

240170

# MÉLANGES

D'HISTOIRE NATURELLE,  
DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE.

## MÉMOIRES

SUR L'AÉROLOGIE ET L'ÉLECTROLOGIE:

OUVRAGE DIVISÉ EN DEUX PARTIES :

La première servant de complément au *Traité sur le climat d'Italie* ; la seconde devant servir d'introduction au *Traité sur la minéralogie des Alpes et de l'Apennin* ;

PAR LE D. T\*\*\*\*.

De l'Université de Montpellier ; ancien Inspecteur des eaux minérales, et des hôpitaux militaires de France ; Proto-Médecin de la province d'Alsace ; Membre de plusieurs académies ; agrégé au collège des Médecins de Venise.

PARIS,

A L'IMPRIMERIE DE VALADE,

RUE COQUILLIÈRE,

Et chez { ARTHUS BERTRAND, Libraire, rue Haute-Feuille, au coin de celle des Cordeliers.  
COLNET, Libraire, quai Voltaire, vis-à-vis le pont des Tuileries.

RARE BOOK  
QC  
517  
.75  
1806  
v.2

O.B.  
T528  
v.2



43777

# **National Oceanic and Atmospheric Administration**

## **Rare Books from 1600-1800**

### **ERRATA NOTICE**

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

Discolored pages  
Faded or light ink  
Binding intrudes into the text

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

HOV Services  
Imaging Contractor  
12200 Kiln Court  
Beltsville, MD 20704-1387  
April 14, 2008

# MÉLANGES

D'HISTOIRE NATURELLE;  
DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE.

## MÉMOIRES

SUR L'AÉROLOGIE ET L'ÉLECTROLOGIE;

OUVRAGE DIVISÉ EN DEUX PARTIES.

---

TOME II (LE VI<sup>e</sup>. DE LA COLLECTION).

---

1.

## AVERTISSEMENT.

LES Mémoires, les Discours, les Extraits que renferment ces trois volumes, justement intitulés *Mélanges*, sont livrés à l'impression tels qu'ils ont été ébauchés à des dates fort éloignées les unes des autres. C'est, en quelque sorte, un cours d'études, composé de lectures et d'expériences personnelles : d'expériences non complètes, bien que déjà multipliées à l'infini. Ce travail, souvent troublé, souvent suspendu par des occupations d'un autre genre, ou par des voyages d'observations sur des objets analogues, se ressentira nécessairement du désordre de la composition. Ce n'est pas que je veuille, par là, justifier le peu de méthode, et encore moins la prolixité, que probablement l'on trouvera dans la contexture de cet ouvrage, comme l'ont trouvé, dans mes précédens écrits, quelques censeurs, peut-être, alors un peu trop sévères.

Quiconque étudie l'histoire naturelle en physicien, en chimiste, et sous ses nombreux rapports médicaux, doit trouver, sans doute, que la science est bien plus vaste que sa tête : que, pour éviter la confusion des objets qui vont se multipliant par l'étude même, il est nécessaire d'adopter un ordre à soi : qu'enfin, pour mettre ces objets chacun à leur place, à mesure qu'ils sont examinés, il est indispensable d'étudier leurs aspects mutuels. Mais il trouvera aussi qu'après quelques années d'un tel travail, dont il a écrit, chaque jour, les résultats, selon cette méthode de conjoindre les objets analogues, il se présente d'autres difficultés, d'autres embarras. Si, au lieu d'en former des mémoires et des discours séparés, il tentait de les refondre en un seul corps de science, il lui faudrait pour résumer, pour *concréter* son ouvrage, bien plus de tems qu'il ne

lui en a fallu pour l'étendre. La raison en est toute simple ; et il me semble que cette méthode de diviser, mais non d'isoler, les différentes parties d'une science trop étendue, est tout aussi commode pour le lecteur, que pour l'auteur, malgré les répétitions qu'un tel plan entraîne nécessairement.

