois, dont les murs, joints à charnière, retombent ſur eux-mêmes, lorſque le comble s'élève au-deſſus de ces murs. Nous la repréſentons ici ouverte d'un côté, pour qu'on puiſſe voir le mécaniſme de ſon intérieur.

F eſt une petite cartouche de carton roulé ſur lui-même, chargée d'un petit cylindre de poudre

de cinq à ſix lignes de longueur, bourrée & retenue dans cette cartouche par deux vis de métal qui font leur chemin dans l'épaiſſeur de la cartouche. Celle-ci eſt appuyée ſur deux petites fourchettes qui dominent deux piliers; l'un *g*, qui eſt de métal, pénètre le plancher de la maiſon; &, noyé dans l'épaiſſeur de ce plancher, excède le ſoc de cette maiſon pour former l'anneau *c*. L'autre *h*, eſt de bois, & eſt fixé & élevé ſur le plancher.

Dans l'épaiſſeur du mur antérieur E eſt fixé un fil de métal, qui rentre en-dedans d'un côté pour communiquer avec le pilier *h*, par le moyen d'un petit crochet de métal qu'on y attache. L'autre extrémité de ce fil de métal s'élève dans l'épaiſſeur du mur, & vient arraſer ſon bord ſupérieur.

Sous la croupe du toît, du côté où elle répond à ce mur, règne une lame de métal *l*, qui vient poſer ſur le haut de celui-ci, & communique avec le fil de métal dont nous venons de parler. L'autre extrémité de cette lame eſt recourbée ſous la cheminée *r*, percée d'outre en outre, de façon que la tige de métal *t*, qu'on implante dans cette cheminée, vient repoſer ſur l'extrémité de la lame. Cette tige, qui devroit ſe terminer par une pointe, ſe termine par une boule *v*, qu'on diſpoſe au-deſſous de la boule *x*, & à ſept à huit lignes ſeulement de diſtance de cette dernière. Celle-ci eſt ſuſpendue à une tige de métal qui embraſſe le con-

ducteur. De la tige de métal *t* part une chaîne *f* qui va s'unir à celle qui embraſſe le bocal, & tout l'appareil eſt convenablement diſpoſé.

Réfléchiſſons un moment ſur la diſpoſition de cet appareil. L'intérieur du bocal & le conducteur avec lequel il communique juſqu'à la boule *x*, repréſentent un nuage chargé de la matière du tonnerre. La ſurface extérieure de ce bocal, à laquelle ſe doit porter la charge d'électricité accumulée dans le bocal & dans le conducteur, repréſente le réſervoir commun de la matière électrique. Ainſi, la petite maiſon E, liée à la ſurface extérieure du bocal par la chaîne *b c*, repréſente parfaitement une maiſon quelconque, un édifice dans ſon état naturel, communiquant par le pied avec le réſervoir commun, tandis que ſon comble, ou les parties prééminentes ſur ce comble, communiquent avec les nuages ſurchargés de la matière du tonnerre, lorſque ceux-ci viennent à s'approcher ſuffiſamment de la ſurface de notre globe. La petite maiſon fait donc ici manifeſtement la même fonction que font nos édifices ordinaires, lorſqu'ils ſont foudroyés; elle ſert d'intermède, de voie de communication entre le nuage & l'intérieur du globe. De-là, en ſupprimant la chaîne *f*, on conçoit facilement la route que ſuivra la matière électrique pour ſe porter au réſervoir commun, à l'extérieur du bo-

cal, ſi on vient à charger celui-ci d'une quantité aſſez abondante d'électricité. Lorſqu'en effet ce bocal ſera ſuffiſamment chargé pour que la boule *v* ſe trouve plongée dans la ſphère d'activité de la boule *x* du conducteur, il partira de celle-ci une étincelle exploſive qui ſuivra les conduites établies dans l'intérieur de la maiſon, pour ſe porter à la ſurface extérieure du bocal. Le fluide électrique ſera donc conduit par la tige *t* à la lame de métal qui règne le long de la croupe du toît; de-là elle paſſera par la cartouche; elle éclatera à travers la poudre entre les deux vis qui la ſerrent, continuera ſon chemin par le pilier *g*, pour ſe rendre à la chaîne *b*, & ſe diſtribuer à la ſurface extérieure du bocal.

Mais en éclatant entre les deux vis qui retiennent la poudre dans la cartouche, elle allumera cette poudre & lui fera faire une exploſion qui ſoulèvera bruſquement le toît de la maiſon; & les murs, abandonnés à eux-mêmes, retomberont ſur leurs fondemens : image aſſez ſenſible des déſaſtres que le tonnerre produit, lorſqu'il eſt conduit de la nuée dans le globe à travers un édifice ou une maiſon qui lui ſert de conducteur.

Veut-on s'oppoſer à cet accident, replacez la chaîne *f* qui communique de la tige *t* à la ſurface extérieure du bocal. C'eſt même par-là qu'il faut commencer l'expérience, pour que la même

cartouche ſuffiſe pour les deux cas. Le tout reſtant dans la même diſpoſition, c'eſt-à-dire la maiſon E continuant à communiquer par le pied avec la ſurface extérieure du bocal, comme il arrive à nos propres maiſons, lorſque nous voulons les garantir de ſemblables accidens, chargez le bocal juſqu'à ce que la boule *v* puiſſe tirer l'étincelle de la boule *x*. Dans ce cas, le fluide électrique trouvant un meilleur conducteur de la tige *t* au bocal par le moyen de la chaîne *ſ*, parce que celui-ci n'eſt point interrompu comme le précédent par une charge de poudre qui n'eſt point auſſi propre qu'un corps métallique à tranſmettre la matière électrique, toute la charge ſe tranſmettra de la tige *t* à la ſurface extérieure du bocal, ſans paſſer dans l'intérieur de la maiſon E, & celle-ci ſera à l'abri de l'accident qui la menaçoit ſans cette garantie; & voilà encore ce qui arrive à une maiſon lorſqu'elle eſt munie d'un conducteur fait avec art, qui puiſſe tranſmettre ſans interruption, ſans ſolution de continuité, la matière de la foudre, de la nuée qui la porte, à l'intérieur de notre globe qui l'attend : elle paſſe par préférence dans ce conducteur, & refuſe de pénétrer à travers la maiſon, où elle ne trouveroit que de plus mauvais conducteurs & non continus.

Nous ſubſtituons maintenant à la cartouche

chargée de poudre une petite boîte de métal, remplie d'un mélange d'air atmoſphérique & d'air inflammable, le piſtolet de *Volta*. L'inflammation de cet air, qui lance avec exploſion le bouchon contre le toît de cet édifice, produit un effet plus certain que la poudre qui refuſe quelquefois de prendre. D'ailleurs la charge d'une petite bouteille de Leyde ſuffit pour cette expérience, & elle devient moins embarraſſante à faire. Ceux qui connoiſſent la théorie de l'air inflammable, & qui ſont au fait des expériences de ce genre, ſeront très-à portée de faire comme nous cette ſubſtitution, qui nous jetteroit dans des détails trop longs, pour la faire ſuffiſamment connoître à ceux qui ne ſe ſont point occupés de cet objet. Revenons au réſultat de l'expérience que nous venons d'indiquer.

On peut donc, comme on le voit manifeſtement ici, garantir un édifice de la foudre par un appareil de cette eſpèce, quoique le conducteur qu'on y adapte ſe termine par une boule qui ne la garantit point comme une pointe, de l'exploſion qu'il ſeroit important d'éviter. Ce fut, ſans contredit, une expérience de cette eſpèce qui en impoſa à M. *Wilſon*, lorſque la Société Royale de Londres fut conſultée en 1772 par le Bureau d'Ordonnance, pour ſavoir s'il étoit à propos d'établir des conducteurs pour garantir de

la foudre les magaſins à poudre de Purfleet. Les Commiſſaires, au nombre deſquels ce Phyſicien ſe trouva, furent tous unanimement d'avis pour l'établiſſement de ces conducteurs ; mais M. *Wilſon* fut le ſeul qui réclama contre la forme pointue & aiguë que ſes Confrères vouloient leur donner. Il vouloit que leurs pointes fuſſent mouſſes & arrondies ; & en conſéquence il refuſa de ſigner la délibération commune. Son opinion fit ſchiſme en Angleterre parmi les Phyſiciens Electriſans, & on ne parvint à ramener les eſprits à la bonne & ſaine doctrine que par de nouvelles expériences, qui emportèrent la conviction avec elles.

Avantages des pointes ſur les corps mouſſes pour préſerver les édifices de la foudre.

Ce furent celles de M. *Edouard Nairne* que nous avons citées ci-deſſus. Voici celles de M. *Leroi*, que nous avons promis de faire connoître. Elles ſont conſignées dans un Mémoire que ce ſavant Académicien lut à la rentrée de l'Académie le 13 Novembre 1773. Ces expériences ſont établies ſur les faits que nous connoiſſons déjà, & dont nous avons fait mention précédemment, qu'une pointe D (*pl.* 9, *fig.* 1) tire de très-loin le feu électrique d'un conducteur B C, & que cette même pointe ne peut en faire partir l'étincelle, ou mieux ne peut en paroître frappée par une eſpèce d'étincelle, que lorſqu'elle eſt très-proche de ce conducteur comme en E; qu'au contraire un corps arrondi F tire très-peu

de feu électrique du corps électrisé avant d'en faire partir l'étincelle, & malgré cela l'étincelle excitée part de beaucoup plus loin, & est beaucoup plus énergique que lorsque le corps est terminé en pointe. Elles sont encore fondées sur un principe également inconteſtable : Que le feu électrique ne produit jamais d'effets violens qu'autant, qu'en conséquence des différences des denſités reſpectives, il paſſe avec rapidité au travers des corps, & qu'il n'y paſſe avec rapidité qu'autant qu'il y entre ſous la forme d'une forte étincelle. Ces effets ne ſe manifeſtent point lorſque l'étincelle eſt foible, ou que l'entrée de ce feu ſe fait ſous l'apparence d'une lumière tranquille.

En conſéquence de ces principes, voici les expériences de M. *Leroi*. Il préſenta à une diſtance de trois pieds d'un conducteur B C, une pointe fort aiguë D, & il vit un point lumineux ſur l'extrémité de cette pointe; preuve évidente que cette pointe déroboit déjà une portion de l'électricité du conducteur. Il fallut l'en approcher de beaucoup plus près, comme en E, à un tiers de ligne de diſtance, pour en faire partir une étincelle ſi foible que c'étoit plutôt une bluette qu'une étincelle.

M. *Leroi* préſenta au même conducteur, & à une égale diſtance, une balle de plomb F d'un pouce de diamètre, & il n'y vit point de lumière.

Elles

Elle ne tiroit point d'électricité du conducteur, & elle ne commença à lui en dérober que lorſqu'elle fut près de la diſtance où elle devoit le faire étinceler, c'eſt-à-dire, à-peu-près à un pouce du conducteur. Cette diſtance eſt, comme on voit, dans le rapport de trente-ſix à un ; ainſi le corps arrondi ou la balle n'enleva que très-peu ou point d'électricité au conducteur avant d'en être aſſez près pour exciter l'étincelle, & cependant il la faiſoit partir à une diſtance trente-ſix fois plus grande que celle à laquelle la pointe produiſoit le même effet.

L'explication de ces deux différens effets, dit très-bien M. *Leroy*, ſe tire de ce que l'étincelle ne part entre deux corps qu'en proportion, toutes choſes égales d'ailleurs, de l'intenſité du fluide électrique dans le corps électriſé. Or, dès l'inſtant qu'on préſente la pointe au conducteur, & qu'elle a un point lumineux, dès cet inſtant elle enlève le feu du conducteur ; & cet effet allant toujours en augmentant à meſure qu'on l'approche, la matière électrique s'épuiſe tellement dans le conducteur, qu'il n'en reſte que pour étinceler quand la pointe s'en trouve à un tiers de ligne de diſtance : mais les corps ronds ou obtus ne tirent au contraire le feu électrique du corps électriſé que très-peu avant qu'ils ſoient à la diſtance néceſſaire pour exciter l'étincelle. De-là on voit

déja manifeſtement l'avantage de la pointe ſur le corps obtus ou arrondi. Il s'agiſſoit encore de démontrer que les effets violens de l'électricité, & conſéquemment du tonnerre, tiennent à la force de l'étincelle.

Pour cet effet, M. *Leroy* prit une bouteille de Leyde; il la chargea fortement d'électricité, en ſorte qu'elle eût pu donner une très-violente commotion. Il la déchargea en préſentant au conducteur avec lequel elle communiquoit, la pointe d'une aiguille très-fine, & à peine la commotion fut-elle ſenſible. Il fit encore quelques autres expériences analogues à celle-ci; & toutes lui prouvèrent que loſqu'on n'excite qu'une foible étincelle, le feu électrique ne paſſant plus alors avec la même rapidité qu'il paſſe lorſque l'étincelle eſt très-forte, les effets qu'il produit ſont totalement diminués ou n'ont rien de conſidérable.

Or, ceci s'applique de lui-même aux barres préſervatives qu'on ſe propoſe d'élever au-deſſus des maiſons. Si ces barres attirenr le tonnerre parce qu'elles ſont pointues, elles l'attirent ſans lui permettre de faire une forte exploſion, & ce n'eſt que dans cette exploſion que conſiſte le danger de la foudre. C'eſt donc ſans fondement que *Wilſon* & ſes Sectateurs ont voulu préférer les corps mouſſes aux pointes en pareilles circonſtances.

Il y a plus, les pointes doivent excéder juſqu'à une certaine hauteur les parties prééminentes cir-

convoiſines. On en trouve la preuve dans les expériences faites en Angleterre par le célèbre *Nairne*, & conſignées dans le Mémoire que nous avons indiqué ci-deſſus.

Ayant mis au bout d'un excitateur une boule percée à ſon centre, & ayant introduit dans ce trou un fil de métal très-pointu, dont la pointe excédoit la boule d'un dixième de pouce; ayant enſuite apporté cette pointe juſqu'à la boule qui terminoit ſon conducteur, il obſerva un point lumineux qui ſe fit remarquer ſur cette pointe, & cette lumière continua à ſe faire obſerver lors même qu'il eut reculé la pointe juſqu'à la diſtance de trente pouces. Mais ayant enfoncé davantage cette pointe, & de façon qu'elle n'excédoit point la ſurface de la boule, il obſerva que cette pointe perdit ſa propriété eſſentielle, & que la boule du conducteur ſe déchargea avec exploſion ſur la boule de l'excitateur, à toute diſtance, depuis la plus grande proximité de cette boule, juſqu'à la diſtance de ſeize pouces & un quart. La machine dont il faiſoit uſage étoit telle, comme il nous l'apprend dans ſon Mémoire, qu'elle portoit ſes étincelles juſqu'à la diſtance de vingt pouces. C'eſt une ſemblable, mais plus forte que celle qu'il avoit faite pour le Grand Duc de Toſcane, & dont nous avons fait mention précédemment.

Il ſuit de ces dernières expériences, qu'il eſt

important que la pointe qui ſurmonte la barre élevée, excède, domine tous les corps circonvoiſins, & ſi on veut un détail très-circonſtancié & très-inſtructif ſur la manière de diſpoſer ces ſortes de conducteurs, en voici un très-bien fait que nous devons à M. *Barbier de Tinan :* on le trouve à la fin de la traduction qu'il a donnée de l'Ouvrage ou des Mémoires de l'abbé *Toaldo* ſur les conducteurs. Ce ſont des conſidérations excellentes & bien approfondies ſur le même objet, & qui méritent notre reconnoiſſance. M. *Barbier* examine ici deux queſtions. La première qu'il regarde avec raiſon comme réſolue, & à laquelle nous ne nous arrêterons point non plus, concerne l'avantage qu'on peut attendre des conducteurs, ce qu'on ne peut plus mettre en problême. Dans la ſeconde il examine *quelle eſt dans tous les points la conſtruction des conducteurs la plus propre à remplir l'effet qu'on en attend ?*

Or, cette importante queſtion en fait naître pluſieurs incidentes, que notre ſavant Auteur traite avec toute l'intelligence poſſible.

De la meilleure conſtruction des conducteurs pour garantir les édifices de la foudre.

Il examine 1°. quelle eſt la dimenſion qu'on doit donner à un conducteur, pour qu'il ſoit en état de tranſmettre un coup de foudre ſans que le bâtiment & le conducteur lui-même en ſoient endommagés ?

2°. S'il eſt eſſentiel que ſon extrémité inférieure aboutiſſe dans l'eau, ou s'il ſuffit qu'elle s'enfonce en terre ?

3°. Juſqu'à quel point on doit pouſſer les précautions pour la contiguité & la continuité de ſes différentes parties ?

4°. Juſqu'à quel point on doit lier avec lui toutes les portions de métal qui ſe trouvent dans le bâtiment ?

5°. Si on peut ſans danger le laiſſer contigu au bâtiment, ſoit en-dedans, ſoit en-dehors ; ou s'il convient de l'iſoler dans ſa longueur, & même de le placer à quelque diſtance du bâtiment ?

6°. S'il faut que ſon extrémité ſupérieure ſoit élevée & pointue, ou s'il convient de la faire baſſe & obtuſe ?

7°. A quelle diſtance s'étend le pouvoir d'un conducteur pour préſerver de la foudre ?

8°. S'il n'y a pas un ſurplus de précautions à prendre pour des bâtimens d'une nature très-dangereuſe, tels que des magaſins à poudre ?

Avant de réſoudre ces importantes queſtions, M. *Barbier* examine de quelle manière les nuées contiennent & lancent le feu électrique qui forme la foudre. Nous laiſſons de côté cette diſcuſſion intéreſſante, mais qu'on lira avec plaiſir dans l'Ouvrage de ce ſavant Amateur.

Solution de la première question.

Pour assurer entièrement un bâtiment contre les ravages de la foudre, il ne suffit pas, observe M. *Barbier*, que le conducteur qu'on y adapte transmette la totalité du coup de foudre sans danger pour le bâtiment ; il faut encore que le conducteur puisse soutenir son effort, & n'en soit point détruit en tout ou en partie : car alors, outre l'inutilité de la dépense, une seconde explosion pourroit causer au bâtiment tout le danger dont on voudroit le préserver. Mais est-il possible de déterminer la grosseur qui convient à cet effet ? M. *Barbier* remarque qu'il nous manque encore bien des observations pour fixer exactement les dimensions d'un conducteur : mais d'après celles qu'on a recueillies, il pense qu'on peut donner un à-peu-près suffisant pour la pratique.

On a vu, dit-il, des coups de tonnerre, tombés en différens endroits, & conduits à des distances considérables par des fils de fer de sonnettes, qui quelquefois sont restés entiers, quelquefois ont été détruits.

Dans le petit nombre de relations connues de coups de foudre tombés sur des maisons armées de conducteurs, on rapporte que des fils métalliques minces, qui en faisoient partie, ont été fondus ou dissipés. Dans d'autres exemples de ce genre, on a vu des coups de foudre qui paroissoient de la plus grande violence, traverser des

conducteurs du diamètre d'une tringle ordinaire, & de celui d'un demi-pouce, ſans les endommager ; & l'on n'a point connoiſſance que des conducteurs de ce volume aient jamais ſouffert de la foudre. On ne peut raiſonnablement croire que cette dernière dimenſion puiſſe ſuffire ; & en pouſſant la choſe juſqu'au ſcrupule, on pourra être parfaitement tranquille en donnant un pouce de groſſeur à un conducteur de cette eſpèce.

Solution de la ſeconde queſtion.

Pour qu'un conducteur puiſſe tranſmettre en entier une exploſion foudroyante, & préſerver complétement un bâtiment, il faut que rien n'y arrête le paſſage du fluide électrique, & que celui-ci, dès qu'il eſt entré dans le conducteur, puiſſe le traverſer librement & ſe répandre à l'inſtant dans toute la maſſe du globe. Or, on ſait que l'eau eſt un très-bon conducteur, quoiqu'inférieur aux métaux, & la terre étant toujours humide à une certaine profondeur, on a imaginé qu'il ſuffiſoit que le conducteur communiquât avec cette humidité. Mais, comme l'obſerve très-bien M. *Barbier*, une exploſion électrique, en traverſant une couche d'eau très-mince, la diſſipe en vapeurs. Il peut donc arriver qu'une ſeconde exploſion de la foudre ne trouvant plus l'humidité qui avoit ſervi à détourner la première, déploie ſon énergie contre le bâtiment qu'on vouloit conſerver. Cette humidité d'ailleurs, outre qu'elle eſt variable, offre

toujours à la foudre un paſſage moins libre qu'un grand volume d'eau.

Lorſqu'il s'agira donc de préſerver un bâtiment d'une certaine importance, je conſeillerai toujours, dit ce ſavant Phyſicien, d'obſerver ſcrupuleuſement la communication du conducteur avec l'eau. Deux faits, ajoute-t-il, rapportés dans les Œuvres de M. *Franklin*, viennent à l'appui de cette opinion. Dans le premier, le conducteur de M. *Weſt* à Philadelphie, dont l'extrémité s'enfonçoit de quatre à cinq pieds en terre, ayant été frappé de la foudre, pluſieurs perſonnes virent le feu briller ſur le pavé autour du conducteur, à une ou deux toiſes de diſtance; & M. *Weſt* lui-même, appuyé contre ſon mur à portée du conducteur, reſſentit une commotion aſſez vive, parce que le feu électrique avoit ſouffert, dans ſon paſſage, un retardement. Le ſecond exemple eſt celui qui eſt rapporté par M. *Maine*, & dont nous avons parlé précédemment: ſon conducteur, qui s'enfonçoit de trois pieds en terre ayant été frappé, on remarqua beaucoup de dégât autour de ſon extrémité inférieure, & dans la partie des fondations de la maiſon qui en étoit proche, dégât qui indiquoit un reflux de la matière du tonnerre, & qui n'eût point eu lieu ſi le conducteur eût plongé dans l'eau.

Solution de la troiſième queſtion.

Dans l'exemple de M. *Maine*, le conducteur étoit compoſé de tringles de fer accrochées les

unes aux autres, & contenues de diſtances en diſtances par des gâches de fer ſcellées dans le mur. Or, on vit après le coup de foudre, des marques de fuſion aſſez conſidérables à tous les joints des crochets. Pluſieurs étoient décrochés, & la plupart des gâches étoient ébranlées, & il y eut d'ailleurs pluſieurs dégâts cauſés principalement par une forte concuſſion que ce coup fit éprouver à la maiſon. Le docteur *Franklin* attribue ces effets, à ce que le conducteur ne s'enfonçoit point dans l'eau, & au manque de continuité de ſes parties qui ne ſe touchoient que par des points. On ſait en effet que ſi on conduit une charge d'électricité par une chaîne, on voit tous les chaînons étinceler & répandre en dehors en éclats une partie de la charge qu'ils ne peuvent parfaitement conduire.

Toutes les fois donc, dit M. *Barbier*, qu'on voudra ſe procurer le plus grand degré de sûreté poſſible, je conſeille d'établir la continuité la plus exacte entre les différentes parties du conducteur. Cela ſe fait très-aiſément, ajoute-t-il, en coupant en bec de flûte les extrémités de chacune des barres qui le compoſent; en les appliquant l'une contre l'autre, & en les ſerrant avec des vis. On peut même, pour plus de précaution, interpoſer entre les joints des lames de plomb qui rendront le contact plus parfait.

Solution de la quatrième queſtion.

L'abbé *Toaldo* & pluſieurs autres ſavans Electriciens, regardent comme une condition pour ainſi dire indiſpenſable, d'unir & de lier toutes les parties métalliques qui entrent dans la compoſition du bâtiment, avec le conducteur qui doit le préſerver des ravages de la foudre; & la raiſon ſur laquelle ils s'appuient, paroît aſſez naturelle. Si la foudre, en effet, vient à attaquer les unes ou les autres de ces parties métalliques, elle ſe diſſipera facilement & ſans cauſer aucun dommage, par le conducteur auquel elles ſeroient liées. Mais on conçoit en même tems l'inutilité de cette dépenſe & de cette précaution, ſi le conducteur eſt diſpoſé de manière que la foudre le rencontre plutôt ſur ſon chemin que toute autre partie métallique faiſant portion du bâtiment. D'ailleurs ces parties métalliques étant toujours comme iſolées, la foudre attaquera le conducteur par préférence.

Lorſqu'il ſera extérieur au bâtiment, la foudre qui viendra de ſon côté y entrera ſans attaquer des portions de métal qui ſeroient dans l'intérieur. Ainſi, dans une diſpoſition de conducteurs, par laquelle ils garniroient à l'extérieur tous les côtés du bâtiment, les parties de métal qui ſe trouveroient plus intérieurement, quoique ſéparées du conducteur, ne ſeroient point attaquées de la foudre; & même à diſtance égale,

elle ſe jettera plutôt ſur un conducteur continu, & qui lui procurera une iſſue libre & aiſée, que ſur un morceau de métal ſéparé, dans lequel ſon mouvement éprouvera de la réſiſtance. Cette précaution, obſerve très-bien M. *Barbier*, n'eſt donc rigoureuſement néceſſaire que pour les parties métalliques que la foudre peut rencontrer dans ſon chemin en ſe portant au conducteur, & avant d'y être parvenue. Il eſt certain qu'alors elle s'y jettera, & que trouvant à leur iſſue une interruption, elle pourra briſer & détruire les corps qui lui barreront le paſſage & s'oppoſeront à la tendance qu'elle a naturellement à ſe porter vers le conducteur qui lui offre une iſſue libre.

Solution de la cinquième queſtion.

Le ſeul motif qui pût porter à iſoler le conducteur, ce ſeroit la crainte de l'effet latéral de l'exploſion qui le traverſe. On voit, dit M. *Barbier*, dans les exploſions électriques d'une forte batterie, que quelquefois des corps qui ne font point partie du circuit, mais qui en ſont très-proches, reçoivent une concuſſion ſenſible. Cela n'arrive que lorſque le circuit n'eſt pas parfait, & lorſque le mouvement du fluide électrique y éprouve quelque réſiſtance, qui provient ou de la nature des corps qui compoſent ce circuit, ou de leur défaut de capacité : réſiſtance qui, en le refoulant, lui fait faire un effort latéral ſur les corps contigus ou très-proches. Mais cet effet n'arrive

pas lorſque l'arc du conducteur eſt d'un métal continu, & d'une groſſeur ſuffiſante. De même ſi le conducteur deſtiné à préſerver un édifice péche par un trop petit volume, par un défaut de continuité, ou pour n'être pas enfoncé juſqu'à l'eau, il eſt poſſible qu'une exploſion violente de la foudre produiſe un effet latéral, qui aille même juſqu'à endommager l'édifice. Ce fut la raiſon pour laquelle M. *Weſt*, dont nous avons parlé plus haut, reçut une commotion, étant appuyé contre un mur à portée de ſon conducteur. Ce fut auſſi parce que ſon conducteur n'étoit point aſſez continu, que M. *Maine* éprouva les effets d'une concuſſion latérale dans les différentes parties de ſon appareil. Mais un conducteur conſtruit avec toutes les précautions indiquées ci-deſſus, ſera en état de tranſmettre librement & inſtantanément tout le feu répandu par une exploſion de la foudre; & celui-ci n'éprouvant aucun obſtacle dans ſon mouvement, ne fera aucun effort latéral, & ne cauſera aucune altération aux corps qui environneront le conducteur, & qui lui ſeront contigus. D'où il ſuit, que la précaution de l'iſoler, lorſqu'il eſt bien fait, eſt tout-à-fait inutile, & on peut le faire deſcendre en dehors ou en dedans du bâtiment ſelon la commodité.

Solution de la ſixième queſtion.

Dans cette queſtion, M. *Barbier* examine s'il

convient de terminer le conducteur en pointe très-fine & élevée à une hauteur notable au-deſſus du bâtiment, ou s'il vaudroit mieux qu'il fût très-bas & très-obtus. Il ne fait que développer ici les obſervations que nous venons de rapporter à ce ſujet, & auxquelles nous renvoyons le Lecteur. Il ajoute à ces obſervations quelques expériences particulières qu'il a faites, & qui paroiſſent on ne peut plus favorables au ſyſtême des pointes. Il en eſt quelques-unes tout-à-fait neuves, & dont les réſultats ont quelque choſe d'étonnant; nous nous en tiendrons à ces dernières.

J'ai élevé, dit-il, ſur deux colonnes de verre deux tiges de cuivre horiſontales, qui traverſoient des canons de cuivre faiſant reſſort, & dont les extrémités qui ſe préſentoient l'une à l'autre, s'éloignoient ou ſe rapprochoient à volonté. Je pouvois garnir ces extrémités d'une boule d'un pouce de diamètre, ou d'une pointe de cuivre. J'ai fait communiquer une de ces tiges avec la ſurface extérieure d'un bocal. En appliquant à l'autre tige une des extrémités d'un excitateur iſolé, je pouvois toucher de ſon autre extrémité la garniture de la ſurface intérieure de ce bocal, & faire par conſéquent que la totalité de la charge vînt ſe préſenter à l'inſtant à la ſéparation des deux tiges. J'ai fait ſucceſſivement

communiquer le conducteur auquel étoit annexé le bocal, au principal conducteur de ma machine & à ſes couſſins iſolés, & par conſéquent j'ai chargé la ſurface intérieure du bocal tantôt poſitivement, tantôt négativement; mais toujours au même degré, ce dont je m'aſſurois par un électromètre de M. *Henley*.

1°. Lorſque les deux boules ſe préſentoient l'une à l'autre, ſoit que le bocal fût électriſé poſitivement, ſoit qu'il le fût négativement, l'exploſion les traverſoit à environ huit lignes de diſtance. Un peu au-delà, il ne ſe faiſoit ni exploſion ni diminution ſenſible de la charge.

2°. Ayant laiſſé la boule du côté qui répondoit à l'intérieur du bocal, & mis une pointe vis-à-vis à l'autre tige, j'ai électriſé poſitivement & de manière que l'exploſion fût obligée de ſortir par la boule & d'entrer par la pointe : l'exploſion totale & réunie eut lieu juſqu'à la diſtance de quatorze & quinze lignes; paſſé ce terme, il n'y avoit plus qu'un ſifflement accompagné d'une diſſipation graduelle & lente de ſa charge ſans exploſion.

3°. J'ai électriſé, comme ci-devant, en changeant ſeulement reſpectivement de place la boule & la pointe, de manière que l'exploſion totale ſortoit par celle-ci & entroit par la première. Cette exploſion eut lieu juſqu'à la diſtance de

trente-quatre lignes, & la diſſipation graduelle ne commença qu'à trente-cinq lignes.

Surpris d'une différence auſſi conſidérable, la première idée de M. *Barbier* fut de conclure que l'électricité ſort d'une pointe avec plus de facilité qu'elle n'y entre; qu'une pointe communiquant à un conducteur électriſé poſitivement, lance le feu électrique à une diſtance à laquelle cette même pointe, communiquant à un conducteur négatif, ne peut l'attirer; qu'une pointe préſentée vis-à-vis d'un conducteur négatif, lui fournit l'électricité qui lui manque à une diſtance à laquelle elle ne peut ſoutirer celle d'un conducteur poſitif. Cependant comme dans les expériences précédentes le ſyſtême poſitif étoit le ſeul qui fût doué d'une électricité active, le ſyſtême négatif étant lié avec la maſſe du globe, M. *Barbier* penſa que peut-être cette activité agiſſoit ſur la pointe, de manière à lui faire lancer le feu de plus loin lorſqu'elle communiquoit à la ſurface intérieure du bocal; que lorſqu'elle n'avoit communication qu'avec la ſurface extérieure & avec le magaſin commun, l'activité ne ſe trouvoit que du côté de la boule, & qu'ainſi la pointe ne pouvoit point alors déployer en entier ſon action. Ce fut pour vérifier ſi cette dernière cauſe influoit réellement ſur ces phénomènes, qu'il répéta ces expériences en ſens inverſe, en électriſant négativement la

ſurface intérieure de la bouteille ; car dans ce cas, l'activité étant du côté de l'électricité négative, les phénomènes devoient ſe trouver les mêmes s'ils dépendoient de cette activité, & devoient au contraire être entièrement oppoſés s'ils n'étoient produits que par la différence de l'influence de l'électricité poſitive & négative ſur l'action des pointes.

4°. Il électriſa négativement ayant pris la pointe du côté de la ſurface intérieure du bocal, & la boule du côté qui communiquoit à la ſurface extérieure, de manière que le feu électrique ſortit de celle-ci pour paſſer à la première, l'exploſion ſe fit à-peu-près comme dans le n°. 2, c'eſt-à-dire, juſqu'à quinze ou ſeize lignes au plus ; & pour peu qu'on augmentât cette diſtance, il ne ſe faiſoit plus qu'une diſſipation graduelle, accompagnée de ſifflement.

5°. En mettant la boule du côté de la ſurface intérieure du bocal & la pointe du côté oppoſé, l'exploſion fut comme dans le n°. 3, juſqu'à la diſtance de trente-deux à trente-trois lignes.

M. *Barbier* aſſure avoir répété pluſieurs fois ces expériences, & que les réſultats n'ont varié que d'une ou deux lignes au plus, ce qui eſt inévitable & ce qui ne change rien aux conſéquences qu'on en peut tirer. Il obſerve très-bien, à cet égard, que les différens diamètres des boules

&

& la fineſſe variée qu'on pourra mettre dans les pointes, pourront apporter encore des différences dans les réſultats de ces ſortes d'expériences. D'où il conclut.

J'ai donc été obligé d'en revenir à ma première idée, & de reconnoître qu'une pointe communiquant à un ſyſtême poſitif, tranſmettra une exploſion à une diſtance qui eſt au-delà du double de celle à laquelle elle pourra la recevoir lorſqu'elle communiquera à un ſyſtême négatif; & ce fait, qu'on doit regarder comme nouveau, devient intéreſſant pour la théorie de l'électricité.

Ces expériences, comme l'obſerve très-bien notre Auteur, font voir qu'une pointe qui à peine peut recevoir une exploſion ſenſible lorſqu'on la préſente immédiatement à un conducteur ou à la garniture d'un bocal électriſé, peut en recevoir une très-forte lorſque celle-ci lui parvient médiatement par l'interpoſition d'un arc conducteur. Elles montrent par conſéquent la cauſe des exploſions fulminantes qui ont fondu ou diſſipé des pointes de conducteurs.

Il ſemble auſſi, ajoute-t-il, d'après les réſultats, que de ſemblables exploſions médiates de la foudre s'élanceront de plus loin ſur un conducteur pointu que ſur un conducteur obtus; de plus loin ſur le premier lorſque le nuage ſera négatif, que lorſqu'il ſera poſitif: & ces expériences ſemblent

offrir la plus forte objection qu'on puiſſe faire contre les conducteurs pointus.

Mais il faut obſerver, 1°. que ces différences de diſtances, ſi elles ont lieu, doivent être infiniment moindres que celles qu'on a vues dans ces expériences. Les portions de nuages interpoſées entre la nuée principale & le conducteur, ne peuvent faire que très-imparfaitement la fonction de conducteur. La propagation de l'exploſion s'y fera toujours aſſez ſucceſſivement, pour que les pointes aient le tems d'exercer la faculté qu'elles ont d'en diſſiper une partie; & ce qui en reſtera ayant perdu de ſa tenſion, ne pourra plus s'y élancer de ſi loin, tandis qu'un conducteur obtus ne cauſe aucune diſſipation préalable, & reçoit l'exploſion dans toute ſa force.

2°. Nous avons vu dans toutes ces expériences, que paſſé le terme auquel les pointes peuvent recevoir l'exploſion, elles procuroient la diſſipation ſucceſſive de l'électricité, tandis que les boules au-delà du terme de l'exploſion n'y cauſoient point de changement ſenſible.

3°. Il eſt à croire que cette eſpèce d'exploſion médiate n'eſt pas la plus commune; que la plupart du tems c'eſt le nuage même chargé d'électricité ou quelqu'une de ſes branches communiquant avec lui, qui s'approche de nos bâtimens pour les frapper: & l'efficacité des pointes dans ce

dernier cas eſt prouvée d'une manière inconteſtable.

Malgré cela néanmoins, M. *Barbier* inſiſte, & avec raiſon, ſur l'uſage des conducteurs pointus.

Dans l'application, dit-il, des conducteurs aux édifices, on peut ſe propoſer deux objets : l'un de préſerver uniquement un bâtiment de la foudre, en offrant à l'exploſion qui viendra le frapper un chemin qui la conduiſe en entier dans l'intérieur de la terre ſans danger pour le bâtiment ; l'autre de diminuer l'électricité que contient le nuage orageux, & par conſéquent le danger de ſon exploſion même pour les édifices qui entourent juſqu'à une certaine diſtance celui qui eſt armé.

Pour remplir complètement le premier objet, l'uſage des pointes n'eſt pas néceſſaire. Lorſqu'un édifice ſera garni d'un conducteur métallique d'une capacité ſuffiſante, bien continu, en contact parfait avec les eaux de l'intérieur du globe, & qui ſe préſentera de tous côtés à la foudre de préférence à toute autre partie du bâtiment, quelle que ſoit la violence du coup qui pourra l'aſſaillir, & quelle que ſoit la forme du conducteur, pointue ou obtuſe, ce coup pourra bien laiſſer quelque trace de ſon entrée dans le conducteur, & quelque marque de fuſion ; mais

une fois entré, il traverſera ſans effet ſenſible & ſans danger tout le bâtiment.

Pourquoi cependant s'en tenir à ce premier effet, ſi ſans augmenter les riſques on peut ſe promettre de remplir juſqu'à un certain point le ſecond, dont l'utilité ne peut être conteſtée? or, il n'y a que les pointes qui ſoient en état de l'effectuer. Un conducteur qui en eſt dépourvu n'a aucune action ſur la nuée qui ne ſe trouve pas aſſez à ſa portée pour lui donner une exploſion. Les pointes au contraire vont au-devant de la nuée, & la dépouillent à une très-grande diſtance. M. *Barbier* en fournit ici une nouvelle preuve dans un conducteur qu'il a fait élever au-deſſus de ſa maiſon, qui excède de douze pieds le toit, & qui ſe termine par ſix pointes d'argent de la longueur de ſix pouces. Ses voiſins, nous dit-il, ont vu une flamme au ſommet de chacune de ces pointes, dans un moment où un nuage orageux, qui d'ailleurs ne fit aucun dégât, paſſoit par deſſus.

Si cependant conformément aux expériences de ce ſavant Amateur, & que nous avons rapportées précédemment, il peut y avoir des cas où l'exploſion d'un nuage orageux atteigne de plus loin un conducteur pointu qu'un autre qui ſeroit obtus, ces cas ne peuvent être que très-rares; & alors, quelle que ſoit la forme du con-

ducteur, il ſera encore en état de diſſiper cette exploſion ſans danger, & le conducteur pointu conſervera toujours la faculté de diminuer la force de l'exploſion en la rendant ſucceſſive.

Qant à ce qui concerne l'élévation du conducteur au-deſſus du bâtiment, M. *Barbier* croit, & avec raiſon, qu'on fera bien de l'élever autant qu'il ſera poſſible. Plus il ſera élevé, plus il pourra déployer ſon pouvoir préſervatif. S'il étoit obtus, il ſeroit prudent de ne l'élever qu'autant qu'il ſeroit néceſſaire pour qu'il ſe préſentât à la foudre de préférence à toute autre partie du bâtiment; l'objet n'étant point alors d'aller au devant de l'exploſion, mais de lui préſenter ſeulement une iſſue qui puiſſe la tranſmettre directement & ſans danger à l'intérieur du globe. Un conducteur obtus préſerve le bâtiment auquel il eſt adapté, ſans augmenter le danger de ceux qui l'environnent; un conducteur pointu le diminue.

Solution de la ſeptième queſtion.

Il n'eſt guère poſſible de fixer la diſtance à laquelle un conducteur pointu peut étendre ſon pouvoir préſervatif: elle dépend d'une infinité de circonſtances variables; de la grandeur des nuages, de leur éloignement, de la quantité d'électricité qu'ils contiennent, de leur direction, de leur mouvement, de la manière ſelon laquelle ils ſe préſentent aux pointes, car il eſt certain

que l'action des pointes ſe trouve extrêmement diminuée lorſqu'elles ne ſe préſentent point perpendiculairement au nuage orageux, & c'eſt pour cette raiſon que M. *Barbier* a eu ſoin de diſpoſer les pointes de ſon conducteur de façon qu'elles ſoient inclinées en différens ſens. Il eſt muni de cinq pointes, comme nous l'avons rapporté ci-deſſus. L'une eſt verticale ; les quatre autres ſont diſpoſées en croix, faiſant avec la première un angle de ſoixante degrés, pour ſe préſenter avantageuſement aux différentes directions par leſquelles les nuages peuvent s'en approcher. A meſure que ces circonſtances ſeront plus favorables, la protection des pointes s'étendra plus loin.

L'accident arrivé le 17 Juin 1774 à la maiſon de M. *Richard Haffenden*, dans le Comté de Kent, nous prouve qu'il eſt des circonſtances où un ſeul conducteur ne ſuffit point, & qu'il eſt important que la pointe ſoit dans la direction du nuage orageux, & qu'il ſoit bien continu.

La maiſon de M. *Haffenden* eſt ſituée ſur le penchant d'une colline vers le couchant. Elle a environ trente pieds de large, quarante de long, & quarante de haut. Dans les faces les plus étroites vers les angles, s'élèvent au-deſſus du toit les tuyaux de quatre cheminées, à l'un deſquels étoit fixé un conducteur, dont la pointe dorée ſur-

paſſoit d'environ cinq pieds le ſommet de la cheminée. Ce conducteur conſiſtoit en une barre de fer conique d'un demi-pouce de diamètre en bas. Elle étoit courbée pour aller joindre un tuyau de plomb qui décharge l'eau des gouttières. Ce tuyau ſervoit de conducteur juſqu'à quatre pieds de diſtance de terre. A cet endroit ce tuyau étoit replié en dehors, & on y avoit fixé extérieurement une autre barre de fer plus groſſe, de trois à quatre pouces en quarré, qu'on avoit fait entrer obliquement juſque dans la terre molle, en l'éloignant de quelques pieds des fondemens.

