

**De Dufay à Ampère**  
**Des deux espèces d'électricité aux deux sens**  
**du courant électrique**  
*Un moment de l'Histoire de l'Électricité*

par Gérard BORVON  
22800 Landerneau

---

Un premier cours d'électricité est l'occasion d'une mise en scène classique dans la tradition expérimentale des professeurs de sciences physiques : une tige d'ébonite est frottée, une boule de sureau suspendue à son fil de soie ou de nylon est attirée puis vivement repoussée. Commence alors une série de manipulations à base de chiffons de laine, de peaux de chat, de tiges de verre ou de règles de matière synthétique, supposée faire découvrir une propriété fondamentale de la matière : **l'existence de deux espèces d'électricité**. Pour les désigner les termes d'électricité **positive** et **négative** sont introduits.

Progressant dans le cours on arrive rapidement à la notion de courant électrique c'est alors qu'apparaît **le** problème. A peine a-t-on défini son sens conventionnel de circulation qu'il faut ajouter que le fluide électrique est, en réalité, constitué d'électrons négatifs se déplaçant en sens inverse !

Une explication s'impose. Le professeur pressé évoquera une erreur ancienne, peut-être même imaginera-t-il un hasardeux pile ou face. Il suffirait cependant d'un rapide retour sur l'histoire de l'électricité pour révéler, au lieu de décisions hâtives, la recherche obstinée d'une réalité physique. Une histoire qu'il est certainement possible d'évoquer en quelques mots. Nous souhaitons, au travers des éléments que nous proposons ici, aider à préparer cette réponse. Ce sera également l'occasion d'attirer l'attention sur l'un de nos compatriotes trop rapidement oublié.

Premier cours d'électricité...

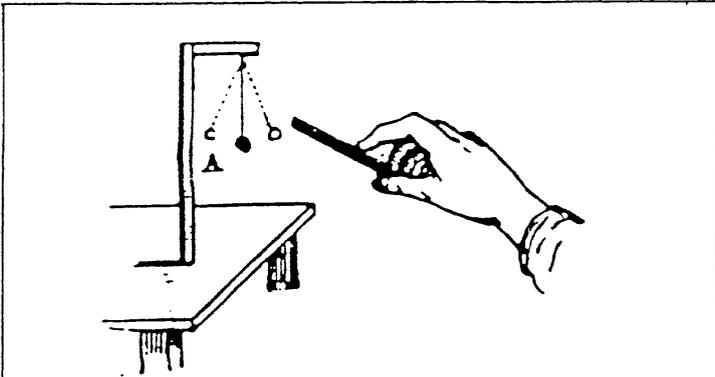


Fig. 61. — La petite balle de sureau, sitôt qu'elle a touché la cire, est repoussée en A.

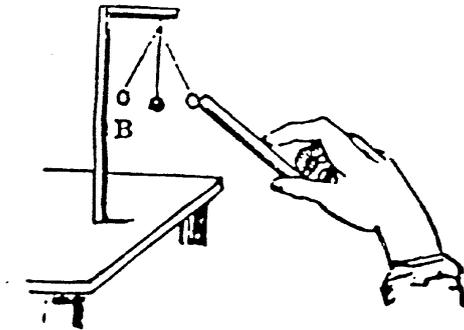


Fig. 62. — La balle de sureau, qui fuyait la cire, est attirée par le bâton de verre, mais elle est encore repoussée en B, dès que le contact a eu lieu.

dans un manuel de physique datant de 1874.

## QUAND EST NÉE L'ÉLECTRICITÉ ?

Est-il nécessaire de rappeler que l'électricité tire son nom du mot «électron» par lequel les Grecs désignaient l'ambre jaune. Cette résine fossile leur avait été apportée des rivages de la Baltique par les marchands phéniciens et était devenue l'un des éléments essentiels de la parure des femmes grecques. Les artisans qui travaillaient ce minéral ne pouvaient manquer de remarquer qu'il acquérait la propriété d'attirer à distance des poussières, brindilles, duvets, après qu'on l'ait frotté d'un tissu ou d'une fourrure.

Plus près de nous, l'anglais **William Gilbert** (1540-1603) reconnaît dans d'autres matières la même propriété : la cire d'Espagne (cire végétale extraite du palmier), le soufre, la résine, le verre... Un saut qualitatif se produit quand des «machines» sont construites qui rendent le frottement le plus efficace. **Otto de Guericke** (1602-1686), conseiller de l'électeur Frédéric Guillaume et bourgmestre de la ville de Magdebourg est le premier à s'engager dans cette voie. Il est déjà célèbre pour ses études sur la pression atmosphérique : l'expérience des fameux hémisphères de Magdebourg que seize chevaux sont incapables de séparer quand on y fait le vide. Il électrise une boule de soufre «grosse comme la tête d'un enfant» en la faisant tourner à l'aide d'une manivelle pendant qu'il la frotte de la main. Vers le début du XVIII<sup>ème</sup> siècle l'anglais **Hauksbee** utilise un tube puis une sphère de verre. Les observations se multiplient : des feuilles d'or et d'argent sont attirées jusqu'à plusieurs dizaines de centimètres, des «lumières», des étincelles électriques sont perçues. Si l'interprétation des phénomènes n'a pas beaucoup progressé depuis Thalès, il faut reconnaître que l'usage de nouveaux matériaux et le perfectionnement des moyens de friction les ont rendus plus spectaculaires ce qui leur vaut la faveur des milieux cultivés.

Il faut attendre 1729 pour qu'un progrès majeur soit accompli. Cette année là, l'anglais **Stephen Gray**<sup>1</sup> (1666-1736) découvre la conduction électrique ainsi que l'électrisation par influence. Gray et ses amis inaugurent alors la série des expériences-spectacle si célèbres au XVIII<sup>ème</sup> siècle : des jeunes gens sont suspendus au plafond par des cordons de soie ou isolés sur des tabourets de verre. Les étincelles

---

1. Gray : «Lettre de M. Etienne Gray à M. Cromwell Mortimer, ... contenant diverses expériences sur l'électricité» in «Philosophical Transactions» de la «Royal Society», traduction française, année 1731, page 23.

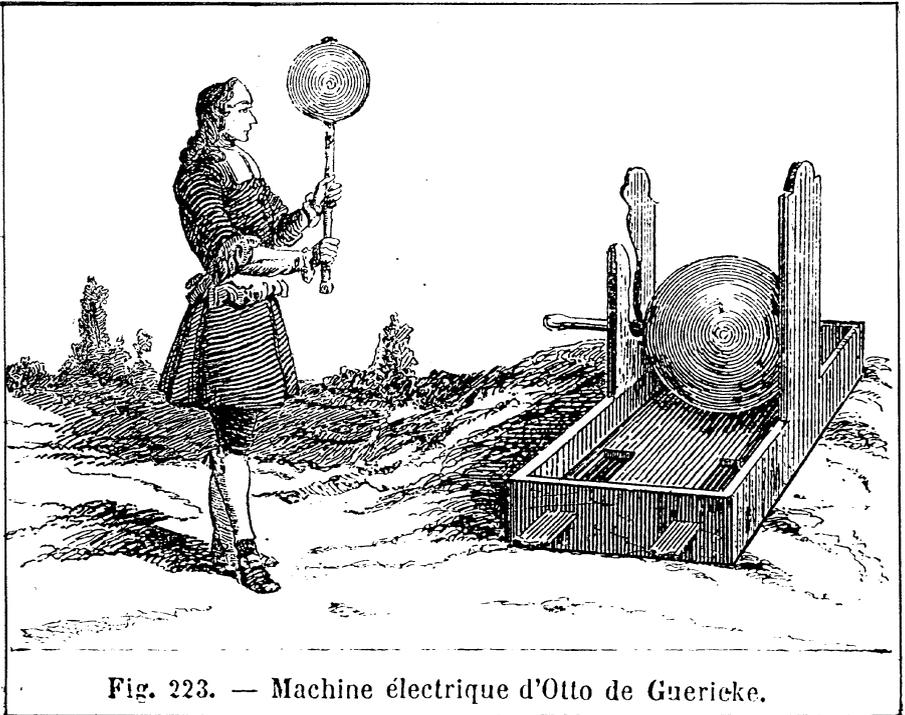


Fig. 223. — Machine électrique d'Otto de Guericke.

*«Une boule de soufre grosse comme la tête d'un enfant».*  
*Les Merveilles de la Science - Louis Figuier - Paris 1870 - Tome 1 -*  
*page 434.*

qu'on leur arrache du nez après les avoir électrisés ou les feuilles d'or battu qu'ils attirent à distance distraient les salons des riches familles et alimentent la réflexion des Philosophes. Parmi ceux-ci le français Charles-François Dufay.