Quant à ma manière d'écrire, que l'on a aussi censurée, comme incorrecte, ou trop peu soignée, il me suffit de savoir, de mes censeurs même, que ce que j'écris est souvent *neuf*, et toujours *instructif* ; qu'il est *clairement*, sinon *méthodiquement* exposé..... Tout en reconnaissant *la richesse d'idées et de vues précieuses, dont l'ouvrage abonde ; — de vues sages et nouvelles, dictées par l'humanité la plus éclairée, etc.* l'on n'en a pas moins prononcé le jugement, à la fois, rigoureux et consolant, « *que l'on ne peut dire de plus belles choses, des choses plus savantes, avec plus de désordre.....* » L'on a pourtant ajouté, « *qu'en retranchant de cet ouvrage (climat d'Italie) une multitude de dissertations fort savantes, mais qui sont hors d'œuvre ; qu'en le dépouillant de certaines expressions germaniques, italiennes, latines et grecques, dont on ignore l'origine, on en formerait un des livres les plus intéressans qui aient encore paru.....* » A l'égard de celui-ci, de semblables décisions ne seraient-elles pas désirables, sans même transiger, pas plus pour cette fois, que pour l'autre, « *sur le manque de direction dans les idées, d'ordre dans la diction, de méthode dans l'ensemble, etc. etc. ?... (1)* » Rappelons encore un avertissement qui, déjà, se trouve dans l'ouvrage précédent : c'est qu'un séjour, de près de vingt ans, en pays étrangers, et l'étude des ouvrages écrits dans la langue de ces pays, doivent nécessairement influencer, sans qu'on s'en aperçoive, sur la manière d'écrire dans sa propre langue. D'un autre côté, compo-

---

(1) Voyez le Moniteur, — le Spectateur du Nord, etc.

ser des mots nouveaux, la plupart techniques, pour exprimer des choses neuves, est quelquefois nécessaire : et, dans ce cas, il s'agit de savoir si ce sont *les choses* ou *les mots*, que n'entendent pas ceux qui se mettent à censurer. Observons enfin que le langage des sciences devient quelquefois suspect, lorsqu'il veut imiter le style trop recherché des belles-lettres. Les *Pline*, les *Buffon*, la plume à la main, ont toujours été rares. Mais les *Epoques de la nature*, sorties de la plume du *Pline* français, n'égalèrent pas, en mérite réel, les charmes de son éloquence, au jugement des Naturalistes de profession. Le sublime talent de l'Ecrivain n'a point satisfait, dans cet ouvrage, l'attente du Philosophe.

L'étude de la physique atmosphérique, et de la physique souterraine, celles de leurs rapports infinis et manifestes, dans des régions que j'ai parcourues, que j'ai habitées pendant dix-huit ans, m'ont fourni des matériaux abondans, déjà publiés en partie, et dont ceux-ci font la suite. L'air et l'électricité, l'électricité et l'eau, ne pouvant jamais se trouver en contact sans exercer, l'un sur l'autre, une réaction quelconque, fort difficile à saisir, je me suis trouvé souvent obligé de rapprocher les phénomènes appartenans à la *Pneumatologie*, de ceux de l'*Electrologie*. En publiant, à la fois, les mémoires et les discours relatifs à ces deux branches de la physique, j'ai cru suivre la forme la plus instructive; et je l'ai jugée telle par cela même, peut-être, que c'est celle que j'ai suivie pour m'instruire moi-même. Bien que le développement des idées, l'enchaînement des connaissances, ne se fassent pas de la même manière, chez tous les hommes studieux, il y a cependant une ressemblance triviale dans l'emploi de leurs facultés. Il y a aussi, d'un autre côté, une sorte d'avantage à conserver, à la méthode de chacun, son originalité.

Telles sont les raisons, bonnes ou spécieuses, qui

m'ont déterminé à ne point retoucher les différentes pièces, infiniment variées, qui entrent dans la composition de ce nouvel écrit. Mais j'ai eu, surtout, en vue de conserver, à chaque pièce, son ordre chronologique, pour que l'on sache mieux distinguer ce qui appartient à mes propres recherches, d'avec ce que j'ai tiré de celles d'autrui. Cette *attention* était, plus que jamais, nécessaire dans tout ce qui a rapport au galvanisme, ainsi qu'à l'électricité en général. La division vulgaire de celle-ci, bien que de pure convention, est en électricité commune, ou artificielle; en souterraine et atmosphérique; en métallique, hydro-métallique, et organique. Ce qui concerne l'*Aérologie*, a occupé la plus grande partie du premier des trois volumes de ces *Mélanges*. Les deux autres comprendront l'*Electrologie*, considérée dans toute son étendue. A la fin du troisième volume, se trouvera la table générale des matières (1).

---

(1) La plupart des notes qui se trouvent éparses çà et là, ont été faites après coup : elles sont destinées à servir de complément, de commentaires, ou de résumé, pour chacun des articles de l'ouvrage, auxquels elles se trouvent annexées. Quelques-unes encore renferment des rapports d'expériences toutes récentes, et postérieures à sa rédaction. Enfin, l'on se convaincra, en le lisant, qu'il doit être considéré bien plus comme un dépôt de connaissances ébauchées, comme un assemblage de pièces d'attente, que comme un édifice achevé.