L'orage venant du côté de la cheminée, diagonalement oppoſée à celle qui portoit le conducteur, & qui en étoit à cinquante pieds ou environ de diſtance, le coup s'en élança & la démolit.

La foudre ſe partagea en trois pour ſe rendre à des parties de métal. Deux diviſions tournèrent autour du toit à droite & à gauche, juſqu'à ce qu'elles rencontraſſent les gouttières de plomb, qu'elles ſuivirent enſuite ſans laiſſer de trace, excepté des déchiremens, comme il arrive toujours aux endroits où le métal eſt interrompu. Ces deux courans étant parvenus au tuyau de décharge, le ſuivirent juſqu'à terre. Seulement paſſant de ce tuyau à la barre de fer qui étoit rouillée, & qui lui étant appliquée extérieure-

ment, n'étoit pas bien en contact avec lui, il ſe fit encore une exploſion qui fit un trou dans le tuyau. La troiſième diviſion deſcendit intérieurement le long de la cheminée, & ſe jeta ſur le fil de fer d'une ſonnette, qu'elle diſſipa juſqu'au côté du mur qui répondoit au tuyau qui ſervoit extérieurement de conducteur. Le feu, pour ſe rendre à ce conducteur & ſe réunir aux autres courans, traverſa ce mur, qui avoit un pied & demi d'épaiſſeur, & y fit un trou.

Or, on voit ici que les circonſtances étoient on ne peut plus défavorables. L'orage venoit de côté, dirigé par la colline, & hors d'état de reſſentir l'influence de la pointe qui étoit peu élevée & verticale. La foudre rencontra une cheminée qui n'étoit point garantie, & qui étoit trop éloignée du conducteur. Celui-ci n'étoit point fait de parties aſſez contiguës les unes aux autres, & cependant ſon efficacité ſe fit ſentir juſqu'à un certain point; car il conduiſit la portion de la foudre qui avoit traverſé le mur, & peut être, vu la violence de ce coup de foudre, que la maiſon eût été entiérement détruite ſi ce conducteur n'y eût point été.

Ce que nous en pouvons plus certainement conclure encore, c'eſt qu'il eſt important, lorſqu'on veut acquérir le plus grand degré de ſûreté poſſible pour un bâtiment fort long, d'y élever

une barre pointue à chaque extrémité, & d'établir entr'elles une communication métallique.

Solution de la huitième question.

Doit-on prendre plus de précautions encore pour des bâtimens d'une nature plus dangereuſe, tels que des magaſins à poudre ? C'eſt la huitième & dernière queſtion que M. *Barbier* agite, & voici comment il y répond : Pour un bâtiment ordinaire, on ſe contente de donner à la foudre un conduit & une iſſue qui puiſſe la tranſmettre juſque dans l'intérieur de la terre. On ne craint point que ce conducteur ſoit contigu au bâtiment ou paſſe dans ſon intérieur. On ne craint pas même de pratiquer quelques légères interruptions, pour obſerver la marche & les phénomènes de l'électricité de l'atmoſphère. Mais il n'en eſt pas de même des magaſins à poudre. La plus petite étincelle électrique qui éclateroit dans leur intérieur, pourroit être la cauſe d'un accident terrible, & on doit y porter les précautions juſqu'au ſcrupule.

Lorſqu'un conducteur eſt d'une capacité ſuffiſante, bien continu, & qu'il plonge exactement dans l'eau, on ne conçoit pas qu'il puiſſe s'en échapper la moindre étincelle électrique. Comme cependant cela pourroit arriver par quelque cauſe inconnue, dit M. *Barbier*, il ſera, je crois, préférable de placer le conducteur extérieurement, & d'en établir deux, un à chaque extrémité du bâtiment, conſtruits avec toutes les précautions

recommandées ci-deſſus. Je penſe, ajoute-t-il, qu'ils peuvent ſans danger être contigus au bâtiment, & qu'il n'eſt pas néceſſaire de les établir, comme on l'a propoſé, ſur des mâts fixés à une certaine diſtance.

Il ſeroit à deſirer que les magaſins à poudre n'euſſent dans leur conſtruction aucune partie métallique extérieure ſaillante, & expoſée par conſéquent à être frappée de la foudre. S'il s'en trouvoit cependant, il faudroit avoir ſoin de les réunir au conducteur par un lien métallique, dont on rendra la contiguité avec l'un & l'autre parfaite.

En finiſſant cette importante diſſertation, M. *Barbier* fait deux obſervations qui méritent de trouver ici leur place.

La première eſt que les gouttières & les tuyaux de décharge, dont bien des édifices ſont garnis, forment d'excellens conducteurs; qu'il ne s'agit plus que de les rendre bien continus, de les armer d'une pointe dans le haut, & de les faire communiquer avec l'eau dans le bas pour les rendre bien parfaits. Ainſi, dit-il, en conſtruiſant un édifice, on fera bien de diſpoſer ces gouttières de manière à pouvoir également remplir la double fonction de conduire les eaux & de décharger la foudre; cela évitera les frais d'une conſtruction particulière. Le bâtiment le plus complètement armé ſeroit celui ſur le ſomme

duquel règneroit tout au long une bande de plomb ſervant de faîte au toit, communiquant à de ſemblables bandes, qui en recouvriroient les arrêtes & viendroient aboutir à des gouttières régnant tout autour, & ayant aux angles des chaîneaux ou tuyaux de décharge qui viendroient juſqu'à terre. De l'extrémité de ceux-ci on pratiqueroit une communication métallique juſqu'à l'eau, & au ſommet de chaque extrémité du bâtiment on élèveroit une barre de fer haute & terminée par pluſieurs pointes de métal qui ne pût pas ſe détruire ou ſe rouiller à l'air.

La ſeconde obſervation eſt que lorſqu'on voudra pratiquer un conducteur à un édifice, ſurtout lorſqu'on l'établira pendant l'été, & que ſa conſtruction exigera le travail de quelque tems; on fera bien de commencer par ſa partie inférieure, en prenant depuis l'eau & en remontant. En commençant par le haut, on pourroit craindre qu'il ne ſurvînt dans l'intervalle quelque coup de foudre qui frappât la partie ſupérieure encore iſolée, & n'endommageât l'édifice.

En réfléchiſſant ſur toutes les obſervations que nous venons d'indiquer, on ne peut s'empêcher de reconnoître dans leur Auteur un Amateur extrêmement inſtruit, poſſédant éminemment la théorie de la foudre, & auquel nous ſerons re-

devables un jour de la tranquillité dont nous pourrons jouir, lorſque nous voudrons mettre en pratique les moyens qu'il nous préſente.

Nous ajouterons cependant à ces obſervations, que s'il n'eſt pas toujours poſſible de faire communiquer le conducteur à une maſſe d'eau, telle que celle qui ſe trouve renfermée dans une citerne, dans un puits ou dans des foſſés qui règnent aſſez communément autour des châteaux qu'on voudroit garantir des accidens de la foudre, on pourra dans ces cas ſe contenter de faire communiquer ce conducteur avec la terre humide, par le moyen d'une barre de fer aſſez profondément enfoncée en terre. Cette communication, nous en convenons, n'eſt point auſſi bonne ni auſſi ſûre que la précédente; mais il ſeroit bien rare qu'elle ne produiſît point ſon effet. Or, dans ce cas, nous ne pouvons trop recommander d'éloigner cette barre de fer des fondations de l'édifice. Celles-ci ſont ſouvent baignées d'eau, & il ſeroit à craindre que la foudre ayant ſuivi la barre de fer en terre, ne ſe portât par préférence vers ces fondations, & ne fît un très-grand ravage en cet endroit. On ſera en ſureté à cet égard en éloignant cette barre à ſept ou huit pieds de diſtance des fondations.

Danger de ſonner les cloches dans le tems d'orage.

Nous terminerons cet article par une obſerva-

tion importante au bien de l'humanité, & nous eſpérons que ceux qui la liront ne négligeront point de la faire valoir autant qu'elle le mérite.

En vain les recherches des Savans les conduiront-ils à trouver des moyens propres à garantir l'homme des dangers de la foudre, s'il néglige d'en profiter, comme il le doit, & s'il ſouffre patiemment des pratiques dangereuſes & accréditées par l'ignorance du peuple. Le Phyſicien, & celui qui voudra profiter des reſſources que la Phyſique lui offre, ſe mettra bien à l'abri d'un coup de tonnerre. Tranquille, ſous la ſauve-garde de ſon conducteur, il l'entendra gronder ſans le craindre; mais qui garantira ſa maiſon de l'incendie que pourra lui communiquer celle de ſon voiſin, qui qui ne ſera pas prémunie comme la ſienne contre les ravages de la foudre, & ſur-tout s'il ſe trouve dans le voiſinage d'un clocher dont les cloches ſont en branle, tandis qu'une nuée menaçante s'approche & va s'ouvrir ſur lui?

Si cette pratique, qui n'eſt qu'un abus de la piété de nos ancêtres, qui ne ſonnoient que quelques momens pour raſſembler les fidèles aux pieds des autels; ſi, dis-je, cette pratique peut avoir quelqu'avantage lorſque le tonnerre eſt éloigné, une multitude d'exemples plus terribles les uns que les autres, nous prouvent, ſans qu'on daigne y réfléchir, qu'elle eſt on ne peut plus

dangereuſe lorſque la nuée eſt peu éloignée. Je n'en citerai que quelques-uns, & ils ſeront propres à éclairer l'homme ſur un abus auſſi pernicieux, & peut-être détermineront-ils enfin ceux qui ont droit d'abolir tout ce qui peut nuire à la ſociété, de bannir à jamais cette fatale pratique. Déjà les Officiers du Bailliage de Langres ont rendu une Ordonnance contre elle, & un Arrêt du Parlement du 22 Mai 1784, homologue & ordonne l'exécution de cette Ordonnance, dictée par la ſageſſe & les lumières des Magiſtrats, qui, les premiers, auront la gloire d'avoir veillé au ſalut de leurs compatriotes, dans une circonſtance où il court de ſi grands haſards. Cette Ordonnance eſt motivée ſur les faits que nous allons rapporter. Le plus effrayant eſt conſigné dans l'hiſtoire de l'Académie des Sciences, pour l'année 1719. Le voici.

Exemple terrible de cette vérité.

La nuit du 14 au 15 Avril 1718, il ſurvint en Baſſe-Bretagne un orage extraordinaire. Vers les quatre heures du matin, on entendit trois coups de tonnerre ſi horribles, qu'ils firent frémir les plus hardis. Dans ce moment, & dans l'eſpace qui s'étend depuis Landerneau juſqu'à Saint-Paul-de-Léon, le tonnerre tomba ſur vingt-quatre égliſes, où l'on ſonnoit, pour l'écarter. Des égliſes voiſines où l'on ne ſonnoit point, furent préſervées.

Le peuple toujours peuple dans ſes réflexions, auſſi bien que dans ſes pratiques, s'en prit à ce que ce jour-là c'étoit le Vendredi-Saint, où il n'eſt pas permis de ſonner, & c'eſt à la Phyſique des gens de cette eſpèce qu'on s'en tient! c'eſt entre leurs mains qu'on abandonne le ſalut de toute une ville ou d'un village!

Autre qui vient à l'appui du premier.

Un autre exemple plus récent, & qui s'eſt paſſé ſous nos yeux au village Daubigny, eſt encore bien propre à nous prouver le danger de cette pratique. Le Dimanche 11 Juin 1775, jour de la Trinité, trois hommes furent tués ſous le clocher de cette Paroiſſe, lorſqu'ils cherchoient à détourner l'orage par le ſon des cloches. Quatre enfans qui étoient venus ſe mettre à l'abri ſous cette tour, y furent également tués, & le village ſe vit privé de ſept habitans par l'imprudence de trois. Un Phyſicien d'Allemagne a publié depuis peu une diſſertation très-bien faite ſur cet objet, dans laquelle on lit que dans l'eſpace de trente-trois ans, le tonnerre eſt tombé ſur trois cents quatre-vingt-ſix clochers, & que cent vingt-un ſonneurs ont été tués dans leurs fonctions.

Troiſième exemple plus récent.

En voici un plus récent encore, arrivé le 3 Août 1784, en un village nommé Treveray, près Ligny en Barrois. Pluſieurs orages s'étant portés ſur la vallée où eſt ſitué ce village, le

maître d'école & plusieurs habitans du lieu allèrent sonner les cloches, malgré les sages représentations du Curé, de M. & Madame la Marquise *de Casteja*, & de M. *Poix*, Procureur Fiscal de l'endroit. Tandis qu'ils sonnoient, la foudre tomba sur le clocher, tua un homme, blessa à mort le maître d'école, terrassa sous la tour deux autres hommes & trois femmes; sept malheureuses victimes d'un imbécille préjugé contre lequel on ne peut s'élever trop fortement.

ARTICLE IV.

Des rapports entre le Magnétisme & l'Electricité.

Incertitude sur cette analogie.

ON a beaucoup disputé & on dispute encore sur l'analogie, entre la matière électrique & la matière magnétique. Les uns ont rapporté des faits qui semblent confirmer cette analogie: d'autres se sont pareillement appuyés sur des faits également constans, & qui assignent une différence sensible entre ces deux matières; quelques-uns révoquent en doute & s'efforcent de prouver que, malgré la certitude des faits qui semblent démontrer l'identité de ces deux fluides, il n'y a aucune analogie entre le magnétisme & l'électricité.

Dans

Dans cette incertitude, & jusqu'à ce que ce travail ait été suivi plus particulièrement & qu'on soit à portée de se décider en faveur de l'une ou de l'autre de ces deux opinions, nous croyons devoir nous borner à la simple exposition de ces sortes de faits, sans prononcer sur une question que nous ne croyons pas encore assez approfondie.

Faits qui paroissent la confirmer.

Les preuves que nous avons apportées de la parfaite analogie entre la matière électrique & la matière de la foudre ne laissant aucun doute sur la parfaite similitude, sur l'identité de ces deux matières, tout ce que nous dirons ici de la matière du tonnerre doit s'entendre pareillement de la matière électrique, de celle que nous rassemblons & que nous accumulons par le moyen de nos appareils. Or, d'après des observations qu'on ne peut révoquer en doute & qui jouissent de toute l'authenticité possible, il est constant, 1°. que la matière du tonnerre communique la vertu magnétique aux corps qui sont susceptibles de cette propriété; 2°. qu'elle change les pôles des corps aimantés, comme on peut les changer par le ministère d'un véritable aimant ou d'un aimant artificiel. Pour éviter une prolixité inutile en cette occasion, nous nous en tiendrons à un très-petit nombre de faits. Pour peu qu'on soit instruit des phénomènes que produit le tonnerre,

on ne doute nullement de la vérité du premier dont nous venons de faire mention.

Un des effets les plus remarquables du tonnerre, dit le P. *Beccaria* dans une lettre écrite en Italien sur l'électricité, c'est de donner la polarité à une aiguille & à tous les corps qui contiennent un peu de fer, comme les briques, &c.; & en remarquant, ajoute-t-il, de quel côté sont tournés les pôles de ces corps, on peut connoître avec la plus grande certitude dans quelle direction le coup a passé. Jusque-là le P. *Beccaria* ne nous apprend rien que ce que l'expérience & l'observation ont confirmé une multitude de fois; mais cet ingénieux Physicien, se livrant à son goût pour les hypothèses, ajoute ici une conjecture hardie, & dont la vérité mettroit beaucoup de simplicité dans nos idées sur les loix de la Nature, comme le remarque très-bien le D. *Priestley* dans son Histoire de l'Electricité. Puisqu'un coup de tonnerre, dit le P. *Beccaria*, donne la polarité magnétique, une circulation régulière & constante de toute la masse du fluide du nord au sud, peut bien être la cause première du magnétisme en général.

Veut-on un fait inconteſtable de cette puissance magnétique reconnue dans la matière de la foudre? en voici un qu'on lit dans les Transactions Philosophiques de Londres. On y lit que

le tonnerre étant tombé ſur la boutique d'un Marchand, il y aimanta pluſieurs couteaux qui n'avoient jamais touché à l'aimant. La matière du tonnerre communique donc la vertu magnétique aux corps ſuſceptibles de la contracter.

Ce même phénomène ſe fait obſerver d'une manière plus générale, mais moins ſenſible, dans preſque tous les ferremens placés au-deſſus des édifices un peu élevés. Ils acquièrent à la longue la vertu magnétique, & on les trouve quelquefois changés en véritables aimans. Ce fut ce qu'on remarqua dans les débris de la croix du clocher de Chartres, qui fut renverſée, vers la fin du dernier ſiècle, par un ouragan. Ils étoient tous convertis en véritables aimans. Il eſt plus que probable que tous les ferremens expoſés pendant long-tems aux injures de l'air, nous offriroient de ſemblables phénomènes, ſi on y faiſoit plus d'attention; & il eſt à croire, comme je l'ai déja obſervé dans mon Traité de l'Electricité, que les barres électriques qu'on élève depuis quelques années au-deſſus des édifices, pour les garantir des funeſtes effets de la foudre, pourront très-bien acquérir à la longue la vertu magnétique, & ſe convertir même un jour en de véritables aimants.

L'expérience que fit anciennement M. *de la*

Hire le père, vient à l'appui de cette opinion. Ayant éprouvé différens morceaux de rouille tirés d'anciens édifices, & n'en trouvant aucun qui fût magnétique, il imagina qu'il n'y avoit que deux cauſes qui pouvoient produire cet effet; ſavoir, la ſeule diſpoſition du fer dans l'air, par rapport au tourbillon magnétique de la terre, ou une nature de fer particulière, qui le rendoit propre à ſe changer en aimant. Il voulut donc éprouver s'il parviendroit à convertir du fer en aimant. Comme il ſavoit que le clocher de Chartres, dont nous venons de faire mention, étoit bâti de pierres de Saint-Leu, il prit un morceau de cette pierre; &, l'ayant ſcié ſous un angle d'environ ſoixante degrés, il l'expoſa à l'air ſelon la direction du méridien. Il fit pluſieurs rainures dans ce morceau de pierre, & il inféra dans ces rainures des fils de fer, ſelon qu'il imagina la direction de la matière magnétique autour de notre globe, par rapport à notre horizon. Il fit cette expérience en 1695, comme ſon fils le rapporte dans un Mémoire imprimé parmi ceux de l'Académie; & il recouvrit cette pierre avec l'autre partie qui en avoit été ſéparée. Il aimanta quelques-uns de ces fils de fer, qui étoient éloignés les uns des autres d'environ deux pouces. Quelques années après, on rrouva qu'il n'y avoit que quelques-uns de ces fils qui

ſe fuſſent rouillés tout-à-fait ; mais tous avoient acquis une forte vertu magnétique.

Si la foudre, qui attaque un morceau de fer, lui communique le magnétiſme, ſi la matière du tonnerre, qui réſide habituellement dans l'atmoſphère, produit le même effet à la longue, & magnétiſe les ferremens qu'elle touche & qu'elle pénètre, elle a encore la faculté de changer les pôles des corps aimantés & de leur faire prendre une direction contraire à celle que l'aimant leur avoit communiquée.

Parmi la multitude d'exemples que nous pourrions citer en preuve de cette vérité, nous nous en tiendrons aux deux ſuivans. On lit, dans le premier volume de la République des Lettres, que les aiguilles d'un vaiſſeau Anglois, ſur lequel le tonnerre tomba, prirent une direction contraire ; & que cette direction fut ſi conſtante qu'on ne put la changer. Le Pilote reprit, ſans s'en appercevoir, la route qu'il venoit de faire. Il ne fut averti de ſon erreur qu'à la rencontre d'un autre vaiſſeau, qui lui fit obſerver que les pôles de ſes aiguilles étoient changés. Il arriva un phénomène à-peu-près ſemblable, ſuivant le rapport du D. *Franklin*, au vaiſſeau du Capitaine *Waldel*. Celui-ci, dit-il, dans le ſecond volume de ſes Expériences & Obſervations ſur l'Electricité, obſerva avant le tonnerre de groſſes lampes, qu'il ap-

pelle *Comazans*, elles parurent sur les pointes du haut des perroquets, tout en feu, comme de grosses torches; &, après le coup qui survint ensuite, les aiguilles de son vaisseau perdirent leur direction, & leurs pôles furent changés. La matière du tonnerre change donc, comme un aimant pourroit le faire, les pôles des corps aimantés.

Autres preuves tendantes au même but.

Non-seulement l'électricité atmosphérique, celle qui réside & s'accumule dans l'air, produit les deux effets que nous venons d'indiquer; mais encore celle que nous accumulons dans nos appareils, & qui ne diffère toutefois de la précédente que par la manière selon laquelle nous la rassemblons & nous la dirigeons, en produit de tout-à-fait semblables. Elle procure la vertu magnétique, & elle change les pôles des corps qui jouissent de cette vertu.

Avant d'avoir connoissance des idées & des expériences de M. *Franklin* & de M. *Wilson*, M. *de Buffon* avoit soupçonné qu'on pourroit communiquer la vertu magnétique à des aiguilles de bousole, par le moyen d'une forte décharge d'électricité. Dès 1752, il avoit prié M. *Dalibard* de lui faire faire des aiguilles d'acier, pour essayer de les aimanter par ce moyen. Ses occupations ne lui permirent point alors de vérifier ce phénomène, & M. *Dalibard*, par une

conſidération particulière pour M. *de Buffon*, ne voulut point lui enlever la gloire de cette découverte, en faiſant l'expérience en ſon particulier. Les choſes en reſtèrent là juſqu'au commencement de l'année ſuivante. M. *Dalibard* reçut alors le ſupplément ou la ſeconde partie des Ecrits de M. *Franklin*; & il y trouva, dans une lettre datée du 25 Juin 1751, que ce célèbre Phyſicien, ainſi que M. *Wilſon*, avoient eu non-ſeulement la même idée, mais qu'ils avoient tenté cette expérience, ſans ſuccès à la vérité entre les mains de M. *Wilſon*, parce qu'il avoit opéré ſur de trop groſſes maſſes, & qu'il faut une charge prodigieuſe d'électricité pour produire ce phénomène d'une manière ſenſible. Mais M. *Franklin* y étoit heureuſement parvenu. Cette nouvelle piqua la curioſité de M. *Dalibard*, & il ne crut pas devoir attendre plus long-tems pour répéter cette expérience. Il fit auſſi-tôt armer, nous dit-il, une grande cucurbite de verre; c'eſt-à-dire, qu'il la fit garnir d'étain en-dedans & en-dehors: il la joignit à un grand matras ſemblablement garni; &, ayant pris une aiguille de bouſſole, dont il ôta la chappe, il la mit entre deux lames de verre, l'une plus longue, l'autre plus courte, afin que les deux bouts de l'aiguille excédaſſent cette dernière, & même la première, par l'une de ſes extrémités.

Pour affermir ces trois pièces, il les renferma dans une petite preſſe, & il diſpoſa le tout de façon que l'aiguille touchât par un de ſes bouts une feuille de métal ſur laquelle les deux vaſes étoient poſés. Ayant enſuite chargé ces deux vaſes enſemble, & achevé le cercle par le moyen d'un fil de fer, qui faiſoit l'office d'excitateur, il appuya l'une des extrémités de ce fil ſur le bout de l'aiguille, du côté où elle ne communiquoit point à la garniture extérieure des vaiſſeaux; il tira le coup fulminant, qui paſſa par la longueur de cette aiguille.

Ayant enſuite démonté l'appareil, M. *Dalibard* rajuſta la chappe, & ſuſpendit l'aiguille ſur ſon pivot: abandonnée à elle-même, elle prit ſa direction nord & ſud, & elle fut vivement attirée par un fer qu'il lui préſenta. En un mot, elle fut très-bien aimantée.

Sur-le-champ cet ingénieux Phyſicien eſſaya d'en changer les pôles, en lui faiſant ſubir un nouveau coup foudroyant en ſens contraire; & cette ſeconde tentative ne lui réuſſit pas moins bien que la précédente. Il répéta pluſieurs fois la même expérience, & toujours avec le même ſuccès. L'aiguille, dit-il, conſerva la vertu magnétique pendant pluſieurs mois, mais il ne fut pas long-tems à s'appercevoir que ſa force diminuoit imperceptiblement.

M. *Dalibard* aimanta encore deux autres aiguilles, qui lui parurent néanmoins conſerver leur force magnétique, & il y avoit déjà pluſieurs mois qu'elles avoient été ſoumiſes à cette opération. Ce célèbre Phyſicien rapporte à ce ſujet une obſervation, qui s'accorde parfaitement avec celle du P. *Beccaria*. Il a toujours remarqué, nous dit-il, que ſous quelque direction que fuſſent poſées les aiguilles, lorſqu'il leur communiquoit le coup foudroyant, le bout par lequel le feu électrique étoit entré, s'eſt toujours dirigé vers le nord, & que celui par lequel la matière électrique s'étoit diſſipée pour paſſer à la ſurface extérieure des vaiſſeaux, s'eſt conſtamment dirigée vers le ſud ; & conſéquemment toutes les fois qu'il a voulu changer les pôles d'une aiguille aimantée de cette manière, il n'a eu qn'à changer le côté par lequel il lui avoit communiqué la commotion. M. *Franklin* n'avoit point encore fait cette obſervation, lorſque M. *Dalibard* lui en fit part. Il avoit même alors une idée bien différente. Il prétendoit bien à la vérité que le choc ou la commotion donnée par quatre grands vaſes de verre, en forme de jarre, à une fine aiguille à coudre & flottante ſur l'eau (car c'étoit de cette manière qu'il faiſoit l'expérience), lui imprimoit la vertu magnétique : mais il aſſuroit en même tems que ſi l'aiguille étoit poſée

eſt & oueſt, dans le tems qu'elle étoit frappée, le bout par lequel le feu électrique étoit entré, ſe tournoit au nord. Au contraire, diſoit-il, ſi cette aiguille étoit poſée nord & ſud, le bout qui étoit vers le nord, continuoit à ſe diriger de ce côté, ſoit que le feu fût entré de ce côté ou du côté oppoſé. Trop ami cependant de la vérité pour ſoutenir ſon opinion, M. *Franklin* convint de bonne foi que ſes obſervations pouvoient bien n'être pas abſolument exactes à ce ſujet, n'ayant pas eu le tems de répéter pluſieurs fois ces ſortes d'expériences.

Opinion de M. *Franklin* ſur le magnétiſme.

Il paroiſſoit naturel, d'après des faits auſſi poſitifs que ceux que nous venons de rapporter, qu'on en conclût une parfaite analogie, ou au moins une analogie aſſez bien établie, entre le magnétiſme & le fluide électrique, & ce fut l'opinion, ou mieux la concluſion, que M. *Dalibard* crut devoir tirer de ſes expériences; & il ne craint point d'aſſurer que *le magnétiſme n'eſt qu'un effet de la matière électrique*.

Quoiqu'également perſuadé de la vérité & de la certitude des mêmes faits, M. *Franklin* eſt bien éloigné d'en déduire la même concluſion. Voici de quelle manière il s'exprime à ce ſujet dans une lettre qu'il écrivit, le 10 Mars 1773, à M. *Barbeu-Dubourg*, Médecin de la Faculté de Paris, qui s'étoit chargé de traduire, & qui a

effectivement très-bien traduit les Œuvres de ce célèbre Physicien.

Quant au magnétisme, dit-il, qui semble produit par l'électricité, mon opinion actuelle est que ces deux puissances n'ont aucun rapport l'une à l'autre, & que la production apparente du magnétisme n'est qu'accidentelle. Voici, ajoute-t-il, comment on peut l'expliquer.

1°. La terre est un grand aimant.

2°. Il y a un fluide subtil, appellé fluide magnétique, qui existe dans toute espèce de fer, également attiré par toutes ses parties, & également répandu dans toute sa substance, à moins qu'il ne soit forcé à l'inégalité par un pouvoir supérieur à l'attraction du fer.

3°. Cette quantité naturelle du fluide magnétique, contenue dans un morceau de fer, peut y être mise en mouvement, au point d'être plus raréfiée dans un endroit & plus condensée dans l'autre : mais elle ne sauroit en être tirée par aucune force à nous connue jusqu'ici, au point de laisser la totalité dans un état négatif, ou du moins relativement à sa quantité naturelle ; non plus qu'il ne sauroit y en être introduit d'ailleurs au point de la mettre dans un état positi fou de plus ; en quoi le magnétisme diffère de l'électricité.

4°. Un morceau de fer tendre souffre que le

magnétiſme, contenu dans ſa ſubſtance, ſoit mis en mouvement par une force médiocre ; de ſorte qu'étant dirigé parallèlement, ou tourné vers le pôle magnétique de la terre, il acquiert immédiatement la qualité d'aimant, ſon fluide magnétique étant tiré ou pouſſé de l'une de ſes extrémités à l'autre ; & cela continue ainſi tant qu'il demeure dans la même poſition, l'un de ſes bouts devenant poſitivement & l'autre négativement magnétique. Cet aimant paſſager ceſſe de l'être, dès qu'on le tourne eſt & oueſt, ſon magnétiſme ne tardant guère à ſe répandre également dans le fer comme auparavant.

5°. Si le fer eſt durci comme l'acier, ſon fluide magnétique eſt plus difficile à mettre en mouvement. Il faut une force plus grande que le magnétiſme de la terre pour l'émouvoir ; & lorſqu'il a été pouſſé d'une extrémité vers l'autre, il ne lui eſt pas aiſé de rétrograder : ainſi, une barre d'acier devient un aimant durable.

6°. Une grande chaleur épanouiſſant ſa ſubſtance, & éloignant davantage ſes parties les unes des autres, elles donnent paſſage au fluide magnétique qui ſe remet en équilibre, après quoi la barre ne paroît plus un aimant.

7°. Une barre d'acier qui n'eſt pas aimantée étant miſe dans une poſition pareille à celle que prend une aiguille flottante relativement au pôle

magnétique de la terre, & dans cette position étant chauffée & réfroidie ſubitement, devient un aimant durable, par la raiſon que, tandis que cette barre étoit chaude, la quantité naturelle de fluide magnétique a été facilement pouſſée d'un bout vers l'autre par la vertu magnétique de la terre, & que l'endurciſſement & la condenſation produite par le réfroidiſſement ſubit, l'y a retenue, ſans lui laiſſer la liberté de retourner à ſa première place.

8°. De violentes vibrations des parties d'une barre d'acier ſur laquelle on frappe à grands coups, tandis qu'elle eſt dans cette même poſition, ſéparent tellement ſes parties durant leurs vibrations, qu'elles laiſſent paſſer une portion de fluide magnétique, pouſſée par le magnétiſme de la terre, & qui y eſt ſi bien retenue par le rapprochement des parties lorſque la vibration ceſſe, que la barre devient un aimant durable.

9°. Un choc électrique traverſant une aiguille dans une ſemblable poſition, & ſe dilatant pour un moment, en fait par la même raiſon un aimant durable; non pas en lui donnant du magnétiſme, mais en donnant occaſion à ſon propre fluide magnétique de s'y mettre en mouvement.

10°. Ainſi, il n'y a pas réellement plus de magnétiſme dans un morceau d'acier après qu'il

eſt devenu aimant, qu'il n'y en avoit auparavant. La quantité naturelle eſt ſeulement déplacée ou repouſſée.... De-là vient, ajoute M. *Franklin*, qu'une forte garniture d'aimant peut changer des milliers de barre d'acier en autant d'aimants, ſans leur rien communiquer de ſon propre magnétiſme; elle ne fait que mettre en mouvement celui qui étoit déjà dans ces barres.

Diſparités entre le magnétiſme & le fluide électrique.

Si M. *Franklin*, en ne conſidérant même que les faits propres à indiquer de l'analogie entre le magnétiſme & le fluide électrique, n'en eſt pas moins perſuadé pour cela qu'il n'y a aucune analogie entre ces deux fluides, on tiendra encore bien davantage à cette opinion, ſi on conſidère la multitude de diſparités qui ſe trouvent effectivement entre eux. Perſonne ne les a mieux ſaiſies que le célèbre *Muſſenbroeck*; & ce ſera d'après lui que nous les expoſerons ici.

1°. La vertu magnétique diffère de la vertu électrique, en ce que cette dernière eſt produite par des écoulemens ſenſibles, tandis qu'il n'y a rien dans la vertu magnétique qui puiſſe affecter nos ſens.

2°. Pour communiquer la vertu magnétique au fer, il faut employer une eſpèce de frottement particulier; éviter que le corps qu'on veut aimanter ne repaſſe en ſens contraire ſur le pôle de l'aimant ſur lequel on le frotte, tandis que toute

espèce de frottement, & même un frottement en sens contraire, excite également bien la vertu électrique, comme on peut s'en assurer par l'effet que produisent les machines électriques qu'on fait mouvoir à l'aide d'un archet. Souvent même nous employons assez favorablement ce moyen, pour ranimer la vertu électrique lorsqu'elle s'affoiblit dans nos appareils actuels; on fait mouvoir la glace en sens contraire. Par ce moyen, on ramène sur les coussins l'amalgame qui s'en échappoit, on relève les petites aspérités qui s'étoient comme couchées sur la surface des coussins; le frottement en devient plus propre à exciter la vertu électrique, & elle se manifeste plus abondamment dans l'appareil.

3o. La vertu magnétique exige que le fer soit frotté avec du fer ou de l'aimant, & non avec toute autre substance étrangère au magnétisme. Il n'en est pas de même de la vertu électrique : un corps *idio-électrique* ne peut être excité à manifester sa vertu, si on le frotte avec un autre corps de même espèce.

4o. Il n'est pas toujours nécessaire d'avoir recours au frottement, pour qu'un corps soit doué de la vertu magnétique; puisque l'aimant naturel, qu'on retire des entrailles de la terre, jouit de cette vertu, indépendamment de tout frottement quelconque. Pareillement le fer, qui est

reſté expoſé pluſieurs années aux injures de l'air, contracte cette vertu ſans le concours du frottement. Il la contracte encore de pluſieurs autres manières toutes différentes du frottement. On ſait, par exemple, qu'un morceau de fer rougi au feu, & plongé enſuite bruſquement dans l'eau, acquiert la vertu magnétique, ſi on le ſoutient pendant quelque tems dans une ſituation verticale, ou un peu incliné vers le pôle boréal. Or, il n'en eſt point ainſi de la vertu électrique. Celle-ci ne ſe manifeſte jamais d'elle-même dans nos appareils, & ſi les corps les plus ſuſceptibles de cette vertu en donnent quelques ſignes, lorſqu'ils ont été expoſés pendant long-tems aux rayons du ſoleil, ces ſignes ſont on ne peut moins ſenſibles. Dans toutes autres circonſtances, il faut l'exciter par le moyen du frottement.

5°. Si l'action du vent en général n'a aucune priſe ni contre la vertu magnétique, ni contre la vertu électrique, on obſerve néanmoins une différence très-ſenſible dans ces deux vertus. L'électrique ſe trouve totalement détruite, ſi le vent porte & entraîne quelque humidité avec lui, tandis que la vertu magnétique réſiſte à l'impreſſion de toute ſorte de vent quelconque.

6°. Si ces deux vertus ſe décèlent également dans le vuide de *Boyle*, la vertu électrique, excitée dans ce vuide, ne ſe manifeſte point au-

dehors,

dehors, au-de-là du récipient, ou de tout autre vaiſſeau qu'on emploie pour cette expérience : il n'en eſt pas de même de la vertu magnétique ; elle ſe porte au-dehors, & elle agit avec la même liberté au-delà du récipient, que ſi elle étoit excitée dans une atmoſphère d'air libre.

7°. La vertu magnétique d'un aimant, ou d'un corps aimanté, demeure conſtamment la même, pendant des ſiècles entiers, ſans qu'il ſoit néceſſaire d'avoir recours à aucune opération particulière pour la conſerver. La vertu électrique, au contraire, excitée dans un corps idio-électrique, ou même communiquée à un corps an-électrique, ne perſévère pas long-tems dans le même état ; elle périt en peu de tems.

8°. Soit que l'aimant ſoit imprégné d'humidité, ſoit qu'on le plonge dans l'eau, ſoit qu'on le frotte avec de l'huile, du ſuif, ou toute autre matière quelconque ; ſoit que cet aimant ſoit brut & rempli d'aſpérités, ſoit que le tems ſoit humide ou ſec, cet aimant attire toujours le fer avec la même force : au contraire, ſi on fait ſubir les mêmes préparations à un corps électrique, & qu'il ſe trouve dans les mêmes circonſtances, alors la vertu électrique périt, & elle ceſſe de ſe manifeſter.

9°. Sur quelque corps qu'on place un aimant, ſi nous en exceptons le fer, il agit également

contre le fer qu'on lui préſente, ſoit que ce fer ſoit lui-même placé ſur tout autre corps ou qu'il ſoit ſuſpendu librement : au contraire, la vertu électrique n'agit efficacement & ne ſe communique aux corps an-électriques que lorſqu'ils ſont iſolés.

10°. La vertu magnétique n'agit que ſur le fer & ſur les corps qui en contiennent : la vertu électrique agit indiſtinctement ſur toute eſpèce de corps.

11°. On peut communiquer la vertu électrique à un aimant & à tous corps aimantés, & par ce moyen les rendre capables de deux effets en même tems ; d'attirer toutes ſortes de corps légers & une maſſe de fer proportionnée à la force de la vertu magnétique : mais on ne communique point indiſtinctement la vertu magnétique à un corps électriſé, & on ne le rend point propre à attirer en même tems & à ſoutenir des maſſes de fer.

12°. La vertu magnétique communiquée à une longue barre de fer, ſe trouve raſſemblée plus efficacement à l'une des extrémités de cette barre qu'à l'autre ; tandis que la vertu électrique communiquée à une barre de fer, s'y diſtribue uniformément & ſe manifeſte également dans toute l'étendue de cette barre.

13°. On trouve des aimans dont la vertu ma-

gnétique ſoutient des poids énormes ; mais on n'eſt point encore parvenu à électriſer aſſez fortement un corps pour lui faire attirer & ſoutenir un poids un peu ſenſible.

Il eſt encore pluſieurs différences, mais moins importantes que les précédentes, & que le célèbre *Muſſenbroeck* a eu ſoin de recueillir. Elles prouvent toutes qu'il ne faut point confondre la vertu magnétique avec la vertu électrique, malgré les apparences de ſimilitude que ces deux fluides peuvent préſenter d'ailleurs. Si le ſyſtême d'*Epinus*, que le célèbre *Franklin* a adopté & dont nous avons donné le précis ci-deſſus, ſe trouve un jour confirmé, il eſt manifeſte que le magnétiſme & le fluide électrique n'ont rien de commun : mais quelqu'ingénieux que ſoit ce ſyſtême, quelque ſatisfaiſant qu'il paroiſſe lorſqu'il s'agit d'expliquer les effets du magnétiſme, ce n'eſt toujours qu'un ſyſtême, & l'expérience de pluſieurs ſiècles nous apprend combien peu on doit compter ſur les opinions qui paroiſſent les mieux fondées. D'où nous devons conclure, qu'il nous reſte encore bien des recherches à faire ſur cet important objet, avant que nous ſoyons en état de prononcer & de ſavoir ce que nous devons penſer des deux fluides dont il eſt ici queſtion.

SECTION QUATRIÈME.

Des différentes applications qu'on peut faire du fluide électrique.

LA végétation, l'économie animale & la chymie trouvent dans l'électricité un nouveau moyen qu'on peut employer plus ou moins favorablement, & qui produit des effets qu'on ne pourroit attendre des moyens ordinaires. Pour développer convenablement cette matière, nous diviserons cette Section en trois principaux Articles. Le premier traitera des effets de l'électricité relativement à l'économie animale ; le second, des mêmes effets par rapport à la végétation, & le troisième relativement à certaines opérations chymiques.

Division de cette Section.

ARTICLE PREMIER.

De l'application de l'électricité à l'économie animale.

Nécessité de nouvelles observations à ce sujet.

GRANDE dispute entre les Physiciens, & plus particulièrement encore entre les Médecins,

ſur les effets de l'électricité appliquée au corps humain. Mais il en eſt de cette diſpute comme de la plupart de celles qui appartiennent à des queſtions problématiques, dans leſquelles l'eſprit de parti, l'enthouſiaſme des uns & le pyrrhoniſme des autres, retardent pendant long-tems la ſolution de la queſtion, qu'on pourroit quelquefois éclaircir & réſoudre avec aſſez de facilité, ſi on examinoit ſans prévention & avec une attention ſcrupuleuſe les faits qui peuvent conduire à cette découverte. Si un examen de cette eſpèce eſt néceſſaire dans toutes les queſtions dont la ſolution dépend de la certitude de certains faits, il l'eſt ſur-tout dans celle dont il s'agit ici, où les faits peuvent ſouvent en impoſer, en nous conduiſant à des inductions trop générales, & que mille circonſtances, qu'on ne peut toujours prévoir, peuvent modifier de tant de manières différentes, qu'on ne peut être trop circonſpect ſur les concluſions qui en paroiſſent le plus directement tirées. Il ſeroit donc important qu'un Phyſicien bien inſtruit, & mieux encore qu'un habile Médecin, voulût ſe livrer à ce genre particulier de travail, & tînt compte exactement de toutes les obſervations qui pourroient ſe préſenter ; qu'ennemi de tout ſyſtême, dégagé de toute opinion, uniquement occupé à recueillir les faits, à examiner leurs convenances, leurs

disparités, & à saisir les variétés des circonstances qui doivent nécessairement influer dans l'application de ce remède, il voulût nous faire part & de ses succès, & de l'inutilité de ses travaux; car on gagne autant à connoître ce qui ne peut être, qu'à apprendre ce qui est. Or, c'est ce que fait depuis quelques années M. *Mauduyt*, de la Faculté de Médecine de Paris, entièrement livré à ce genre d'observation. Il publia en 1779 le Journal de ses observations, faites sur quatre-vingt-deux malades qu'il avoit électrisés; & si le tableau fidèle de ses opérations ne nous présente point des guérisons merveilleuses, si même plusieurs des malades qu'il a traités se sont retirés sans un soulagement manifeste, le plus grand nombre a éprouvé de bons effets de ce remède; ce qui doit ranimer notre confiance, & encourager les gens de l'art à faire de nouvelles tentatives pour découvrir les circonstances dans lesquelles ce nouveau moyen de guérir est le plus spécialement indiqué. Pour mettre nos Lecteurs à portée de faire de semblables recherches, & de concourir autant qu'il est possible à une découverte aussi précieuse à l'humanité, nous reprendrons d'un peu plus haut, mais en peu de mots, l'histoire de l'application de l'électricité à l'économie animale. Nous rapporterons quelques observations sur la certitude desquelles ils peuvent compter, & nous leur in-

diquerons les altérations, ou mieux, les effets que ce fluide produit sur le corps de l'homme.