### QUI CONNAÎT LA LOI DE DUFAY ?

Charles-François de Cisternay Dufay (1698-1739) est de bonne noblesse. Petit-fils d'un capitaine des gardes du prince de Conti, fils d'un lieutenant aux gardes françaises, il naît à Paris en 1698. A quatorze ans, il est lieutenant au régiment de Picardie, à vingt ans il fait la courte guerre d'Espagne puis il quitte l'armée. Il se consacre alors aux sciences et s'y montre un prodigieux expérimentateur. Il a vingt-cinq ans quand il entre à l'Académie Royale des Sciences comme adjoint chimiste, à trente cinq ans il en occupe le poste de directeur. A cette époque (1733) il publie une série de mémoire sur l'électricité<sup>2</sup>.

Le quatrième mémoire de la série constitue le temps fort de cette publication. Il contient en effet une révélation : **il n'existe pas une mais deux espèces d'électricités !**

Le début du texte traite de la répulsion électrique. Quelques belles expériences sont décrites. Celle d'abord proposée par Otto de Guericke : «elle consiste à promener une plume par le moyen d'une boule de soufre rendue électrique par le frottement, sans que la plus approche la boule». Dufay en propose une variante qui met en œuvre un tube de verre et une feuille d'or, celle-ci est lâchée au-dessus du tube frotté. A peine l'a-t-elle touché qu'elle en est repoussée verticalement et qu'elle demeure immobile à une distance du tube pouvant atteindre trente centimètres. Une «lévitation» aussi spectaculaire incitait nécessairement à la réflexion. L'interprétation suit l'observation.

*«L'explication de tous ces faits est bien simple, en supposant le principe que je viens d'avancer ; car, dans la première expérience, lorsqu'on laisse tomber la feuille sur le tube, il attire vivement cette feuille qui n'est nullement électrique, mais dès qu'elle a touché le tube, ou qu'elle l'a seulement approché, elle est rendue électrique elle même, et par conséquent elle en est repoussée, et s'en tient toujours éloignée,*

2. Dufay : «Quatrième mémoire sur l'électricité. De l'attraction et de la répulsion des corps électriques» in «Histoire de l'Académie Royale des Sciences» 1733, page 457 et suivantes.



Fig. 228. — Dufay.

*Charles François de Cisternay Dufay (1698-1739)  
Capitaine à vingt ans, Directeur de l'Académie Royale des Sciences  
à trente cinq ans.*

*Les Merveilles de la Science - Louis Figuier - Paris 1870 - page 445.*

*jusqu'à ce que le petit tourbillon électrique qu'elle avait contracté soit dissipé».*

Jusqu'à présent Électricité était synonyme d'attraction, Dufay trouve plus d'intérêt à l'étude de la répulsion et en premier lieu à celle qui se manifeste entre deux corps chargés par un contact mutuel. Tout naturellement il s'interroge : deux corps chargés à deux sources différentes se repoussent-ils également ?

***«Cet examen m'a conduit à une vérité que je n'aurais pas soupçonnée, et dont je crois que personne n'a encore eu la moindre idée...***

*Ayant élevé en l'air une feuille d'or par le moyen du tube, j'en approchais un morceau de gomme copal (résine d'arbre exotique de la famille des légumineuses) frottée et rendue électrique, la feuille fut s'y appliquer sur le champ, et y demeura, j'avoue que je m'attendais à un effet tout contraire, parce que selon mon raisonnement, le copal qui était électrique devait repousser la feuille qui l'était aussi ; je répétais l'expérience un grand nombre de fois, croyant que je ne présentais pas à la feuille l'endroit qui avait été frotté, et qu'ainsi elle ne s'y portait que comme elle aurait fait à mon doigt, ou à tout autre corps, mais ayant pris sur cela mes mesures, de façon à ne me laisser aucun doute, je fus convaincu que la copal attirait la feuille d'or, quoiqu'elle fût repoussée par le tube : la même chose arrivait en approchant de la feuille d'or un morceau d'ambre ou de cire d'Espagne (cire végétale extraite de certaines espèces de palmiers) frotté.*

*Après plusieurs autres tentatives qui ne me satisfaisaient aucunement, j'approchai de la feuille d'or chassée par le tube, une boule de cristal de roche, frottée et rendue électrique, elle repoussa cette feuille de même, afin que je ne pus pas douter que le verre et le cristal de roche, ne fissent précisément le contraire de la gomme copal, de l'ambre et de la cire d'Espagne, en sorte que la feuille repoussée par les uns, à cause de l'électricité qu'elle avait contractée, était attirée par les autres ; cela me fit penser qu'il y avait peut-être deux genres d'électricité différents».*

Une hypothèse aussi hardie effraie d'abord son auteur. Si deux électricités existent réellement, comment ne les a-t-on pas encore signalées ! De nombreuses vérifications s'imposent. Dufay frotte toutes

les matières dont il dispose : il faut bien se rendre à l'évidence, le phénomène est général.

*«Voilà donc constamment deux électricités d'une nature toute différente, savoir celle des corps transparents et solides comme le verre, le cristal, etc... et celle des corps butimineux ou résineux, comme l'ambre, la gomme copal, la cire d'Espagne, etc...*

***Les uns et les autres repoussent les corps qui ont contracté une électricité de même nature que la leur, et ils attirent, au contraire, ceux dont l'électricité est d'une nature différente de la leur».***

Que dire de plus ? La loi d'attraction et de répulsion électrique est toute entière dans ces deux phrases. Si nous cherchons son énoncé dans un manuel contemporain nous l'y retrouvons pratiquement au mot près. Reste à nommer ces deux électricités différentes :

*«Voilà donc deux électricités bien démontrées, et je ne puis me dispenser de leur donner des noms différents pour éviter la confusion des termes, ou l'embaras de définir à chaque instant celle dont je voudrai parler ; j'appellerai donc l'une l'électricité vitrée, et l'autre l'électricité résineuse, non que je pense qu'il n'y a que les corps de la nature du verre qui soient doués de l'une, et les matières résineuses de l'autre, car j'ai déjà de fortes preuves du contraire, mais c'est parce que le verre et la copal sont les deux matières qui m'ont donné lieu de découvrir ces deux différentes électricités».*

Électricité vitrée, électricité résineuse... deux termes qui ont au moins le mérite de proposer des étalons commodes. La fin du mémoire constitue d'ailleurs un début de classement. Au registre des corps qui présentent de l'électricité résineuse nous trouvons l'ambre, la cire d'Espagne, la gomme copal, la soie, le papier. L'électricité vitrée apparaît sur le verre et aussi le cristal, la laine, la plume... mais laissons à Dufay le soin de présenter son plus bel exemple :

*«Rien ne fait un effet plus sensible que le poil du dos d'un chat vivant. On sait qu'il devient fort électrique en passant la main dessus ; si on en approche alors un morceau d'ambre frotté, il en est vivement attiré, et on le voit s'élever vers l'ambre en très grande quantité ; si, au contraire, on en approche le tube, il est repoussé et couché sur le corps de l'animal».*

Ainsi débute la longue tradition des peaux de chat dans nos laboratoires et lycées.

Après les découvertes fondamentales que sont la conduction et l'électrisation à distance, la découverte des deux espèces d'électricité ouvre des voies nouvelles à la recherche. La conclusion du mémoire manifeste l'espoir de progrès rapides.

*«Que ne devons nous point attendre d'un champ aussi vaste qui s'ouvre à la physique ? Et combien ne nous peut-il point fournir d'expériences singulières qui nous découvriront peut-être de nouvelles propriétés de la matière ?»*

Quand il écrit ces lignes Dufay à trente cinq ans. Sa mort prématurée cinq ans plus tard lui laissera peu de temps pour tracer plus loin son sillon. Il lui aura surtout manqué le temps de défendre une théorie trop hardie pour la plupart de ses contemporains. Son disciple direct, l'Abbé Nollet, à peine plus jeune que lui, est le premier à la rejeter pour défendre la doctrine assez confuse d'un fluide unique entrant et sortant simultanément des corps chargés (voir note 1).

Nous ne quitterons pas Dufay sans un regret. Des découvertes de portée équivalente ne restent généralement pas anonymes. Coulomb, Volta, Galvani, Ampère, Laplace... vivent toujours à travers le vocabulaire électrique. Qui connaît encore Dufay ? Déjà en 1893, Henri Becquerel qui avait choisi d'en faire l'éloge à l'occasion du centenaire du Muséum d'Histoire Naturelle devait constater cet oubli<sup>3</sup> :

*«Parmi les statues et les bustes qui ornent nos galeries, parmi les noms gravés sur nos monuments, j'ai cherché en vain la figure ou même le nom seulement d'un des hommes qui firent le plus de bien et le plus d'honneur au vieux Jardin des Plantes, le nom du prédécesseur du Buffon. Que dis-je, j'ai cherché jusqu'à son souvenir, et ni dans tout le muséum, ni dans Paris même, je n'ai pu trouver un portrait de Charles-François de Cisternay du Fay, intendant du Jardin Royal des Plantes».*

---

3. Becquerel Henri : «Notice sur Charles-François de Cisternai du Fay, physicien, Intendant du Jardin Royal des Plantes» extrait du volume commémoratif du centenaire de la fondation du muséum d'histoire naturelle - imprimerie royal, Paris 1893.