# MÉLANGES

## D'HISTOIRE NATURELLE, DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE.

---

### PREMIER DISCOURS.

*Vues générales sur l'Électricité, considérée dans tous ses foyers, dans tous ses milieux, dans tous ses états. — Coup d'œil rapide sur les principales époques de l'accroissement de nos connaissances à l'égard de ce fluide, réputé universel.*

SANS vouloir suivre, dans ce discours, l'histoire des connaissances successivement acquises sur l'électricité, il importe pourtant d'en rappeler les principales époques. A mesure que l'on a découvert de nouvelles propriétés à ce fluide, qu'on en a aperçu des phénomènes nouveaux ; qu'on a mieux connu les lois d'après lesquelles il se meut, se répartit, et se reproduit, l'on est revenu aux idées premières de généraliser son influence, tant sur le système entier des êtres organiques vivans, que sur celui des inorganiques, ou inanimés. On l'a étendue au système atmosphérique et météorique, à l'astro-cosmique et souterrain. Il n'y a pas jusqu'aux théories diverses, et souvent futiles, qui se sont succédées, à l'occasion de la découverte de ces propriétés, ou de ces lois nouvelles, qui n'aient ramené les physiciens à

reconnaître, dans ce même fluide, cette universalité d'action, qui le constitue le principal moteur des opérations, observées dans les trois règnes de la nature. Mais la sphère de cette action, comprenant aussi les grandes opérations cosmiques, météorologiques, géologiques, etc. n'est admise, ou présumée, que d'après des analogies précaires, plutôt que fondée sur des données précises. Au reste, ces grandes vues se sont surtout offertes aux interprétations hypothétiques de ceux qui, contemplant les phénomènes de cet ordre, ont cherché à identifier, ou du moins à assimiler, sous bien des rapports, les propriétés générales de l'agent électrique, et de l'agent magnétique. L'on a été même jusqu'à les confondre en un seul et même fluide, dérivé primitivement, selon les uns, d'un noyau placé au centre du globe, et, selon les autres, du foyer des émissions solaires. Enfin, si l'on a dû reconnaître qu'il est modifié ou diversifié dans ses influences, et dans quelques-unes de ses qualités, on a dit que c'était à raison des corps et des milieux différens, auxquels il était réparti, ou desquels il était tiré : à raison aussi des moyens ou des modes de son extraction, et de sa cumulation.

Aussi avant que la science de l'électricité, par l'étude de ses phénomènes infiniment variés, fût parvenue au point où elle est arrivée de nos jours, le fluide universel, en question, regardé comme premier moteur de ces phénomènes, avait été appelé magnétique ; et cette dénomination a long-tems prévalu sur celle de fluide aérien, de fluide éthéré, aqueux, igné, etc. qu'on lui avait donné auparavant. Mais peut-être ces diverses

dénominations , indicatives à la fois , et de son origine dans le sein de ces divers fluides , et de la diversité des élémens dont il est censé se composer , deviendraient plus faciles à justifier , à mesure que l'on s'avance davantage dans la connaissance du fluide électrique , et de ses propriétés expansives. Ce fluide , considéré dans tous ses états , dans tous les milieux , susceptible d'une infinité de formes et de nuances , montre partout une extrême ténuité , une instabilité perpétuelle , une activité sans bornes , une tendance constante à s'équilibrer. Passant incessamment de l'état de condensation à celui de raréfaction , double type ( ou réputé tel ) de sa polarité positive et négative , il acquiert , ou paraît acquérir , dans ces deux états , des propriétés mixtives ou réactives différentes. Exerçant enfin , ou exprimant , entre tous les corps , un mouvement de flux et de reflux , d'attraction et de répulsion , ce fluide est , ou paraît être , cause et produit du mouvement. Assujetti à un mouvement perpétuel , il est néanmoins regardé lui-même comme le moteur universel du système cosmique. Il est cause de l'attraction générale des grandes masses ; et peut-être celle des attractions , ou affinités particulières , des molécules. On le voit dans l'eau , dans l'air , dans le feu : il est partout. On le croit principe ou intermède du chaud et du froid. Il fait , défait , et refait une infinité de combinaisons extemporanées : comme le phénix , il renaît de ses débris. Dans ses divers états d'aggrégation , il se montre sous des modifications différentes , et avec des attributs nouveaux. C'est une sorte de Protée , dont pourtant quelques métamorphoses

principales sont déjà connues , en raison des milieux et des corps. C'est enfin d'après toutes ces qualités, tous ces attributs, qu'il a mérité, parmi les physiciens, tant anciens, que modernes, la préférence pour en faire, en quelque sorte, l'âme du monde physique.