Précis historique des travaux des Physiciens en ce genre.

L'abbé *Nollet* fut un des premiers qui imagina que le fluide électrique appliqué au corps humain devoit être très-propre à rappeller le mouvement & le sentiment dans les membres paralysés; & il fut conduit à cette idée par plusieurs expériences qui lui prouvèrent toutes qu'il accéléroit singulièrement le mouvement des fluides dans le système capillaire. On peut s'assurer facilement de cette vérité par l'expérience suivante.

Soit un petit vaisseau de métal A (*pl.* 9, *fig.* 2), dont le fond percé de plusieurs trous soit armé de petits tuyaux capillaires de décharge *a*, *a*, *a*. Ce vaisseau étant rempli d'eau, suspendez le par son crochet B à l'un des conducteurs de la machine électrique. Vous verrez l'eau s'écouler gouttes à gouttes par les tuyaux de décharge, & vous observerez même que ces gouttes ne tombent que successivement; qu'il y aura entre chacune une intermittence assez sensible. Electrisez alors le conducteur, & conséquemment le vaisseau A, & vous verrez l'écoulement de l'eau singulièrement accéléré: elle coulera à plein canal, & elle s'élancera à une distance assez grande sous la forme de jets divergens. Or, cet effet qui prouve manifestement que l'électricité accélère le mouvement des fluides à travers les vaisseaux capillaires, doit

être plus ſenſible dans le corps humain, dont les vaiſſeaux ſont plus capillaires, & où ces vaiſſeaux ſont doués d'une force contractile, qui tend encore à augmenter & qui augmente la viteſſe de la circulation. Cet effet doit donc être très avantageux dans les circonſtances dans leſquelles il s'agit de ranimer la circulation ralentie dans le ſyſtême capillaire, & c'eſt donc avec raiſon que l'abbé *Nollet* ſoupçonnoit que l'électricité devoit être avantageuſe en certains cas de paralyſie. Le ſuccès ne répondit point cependant à ſon attente. Chargé, par le Miniſtère, d'adminiſtrer ce remède à pluſieurs Invalides en préſence de MM. *Morand*, *Laſſonne*, *Coſnier* & pluſieurs autres Médecins & Chirurgiens, cette tentative fut infructueuſe, à l'exception de quelques mouvemens qu'il parvint à exciter dans différens muſcles, & encore pendant le tems ſeul de l'électriſation : les malades reſtèrent enſuite dans le même état.

Le mauvais ſuccès de cette première tentative découragea l'abbé *Nollet*, & il perdit toute la confiance qu'il avoit en ce procédé ; il en eût cependant dû porter un autre jugement, s'il eût fait attention que les ſujets qu'on lui avoit confiés n'étoient point propres à une ſemblable épreuve. Preſque tous paralyſés à la ſuite de quelques coups de feu ou de bleſſures, il y avoit chez eux léſion & déperdition de parties, & conſéquemment il

n'y avoit aucune eſpérance à avoir dans l'application du remède même le plus efficace.

Ce fut ſans doute cette réflexion qui ſoutint le courage de pluſieurs autres célèbres Médecins & Phyſiciens, & qui les engagea à faire de nouvelles tentatives avant de prononcer ſur la certitude ou l'incertitude de ce moyen, dont pluſieurs obtinrent des effets très-certains & très-avantageux.

Je ne parlerai point ici de ces cures merveilleuſes, de ces *intonacatures* ſurprenantes qui firent tant de bruit dans le courant de l'année 1747. Tous les Journaux d'Italie retentirent d'une multitude de guériſons miraculeuſes, qui n'avoient d'autre fondement que l'enthouſiaſme, pour ne pas dire la mauvaiſe foi de ceux qui les firent publier; & il ſeroit à déſirer qu'on ne ſe fût jamais permis d'avancer des faits de cette eſpèce, trop éloignés de la vraiſemblance pour en impoſer, & uniquement propres à faire tomber en diſcrédit le remède le plus efficace.

Parmi la multitude d'obſervations de ce genre, dont nous croyons pouvoir garantir la certitude, nous nous bornerons aux ſuivantes.

Guériſon opérée par M. *Jallabert.*

La première, l'une des plus anciennes qu'on puiſſe citer, & en même tems la plus ſurprenante ſans doute, c'eſt ſans contredit la guériſon opérée à Genève vers la fin de 1747 & au commencement de 1748, par M. *Jallabert*, Pro-

feſſeur de Philoſophie. Vers la fin du mois de Juin 1733, dit cet homme célèbre dans ſon Ouvrage intitulé *Expériences ſur l'Electricité*, un Serrurier nommé *Noguez*, forgeant une barre de fer, fut jeté à la renverſe, ſans connoiſſance, ſans mouvement, par un coup porté à faux. On lui adminiſtra ſur-le-champ les remèdes uſités en pareilles circonſtances, & malgré toute leur activité, il ne revint en connoiſſance que pluſieurs jours après ſon accident. Il demeura muet & paralyſé de tout le côté droit. On lui fit prendre les bains d'Aix en Savoie, pendant deux ans conſécutifs. Ils lui furent aſſez avantageux, mais il n'en reſta pas moins paralyſé de preſque toute la partie inférieure du corps. Il ne pouvoit outre cela remuer l'avant-bras, le carpe, le pouce & les doigts index & auriculaire, & il avoit perdu tout ſentiment dans ces parties; il boitoit encore du côté droit, ne marchant qu'à l'aide d'une canne. Ce fut en cet état qu'eſpérant des ſecours plus puiſſans de l'électricité, il pria, vers la fin de Décembre 1747, M. *Jallabert* de l'électriſer. Dès les premières électriſations (remarque importante à faire), les étincelles qu'on tiroit de l'avant-bras étoient vives & excitoient des mouvemens très-preſſés dans le muſcle dont on les tiroit : le poignet & les doigts, dit M. *Jallabert*, en étoient diverſement agités. Privés de tout mouvement volon-

taire, ils ſe mouvoient au gré de celui qui excitoit ces étincelles, & le malade fut guéri à la fin de Février 1748. Il faut lire dans l'Ouvrage de M. *Jallabert* le détail de cette obſervation, dont nous ne donnons ici que le précis.

Autres, faites à Montpellier.

Le bruit de cette guériſon ne contribua pas peu à exciter le zèle de quelques autres Phyſiciens, & on ſe diſtingua ſur-tout à Montpellier dans l'adminiſtration de ce remède. Le célèbre M. *des Sauvages*, l'un des plus ſavans Médecins qui ait illuſtré cette célèbre Faculté, rapporte quelques exemples de guériſons, que nous citerons volontiers d'après ſon témoignage. Si le ſuccès de cette opération n'étoit point encore complet, lorſqu'il publia la Lettre qu'il fit imprimer ſur les effets de l'électricité, le 25 Janvier 1749, il l'étoit aſſez pour qu'on pût raiſonnablement juger de l'avantage qu'on peut attendre de cette pratique en pareilles circonſtances.

Paralyſie de 15 ans.

Il s'agit dans le premier exemple d'un jeune homme âgé de 17 ans, & paralytique depuis l'âge de deux ans. Le côté droit, dit M. *des Sauvages*, étoit entièrement paralyſé, le genou droit plié & enkiloſé, & ſur lequel il ſe ſoutenoit très-foiblement; le bras droit foible; la main entièrement enflée par des engelures; les doigts crochus, & ſur-tout l'annulaire & l'auriculaire inébranlablement fléchis dans la main; la langue embarraſſée de manière à ne parler qu'en bé-

gayant. On l'électrisa pendant quinze jours consécutifs, l'espace d'une demi-heure ou environ chaque jour. Vers la fin de l'opération, le malade devenoit moite, & son pouls plus fréquent d'un sixième, puisqu'au lieu de soixante-douze pulsations de l'artère, on en comptoit quatre-vingt-quatre par minutes. Il n'avoit encore été électrisé que dix-sept fois, lorsque M. *des Sauvages* se transporta pour constater l'état du malade; & il trouva seulement que les doigts avoient repris de la force & de la flexibilité; qu'il s'en servoit comme il vouloit; qu'il parvenoit à lever de gros poids; & quoiqu'il n'eût encore pu s'en servir pour lever son chapeau, il en faisoit alors usage pour gagner sa vie.

Une remarque particulière qu'ajoute ici M. *des Sauvages*, qui s'est trouvée confirmée depuis par nombre d'observations réitérées, & qui avoit été déjà faite par M. *Jallabert*, c'est que l'électricité avoit détruit des engelures dès le second jour.

Autre de 22 ans.

Le second exemple rapporté dans la même Lettre, est relatif à un incurable de l'Hôpital-Général: c'étoit un septuagénaire hémiplégique depuis vingt-deux ans. Dès les premières fois qu'on l'électrisa, son bras, qui étoit froid & pendant, se porta en devant; ensuite il parvint à l'élever jusqu'à l'ombilic. Il en étoit à la quinzième électrisation, lorsque M. *des Sauvages* rapportoit ce fait, & le malade étoit déjà parvenu à

porter ſon bras juſqu'à la hauteur des mamelles, & il le pouſſoit fort avant ſous le bras droit : ſes doigts étoient devenus un peu flexibles ; ils s'ouvroient quelquefois entièrement pendant la nuit : il avoit du ſentiment au bras & à la main, lui qui en avoit ſi peu auparavant, qu'on lui avoit couſu la peau avec la manche de ſa chemiſe, ſans qu'il s'en fût apperçu.

Guériſon plus remarquable.

Mais une guériſon plus célèbre, quoique ſuivie d'un accident fâcheux, ce fut ſans contredit celle qui fut opérée par un Chaudronnier de Montpellier, qui s'y étoit érigé en Médecin électriſant, & qui offroit ſes ſecours à tous ceux qui croiroient en avoir beſoin. Il entreprit un Mendiant ſeptuagénaire, devenu hémiplégique à la ſuite d'une apoplexie. Cet homme avoit déjà beaucoup fait à Lyon de remèdes inutiles. Il avoit enſuite pris, & avec auſſi peu de ſuccès, les eaux de Balaruc, qui lui affectèrent ſingulièrement la poitrine. Il en revint, dit M. *des Sauvages*, avec une toux continuelle, une fièvre lente, des ſueurs nocturnes & abondantes, quelquefois froides, & qui caractériſent une phthiſie fort avancée.

Il avoit, avant de ſe faire électriſer, le bras gauche pendant, entièrement incapable de mouvement volontaire, & tellement atrophié, qu'il n'avoit que ſix pouces ſix lignes de circonférence au-deſſus du coude ; froid comme glace, & livide à ſon extrémité inférieure, pendant une

quinzaine de jours que le thermomètre demeura aux environs de la congélation. Le ſentiment de ce bras, dit ce célèbre Médecin, dont nous copions la relation, n'étoit pas en meilleur état que le mouvement, puiſque quand on voulut le réchauffer par le moyen d'un réchaud avant de l'électriſer, un Chirurgien, préſent à cette opération, fit appercevoir au malade, qui n'en ſentoit rien, que ſon doigt annulaire ſe brûloit. Les doigts du malade, comme il arrive à ceux qui ſont attaqués d'une paralyſie ancienne, étoient fléchis & totalement roides. On ne pouvoit les étendre en aucune manière, ni leur faire changer de ſituation. Quant à la langue, elle étoit tellement affectée, que la femme de ce malheureux ne pouvoit diſtinguer les ſons rauques qu'il avoit deſſein de former. Il traînoit la jambe gauche en marchant, le pied tourné en-dedans, & il lui étoit impoſſible de le lever.

Ce fut dans cet état que cet homme ſe préſenta pour ſe faire électriſer, & dès la ſeptième électriſation, à laquelle M. *des Sauvages* étoit préſent, la circonférence du bras étoit déjà augmentée de trois lignes, les doigts étoient flexibles, leur couleur plus naturelle : le bras ſe rempliſſoit de chair, & la parole devenoit aſſez libre pour ne point perdre un mot de ce que le malade diſoit.

Le ſuccès du remède alloit en augmentant.

Quelques jours après, il étendit entièrement tous les doigts, & il ſerroit même aſſez fortement les corps qu'il empoignoit. Il portoit la main à la bouche. Il ſentoit le plus léger attouchement; il parloit diſtinctement; il ſe ſoutenoit ſur ſa jambe, & tout annonçoit une guériſon prochaine. Mais ſi l'électricité rendoit les plus grands ſervices à la paralyſie de cet homme, elle affectoit en même tems ſingulièrement ſa poitrine. Sa toux étoit plus forte, les ſueurs plus abondantes, & l'état de ſa poitrine beaucoup plus fâcheux. Ce fut ce qui engagea M. *des Sauvages* à renoncer à l'eſpérance dont il s'étoit flatté; & préférant de conſerver la vie à un malheureux au plaiſir de voir une guériſon parfaite, il interdit l'électricité & fit tranſporter le malade à l'hôtel-dieu, pour qu'on pût lui adminiſtrer des ſoins plus preſſans, relativement à ſa poitrine. Il y mourut peu de tems après, & on trouva, dit M. *des Sauvages*, à l'ouverture du cadavre, les poumons, ſur-tout du côté gauche, entièrement durs, ſquirreux & noirâtres; les ayant découpés, il en ſortit de la matière purulente.

Obſervation ſur ce traitement.

Nous nous permettrons quelques réfléxions ſur l'obſervation que nous venons de rapporter. On y voit manifeſtement que ſi l'électricité peut être très-avantageuſe en quantité de circonſtances, il en eſt quelques-unes où elle peut devenir fâcheuſe & très-nuiſible à ceux qui ſe ſoumettroient à

cette opération. Elle eſt, comme on le voit ici, tout-à-fait contraire à ceux qui ont la poitrine affectée. Il eſt donc de la prudence de ceux qui croient avoir beſoin de ce ſecours, d'examiner auparavant avec ſoin l'état de leur poitrine. Ceux qui l'ont délicate ne doivent faire uſage de ce remède qu'avec la plus grande circonſpection, & ſous les yeux d'un Médecin habile & attentif aux ſymptômes qui peuvent ſe préſenter à obſerver. On doit l'interdire totalement à ceux dont le mauvais état de la poitrine n'eſt point douteux. Ce remède ne pourroit que hâter le progrès de cette funeſte maladie.

Nouvelle preuve en faveur de l'électricité.

Veut-on une nouvelle preuve des avantages qu'on peut attendre de l'électricité contre certaines paralyſies ? voici un exemple aſſez frappant, & que je puis garantir comme témoin & opérateur. M. *Paſquier*, Notaire à Crépy en Valois, fut attaqué, le 4 Décembre 1770, d'une hémiplégie bien caractériſée, non-parfaite à la vérité, car il conſervoit encore la faculté de remuer le bras & la jambe. Il portoit le premier avec difficulté dans ſa veſte, au-deſſous de la poitrine : il ſe ſoutenoit paſſablement bien ſur ſes jambes, mais il marchoit en traînant la jambe paralyſée. Il me fut adreſſé le 27 Février 1771. Le matin je l'électriſai pendant l'eſpace d'une heure & demie avec une petite machine électrique d'un pied, qui

qui conſéquemment ne fourniſſoit point abondamment de matière électrique. Le pouls du malade ne fut que peu ému de cette opération ; mais il devint néanmoins un peu plus fréquent, & battit à la fin de la ſéance ſoixante-quinze vibrations, tandis qu'il n'en battoit que ſoixante-dix par minute avant l'électriſation. Je l'électriſai encore le même jour vers les ſix heures du ſoir, & à la fin de cette ſeconde opération, le malade vit, avec une ſurpriſe agréable, qu'il portoit aſſez facilement ſa cuiſſe gauche paralyſée par-deſſus la droite, ſans le ſecours de ſes mains, ce qu'il ne pouvoit faire auparavant.

Le lendemain 28, les mêmes opérations furent réitérées pendant le même eſpace de tems. Je lui fis éprouver outre cela une légère commotion, dont je bornai l'étendue au métacarpe, par une méthode que j'indiquerai plus bas, & je me déterminai à commouvoir cette partie du bras, parce qu'il y éprouvoit un engourdiſſement qui l'inquiétoit. Le malade ſe trouva encore mieux. Il leva le bras plus haut & avec plus de facilité que précédemment, à une peſanteur près qu'il diſoit reſſentir vers l'épaule. Je continuai à le faire électriſer tous les jours une fois le matin & une fois le ſoir pendant l'eſpace d'une heure & un quart à chaque fois. Le Dimanche ſuivant, 3 du mois de Mars, il ſortit de ſon lit

ſans le ſecours de perſonne, & il s'habilla preſque entièrement. Il paſſa de ſa chambre dans une chambre voiſine, en marchant aſſez librement & ſans traîner la jambe malade. On l'électriſa juſqu'au 6 incluſivement. Il partit le 7 pour retourner chez lui, où les mêmes ſecours lui furent adminiſtrés par un habile Chirurgien qui l'avoit accompagné à Paris, & qui avoit ſuivi ce traitement. Vers la fin du Carême, il fut parfaitement guéri, à une humeur rhumatiſante près, qui lui faiſoit éprouver des douleurs vers l'épaule & à la hanche dans les changemens de tems. L'état du malade, lorſqu'il arriva à Paris, & les bons effets du remède que je lui adminiſtrai pendant ſon ſéjour, furent conſtatés par un Médecin de la Faculté de Paris.

Je pourrois rapporter encore ici un aſſez grand nombre de guériſons auſſi conſtantes & opérées par le moyen de l'électricité : mais mon deſſein n'eſt point de faire un Traité d'électricité médicale. Je ne me propoſe ſeulement que de ranimer la confiance publique ſur un moyen auſſi précieux à l'humanité, & qu'on peut appliquer à un plus grand nombre de maladies qu'à la paralyſie, mais qu'on ne doit cependant point regarder comme un ſpécifique aſſuré, & dans cette circonſtance & dans toutes les autres où le remède paroît naturellement indiqué. On en peut juger par le tableau

que M. *Mauduyt* nous a donné de ſes obſervations, & dont nous ne pouvons donner ici qu'un précis très-ſuccint.

Précis des obſervations de M. *Mauduyt*.

De quatorze paralytiques qui ont ſuivi le traitement électrique auſſi long-tems que ce célèbre Médecin l'a jugé néceſſaire, dix ont éprouvé un ſoulagement marqué ; & parmi ceux-là, trois ont été en état de reprendre leur profeſſion manuelle, & il n'y en a eu que quatre qui n'ont éprouvé aucun bon effet de l'application de ce remède.

De vingt-huit autres qui n'ont point ſuivi ce traitement autant que le Médecin l'eût deſiré, ving-un en ont éprouvé de bons effets, & deux de ceux-ci ſe ſont trouvés en état de reprendre & de continuer leurs profeſſions.

De neuf qui ſe ſont retirés très-peu de tems après s'être préſentés chez M. *Mauduyt*, quatre en ont cependant retiré des avantages marqués ; mais cinq de ceux-ci n'en ont éprouvé aucun effet.

Appliquée à des rhumatiſmes, l'électricité donne encore de très-grandes eſpérances. De deux malades que M. *Mauduyt* a ſoumis à ce traitement, l'un âgé de quarante-neuf ans a été guéri en douze ſéances, a repris ſon métier, & deux mois après ne s'étoit point encore reſſenti des douleurs aiguës qu'il éprouvoit auparavant ; l'au-

tre, & c'étoit une femme âgée de ſoixante-trois ans, affectée de ce mal depuis vingt-deux ans, fut d'abord ſoulagée : mais ce bien-être ne ſe ſoutint même pas pendant tout le traitement, qui fut de ſix mois, & les douleurs, de fixes & cantonnées qu'elles étoient dans certaines parties avant le traitement, devinrent vagues tandis qu'il eut lieu, & ce dernier état duroit treize mois après.

Six malades affectés de rhumatiſmes goutteux furent très-ſoulagés. L'un de ces malades âgé de trente-huit ans, hors d'état de travailler depuis dix-neuf mois, reprit ſon métier & le continuoit encore dix-huit mois après le traitement. Il faut lire dans l'Ouvrage de M. *Mauduyt* les détails qui concernent les autres malades. Il faut y lire auſſi ce qui concerne le traitement de deux femmes qu'il a électriſées pour un lait épanché, & dont l'une fut totalement guérie en ſix ſemaines, à l'exception d'une enflure ou œdeme à la jambe qui ſubſiſta après le traitement. Nous ne dirons rien auſſi du ſoulagement notable qu'il a procuré par le même moyen à pluſieurs perſonnes ſourdes. Nous avons une obſervation plus frappante encore du même genre, que je tiens de M. *Mérigot*, Profeſſeur d'Hydrographie à la Rochelle. Il y électriſa il y a cinq à ſix ans (car j'ai perdu l'époque de cette guériſon, en éga-

rant la lettre que ce célèbre Profeſſeur me fit l'honneur de m'écrire dans le tems); M. *Mérigot* électriſa donc à la Rochelle un nommé *Guichard*, ſourd depuis nombre d'années, & il parvint, après un aſſez petit nombre d'électriſations, à lui rendre l'ouïe qu'il avoit perdue, de façon qu'il entendoit aſſez diſtinctement. Il eſt plus que probable d'après le détail que j'en reçus dans le tems, que ſon organe eût acquis plus de ſenſibilité & de degrés de perfection, s'il eût voulu continuer le même remède, dont il fut détourné par les avis de quantité de gens qui ſe font une loi de redouter tous les moyens qu'un long uſage n'a point conſacrés.

Si M. *Mauduyt* n'a point eu la ſatisfaction de compter parmi ſes ſuccès électriques l'application qu'il a faite de ce fluide aux maladies des yeux, & particulièrement aux goutes ſereines, on ſait qu'en pluſieurs circonſtances ce moyen a été efficace entre les mains de pluſieurs Phyſiciens; & je puis aſſurer qu'il m'a réuſſi une fois, non pas auſſi bien qu'il y avoit lieu de ſe le promettre, ſi on n'eût détourné le malade de continuer ce remède, ſous prétexte qu'il porteroit un préjudice notable à ſa ſanté. J'ai publié cette guériſon & les circonſtances qui l'accompagnèrent en 1771, dans une lettre que j'écrivis alors à M. *de Cauſan*, ancien Intendant de Minorque,

& mon Correſpondant à la Société Royale des Sciences de Montpellier.

Si les ſuccès de M. *Mauduyt* ne ſont pas non plus fort multipliés par rapport aux circonſtances où les femmes ont beſoin d'exciter ou de rappeller une évacuation périodique qui leur eſt naturelle, c'eſt que les occaſions d'eſſayer ce remède lui ont manqué. Il ne l'a employé que ſur trois perſonnes, dont l'une s'en eſt très-bien trouvée ; cependant il eſt de fait, & aſſez généralement conſtant, qu'il n'eſt pas de maladie à laquelle ou l'ait appliqué plus favorablement juſqu'à préſent. Mais non moins circonſpects que M. *Mauduyt* dans le jugement qu'il convient de porter ſur les applications du fluide électrique à l'économie animale, nous laiſſerons au tems, à l'expérience & à la bonne-foi de ceux qui examineront ce nouveau moyen de guérir, à prononcer ſur ſon efficacité. Nous ajouterons ſeulement ici le précis d'une obſervation importante, qu'on vient de publier dans les Tranſactions Philoſophiques de Londres, pour l'année 1779. On y lit dans une Lettre du docteur *Fothergill*, le détail de la guériſon d'une petite fille âgée de dix ans, attaquée d'une maladie convulſive ſingulière, connue ſous le nom de *danſe de Saint-Guy*. Six ſemaines avant qu'on l'entreprit, dit le Docteur, elle avoit éprouvé de violentes con-

vulſions, qui n'avoient été interrompues que pendant ſon ſommeil. Non-ſeulement la maladie avoit affecté ſes facultés intellectuelles, mais elle l'avoit encore privée de l'uſage de la parole. Les remèdes volatils & fétides furent employés. On lui fit prendre des bains de deux jours l'un; mais l'unique effet qu'on en obtint, fut de la rendre plus tranquille pendant la nuit. Les véſicatoires, les anti-ſpaſmodiques & particulièrement les fleurs de zinc, furent auſſi employés. On les continua pendant trois ſemaines, ſans pouvoir parvenir à diminuer les ſymptômes. On ſe détermina pour l'électricité. M. *Underwood* ſe chargea de cette opération, & voici le compte qu'il en rendit au Docteur.

Le 5 Juillet elle reſta ſur le gâteau pendant trente minutes. On tira des étincelles de ſes bras, de ſon col, de ſa tête, ce qui procura une tranſpiration continuelle, principalement au front; elle reçut alors la commotion électrique, ſelon l'uſage accoutumé : les ſymptômes diminuèrent, & ſes bras commencèrent à reprendre leur uſage.

Le 13 on la retint pendant quarante-cinq minutes ſur le gâteau. Les commotions furent très-violentes dans ſes jambes & dans ſes pieds, qui recouvrèrent leur uſage : quatre coups très-forts à la mâchoire lui rendirent la parole qu'elle avoit perdue.

Le 23 elle demeura une heure entière ſur le gâteau. On tira des étincelles de ſes bras, de ſes jambes, de ſa poitrine, & pour la première fois elle les ſentit vivement. On lui donna deux commotions dans l'épine du dos; après cela elle fut en état de marcher ſeule. Sa contenance devint plus ferme, ſon viſage plus riant, toutes ſes facultés parurent s'être fortifiées, & depuis ce tems elle s'eſt amendée progreſſivement juſqu'à l'état de ſanté parfaite. Chaque fois qu'elle fut électriſée, ſon pouls, auparavant foible, devint très-fort, & on vit une petite éruption, ſemblable à la gale, dans toutes ſes jointures.

Le Docteur *Fothergill* a depuis viſité cette fille, & la trouvée en bonne ſanté. Il nous apprend, que peu de tems auparavant il avoit guéri un enfant attaqué de la même maladie, mais à un degré inférieur, & en employant les mêmes moyens; ce qui prouve encore ici l'efficacité de l'électricité comme *anti-ſpaſmodique*. Quoique l'expérience ſoit préférable en Phyſique à la théorie qui paroît la mieux établie, nous ne pouvons néanmoins approuver un traitement électrique dans lequel on emploieroit fréquemment l'uſage des commotions ordinaires. Elles ſont on ne peut plus dangereuſes, ſur-tout aux poitrines délicates.

Méthode employée par M. *le Dru*, dans l'adminiſtration de l'électricité.

On nous accuſera peut-être de puſillanimité, en nous objectant qu'on en donne impunément

de très-fortes aux différentes parties du cerveau & de la moëlle de l'épine, viſcères auſſi délicats pour le moins & auſſi néceſſaires à ménager que le poumon. C'eſt effectivement la méthode que pratique depuis quelques années à Paris M. *le Dru*, qui s'eſt érigé, ſous la protection du Gouvernement, & ſous les yeux de la Faculté, en Médecin Electriſant. Il adminiſtre particulièrement ces ſecours à ceux qui ſont attaqués de maladies nerveuſes, & ſur-tout d'épilepſie & de catalepſie. Loin de blâmer la méthode qu'il emploie, nous ne pouvons que le féliciter ſur ſes premiers ſuccès conſtatés par le rapport honorable des Commiſſaires de la Faculté; MM. *Coſnier*, *Malouet*, *Darcet*, *Philip*, *Lepreux*, *Deſſeſſartz* & *Paulet*. Mais nous ne pouvons trop admirer en même tems la hardieſſe de ſon entrepriſe, & nous ſommes intimement perſuadés qu'il ſeroit très-imprudent de permettre à tous ceux qui ſe mêlent d'électriſer de l'imiter en cela.

C'eſt d'après cette opinion qui nous paroît bien fondée, & même confirmée par plus d'une expérience faites ſur pluſieurs animaux, que nous nous garderons de donner ici l'expoſé de ſa méthode, qui nous a été communiquée par un Savant fort inſtruit qui l'a ſuivi dans tous ſes traitemens. Il faut laiſſer entre les mains de l'homme de génie une découverte, qui loin

d'être utile, pourroit devenir dangereuſe en toutes autres mains.

Malgré ce que nous venons de dire contre les commotions, nous ſommes bien éloignés de les interdire de tous les traitemens qu'on peut faire par le moyen de l'électricité ; il eſt des circonſtances, quoiqu'aſſez rares, ou cette méthode eſt particulièrement indiquée, mais nous croyons que dans ces cas on ne doit faire ſubir à celui ſur lequel on opère, que des commotions partielles, des commotions qui n'affectent que les ſeules parties qui ont beſoin d'éprouver cette impreſſion. Nous dirons donc un mot ſur la manière d'électriſer ceux qui ont beſoin de ce ſecours, & nous indiquerons le procédé qu'il faut ſuivre pour borner à volonté l'étendue de la commotion.

Différentes manières d'adminiſtrer l'électricité.

On adminiſtre de différentes manières l'électricité. S'agit-il de rétablir ſeulement la circulation des fluides ou vaincre quelques embarras dans les routes de la circulation, on emploie la ſimple électriſation, & c'eſt ce qu'on appelle le bain électrique. Il ſuffit pour cela de bien iſoler ces perſonnes, de les mettre en communication avec le conducteur, & de faire agir la machine : mais on conçoit facilement que nos iſoloirs ordinaires, ſur leſquels on eſt obligé de ſe tenir debout pendant tout le tems de l'opération, ne

ſont point propres à iſoler un malade, ni même une perſonne qui ſeroit en bonne ſanté, lorſque cette ſéance doit durer l'eſpace d'une heure plus ou moins. Il faut donc dans ce cas ſe procurer un iſoloir ſur lequel la perſonne qu'on veut électriſer puiſſe s'aſſeoir. A cet effet, on ſe ſert très-bien d'une table ſuffiſamment grande, pour qu'on puiſſe y établir une chaiſe ou un fauteuil: mais il faut prendre alors certaines précautions pour que la table & la chaiſe ne ſe dépouillent point de l'électricité qu'on leur communique. La table doit être très-polie, nullement anguleuſe, bien arrondie ſur ſes bords, & même vernie ou couverte de cire. On l'iſole parfaitement bien par le moyen de quatre bouteilles ordinaires, bien ſéches & remplies d'une maſſe faite avec de la poix & de la cire, & il eſt bon même que ces bouteilles ſoient couvertes extérieurement de ce même maſtic. Il n'eſt point auſſi facile de ſe procurer une chaiſe qui ne laiſſe point échapper le fluide électrique, & c'eſt toujours au détriment de la perſonne qu'on veut électriſer. La meilleure méthode qu'on puiſſe ſuivre ici, c'eſt de monter à vis ſur la table un tabouret de bois ſoutenu par une colonne aſſez forte bien arrondie & bien polie, & que ce tabouret ait la forme d'une eſpèce de ſellette, faite au tour. On peut même au beſoin y mé-

nager un appui fait en demi-cercle, & ſoutenu ſur trois montans aſſemblés ſur le contour de la ſellette : mais il faut apporter le même ſoin dans la conſtruction de toutes ces pièces, pour qu'il ne s'y trouve aucune aſpérité par laquelle la matière électrique puiſſe ſe diſſiper. Il ſeroit bon même que toutes les parties de cet iſoloir fuſſent vernies, ou au moins bien cirées.

Une ſimple électriſation, un ſimple bain électrique, ne ſuffit pas toujours pour produire tout l'effet qu'on peut attendre de l'électricité. Il eſt des cas où on veut donner de l'action à certains muſcles qui ſe trouvent dans le relâchement. On peut alors exciter quelques étincelles ſur ces parties : on détermine par ce moyen toute la charge de l'électricité répandue ſur toute l'habitude du corps du malade, à ſe porter vers ces parties, & cet effet eſt preſque toujours ſuivi de la contraction des muſcles qui s'y rencontrent, comme l'ont très bien obſervé l'Abbé *Nollet*, M. *Jallabert*, M. *des Sauvages*, & quantité d'autres Phyſiciens qui ont examiné avec attention les effets de l'électricité ſur le corps humain. Cependant ces étincelles ne ſuffiſent point toujours pour produire cet effet ; il eſt des cas où les fibres ſont dans un état d'atonie, que de ſimples étincelles ne peuvent ſurmonter. Le genre nerveux a beſoin alors d'être plus puiſſamment excité, & il

ne faut pas moins que le ſecours de quelques commotions, qu'il conviendroit de réitérer ſouvent : or, c'eſt un moyen qu'on ne doit employer qu'avec prudence. Toute commotion donnée ſelon la méthode ordinaire, traverſe néceſſairement la poitrine ; & quelque ſaine que ſoit cette partie du corps, des commotions habituelles & réitérées doivent néceſſairement l'affecter plus ou moins, & menacer le ſujet d'accidens plus ou moins graves. On pare facilement à cette difficulté en ne faiſant paſſer la commotion que par les ſeules parties qu'on ſe propoſe d'ébranler & de commouvoir ; & la théorie de *Franklin* que nous avons développée dans la ſeconde Section de cet Ouvrage, nous indique de quelle manière il faut procéder en pareilles circonſtances. Il s'agit de ne renfermer dans la chaîne de communication entre la ſurface intérieure & extérieure d'une bouteille chargée d'électricité, que les ſeules parties qu'on veut affecter de cet ébranlement. Quelque forte que puiſſe être la commotion, ou la quantité d'électricité qu'on communique alors, on borne ſi on veut ſon effet à la plus petite étendue poſſible du corps ; ce qu'on ne peut faire auſſi facilement par rapport à une ſimple étincelle qu'on tire d'un conducteur bien chargé d'électricité. Veut-on, par exemple, n'ébranler par le moyen d'uue commotion que la première pha-

lange du pouce ? voici de quelle manière on procède. On fait poſer l'extrémité du pouce contre la garniture extérieure d'une bouteille de Leyde chargée d'électricité. On applique l'une des extrémités de l'excitateur ſur la phalange ou le pli du pouce auquel on veut borner cette commotion, & on tire l'étincelle avec l'autre extrémité de l'excitateur. Lorſque le fluide électrique qui s'échappe de la ſurface intérieure de cette bouteille pour ſe porter à ſa ſurface extérieure, a parcouru toute la longueur de l'excitateur, elle ne peut traverſer que la partie du pouce qui ſe trouve au-delà entre cet excitateur & la ſurface extérieure de la bouteille. Or, il ne s'y trouve que la phalange qu'on veut ébranler & commouvoir ; on n'éprouve donc la commotion que dans cette ſeule partie du corps. En répétant l'expérience de la même manière, & en poſant le bout de l'excitateur ſur les os du métacarpe, on n'ébranle que le poignet. Veut-on commouvoir toute la longueur du bras, on poſe le bout de l'excitateur ſur l'épaule de la perſonne, & tout le bras ſe trouvant interpoſé entre l'excitateur & la ſurface extérieure de la bouteille, il éprouve la commotion. On conçoit de-là que ſi on vouloit étendre l'effet de cette commotion dans toute la longueur du corps d'un hémiplégique, du côté où la paralyſie l'affecte, il n'y auroit qu'à lui

faire porter le bout du pied contre la garniture de la bouteille, & lui faire tirer l'étincelle du bout du doigt du même côté. Toute la moitié de ſon corps ſe trouvant interceptée dans la chaîne, ſeroit ébranlée de cette commotion, & la poitrine ſeroit à l'abri de cette impreſſion, comme je l'ai fait éprouver nombre de fois à quantité de perſonnes qui ont eu, dans mes Cours, la curioſité de faire cette épreuve. On peut donc facilement borner l'effet de la commotion aux ſeules parties qu'on veut commouvoir, & dans tous ces cas mettre la poitrine à l'abri de cette ſecouſſe, qui pourroit lui devenir dangereuſe.

Il y auroit encore une autre manière d'adminiſtrer l'électricité, & cette manière ſeroit tout-à-fait oppoſée à la précédente, & conſéquemment produiroit des effets contraires. Ce ſeroit d'électriſer négativement ceux qu'on ſoumettroit à cette opération ; de leur enlever une portion de leur électricité naturelle, au lieu d'ajouter, comme on fait, à cette quantité naturelle d'électricité. Il eſt très-probable que cette méthode pourroit être avantageuſe dans quantité de maladies nerveuſes, qui ne procèdent, autant qu'il eſt permis de le ſoupçonner, que de la ſurabondance du fluide électrique. Mais on ne peut encore rien prononcer ſur cet objet, avant que l'expérience nous ait mis à portée de vérifier cette première

idée, que M. *Mauduyt* ſe propoſe d'examiner lorſque l'occaſion s'en préſentera.

Outre l'accélération dans le mouvement des fluides, dont nous avons conſtaté précédemment la certitude, l'électricité, produit encore d'autres altérations dans le corps humain, & ces effets ont été remarqués de tous ceux qui ont eu occaſion d'adminiſtrer ce remède : mais pour qu'on puiſſe plus sûrement compter ſur la vérité de ces ſortes d'obſervations, nous nous en tiendrons à celles que M. *Mauduyt* a conſignées dans le Mémoire que nous avons cité ci-deſſus.

1°. L'électricité poſitive, telle qu'on l'a adminiſtrée juſqu'à préſent, accélère les pulſations du pouls dans le rapport de 6 à 80; & c'eſt un effet que nous avions obſervé avant lui, mais qui nous avoit paru avoir plus d'intenſité; car nous avons trouvé plus d'une fois que cette accélération alloit juſqu'à un ſeptième. Auſſi M. *Mauduyt* ajoute-t-il que cet effet varie plus ou moins, ſuivant l'irritabilité du ſujet, ſa diſpoſition particulière, la force de la machine électrique & l'état de l'atmoſphère, ce qui peut très-bien concilier la différence de nos obſervations.

On conçoit facilement de-là que l'électricité négative doit produire un effet contraire; qu'elle doit diminuer le nombre des pulſations dans un tems donné; & c'eſt un fait que M. *Mauduyt* annonce;

annonce ; d'après le rapport de M. *Dalibard* ; qui assure l'avoir éprouvé plusieurs fois sur lui-même, & qui met ce ralentissement dans le rapport de 2 à 80.

2°. L'électricité augmente, & même d'une quantité notable, la transpiration insensible ; c'est un fait reconnu depuis long-tems de tous les Physiciens électrisans, & confirmé de la manière la plus certaine par les expériences multipliées que l'Abbé *Nollet* rapporte dans son Ouvrage intitulé : *Recherches sur les causes particulières des Phénomènes électriques.*

3°. Une électricité modérément forte & continuée quelque tems, ou excite la sueur pendant le tems même de l'électrisation, comme M. *Mauduyt* l'a éprouvé plusieurs fois, ou dispose les personnes électrisées à suer facilement pour peu qu'elles agissent, & lorsqu'elles sont dans leur lit, quoiqu'elles n'y soient point plus couvertes qu'à l'ordinaire.

Non-seulement l'électricité produit cet effet sur les personnes électrisées ; elle provoque aussi, & très-souvent, la secrétion de la salive ; & lorsque l'électricité est abondante, la sueur & la salivation peuvent devenir excessives : ce qui se trouve confirmé par une consultation demandée à la Société Royale de Médecine, au sujet d'une personne qu'on électrisoit en Province deux fois par

jour & pendant l'eſpace d'une heure chaque fois, avec une forte machine électrique. Cette perſonne, diſoit-on dans le Mémoire à conſulter, étoit à peine ſur l'iſoloir, que ſon corps ſe couvroit de ſueur, & qu'il lui prenoit une ſalivation ſi abondante, qu'elle mouilloit pluſieurs ſerviettes dans cette eſpace de tems. Cette ſalivation continuoit dans le même degré pendant toute la journée, & elle ne diminuoit que durant le repos de la nuit. Il ne faut cependant pas regarder cet effet comme un effet ordinaire de l'électricité; il eſt rare qu'elle provoque auſſi abondamment & la ſueur, & la ſalivation.

4°. Le fluide électrique occaſionne aſſez fréquemment dans les perſonnes électriſées des urines troubles, qui fourniſſent un dépôt abondant. M. *Mauduyt* en cite pluſieurs exemples.

5°. M. *Jallabert* avoit remarqué dans le traitement du paralytique dont nous avons fait mention précédemment, que les commotions qu'il lui faiſoit eſſuyer lui occaſionnoient ſouvent des diarrhées. J'ai obſervé ce phénomène une fois, & d'une manière bien ſingulière. Une Dame de la plus haute qualité, & que je ne nommerai point, mais bien conſtituée & n'étant aucunement ſuſceptible de cette délicateſſe que la plupart des Dames témoignent pour cette expérience, reçut dans un de mes Cours la commotion, avec

plusieurs Dames de sa compagnie, toutes paroissant beaucoup plus délicates qu'elle. Elle ne fut point étonnée du sentiment qu'elle éprouva, & elle supporta très-bien cette impression. Un demi-quart-d'heure après elle éprouva des mouvemens de colliques dans les entrailles, & fut obligée de quitter plusieurs fois la compagnie pendant le tems de la séance. Cette incommodité néanmoins ne fut que passagère & n'eut point de suite. M. *Mauduyt* atteste que peu de malades, parmi ceux qu'il a soignés, ont éprouvé cette singulière révolution; ce qu'il attribue à la manière modérée selon laquelle il administre l'électricité, & au défaut de commotion dont il ne fait point usage. Mais il me paroît plus naturel de croire que cet effet n'est qu'un pur accident dépendant de la constitution & des circonstances dans lesquelles se trouvent ceux qu'on électrise; car MM. *Linné* & *Zetzel* assurent qu'un long usage de l'électricité rend le ventre paresseux : *Omnibus sub usu electricitatis continuato tarditas alvi*; aphorisme, cependant, dont M. *Mauduyt* n'a point éprouvé la certitude dans aucun des malades qu'il a électrisés très-long-tems.