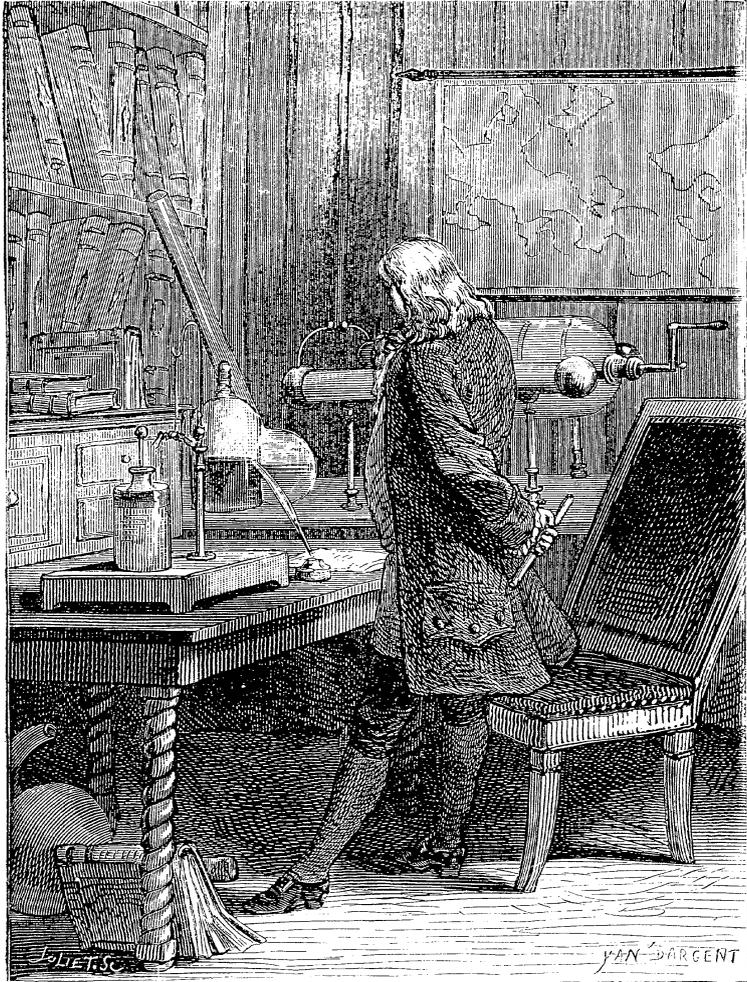


Fig. 248. — Franklin dans son laboratoire de physique à Philadelphie.

*Les Merveilles de la Science - Louis Figuier - Paris 1870 - page 473.*

Nous pourrions prolonger la longue période oratoire de Becquerel : *«J'ai vainement cherché son souvenir dans les livres de physique, dans le nom des lois et des unités électriques...»*.

Est-il vraiment trop tard pour perpétuer le souvenir de ce physicien talentueux. Rien ne nous empêche de signaler dans nos cours et dans nos manuels que la loi d'attraction et de répulsion électrique est la **«loi de Dufay»** ?

Dufay oublié, il faudra une longue suite d'observations et d'interprétations contradictoires pour que la théorie des «deux électricités» nous revienne. Le premier maillon de cette chaîne s'appelle Benjamin Franklin.

### **BENJAMIN FRANKLIN (1706-1790), UN VOCABULAIRE NEUF POUR UN FLUIDE UNIQUE**

Contrairement à son prédécesseur, la renommée n'a pas oublié Franklin. On se souvient qu'il est l'«inventeur» du paratonnerre, son apport théorique mérite également d'être reconnu. On lui doit entre autres les termes de conducteur, de charge électrique et, comme nous le verrons, d'électricité positive et négative.

Pourtant dans le domaine de la physique il se décrit lui-même comme un amateur. Né à Boston en 1706 il est autodidacte. Son père est un modeste fabricant de chandelles et c'est chez son frère imprimeur qu'il peut assouvir sa passion pour la lecture. Il rencontre l'électricité par hasard à l'âge de quarante ans. Il est alors à Philadelphie où il participe aux activités des cercles cultivés de la ville. Ceux-ci ont reçu d'Angleterre une «machine électrique» avec son mode d'emploi. C'est un tube de verre horizontal actionné par une manivelle et qui s'électrise par le frottement de la main ou d'un coussinet de cuir. Une bouteille de Leyde (un condensateur électrique) est jointe au colis, elle procurera de vigoureuses secousses au «Tout-Philadelphie» pendant plusieurs mois.

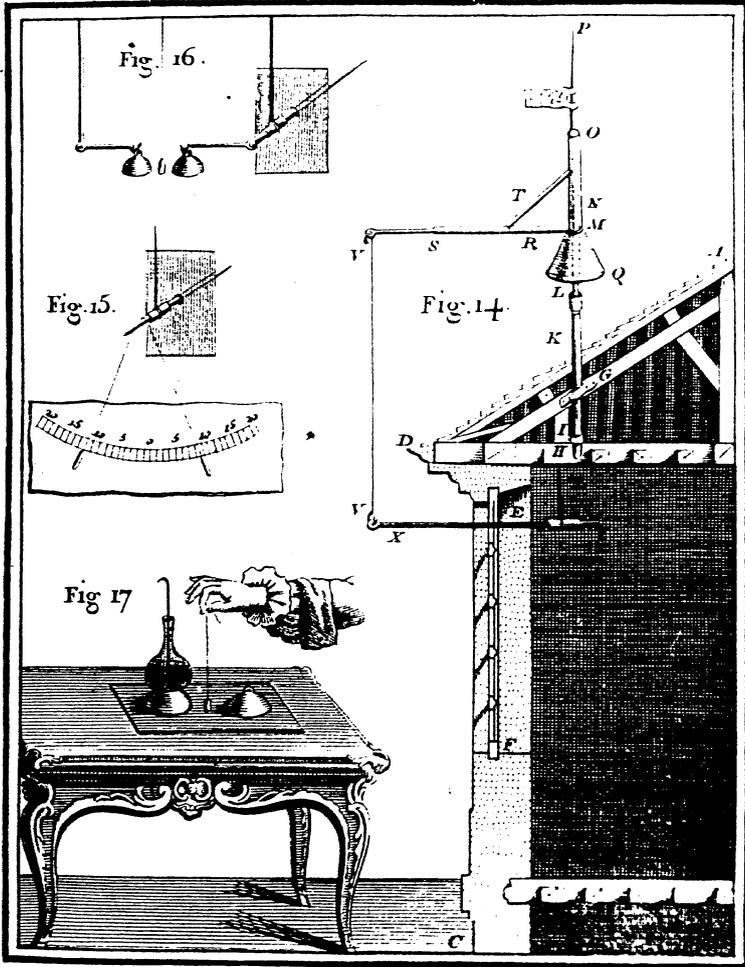
Franklin fait de ce matériel un usage plus scientifique dont il rend compte sous forme de plusieurs lettres<sup>4</sup> à son correspondant anglais M. Collinson, membre de la Royal Society de Londres, la plus célèbre société scientifique anglaise. Il considère d'abord l'électricité comme un fluide qui imprègne tous les corps. Le frottement a pour effet de

4. Franklin : «Lettres sur l'électricité» in Oeuvres de Franklin, traduction, Paris 1773.

Pl. 4.

LETTRES SUR L'ÉLECTRICITÉ

Pag. 196.



*Le dispositif imaginé par Franklin pour recueillir l'électricité des nuages. Ceux-ci se révéleront chargés négativement. Abbé Nollet - Lettres sur l'Électricité - Paris 1753 - page 196.*

la faire passer d'un corps dans l'autre. Cette nouvelle façon de percevoir l'électricité est parfaitement illustrée par la deuxième lettre qu'il adresse à Pierre Collinson. Trois personnages y sont mis en scène : A, B et C. A est isolé sur un gâteau de cire, il frotte un tube de verre qu'il tend à B lui même isolé. B approche la main du tube et en reçoit une étincelle. A ce moment le personnage C resté au sol, en contact avec la terre, tend les doigts vers A et B et reçoit de chacun une décharge électrique. Franklin propose une interprétation séduisante :

*«Nous supposons que le feu électrique est un élément commun, dont chacune des trois personnes susdites a une portion égale avant le commencement de l'opération avec le tube : la personne A qui est sur un gâteau de cire, et qui frotte le tube, rassemble le feu électrique de son corps dans le verre, et sa communication avec le magasin commun (la terre) étant interceptée par la cire, son corps ne recouvre pas d'abord ce qui lui manque ; B, qui est pareillement sur la cire, étendant la jointure de son doigt près du tube, reçoit le feu que le verre avait ramassé de A ; et sa communication avec le magasin commun étant aussi interceptée, il conserve de surplus la quantité qui lui a été communiquée. A et B paraissent électrisés à C, qui est sur le plancher ; car celui-ci ayant seulement la moyenne quantité de feu électrique, reçoit une étincelle de B, qui en a **de plus**, et il en donne à A qui en a **de moins**...*