Mais si de tous les tems, les principaux phénomènes de la nature, soit dans les corps, soit dans l'espace, ont été attribués à cet agent universel et *prépoient*, auquel on a donné différens noms, on doit convenir que les hautes conceptions, que les idées vagues et spéculatives, suggérées de loin en loin, aux hommes de génie, par la simple contemplation de ces phénomènes sublimes et compliqués, ne peuvent plus suffire à nos connaissances d'à - présent. Il faut qu'elles soient, en quelque sorte, vérifiées et justifiées, à mesure, par les résultats matériels de l'observation et de l'expérience des savans d'aujourd'hui. Si ceux - là ont deviné ce grand mobile, ce puissant ressort de la nature, il faut que ceux-ci prouvent, par des faits de détail, que la chose est ainsi.

*Newton* lui-même, reconnaissant que ce fluide pénètre tous les corps, fait dériver de lui l'attraction et l'adhérence de leurs parties, la force attractive et répulsive des corps électriques, la réflexion et les autres propriétés de la lumière. On en a fait dériver aussi les sensations et les mouvemens des animaux, et par conséquent leur vitalité. *Linneus* a dit que le solide nerveux attire et reçoit des poumons, par l'introduction de l'air, le fluide électrique, qui forme la chaleur animale. Mais ne le reçoit-il pas aussi de tous les corps ambiants, soit

par les simples contacts extérieurs, soit par tout ce qui s'avale et s'absorbe? L'on a dit encore que l'eau le reçoit de la lumière solaire, pour le porter et le répandre dans tous les corps qu'elle touche, ou qu'elle pénètre : et delà dérive, ajoute-t-on, la grande influence de l'eau dans la végétation, ainsi que dans le maintien de l'organisme vivant.

Mais ce fluide électrique, d'après de telles prérogatives d'universalité, d'activité, et de reproductibilité, devant être placé au rang des substances primitives de la nature, on ne conçoit pas comment les Chimistes l'ont tant, et si long-tems, négligé dans leurs recherches; ni pourquoi, à son exclusion, ils ont considéré le calorique comme le seul principe de la fluidité, comme l'intermède principal des affinités, etc. Si l'on examine le système de quelques Chimistes modernes, qui attribuent au calorique, exclusivement, la presque totalité des affinités et contre-affinités chimiques : si on le compare ensuite à celui de *Newton*, qui fait de son fluide universel le mobile des attractions et répulsions quelconques, il semblerait que, pour concilier ces deux systèmes, il suffirait de substituer un fluide à l'autre, c'est-à-dire, accorder au fluide électrique, dans les opérations de la Chimie, les mêmes prérogatives que dans celles de la Physique générale. Or une telle substitution semble être en faveur d'un fluide dont tout annonce la composition; d'un fluide dont la décomposition et la recomposition sont d'autant plus probables, que ses élémens reproductifs se trouvent dans presque tous les corps et les milieux, ainsi que les intermèdes de ses

écoulemens, de ses concentrations, de ses embrasemens extemporanés, etc.

Il y a environ douze ans que dans un écrit éphémère, (*genio litterario d'Europa*) j'avançai, comme assertion hypothétique très-probable, qu'au feu électrique, dans ses divers états de condensation et de raréfaction, appartient presque partout, et dans toutes les opérations de la nature ou de l'art, le rôle qu'on a voulu, dans ces derniers tems surtout, faire jouer au feu calorique. Celui-ci, réputé élémentaire, est par là censé inhabile à exercer des affinités complexes, des affinités souvent opposées, qu'on est obligé de lui prêter : tandis que l'autre, composé lui-même, est susceptible de combinaisons infinies, de modifications diverses. Opérant la formation des gaz aériformes, par la décomposition de l'eau, il peut se reproduire, à son tour, par la combinaison des gaz, ou de leurs élémens : il sert, en outre, à la recomposition de l'eau elle-même. Mais on reviendra ailleurs sur ces points de nouvelle doctrine, lesquels deviennent d'autant moins hypothétiques, que l'on sait mieux discerner, dans ses doubles fonctions, chimiques et physiques, toujours corrélatives, et souvent combinées, l'agent dont il s'agit.