6°. Et cette observation mérite a plus grande attention de la part des Médecins : on a éprouvé plusieurs fois que des parties affectées de douleurs anciennes & habituelles, en ont été déli-

vrées par l'uſage de l'électricité ; mais que peu après de nouvelles douleurs ſe ſont fait ſentir dans des parties qui en avoient été exemptes juſqu'alors. L'électricité, dit ici M. *Mauduyt*, expoſe donc les malades au danger des métaſtaſes : mais il ne s'enſuit pas, ajoute-t-il plus bas, qu'il faille rejeter, ni l'électricité, ni les remèdes qui, comme elle, expoſent également au riſque des métaſtaſes ; mais qu'en l'employant, on doit ſe conduire comme en faiſant uſage de ces remèdes ; ſe contenter des criſes, ſi elles ſont ſuffiſantes, ce qui a paru très-rare à ce ſavant Médecin par rapport à l'électricité ; les ſoutenir & les favoriſer par des acceſſoires convenables, ſi elles ſont trop foibles ; y ſuppléer par des moyens propre aux cas différens, ſi elles n'ont point lieu.

7°. Il eſt très-ordinaire, comme l'obſerve encore le même Médecin, que des membres affectés d'une ſenſation de froid habituelle & même invétérée, recouvrent le degré de chaleur naturelle, par le moyen de l'électricité.

8°. Des membres atrophiés & décolorés ont repris de la chair & du coloris. Dans des malades qui avoient différentes parties tuméfiées, l'enflure a diminué, & cet effet s'eſt opéré & fréquemment, & promptement. Des évacuations critiques ſupprimées, ſe ſont renouvellées pen-

dant le traitement. Or, c'eſt d'après ces faits que M. *Mauduyt* ſe croit bien fondé à regarder l'électricité comme un remède apéritif, propre à exciter des métaſtaſes, & conſéquemment qu'on ne doit adminiſtrer qu'avec prudence & ſous les yeux d'un bon Médecin, attentif à ſaiſir les effets qu'elle produit ſur ceux qu'on électriſe. C'étoit bien-là l'opinion de M. *de Sauſſure* de Genève, l'un des Phyſiciens qui ſe ſoit le plus appliqué à conſidérer les effets de l'électricité ſur le corps humain. J'exige toujours, dit-il dans une Lettre qu'il écrivoit à M. *Gallatin*, & dans laquelle il lui fait part des traitemens électriques qu'il a ſuivis, que le malade vienne accompagné d'un Médecin. Nous n'inſiſterons point davantage ſur cette matière, quelqu'intéreſſante qu'elle ſoit; ce que nous venons d'obſerver ſuffit pour faire connoître les avantages qu'on peut attendre de l'électricité, la prudence qu'on doit mettre dans l'adminiſtration de ce remède, & combien il nous reſte encore de recherches & d'obſervations à faire avant qu'on puiſſe aſſigner les effets certains qu'elle peut produire.

Nous terminerons ce que nous nous ſommes propoſés de faire connoître relativement à l'application de l'électricité à l'économie animale, par une obſervation de M. *Achard*, célèbre chimiſte de Berlin. Elle peut devenir très-importante &

jeter quelque jour ſur la plus obſcure des fonctions de l'économie animale. Il s'agit de ſuppléer par le moyen de l'électricité à l'incubation.

Expériences de M. *Achard*, qui prouvent que l'électricité peut ſuppléer l'incubation.

Il fut conduit aux expériences dont nous allons parler, par des obſervations qui lui prouvèrent que l'électricité produit des effets qui ont une très-grande reſſemblance à ceux que produit la chaleur. De-là il imagina qu'elle pouvoit être propre au développement du germe des œufs. Deux tentatives inutiles ne le découragèrent point : elles l'amenèrent à la réflexion que voici.

Comme il n'y a, dit-il, dans ſon Mémoire imprimé dans le Journal de Phyſique pour le mois de Juillet 1782, qu'un degré de chaleur propre à développer ce germe, il peut y avoir pareillement un degré fixe d'électricité qui ſoit uniquement propre au même effet. Il falloit donc trouver ce degré correſpondant à une chaleur de trente-deux degrés, qui pût, comme celle-ci, produire le même degré d'évaporation.

M. *Achard* s'y prit on ne peut plus adroitement pour arriver à ce but. Il remplit d'eau trois cubes de laiton de même capacité. L'un fut électriſé pendant pluſieurs heures de ſuite, enſorte que le degré d'électricité étoit connu & invariable ; l'autre fut placé à côté de la machine électrique, & le troiſième fut plongé dans l'eau entretenue par une lampe au trente-deuxième de-

gré de chaleur. En comparant la différence qui ſe trouva à la fin de l'opération, entre l'évaporation de celle de l'eau dans ces trois cubes, M. *Achard* ſe vit à portée de déterminer la raiſon entre l'évaporation qu'occaſionne chaque degré d'électricité, & celle que produit un degré de chaleur donné.

En répètant ſouvent cette expérience, & en variant toujours le degré d'électricité, il trouva que celui dont la force eſt exprimée par le nombre $257\ \frac{410}{1000}$, dans la table jointe à la deſcription d'un électromètre harmonique qu'il avoit publiée dans le premier Volume des Ouvrages de la Société Phyſique de Berlin, eſt exactement celui qui accélère autant l'évaporation qu'une chaleur de trente-deux degrés.

Après avoir déterminé de cette manière le degré d'électricité, qui lui ſembloit devoir être le plus propre à développer le germe des œufs, il ſuſpendit une aſſiette d'étain au conducteur d'une machine électrique, & ayant mis ſeize œufs deſſus, il électriſa le tout. Il entretint cet appareil pendant huit jours & huit nuits, dans un degré d'électricité, le plus approchant qu'il lui fut poſſible de celui qui correſpond au trente-deuxième degré de chaleur.

Le ſuccès de cette expérience fut des plus heureux, & vérifia ſes conjectures; car ayant

ouvert, après quarante-huit heures, un de ces œufs, il eut le plaiſir d'y trouver un petit commencement de développement. Il en ouvrit enſuite un tous les jours, & il trouva conſtamment le degré du développement de l'embryon proportionné au tems pendant lequel les œufs avoient été électriſés. L'Académie de Berlin fut comme témoin de cette merveilleuſe opération; car M. *Achard* lui préſenta ces œufs qu'il avoit conſervés dans de l'eſprit-de-vin.

Il ſe propoſoit bien de conduire plus loin ces expériences, mais les chaînes s'étant dérangées, il ſortit une étincelle, & cette perte trop ſubite de matière électrique, toujours accompagnée d'une petite commotion, tua probablement les embryons, car il les trouva tous morts le lendemain.

Pour tirer un œuf de l'aſſiette, ſans nuire à ceux qui devoient y reſter, il ſe ſervit d'une pince de verre. Si on ne peut diſconvenir que ces premiers eſſais n'annoncent un ſuccès preſque aſſuré, & ne prouvent aſſez bien que l'électricité ſoutenue à un certain degré peut ſuppléer l'incubation, il ne ſeroit cependant pas prudent de donner cette aſſertion comme certaine, juſqu'à ce que l'expérience répétée avec ſoin, & conduite juſqu'à la fin, juſqu'à la naiſſance du poulet, ait parfaitement confirmé cette idée.

ARTICLE II.

Des effets de l'Electricité ſur la Végétation.

LEs végétaux ſont des êtres organiſés & vivans, qui ſe nourriſſent par *intus ſuſception*, & dont l'organiſation, accommodée aux fonctions qu'ils doivent exercer, eſt aſſez analogue à l'organiſation animale. Compoſés de fibres & de vaiſſeaux, tant lymphatiques qu'aériens, on y obſerve, comme dans les animaux, une circulation & une reſpiration qui leur ſont propres & particulières. Ils pompent par leurs racines, & ils tirent du ſein de la terre, des principes & les ſucs néceſſaires à leur formation & à leur entretien. Ils les puiſent encore, ou mieux ils les pompent par leurs branches & par leurs feuilles, leſquelles ſont douées d'une force particulière que les Naturaliſtes déſignent ſous le nom de *force de ſuccion*. On voit en effet que quantité de plantes viennent très-bien de bouture. On voit que des boutons de fleurs, détachés de leurs plantes, végètent dans l'eau & s'y épanouiſſent. On voit encore que des feuilles fanées y reprennent leur verdure naturelle, & ce ſont autant de preuves que chacune de ces parties jouit

Idée des végétaux & de la végétation.

de la faculté de pomper & d'abſorber l'humidité, & conſéquemment les parties nutritives auxquelles l'humidité de l'atmoſphère ſert continuellement de véhicule. Les végétaux tirent donc leur nourriture ordinaire de la terre & de l'atmoſphère, & les plus célèbres Naturaliſtes s'accordent aſſez à croire que la roſée qui s'élève de la terre, & l'humidité qui ſe répand dans l'air, étant abſorbées par les feuilles, vont ſe joindre à la ſève qui monte par les racines. Réunie dans les réſervoirs qui lui ſont propres, cette nourriture y éprouve les altérations qui lui conviennent pour s'aſſimiler aux parties qu'elle doit développer, faire croître, ou entretenir. Pluſieurs ſavans Naturaliſtes admettent encore dans les plantes une tranſpiration ſenſible & inſenſible, deux fonctions importantes, & qui doivent néceſſairement contribuer à l'atténuation & à la plus grande perfection du ſuc nourricier. Munis de trachées particulières, qui font l'office de poumons, les végétaux ſont encore doués d'une reſpiration qui leur eſt propre; & l'air qu'ils aſpirent continuellement leur eſt tellement néceſſaire, que ſi on obſtrue l'orifice des vaiſſeaux qui le reſpirent, on voit auſſi-tôt la plante périr. Les plantes, comme les animaux, ſont donc douées de certaines fonctions vitales néceſſaires à leur entretien & à leur conſervation;

& ces fonctions différentes dans leurs eſpèces & dans leur manière de s'exécuter, ſont néanmoins les mêmes dans leur genre. Delà tout ce qui ſera capable de développer davantage ces fonctions, de leur donner plus d'énergie, augmentera ſans contredit les progrès de la végétation. Sans nous occuper ici de tout objet qui ſeroit étranger à celui que nous traitons, nous obſerverons que parmi les différens moyens qu'on pourroit mettre en œuvre pour accélérer la végétation des plantes, l'électricité mériteroit ſans contredit le premier rang, s'il étoit auſſi facile de l'appliquer en grand, qu'il l'eſt d'en faire des eſſais particuliers.

L'électricité appliquée à la végétation. Expérience du Docteur *Mimbray*.

Le Docteur *Mimbray* fut un des premiers qui vérifia cette idée. Dès 1746, il éprouva que deux myrtes électriſés pouſſèrent de petites branches & des boutons, tandis que deux autres non-électriſés reſtèrent dans l'état où on les avoit pris, & ne pouſſèrent ni tiges, ni boutons.

Eſſais de M. *Jallabert*.

A-peu-près dans le même tems, M. *Jallabert*, célèbre Profeſſeur de Philoſophie à Genève, ayant obſervé que les végétaux frais étoient ſuſceptibles d'acquérir beaucoup d'électricité, ſe propoſa d'examiner l'effet qu'elle produiſoit par rapport à la végétation. Il conſacra une partie du mois d'Avril, & tout le mois de Mai, à électriſer régulièrement différentes plantes pendant

une & quelquefois deux heures de ſuite chaque jour.

Entr'autres, il électriſa un Girofflier jaune & un Violier placés dans une caiſſe pleine de terre, ayant ſoin de les expoſer en plein air, dès que l'opération ceſſoit. Toutes ces plantes, dit-il dans ſon Ouvrage intitulé *Expériences ſur l'Electricité*, augmentèrent conſidérablement en tiges & en branches, & particulièrement le Girofflier fit de très-beaux jets, & fleurit. Cependant, ajoute ce célèbre Phyſicien, les progrès de ces plantes électriſées, comparés à ceux d'autres plantes de même âge, crues dans des vaſes remplis de la même terre, ne lui parurent point aſſez conſidérables pour oſer en conclure que la matière électrique étoit propre à accélérer la végétation. Si les expériences de M. *Jallabert* ne lui parurent point aſſez déciſives, il n'en augura pas moins que l'effet qu'il attendoit devoit être produit par l'électricité; & il ſe propoſoit de répéter ces expériences, lorſqu'il apprit que des myrtes électriſés à Edimbourg, pendant quelques jours ſeulement, avoient pouſſé des jets de trois pouces de longueur, dans une ſaiſon où d'autres arbres ne bourgeonnoient point encore. Il eſt d'ailleurs tant de circonſtances qu'on ne peut prévoir, qui influent ſur les effets de la végétation, qu'il n'eſt pas ſurprenant que les premières expé-

riences de M. *Jallabert* n'aient pu le ſatisfaire ; & l'effet de l'électricité ſur la végétation eſt ſi bien conſtaté par une multitude d'autres expériences, qu'il n'eſt pas poſſible de ſe refuſer à croire que ce fluide accélère plus ou moins ſenſiblement ſes progrès.

Nouveaux eſſais de M. *Jallabert.*

De nouvelles expériences faites avec plus de ſoin & dans des circonſtances de tems plus favorables, prouvèrent néanmoins à M. *Jallabert* le défaut de ſes premières tentatives. Il prit, nous dit-il, des oignons de jonquille, de jacinthe & de narciſſe, poſés ſur des carafes pleines d'eau. La plupart avoient déjà pouſſé des racines & des feuilles ; quelques-unes même avoient des boutons à fleur aſſez avancés. Après avoir meſuré la longueur des racines, des tiges & des feuilles de ces oignons, il mit les carafes ſur des gâteaux de réſine ; & au moyen de pluſieurs fils d'archal, il établit une communication entre l'eau de ces carafes & le conducteur.

Depuis le 18 juſqu'au 30 Décembre, excepté le 24 & le 25, il électriſa de cette manière ces oignons pendant l'eſpace de huit à neuf heures par jour ; &, pendant toute cette opération, un thermomètre de M. *de Réaumur* fut dans l'endroit entre le huitième & le dixième degré au-deſſus de la congélation.

La différence du progrès des oignons électri-

ſés, comparé à celui des autres oignons de même eſpèce également avancés, ſitués & traités de même, à l'électriſation près, fut très-ſenſible. Les oignons électriſés augmentèrent davantage en feuilles & en tiges; leurs feuilles s'étendirent beaucoup plus, & leurs fleurs s'épanouirent plus promptement.

En continuant ces ſortes de recherches, M. *Jallabert* découvrit, ou mieux, confirma l'opinion de pluſieurs Phyſiciens qui s'étoient déjà livrés aux mêmes obſervations, & qui prétendoient que l'électricité accélère la tranſpiration des plantes.

J'appliquai, dit-il, les oignons dont nous venons de faire mention ſur l'orifice des carafes, aſſez exactement pour que l'eau ne pût s'en évaporer. Un petit tube de deux lignes de diamètre, à travers lequel paſſoit le fil d'archal, conſervoit la communication de l'air extérieur avec l'eau. Je peſai à une balance très-juſte celles de ces carafes que je me propoſois d'électriſer, & celles qui ne devoient point l'être.

Toutes les carafes électriſées ſe trouvèrent avoir proportionnellement perdu de leurs poids plus que celles qui ne l'avoient point été. De deux carafes chargées chacune d'un oignon de narciſſe également avancé, l'une qui avoit peſé vingt onces cinq gros quarante-cinq grains, peſoit encore, neuf jours après, vingt onces quatre gros & ſoi-

xante grains : celle-ci n'avoit point été électrisée. Celle qui l'avoit été, & qui, avant l'expérience, pesoit vingt onces & deux gros, se trouva réduite à dix-neuf onces six gros cinquante-six grains.

Des graines, traitées de la même manière que ces oignons, firent observer de semblables phénomènes, quant à la promptitude de leur végétation. De la semence de cresson & de moutarde, appliquée le 26 Décembre à la surface extérieure d'un vase fait d'une terre très-poreuse, germa bien plus promptement, lorsque ce vase fut électrisé : à la fin du second jour d'une électricité soutenue pendant huit à neuf heures chaque jour, plusieurs germes de moutarde avoient poussé ; &, sans électricité, à peine le quatrième jour en parut-il quelques-uns. Les tiges des germes électrisés s'élevèrent, & leurs deux premières petites feuilles s'épanouirent aussi beaucoup plus promptement.

Essais de l'abbé *Nollet* & de plusieurs autres en ce genre.

Tandis que M. *Mimbray* à Edimbourg, & M. *Jallabert* à Genève, s'occupoient de ces sortes de recherches, l'Abbé *Nollet* & l'Abbé *Menon* en faisoient de semblables en France. Celui-ci fit ses expériences sur des renoncules, & la différence qu'il remarqua dans la promptitude de leur végétation, ne lui permit point de douter que

l'électricité ne hâte ſingulièrement les progrès de cette opération.

L'Abbé *Nollet* conclut la même choſe de ſes expériences particulières : mais il crut devoir ſoupçonner que la matière électrique, en hâtant les progrès de la végétation, influe en même tems d'une manière déſavantageuſe ſur la plante qu'on expoſe à cette opération. Il lui ſembla que les graines, dont l'électricité avoit hâté la germination, avoient pouſſé des tiges plus menues & plus foibles que celles qu'on avoit laiſſé lever d'elles-mêmes.

Ayant répété moi-même ces ſortes d'expériences, j'ai cru m'appercevoir manifeſtement du contraire. J'ai fait ces recherches ſur des oignons de jacinthe, & il m'a paru que ceux que j'avois électriſés avoient plus profité que les autres, non-ſeulement en extenſion, mais encore en groſſeur. C'eſt un fait que j'ai conſigné dans mon Traité de l'*Electricité*, & que je n'ai pas eu occaſion d'obſerver depuis ce tems. La différence des réſultats qui ſe trouvent dans ces ſortes d'expériences, faites par d'habiles Phyſiciens, me porteroit aſſez à croire qu'il doit y avoir des circonſtances, & même très-variées, qui influent ſur ce procédé, & qui s'oppoſent à cette uniformité d'obſervations néceſſaire pour qu'on pût ſtatuer d'une

d'une manière certaine ſur l'influence de l'électricité, relativement à la végétation. On ne peut donc trop exhorter les Phyſiciens, & plus particulièrement encore les Amateurs, qui peuvent diſpoſer plus commodément de leur tems, à ſuivre cette recherche, & à tenir compte indifféremment de tous les réſultats de leurs expériences, ſoit qu'ils ſoient favorables ou défavorables à cette pratique : mais on ne peut trop leur recommander en même tems d'avoir égard à la conſtitution actuelle de l'atmoſphère, lorſqu'ils feront ces ſortes d'expériences; car il eſt à préſumer que ſes variétés habituelles, ſes viciſſitudes continuelles doivent néceſſairement influer ſur les effets de l'électricité appliquée à la végétation.

De quelle manière l'électricité agit-elle dans la végétation

Quoi qu'il en ſoit de l'effet que produit le fluide électrique ſur les plantes priſes en cet état, il ſe préſente ici une queſtion aſſez curieuſe à réſoudre ; il s'agit d'expliquer de quelle manière ce fluide peut agir & agit ſur elles. Or, on voit d'un premier coup-d'œil combien il eſt difficile de répondre & de réſoudre cette queſtion. Connoiſſons-nous en effet aſſez la ſtructure intime des graines & des plantes ? Connoiſſons-nous aſſez bien la force végétative ? Connoiſſons-nous aſſez parfaitement la nature du fluide électrique, pour expliquer convenablement des effets que nous ne pouvons ſaiſir que d'une manière vague & géné-

rale ? Bornons-nous donc à obſerver que l'effet le plus ſenſible que l'électricité produit ſur les plantes, c'eſt d'accélérer la diſtribution de la ſève & des ſucs nourriciers qui s'y portent, & d'augmenter leur tranſpiration. On ſait en effet que ce fluide, accumulé ſur un corps, tend à s'en diſſiper & à ſe porter dans le réſervoir commun; qu'il forme autour de ce corps, qu'il pénètre de toutes parts une atmoſphère plus ou moins étendue, qui entraîne avec elle les parties volatiles de ce corps. Auſſi voyons-nous qu'une plante fraîche, électriſée pendant quelque tems, perd, dans cette opération, une quantité ſenſible de ſon poids. D'où il ſuit que l'électricité doit augmenter & augmente effectivement la tranſpiration des plantes. Elle doit également accélérer la diſtribution des ſucs nourriciers qui s'y portent. On en trouve la preuve dans une expérience que nous avons rapportée précédemment, par laquelle nous avons démontré que le fluide électrique accélère le mouvement de circulation des fluides dans tous les vaiſſeaux capillaires en général. Or, elle ne peut augmenter le mouvement de circulation dans la ſève & dans les principes nourriciers des plantes; elle ne peut augmenter leur tranſpiration, qu'elle n'accélère les progrès de la végétation; & c'eſt tout ce que nous pouvons indiquer actuellement de certain ſur un objet qui

mérite à tous égards les ſoins & les travaux des Phyſiciens.

ARTICLE III.

Application de l'Electricité à certaines opérations chymiques.

CE ſeroit peut-être ici où les applications de l'électricité pourroient devenir plus certaines & plus multipliées ; mais c'eſt, ſans contredit, de toutes les recherches faites juſqu'à préſent, celle qu'on a le moins ſuivie, & ſur laquelle nous n'avons encore que quelques notions, bien faites cependant pour encourager les Chymiſtes & les Phyſiciens à reprendre ce travail, & à multiplier les expériences pour s'aſſurer de tout ce qu'on peut attendre de l'application du fluide électrique à certaines opérations chimiques.

L'électricité peut faire fonction du principe inflammable.

L'action violente du feu ſur les métaux leur enlève le principe inflammable qui les conſtitue & les fait paſſer pour la plupart de l'état métallique à un certain état terreux qu'on appelle *chaux métallique*. Cette chaux contient donc encore tous les autres principes qui conſtituoient le métal ; & il ne s'agit, pour la rappeler à ſon premier état, que de lui rendre le phlogiſtique que le

feu lui a enlevé. Or, c'eſt encore le feu qui produit cet effet ; c'eſt une nouvelle activité de la part de cet agent, mais aidé du ſecours de quelques ſubſtances qui contiennent abondamment le principe inflammable, ou le phlogiſtique, telles que le charbon, des graiſſes, ou différentes matières graſſes qu'on ajoute ſous des proportions données à la chaux métallique qu'on veut revivifier. Or, l'électricité, ſans le concours de tout agent ultérieur, ſans aucun autre intermède, produit le même effet, & le produit dans un inſtant. Cette propriété de l'électricité fut originairement reconnue en 1758, par le P. *Beccaria*. Ce fut lui qui le premier parvint à reſſuſciter une chaux métallique, & à la rappeler à ſon état de métal. L'Ouvrage dans lequel il publia cette ſingulière découverte étant peu répandu en France, peu de perſonnes en furent inſtruites, & M. le Comte *de Milly* ignoroit abſolument le travail de ce ſavant Italien, lorſque des réflexions ſur la nature des métaux & de leur chaux le conduiſirent au même but, & lui firent découvrir cette propriété dans l'électricité. Voici le précis du Mémoire qu'il lut à ce ſujet le 20 Mai 1774, à l'Académie des Sciences.

Depuis long-tems, dit-il, je croyois appercevoir de l'analogie entre le phlogiſtique des Chymiſtes & le feu électrique ; car ſi les métaux,

me disois-je, sont électriques par communication & non par frottement, c'est vraisemblablement en raison du phlogistique qui entre dans leur composition, & qui, par les loix d'une affinité d'homogénéité, attire la matière électrique. Dans ce cas, les chaux des métaux doivent perdre la propriété d'être électriques par communication, à proportion qu'elles seront plus ou moins dépouillées de phlogistique.

Pour constater la chose, je remplis des tubes de verre de plusieurs chaux métalliques; savoir, de *minium*, de céruse, de chaux de bismuth, de safran de Mars, de potée d'étain, de pompholyx ou de chaux de zinc. Je foulai ces chaux dans leurs tubes, avec des baguettes de bois, le plus ferme que je pus, & je bouchai les deux extrémités des tubes avec des morceaux de liége, dans le milieu desquels j'enfonçai une pointe de fer qui pénétroit jusqu'à la chaux. J'exposai ensuite ces tubes à un courant de matière électrique, après les avoir isolés sur un support de verre, & je m'apperçus avec satisfaction que ces chaux donnoient moins d'aigrettes électriques, en raison qu'elles étoient plus ou moins privées de phlogistique. Par exemple, les aigrettes lumineuses qui sortoient par les pointes enfoncées dans les tubes, contenant les chaux d'étain & de bismuth, étoient moins fortes, à ce qu'il me parut, que

celles du *minium* : mais le *minium* étoit moins électrique par communication que le plomb dont il eſt la chaux ; ce qui m'engagea à faire d'autres expériences plus déciſives, & je dis : S'il eſt vrai que le feu électrique & le phlogiſtique ſoient identiques, en expoſant les chaux métalliques à une forte commotion électrique, ces mêmes chaux doivent ſe revivifier & reparoître ſous leur forme métallique. Pour cet effet, je préparai une batterie compoſée de ſix vaſes de verre de huit pouces de haut ſur autant de diamètre, & revêtus convenablement d'étain, tous renfermés dans une caiſſe de bois doublée d'étain, portant ſur un de ſes côtés, pour conducteur, une platine de cuivre de quatre à cinq lignes d'épaiſſeur, qui communique du dedans en dehors de la caiſſe. Cette platine a un rebord extérieurement de quatre pouces de ſaillie, qui forme un angle droit avec la platine, & qui ſert à recevoir les matières qu'on met en expérience.

Je mis, continue M. le Comte *de Milly*, toutes les chaux dont j'ai fait mention entre des cartes, & ayant établi la communication néceſſaire par le moyen de petites lames d'étain, qui ſervoient de conducteurs, je fixai le tout ſous une preſſe de bois : j'expoſai cet appareil à la commotion foudroyante des ſix vaſes de verre, & je vis avec la plus grande ſatisfaction, que

toutes les différentes chaux métalliques furent revivifiées, excepté le ſafran de Mars qui, comme on le ſait, eſt preſque irréductible ſous un petit volume. J'ai fait la même expérience ſur le verre de plomb, qui s'eſt réduit comme les chaux, & a reparu ſous une forme métallique.

J'ai préſenté toutes ces cartes, qui étoient au nombre de vingt, contenant les chaux réduites, à l'Académie des Sciences, où l'on me fit l'obſervation très-judicieuſe que la réduction de ces chaux pouvoit être attribuée au phlogiſtique de la matière végétale qui compoſe le carton, & qui avoit été mis en action par le feu électrique. Cette objection étoit plauſible. Pour y répondre d'une manière ſatisfaiſante, je recommençai toutes les opérations, & je ſubſtituai à mes cartes des lames de verre, entre leſquelles je mis mes chaux métalliques, & j'eus le plaiſir de voir que mes expériences réuſſiſſoient beaucoup mieux, c'eſt-à-dire, que la chaux prenoit une couleur métallique beaucoup plus ſenſible. Mais il eſt fort difficile de conſerver les lames de verre en entier; la commotion électrique néceſſaire pour la réduction des chaux eſt ſi forte, qu'elle briſe & met en poudre les lames de verre. De plus de cinquante lames, je n'en ai pu conſerver que trois entières; mais ce nombre eſt ſuffiſant pour prouver que la réduction des chaux métalliques

n'eſt dûe ici qu'à la ſeule action du feu électrique.

Long-tems avant que cette idée vînt au Comte *de Milly*, M. le Comte *de Choiſeul-Gouffier* avoit la même opinion du feu électrique; & dès 1772 il m'avoit prié d'en faire l'épreuve : mais n'ayant point alors de batterie aſſez forte, nous remîmes cette tentative à une occaſion plus favorable, & nous étions ſur le point de faire cette expérience avec la grande machine de M. le Marquis *de Courtanvaux*, lorſque nous apprîmes que M. le Comte *de Milly* nous avoit prévenus. Voilà donc l'électricité produiſant l'effet d'un agent chymique, ce qui peut devenir intéreſſant dans quantité de circonſtances où on auroit à examiner ce qui ſe paſſe dans l'acte d'une revivification métallique, & lorſqu'on auroit quelque ſoupçon ſur l'influence des corps gras ou charbonneux qu'on eſt obligé d'employer dans la plus grande partie de ces ſortes d'opérations. Nous laiſſons aux Chymiſtes éclairés le ſoin d'examiner plus particuliérement le moyen & les occaſions où ils pourroient l'employer à leur ſatisfaction.

L'électricité agit à la manière des acides.

On reconnoît encore dans l'électricité un nouvel agent chymique. Elle agit à la manière des acides ; elle attaque les couleurs bleues & violettes des végétaux, & elle leur donne une couleur rouge.

Ayez un tube de verre A B (*pl.* 9, *fig.* 3), de quatre à cinq pouces de longueur, & d'une à deux lignes de diamètre au plus, dont l'ouverture ſupérieure ſoit bouchée par un fil de métal C D, qui ſe termine en C par une boule de même matière, & d'un pouce de diamètre. Ce fil, qui pénètre de quelques lignes dans l'intérieur du tube, doit être maſtiqué à ſon entrée avec un mélange de cire jaune & de térébenthine, de façon que l'ouverture du tube ſoit exactement obſtruée. E eſt un gobelet de cryſtal rempli en partie de teinture de tourneſol ou de violettes.

Le tube étant plongé dans cette liqueur, on poſe cet appareil ſur la platine de la machine pneumatique; & on le recouvre d'un récipient, dans lequel on fait le vuide, au point que ſi on ouvre le robinet pour y porter de nouvel air, la liqueur puiſſe s'élever dans le tube juſqu'à huit à dix lignes de ſon ſommet. Cela fait, on prend le gobelet à la main, & on plonge dedans une petite chaîne *f g*, qu'on laiſſe pendre par terre. On approche la boule C du principal conducteur de la machine électrique, & à une diſtance qui ſoit telle que les étincelles en partent continuement, ſous la forme d'une colonne de feu, & qu'elles ſoient autant vives qu'elles puiſſent l'être. Si on continue l'électriſation, dans l'eſpace de deux ou

trois minutes, on voit la partie ſupérieure de la colonne de liqueur acquérir une couleur rouge, & on remarque en même tems que le petit cylindre d'air réſervé au haut du tube a perdu une partie de ſa longueur. Elle ſe trouve diminuée de deux à trois lignes plus ou moins. Laiſſant de côté ce dernier phénomène qui a rapport à un autre objet, voilà donc l'électriciré qui colore en rouge les teintures bleues & violettes des végétaux, & qui conſéquemment agit à la manière des acides. C'eſt donc un nouvel agent chymique qui mérite d'être étudié plus particulièrement.

L'électricité appliquée à deſſécher différentes ſubſtances.

Une autre application indiquée par les obſervations que nous avons rapportées dans les deux Articles précédens, c'eſt celle qu'on peut ſe promettre lorſqu'il s'agit de deſſécher promptement des plantes & autres ſubſtances fraîches qu'on craint de laiſſer trop long-tems expoſées aux injures de l'air. Elle accélère ſi promptement l'évaporation des liquides, qu'on peut trouver dans ce moyen un agent auſſi ſimple que prompt en pareilles circonſtances. L'expérience confirme l'avantage qu'on peut attendre de ce procédé. Des plantes fraîches électriſées pendant trois jours ſe ſont fanées & preſque deſſéchées, tandis que la même quantité des mêmes plantes expoſées ſimplement au contact de l'air & dans le même en-

droit, commençoient à peine à ſe flétrir. Mais en entraînant le principe aqueux ſurabondant qu'on ſe propoſe d'enlever, l'électricité n'emporte-t-elle point avec elle d'autres principes qu'on auroit intérêt de conſerver? C'eſt une queſtion importante en pareilles circonſtances, & pour la ſolution de laquelle le tems ne nous a pas permis de faire de nouvelles tentatives. Nous nous bornons donc à annoncer ici le ſeul phénomène que nous ayons obſervé, & nous abandonnons à ceux qui ont quelqu'intérêt à connoître plus particulièrement les effets de l'électricité ſur les ſubſtances qu'on ſe propoſeroit de deſſécher promptement, à répéter cette expérience avec toute l'attention qu'elle exige. Le moyen le plus ſimple & le plus exact en même tems pour ſe ſatisfaire à cet égard, c'eſt de prendre même quantité de plantes fraîches & de différentes eſpèces; d'électriſer les unes & abandonner les autres à la ſeule action de l'air, & lorſque les unes & les autres ſeront arrivées au même degré de deſſiccation, d'en faire ſéparément l'analyſe & d'examiner les produits qu'elles fourniront. C'eſt un travail facile, mais qui exige les ſoins d'un homme verſé dans l'art d'analyſer.

L'électricité appliquée à la cryſtalliſation des ſels.

On ſait que la cryſtalliſation de certains ſels, ceux qui ne ſe cryſtalliſent que par évaporation, eſt une des opérations les plus lentes, ſur-tout

lorſqu'on opère ſur une maſſe un peu conſidérable ; on ſait également qu'on ne connoît point encore de moyens propres à accélérer ce travail, ſans troubler la nature & ſans déranger l'ordre de ſon opération. L'action du feu peut bien hâter les progrès de l'évaporation, & obliger les parties ſalines à ſe rapprocher plus promptement ; mais elles n'obſervent plus alors le même ordre, la même ſymmétrie dans leur rapprochement, & les criſtaux qui en réſultent n'ont plus cette forme régulière qui leur eſt propre, & qui ſert à les faire reconnoître. Les parties ſe rapprochent confuſément, & forment des maſſes informes qui ne permettent plus au Chymiſte de diſtinguer l'eſpèce de cryſtalliſation qui ſe préſente ; & faute d'un moyen moins nuiſible à cette opération, on s'eſt toujours contenté juſqu'à préſent d'attendre avec patience les produits d'une opération auſſi lente.

L'électricité vient très-bien ici au ſecours du Chymiſte. Elle produit le même effet qu'il pourroit attendre d'une chaleur modérée ; elle hâte les progrès de l'évaporation, & conſéquemment le rapprochement des parties ſalines : mais elle a cet avantage, qu'elle ne trouble point, comme l'action du feu, l'harmonie de l'opération, cette certaine polarité qu'on remarque entre les parties ſalines & qui les oblige à ſe réunir par certains

points, plutôt que par tout autre indiſtinctement. Les cryſtaux ſe forment auſſi promptement, mais ils conſervent leur forme régulière; ils ſont auſſi beaux & auſſi parfaits qu'ils l'euſſent été ſi l'évaporation ſe fût faite à l'air libre & ſans le concours d'aucune autre cauſe. Voilà donc encore un nouvel agent chymique qui mérite quelque conſidération de la part de celui qui ne craint point un travail nouveau, & ſur-tout de la part de celui qui veut jouir promptement du produit d'une diſſolution ſaline qu'il doit faire cryſtalliſer. Il eſt probable que des recherches ultérieures, de nouvelles expériences pourront encore étendre le diſtrict de l'électricité relativement à ſon application en Chymie; mais ce que nous venons de faire obſerver ſuffit pour exciter la curioſité des Chymiſtes & les engager à des recherches qui peuvent devenir très-intéreſſantes par la ſuite.

SECTION CINQUIÈME.

De différens Phénomènes électriques.

IL eſt encore quantité de phénomènes électriques différens de ceux dont nous avons fait mention dans les Sections précédentes, mais qui ont avec ceux-ci des rapports plus ou moins immé-

diats. Il eſt certaines expériences qui ne ſont, à la vérité, que des modifications de celles que nous avons décrites, mais qui méritent malgré cela d'être connues. Il eſt des découvertes nouvelles qui ſont venues trop tard à notre connoiſſance, pour entrer dans les diſtributions précédentes. Nous euſſions pu rappeler celles-ci à leur véritable place dans cette nouvelle Edition; mais nous avons voulu conſerver le même ordre de diſtribution, & laiſſer à cette dernière Section le même agrément qu'elle a pu préſenter à nos Lecteurs dans la première Edition. On retrouvera donc ici les mêmes Articles, & cette Section ne ſera encore qu'une eſpèce de ſupplément aux précédentes.

Diviſion de cette Section.

Nous la diviſerons en autant d'Articles particuliers que la diverſité des objets le requerra. Nous traiterons dans le premier des effets de l'électricité dans le vuide; dans le ſecond, de l'électricité de certains poiſſons, entre leſquels on diſtingue particulièrement la torpille; dans le troiſième, de la tourmaline; dans le quatrième, de l'électrophore de M. *Volta*; dans le cinquième, de deux eſpèces particulières de machines électriques qu'on peut porter dans ſa poche, & de quelques phénomènes ſinguliers de commotions électriques.

Article premier.

De l'Electricité dans le Vuide.

M. *Hauxsbée* fut le premier qui nous mit ſur la voie de ces ſortes d'expériences, qui tendent à prouver que la matière électrique ſe propage plus facilement dans le vuide que dans l'air, & qu'elle y produit des effets plus ſinguliers & beaucoup plus merveilleux par l'éclat & la diffuſion de la lumière qui s'y fait obſerver.

Origine de cette découverte.

Il prit d'abord un globe de verre de neuf pouces de diamètre, dans lequel il fit le vuide auſſi exactement qu'il lui fut poſſible : il le monta ſur une machine de rotation ; & à côté de lui, à la diſtance d'un peu moins d'un pouce, il en monta un ſecond rempli d'air. Il fit tourner ces deux globes dans l'obſcurité, en appliquant la main ſur celui qui étoit rempli d'air, pour le frotter & l'électriſer. Auſſi-tôt il s'en échappa des écoulemens électriques, qui ſe portèrent, dit M. *Hauxsbée* dans le premier volume de ſon Ouvrage, intitulé *Expériences Phyſiques & Méchaniques*, ſur le globe vuide d'air, & qui produiſirent de la lumière ſur la partie de ce globe qui ſe trouvoit la plus proche de celui qu'il frottoit. Cette

Expérience de M. *Hauxsbée.*

lumière, dit-il encore un peu plus loin, étoit assez vive, & se répandoit sur le globe à mesure que les écoulemens avoient assez de force pour le frapper. Sa couleur n'étoit point aussi pourpre que lorsque cette lumière étoit excitée par le frottement même de ce globe : elle y restoit une demi-minute & plus, après que le mouvement du globe frotté avoit cessé.

Ces effets étoient incomparablement plus beaux & plus merveilleux lorsque M. *Hauxsbée* frottoit celui qui étoit vuide d'air. A peine, nous dit-il, eut-il mis la main sur la surface de ce globe tandis qu'on le faisoit tourner, qu'il vit paroître une lumière très-considérable ; & à mesure qu'il faisoit changer de place à sa main, la lumière augmentoit & elle continuoit d'augmenter, au point qu'on pouvoit lire de l'écriture en lettres majuscules, & que toute la chambre en étoit éclairée. Cette lumière, dit M. *Hauxsbée*, étoit couleur de pourpre, & elle paroissoit à l'attouchement de la main le plus délicat.

Mais dès qu'on ouvroit le robinet qui établissoit une communication entre l'intérieur du globe & l'air extérieur, l'intensité de la lumière s'affoiblissoit à proportion que l'air entroit dans le globe, quoiqu'on continuât à le faire tourner & à le frotter. Elle disparoissoit entièrement lorsque l'air s'étoit mis en équilibre, & étoit

de

de même denſité dans le globe & dans l'atmoſphère.

Quelque tems après, M. *Hauxsbée* imagina d'enduire avec de la cire d'Eſpagne les parois intérieures d'un globe de cryſtal de ſix pouces de diamètre, & après l'avoir vuidé d'air, il le fit tourner ſur ſon axe, en le frottant avec la main. Il vit auſſi-tôt la repréſentation ou la figure de ſa main ſur la ſurface concave de la cire, & à l'endroit oppoſé à la main. Dans les endroits cependant où l'enduit étoit le plus mince, obſerve ce célèbre Phyſicien, on pouvoit à peine voir la lumière d'une chandelle. Dans quelques endroits l'enduit avoit juſqu'à un huitième de pouce d'épaiſſeur, & cependant la figure de la main s'y diſtinguoit auſſi facilement que par-tout ailleurs, tant étoit grande la vivacité de cette lumière.

La même expérience lui réuſſit également avec d'autres globes dont les uns étoient enduits de poix & les autres de ſoufre.

Autre du même genre par le Docteur *Polinière*.

Le Docteur *Polinière*, le premier des Phyſiciens François qui ait fait à Paris des Leçons de Phyſique expérimentale dans les Collèges de l'Univerſité, découvrit par haſard un phénomène du même genre. Nettoyant un ſoir, & dans l'obſcurité, le tube d'un baromètre ſimple, il apperçut une lueur aſſez ſenſible, qui lui parut ſe produire dans la partie ſupérieure de l'inſtrument

vuide d'air groſſier. Il imagina alors, pour donner plus d'étendue à cette lumière, & pour rendre cette expérience plus curieuſe, de vuider d'air groſſier, & à l'aide de la machine pneumatique, une bouteille de verre bien tranſparente ; & le ſuccès de ce procédé fut tel, qu'en frottant avec la main cette bouteille pendant la nuit, il s'engendra dans ſon intérieur une lumière aſſez vive pour lui faire diſtinguer les objets les plus proches.

Si nous exceptons les effets qu'on remarque dans l'intérieur d'un globe de cryſtal vuide d'air, & qu'on frotte en le faiſant tourner rapidement ſur ſon axe, ces ſortes de phénomènes ſont beaucoup plus curieux, lorſqu'on les excite par voie de communication plutôt que par frottement. On en trouvera une ſuite aſſez agréable dans le ſecond Volume de mon Ouvrage, intitulé : *Deſcription & uſage d'un Cabinet de Phyſique expérimentale.*

Phénomènes ſinguliers du même genre.