*De là quelques nouveaux termes se sont introduits parmi nous. Nous disons que B (ou tout autre corps dans les mêmes circonstances) est **électrisé positivement** et A **négativement** ; ou plutôt B est électrisé **plus** et A l'est **moins**, et tous les jours dans nos expériences nous électrisons les corps en plus ou en moins suivant que nous le jugeons à propos».*

Pour la première fois est exprimée la notion de charges positives et négatives cependant, nous l'avons compris **Franklin ignore l'interprétation de Dufay en termes de deux espèces d'électricité**. Le fluide électrique est pour lui unique, un corps chargé positivement en porte une quantité supplémentaire, un corps chargé négativement en a perdu. «Plus» et «moins» ne sont donc pas une nouvelle convention pour désigner deux électricités différentes mais ont le sens réel de **gain** et de **perte**. Franklin propose un modèle très différent de celui de Dufay, un modèle qui présente d'ailleurs de sérieuses lacunes. Comment peut-il affirmer, comme une évidence, que l'homme qui frotte un tube de verre fait passer l'électricité **de** son corps **vers** le tube ? Franklin a une étrange intuition : il imagine que la «chose frottante» perd une

partie de son fluide au profit de la «chose frottée». On peut regretter qu'il n'ait pas d'abord frotté du soufre il lui aurait pour cette même raison attribué une charge positive ce qui, nous le verrons par la suite, aurait simplifié la tâche des professeurs du XX<sup>ème</sup> siècle.

La publication de ces premières lettres lui vaut à ce sujet un courrier critique. Un de ses correspondants lui signale le comportement différent du soufre et du verre et suggère l'existence de deux électricités. Franklin préfère son interprétation initiale, tout au plus doit-il admettre qu'un corps peut non seulement gagner de l'électricité quand on le frotte mais aussi en perdre. Persévérant dans son intuition première il décrète cependant que c'est bien le verre qui se charge «*en plus*» tandis que le soufre se charge «*en moins*».

Une seconde mise en garde est plus sévère. On n'étonnera personne en disant que le sujet favori de Franklin a été le tonnerre. Il en imagine le processus de la façon suivante : la terre est la réserve, le «magasin» de l'électricité. En sévaporant pour former les nuages l'eau arrache au globe terrestre une certaine quantité de fluide électrique qui lui est ensuite restituée sous forme d'éclairs. Or, après la découverte du paratonnerre Franklin est en mesure de prélever et d'analyser l'électricité portée par les nuages. Il constate alors qu'ils sont généralement chargés «en moins». Il faudrait donc que l'eau ait abandonné de l'électricité au sol au moment de l'évaporation et que, dans le phénomène du tonnerre, ce soit «*la terre qui frappe les nuages et non pas les nuages qui frappent la terre*». Cette idée, contraire au sens commun, chagrine Franklin et finalement le doute s'installe :

*«Les amateurs de cette branche de la physique ne trouveront pas mauvais que je leur recommande de répéter avec soin et en observateurs exacts, les expériences que j'ai rapportées dans cet écrit et dans les précédents sur l'électricité positive et négative, et toutes celles du même genre qu'ils imagineront, afin de s'assurer si l'électricité communiquée par le globe de verre est réellement positive...».*

Il faudra presque un siècle et demi pour apporter une réponse à cette question. Cette réponse, hélas, sera négative. Cela n'empêche pas la théorie de s'imposer. Elle possède en effet un pouvoir déductif très développé et sera la source d'un progrès rapide dans l'expérimentation (voir note 1).

La théorie des deux fluides ressurgit cependant à l'occasion d'une observation fortuite de l'anglais Symmer.

## LES BAS DE SOIE DE ROBERT SYMMER

**Robert Symmer** (1707-1763) est écossais. Après une carrière dans la finance il se consacre aux sciences. En 1759 il publie dans les «Philosophical Transactions» de la Royal Society<sup>5</sup> de Londres le compte rendu d'expériences qui malgré leur caractère étrange lui vaudront une durable renommée (voir note 2).

Cela commence par une observation banale : des étincelles éclatent le soir quand il retire ses bas. Beaucoup de ses amis lui disent avoir fait la même observation mais, dit-il, «il n'a jamais entendu parler de quelqu'un qui ait considéré le phénomène d'une manière philosophique». C'est en effet une idée qui ne vient pas spontanément à l'esprit et c'est pourtant ce qu'il se propose de faire. Il décide donc de porter chaque jour deux paires de bas superposées, l'une de soie vierge l'autre de laine peignée. Heureuse initiative car alors le phénomène se renforce et surtout les deux paires de bas quand on les sépare manifestent une furieuse tendance à s'attirer. On peut même mesurer cette attraction en lestant l'une des paires au moyen de masses marquées de poids non négligeable.

Arrive un jour ou un décès dans sa famille l'amène à porter le deuil. Il ne renonce pas pour autant à son expérience et enfle une paire de bas de soie noire sur ses habituels bas de soie naturelle. Ce soir là, au moment du déshabillage, l'effet est extraordinaire ! jamais bas ne se sont attirés avec tant de fougue !

Quand la période de deuil touche à sa fin et que les bas plus classiques reprennent leur place en position externe sur la jambe de Symmer les phénomènes retrouvent leur cours plus modéré. Voici donc deux matériaux de choix pour une expérimentation sur les attractions électriques : la soie naturelle et la soie noire à laquelle le colorant apporte de nouvelles propriétés. Pour décrire ces observations Symmer utilise d'abord le vocabulaire de Franklin mais, dans l'incapacité de décider lequel des deux bas perd ou gagne de l'électricité, il refuse un choix arbitraire et s'oriente, après avoir lu Dufay, vers l'idée de deux fluides électriques différents :

*«C'est mon opinion, qu'il y a deux fluides électriques (ou des émanations de deux pouvoirs électriques distincts) essentiellement différents l'un de l'autre ; que l'électricité ne*

---

5. Symmer : «New Experiments and Observations concerning electricity» in «Philosophical Transactions» année 1759 page 340 et suite.

*consiste pas en l'effluence et l'affluence de ces fluides, mais dans l'accumulation de l'un ou l'autre dans le corps électrisé ; ou, en d'autres termes elle consiste dans la possession d'une grande quantité de l'un ou l'autre pouvoir. Ainsi il est possible de garder un équilibre dans un corps, par contre si l'un ou l'autre pouvoir domine, le corps est électrisé de l'une ou l'autre manière».*

Pour désigner ces électricités Symmer conserva les termes «positive» et «négative» qui associent une neutralité mathématique à la neutralité électrique de la matière. Tout en la sachant arbitraire il conservera également la convention de Franklin et appellera positive l'électricité qui apparaît en excès sur le verre frotté et négative celle qui s'accumule sur le soufre. C'est donc la théorie de Dufay habillée du vocabulaire de Franklin et c'est le modèle de nos «modernes» manuels. La théorie sera structurée en 1765 par le Suédois T. Bergman, peu après le décès de Symmer : dans tout corps en équilibre existe un **fluide neutre** composé de quantités égales de fluide négatif et de fluide positif. Ceux-ci peuvent être séparés lors du frottement ou à l'occasion d'un phénomène d'influence.

Dufay, malgré la rigueur de sa méthode, a été rapidement oublié. Par contre on trouve encore le nom de Symmer dans les manuels du début du XX<sup>ème</sup> siècle.

Le XIX<sup>ème</sup> siècle voit donc cohabiter deux modèles différents, celui du fluide unique plutôt enseigné en Angleterre et celui des deux fluides surtout utilisé en Europe continentale. Les raisons de choisir l'un ou l'autre sont plus d'ordre philosophique que d'ordre pratique. Une attitude qu'illustre assez bien Coulomb<sup>6</sup> en 1788, alors qu'il vient d'établir la loi mathématique de l'attraction et de la répulsion à distance :

*«M. Aepinus (disciple de Franklin) a supposé dans la théorie de l'électricité, qu'il n'y avait qu'un seul fluide électrique dont les parties se repoussaient mutuellement et étaient attirées par les parties des corps avec la même force qu'elles se repoussaient... Il est facile de sentir que la supposition de M. Aepinus donne, quant aux calculs, les mêmes résultats*

6. Coulomb : «Des deux natures d'électricité» in «Histoire de l'Académie Royale des Sciences», année 1788, page 671.

*que celle des deux fluides... Je préfère celle des deux fluides qui a déjà été proposée par plusieurs physiciens, parce qu'il me paraît contradictoire d'admettre en même temps dans les parties des corps une force attractive en raison inverse du carré des distances démontrée par la pesanteur universelle et une force répulsive dans le même rapport inverse du carré des distances».*

Il est vrai que le choix ne s'impose pas quand on étudie l'électricité à l'état statique. Le problème se pose-t-il différemment quand on considère la circulation de ce (ou de ces) fluide(s), c'est-à-dire quand on s'intéresse au «courant» électrique ? La question sera très vite posée.