Parmi les époques où l'on a vu l'attention des savans se réveiller, pour ainsi dire, à l'envi, et les hypothèses se multiplier sur cet agent universel, l'on doit compter, entre autres, celles qui datent des écrits de *Théophraste* et de *Laperrière*, jusqu'à ceux de *Nollet*, de *T. essan*, de *Bertholon*, etc. Dans tous ses écrits, pleins de faits et pleins de vues, ceux-là non toujours d'accord avec

celles-ci, l'on voit ce fluide se soustraire, en quelque sorte, aux efforts du génie, aux ressources de l'expérience et de l'observation, lorsqu'il s'agit de régulariser en système les attributs de son être, les lois de son existence, et d'en former un corps de doctrine. L'on voit pourtant que la plupart des phénomènes électriques se produisent et se modifient, comme si leur cause était un fluide préexistant, et répandu dans tous les corps de la nature, en état d'accumulation et de fixité plus ou moins grandes, selon la capacité de chacun d'eux, pour le contenir ou le transmettre : comme si ce fluide, se détachant des corps qui en sont surchargés, se portait aux corps environnans, étant attiré fortement par ceux qui en sont en défaut : comme si ce même fluide était la cause de la répulsion qui se manifeste entre deux corps anélectriques, également surchargés, et rapprochés l'un de l'autre, ainsi que de l'attraction évidente, qui s'exerce entre deux corps, dont l'un surabonde, et l'autre manque de ce fluide. Enfin, tous ces effets variables et fugitifs d'affluence et d'effluence, de condensation et de raréfaction, ainsi que de détermination en sens contraires, étant interprétés par la tendance constante de ce fluide à s'équilibrer, font supposer en même tems que cet équilibre n'est point un état naturel et permanent : qu'il est, au contraire, incessamment troublé et détruit, par la diversité même des corps et des milieux, auxquels le fluide se repartit, et entre lesquels il est flottant ou oscillant. Or cette diversité, entre les milieux et les corps, ne tient pas seulement à la différence de leur composition intrinsèque, mais encore à

des conditions, à des qualités d'aggrégation, telle, que ce fluide lui-même fait changer sans cesse la cohésion, la densité, la gazéité, l'évaporabilité, la température, etc. En cela donc encore consiste une autre cause de son instabilité : et cette dernière qualité ne se rend jamais plus sensible, que lorsqu'on la considère dans l'exercice de la faculté électro-motrice et conductrice des mines, des métaux, et de certaines pierres.

L'on a comparé la tourmaline, par exemple, aux autres pierres précieuses, aux aimans, et aux divers corps électriques. Elle ressemble à ceux-ci en plusieurs points, et en diffère notablement en plusieurs autres. C'est le premier corps que l'on ait reconnu pour avoir besoin d'être échauffé, afin d'acquérir la vertu électrique, et qui ne l'acquiert pas par les autres moyens qu'on emploie pour électriser les autres corps. Elle attire et repousse, a-t-on dit, et n'a point de pôles. Elle ne donne ni lumière, ni étincelle ; et son activité n'est point arrêtée par l'eau, ni par l'aimant. Deux tourmalines échauffées s'attirent et ne se repoussent point. Elles attirent et repoussent, alternativement, les corps légers. La distance des répulsions est plus grande que celle des attractions ; et il en est de même de bien d'autres corps électrophoriques. On peut étendre la vertu attractive de la tourmaline en employant un conducteur métallique ; par exemple : un fil de fer de huit à dix pouces, emmanché à un corps électrique.

Les mêmes expériences ont été répétées avec beaucoup d'autres espèces de pierres fines, brutes, ou taillées. Étant échauffées, elles attirent très-faiblement, et

ne repoussent point : elles deviennent phosphoriques. Cette confrontation a fait croire que la tourmaline est réellement une pierre particulière. Mais il est remarquable que celle-ci repousse plus qu'elle n'attire, et celles-là attirent sans repousser. Les phénomènes singuliers, que présentent la topase du Brésil, soumise aux mêmes épreuves, ont aussi autorisé à conjecturer que bien des pierreries sont susceptibles de propriétés analogues, électrophoriques ou phosphorescentes ; et les épreuves galvaniques en apprendront bien davantage à cet égard. Mais toutes ces propriétés physiques, ces modalités aggrégatives de l'électricité, tant avec les pierres, qu'avec les métaux, ne doivent pas être confondues avec les propriétés plus particulièrement chimiques, qui semblent dénoter que ce fluide, ou du moins sa base, est contenu, est combiné dans la constitution intime de tous les corps, et spécialement des corps organiques, des combustibles et fermentescibles quelconques. Sous le premier rapport, l'observation des phénomènes électriques, porte à croire que leur cause est tout à fait distincte des autres forces, des autres facultés, des autres actions connues. L'électricité, d'après cela, serait donc un corps *sui generis*, un agent à part, mais *généralissime* et souverainement actif, à en juger par la rapidité de ses mouvemens, de ses communications : par les attractions et répulsions qu'il produit à toute distance, selon ses degrés d'intensité ; par les embrasemens qu'il excite ; par les décompositions ou recompositions qu'il opère. Sous ces derniers rapports, au contraire, le fluide électrique