J'obſerverai ſeulement ici, 1°. que ſi on vuide d'air un tube de trois à quatre pieds de longueur, garni de viroles de cuivre à ſes extrémités, & d'un robinet pour y conſerver le vuide, on verra une colonne de feu couleur de pourpre, qui parcourra toute ſa longueur à chaque étincelle qu'on tirera du conducteur avec la virole ſupérieure de ce tube. Lorſque j'ai décrit cette

expérience dans l'Ouvrage que je viens d'indiquer, les viroles étoient fermées par des ſurfaces planes, ſuivant l'uſage ordinaire : mais je me ſuis apperçu qu'elles n'excitoient point auſſi facilement l'étincelle électrique que ſi elles étoient bombées & recouvertes, ou fermées par des eſpèces de calottes bombées & arrondies, comme on peut le remarquer en A (*pl.* 9, *fig.* 4). En préſentant le ventre de cette virole au conducteur, l'étincelle en part & plus facilement & avec plus d'énergie. De-là l'expérience en eſt plus belle.

2°. Une alonge de chymie d'un pied ou environ de longueur, garnie à ſes extrémités de viroles de cuivre & d'un robinet pour garder le vuide, & dans l'intérieur de laquelle on fait deſcendre une tige de métal qui vient de la virole ſupérieure & pénètre juſqu'à un tiers de la profondeur de ce vaiſſeau, étant vuide d'air, cette alonge ſuſpendue à un conducteur qu'on électriſe, fait obſerver un phénomène aſſez curieux. On voit en portant le doigt ou tout autre corps ſuſceptible d'être électriſé par communication vers la garniture inférieure; on voit, dis-je, un cône de lumière purpurine qui s'élance de l'extrémité de la tige, & le ſommet de ce cône paroît adhérent à cette tige. On voit outre cela des aigrettes très-vives & très-longues s'élancer de la

garniture inférieure, ſi on y préſente le doigt à une diſtance aſſez éloignée pour qu'il ne puiſſe exciter l'étincelle.

3°. Un matras rempli d'eau & maſtiqué au col d'un récipient, dans lequel on fait entrer la boule de ce matras, produit encore des phénomènes plus admirables lorſque ce récipient eſt vuide d'air. On voit à proportion qu'on électriſe l'eau renfermée dans le matras, des bandes de feu qui paroiſſent s'élancer de la ſurface du matras, ſe jeter ſur la ſurface intérieure du récipient, où elles ſe croiſent de différentes manières. Ce vaiſſeau ſe charge alors d'électricité, & il faut avoir ſoin de ne le point ſurcharger; la détonnation ſpontanée pourroit avoir lieu, & ſe faire au riſque des ſpectateurs. Il faut donc avoir ſoin de tenir un bout de l'excitateur appuyé ſur la platine de la machine pneumatique, & de décharger de tems en tems l'appareil, en tirant l'étincelle de la tige qui plonge dans le bocal. Le phénomène change alors de forme. On voit une lame de feu couleur de pourpre, qui remplit toute la capacité du récipient.

4°. Mais les phénomènes les plus curieux en ce genre, ſont ſans contredit ceux qu'on modifie à volonté ſous un grand récipient à boîte à cuirs, à la tige de laquelle on attache intérieurement des corps de différente forme, & ſous

lesquels on pose une platine de métal, pour exciter la matière électrique à s'échapper des premiers sur celle-ci. Une boule, par exemple, lance, lorsqu'on l'électrise, des jets de feu qui prennent d'eux-mêmes des formes différentes, suivant la manière selon laquelle on électrise l'appareil. Electrisez continuement en faisant communiquer la tige de la boîte à cuirs avec le conducteur, c'est un jet de feu qui se divise en plusieurs jets qui se portent sur la platine qui est au-dessous, & sur laquelle ils scintillent d'une manière tout-à-fait agréable. Si on n'électrise cet appareil qu'à plusieurs repriſes, c'est-à-dire, en dirigeant successivement des étincelles sur la tige de la boîte à cuirs, les lames de feu qui partent de la boule se croisent différemment sur les parois intérieures du récipient.

Ce phénomène varie & devient différent si on substitue à la boule une lame de cuivre, taillée à plusieurs pans; on voit alors une cascade de feu qui tombe sur la platine inférieure lorsqu'on électrise continuement la tige de la boîte à cuirs: mais si on l'électrise à plusieurs repriſes, comme nous venons de le dire, on voit des bandes de feu qui se croisent & se ramifient sur les parois intérieures du récipient. Il faut lire le détail de ces sortes d'expériences & la manière de les faire dans l'Ouvrage que j'ai indiqué ci-dessus.

ARTICLE II.

De la Vertu électrique de certains Poissons.

Electricité de la torpille.

DE tout tems les Naturalistes ont fait mention d'un phénomène singulier qu'on remarque à l'attouchement d'une espèce de *raie* qu'on connoît sous le nom de *torpille*, & en quelques endroits sous celui de *tremble*. Ils ont tous observé que l'attouchement de ce poisson étoit assez constamment suivi d'une espèce d'engourdissement plus ou moins sensible dans le bras & dans la la main qui le touchoit. Ils ont même assuré qu'on ne pouvoit se garantir de cet engourdissement, en le touchant avec des corps intermédiaires. *Aristote*, *Pline*, *Rondelet*, & plus récemment *Lorenzius*, se sont fort étendus sur ce phénomène, qu'ils ont expliqué à leur manière : mais ils ont tous été fort éloignés d'en soupçonner la véritable cause. Il ne conviendroit point de rapporter ici les opinions de ces grands hommes, pour le seul plaisir de les réfuter. Ils ne pouvoient soupçonner une cause qui n'a été découverte que plusieurs siècles après ceux qui s'occupèrent originairement de ce phénomène. M. *de Réaumur* lui-même, presque

notre contemporain, & l'un des plus grands Naturaliſtes qui fit la gloire de notre ſiècle, n'eut point la ſatisfaction de connoître cette cauſe ; & malgré cela ſon Mémoire ſur cet objet, imprimé parmi ceux de l'Académie des Sciences pour l'année 1714, eſt on ne peut plus curieux, par la multitude de faits qu'il contient, & par les détails dans leſquels il deſcend ſur les variétés de ce phénomène.

L'anguille de Surinam.

La torpille n'eſt point le ſeul poiſſon qui produiſe cet effet. On trouve à Cayenne, à Surinam, une eſpèce d'anguille que le Chevalier *Linné* décrit ſous le nom de *Gymnotus electricus*, qui produit un effet tout-à-fait ſemblable ; & il eſt très-probable qu'il doit s'en trouver pluſieurs autres de même eſpèce que nous ne connoiſſons point encore, mais qu'on découvrira par la ſuite. Quoi qu'il en ſoit, voici ce qu'on remarque de particulier ſur ces ſortes de poiſſons, & l'analogie qu'on y trouve avec la bouteille de Leyde ; analogie qui prouve on ne peut mieux que l'engourdiſſement qu'ils procurent eſt un véritable phénomène électrique : ce qui n'avoit point échappé à la ſagacité du célèbre *Muſſenbroeck*, longtems avant les expériences de M. *Walsh*, qui ne laiſſent aucune incertitude ſur l'analogie que nous venons d'indiquer.

Analogie entre les effets de la torpille & ceux de la bouteille de Leyde.

Ce dernier Phyſicien, Membre du Parlement d'Angleterre, étant à la Rochelle en 1772, & étant à portée de s'y procurer des torpilles, en prit une qu'il plaça ſur une ſerviette mouillée, pliée en pluſieurs doubles, & appuyée ſur une planche. Il poſa le tout ſur une table, ſur laquelle il avoit diſpoſé circulairement neuf ſaladiers remplis d'eau. Il avoit rangé autour de cette table, mais ſur le plancher, huit petites planches iſolées ſur des gobelets de cryſtal.

Dans le premier ſaladier plongeoit le bout d'un fil de laiton d'environ vingt pieds de longueur, iſolé avec des cordons de ſoie. L'extrémité oppoſée étoit placée entre la ſerviette & le poiſſon, s'appuyant contre celui-ci; ce qui formoit la communication entre l'une des faces du poiſſon, & les perſonnes qu'il vouloit faire participer à la commotion que ce poiſſon devoit produire.

Une perſonne montée ſur le premier iſoloir, plongeoit un de ſes doigts dans le premier ſaladier, & communiquoit par ce moyen avec le fil de métal conducteur; elle plongeoit pareillement un autre doigt, mais de l'autre main, dans le ſecond ſaladier. Une ſeconde perſonne, montée ſur le ſecond iſoloir, plongeoit également un doigt dans ce dernier ſaladier, & un autre doigt

de la main oppoſée dans le troiſième ſaladier. On voyoit huit perſonnes de ſuite qui formoient de cette manière une chaîne non intertompue, toutes communiquantes avec le fil de métal dont il a été fait mention. La huitième perſonne, celle qui terminoit la chaîne, communiquoit donc avec celle qui la précédoit par un de ſes doigts plongé dans le huitième ſaladier, tandis qu'un doigt de ſon autre main plongeoit dans le neuvième. Dans ce dernier plongeoit, comme dans le premier, l'extrémité d'un fil de laiton ſoutenu pareillement ſur des cordons de ſoie, & dont l'autre extrémité étoit tenue par une perſonne non-iſolée. Le circuit, remarque-t-on, embraſſé par les huit perſonnes, y compris la longueur des deux fils métalliques, étoit d'environ quatre-vingt-dix pieds.

Les choſes étant ainſi diſpoſées, au moment où l'on vouloit exciter la commotion, la perſonne non-iſolée qui tenoit l'extrémité du ſecond fil de métal, faiſant l'office d'excitateur, touchoit bruſquement le dos du poiſſon, qui étoit la ſurface oppoſée à celle qui communiquoit avec le premier fil de métal; alors chaque perſonne, faiſant partie de la chaîne, reſſentoit en même tems une commotion qui s'étendoit ſeulement à toute la longueur du doigt plongé dans le ſaladier.

Voilà donc un phénomène ſemblable & par-

faitement analogue à celui de la bouteille de Leyde, & d'autant plus analogue à ce dernier, que le ſuccès de la commotion, produite par ce poiſſon, dépend, comme dans la bouteille de Leyde, de la même manière de faire l'expérience. Il faut indiſpenſablement toucher en même tems aux deux ſurfaces oppoſées du poiſſon, pour qu'il puiſſe exciter le ſentiment de la commotion.

C'eſt, ſelon toutes les apparences, au défaut de cette condition, que quelques Naturaliſtes ont aſſuré avoir touché pluſieurs fois à des torpilles, ſans avoir éprouvé ce ſentiment, cet engourdiſſement qu'elles excitent ordinairement. Il eſt probable qu'ils ne les touchoient alors que par l'une de leurs ſurfaces, & non tout-à-la-fois par le dos & par le ventre. Il en a donc été de même à leur égard, qu'à l'égard d'une perſonne qui touche au crochet d'une bouteille chargée d'électricité, ſans toucher en même tems au ventre, à la panſe, ou à la ſurface extérieure de cette bouteille. Elle n'éprouve point alors de commotion.

On a cru pendant long-tems que ce poiſſon ne ſe trouvoit que ſur certaines côtes, ſur celles de Poitou, d'Aunis, de Gaſcogne & de Provence: mais on a découvert depuis peu qu'il s'en trouve auſſi ſur les côtes méridionales d'Angleterre. En 1773 on envoya deux très groſſes torpilles à M.

Walsh, prises à la baie de Torbay. L'une des deux avoit quatre pieds de longueur, deux pieds & demi de largeur, & quatre pouces & demi dans sa plus grande épaisseur. Elle pesoit cinquante-trois livres, poids d'Angleterre.

Ces torpilles, dit M. *Leroy* qui rapporte cette observation dans le Journal de Physique pour le mois de Septembre 1774, sont d'une couleur obscure, cendrée, avec une teinte de pourpre, & n'ont point ces différentes élévations sur la peau de nos torpilles des côtes de la Rochelle. D'ailleurs, si on en excepte la grandeur, elles leur ressemblent entièrement, & elles produisent les mêmes phénomènes. Ce fut avec celles qui furent prises sur les côtes de la Rochelle que M. *Walsh* s'assura que le dos & la poitrine de cet animal sont dans deux états différens d'électricité, comme il le marque dans une lettre qu'il écrivit de cet endroit à M. *Franklin*. M. *Walsh* entend par le dos & la poitrine de la torpille les deux surfaces supérieures & inférieures de ces deux assemblages de cylindres flexibles qu'on remarque dans ces parties.

Instruit de ces circonstances, M. *Walsh* se trouva en état de diriger les commotions que le poisson fait éprouver, en procédant de la manière que nous avons indiquée ci-dessus, quoique ces commotions soient très-foibles; en multipliant

ainſi le nombre des perſonnes, elles ne ſont point équivoques, & on ſent parfaitement le rapport, l'analogie entre cette impreſſion, qu'on a déſignée ſous le nom d'engourdiſſement, & celle que procure la bouteille de Leyde, & s'il n'eſt pas poſſible de faire produire à la torpille un effet auſſi énergique, un choc auſſi ſec que produit une bouteille de Leyde bien chargée d'électricité, on peut faire produire à celle-ci un effet parfaitement ſemblable, cette impreſſion qu'on déſigne par les termes d'*engourdiſſement*, de *fourmillement* que produit l'attouchement de la torpille. On y parvient aiſément par le moyen de l'électromètre de M. *Lane*. Il ne s'agit que d'approcher la boule de cet inſtrument du conducteur qui communique avec cette bouteille, & de l'approcher juſqu'au point où il en excite l'étincelle. Celui qui fait cette expérience éprouve une commotion qui excite dans ſa main une eſpèce d'engourdiſſement & de frémiſſement ſemblable à celui que produit la torpille. Voilà donc l'analogie la mieux confirmée entre l'effet que produit ce poiſſon & celui de la bouteille de Leyde : mais cette analogie ne s'étend pas plus loin, & M. *Walsh* convient dans la lettre que nous venons de citer, qu'il n'avoit encore pu appercevoir que ce choc fût accompagné de la moindre étincelle, & que les petites boules de ſureau fuſſent ſenſi-

blement affectées du fluide électrique de la torpille.

Cette disparité, fondée sur l'absence d'un phénomène aussi important, formoit une difficulté propre à en imposer, ou au moins à laisser une incertitude qui tenoit fort à cœur à M. *Walsh*. Il n'épargna rien pour se satisfaire à ce sujet. Il imagina de tenter la même expérience avec d'autres poissons, dont la commotion fût plus énergique que celle qu'on peut attendre de la plus vigoureuse torpille. Il porta ses vues sur l'anguille de Surinam; mais en qualité de Membre du Parlement, il ne pouvoit s'absenter d'Angleterre aussi long-tems qu'il eût été nécessaire pour faire un pareil voyage. Il prit donc le parti d'en faire venir, & les obstacles que la longueur de la traversée lui présentèrent d'abord, le peu de succès qu'avoit eu autrefois le célèbre *Musſenbroeck* dans une semblable entreprise, ne le rebutèrent point. Il ne se rebuta pas même du premier évènement, bien fait cependant pour le faire renoncer à son projet. Les anguilles moururent en chemin en 1775. Il promit une grande récompense pour chacun de ces animaux qui arriveroient vivans en Angleterre. On lui en apporta cinq en 1776, & auxquels on conserva la vie en les tenant dans une eau qu'on eut soin d'entretenir à la température des rivières de Guiane, c'est-à-dire, entre le vingt-quatrième & le vingt-sep-

tième degré de chaleur, échelle de *Réaumur*. Il n'eut rien de plus preſſé que de tenter ſes expériences, & voici ce qu'il écrivit à M. *Leroy* au mois d'Août 1776. C'eſt avec plaiſir que je vous apprends que ces anguilles m'ont donné une étincelle électrique, perceptible dans ſon paſſage à travers une petite fente ou ſéparation pratiquée dans une feuille d'étain collée ſur du verre. Ces poiſſons étoient dans l'air; car cette expérience n'a pas réuſſi dans l'eau. Leur électricité eſt beaucoup plus forte que celle de la torpille, & il y a des différences conſidérables dans leurs effets électriques.

Cette importante découverte ne manqua pas d'exciter la curioſité des Phyſiciens & des Amateurs dont l'Angleterre abonde; & M. *de Magellan*, l'Ami commun des Phyſiciens de Londres & de France, ajoutoit dans une lettre qu'il écrivit quelque tems après à M. *Leroy*, que vingt-ſept perſonnes, du nombre deſquelles il étoit, ayant fait une chaîne, en ſe tenant toutes par la main, & les deux de chaque extrémité ayant touché en même tems l'anguille, toutes les perſonnes de la chaîne, entre elles deux, reſſentirent le même coup qu'elles, & au même inſtant, comme cela arrive dans le choc de la bouteille de Leyde.

Il ne doit donc reſter aucun doute ſur une analogie auſſi parfaitement démontrée, & il ne

reſte plus rien à deſirer ſur la certitude d'un fait auſſi important, & qui pourra ſans doute par la ſuite s'étendre à une claſſe plus nombreuſe de poiſſons que celle qu'on connoît juſqu'a préſent.

ARTICLE III.

De la Vertu électrique de la Tourmaline.

LA *tourmaline*, autrement dite *turpeline*, eſt une pierre rare que les Marchands étrangers vendent ſous le nom de *tire-cendres*. Elle ne fut connue en Europe qu'en 1717, & bientôt après on la perdit de vue juſqu'en 1759, tems où M. le Duc de *Noya Caraffa* réveilla l'attention des Phyſiciens à ſon ſujet, par une lettre très-curieuſe & très-intéreſſante qu'il écrivit à M. *de Buffon*. C'eſt une pierre plus ou moins tranſparente, & d'un jaune obſcur, qui tient du jaune & du verd. Les Hollandois l'apportent communément de l'iſle de Ceylan, taillée à faces plates. Elle paroît inaltérable au feu médiocre auquel on l'expoſe, pour la rendre propre à produire ſon effet, qui conſiſte à attirer & à repouſſer les cendres. Nous ſommes encore trop peu inſtruits ſur les phénomènes ſinguliers que cette pierre nous fait obſerver, & il nous reſte encore trop de recherches à faire pour prendre aucun parti ſur la nature de ſa vertu, & pour oſer aſſurer avec le cé-

Deſcription de la tourmaline.

lèbre *Muſſenbroeck*, que l'électricité de cette pierre eſt d'une eſpèce différente de celle qu'on remarque dans les corps idio-électriques. Son opinion cependant n'eſt point dépourvue de vraiſemblance : elle eſt fondée ſur une multitude d'obſervations qu'il a recueillies avec le plus grand ſoin, & qui méritent d'être connues & méditées avec attention. Ce ſera donc d'après les travaux de ce grand Phyſicien, que nous ferons connoître les effets ſinguliers que cette pierre offre à notre curioſité.

Phénomènes de la tourmaline.

1°. On excite la vertu électrique de cette pierre, & par la chaleur, & par le frottement, mais beaucoup plus puiſſamment par le premier que par le ſecond de ces deux moyens ; & de quelque manière que cette vertu électrique ſoit excitée, la pierre ne donne aucune lumière dans l'obſcurité : elle ne fournit aucune étincelle, & c'eſt particulièrement en cela que la vertu électrique de cette pierre diffère de celle des corps idio-électriques en général. Elle en diffère encore, en ce que cette pierre étant électriſée, & plongée enſuite dans l'eau, cette vertu ſubſiſte & ſe fait encore ſentir ſur des corps placés au-delà, c'eſt-à-dire, à la ſurface de l'eau : elle les attire plus ou moins fortement ; ce qui n'arrive point aux corps idio-électriques de quelqu'eſpèce qu'ils ſoient. Ils perdent leur vertu dès l'inſtant qu'on les

les plonge dans ce fluide. En général, la vertu électrique de la tourmaline ne se dissipe point par aucun des moyens qui la font perdre aux corps électrisés.

2°. Une fois électrisée, la tourmaline est attirée au lieu d'être repoussée, par un verre rendu électrique.

3°. Il y a plus ; deux pierres de cette espèce étant suspendues à deux fils de soie, & électrisées par la chaleur, elles s'attirent mutuellement au lieu de se repousser ; ce qui va directement contre la loi générale des corps idio-électriques, qui se repoussent mutuellement lorsqu'ils sont électrisés, & que leur électricité est de même espèce. On remarque cependant, comme l'observe très-bien *Musschenbroeck*, que deux tourmalines étant électrisées & unies entr'elles, par la vertu électrique qu'elles ont contractée, sont d'abord attirées par un tube de verre récemment frotté, mais qu'elles en sont ensuite constamment repoussées, en demeurant unies entr'elles.

4°. *Wilke* & *Epinus* prétendent qu'une tourmaline, électrisée par la chaleur, & placée ensuite sur un support de verre, jouit de deux espèces différentes d'électricité ; que la surface qui touche le support est électrisée négativement, & que celle qui lui est opposée l'est positivement. Sans qu'il soit nécessaire de poser la pierre sur un

ſupport, on voit, en la tenant avec une pince; pour la placer dans une fournaiſe, ou pour la plonger pendant quelques minutes dans l'eau bouillante, afin qu'elle s'échauffe uniformément de tous les côtés; on voit, dis-je, qu'elle acquiert pareillement ces deux eſpèces d'électricité, puiſque l'une de ſes faces attire un corps léger que l'autre repouſſe.

La chaleur la plus convenable à la production de la vertu électrique dans cette pierre, eſt de cent juſqu'à cent vingt degrés de chaleur, ſelon l'échelle de *Farenheit*. Plus grande ou plus petite, cette chaleur ne produit qu'une électricité beaucoup plus foible. Electriſée de cette manière, ou mieux par ce degré de chaleur, la tourmaline conſerve aſſez long-tems ſa vertu électrique. On n'eſt cependant pas d'accord ſur la durée du tems qu'elle peut la conſerver. *Wilke* & *Epinus* prétendent qu'elle la conſerve pendant l'eſpace de ſix heures. M. le Duc *de Noya*, l'un de ceux qui a le plus approfondi & le mieux examiné cet objet, prétend qu'il s'en faut de beaucoup qu'elle conſerve auſſi long-tems ſa vertu, & il regarde outre cela comme une erreur les deux eſpèces d'électricité qu'on voudroit admettre dans les deux ſurfaces oppoſées d'une tourmaline électriſée par quelque procédé que ce ſoit.

Si on poſe, dit *Muſſenbroeck*, une tourmaline

ſur un morceau de carton, de porcelaine, de verre, de métal, ces corps étant échauffés, ou ſur du charbon après qu'il a été embraſé, cette pierre acquerra la vertu électrique. La partie inférieure de cette pierre, quoique plus chaude que ſa partie ſupérieure, aura néanmoins une plus foible vertu que cette dernière. J'ai obſervé, continue-t-il, que cette pierre déployoit plus vigoureuſement ſon action ſur des cendres de Hollande que ſur une poudre qu'il nomme *hair-poeder* : elle agit cependant ſur tous les corps ; elle les repouſſe de maniere qu'elle met à découvert tout l'eſpace qui l'entoure. Elle repouſſe les petites pouſſières à une diſtance beaucoup plus grande que celle d'où elle les attire ; car à peine attire-t-elle ces corps à la diſtance d'une ou deux lignes, tandis qu'elle les repouſſe à la diſtance de trois pouces & plus : ce qu'on démontrera en mettant une tourmaline ſur une plaque de métal chaude, & aſſez grande pour s'étendre au-delà de ſon rayon d'activité.

Le Duc *de Noya* nous a donné une table très-curieuſe qui repréſente les diſtances ſelon leſquelles une tourmaline frottée & échauffée par des charbons ardens, attire & repouſſe différens corps, pris dans les trois règnes de la Nature. *Muſſenbroeck* a copié cette Table, & nos Lecteurs ſeront ſans doute flattés de la trouver ici.

TABLE.

Corps tirés du règne Minéral.

Attirés par une tourmaline frottée.	Attraction mesurées en lignes.	La même chauffée. Attract.	Répulsions mesurées en pouces.
Une feuille d'or.	2	3	0
Limaille de fer.	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	3
Poudre de briq. cuite.	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Cendres de bois ordin.	$\frac{1}{2}$	1	3
Pouſſière de gypſe.	1	$\frac{1}{2}$	1
Natrum de Sénégal.	1	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
Sable.	1	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
Pouſſière de verre bl.	2	1	1

Corps tirés du règne Végétal.

Rapure de bois.	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
Cire d'Eſpagne.	1	$\frac{1}{2}$	0
Papier	1	$\frac{1}{2}$	2
Charbon pilé.	1	1	$3\frac{1}{4}$
Petit globe de liége pendu à un fil.	$\frac{1}{2}$	3	0

Corps tirés du règne Animal.

ites barbes de plumes.	$\frac{1}{2}$	1	0
fil de ſoie ſuſpendu.	$\frac{1}{2}$	3	0

Outre les deux méthodes indiquées ci-deſſus, de rendre une tourmaline électrique, *Muſſenbroeck* en indique une troiſième. Il prétend que le vent d'un ſoufflet dirigé & pouſſé pluſieurs fois contre cette pierre, produit le même effet, & la rend électrique des deux côtés : mais ce qui rend cet effet bien plus ſenſible, ajoute ce célèbre Phyſicien, c'eſt ſur-tout l'air qu'on injecte avec un ſoufflet dont on a fait rougir le tube, & c'eſt en cela que la tourmaline diffère du verre & du ſuccin, qui peuvent, à la vérité, devenir électriques par le ſouffle, mais ſi foiblement, qu'on ne peut appercevoir qu'à peine cette vertu produite dans le ſuccin, quoiqu'elle ſe manifeſte un peu plus fortement dans le verre qu'on électriſe par ce procédé.

Troiſième manière d'électriſer la tourmaline.

Si la vertu électrique de la tourmaline ne pénètre point la ſubſtance des corps *idio-électriques*, tels que le verre, elle paſſe librement à travers les corps non-électriques. Si on répand, dit *Muſſenbroeck*, de la limaille de fer ſur un papier, & qu'on le porte enſuite ſur une de ces pierres électriſées, la vertu électrique ſe manifeſtera au-delà du papier. On verra la limaille de fer ſe redreſſer, comme il arriveroit ſi on portoit ſous le papier le pôle d'un aimant : mais cette limaille ne ſe mettra point en mouvement, & elle ne changera point de place. Si on fait mouvoir le

Analogie de l'électricité de la tourmaline avec celle du verre.

papier, ſi on le porte de droite & de gauche au-deſſus de cette pierre, ces petits corpuſcules ſe redreſſeront dans tous les endroits qui répondront à la pierre.

Moyen d'augmenter la vertu de la tourmaline.

Si une tourmaline trop échauffée donne à peine des ſignes de ſa vertu électrique, & n'a point la force de repouſſer ſenſiblement de petits corps légers, on augmente cette vertu, & on lui en procure une doſe aſſez forte pour produire cet effet, en tournant vers elle & en préſentant vers l'une de ſes faces la pointe d'un ſtylet froid.

Moyen de lui faire perdre ſa vertu.

On peut également lui faire perdre ſa vertu avec la plus grande facilité. Il ne s'agit pour cela que de la jetter bruſquement dans l'eau froide, après l'avoir expoſée à l'action d'un feu très-violent. Le froid qui la ſaiſit alors, remarque *Muſſenbroeck*, la gerce, & y produit une multitude de petites fentes : mais les parties ne ſe ſéparent point pour cela les unes des autres, & ne ſe briſent point en petits éclats.

Tels ſont en peu de mots les principaux phénomènes que nous connoiſſons actuellement relativement à la tourmaline ; phénomènes qui méritent toute l'attention des Phyſiciens, & qui nous paroiſſent bien propres à l'encourager & à pouſſer plus loin ſes recherches ſur cette matière ; car ce peu de connoiſſances acquiſes ſur un objet auſſi curieux, ſont bien loin d'être ſuffiſantes

pour qu'on puiſſe raiſonner pertinemment de la vertu de cette pierre électriſée, de ſes analogies, & des différences qu'on ne fait encore que ſoupçonner entre ſa vertu électrique & celle des autres corps *idio-électriques*.

ARTICLE IV.

De l'Electrophore.

ON donne le nom d'*électrophore* à une tablette faite d'une matière réſineuſe étendue uniformément ſur une ſubſtance non-électrique, telle qu'une plaque de métal, de bois recouvert d'une ſubſtance métallique. Frottée avec un frottoir approprié, elle s'électriſe plus ou moins fortement, & elle produit une multitude d'effets plus curieux les uns que les autres. Origine de cette machine.

M. *Wilck*, Profeſſeur de Phyſique à Stockholm, doit être regardé comme le premier inventeur de cette machine. Il la conſtruiſit au mois d'Août 1762, comme on peut s'en aſſurer par les Mémoires de l'Académie de Stockholm pour la même année, & il lui donna dès-lors le nom d'*électrophore perpétuel*. Mais la connoiſſance de cette machine, renfermée dans la contrée qui l'avoit vu naître, étoit tellement ignorée des Phyſiciens

étrangers, qu'on ne peut refuſer à M. *Volta*; alors Profeſſeur de Phyſique à Côme, la gloire de la même invention, & nous devons en France la ſatisfaction de la connoître à un célèbre Phyſicien, diſtingué, & par la multitude des recherches précieuſes dont il enrichit tous les jours la Phyſique, & par la facilité avec laquelle il communique non-ſeulement ſes propres découvertes, mais encore celles dont il eſt à portée de s'inſtruire par l'étendue immenſe de ſes correſpondances. On reconnoît à cette foible eſquiſſe de ma reconnoiſſance & de mon amitié, l'abbé *Fontana*, Phyſicien du Grand-Duc de Toſcane, qui me fit part de cette ingénieuſe machine en 1776. Trop occupé alors pour y donner toute l'attention qu'elle mérite, j'admirai les effets que ce Savant me fit obſerver, & j'abandonnai à mon neveu, M. *Rouland*, qui m'a ſuccédé dans l'Univerſité de Paris, le ſoin de les étudier, de les approfondir; & il conſigna quelque tems après le fruit de ſes recherches & de ſon étude dans le Journal de Phyſique de l'abbé *Rozier*. Les expériences curieuſes qu'il publia alors, & qui ne ſont actuellement, à la vérité, qu'une petite partie de celles qu'on a imaginées depuis, firent honneur à leur Auteur, & excitèrent l'attention des Phyſiciens & des Amateurs ſur ce nouvel objet de la Phyſique. Ce fut de cette manière que cet

appareil fut connu en France, où il ſe multiplia étonnamment dans le cours de l'année 1777. Quelque connu qu'il ſoit actuellement, il ne me paroît pas hors de propos de le décrire d'une manière un peu plus étendue en faveur de ceux qui ne le connoîtroient point encore.

Conſtruction de cet appareil.

On prend un plan de métal de ſix pouces ou environ de diamètre, ſuffiſamment épais, pour qu'il ne ploie point facilement. On le poſe horizontalement ſur une table; on l'entoure d'un cercle fait de gros papier, ou d'un carton mince, & on fait couler deſſus un mélange, à parties égales, de cire & de colophane, dans lequel on introduit un ſixième ou environ de térébenthine de Veniſe. Il faut avoir ſoin de laiſſer bouillir long-tems ce mélange, pour que l'air qu'il contient puiſſe s'en dégager. Verſé ſur la platine de métal, il s'y étend uniformément, s'y refroidit & y prend la conſiſtance convenable; & voilà ce que nous appellerons dorénavant le gâteau réſineux, repréſenté par A (*pl.* 9, *fig.* 5). On électriſe ce gâteau avec une peau de lièvre, & mieux encore avec une queue de renard; on le frappe pluſieurs fois de ſuite, & lorſqu'il eſt électriſé & qu'on veut en faire uſage; car une fois électriſé, il conſerve long-tems ſa vertu (nous n'oſerions cependant garantir qu'il la conſerve pendant plus de ſix mois, comme on nous l'a aſſuré); lors donc

qu'on veut en faire uſage, on applique deſſus un plan de métal B, dont le diamètre doit être d'un pouce plus petit que celui du gâteau réſineux, & autour duquel on a ménagé un cordon de trois à quatre lignes de groſſeur. C'eſt ce que M. *Volta* appelle le chapeau de l'électrophore, & que nous appellerons le conducteur. Au centre de ce plan ſe voit un écrou, dans lequel on monte une baguette ſolide de cryſtal *a* maſtiquée dans une virole qui porte inférieurement un pas de vis proportionné à l'écrou *o* dont nous venons de parler. L'autre extrémité de cette baguette, qui ſert à iſoler le conducteur, eſt maſtiquée dans une virole ſurmontée d'une boule D.

Mis ſur le gâteau réſineux, le conducteur ne donne aucun ſigne d'électricité; le gâteau lui-même n'en donne point davantage: mais veut-on manifeſter l'électricité de cette machine? on touche en même tems avec le pouce & avec le doigt index, & la platine du gâteau réſineux & le conducteur; enſuite on enlève bruſquement ce dernier à une hauteur un peu conſidérable au-deſſus du gâteau réſineux, & on en tire une étincelle. Toute ſa vertu électrique ſe trouve alors enlevée: il en eſt entièrement dépouillé; mais on lui en procure facilement une nouvelle doſe, en le repoſant ſur le plan réſineux, & en touchant encore de nouveau & ce plan & le con-

ducteur : mais toujours faut-il enlever ce dernier de deſſus le plan ſur lequel il s'électriſe pour manifeſter ſon état d'électricité & en tirer une étincelle. Une fois frotté, le plan réſineux peut fournir ſucceſſivement au conducteur de quoi donner une multitude d'étincelles propres à rebuter l'Amateur le plus curieux d'en tirer ; & c'eſt ſans doute pour cela que M. *Wilck* déſigna cette machine ſous le nom d'*électrophore perpétuel*.

Moyens d'augmenter la vertu de l'électrophore.

Il eſt deux moyens très-faciles à pratiquer pour augmenter la vertu électrique de l'électrophore. On l'augmente en promenant ſur la ſurface du plan réſineux le cul ou la ſurface extérieure d'une bouteille revêtue ſelon la méthode du Docteur *Bevis*, chargée d'électricité, & qu'on tient par ſon crochet. Les étincelles du conducteur en deviennent plus vives & plus énergiques.

La ſeconde manière d'augmenter la vertu électrique de cet appareil, exige qu'on ſoit pourvu de deux gâteaux réſineux, qu'on place l'un à côté de l'autre. On en électriſe un ſeulement en le frottant convenablement, & on poſe deſſus le conducteur qu'on touche du bout du doigt, conjointement avec le plan métallique qui porte la réſine ; condition toujours eſſentielle à chaque opération ; que nous ſuppoſerons lorſque nous oublierons d'en parler. Cela fait, on enlève le conducteur pour le porter en gliſſant ſur la ſurface

du ſecond gâteau réſineux non-frotté. Appuyé ſur cette ſurface, on touche également & le métal de ce plan réſineux & le conducteur, avant d'enlever ce dernier pour le reporter ſur le premier plan. On réitère cette opération pluſieurs fois de ſuite, ayant ſoin à chaque fois de poſer le bord du conducteur ſur une partie différente du plan non-frotté, & toujours en le gliſſant obliquement avant de le faire repoſer, parce que ſon électricité ſe communique à l'endroit même où il commence à toucher ce plan ; & on parvient par ce moyen à fortifier ſingulièrement les deux plans réſineux, qui ſe trouvent alors dans deux états bien différens d'électricité.

M. *Lichtemberg*, Membre de l'Académie de Gottingue, nous indique encore un moyen bien ſimple de fortifier ainſi deux gâteaux réſineux. On frotte, nous dit-il, celui de ces deux plans avec lequel on veut produire une électricité poſitive dans le conducteur, qu'il déſigne par + E, & nous démontrerons plus bas qu'un plan ainſi frotté eſt dans un état négatif d'électricité, ou que le conducteur qu'on applique deſſus lui enlevant une portion de ſon électricité eſt électriſé poſitivement.

Placez, nous dit-il, le conducteur ſur ce plan, qu'il déſigne par P comme fourniſſant + E au conducteur. Touchez & le plan métallique & le

conducteur. Enlevez ce dernier avec ſon électricité + E. Quelque petite qu'on ſuppoſe celle-ci, elle s'introduira dans une tige de métal, ou tout autre corps métallique placé ſur le ſecond gâteau non-frotté que M. *Lichtemberg* déſigne par N. Cette étincelle donnée, dérangez un peu la tige de métal avec un tube de verre ; reportez le conducteur ſur le premier gâteau pour le recharger de nouveau, & apportez-le comme précédemment contre la tige de métal. Réitérez trois à quatre fois cette opération, & vous aurez toujours + E du conducteur ſur la tige placée en N. Avant de communiquer une plus grande doſe d'électricité, changez les choſes de place, en mettant la tige P & le conducteur ſur N. Quand vous enleverez ce conducteur, il ſe trouvera — E, & *a* — E ſe communiquera à la tige & de-là au plateau P. Changez ainſi pluſieurs fois & alternativement la tige & le conducteur, & en peu de tems les deux gâteaux ſeront fortement électriſés ; P donnera abondamment + E & N — E.

Manière de tirer l'étincelle électrique du gâteau réſineux.

Nous n'avons encore conſidéré l'étincelle électrique que comme ſortant & ſe manifeſtant dans le conducteur ; & effectivement les choſes reſtant dans l'état où nous les avons ſuppoſées, le gâteau réſineux ne peut fournir aucune étincelle : mais veut-on qu'il en fourniſſe auſſi bien que le con-

ducteur ? voici de quelle manière il faut procéder.

Ce plan étant bien électrisé, posez-le sur un support de verre A (*pl. 9, fig. 6*), pour qu'il soit isolé. Posez dessus son conducteur & enlevez-le, après avoir touché les deux corps, comme nous l'avons dit ci-dessus, & vous tirerez alors une étincelle du conducteur & une semblable du plan résineux, en approchant le doigt d'un des points de son bord métallique. Cet effet se réitère aussi autant de fois qu'on le juge à propos, en posant & en enlevant à chaque fois le conducteur de dessus le plan résineux.

Ce plan & son conducteur donnent donc l'un & l'autre une étincelle électrique : mais cette étincelle n'est pas de même espèce, parce que ces deux corps sont dans deux états d'électricité bien différens. L'un est dans un état d'électricité positive, & l'autre dans un état d'électricité négative ; ce que M. *Rouland*, que j'ai cité ci-dessus, a démontré par une expérience aussi simple que convaincante.

Deux états différens d'électricité dans le gâteau résineux & son conducteur.

Laissez les choses dans l'état où nous venons de les supposer ; que le plan résineux reste isolé, & ayez deux petites bouteilles de verre garnies selon la méthode du docteur *Bevis*, & armées chacune d'une tige droite, seulement surmonrée

d'une boule ou d'une petite olive de métal qui ſe monte à vis ſur la tige, & qui renferme l'extrémité de cette tige terminée en pointe un peu mouſſe, comme on peut l'obſerver (*pl. 9, fig. 7*). Chargez ces deux bouteilles d'électricité, l'une en lui faiſant tirer ſucceſſivement pluſieurs étincelles du conducteur, & l'autre du plan de métal qui porte le gâteau réſineux. Cette opération eſt on ne peut plus facile. Elle exige ſeulement le miniſtère de deux perſonnes ; & voici comment on procède. L'une des deux perſonnes ſe charge de faire mouvoir le conducteur d'une main, & de l'autre elle tient l'une des deux bouteilles, qu'elle électriſe à ce conducteur en portant contre lui la boule qui termine ſa tige, lorſqu'il eſt enlevé de deſſus le plan réſineux.

La ſeconde perſonne qui tient pareillement d'une main la ſeconde bouteille, électriſe celle-ci en portant la boule de ſa tige ſous la platine de métal qu'elle lui fait toucher. Cette ſeconde perſonne ſe charge auſſi de toucher de l'autre main le gâteau réſineux & le conducteur lorſqu'il eſt poſé deſſus. En réitérant trente fois ou environ cette opération, c'eſt-à-dire, en tirant trente étincelles pour chaque bouteille, ſuivant qu'elles ſont groſſes & qu'on veut les charger d'électricité, elles le ſont ſuffiſamment pour l'expérience que voici.

Une même perſonue prend les deux bouteilles ; une dans chaque main, & elle approche l'une de l'autre les deux boules qui terminent leurs crochets : il en part une étincelle, & cette perſonne éprouve une commotion.

Or, cette commotion ne peut avoir lieu que les deux ſurfaces intérieures de ces bouteilles ne ſoient dans deux états oppoſés d'électricité, l'une poſitive & l'autre négative. Toutes les deux, en effet, électriſées poſitivement ou toutes deux négativement, on approcheroit inutilement les deux crochets l'un de l'autre ; on n'auroit pas même une ſeule étincelle, à moins que l'une ne fût plus chargée que l'autre : Dans ce cas, la plus chargée partageroit avec l'autre ſon excès d'électricité, & ce partage ne ſeroit ſenſible que par une foible étincelle, mais nullement commouvante ; ce qui n'eſt point à préſumer dans l'expérience dont il eſt ici queſtion, où les deux bouteilles ſe chargent également. Il eſt donc de fait que le gâteau réſineux & ſon conducteur ſont dans deux états oppoſés d'électricité ; que l'un eſt électriſé poſitivement & l'autre négativement : mais lequel des deux jouit d'une électricité poſitive ? C'eſt une queſtion qui ſe préſente naturellement à réſoudre, & que M. *Rouland* a encore réſolue d'une manière ſatisfaiſante par deux expériences que nous allons rapporter.