## DES CHARGES JUSQU'AUX COURANTS ÉLECTRIQUES

Le concept de courant électrique est déjà en germe dans les lettres de Franklin et de ses correspondants. En définissant l'électricité comme un fluide qui peut s'accumuler sur un corps ou en être extrait, en désignant par le terme de «conducteur» les corps susceptibles de transmettre ce fluide, on introduit nécessairement l'idée d'un écoulement, d'un courant. Le mot «courant» est d'ailleurs utilisé par Franklin pour décrire les effluves qui s'échappent des conducteurs et M. E. Kinnersley, l'un de ses correspondants, qui a déjà eu l'occasion de lui signaler les effets différents du verre et du soufre, lui propose un premier montage propre à faire circuler ce fluide.

*«Si un globe de verre est placé à l'un des bouts du conducteur, et un globe de soufre à l'autre, les deux globes étant également en bon état, et dans un mouvement égal, on ne pourra tirer aucune étincelle du conducteur, parce que l'un des globes attire (le fluide électrique) du conducteur aussi vite que l'autre y fournit !»<sup>7</sup>.*

Le même Kinnersley observe l'effet calorifique du courant électrique, il relie par un fil d'archal (nom ancien du laiton, alliage du cuivre et de zinc), les deux armatures d'une batterie de bouteilles de Leyde (premier condensateur électrique découvert par Van Musschenbroëk à Leyde) : *«le*

---

7. Kinnersley : «Lettre première de M. E. Kinnersley à M. Franklin de Philadelphie, de Boston le 3 février 1752» in Oeuvres de Franklin, traduction, Paris 1773, page 95.

*fil d'archal fut chauffé jusqu'au rouge*». L'interprétation du phénomène est très «moderne».

*«On peut inférer de là que, quoique le feu électrique n'ait aucune chaleur sensible lorsqu'il est dans un état de repos, il peut par son mouvement violent et par la résistance qu'il éprouve, produire de la chaleur dans d'autres corps, en y passant pourvu qu'ils soient assez petits. Une grande quantité passerait au travers du gros fil d'archal sans y produire de chaleur sensible, tandis que la même quantité passant au travers d'un petit, étant restreinte à un passage plus étroit, et ses particules plus serrées les unes sur les autres, et éprouvant une plus grande résistance, elle échauffera ce petit fil d'archal jusqu'à le faire, rougir et même jusqu'à le fondre» (lettre II à M. Franklin).*

Quant à s'interroger sur le sens de circulation de ce courant de fluide électrique, la question n'est jamais véritablement posée tant la réponse est évidente : il circule nécessairement à travers le conducteur du corps qui en porte **«en plus»** vers celui, qui en porte **«en moins»**.

Le même point de vue est exprimé par le français Jean-Baptiste Le Roy (1720-1800) qui préfère pour sa part parler d'électricité **«par condensation»** et d'électricité **«par raréfaction»**. Il décrit sa machine électrique comme une «pompe à électricité» qui refoule celle-ci de son pôle positif (le plateau de verre frotté) et l'attire à son pôle négatif (les coussins de cuir responsables du frottement). La circulation du fluide est clairement décrite :

*«Si le fluide est raréfié d'un côté et condensé de l'autre, il doit se former un courant tendant du corps où il est condensé vers celui où il est raréfié»<sup>8</sup>.*

Pour les tenants de la théorie du fluide unique, la définition du sens de circulation du courant électrique ne doit donc rien ni au hasard ni à une quelconque convention. Il est imposé par le modèle choisi.

---

8. Le Roy : «Mémoire sur l'électricité où l'on montre par une suite d'expériences, qu'il y a deux espèces d'électricité, l'une produite par la condensation du fluide électrique, et l'autre par sa raréfaction ; et qu'elles ont chacune des Phénomènes particuliers qui les caractérisent parfaitement» in «Histoire de l'Académie Royale des Sciences, année 1753, page 460.

Les machines de Jean-Baptiste Le Roy sont une tentative sur la voie des générateurs électriques, il faudra cependant attendre le début du XIX<sup>ème</sup> siècle et la construction de la première pile électrique par Volta pour que l'étude des courants électriques et de leurs effets prenne le pas sur celle des phénomènes statiques.

## DE LA PILE VOLTA AU BONHOMME D'AMPÈRE

Nous ne détaillerons pas ici l'observation publiée en 1791 par **Luigi Galvani** (1737-1798) et qui devait mener Volta à la découverte de la pile. Rappelons simplement qu'après avoir observé l'effet de l'électricité atmosphérique sur le muscle d'une grenouille, Galvani obtint un effet analogue par l'action sur le tissu vivant de deux métaux de nature différente. Lui même ne sut pas interpréter correctement le phénomène et voulut trouver dans le muscle la source d'une «électricité animale». L'interprétation de **Volta** (1745-1827) qui vit dans les métaux différents la cause de la production d'électricité eut, bien qu'incomplète et partiellement fausse, des suites plus heureuses.

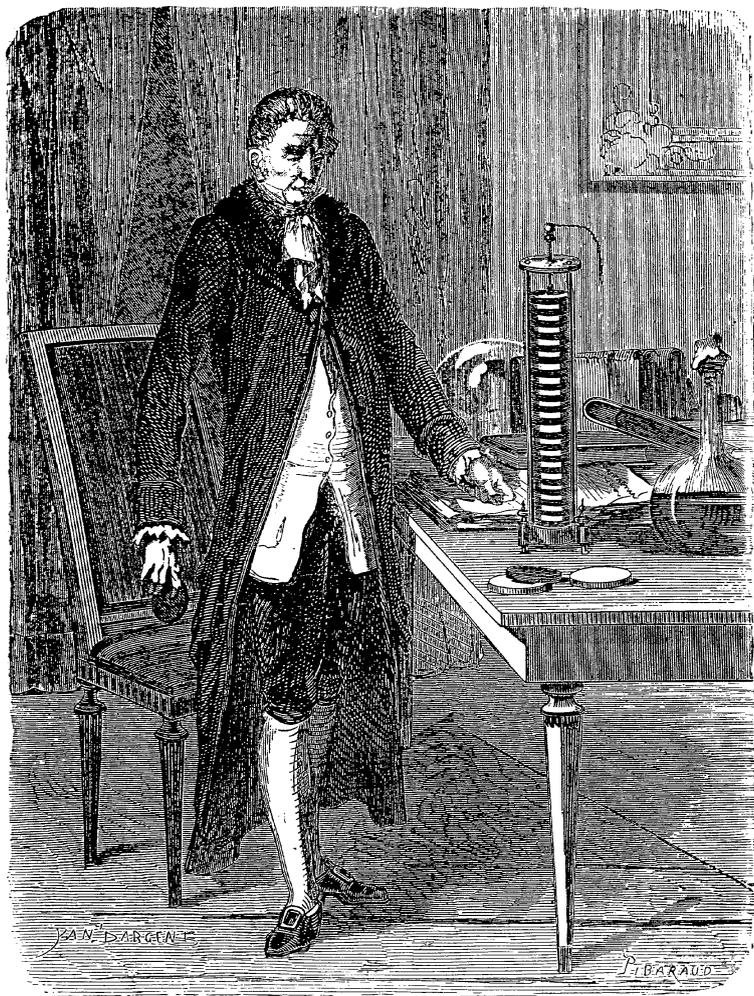
Volta construit sa première pile en 1800 : assemblage de rondelles de cuivre (ou d'argent) et de zinc alternées, séparées par un carton imprégné d'une solution acide. Il en adresse la description à Sir Joseph Banks, président de la Royal Society de Londres<sup>9</sup>. Vingt couples d'argent et de zinc produisent déjà des effets remarquables : un condensateur électrique peut être chargé, une légère commotion est ressentie quand on touche les deux extrémités de la pile sous l'action du «courant» de fluide électrique qui «*envahit*» et «*traverse*» le corps de l'expérimentateur.

En novembre 1801, l'expérience est reproduite à Paris devant Bonaparte en présence de Biot qui en établit le compte-rendu. Le rapport de Biot<sup>10</sup>, conforme aux idées exprimées par Volta décrit le passage d'un fluide unique de l'argent au cuivre ou du cuivre au fer ou encore du fer à l'étain.

*«Si l'on range les métaux dans l'ordre suivant, argent, cuivre fer, étain, plomb, zinc, chacun d'eux deviendra positif*

9. Volta : «On the Electricity excited by the mere contact or conducting substances of different kinds. In a letter to the Right Hon. sir Joseph Banks» in «Philosophical Transactions», année 1800, deuxième partie, page 408.

10. Biot : «Rapport sur les expériences du Citoyen Volta par le Citoyen Biot» in «Mémoires de l'Institut National des Sciences», année 1801, page 195.



*Volta dans son laboratoire en 1799*  
*Les Merveilles de la Science - Louis Figuier - Paris 1870 - page 621.*

*par le contact avec celui qui le précède et négatif avec celui qui le suit : l'électricité passera donc de l'argent au cuivre, du cuivre au fer, du fer à l'étain, et ainsi de suite» (voir note 2).*

Les premiers feuillets de la lettre écrite par Volta à Joseph Banks et datés du 20 mars 1800 arrivent à Londres aux premiers jours du mois d'avril. Avant qu'ils soient lus en séance de la Royal Society plusieurs physiciens anglais testent le montage proposé et complète les premières observations. Le 2 mai, le chirurgien Anthony Carlisle et son ami le physicien Nicholson, observent la décomposition de l'eau en interrompant le circuit voltaïque par l'introduction d'un tube plein de ce liquide entre les extrémités libres de deux fils reliés aux bornes de la pile. Utilisant des fils d'or ou de platine, Nicholson n'a aucune peine à reconnaître que le gaz dégagé au pôle positif est de l'oxygène, tandis que le gaz recueilli sur le fil négatif est de l'hydrogène. Dès lors l'effet chimique du galvanisme mobilise tous ceux qui en Europe participent au développement de cette science encore jeune qu'est la chimie.

C'est à nouveau d'Angleterre que viennent les premiers résultats spectaculaires. L'année 1807, Humphry Davy (1778-1829) qui occupe la chaire de chimie à la Royal Society de Londres découvre le potassium et le sodium par l'électrolyse de la potasse et de la soude fondues. Chacun reconnaît alors dans l'électricité un extraordinaire instrument d'analyse. Le baryum et le calcium sont isolés à leur tour et on s'active à construire de gigantesques batteries de piles. En 1813, Napoléon I<sup>er</sup> en fait construire une de 600 couples à l'École Polytechnique, une seconde, de 2 000 couples est installée la même année pour Davy à la Royal Institution de Londres.

De façon paradoxale, ces prodigieux instruments restent entre les mains des chimistes. L'incandescence et la fusion de conducteurs placés entre les pôles sont parmi les rares effets physiques observés. La notion de courant électrique est peu présent dans l'esprit des observateurs. On en trouve cependant une approche quantitative chez Thénard et Gay-Lussac qui mesurent les effets de la pile de l'École Polytechnique au moyen d'un «*galvanomètre*». Celui-ci n'est rien d'autre qu'un électrolyseur muni d'éprouvettes qui permettent la mesure des gaz issus de la décomposition de l'eau pendant un temps donné. Faraday donnera le nom de «*Voltamètre*» au même instrument, conservant le nom de galvanomètre pour l'appareil construit sur l'effet magnétique des courants.

Il faut attendre 1820 pour que Oersted ramène l'intérêt sur les courants électriques dans les conducteurs et sur leurs effets.



*L'expérience d'Oersted en 1820*  
*Les Merveilles de la Science - Louis Figuier 1870 - page 713.*

## OERSTED : L'OBSERVATION

La nature commune de l'électricité et du magnétisme est une hypothèse ancienne. L'aimantation de tiges de fer sous l'action de la foudre est déjà signalée dans les œuvres de Franklin de même que le mouvement d'une aiguille aimantée à l'occasion de la décharge d'une bouteille de Leyde. Malheureusement ces recherches étaient vouées à l'échec tant que leurs auteurs ne disposaient pas d'une source continue d'électricité. Hans Christian Oersted (1777-1851), professeur de physique à l'Université de Copenhague a cette chance. Occupé, pendant l'hiver 1819, à montrer à ses élèves l'effet calorifique de la pile Volta en portant à l'incandescence un fil de platine tendu entre ses pôles, il observe le mouvement d'une aiguille aimantée située à proximité. Une étude attentive lui montre que l'effet est maximal quand le fil conducteur est placé parallèlement à l'aiguille aimantée. Celle-ci tend alors vers une position d'équilibre perpendiculaire au fil. Le sens de ce mouvement dépend de l'ordre dans lequel les pôles de la pile ont été reliés au conducteur.

Interprétant cette expérience nous dirions aujourd'hui que le sens de la déviation de l'aiguille dépend du sens du courant électrique. Oersted cependant est adepte d'une théorie des deux fluides distincts. Il utilise les concepts de «force», de «matière» ou de «conflit» électrique qu'il décrit sous forme de «tourbillons» dont le fil serait l'axe.

*La «matière électrique négative décrit une spirale à droite et agit sur le pôle Nord» tandis que «la matière électrique positive possède un mouvement en sens contraire et à la propriété d'agir sur le pôle Sud»<sup>11</sup>.*

Il réussit donc sans peine à faire entrer l'interprétation dans le cadre théorique qui est déjà le sien. La théorie des deux fluides résiste !

## AMPÈRE : LA CONVENTION

On sait que dès l'annonce en France des observations faites par Oersted, **Ampère** (1775-1836) commençait la série d'expériences qui allaient l'amener à la mise au point de sa théorie de l'«électrodynami-

11. Oersted : «Expériences relatives à l'effet du conflit électrique sur l'aiguille aimantée» cité dans «Histoire Générale des Sciences» sous la direction de R. Taton, P.U.F., tome 3, page 208.



Fig. 383. — A.-M. Ampère.

*Portrait de Ampère par Yan d'Argent  
Les Merveilles de la Science - Louis Figuier 1870 - page 717.*

que». Chacun connaît le fameux «bonhomme» placé sur le fil conducteur de telle sorte que le courant électrique lui entre par les pieds. On peut penser qu'avec Ampère le courant unique a fini par s'imposer. Erreur ! Ampère est également un ferme partisan des deux fluides :

*«Nous admettons, conformément à la doctrine adoptée en France et par beaucoup de physiciens étrangers, l'existence de deux fluides électriques, susceptibles de se neutraliser l'un l'autre, et dont la combinaison, en proportion déterminées, constitue l'état naturel des corps. Cette théorie fournit une explication simple de tous les faits et, soumise à l'épreuve décisive du calcul, elle donne des résultats qui s'accordent avec l'expérience».*

Par contre il rejette les termes d'électricité vitrée et résineuse, il leur préfère ceux de positive et négative à condition que ces termes ne conservent que le sens d'une **convention** :

*«Lorsqu'on admit l'existence des deux fluides, on aurait dû dire : ils présentent l'un à l'égard de l'autre les propriétés opposées des grandeurs positives et négatives de la géométrie ; le choix est arbitraire, comme on choisit arbitrairement le côté de l'axe d'une courbe où ses abscisses sont positives ; mais alors celles de l'autre côté doivent être nécessairement considérées comme négatives ; et le choix une fois fait, comme il l'a été à l'égard des deux électricités, on ne doit plus le changer».*

En toute logique ces deux électricités sont produites par la pile :

*«Dans la pile isolée, chaque électricité se manifeste à l'une des extrémités de l'appareil, l'électricité positive à l'extrémité zinc, et l'électricité négative à l'extrémité cuivre»* (Ampère respecte ici les polarités proposées par Volta, l'électricité positive étant reconnue à l'électroscope comme étant de même nature que celle qui apparaîtrait sur le verre frotté).

Et tout naturellement :

*«Deux courants s'établissent toujours, lorsque l'on fait communiquer les deux extrémités de la pile».*

Le courant d'électricité positive part de la lame positive et celui d'électricité négative part de l'autre lame. Comme les phénomènes

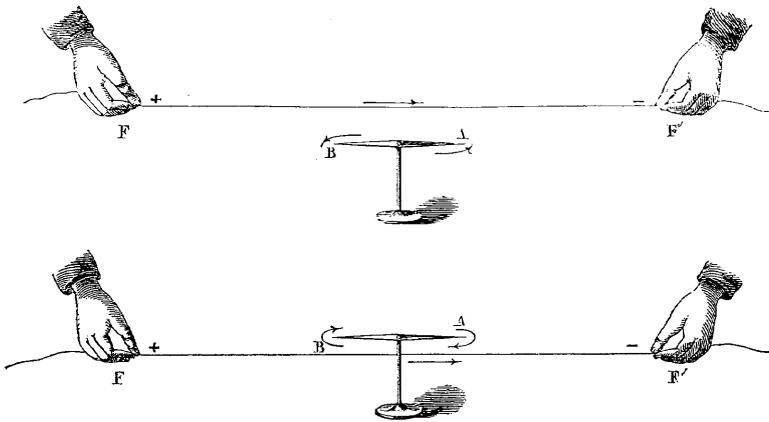


Fig. 360 et 381. — Courant magnétique.