On

On ſait, & nous l'avons fait obſerver précédemment, que le feu électrique ſe manifeſte différemment à l'extrémité d'un corps aigu, dont la pointe eſt un peu mouſſe, ſuivant qu'il s'en échappe ou qu'il s'y porte. Si ce corps aigu eſt un conducteur chargé d'électricité, la matière électrique s'en échappe ſous la forme d'une aigrette ou d'un pinceau lumineux; ſi, au contraire, ce corps aigu eſt plongé dans la ſphère d'activité d'un conducteur ou d'un corps électriſé, la matière électrique qui vient de ce dernier & qui eſt attirée, ſi on peut s'exprimer ainſi, par cette pointe, y décèle ſon entrée par un ſeul point lumineux, & c'eſt un fait univerſellement reconnu de tout Phyſicien électriſant. De-là il s'enſuit qu'une bouteille de Leyde étant chargée intérieurement d'une quantité ſurabonte d'électricité, on doit voir cette matière s'échapper au dehors ſous la forme d'une aigrette, ſi cette bouteille eſt armée d'une tige de métal qui ſe termine en pointe un peu mouſſe, & qu'au contraire on ne doit obſerver qu'un ſimple point lumineux à l'extrémité de cette pointe, ſi cette bouteille eſt électriſée en ſens contraire, c'eſt-à-dire, ſi la ſurabondance d'électricité réſide ſur ſa ſurface extérieure, puiſque dans ce cas le fluide électrique tendra à ſe porter à l'intérieur de cette bouteille par l'intermède de cette pointe.

Le gâteau réſineux eſt électriſé négativement, & le conducteur poſitivement.

Or, en rechargeant les deux bouteilles de la même manière que dans l'expérience précédente, l'une au conducteur & l'autre au gâteau réſineux, mais en les chargeant fortement; enſuite en enlevant les deux boules qui ſurmontent leurs tiges, ce qu'on exécute ſans les décharger, ſi on a ſoin de les iſoler, on voit dans l'obſcurité une petite aigrette à la pointe de celle qui a été chargée au conducteur, & on n'apperçoit qu'un point lumineux à la pointe de celle qu'on a électriſée par le gâteau réſineux. A cette expérience, bien faite pour convaincre les perſonnes les plus difficiles, nous ajouterons la ſuivante, qui emporte manifeſtement la conviction avec elle.

Suſpendez, ſelon la méthode de M. *Canton*, deux boulettes de ſureau aux extrémités d'un fil très-fin, & trempé dans de l'eau gommée. Attachez ce fil avec un peu de cire molle à la boule qui termine le conducteur d'une machine électrique, de façon que ces deux fils pendant librement & parallèlement entr'eux, les deux boules ſe touchent, comme on peut le remarquer (*pl.* 9, *fig.* 8). Electriſez une des bouteilles dont on a fait uſage ci-deſſus, au conducteur de l'électrophore, & lorſqu'elle ſera chargée, portez ſon crochet ou la boule qui termine ſon fil de métal ſur le conducteur de la machine électrique. Celle-ci recevra une doſe d'électricité de cette

boule, & elle ſe communiquera aux deux petites boules *c* & *d*. Ces deux boules ſe fuiront mutuellement, & elles s'écarteront l'une de l'autre en vertu de l'atmoſphère électrique dont elles ſeront alors enveloppées ; elles prendront donc la direction *e* & *f*. Elles s'écarteroient davantage ſi elles étoient plus chargées d'électricité, & c'eſt ce que vous obſerverez en faiſant tourner la glace de la machine électrique. L'électricité qui ſe communiquera au conducteur, ſe tranſmettra aux deux petites boules. Surchargées d'une plus grande quantité de fluide électrique, elles s'écarteront davantage. Elles ſont donc pourvues de la même eſpèce d'électricité que celle qui leur arrive du conducteur, & conſéquemment elles ſont dans un état poſitif d'électricité.

Voulez-vous maintenant vous aſſurer que l'électricité du plan réſineux eſt négative, ou qu'il eſt électriſé négativement ? voici de quelle manière il faut procéder. Déſélectriſez entièrement la bouteille dont vous venez de faire uſage, ou prenez-en une autre non-électriſée. Déſélectriſez également le conducteur de la machine électrique & les boules qui y pendent, ce qui ſe fait en y appliquant la main. Ces deux boules pendront alors à côté l'une de l'autre, comme avant la première expérience. Electriſez la bouteille, non au conducteur de l'Electrophore, mais

bien au plan réſineux, & en ſuivant la méthode indiquée ci-deſſus. Portez de nouveau la boule qui termine la tige de cette bouteille contre le conducteur de la machine électrique, & vous verrez auſſi-tôt les deux boules *c* & *d* s'écarter de nouveau : mais cet écartement ne ſera plus dû à une atmoſphère d'électricité poſitive, qui puiſſe être augmentée par l'affluence de celle que peut fournir la glace de la machine ; mais il fera l'effet d'une électricité négative directement oppoſée à celle que le mouvement de la glace peut produire. En voulez-vous la preuve ? la voici. Faites tourner la glace de la machine, mais avec la plus grande modération. Qu'arrivera-t-il alors ? les deux boules recevant une doſe modérée d'électricité poſitive, leur électricité négative ſera détruite ; leur écartement ceſſera, & elles ſe rapprocheront l'une de l'autre. Si, lorſqu'elles ſont parvenues au point de contact, vous continuez à faire agir la machine, elles recevront alors une doſe d'électricité poſitive, & vous les verrez s'écarter encore. Il eſt donc démontré que la bouteille s'électriſe négativement par le gâteau réſineux, & conſéquemment que ce gâteau & ſon conducteur ſont dans deux états oppoſés d'électricité.

Phénomènes ſinguliers de l'électrophore.

Le haſard eſt en Phyſique comme en Chymie, le père des nouvelles découvertes. M. *Lichtemberg*,

célèbre Physicien de l'Académie de Gottingue, étant surpris des premiers phénomènes qu'il vit, imagina, pour en produire de plus grands & de plus merveilleux, de construire un électrophore beaucoup plus grand que ceux qu'il connoissoit alors. Il en fit un de six pieds de diamètre, mesure de Paris, & il en couvrit la plaque ou le plan de métal avec de la résine commune, de la thérébenthine & de la poix de Bourgogne. Son conducteur, qui avoit cinq pieds de diamètre, se suspendoit au plancher; & à l'aide d'une poulie, il le faisoit descendre sur le gâteau résineux. Construit de cette manière & sous ces dimensions, il est naturel de croire que cet instrument produisoit de plus grands effets que nos électrophores ordinaires. Aussi M. *Lichtemberg* assure-t-il, qu'il en tiroit des étincelles de quatorze à quinze doigts de longueur; que ces étincelles reçues avec la main occasionnoient une violente commotion dans tout le corps, & que souvent il les avoit vu partir du conducteur, à l'imprévu, & en percer la base avec grand bruit.

Ces effets sont sans doute merveilleux, & nous ne les publions que d'après le témoignage du célèbre Physicien qui les garantit; mais les suivans le sont bien davantage.

Au commencement, dit-il, du printems de 1777, je venois de finir mon grand électro-

phore ; ma chambre étoit remplie d'une pouſſière réſineuſe très-ſubtile, que j'avois produite en poliſſant le plateau de mon inſtrument. Cette poudre, qui s'étoit attachée ſur les murailles & ſur les livres, m'incommodoit ſouvent, en tombant par l'agitation de l'air ſur le conducteur de mon électrophore. Or, comme il m'arrivoit fréquemment, continue-t-il, de ſuſpendre le conducteur au plafond, je m'apperçus avec plaiſir que la pouſſière qui tomboit ſur la baſe, ne la couvrant pas également comme le conducteur, formoit dans quelques endroits des étoiles d'abord pâles & foibles, enſuite plus belles & plus diſtinctes par la manière dont je regardois la pouſſière. Tantôt je voyois des étoiles ſans nombre, des voies lactées, de grands ſoleils ; tantôt des arcs obſcurs par leur partie concave & radieux par leur convexité, des rameaux éclatans ſemblables à ceux que forment les vapeurs congelées ſur les vitres ; enfin, des nuages de différentes formes. Ce qui m'amuſoit infiniment, ajoute-t-il, c'étoit la peine que j'avois à les détruire ; en balayant légèrement la pouſſière avec une plume ou un pied de lièvre. Je ne pouvois empêcher que les figures détruites ne reparuſſent en quelque façon avec plus d'éclat. J'enduiſis une feuille de papier noir de matière viſqueuſe, & l'appliquant légèrement ſur quelques figures,

j'en pris l'empreinte : j'en fis voir ſix à la Société Royale.

M. *Lichtemberg* ne dut ces premiers phénomènes qu'au haſard : mais ayant ſaiſi la nature ſur le fait, il ſe convainquit que cet effet dépendoit de l'électricité du conducteur qui ſe portoit ſur le gâteau réſineux. Il vit en effet dans l'obſcurité des aigrettes lumineuſes, qui ſe portoient du conducteur à ſa baſe, & qui par leur projection formoient ces ſortes d'étoiles. Cette découverte le conduiſit à faire à volonté de ces figures, & à les modifier à ſa guiſe, ſuivant l'eſpèce de corps ſur lequel il les formoit, & ſuivant que l'électricité qu'il employoit à cet effet, étoit poſitive ou négative. Il décrit quelques-unes de ces expériences dans un Mémoire qu'on trouvera imprimé dans le Journal de Phyſique de l'Abbé *Rozier* pour le mois de Janvier 1780. Nous laiſſons à nos Lecteurs le plaiſir de les étudier dans l'Ouvrage même de ce ſavant Phyſicien, & nous nous bornerons à les mettre ſur la voie d'opérer de ſemblables phénomènes par un moyen ſimple, qui ſe trouve entre les mains de tous les Electriciens. Il ne faut pour cet effet qu'une ſimple bouteille de Leyde, une tige de métal qui ſe termine d'un côté en pointe un peu mouſſe, enveloppée en partie d'un tube de verre, pour qu'elle ſoit iſolée

dans l'endroit par lequel on doit la toucher. On peut, ſi on veut, y appliquer un bâton de cire d'Eſpagne, pour en former une eſpèce de manche. Il faut outre cela avoir de la colophone en poudre impalpable, renfermée dans un petit nouet de gaze. Je préfère cependant de mettre cette poudre dans une petite boule de gomme élaſtique, dont l'ouverture eſt fermée par une plaque d'ivoire percée d'une multitude de petits trous imperceptibles. Cet appareil étant tout diſpoſé, j'électriſe le gâteau réſineux de mon électrophore, & je le ſoupoudre de colophone, en ſecouant le nouet de gaze, ou en preſſant ma boule de gomme élaſtique, ce qui diſtribue cette poudre par bouffée, & convenablement à l'expérience. Je charge enſuite une bouteille de Leyde, & tenant d'une main la tige de métal renfermée dans le tube de verre, je dirige ſa pointe verticalement & à une ligne près de la ſurface du gâteau réſineux, ſur lequel j'ai répandu la colophone : tenant de l'autre main la bouteille chargée, j'approche la boule du ſommet de ſa tige ; l'étincelle part, & l'électricité affluant au gâteau réſineux, éparpille la poudre, & forme ſur ſa ſurface des figures étoilées & ramifiées, dont le ſpectacle eſt on ne peut plus agréable.

Autre phénomène ſingulier.

Ce fut encore le haſard qui fit découvrir à un Phyſicien de Vienne en Autriche le phénomène

ſuivant. Ayant placé ſon plan réſineux ſur une commode verniſſée, dont la baſe étoit garnie d'un fil doré, il apperçut au moment où il tira l'étincelle du conducteur, élevé à la hauteur de neuf à dix pouces, que le filet doré de la commode étinceloit en même tems autour d'elle. Il ſoupçonna d'abord que ſon conducteur n'étoit point ſuffiſamment iſolé, & qu"il y avoit une communication entre ſon corps qui tiroit l'étincelle de ce conducteur & le bord de la table. Pour vérifier cette idée, il imagina très-bien de s'iſoler & de s'éloigner de la table autant qu'il étoit poſſible, & il obſerva encore le même phénomène, au moment où il tira l'étincelle.

Voilà en général les principaux phénomènes que l'Electrophore offre à notre curioſité. On conçoit facilement que ce n'eſt encore qu'une foible eſquiſſe de ceux qu'on pourra découvrir par la ſuite. Les Phyſiciens d'Allemagne s'occupent particulièrement de cet objet, & il eſt à eſpérer qu'ils nous mettront un jour à portée de connoître plus exactement cette nouvelle branche de la Phyſique électrique. Nous devons à M. *Weber*, Prêtre de Dillingue, ville de la Suabe, une nouvelle eſpèce d'électrophore aſſez ſingulière. Il l'appelle *électrophore aérien*, dont M. l'Abbé *Hemmer*, mon ami, célèbre Phyſicien de l'Académie de Manheim, & attaché à

ſon A. S. E., me donna la deſcription dans une Lettre qu'il m'écrivit le 22 Novembre 1775.

Electrophore aérien.

Etendez, me dit-il, & attachez avec des clous ſur un chaſſis de bois, long par exemple de trois pieds & large de deux, un morceau de toile de lin non-blanchie, ou une étoffe de laine, du drap noir, &c., & l'électrophore ſera fait. Avant & chaque fois que vous voudrez vous en ſervir, il faudra le ſécher parfaitement, ou au ſoleil pendant l'été, ou ſur un réchaud, ou devant le feu pendant l'hiver.

On ſe ſert pour le frotter d'une peliſſe de chat ſauvage, préparée en forme de gant, ou d'une queue de renard : mais ſi l'électrophore eſt poſé ſur une table, il faut ſur-tout que l'étoffe ne touche point à la table; il faut qu'elle ſoit bien iſolée, & qu'elle ne ſoit touchée que par l'air; & c'eſt pour cela que M. *Weber* nomme cet appareil *électrophore aérien*. Or, pour le bien iſoler, il y a pluſieurs moyens. Il ne s'agit que de mettre des pieds aux quatre angles du chaſſis, ou de le monter, comme M. *Hemmer* me l'indique, ſur un piédeſtal, ſur lequel on puiſſe le faire mouvoir facilement & lui faire prendre différentes poſitions. Tandis qu'on le frotte, ſi cette opération ſe fait dans l'obſcurité, on voit une multitude d'étincelles qui pétillent ſur la ſurface de l'électrophore, & qui y forment comme des torrens de

feu. Je me hâtai de répéter cette expérience, mais en petit : ayant pris pour faire cet inſtrument un chaſſis de bois de médiocre grandeur qui ſe préſenta, & l'ayant couvert d'une eſpèce de pluche de laine que je trouvai, le ſuccès répondit très-bien à ce que M. l'abbé *Hemmer* me marquoit, & je vis avec ſatisfaction une multitude d'étincelles qui ſembloient ruiſſeler ſur la ſurface de l'étoffe, tandis que je la frottois. Je vis même, après avoir ceſſé le frottement, de nouvelles étincelles, quelques-unes qui partirent ſpontanément de l'étoffe ſur le bois, & d'autres que j'excitai en portant le doigt ſur différens endroits de cette étoffe, & je ne doute nullement que ces effets ne fuſſent admirables, ſi on conſtruiſoit cette machine ſous de grandes dimenſions; & je l'aurois ſans doute exécutée, ſi je n'en avois été détourné par d'autres occupations plus ſérieuſes.

Théorie de l'électrophore.

Naturellement portés à ſe rendre raiſon des phénomènes qu'ils découvrent, à peine l'électrophore fut-il connu, que pluſieurs Phyſiciens cherchèrent à les expliquer. Quelques-uns crurent y voir des faits qui ne pouvoient ſe concilier avec la théorie de *Franklin* ſur l'électricité poſitive & négative. D'autres réfléchiſſant davantage ſur ces phénomènes, parvinrent à les concilier avec cette ſublime théorie. Parmi ces derniers, on doit ſur-tout diſtinguer M. *Ingen-Houſz*, Médecin de

l'Empereur, & qui ſe livre particulièrement à l'étude des phénomènes électriques. Je tiens de cet ingénieux Phyſicien, que j'ai beaucoup connu & fréquenté pendant le peu de ſéjour qu'il a fait à Paris au commencement de 1780, nombre d'expériences on ne peut plus curieuſes, dont je parlerai dans l'article ſuivant. Nous lui devons encore une ſuite immenſe de recherches importantes ſur les qualités de l'air qui s'échappe des plantes en végétation, & bientôt les Phyſiciens François ſeront à portée de jouir de ce précieux travail, par la traduction de ſon Ouvrage, qu'il a eu la complaiſance de faire à ma ſollicitation & à celle du Docteur *le Begue de Preſle*, l'homme le plus porté que je connoiſſe aux progrès des connoiſſances phyſiques, qui a bien voulu ſe charger du ſoin de cette édition en l'abſence de l'Auteur. (J'écris ceci le 16 Avril 1780 *).

Si la théorie de M. *Ingen-Houſz* s'éloigne un peu de notre manière d'expliquer les mouvemens de la matière électrique, elle ne la contredit point, & elle eſt on ne peut plus ingénieuſe. Nous nous ferons donc un plaiſir de l'expoſer ici, non avec toute l'étendue que ſon Auteur lui a donnée dans un ſavant Mémoire imprimé dans

(*) Cet Ouvrage a été publié dans le courant de la même année.

les Tranſactions Philoſophiques de Londres, mais très-peu abrégée néanmoins pour qu'on puiſſe la bien ſaiſir; & c'eſt à notre ami commun, M. *le Begue de Preſle*, que je dois la ſatisfaction de la faire connoître le premier en France. Il a bien voulu me traduire cet excellent morceau.

Nous laiſſons de côté un certain nombre de principes que M. *Ingen-Houſz* poſe d'abord, parce qu'ils ſont aſſez univerſellement reçus. Nous obſerverons ſeulement avec lui la différence qu'il établit entre les corps que nous nommons *idio-électriques* & *an-électriques*, & qu'il déſigne ici ſous les noms de *conducteurs* & *non-conducteurs* d'électricité. La ſeule différence importante qu'il admet entr'eux, c'eſt que l'électricité ne ſe répand pas auſſi facilement & auſſi rapidement à travers & ſur ceux que nous regardons comme non-conducteurs, que ſur ceux que nous appelons conducteurs de la matière électrique.

Une étincelle électrique, dit ce célèbre Phyſicien, portée ſur la ſurface d'un morceau de métal iſolé, de quelque longueur qu'il ſoit, ſe répand également dans toute ſa maſſe, ſi ce métal eſt hors de la ſphère d'activité de tout autre corps chargé d'électricité; & toute cette étincelle, toute cette vertu électrique s'enlève & ſe détruit par le ſeule attouchement ſur quelque point que ce ſoit de ce morceau de métal.

Au contraire, l'électricité ſemble s'attacher davantage à la partie d'un corps non-conducteur auquel elle eſt communiquée. Elle ne s'étend que lentement & inégalement à ſa ſurface, d'où on peut l'enlever par degrés, en touchant les parties auxquelles elle a été communiquée.

Il y a, ajoute-t-il, quelques corps qui ſemblent tenir le milieu entre ces deux manières dont les corps conducteurs & les non-conducteurs ſe comportent avec le fluide électrique. Dans cette troiſième claſſe, ce fluide ſe propage, ſe répand comme dans les bons conducteurs, mais lentement; c'eſt ce qui arrive par rapport au bois, l'air humide & à pluſieurs autres corps. Il ſemble que l'électricité ſe répande dans ces corps, peu près comme le ſucre & le ſel s'étendent dans l'eau, en chargeant & en ſaturant de plus en plus ce liquide.

Tous ces corps ſemblent n'acquérir la vertu électrique qu'avec quelque réſiſtance, & après qu'ils l'ont acquiſe ils la retiennent plus fortement, & ils ne la communiquent que plus difficilement par les conducteurs.

Un ſeul toucher enlève toute l'électricité d'un corps métallique, mais non d'un morceau de verre, ou de tout autre corps non-conducteur. Le plateau métallique d'un électrophore, ſon conducteur, ne prend preſque point, ou point du

tout d'électricité du gâteau réſineux, ſi on l'enlève ſans qu'il ait été touché, tandis qu'il eſt ſur ce gâteau.

Tous les corps réſineux, la ſoie & beaucoup d'autres, retiennent plus fortement leur état électrique que le verre quoique ſec. Ainſi, un morceau de verre excité eſt preſqu'entièrement privé de ſon état d'électricité par le conducteur qu'on y fait toucher; mais un corps réſineux qui vient d'être touché contient & conſerve encore une grande portion de ſon électricité.

Juſques-là M. *Ingen-Houſz* ne nous propoſe que des vérités univerſellement reçues de ceux qui ont le mieux ſaiſi les mouvemens de la matière électrique: mais les principes qu'il établit enſuite ſeront ſans doute neufs pour la plupart de nos Lecteurs, & méritent qu'ils les liſent & qu'ils les méditent avec attention.

Principes généraux qui conduiſent à cette théorie.

1°. Un conducteur iſolé & placé dans la ſphère d'activité d'un corps non-conducteur électriſé, ou mieux qu'on met en contact avec ce dernier, acquiert en même tems deux électricités contraires. La partie qui eſt en contact ou très-voiſine du corps électriſé non-conducteur, acquiert une électricité contraire à celle du corps électriſé, en même tems que l'extrémité oppoſée ou la plus éloignée acquiert la même eſpèce d'électricité que

le corps non-conducteur électrisé. L'Auteur entend ici que l'électricité propre du conducteur est comme refoulée vers une de ses extrémités, par l'abord de celle que le corps conducteur électrisé fournit à l'extrémité qui lui est contiguë. Mais on saisira plus facilement cette idée dans une conclusion que l'Auteur déduit de ses deux principes.

2°. Un corps conducteur isolé & mis en contact avec un autre conducteur électrisé, soit positivement, soit négativement, acquiert la même espèce d'électricité dans toute son étendue, ou partage par portions égales l'électricité du conducteur électrisé.

Mais si un conducteur isolé se trouve seulement dans la sphère d'activité d'un conducteur électrisé, il acquiert, comme dans le premier exemple (1°.), deux électricités différentes. La partie la plus proche du conducteur électrisé acquiert, une électricité contraire à celle du corps électrisant, & son extrémité la plus éloignée une même électricité que celle du corps électrisant.

Il paroît donc, conclut M. *Ingen-Housz*, que c'est une loi de la Nature que le fluide électrique accumulé sur un corps, & qui trouve un obstacle à se porter aux corps environnans, parce qu'il

qu'il y a entre deux un corps non-conducteur, tel que l'air ſec, le verre, &c; il paroît, dis-je, que ce fluide accumulé force par ſa puiſſance répulſive le fluide électrique naturellement contenu dans tous les corps, à ſe retirer à l'extrémité la plus éloignée du corps environnant, de manière qu'il produit dans la partie ou l'extrémité la plus voiſine, une eſpèce de vuide d'électricité, juſqu'à ce qu'enfin ce fluide ſe trouve en ſi grande quantité ſur le corps électriſé, qu'il ſurmonte la réſiſtance de la ſubſtance intermédiaire non-conductrice, qu'il s'y ouvre par force un paſſage, & s'élance ſous la forme d'une étincelle ſur le corps voiſin.

En ſuivant cette théorie, M. *Ingen-Houſz* en fait une application aſſez induſtrieuſe, à la manière ſelon laquelle la bouteille de Leyde, le tableau magique & tout autre corps de même eſpèce ſe chargent d'électricité.

3°. Si le fluide électrique eſt porté ſur la ſurface d'un plateau de verre revêtu d'étain ſur ſes deux faces, ce fluide, trouvant un obſtacle à ſon paſſage dans le plateau même, s'accumule ſur la ſurface qui le reçoit, oblige le fluide qui réſide à la ſurface oppoſée à abandonner cette dernière, ſi toutefois il ſe trouve auprès ou en contact avec elle quelque corps conducteur qui puiſſe porter ce fluide plus loin, juſqu'à ce qu'il ſe

trouve assez accumulé sur la surface opposée pour surmonter la résistance du verre, afin de se répandre de lui-même sur l'autre surface, où il s'étoit fait une espèce de vuide ; & c'est-là, comme on voit, la raison pour laquelle une bouteille de Leyde ou tout autre corps de cette espèce se perce & se brise par l'effort d'une électricité surabondante, & devient hors d'état d'être électrisé de nouveau.

Mais après que le fluide électrique d'un premier conducteur a de la même manière filé, si on peut s'exprimer ainsi, un plateau d'air, qui empêche jusqu'à un certain point son libre passage entre le premier conducteur & le corps le plus voisin, en lui donnant une étincelle, la même étincelle peut être tirée de nouveau tant qu'on veut, parce que l'ouverture formée par l'étincelle à travers la plaque d'air, est immédiatement fermée de nouveau par la propriété générale des fluides de s'épandre.

4°. Si un conducteur isolé se trouve placé, comme il est dit ci-dessus, dans la sphère d'activité d'un corps électrisé, de manière qu'il possède à ses différentes extrémités une électricité contraire, il communique à tout autre corps, mis en contact avec lui ou à une distance qui ne l'empêche pas de le frapper, il communique une portion de cette espèce d'électricité acquise à son

extrémité la plus éloignée, & il perd cette portion de fluide électrique, de quelqu'eſpèce qu'elle ſoit, qui réſidoit à cette extrémité. De-là, ſi ce corps étoit ôté de la ſphère d'activité dans laquelle nous le ſuppoſons plongé, on trouveroit qu'il ſeroit électriſé négativement, ſi le principal corps électriſé, dans la ſphère duquel ce conducteur étoit plongé, étoit électriſé poſitivement. Au contraire, on le trouveroit électriſé poſitivement, ſi le premier l'étoit négativement.

De là nous voyons la vérité de ce que quelques Phyſiciens électriſans avoient annoncé comme un fait, qu'un corps plongé dans l'atmoſphère d'un corps électriſé, acquiert une électricité contraire à celle du corps électriſé : mais ſi le corps plongé eſt d'une petite étendue, on lui trouve la même électricité dans toute ſon étendue, & cela ſans doute parce que les deux extrémités d'un corps de cette eſpèce ne peuvent être éprouvées ſéparément, au lieu qu'un corps d'une certaine étendue montre d'une manière très-ſenſible deux électricités diſtinctes. La cauſe d'un fait auſſi ſurprenant doit s'entendre facilement par les principes adoptés ci-deſſus.

Si nous ſuppoſons, en effet, que le corps électriſant ſoit dans un état d'électricité poſitive, l'atmoſphère qui l'enveloppe oblige par ſa qualité répulſive le fluide électrique du corps voiſin à ſe

porter à l'extrémité la plus éloignée de ce corps, & conſéquemment l'oblige de s'accumuler en cet endroit, d'où il eſt diſpoſé à ſe porter ſur un autre corps qui ſoit de nature à le recevoir, s'il en eſt aſſez près.

Si le corps électriſé eſt dans un état négatif d'électricité, l'explication du phénomène devient un peu plus difficile, & il faut plus d'attention pour concevoir ce qui ſe paſſe alors.

Le corps électriſant étant dans un état négatif d'électricité, il ſe trouve, ſi on peut s'exprimer ainſi, dans une eſpèce de vuide d'électricité. Le fluide électrique de tout autre corps qui eſt dans ſon état naturel, & par conſéquent dans une eſpèce d'inactivité, d'inertie, confiné comme il eſt dans ſes limites par le fluide électrique de tous les corps environnans, venant à être apporté près du corps électriſé négativement, acquiert une activité de ce côté. Il met en action ſa qualité répulſive naturelle vers ce corps, ſur lequel il ne trouve point une quantité ſemblable d'électricité qui réſiſte à ſon reſſort. Ainſi, le fluide électrique de ce corps perdant alors ſon état d'équilibre, & s'accumulant de lui-même vers ce vuide, y produit une électricité poſitive, en même tems que ſa propre extrémité oppoſée devient électriſée négativement.

Après avoir développé ces principes, qui s'ac-

cordent on ne peut mieux avec la théorie de *Franklin*, M. *Ingen-Houſz* s'applique à conſidérer cette eſpèce de réſiſtance qu'on remarque dans les corps non-conducteurs pour recevoir & pour ſe deſſaiſir de toute eſpèce d'électricité, ſoit poſitive, ſoit négative; & il la conſidère ici avec d'autant plus de ſoin, qu'elle fait la baſe de ſa théorie de l'électrophore. Auſſi s'applique-t-il à la bien démontrer par des faits qu'on ne peut révoquer en doute.

Propriété ſingulière des corps conducteurs qui fait la baſe de cette théorie.

1°. Les corps non-conducteurs reçoivent avec une certaine difficulté toute eſpèce d'électricité poſitive & négative. On en trouve la preuve dans une expérience que tout le monde connoît. Perſonne, en effet, n'ignore qu'un morceau de verre ſec, tenu près du premier conducteur d'une machine électrique, ne reçoit point ou preſque point d'électricité, à la même diſtance où un morceau de métal ou toute autre ſubſtance conductrice, aura reçu un degré conſidérable d'électricité, ou même une forte étincelle.

2°. On peut auſſi facilement démontrer la ſeconde partie de cette même propriété, & faire voir qu'un corps non-conducteur ne ſe deſſaiſit que difficilement de l'électricité qu'il a reçue, de quelque eſpèce qu'elle ſoit.

Un morceau de métal iſolé, par exemple la plaque métallique ou le conducteur d'un élec-

trophore, placé ſur le gâteau réſineux fortement électriſé, ou n'en reçoit point du tout d'électricité, ou n'en reçoit qu'une très-foible portion, ſi on l'enlève de deſſus ce gâteau, avant qu'elle ait été touchée, tandis qu'elle eſt en contact avec lui. Elle eſt cependant dans un état actuel d'électricité, tant qu'elle repoſe ſur ce gâteau. Or, ſi le gâteau réſineux communiquoit auſſi facilement ſon électricité qu'un corps conducteur électriſé, cette plaque métallique, ce conducteur en recevroit une quantité d'autant plus abondante que le métal ne réſiſte aucunement à recevoir la vertu électrique.

Cela poſé, examinons avec M. *Ingen-Houſz*, & avec attention, l'état d'un corps placé dans la ſphère d'activité d'un corps non-conducteur électriſé, par exemple d'un gâteau de réſine, d'un plateau de verre, &c.; ou mieux examinons l'état d'une plaque de métal placée ſur le gâteau reſineux d'un électrophore, en ſuppoſant que ce gâteau ſoit chargé d'électricité poſitive, eſpèce d'électricité qu'il acquiert facilement en gliſſant ſur ſa ſurface le crochet d'une bouteille de Leyde chargée à la manière ordinaire, ou par quelqu'autre moyen.

L'électricité ſurabondante dans ce gâteau repouſſe le fluide électrique du plateau de métal ou du conducteur à ſon extrémité la plus éloi-

gnée, & y produit une accumulation de ce fluide; ou, si on veut, elle y produit une électricité positive, tandis qu'elle produit une électricité négative à la surface qui est en contact avec le gâteau.

Si dans cet état un corps conducteur est mis en contact avec la plaque métallique, ou placé à une distance où elle puisse le frapper, il en recevra une étincelle, & cette étincelle sera le fluide électrique de la plaque métallique, qui étoit accumulé vers une de ses extrémités, où il avoit été repoussé par la force répulsive de l'électricité surabondante dans le gâteau.

Si on touche cette plaque métallique à l'endroit où elle est vraiment dans un état négatif, elle donnera néanmoins une portion de son électricité positive accumulée, parce que la vertu répulsive de l'atmosphère du gâteau oblige ce fluide accumulé à sortir de quelque partie que ce soit de ce métal, le fluide électrique parcourant librement les métaux.

Ce plateau métallique, ou ce conducteur, étant ainsi privé du fluide électrique qui s'y étoit accumulé, devient électrisé négativement : mais la vertu répulsive du fluide électrique du gâteau continuant d'agir sur le plateau métallique, repousse, renvoie ce qui reste d'électricité vers sa partie la plus éloignée, de manière à mettre ce plateau dans

le même état où il étoit avant d'être mis ſur le gâteau. Ainſi, l'état négatif dans lequel ce plateau ſe trouve, ne peut paroître que quand ce métal eſt hors de la ſphère d'activité de l'atmoſphère du gâteau. C'eſt pourquoi ſi on l'enlève par une main qui l'iſole du gâteau réſineux, il donne des ſignes évidens qu'il a perdu une partie de ſa quantité naturelle d'électricité, ou qu'il eſt électriſé négativement, le gâteau réſineux ayant plus de force que le plateau métallique pour conſerver l'état d'électricité qu'il a acquis.

Si le gâteau réſineux eſt dans un état d'électricité négative, état qu'il acquiert par le frottement, ſoit par la main ſeule ou par un frottoir approprié, ſoit enfin en gliſſant deſſus la ſurface négative d'une bouteille de Leyde qu'on tient par ſon crochet, il arrivera le contraire des phénomènes précédens; c'eſt-à-dire, que le fluide électrique du plateau métallique trouvant un eſpace vuide d'électricité ſur le gâteau réſineux, s'élance deſſus, & laiſſe par-là ſon extrémité oppoſée dans un état négatif.

De-là, un conducteur ou un corps quelconque conducteur jouiſſant de ſa quantité naturelle d'électricité, étant porté vers ce plateau de métal, lui donne une étincelle qu'il retient comme une doſe, une portion de plus ajoutée à la ſienne. Si ce plateau eſt enſuite ſéparé du gâteau réſineux,

il retiendra la quantité additionnelle qu'il a reçue du corps qu'on en a approché ; parce que le gâteau réſineux, étant par ſa nature plus propre que le métal à retenir l'état d'électricité qu'il a acquis, demeure dans le même état où il étoit avant que le métal fût placé ſur lui. Par conſéquent le plateau métallique ou le conducteur ayant acquis une quantité additionnelle dans le tems qu'il étoit poſé ſur le gâteau, & conſervant ſa quantité naturelle, ſe trouvera dans un état poſitif d'électricité lorſqu'on l'enlèvera de deſſus le gâteau.

Ceci confirme ce que nous venons de dire plus haut, que dans le premier cas le gâteau de réſine ne quitte point ou ne ſe deſſaiſit point du fluide électrique qu'il a acquis, & de même que dans le ſecond cas il ne dérobe point au conducteur le fluide électrique qu'on y ajoute.

Ce qui arrive au conducteur ſe fait auſſi obſerver par rapport à la plaque de métal ſur laquelle le gâteau réſineux eſt ordinairement fixé : mais l'effet inverſe doit avoir lieu ici ; c'eſt-à-dire, lorſque le plateau ſupérieur ou le conducteur eſt enlevé de deſſus le gâteau dans un état poſitif, la plaque de métal, qui eſt ſous la réſine, doit ſe trouver dans un état négatif, ſi l'électrophore eſt poſé ſur un iſoloir.

On demandera peut-être quelle différence il y a entre un électrophore & une bouteille de Leyde garnie des deux côtés, & chargée d'électricité : je réponds qu'il n'y en a point du tout, ſi les deux ou ſeulement une des garnitures métalliques peut s'enlever avec des cordons de ſoie, ou un morceau de cire à cacheter, ou tout autre corps propre à iſoler ; & c'eſt une vérité que M. *Ingen-Houſz* met ici dans tout ſon jour.

Comparaiſon de l'électrophore à la bouteille de Leyde.

Qu'on prenne à la place d'un électrophore un morceau de glace préparé comme pour le tableau magique, ou mieux garni de deux lames de métal, une pour chacune de ſes ſurfaces, mais plus petit toutefois d'un pouce ou environ tout-autour que la ſurface de cette glace, & de façon que ces deux garnitures puiſſent être enlevées au moyen d'un cordon de ſoie qui y ſoit attaché, ou par des bâtons de cire d'Eſpagne. Après avoir établi une communication libre entre le réſervoir commun & la garniture de deſſous ou inférieure, faites toucher la garniture ſupérieure au conducteur d'une machine électrique, & le plateau de glace ſera chargé à la manière ordinaire.

Dans ce cas, le conducteur de la machine électrique a obligé une quantité ſurabondante de fluide électrique à s'accumuler ſur la ſurface la plus proche de lui par le moyen de la garniture,

& a eu autant de fluide électrique qui a été contraint de quitter la ſurface oppoſée, & de paſſer dans le réſervoir commun.

Maintenant établiſſez une communication métallique entre les deux garnitures. A l'inſtant, la glace ſera déchargée ; &, en effet, voilà ce qui ſe paſſe en apparence. Mais ſi nous examinons avec plus d'attention ce qui eſt arrivé, nous trouverons que la garniture métallique ſupérieure a communiqué par la décharge tout le fluide électrique que le premier conducteur avoit accumulé ſur elle, & en outre, cette partie de ſon propre fluide électrique que le pouvoir répulſif du fluide électrique ſurabondant a communiquée à cette ſurface ſupérieure de verre, par la force qui chargeoit & tendoit à faire paſſer cette matière à travers ſon épaiſſeur, & que la ſurface inférieure a recouvré autant de fluide électrique que le verre en avoit contraint de la traverſer pour paſſer dans le réſervoir commun ; & la garniture a en outre acquis & abſorbé cette quantité de ſurplus ou additionnelle que cette ſurface de verre devenue négative a tirée du métal même. Ainſi on ſentira que le verre n'a, en aucune manière, quand la décharge eſt faite, communiqué ou partagé cet état d'électricité qu'il avoit acquis, par la force de la machine qui l'a chargé.

Ainſi, puiſque le verre & toutes les ſubſtances

idio-électriques reçoivent avec beaucoup de difficulté un état d'électricité positive ou négative, & le communiquent avec beaucoup de réſiſtance, il doit s'enſuivre que quand ces deux garnitures ſont ſéparées & éloignées du verre, de façon qu'elles ne ſe trouvent plus à portée d'abſorber ou de perdre le fluide électrique par le moyen d'autres corps conducteurs placés dans leur proximité, la garniture ſupérieure, qui étoit dans un état poſitif d'électricité lorſque le verre étoit chargé, & qui étoit preſque dans ſon état naturel, lorſqu'après la décharge elle eſt demeurée jointe ou en contact avec le verre; cette garniture, dis-je, ſéparée doit donner des ſignes d'électricité négative, puiſqu'elle a perdu, dans le moment de la décharge, une portion de ſon électricité naturelle.

La garniture inférieure, qui étoit dans un état négatif lorſque le verre étoit chargé, & qui, comme l'autre garniture, étoit dans ſon état naturel quand, après la décharge faite, elle eſt demeurée jointe ou en communication avec le verre, doit, étant ſéparée & éloignée de ce verre, donner des ſignes d'une électricité poſitive, puiſqu'elle a abſorbé une quantité de fluide électrique.

Si donc ces deux garnitures ſont ſéparées avec art & éloignées du verre, & enſuite portées

l'une vers l'autre, elles s'attireront mutuellement & vers le point de contact. On doit obſerver une étincelle s'élancer de l'une à l'autre, parce que la garniture qui a acquis une quantité ſurabondante de fluide électrique, doit la communiquer à l'autre qui a perdu une certaine quantité de la ſienne, pour que l'équilibre ſe rétabliſſe entr'elles deux.

Si ces garnitures ſont appliquées comme auparavant ſur le même verre, on tirera une étincelle d'électricité poſitive de la garniture ſupérieure, & une étincelle négative de l'inférieure. Si de nouveau on les ſépare & on les éloigne du verre, comme dans le premier cas, la garniture ſupérieure donnera une étincelle négative, & l'inférieure une poſitive; & on pourra tirer alternativement ces étincelles pendant long-tems.

Cette théorie de l'électrophore démontre, 1°. qu'un électrophore eſt dans le fait une bouteille de Leyde d'une forme particulière, ou une eſpèce de tableau magique, dont les garnitures, ou du moins une d'elles eſt enlevée à volonté par le moyen d'un corps non-conducteur. Inductions tirées de cette théorie.

2°. Que l'électrophore, avant qu'on ait touché ſon conducteur, eſt dans le fait une bouteille de Leyde, ou un tableau magique chargé; & après que le conducteur a été touché, ce n'eſt

plus qu'une bouteille de Leyde, ou un tableau magique déchargé.

3°. Que l'étincelle tirée du conducteur, après qu'il a été ſoulevé de deſſus le gâteau réſineux par un corps non-conducteur, eſt de même eſpèce que celle qui ſeroit donnée par la garniture d'une bouteille de Leyde qui en ſeroit enlevée par un corps non-conducteur, après que cette bouteille ſeroit déchargée, ou bien par la garniture du tableau magique ſéparée du verre par un corps non-conducteur, après que ce tableau auroit été déchargé à l'ordinaire.

4°. Il paroît auſſi, par cette même théorie, qu'une bouteille de Leyde ne perd qu'en apparence toute ſa vertu par la décharge; mais que cette bouteille, une fois chargée, peut donner un nombre infini d'étincelles, en enlevant la garniture interne par un corps non-conducteur, & en ſuppoſant qu'on la touche avant de la remettre en place ou en contact avec le verre.

Ceux qui ſeroient curieux de ſuivre ces analogies, y réuſſiroient plus facilement en changeant la forme ordinaire d'une bouteille de Leyde, en celle d'un verre ordinaire conique; c'eſt le moyen dont M. *Ingen-Houſz* s'eſt très-avantageuſement ſervi pour cela. Il appliqua, auſſi exactement qu'il lui fut poſſible, une feuille d'étain ſur la ſurface

intérieure d'un verre de cette eſpèce, ſans l'y coller. Enſuite il remplit ce verre de cire fondue, à laquelle il fixa un bâton de cire à cacheter, pour ſervir d'iſoloir, & enlever comme il convient la garniture. Rien de plus commode, pour éprouver l'état d'électricité des corps, ſoit poſitif, ſoit négatif, que le petit électromètre de M. *Canton*, dont nous parlerons dans l'Article ſuivant.

ARTICLE V.

De deux eſpèces particulières de Machines électriques qu'on peut porter dans la poche, & de quelques Phénomènes ſinguliers de commotion électrique.

NOus raſſemblons ici dans un même article des objets un peu diſparates, n'ayant point trouvé occaſion d'en faire mention dans le cours de cet Ouvrage, & croyant ne devoir pas les paſſer ſous ſilence. Nous diviſerons donc cet article en deux paragraphes, pour ne pas confondre abſolument deux objets tout-à-fait indépendans l'un de l'autre.

Diviſion de cet Article.

§. Ier.

Machines électriques de poche.

Nous devons l'une & la plus anciennement

Machine de M. *Canton*.

connue de ces deux machines à feu à M. *Canton*, & l'autre à M. *Ingen-Houſz*. Celle de M. *Canton* ſe trouve toute faite par-tout ; il ne s'agit que de ſe munir d'un petit appareil très-portatif que voici.