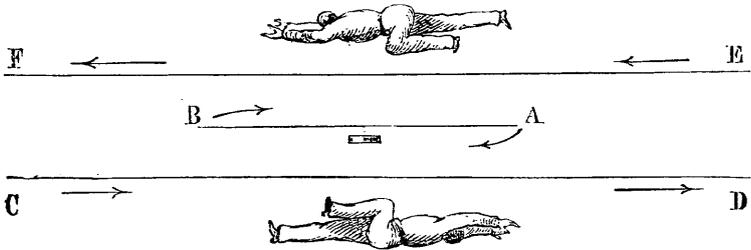


Fig. 382. — Courant électrique personifié.

*Le «bonhomme d'Ampère».*

*Il permet d'abord de prévoir le sens de déviation de l'aiguille aimantée suivant que le conducteur est au-dessus ou au-dessous de celle-ci.*

*Les Merveilles de la Science - Louis Figuier - Paris 1870 - page 715.*

magnétiques s'inversent quand on change le sens de ces deux courants il est nécessaire de bien repérer ces sens ; c'est l'occasion pour Ampère de proposer une convention commode :

*«Il suffit de désigner la direction du transport de l'un des principes électriques, pour indiquer, en même temps, le sens du transport de l'autre ; c'est pourquoi, en employant dorénavant l'expression de **courant électrique** pour désigner le sens dans lequel se meuvent les deux électricités, nous appliquerons cette expression à l'**électricité positive**, en sous-entendant que l'électricité négative se meut en sens contraire»<sup>12</sup>.*

C'est donc encore une **convention** que nous propose Ampère. Ainsi quand dans la suite de ses travaux il nous parle du sens du **courant électrique** il faut retenir qu'il désigne le sens de circulation du fluide positif. C'est le cas en particulier quand il propose son fameux observateur :

*«Pour... définir la direction du courant relativement à l'aiguille concevons un observateur placé dans le courant de manière que la direction de ses pieds à sa tête soit celle du courant, et que sa face soit tournée vers l'aiguille ; on voit alors que dans toutes les expériences rapportées ci-dessus le pôle austral de l'aiguille aimantée est porté à la gauche de l'observateur ainsi placé».*

L'observateur d'Ampère reçoit bien le fluide positif par les pieds mais il reçoit également le fluide négatif par la tête.

Avec Ampère, la théorie des deux courants s'impose en France et dans la plupart des pays d'Europe, elle est encore classique dans les manuels du début du XX<sup>ème</sup> siècle et exige des enseignants de véritables prouesses pédagogiques. Il n'est en effet pas commode d'exposer la façon dont les deux fluides peuvent se croiser sans se neutraliser (voir note 3). Toutefois la nouvelle convention a le mérite de mettre à la disposition des deux écoles le même vocabulaire : chacun décrit les phénomènes par référence au sens **du courant**, peu importe si cette expression recouvre deux interprétations différentes.

---

12. Ampère : «Action mutuelle des courants électriques et des aimants» in «Exposé des Nouvelles Découvertes sur l'Électricité et le Magnétisme, par MM. Ampère, Membre de l'Académie Royale des Sciences, Professeur à l'École Polytechnique et Babinet, Professeur au Collège royal de Saint-Louis. Paris 1822, page 4.

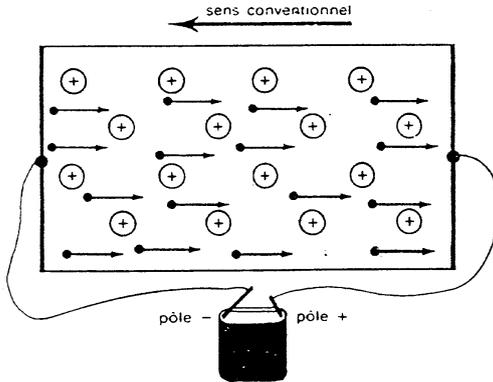
*Le courant électrique dans un manuel du XIX<sup>ème</sup> siècle*

"Dans l'hypothèse des deux fluides que nous avons jusqu'à présent admise, il en résulte un mouvement continu dans le fil métallique ; les électricités s'y propagent en sens inverse pour constituer deux courants d'électricité. L'un, de fluide négatif, chemine du pôle négatif au pôle positif, et l'autre de fluide positif marche en sens inverse. On est convenu d'appeler *sens du courant* dans le circuit extérieur, le sens de propagation du fluide positif. On dit que dans un fil le courant va de P en N quand l'électricité positive chemine du point P vers le point N, et l'on sous-entend qu'un courant d'électricité négative marche en sens contraire."

Cours élémentaires de Physique : A. BOUTAN et J.-C. D'ALMEIDA - Paris 1874

*Le courant électrique aujourd'hui***D. DÉPLACEMENT DES ÉLECTRONS DE CONDUCTION GRACE A UN GÉNÉRATEUR**

Quand on relie les deux extrémités d'un fil de cuivre aux deux pôles d'un générateur, les électrons de conduction du métal prennent un mouvement d'ensemble et se dirigent vers la borne + du générateur.



- Le mouvement des électrons s'effectue dans le sens inverse du sens conventionnel du courant.
- La vitesse de translation des électrons de conduction d'un métal est faible, de l'ordre du millimètre par seconde.
- Dès que la pile est branchée aux extrémités du fil, tous les électrons démarrent en même temps.

Physique-Cours de seconde : Guy FONTAINE - Adolphe TOMASINO - Éditions Nathan

## LE RETOUR DE FRANKLIN

L'Angleterre est en général restée fidèle à Franklin et au fluide unique. Maxwell (1831-1879) par exemple souhaite une grande prudence vis-à-vis de la notion même de fluide électrique :

*«Tant que nous ignorons si l'électricité positive ou négative, ou si l'électricité même est une substance, tant que nous ne saurons pas si la vitesse du courant électrique est de plusieurs millions de lieues par seconde ou d'un centimètre de pouce à l'heure, ou même si le courant électrique marche du positif au négatif ou dans la direction opposée nous devons éviter de parler de fluide électrique».*

Malgré cette prudence il faut bien utiliser un modèle de fluide électrique pour interpréter les phénomènes électromagnétiques, c'est alors le fluide unique qui a sa préférence :

*«S'il existe une substance pénétrant tous les corps, dont le mouvement constitue le courant électrique, l'excès de cette substance dans un corps, au-delà d'une certaine proportion normale constitue la charge observée de ce corps»<sup>13</sup>.*

Aucune ambiguïté avec la «vis» (ou le «tire-bouchon») de Maxwell, il avance dans le sens **du** courant :

*«Supposons qu'une vis droite s'avance dans la direction du courant, en tournant, en même temps, comme au travers d'un corps solide, c'est-à-dire, dans le sens des aiguilles d'une montre, le pôle nord de l'aimant tendra toujours à tourner autour du courant dans le sens de la rotation de la vis, et le pôle sud, dans le sens opposé».*

Nous pourrions terminer cette brève histoire avec J.-J. Thomson (1856-1940). En 1897, il reconnaît d'abord que rien jusqu'à présent n'a pu départager la «*théorie dualiste*» de l'électricité de la «*théorie unitaire*» :

*«Les fluides étaient des fictions mathématiques, destinées seulement à fournir un support spatial aux attractions et répulsions qui se manifestent entre corps électrisés... Aussi longtemps que nous nous bornons à des questions qui impli-*

---

13. Maxwell : «Traité élémentaire d'électricité» Paris - Gautier Villars - 1884, page 129.

*quent seulement la loi des forces se manifestant entre des corps électrisés et la production simultanée de quantités égales d'électricité positive et négative ; les deux théories doivent donner le même résultat, et il n'y a rien qui puisse nous permettre de choisir entre les deux... Ce n'est que lorsque nous portons nos investigations sur des phénomènes impliquant les propriétés physiques du fluide, qu'il nous est permis d'espérer pouvoir faire un choix entre les deux théories rivales».*

Thomson se livre à de telles investigations. Il étudie, en particulier, le rayonnement cathodique. Au moment où il y découvre le «corpuscule d'électricité» qu'on appellera plus tard électron il fait d'une certaine façon triompher ses couleurs nationales. Constatant, que les rayons cathodiques sont constitués de «grains» d'électricité négative dont la mesure du rapport de la charge à la masse révèle des masses plus de mille fois inférieures à celles des plus petites particules positives, il ne peut douter d'avoir assuré la victoire de son camp :

*«Ces résultats nous conduisent à une conception sur l'électricité qui a une ressemblance frappante avec la "théorie unitaire de Franklin"».*

Le triomphe cependant n'est pas total :

*«Au lieu de considérer, comme le faisait cet auteur, le fluide électrique comme étant de l'électricité positive, nous le considérons comme de l'électricité négative... Un corps chargé positivement est un corps qui a perdu une partie de ses corpuscules»<sup>14</sup>.*

Il reste ce mauvais choix initial : le verre frotté ne se charge pas d'électricité, il en perd !