Ayez deux petites lames de bois bien dreſſées & bien polies, de ſix pouces de longueur, ſix lignes de largeur, & de trois lignes ou environ d'épaiſſeur ; telles que A & B (*pl. 9, fig. 9*). Que ces deux lames ſoient jointes enſemble par une charnière *a b*, de façon qu'elles puiſſent ſe plier l'une ſur l'autre, & ſe fermer avec un crochet *c*.

Outre cela, creuſez ſur chacune & vers la charnière deux petites cavités hémiſphériques, ſuffiſamment grandes pour recevoir de chaque côté la moitié de deux petites boules de ſureau *d* & *e*, ſuſpendues à deux fils de lin bien unis, & trempés dans de l'eau ſalée. Ces fils, ou mieux ce fil plié en deux, doit être arrêté & attaché au bouton de la tablette A, ſur laquelle roule le crochet *c*, lorſque les tablettes ſont fermées, & que les boules ſont logées dans leurs cavités. Voilà tout l'appareil conſtruit, & il faut en avoir deux ſemblables. On peut les renfermer tous les deux dans un même étui, pour les porter dans la poche.

Pour en faire uſage, il ne faut que trois verres

à

à boire bien ſecs & bien propres, & on en trouve par-tout. Or, voici une ſuite d'expériences aſſez curieuſes que M. *Canton* fit avec cette machine, à deſſein de confirmer la théorie de M. *Franklin*.

On poſe ſur un des verres l'un des appareils ci-deſſus, comme on le voit repréſenté dans la *figure 9*, de façon que les boulettes pendantes puiſſent ſaillir au-delà du rebord de la table ſur laquelle on fait cette expérience. On poſe le ſecond appareil ſur un ſecond verre & de la même manière, & on diſpoſe ces verres près l'un des coins de la table, dans une telle poſition que les boulettes de ces deux appareils pendent tout-à-fait en-dehors aux deux côtés du même coin, tandis que les deux bouts des appareils dénués de boulettes ſont à la diſtance d'un pouce l'un de l'autre, & les lames de bois dans le même plan.

Cela fait, on frotte le troiſième verre avec un mouchoir de ſoie, ou mieux avec un morceau de taffetas noir; & pour que ces ſortes d'expériences réuſſiſſent autant bien qu'il eſt poſſible, il eſt néceſſaire de faire chauffer les verres au moment où on veut s'en ſervir.

10. Si on approche le verre frotté d'une des paires de boulettes, elles en ſeront attirées & électriſées; & ſi on éloigne le verre, on les verra alors ſe repouſſer mutuellement, & reſter à une certaine diſtance l'une de l'autre.

2o. Veut-on faire voir que le fluide électrique pénètre le bois, & ſe répand aiſément d'un bout à l'autre, étant tout-à-la-fois ſuſceptible de diviſion & de communication ?

Sans toucher au bois, on approche les deux verres l'un de l'autre, de façon que les deux bouts des deux appareils qui étoient éloignés parviennent au point de contact ; & on voit auſſi-tôt que les deux boulettes écartées ſe rapprochent de la moitié de l'intervalle qui les ſéparoit, & que les deux dernières boulettes qui n'avoient point été électriſées s'écartent à leur tour autant que les deux premières le demeurent.

3o. Veut-on démontrer que le fluide électrique, commu niqué à ces deux conducteurs de bois, ne ſe communique point à un corps *idio-électrique* ? Il ne s'agit que de toucher avec une baguette de verre, un bâton de cire d'Eſpagne, l'une de ces planchettes électriſées, & on ne s'appercevra d'aucun changement ; les boulettes reſteront dans le même état : mais il n'en arrivera point ainſi, on les verra ſe rapprocher, leur électricité étant détruite, ſi on touche les planchettes avec la main, avec un morceau de métal, ou avec tout autre corps ſuſceptible d'être électriſé par voie de communication.

4o. S'agit-il de démontrer que les parties du fluide électrique ſe repouſſent réciproquement, &

que la quantité naturelle qui en eſt contenue dans une matière quelconque peut être miſe en mouvement par répulſion ?

On frotte le verre & on l'électriſe ; & aprés avoir ſéparé les deux appareils, on préſente le verre électriſé au-deſſus du bout de l'un des deux où il n'y a point de boulettes pendantes : à l'approche de ce verre, on voit les boulettes qui ſont à l'autre bout s'entr'ouvrir & s'écarter. On retire le verre, & elles ſe rapprochent ; ce qui montre que l'écartement des boulettes n'a point été occaſionné par de l'électricité communiquée, puiſqu'il n'y en reſte point, dès que le verre eſt éloigné, mais uniquement par le mouvement de la quantité naturellement contenue dans le bois que la force répulſive de celle du verre frotté a chaſſée d'un bout à l'autre du bois ; de ſorte qu'elle s'eſt accumulée au bout où tiennent les boulettes, le bout attenant le verre étant épuiſé à proportion. On lui fait reprendre ſa place en retirant le verre, parce que l'équilibre ſe rétablit ; auſſi voit-on revenir les boulettes à leur place. Cette idée de M. *Canton* fait, comme on voit, la baſe de la théorie de M. *Ingen-Houſz* ſur l'électrophore, que nous avons expoſée dans l'article précédent.

50. Si on préſente encore une fois le verre électriſé au-deſſus du bout d'un de ces appareils, &

qu'après que la quantité naturelle d'électricité aura été chaſſée à celui où pendent les boulettes, & que celles-ci ſe ſeront ſéparées, on touche à ce dernier bout avec le doigt, on enlèvera l'électricité qui s'y ſera accumulée, & on ne laiſſera alors à cette extrémité de l'appareil & aux boulettes que leur quantité naturelle d'électricité. On verra donc alors ces boulettes ſe rapprocher. Si, à ce dernier moment, on retire en même tems & le doigt & le verre qui touche encore au bout oppoſé, on verra auſſi-tôt les boulettes s'écarter de nouveau : mais elles ſeront alors, ainſi que le bois auquel elles pendent, dans un état bien différent d'électricité ; elles ſeront électriſées négativement. En retirant le verre, en effet, la quantité naturelle d'électricité, que le doigt avoit laiſſée à l'autre bout, retourne & ſe répand uniformément dans tout le bois ; & comme celui-ci a perdu une certaine quantité de ſon électricité naturelle, que le doigt lui a enlevée, le reſtant eſt par rapport au total, moins que la quantité naturelle.

6°. Veut-on prouver que ces boulettes ſont alors dans un état négatif d'électricité ? il ne s'agit que d'en approcher le verre électriſé ; il les attirera à lui, aulieu qu'il les repouſſeroit, ſi elles étoient dans un état poſitif. D'un autre côté, elles ſeront repouſſées par un bâton de cire d'Eſ-

pagne frotté, dont on ſait que l'électricité eſt négative ; aulieu que cette même cire frottée les attireroit, ſi elles étoient dans un état poſitif d'électricité.

7°. Mais, pour ſe procurer la preuve la plus convaincante qu'elles ſont dans un état négatif, voici comment on peut procéder. Electriſez l'autre appareil poſitivement, comme nous l'avons indiqué ci-deſſus ; &, lorſque les boulettes de chaque appareil ſeront écartées au même degré, ce qui montre qu'il y a autant en plus d'une part qu'en moins de l'autre, approchez les deux bouts de ces appareils au point de contact, & vous verrez les boulettes, tant d'une part que d'autre, ſe rejoindre à l'inſtant, l'une des deux paires reſtituant à l'autre la quantité qui lui manque.

Machine électrique de poche de M. *Ingen-Houſz*.

La machine électrique de poche imaginée par M. *Ingen-Houſz*, n'eſt pas moins ingénieuſe que celle de M. *Canton* ; & elle a cet avantage par-deſſus cette dernière, qu'elle produit des effets bien plus conſidérables. Elle conſiſte en un ruban vernis A B (*pl.* 9, *fig.* 10), & un tube de verre C D, fermé hermétiquement d'un côté, garni de la même manière qu'une bouteille de Leyde, & recouvert-en deſſus d'un enduit réſineux ou de cire d'Eſpagne. Dans ce tube eſt implantée une tige de métal, qui ſe termine au dehors par une petite boule, ou mieux par une

petite maſſe de métal taillée en forme d'olive. Un morceau de peau de lièvre de la largeur de deux doigts, & de cinq à ſix pouces de longueur, fait le complément de cet appareil, qui ſe plie & ſe renferme dans un étui.

Veut-on en faire uſage ? on prend le ruban de la main gauche par l'une de ſes extrémités, & on le laiſſe pendre librement. On prend de l'autre main le morceau de peau de lièvre, qu'on plie entre le pouce & l'index, & qu'on retient dans cette ſituation par deux brides de fort galon couſues vers les extrémités de cette peau, & du côté où elle eſt ſans poil. On paſſe l'index & le pouce dans ces deux brides. Cela fait, on prend le tube de verre, de façon que la boule qui le termine étant tournée du côté du ruban qu'on doit frotter avec la peau, cette boule excède d'un pouce ou environ les bords de la peau. On fait paſſer ce tube pardeſſus le doigt index, de là ſous le doigt du milieu & ſous le doigt annulaire, & il revient enſuite pardeſſus le petit doigt. De cette manière, on le tient fermement ; & en frottant de haut en bas le ruban entre les doigts revêtus de la peau, la boule du tube ſuit cette peau dans ſa chûte & s'empare de l'électricité qu'elle excite en paſſant. En réitérant cette friction une vingtaine ou une trentaine de fois, le tube eſt ſuffiſamment chargé d'électricité, il

eſt propre à donner la commotion à quelques perſonnes qui ſe tiendroient par la main, & à faire pluſieurs autres expériences de ce genre, & qui n'exigent pas une forte doſe d'électricité. En général, on peut faire avec ce tube électriſé de cette manière, toutes les expériences qu'on fait avec une bouteille de Leyde; car il ne diffère aucunement d'une bouteille de cette eſpèce, & dans ſa forme, & dans la manière ſelon laquelle il s'électriſe.

Cette machine, de nouvelle conſtruction, étant on ne peut plus attrayante, & par ſa ſingularité, & par ſa nouveauté, nous croyons obliger nos Lecteurs en leur indiquant que M. *Rouland*, mon neveu, les fait préparer de manière qu'elles produiſent tout l'effet qu'on en peut attendre, & on peut s'adreſſer à lui pour s'en procurer; il fait encore préparer des rubans beaucoup plus larges, attachés par leurs extrémités à des traverſes en cuivre, & dont le tube faiſant fonction de conducteur, étant beaucoup plus gros, produit des effets bien plus ſenſibles & propres à faire des expériences beaucoup plus en grand.

§. II.

De quelques Phénomènes ſinguliers de commotion électrique.

Objet de ce paragraphe.

NOUS ne reviendrons point ici, ni ſur la manière d'exciter la commotion électrique que nous avons ſuffiſamment développée dans la ſeconde Section de cet Ouvrage, ni ſur la théorie de ce phénomène que nous avons expoſée très-en détail dans la même Section ; nous ne parlerons ſeulement que de quelques phénomènes particuliers ; trop récemment venus à notre connoiſſance, pour que nous ayons pu en faire mention lorſque nous avons traité de cette matière, & nous expoſerons ces phénomènes ſous la forme de problêmes ; dont nous donnerons la ſolution.

Premier Problême.

Premier problême : briſer un morceau de glace par une commotion.

Briſer par une commotion électrique un petit carreau de glace d'un pouce ou environ de face.

Solution. Ayez une planchette A B (*pl.* 9 ; *fig.* 11), de ſept à huit pouces de longueur, ſur trois pouces de largeur, ſur les deux

extrémités de laquelle s'élèvent deux piliers de bois C & D, terminés par des boules percées, & dans leſquelles gliſſent à frottement deux tiges de métal; l'une E ſe terminant en dehors par une boule, & l'autre F par un anneau & par leurs extrémités oppoſées en pointes, mais applaties en deſſous. Fixez ſur le milieu de la tablette un petit pilier G, percé ſelon ſon axe & dans la cavité duquel monte & deſcend à frottement la tige H d'une tablette quarrée de quinze à dix-huit lignes de face, & revêtue d'ivoire en deſſus. C'eſt ſur cette tablette que vous poſerez le morceau de glace que vous voudrez briſer, & contre les deux bords oppoſés duquel vous pouſſerez & appuierez fortement & vers le milieu de leur épaiſſeur les deux tiges de métal E & F. Recouvrez le verre d'un petit vaſe de bois K, pour empêcher que les éclats ne s'échappent, & ne ſe portent à une trop grande diſtance, & l'appareil ſera tout diſpoſé.

Lorſque vous voudrez faire l'expérience, faites toucher a boule de la tige E à la garniture extérieure d'un grand bocal que vous chargerez d'électricité. Un bocal de neuf à dix pouces ſuffit à cet effet. Lorſqu'il ſera bien chargé d'électricité, appuyez l'une des extrémités de l'excitateur ſur l'anneau de la tige F, & de l'autre extrémité

du même excitateur déchargez le bocal. La charge ne pourra arriver à la ſurface extérieure du vaiſſeau qu'en traverſant le petit carreau de glace, en s'élançant d'une tige à l'autre, & dans ce trajet elle briſera la glace. Le ſuccès de cette expérience ne peut être aſſuré qu'autant qu'on a bien ſoin de ſécher la glace de façon qu'il n'y reſte point d'humidité, qui pourroit ſervir de conducteur. Quelquefois encore la glace réſiſte, & dans ce cas on voit une tache griſe ſur ſa ſurface, qui marque le trajet de la matière électrique.

Second Problême.

Se procurer ſur-le-champ de la lumière par une commotion électrique.

Second problême : ſe procurer de la lumière par une commotion électrique.

Solution. Nous avons ſuffiſamment démontré que l'étincelle électrique étoit un véritable feu, & qu'elle avoit la faculté d'embraſer & d'allumer des ſubſtances inflammables : mais il s'agit ici d'opérer le même phénomène ſur-le-champ, ſans y employer immédiatement le ſecours d'une machine électrique & le miniſtère d'une autre perſonne, comme il eſt indiſpenſablement néceſſaire dans les expériences de ce genre que

nous avons décrites. Il ne faut ici qu'un appareil assez simple & qui puisse conserver assez longtems l'électricité qu'on lui communique, pour produire au besoin l'effet qu'on en attend. Il ne faut qu'une petite bouteille de Leyde, mais mieux préparée que celles dont on fait ordinairement usage & qui ne gardent que très-peu de tems leur charge d'électricité, parce que le crochet qu'on y adapte se trouvant plongé dans l'atmosphère, la surface intérieure de la bouteille s'y décharge insensiblement de la dose d'électricité qu'on lui a donnée, fût elle-même isolée, à moins que l'air ne soit fort sec. Nous devons à M. *Cavallo* la manière de préparer ces sortes de bouteilles, & j'en ai vu qui ont conservé pendant plusieurs jours leur charge d'électricité.

Une bouteille cylindrique de deux pouces de grosseur & de quatre pouces de hauteur, est plus que suffisante pour notre expérience. On la revêtit intérieurement & extérieurement d'une substance métallique, selon la méthode du docteur *Bevis*. Ensuite on enduit d'une matière résineuse ou de cire d'Espagne seulement la partie supérieure de la bouteille, dont le verre est à découvert, afin de garantir cette partie de toute humidité qui s'attache plus facilement au verre qu'aux matières résineuses. Cela fait, on introduit

dans cette bouteille un tube de verre, couvert en dedans & en dehors de matière réſineuſe, & dont on bouche l'ouverture inférieure avec un bouchon de liége garni d'une lame d'étain, qui communique avec la garniture intérieure de la bouteille. On maſtique exactement ce tube au collet de cette bouteille avec de la cire d'Eſpagne, ou avec de la même matière réſineuſe dont le tube & la bouteille ſont enduits, & elle eſt alors toute préparée. Il ne s'agit plus que de lui adapter un crochet propre à la charger d'électricité.

Pour cet effet, on prend une boule de cuivre, dont le diamètre ſoit plus grand que n'eſt celui du tube, afin qu'elle puiſſe repoſer ſur ſon orifice. Cette boule porte une tige de métal, à laquelle on attache un bout de chaîne, & voilà la conduite. Mais pour que cette conduite ne reſte point à demeure ſur la bouteille, la boule eſt percée en deſſus, & on maſtique dans cette ouverture un petit cylindre de verre de quinze à dix huit lignes de longueur, & on l'enduit également de matière réſineuſe. C'eſt par le moyen de ce cylindre qu'on peut enlever le crochet ou la conduite de cette bouteille lorſqu'elle eſt électriſée, & qu'on peut l'y remettre au moment où l'on veut exciter la décharge.

S'agit-il maintenant de ſe procurer de la lumière ? on prend un petit fil de métal, ſur l'une des extrémités duquel on applique un peu de coton cardé, dont on enveloppe ce fil, ſans le preſſer & ſans en mettre une trop grande épaiſſeur. De l'autre extrémité du même fil pend un bout de chaîne. On trempe le coton dans de la réſine en poudre très-fine, & on l'en enduit fortement. Prenant alors la bouteille d'une main & le fil de métal de l'autre, on apporte la chaîne qui pend au bout ſur la garniture extérieure de la bouteille, & on excite l'étincelle en approchant bruſquement le coton de la boule de la bouteille. L'étincelle part, la réſine s'embraſe & forme un brandon qui dure l'eſpace d'une minute & plus, & conſéquemment donne le tems d'allumer une bougie.

Cet appareil préparé le ſoir avant de ſe coucher & mis ſur la table de nuit, eſt on ne peut plus commode pour ſe procurer de la lumière à ſon réveil.

Si au lieu d'une bouteille auſſi petite que celle dont nous venons de parler, on garniſſoit de la même manière une grande bouteille ſuſceptible de recevoir une forte doſe d'électricité, elle feroit un magaſin de réſerve qui deviendroit bien commode en quantité de circonſtances. Une bou-

Magaſin d'électricité.

teille de ſix pouces de hauteur & de même diamètre à-peu-près, bien chargée d'électricité, peut fournir de quoi répéter cinq à ſix fois l'expérience précédente, ſans qu'on ſoit obligé de la charger, & pour cet effet, voici comment on procède.

Au lieu de garnir la petite bouteille dont nous avons parlé précédemment à la méthode de M. *Cavallo*, on la garnit ſimplement comme une bouteille de Leyde ordinaire : on la ferme avec un bouchon de liége dans lequel on enfile une tige de métal qui va communiquer en dedans avec la garniture de la bouteille, & qui eſt terminée en dehors par une petite boule; mais de façon que la tige ſoit aſſez longue extérieurement pour deſcendre au fond du magaſin, & la boule aſſez petite pour y entrer commodément. Veut-on faire l'expérience, on prend la petite bouteille d'une main, & on plonge ſa tige dans le magaſin : elle en enlève une portion d'électricité ſuffiſante pour allumer la réſine; & on peut, en la replongeant pluſieurs fois de ſuite, réitérer cette expérience ſans le ſecours de la machine électrique.

Ce magaſin peut encore ſervir pour électriſer ſur-le-champ le conducteur de la petite machine de poche de M. *Ingen-Houſz*. On le plonge dedans, en le tenant par le bout oppoſé.

Troiſième Problême.

Faire une canne qui donne la commotion à volonté.

Troiſième Problême : faire une canne qui donne la commotion à volonté.

Solution. Ayez un tube de verre de ſept à huit lignes de groſſeur, un peu allongé & diminué de diamètre par un bout que vous fermerez hermétiquement, & de trois pieds ou environ de longueur. Revêtez ce tube extérieurement d'une lame d'étain, collée ſur ſa ſurface depuis le bout fermé hermétiquement juſqu'à huit pouces ou environ de ſon autre extrémité qui doit reſter ouverte & bordée. Rempliſſez-le intérieurement juſqu'à la même hauteur de petites feuilles de cuivre battu, & faites deſcendre dans ce tube un bouchon de liége qui y tienne à frottement à l'endroit où ſa garniture finit. Ce bouchon doit porter en deſſous une petite tige de métal, qui plonge de quelques doigts dans les feuilles de cuivre dont il eſt rempli, & en deſſus une petite chaîne fine, à laquelle on adapte une petite boule de métal d'une ou deux lignes de diamètre. Cette chaîne doit être aſſez longue pour que la boule puiſſe ſortir du tube de quelques pouces lorſqu'on le renverſe. Enduiſez de vernis l'intérieur & l'extérieur du tube dans toute la longueur du

verre qui reſte à découvert. Faites entrer ce tube dans un fourreau de fer blanc verni comme une canne, & ſoudé vers le bas dans un bout de canne ordinaire. Maſtiquez le fourreau au tube vers le haut, afin que le tout ne faſſe qu'une ſeule pièce.

Montez ſur le haut du tube une pomme d'ivoire, mais dans le haut de laquelle vous aurez enchâſſé une petite plaque de métal. Rien de plus commode pour cela & de plus propre en même tems que la tête d'un bouton d'acier bien poli, & voilà la canne préparée. Veut-on en faire uſage ? voici comment on procède.

On renverſe cette canne ; alors la chaîne tombe ſur la garniture d'acier de la pomme, & voilà une communication établie avec l'intérieur de la canne. On approche cette partie métallique du conducteur de la machine électrique ; & tandis qu'on tient le fourreau du tube à la main, on fait agir la machine, & la canne ſe charge d'électricité. Cela fait, on renverſe la canne en ſens contraire : la chaîne retombe ſur le bouchon de liége, & la canne reſte chargée ; & elle reſte d'autant plus long-tems chargée, que la pomme ne communiquant plus avec l'intérieur du tube qui eſt garni & électriſé, l'air extérieur ne peut influer ſur l'électricité de cette machine.

J'en

J'en ai gardé vingt-quatre heures de ſuite dans cet état, & qui ſe ſont trouvées propres enſuite à donner la commotion. Outre cela, cette manière d'iſoler l'intérieur de la canne a encore cet avantage, qu'on peut la manier dans toute ſa longueur & par la pomme, ſans qu'on puiſſe la décharger & recevoir la commotion : on peut donc la prendre impunément des deux mains par le fourreau & par la pomme, & la tenir horizontalement pour regarder à travers la partie du verre qui ſe trouve entre la pomme & le fourreau, & engager par ce moyen la perſonne qu'on veut commouvoir à la prendre de la même manière. La tient-elle ainſi ? on relève le bout de la canne, & la chaîne venant à ſe développer & à tomber dans la pomme, lui donne la commotion.

Quatrième Problême.

Quatrième problême: détonation excitée par une commotion.

Exciter par le moyen d'une commotion électrique, une détonation ſemblable à celle que produit l'air inflammable dans le piſtolet de M. Volta.

Solution. La plus foible commotion ſuffit à cet effet, & je me ſers indiſtinctement pour cela de la petite bouteille garnie ſelon la méthode de M. *Cavallo*, ou du conducteur de la machine

de poche de M. *Ingen-Houſz*. Voici de quelle manière je procède.

Je puiſe avec un petit tube de verre une goutte d'éther dans un flacon qui en eſt rempli, ou qui en contient une certaine proviſion, & je porte cette goutte dans une boule de gomme élaſtique, en laiſſant tomber le tube dedans. Cela fait, j'abouche un piſtolet d'air inflammable avec la boule dans laquelle cette goutte d'éther ſe volatiliſe, & ſe combine avec l'air atmoſphérique; & diſpoſant cet appareil de manière que la boule ſoit renverſée & au-deſſus du piſtolet, je la preſſe une fois ſeulement pour injecter cette vapeur dans la capacité du piſtolet. Je bouche enſuite celui-ci avec un bouchon de liége, & il eſt chargé.

Lorſque je veux le faire partir, je charge la petite bouteille électrique, ou ſimplement le conducteur de la petite machine de M. *Ingen-Houſz*, & à l'aide d'un bout de chaîne, avec laquelle j'établis une communication entre la ſurface extérieure de la bouteille ou du petit conducteur & le corps du piſtolet, je porte l'étincelle ſur la conduite du piſtolet, & l'explo-ſion ſe fait auſſi-tôt. Nous bornerons à ces quatre Problêmes de pure curioſité, ce que nous nous propoſions de faire obſerver ſur les phénomènes

particuliers de la commotion électrique, & ceux-ci pourront donner naissance à plusieurs autres; avec le génie de l'invention, on peut facilement modifier de différentes manières cette expérience singulière.

F I N.

TABLE
DES MATIÈRES
CONTENUES DANS CE VOLUME.

Précis historique & expérimental des phénomènes électriques, page 1
Division de cet Ouvrage, 2
SECTION PREMIÈRE. *De l'origine & des progrès de l'Electricité jusqu'à l'époque de l'expérience de Leyde*, 3
Division de cette Section, Ibid.
ARTICLE PREMIER. *De la vertu électrique & des corps susceptibles d'électricité*, 4
Idée générale de l'électricité, Ibid.
Moyen d'exciter la vertu électrique, Ibid.
Origine de cette découverte, 5
Travaux de Gilbert, 6
Moyen qu'il imagina pour découvrir la vertu électrique dans certains corps, 7
Travaux de l'Académie del Cimento, 8
Travaux des Physiciens depuis le commencement de ce siècle, Ibid.
Nouvelle découverte relativement à la manière d'exciter la vertu électrique des corps, 10
Première Observation sur cette découverte, 12
Seconde Observation, Ibid.
Troisième Observation, 14
Quatrième Observation, Ibid.
Cinquième Observation, 15
Sixième Observation, 21

Septième Observation, page 22
De l'électricité vitrée & résineuse, Ibid.
De l'électricité naturelle & artificielle, 25
ARTICLE II. *Des Appareils électriques*, 27
Des tubes de verre, 27
Manière de les conserver, Ibid.
Origine des globes. 28
Description de la machine électrique de l'abbé Nollet, 30
Observation sur cette machine, 33
De l'invention du Coussinet, Ibid.
Machine à engrènage, 38
Machine de Nairne, 39
Machine du P. Gordon, 42
Observations sur les appareils précédens, 43
Origine des nouveaux appareils, 47
Appareil de M. le Duc de Chaulnes, 50
Description de mon appareil, 51
ARTICLE III. *Des Conducteurs*, 56
Définition, Ibid.
Origine des isolemens, 57
Isoloir de M. Dufay, 59
Isoloir du P. Gordon, 60
Gâteaux électriques, Ibid.
Isoloirs de verre, 62
Nouveaux degrés de perfection dans ces appareils, 63
Condition essentielle pour la perfection d'un conducteur, 64
Des dimensions les plus favorables dans les conducteurs, 66
Découverte de M. Volta *sur cet objet*, 67
Armure de M. Détienne, 78
ARTICLE IV. *Des premiers Phénomènes élec-*

triques, jusqu'à l'époque de l'expérience de Leyde, page 79
Attraction & répulsion électrique, 80
Le carillon électrique, 82
Difficulté d'expliquer ce phénomène, 84
Syſtême de l'abbé Nollet *pour l'explication de ces phénomènes,* 85
Difficultés contre cette hypothèſe, 87
Modifications différentes des phénomènes précédens, 90
Le poiſſon d'or, 95
Le planétaire électrique de M. Grey. 96
Tranſmiſſion & propagation de la vertu électrique, 100
*Travaux d'*Otho de Guericke, Ibid.
Travaux de M. Grey *& de M* Wheeler, 101
Obſervations ſur la propagation, 104
Réfutation de ma première opinion ſur la communication de la vertu électrique, 108
Du feu électrique, 112
Travaux de M. Wall, 113
Travaux de M. Hauxsbée, 115
Travaux de M. Gray, 117
Travaux de M. Dufay, 119
De la nature de l'étincelle électrique, 122
Inflammation produite par l'étincelle électrique, 123
Variétés dans ces ſortes de phénomènes, 125
Appareil pour l'inflammation de la poudre. Pl. 4, fig. 4. 130
Inductions tirées des phénomènes précédens, 131
Analogie de la matière électrique avec celle du feu & celle de la lumière, 132
Diſparités auſſi ſenſibles que les analogies précédentes, 139

Thermomètre électrique, page 141
Des aigrettes électriques, 148
Béatification électrique, 151
Observation sur les effets des pointes, par rapport à l'électricité, 153
Les aigrettes se changent en points lumineux, selon le chemin qu'on fait prendre à la matière électrique, Ibid.
Autre observation sur les points lumineux, 154
Planétaire électrique, 158
Mouvement de rotation qui surmonte l'action de la pesanteur, 161
Manière d'exciter les aigrettes, 164
Projet de M. Watson *pour augmenter les effets de l'électricité*, 166
Circonstances défavorables aux effets de l'électricité, 168
Moyens de remédier à cet obstacle, 170
Conclusion déduite de l'observation précédente, 171
Effets de la flamme sur l'électricité, 176
De quelle manière l'électricité se communique au corps frotté, 184
Mouvement rétrograde du fluide électrique, 193
Différens moyens de juger de l'intensité de la vertu électrique, 195
Origine des électromètres, Ibid.
Electromètre de l'abbé Nollet, 197
Electromètre de M. Henley, 200
Electromètre de M. Canton, 201
Modification du précédent, 202
Electomètre de M. Lane, 205
SECTION SECONDE. *De l'Expérience de Leyde, & de la théorie du Docteur* Franklin, 209

Diviſion de cette Section, page 209
ARTICLE PREMIER. *De l'Expérience de Leyde. Incertitude ſur l'Auteur de cette expérience*, 210
Comment elle fut découverte ; 211
Récits ſinguliers qu'on en fit, 212
Ce qu'on doit penſer de ces récits, 213
Idée préciſe de cette expérience, 214
Manière de préparer les bouteilles pour que l'expérience réuſſiſſe plus complétement, 216
Condition eſſentielle au ſuccès de cette expérience, 222
Commotion donnée à pluſieurs perſonnes, 225
Obſervation ſur cette expérience, 229
Etendue de la commotion électrique, 237
Modification de l'expérience de Leyde, 241
ARTICLE II. *De la Théorie de* Franklin, *concernant la bouteille de Leyde*, 244
De l'électricité poſitive & négative, Ibid.
Principe de la théorie de Franklin, 246
Expoſition d'un principe qui conduit à l'expérience qui démontre la théorie de Franklin, 249
Application de ce principe à une expérience qui démontre que la ſurface extérieure ſe dépouille de l'électricité à meſure que l'intérieure s'en charge, 252
Seconde expérience, qui prouve que la bouteille ne reçoit intérieurement, que dans la même proportion qu'elle perd extérieurement, 255
Troiſième expérience, qui confirme la même théorie, 257
Quatrième expérience tendante au même but, 259
Charger une bouteille de l'électricité naturelle d'une autre bouteille, 262
Expérience. Electriſer une perſonne de l'électricité qui s'échappe de la ſurface extérieure d'une bou-

teille, page 263
De l'état dans lequel ſe trouvent les deux ſurfaces d'une bouteille chargée d'électricité, 264
Expérience qui prouve l'état dans lequel ſe trouvent les deux ſurfaces d'une bouteille électriſée, 265
Seconde expérience. L'araignée artificielle de Franklin, 266
Troiſième expérience. Le carillon, Ibid.
Quatrième expérience, qui confirme la même vérité, 268
Cinquième expérience. La roue électrique de Franklin, 271
Inductions tirées de la théorie précédente, 276
Expérience qui démontre la route que ſuit la matière électrique dans la décharge d'une bouteille de Leyde, 278
Seconde expérience qui démontre la même choſe, 279
Expérience qui prouve que toute la doſe d'électricité que fournit l'intérieur de la bouteille paſſe à l'extérieur, 281
Analyſe de la bouteille de Leyde, 283
Expérience. Electriſer négativement un corps anélectrique, 288
Difficulté contre le phénomène précédent, 290
Solution de cette difficulté, 291
Machine électrique négative, imaginée par M. Walckiers, 293
Deſcription de cette machine, réduite par M. Rouland, 295
Preuves que cette machine opére négativement, 299
De l'imperméabilité du verre à la matière électrique, 303
SECTION TROISIÈME. *De l'analogie entre la Matière électrique & celle du Tonnerre, & avec*

le Magnétiſme. page 304
Objet de cette Section, 305
Diviſion de cette Section, Ibid.
ARTICLE PREMIER. *Des Effets de la Matière électrique, comparés à ceux du tonnerre.* 306
Opinion de Boerhaave *ſur la formation du tonnerre*, 307
Autre opinion plus générale, 308
Effets de l'électricité parfaitement analogues à ceux du tonnerre, 311
Les éclairs, Ibid.
Eclairs factices, 314
Autre manière de produire un éclair électrique, 316
Moyen ingénieux de l'abbé Nollet *pour illuminer des figures*, 320
Le paſſage de la matière électrique à travers des corps très-denſes, & ſur leſquels elle laiſſe l'odeur qui caractériſe la foudre, 328
Difficulté que l'abbé Nollet *oppoſe ici au ſyſtême de* Franklin, 330
Fuſion des métaux produite par une commotion électrique, 332
Obſervation ſur la fuſion des métaux, 336
Autre effet différent, mais analogue à la fuſion des métaux, 337
Effets de l'électricité, analogues à ceux du tonnerre ſur le corps humain, 342
Effets de l'électricité ſur l'économie végétale, 344
ARTICLE II. *De la Matière du Tonnerre appliquée aux Phénomènes Electriques.* 347
Première idée de M. Franklin, Ibid.
Détail de l'expérience de M. Dalibard *à Marly-la Ville*, 348
Semblables expériences tentées par différens Phyſiciens, 354

Relation de la mort de Richmann, page 355
Observations faites avec des appareils de ce genre, 360
Autres appareils beaucoup plus propres à ces sortes d'expériences, 361
Observation de l'effet du tonnerre, le 27 juin 1772, 366
Autre observation qui prouve la parfaite analogie entre la matière du tonnerre & la matière électrique, 368
Opinion du Marquis de Maffei, 369
Fausse, comme trop générale, 370
Observation de l'abbé Jérôme Lioni de Cenada, Ibid.
Autre, faite à Luques, 371
Autre, faite près Nismes, par M. Seguier, 372
Autres à Véronne, Ibid.
Autres, faites par M. Bouguer, Ibid.
Autres, faites en Sibérie, par l'abbé Chappe, 373
Autres, faites à Paris par le même, Ibid.
Autres, faites en Californie par le même, 374
Autre, par M. Lavoisier, 375
Autre, faite en Franche-Comté, 376
Autre, faite à Montmorency, par le P. Cotte, Ibid.
Autres, faites en Languedoc par l'abbé Bertholon, 377
Autre, faite près Montpellier, par M. Mourgue, 378
Autre, par M. Lorgna, 379
Autres, de M. Ferris, Ibid.
ARTICLE III. *Des moyens de détourner la Foudre. Propriétés des pointes*, 382
Première idée d'employer les pointes contre le danger de la foudre, 387

Pluſieurs obſervations qui démontrent l'efficacité de ce moyen, page 389
Première obſervation faite à la Nouvelle Angleterre, Ibid.
Seconde obſervation faite à la Caroline, 391
Troiſième obſervation faite au même endroit, 392
Quatrième obſervation faite à Veniſe, 397
Cinquième obſervation faite en Carinthie, 400
Sixième obſervation faite à Padoue, Ibid.
Huitième obſervation faite à Sienne, 402
Neuvième obſervation faite à Manheim, 403
Dixième obſervation faite à Boſton, 404
Confirmation de la même vérité par l'expérience. 407
Avantages des pointes ſur les corps mouſſes pour préſerver les édifices de la foudre, 415
De la meilleure conſtruction des conducteurs pour garantir les édifices de la foudre, 420
Solution de la première queſtion, 422
Solution de la ſeconde queſtion, 423
Solution de la troiſième queſtion, 424
Solution de la quatrième queſtion, 426
Solution de la cinquième queſtion, 427
Solution de la ſixième queſtion, 428
Solution de la ſeptième queſtion, 437
Solution de la huitième queſtion, 441
Danger de ſonner les cloches dans le tems d'orage, 444
Exemple terrible de cette vérité, 446
Autre qui vient à l'appui du premier, 447
Troiſième exemple plus récent, Ibid.
ARTICLE IV. *Des rapports entre le Magnétiſme & l'Electricité. Incertitude ſur cette analogie*, 448

Faits qui paroiſſent la confirmer, page 449
Autres preuves tendantes au même but, 454
Opinion de M. Franklin *ſur le magnétiſme*, 458
Diſparités entre le magnétiſme & le fluide électrique, 462
SECTION QUATRIÈME. *Des différentes applications qu'on peut faire du fluide électrique*, 468
Diviſion de cette Section, Ibid.
ARTICLE PREMIER. *De l'application de l'électricité à l'économie animale*, Ibid.
Néceſſité de nouvelles obſervations à ce ſujet, Ibid.
Précis hiſtorique des travaux des Phyſiciens en ce genre, 471
Guériſon opérée par M. Jallabert, 473
Autres, faites à Montpellier, 475
Paralyſie de 15 ans, Ibid.
Autre de 22 ans, 476
Guériſon plus remarquable, 477
Obſervation ſur ce traitement, 479
Nouvelle preuve en faveur de l'électricité, 480
Précis des obſervations de M. Mauduyt, 483
Méthode employée par M. le Dru, *dans l'adminiſtration de l'électricité*, 488
Différentes manières d'adminiſtrer l'électricité, 490
Expériences de M. Achard, *qui prouvent que l'électricité peut ſuppléer l'incubation*, 502
ARTICLE II. *Des effets de l'Electricité ſur la Végétation.* 505
Idée des végétaux & de la végétation, Ibid.
L'électricité appliquée à la végétation. Expérience du Docteur Mimbray, 507
Eſſais de M. Jallabert, Ibid.
Nouveaux eſſais de M. Jallabert, 509

Essais de l'abbé Nollet *& de plusieurs autres en ce genre*, page 511
De quelle manière l'électricité agit-elle dans la végétation? 513
ARTICLE III. *Application de l'Electricité à certaines opérations chymiques*, 515
L'électricité peut faire fonction du principe inflammable, Ibid.
L'électricité agit à la manière des acides, 520
L'électricité appliquée à dessecher différentes substances, 522
L'électricité appliquée à la cryſtalliſation des ſels, 523
SECTION CINQUIÈME. *Des différens Phénomènes électriques.* 525
Diviſion de cette Section, 526
ARTICLE PREMIER. *De l'Electricité dans le Vuide.* 527
Origine de cette découverte, Ibid.
Expérience de M. Hauxsbée, Ibid.
Autre du même genre par le Docteur Polinière, 529
Phénomènes ſinguliers du même genre, 530
ARTICLE II. *De la Vertu électrique de certains Poiſſons. Electricité de la torpille*, 534
L'anguille de Surinam, 535
Analogie entre les effets de la torpille & ceux de la bouteille de Leyde, 536
ARTICLE III. *De la vertu électrique de la tourmaline. Deſcription de la tourmaline*, 543
Phénomènes de la tourmaline, 544
Corps tirés du règne minéral, végétal & animal, attirés par une tourmaline frottée, 548
Troiſième manière d'électriſer la tourmaline, 549
Analogie de l'électricité de la tourmaline avec celle

du verre, page 549
Moyen d'augmenter la vertu de la tourmaline, 550
Moyen de lui faire perdre ſa vertu, Ibid.
ARICLE IV. *De l'Electrophore. Origine de cette machine*, 551
Conſtruction de cet appareil, 553
Moyens d'augmenter la vertu de l'électrophore, 555
Manière de tirer l'étincelle électrique du gâteau réſineux, 557
Deux états différens d'électricité dans le gâteau réſineux & ſon conducteur, 558
Le gâteau réſineux eſt électriſé négativement, & le conducteur poſitivement, 561
Phénomènes ſinguliers de l'électrophore, 564
Autre phénomène ſingulier, 568
Electrophore aérien, 570
Théorie de l'électrophore, 571
Principes généraux qui conduiſent à cette théorie, 575
Propriété ſingulière des corps conducteurs qui fait la baſe de cette théorie, 581
Comparaiſon de l'électrophore à la bouteille de Leyde, 586
Inductions tirées de cette théorie, 589
ARTICLE V. *De deux eſpèces particulières de Machines électriques qu'on peut porter dans la poche, & de quelques Phénomènes ſinguliers de commotion électrique.* 591
Diviſion de cet Article, Ibid.
§. I. *Machines électriques de poche.* Ibid.
Machine de M. Canton, Ibid.
Machine électrique de poche de M. Ingen-Houſz, 597
§. II. *De quelques Phénomènes ſinguliers de*

commotion électrique. Objet de ce paragraphe, page 600
Premier Problême. Briſer par une commotion électrique un petit carreau de glace d'un pouce ou environ de face. Ibid.
Second Problême. Se procurer ſur-le-champ de la lumière par une commotion électrique. 602
Magaſin d'électricité, 605
Troiſième Problême. Faire une canne qui donne la commotion à volonté. 607
Quatrième Problême. Exciter par le moyen d'une commotion électrique une détonation ſemblable à celle que produit l'air inflammable dans le piſtolet de M. Volta. 609

Fin de la Table.

PRIVILÉGÉ.

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS, PAR LA GRACE DE DIEU, ROI DE FRANCE ET DE NAVARRE : A nos amés & féaux Conſeillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres 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 amé le ſieur SIGAUD DE LA FOND, Nous a fait expoſer qu'il deſireroit faire imprimer & donner au Public, un Ouvrage de ſa compoſition, intitulé : *Précis Hiſtorique & expérimental ſur l'électricité*, s'il Nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de Privilége à ce néceſſaires. A CES CAUSES, voulant favorablement traiter l'Expoſant, Nous lui avons permis & permettons de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le vendre, faire vendre par-tout notre Royaume. Voulons qu'il jouiſſe de l'effet du préſent Privilège, pour lui & ſes hoirs à perpétuité, pourvu qu'il ne le rétrocède à perſonne ; & ſi cependant il jugeoit à propos d'en faire une ceſſion, l'acte qui la contiendra ſera enregiſtré en la Chambre Syndicale de Paris, à peine de nullité, tant du Privilège que de la ceſſion ; & alors, par le fait ſeul de la ceſſion enregiſtrée, la durée du préſent Privilège ſera réduite à celle de la vie de l'Expoſant, ou à celle de dix années, à compter de ce jour, ſi l'Expoſant décède avant l'expiration deſdites dix années : le tout conformément aux articles IV & V de l'Arrêt du Conſeil du 30 Août 1777, portant Réglement ſur la durée des Privilèges en Librairie. Faiſons défenſes à tous Imprimeurs, Libraires, & autres perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangère dans aucun lieu de notre obéiſſance ; comme auſſi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Ouvrage, ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant, ou de celui qui le repréſentera, à peine de ſaiſie & de confiſcation des Exemplaires contrefaits, de ſix mille livres d'amende, qui ne pourra être modérée pour la première fois, de pareille amende & de déchéance d'état en cas de récidive, & de

tous dépens, dommages & intérêts, conformément à l'Arrêt du Conseil du 30 Août 1777, concernant les contrefaçons. A 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 l'impression dudit Ouvrage sera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en beau papier & beau caractère, conformément aux Réglemens de la Librairie, à peine de déchéance du présent Privilège : qu'avant de l'exposer en vente, le manuscrit qui aura servi de copie à l'impression dudit Ouvrage, sera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès-mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde des Sceaux de France, le Sieur HUE DE MIROMESNIL ; qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliothèque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le Sieur DE MAUPEOU, & un dans celle dudit Sieur HUE DE MIROMESNIL ; le tout à peine de nullité des Présentes, du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Exposant & ses hoirs, 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 dudit Ouvrage, soit tenue pour duement signifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conseillers & Sécretaires, 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, Charte Normande, & Lettres à ce contraires : Car tel est notre plaisir. DONNÉ à Paris le deuxiéme jour du mois de Mai, l'an de grace mil sept cent quatre-vingt-un, & de notre Régne le septième. Par le Roi en son Conseil. LE BEGUE.

Registré sur le Registre XXI de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, n°. 2252, fol. 491, conformément aux dispositions énoncées dans le présent Privilège, & à la charge de remettre à ladite Chambre les huit exemplaires prescrits par l'article 108 du Réglement de 1723. A Paris, ce 4 Mai 1781.

LE CLERC, *Syndic.*

APPROBATION.

J'AI lu par ordre de Monſeigneur le Garde-des-Sceaux, un Manuſcrit qui a pour titre : *Précis hiſtorique & expérimental ſur l'Electricité, par M.* SIGAUD DE LA FOND, nouvelle édition. Le Public a vu par la première édition de cet Ouvrage, qu'on y trouve ce qui a été découvert de plus intéreſſant ſur l'Electricité, expoſé avec la méthode & la clarté qui diſtinguent depuis long-tems les Leçons & les Livres de ce Profeſſeur de Phyſique expérimentale ; il a profité de l'avantage qu'ont les Profeſſeurs de reconnoître dans leurs Leçons la manière dont les objets doivent être préſentés & traités pour être plus généralement compris. Cette nouvelle édition eſt enrichie des découvertes, ſoit théoriques, ſoit pratiques, publiées depuis la première édition. L'Ouvrage ne contient rien qui doive en empêcher l'impreſſion. Fait à Paris, ce 20 Février 1785.

LE BEGUE DE PRESLE.

De l'Impr. de CL. SIMON, Imprimeur de Monſeigneur L'ARCHEVÊQUE de Paris, rue S. Jacques, près S. Yves. 1785.

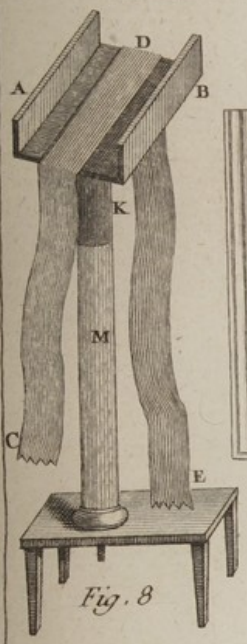


Fig. 8.

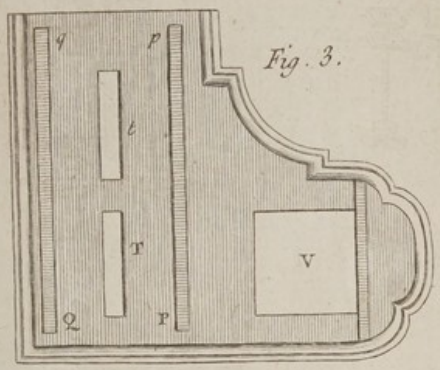


Fig. 3.



Fig. 4.

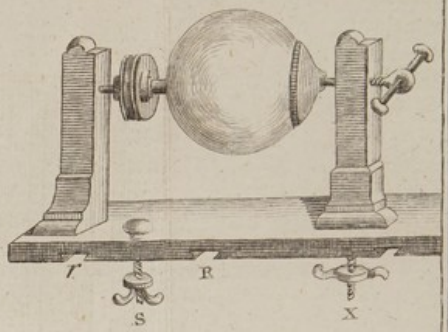


Fig. 5.

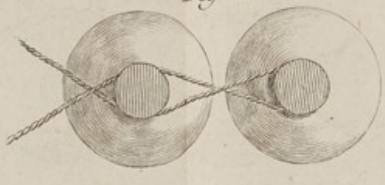


Fig. 6.

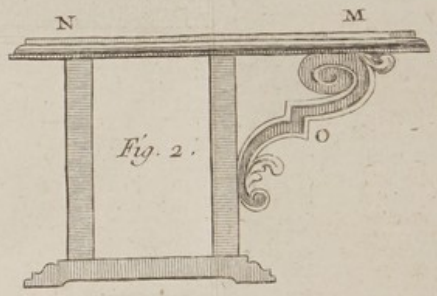


Fig. 2.

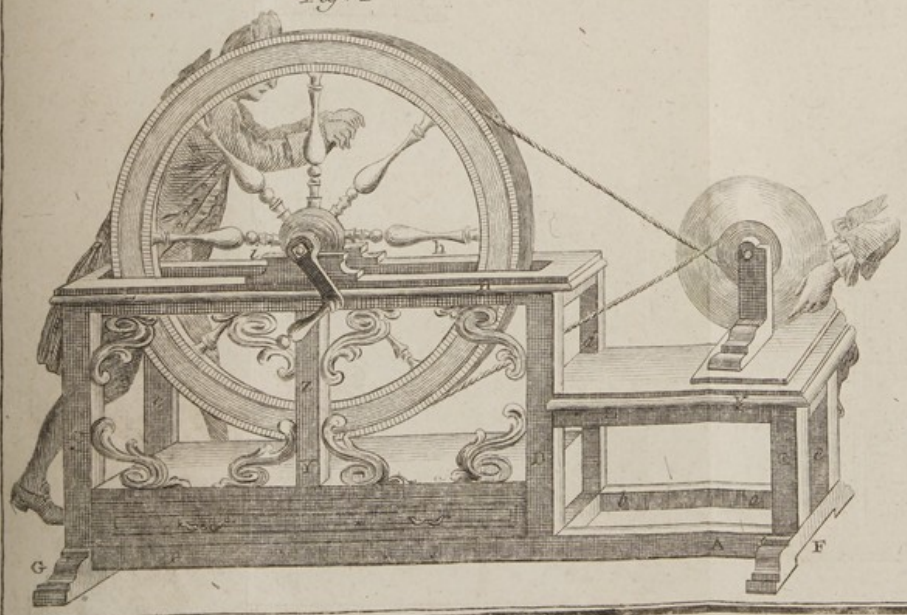


Fig. 1.

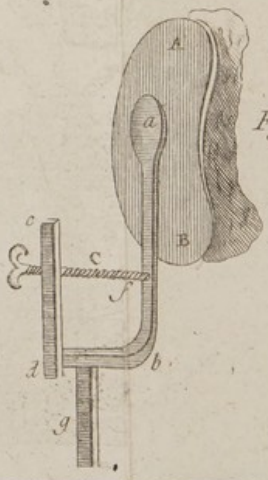


Fig. 7.

Sellier Sculp.

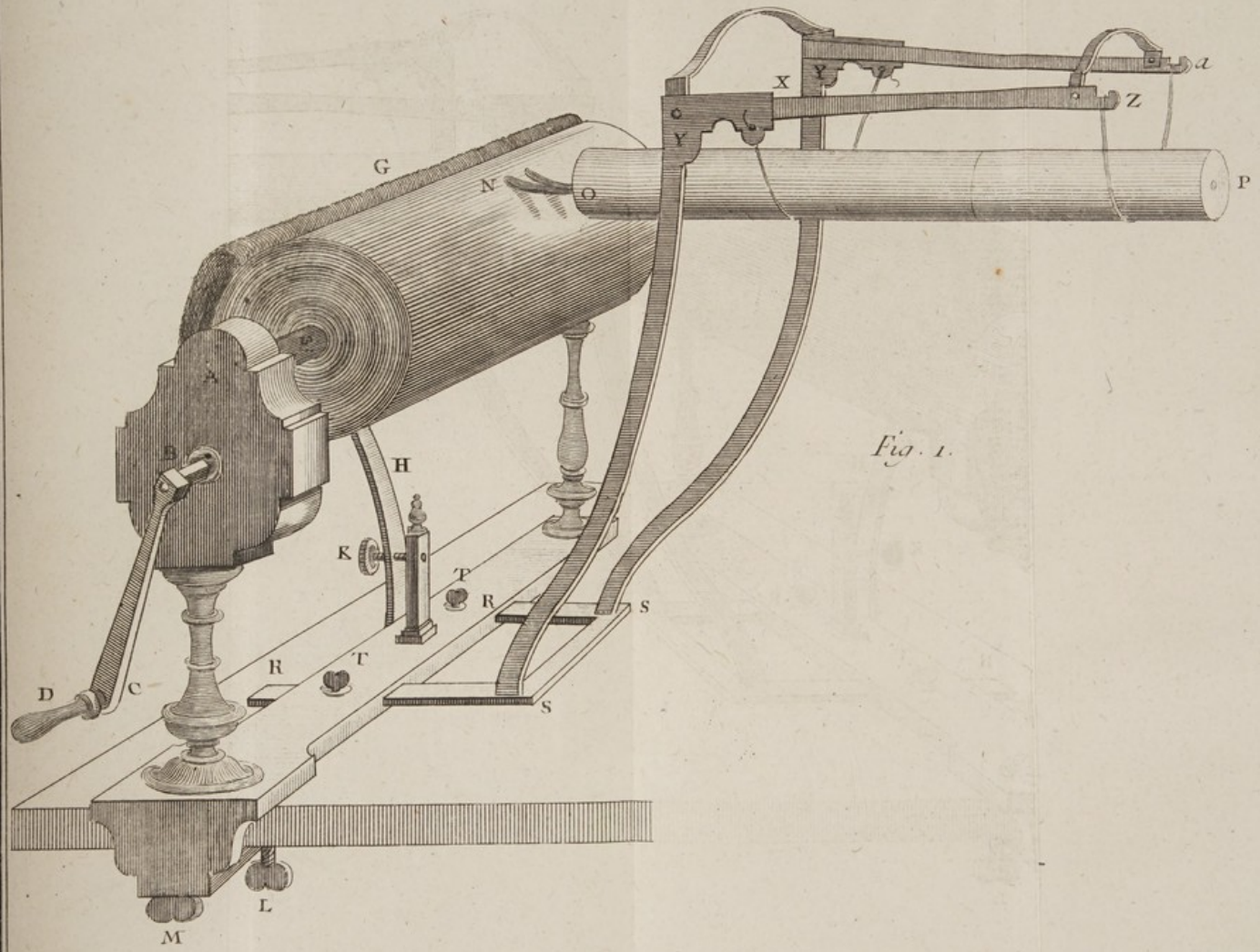
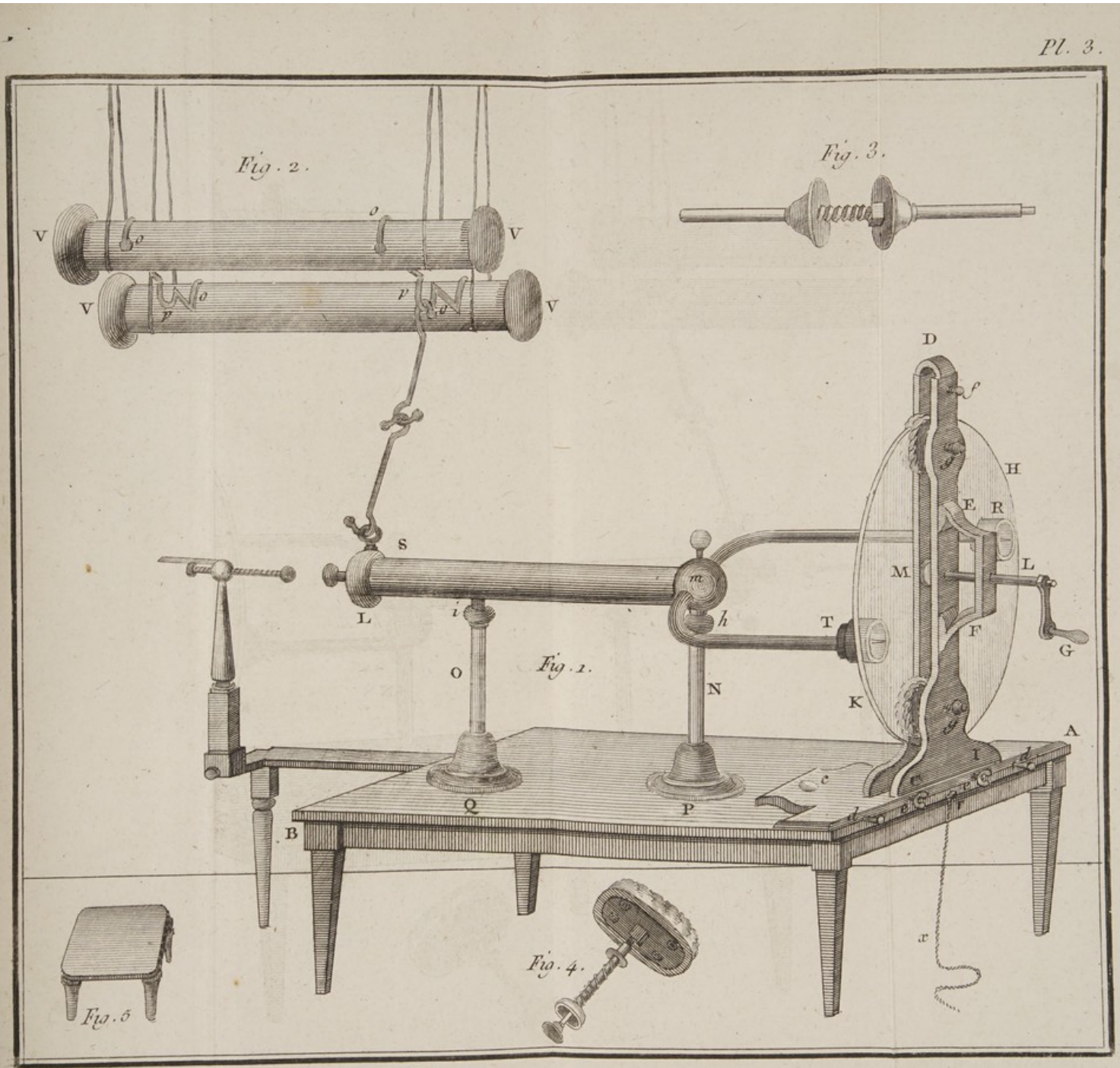
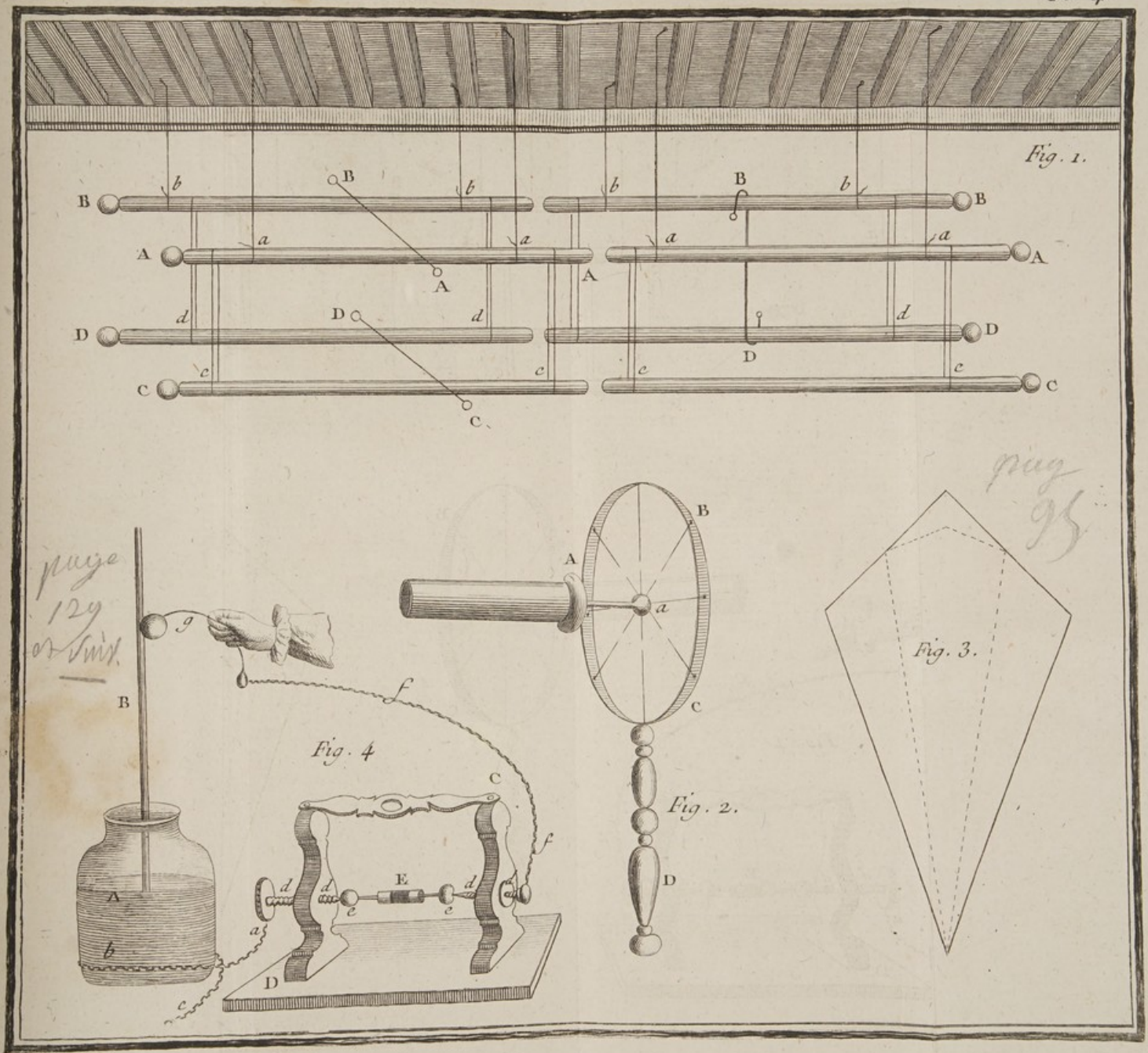


Fig. 1.

Miller Sculp.



Sellier Sculp.



page 129 et suiv.

pag 95

Sellier Sculp.

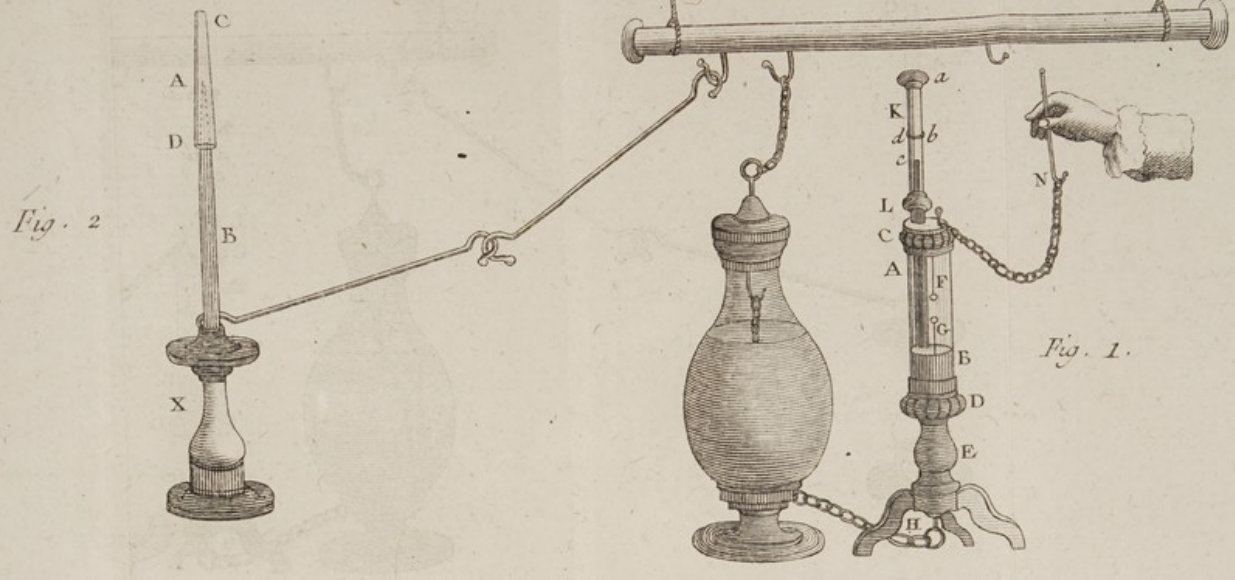


Fig. 2

Fig. 1.

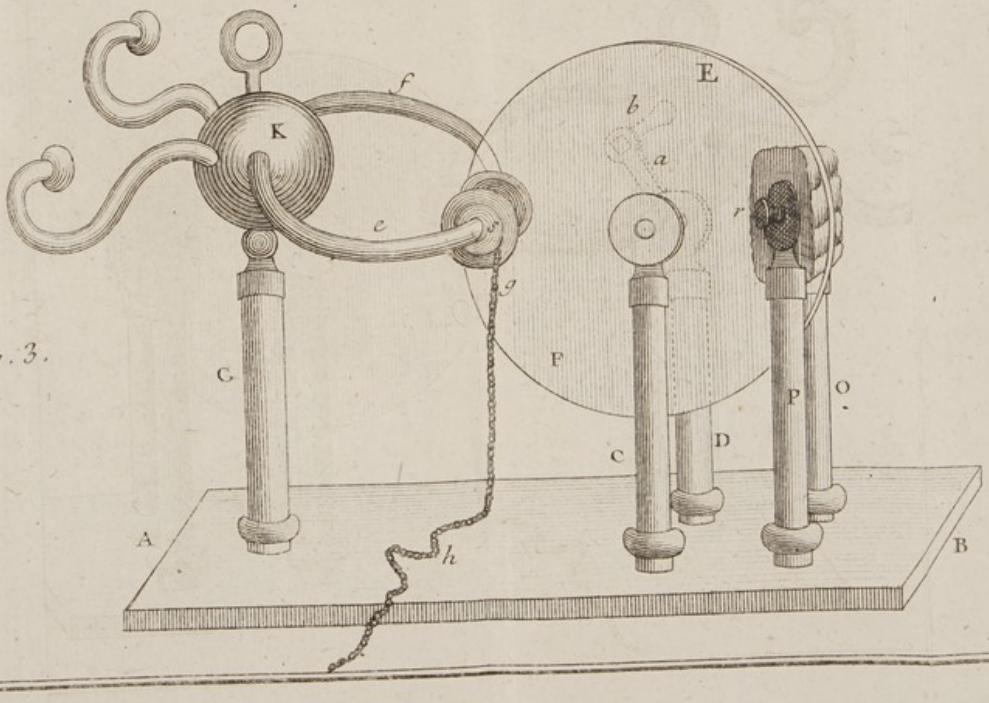
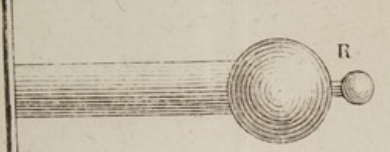


Fig. 3.

Sellier Sculp.



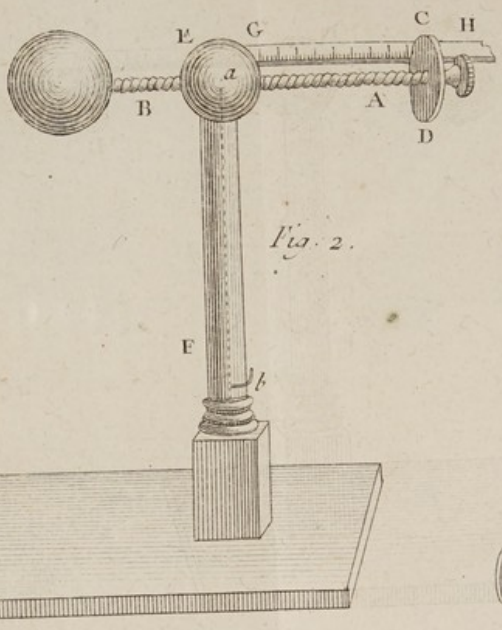


Fig. 2.

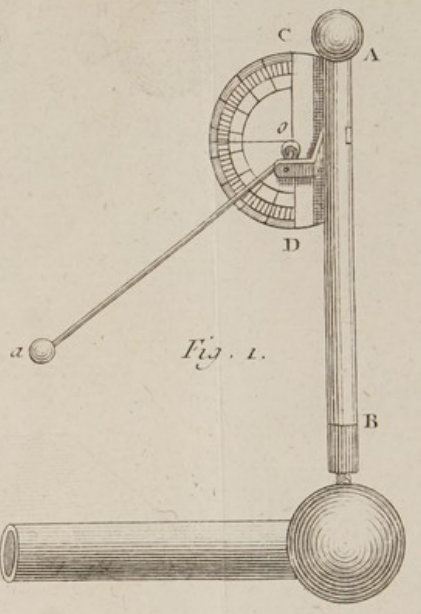


Fig. 1.



Fig. 5.

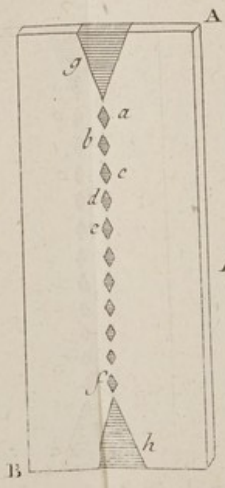


Fig. 4

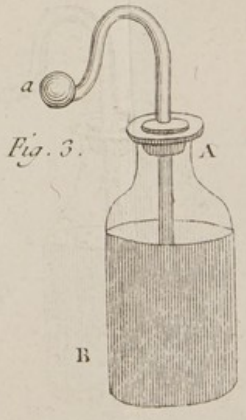


Fig. 3.

Sellier Sculp.

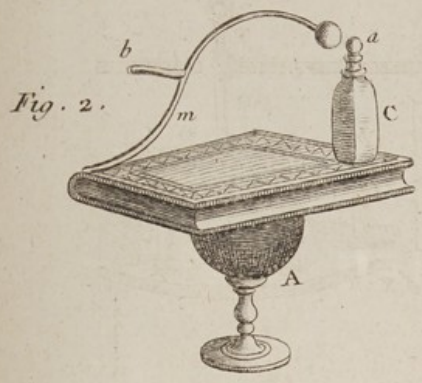


Fig. 2.

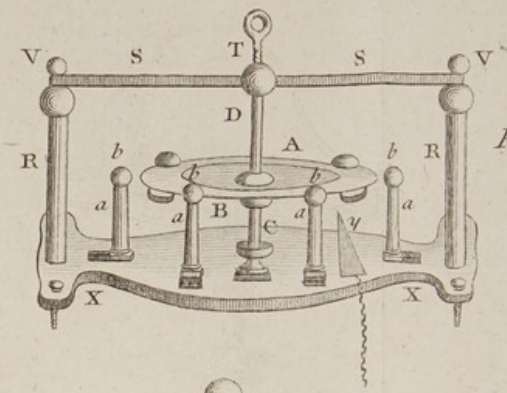


Fig. 1.



Fig. 4.

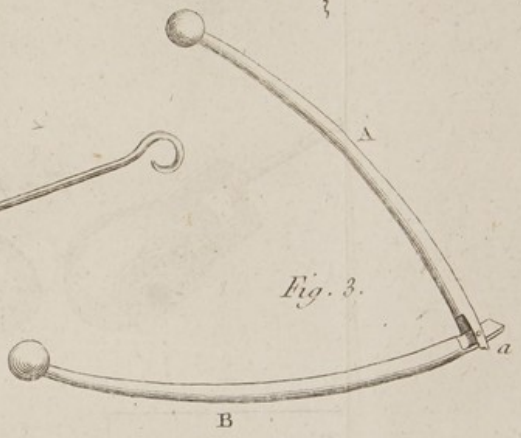


Fig. 3.

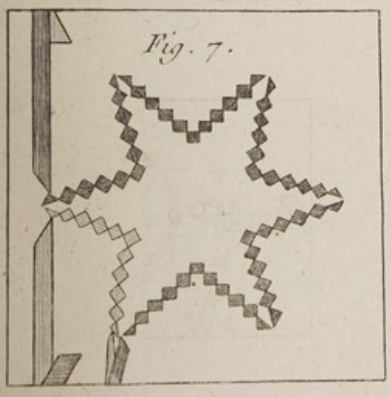


Fig. 7.

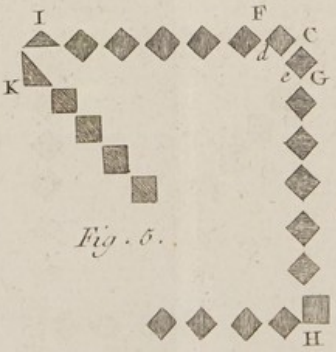


Fig. 5.

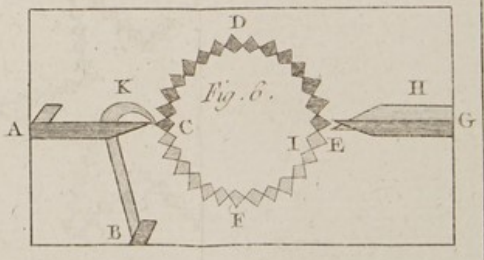


Fig. 6.

Sellier Sculp.

Fig. 1

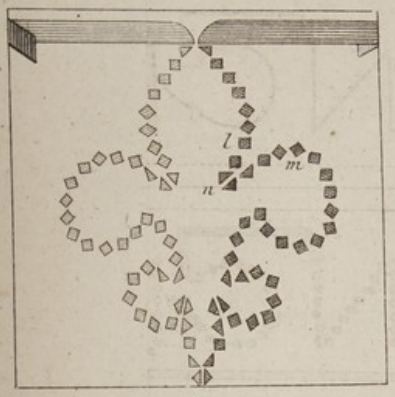
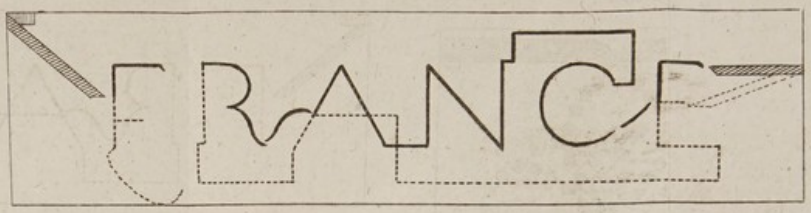


Fig. 2.



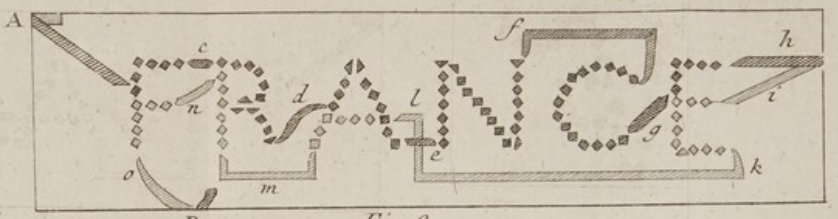


Fig. 3.



Fig. 4.

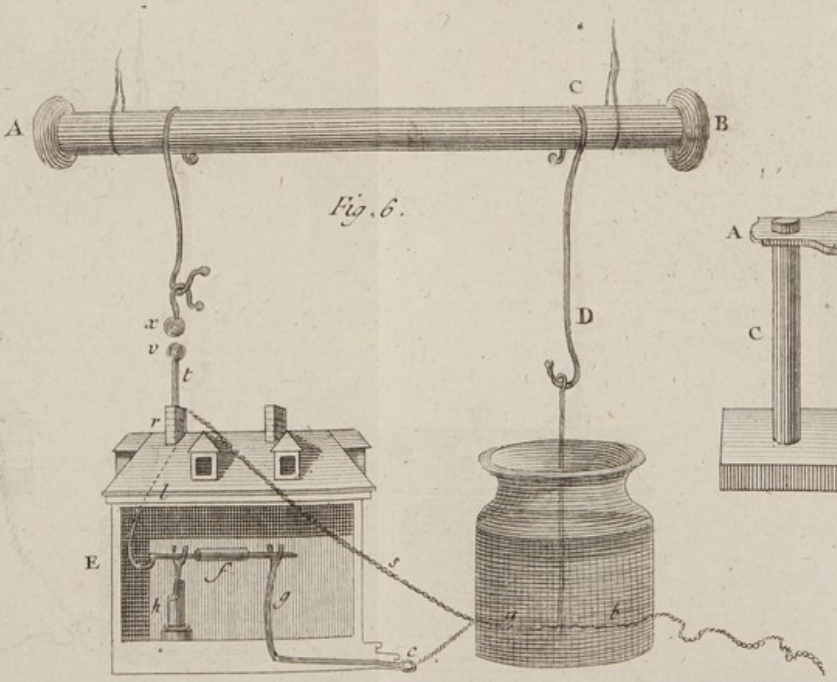
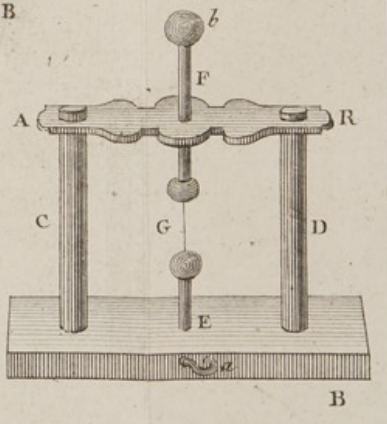


Fig. 6.

Fig. 5.



Sellier Sculp

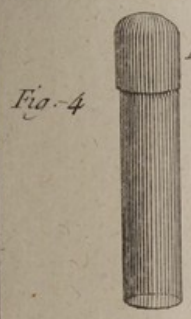


Fig. 4.

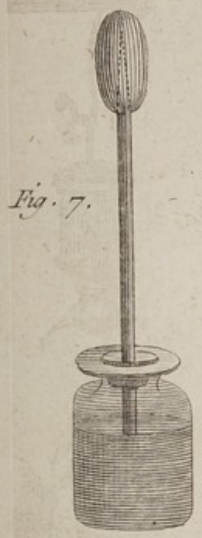


Fig. 7.



Fig. 6.

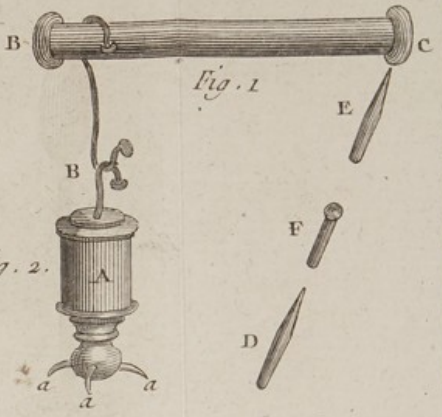


Fig. 1.

Fig. 2.

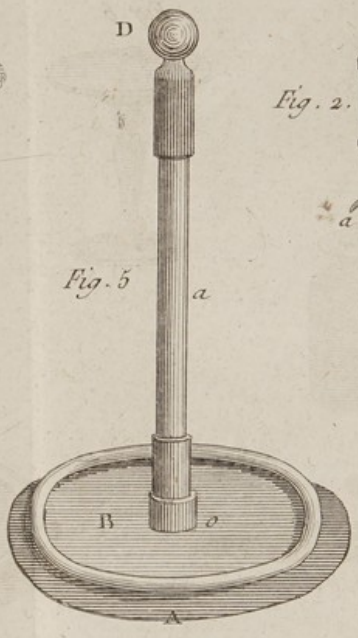


Fig. 5.

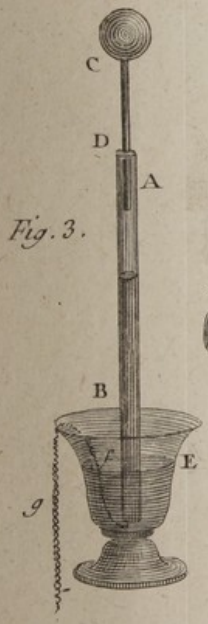


Fig. 3.

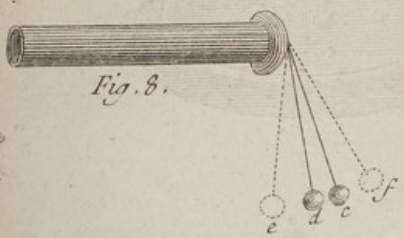


Fig. 8.



Fig. 10.



Fig. 9.

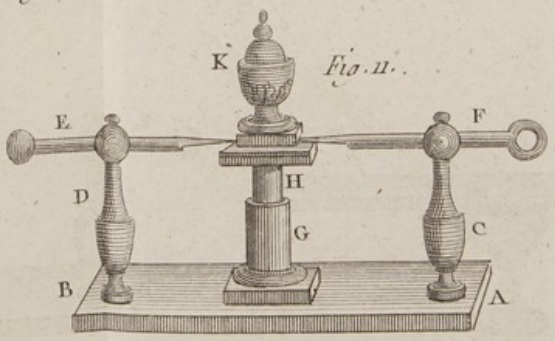
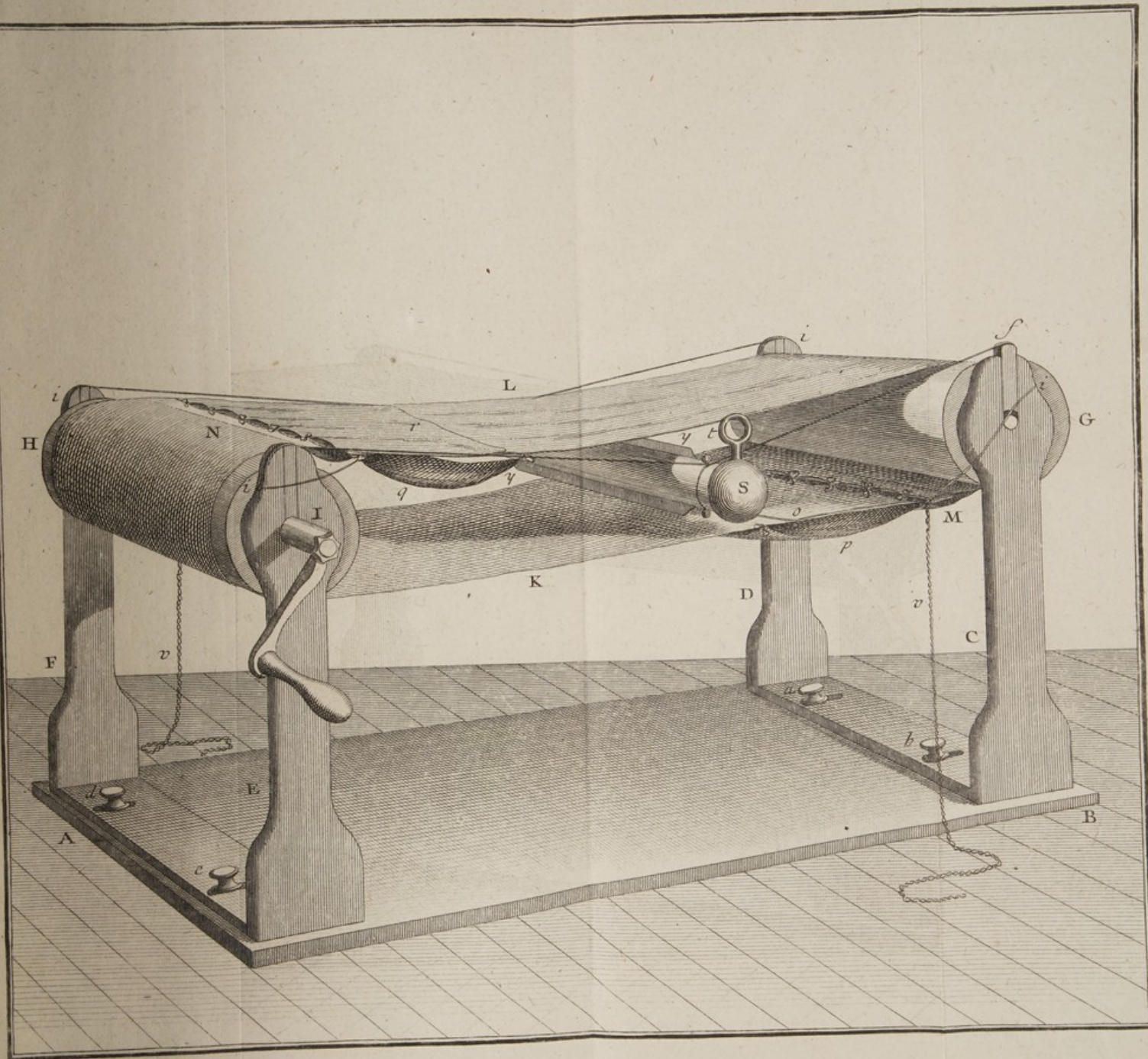


Fig. 11.

Sellior Sculp.



Sellier Sculp.