## **SITUATION BLOQUÉE**

Nous voici au moment où la situation se fige. Depuis un siècle et demi les conventions de Franklin ont imprégné la science électrique, Ampère a incrusté cette empreinte en fixant le sens de circulation du courant, la découverte des électrons qui impose une nouvelle interpréta-

---

14. J.-J. Thomson : «Électricité et Matière» - Paris - Gauthier Villars - 1922, page 73.

tion de la conduction dans les métaux est-elle un événement suffisant pour provoquer une révolution dans les conventions électriques ? Il faut constater que l'on s'accommodera de ces électrons qui se déplacent en sens inverse du sens conventionnel. Un déplacement qui n'est d'ailleurs pas spectaculaire, nous pouvons à présent répondre à l'interrogation de Maxwell, la vitesse du courant d'électrons n'est pas de plusieurs millions de lieues à la seconde et si elle est quand même supérieure à un centième de pouce à l'heure. Ce résultat parle peu à l'imagination c'est peut-être pourquoi on préfère continuer à raisonner sur le courant mythique des premiers temps de l'électricité.

Il reste un certain étonnement et parfois de l'irritation quand on présente au débutant cette contradiction dans la science électrique. D'une certaine façon cependant cette «erreur» est bénéfique : elle casse le discours linéaire, elle force l'interrogation et oblige à un retour sur l'histoire des sciences. Au moins les apprentis électriciens retiendront-ils que l'activité scientifique est une activité humaine, une activité vivante et qu'on y rencontre parfois les cicatrices des erreurs passées.

## BIBLIOGRAPHIE

- R. TATON - Histoire des Sciences ; P.U.F. - Paris - 1969.
- J. TORLAIS - L'Abbé Nollet : Un physicien au siècle des lumières - Jonas Éditeur - 1987.
- J. ROSMORDUC (dir) - Histoire de la Physique, tome 1, la formation de la physique classique (1987 : Paris, Lavoisier), pp. 195-215.
- Bernadette BENSUAUDE-VINCENT et Isabelle STENGERS - Histoire de la Chimie - La Découverte - 1993.

## NOTES

**Note 1** : Titulaire de la chaire de Physique expérimentale créée pour lui au Collège de Navarre, Maître de Physique des Enfants de France, titulaire de la chaire de Physique aux Écoles d'artillerie et du génie, l'Abbé Nollet (1700-1770) est le grand expérimentateur et vulgarisateur de l'électricité au XVIII<sup>ème</sup> siècle. Élève de Dufay, il rejette cependant sa théorie des deux fluides :

*«Question* : *Y-a-t-il dans la nature deux sortes d'électricité essentiellement différente l'une de l'autre ?*

*«Réponse* : *Feu M. Dufay séduit par de fortes apparences et embarrassé par des faits qu'il n'était guère possible de*

*rapporter au même principe il y a trente ans, c'est-à-dire dans un temps où l'on ignorait encore bien des choses qui se sont manifestées depuis, M. Dufay dis-je, a conclu par l'affirmation sur la question dont il s'agit. Maintenant bien des raisons tirées de l'expérience, me font pencher fortement pour l'opinion contraire ; et je ne suis pas le seul de ceux qui ont examiné et suivi les phénomènes électriques, qui abandonne la distinction des deux électricités résineuse et vitrée»<sup>15</sup>.*

Il propose pour sa part la théorie d'une matière électrique unique qui quitterait et rejoindrait les corps électrisés dans un double mouvement simultané :

*«La matière électrique s'élançe du corps électrisé en forme de rayons qui sont divergents entre eux, et c'est là ce que j'appelle, **matière effluente** ; une pareille matière vient, selon moi, de toutes parts au corps électrisé, soit de l'air atmosphérique soit des autres corps environnants et voilà ce que je nomme **matière affluente** ; ces deux courants qui ont des mouvements opposés, ont lieu tous deux ensemble, c'est ce que j'exprime par le mot simultanés»<sup>16</sup>.*

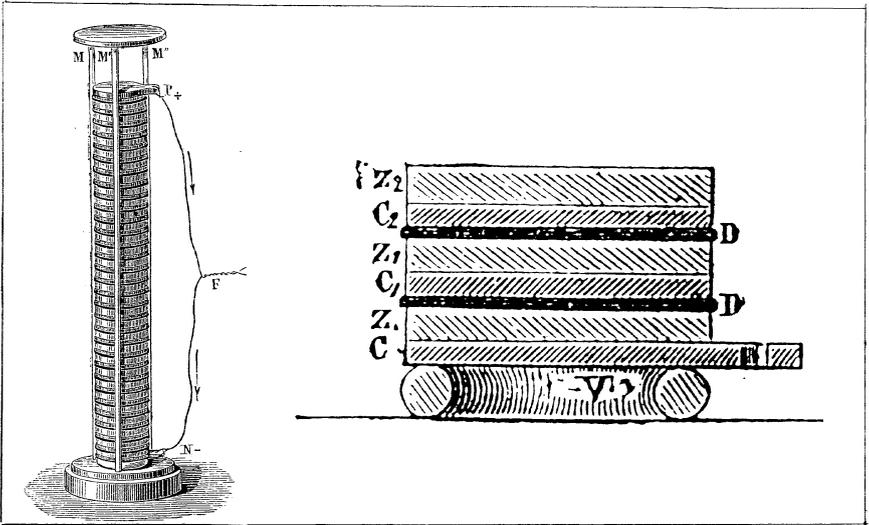
Théorie confuse contre laquelle, malgré la résistance de son auteur, la théorie de Franklin n'aura aucun mal à s'imposer. L'abbé Nollet qui a été le «Physicien Électriseur» le plus célèbre de l'Europe du siècle des lumières ne mérite pas cependant l'oubli dans lequel il est tombé aujourd'hui.

**Note 2** : Un lecteur attentif aura certainement remarquer que si la suite des métaux proposés par Volta et Biot correspond bien à l'échelle d'électro-négativité, leur polarité est par contre inversée. L'occasion nous est donnée de relever, à ce propos, l'erreur théorique de Volta. Dans l'hypothèse qu'il propose la cause de la circulation du fluide électrique réside dans le contact de deux métaux différents qui crée ce que Biot appellera une «force motrice». La rondelle de feutre ou de carton imbibée d'acide n'aurait qu'un rôle de contact entre les couples successifs. Sur ce principe l'empilement commence par la lamelle de cuivre du couple cuivre/zinc et se termine par la lamelle de zinc d'un couple identique. L'observation fait apparaître un pôle (+) sur le zinc et

15. Nollet : «Essai sur l'Électricité des corps» Rééd. Paris 1771, page 118.

16. Nollet : «Lettre sur l'Électricité» Paris 1753, page 30.

un pôle (-) sur le cuivre. On connaît aujourd'hui le rôle de l'électrolyte et on sait que l'élément de base de la pile est l'association de deux rondelles de zinc et de cuivre séparées par la rondelle imbibée de liquide conducteur. Si Volta avait supprimé les rondelles de cuivre et de zinc extrêmes, totalement inutiles, il aurait vérifié que le pôle positif est en réalité constitué par le cuivre du premier élément et le pôle négatif par le zinc du dernier.



*Schéma d'une pile volta en 1874.*

*Longtemps après la découverte de la pile électrique, certains manuels n'ont toujours pas corrigé l'erreur initiale de Volta. La lamelle de cuivre, inutile, est encore ici présentée comme pôle négatif.*

*A. BOUTAN et J.-Ch. d'ALMEIDA. Cours Élémentaire de Physique Paris 1874, tome 2, page 4.*

**Note 3** : Comment les courants d'électricité négative et positive peuvent-ils se croiser sans se recombinaer en fluide neutre ? Tel est le problème didactique que nos collègues de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle avaient à résoudre. Remarquons d'abord que contrairement à son collègue chimiste, le physicien des années 1870 est résolument atomiste. La matière se divise en molécules, de même les fluides électriques sont moléculaires. Le passage suivant, extrait d'un cours élémentaire de

physique publié en 1874 par A. Boutan Inspecteur Général de l'Inspection Publique et J.-Ch. d'Almeida professeur de physique au lycée Henri IV, illustre les difficultés de l'enseignant aux prises avec la nécessité de ne laisser aucune question sans réponse et donc de construire pour ses élèves un modèle même si aucune observation physique ne vient soutenir celui-ci.

*«Dès que l'influence commence, le fluide neutre contient chaque particule se décompose. Dans une file de particules, le fluide négatif vient à la partie antérieure de chacune d'elles et le fluide positif vient à la partie opposée. Le fluide repoussé de la première, s'unit au fluide de nom contraire de la suivante, et ainsi de suite. L'électricité négative libre, qui s'observe à la partie antérieure du cylindre, et l'électricité positive, qui se trouve à la partie opposée, ne proviennent donc pas d'une même molécule de fluide neutre décomposée. En réalité, il y a eu un cheminement général ou, pour employer de suite une expression consacrée et qui reviendra souvent plus loin, un double **courant** de toutes les molécules de fluide du cylindre».*

Ce texte et d'autres que nous pourrions trouver dans des manuels même plus récents devrait nous inciter à nous interroger sur le jugement qui sera porté dans un siècle sur nos modèles actuels !