offrirait partout des points d'analogie, avec d'autres fluides gazeux, que la chimie se croit en état de définir. Mais si de toutes ces qualités, tant physiques, que chimiques, très-bien constatées, l'on veut passer à l'essence intrinsèque, à la vraie composition de ce fluide, on voit combien les opinions des physiciens sont vagues et incohérentes.

D'un autre côté, si l'on veut suivre les effets de l'électricité dans le sein de l'air, et dans la formation de ses météores, de ses vicissitudes, on ne trouve pas de moindres difficultés. Parmi les phénomènes astro-météoriques, plus spécialement subordonnés à l'électricité atmosphérique, toujours corrélative, et souvent contre-agissante à la souterraine, les uns dépendent des causes cosmiques, et sont soumis à des lois constantes. Les autres produits, ou modifiés par des causes locales, secondaires, accidentelles, sont variables et passagers comme elles. Au sujet de ces causes cosmiques, les mieux calculées, les plus influentes, l'on a dit que la lune, par sa gravitation, par son irradiation, produit un mouvement de sistole et de diastole, de flux et de reflux, à périodes réguliers. Elle le produit non-seulement dans les eaux de l'océan, mais dans toute la masse de la terre, dans tous les fluides et les solides qui la composent. Elle excite, entre autres, une évaporation, une transpiration dans la terre comme dans les masses d'eau. Elle altère sensiblement l'état du ciel, changeant les impressions de l'atmosphère, selon ses positions propres, et les combinaisons de celles-ci avec le soleil. La découverte récente de tant d'espèces d'airs et de

fluides aériformes ; de leurs combinaisons diverses , et de leurs transmutations les unes dans les autres ; celle surtout de la composition permanente de l'air atmosphérique en deux gaz , et de la décomposition de l'eau en deux autres gaz , au moyen du fluide électrique , ont jeté de nouvelles bases , ou du moins suggéré de nouvelles vues , dans la science de la météorologie . Elles ont donné lieu de croire que ces élémens divers , par leur union , par leur disgrégation , alternatives , deviennent la vraie source de tous les météores , et même des variations du baromètre , comme de celles de l'électromètre , que l'on sait être dépendantes les unes des autres , jusqu'à un certain point . L'on sait , en effet , que ce qui contribue à faire varier ces météores , c'est l'intervention du fluide électrique , soit comme agent instrumentaire , soit comme principe intégrant . L'air atmosphérique , a-t-on dit , se trouvant , ainsi que les résines et le verre , plein d'électricité , il se montre plus ou moins électrique , par origine . La terre aussi , dans son vaste corps , contenant tant d'espèces de matières , est inégalement pleine d'électricité . Or l'air étant de sa nature , électrique , oppose un obstacle plus ou moins fort , selon son état de chaleur et d'humidité , selon sa pureté ou hétérogénéité , aux écoulemens du fluide électrique de la terre . Quand les différences , à l'égard de ce fluide , entre ces deux régions terrestres et atmosphériques , ou bien entre des segmens correspondans de l'une et de l'autre , sont grandes , durables , ou passagères , jusqu'à ce qu'il arrive à se former un passage , par des conducteurs opportuns , et qu'il puisse circuler

du lieu qui en est surchargé, à celui qui en manque, le ciel alors se couvre de nuages; il éclaire, il tonne; et delà naissent des pluies, des bruines, des vents, etc. Mais lorsque ces différences sont moindres, de manière à ce que le fluide déséquilibré n'arrive point à se former un chemin entre les lieux, les segmens de force peu inégale, alors s'il surabonde dans la terre, par rapport à l'air, il s'élançe de la terre, et peu à peu pénétrant dans les couches de l'atmosphère, il s'y attache et s'y fixe : et réciproquement de l'air à la terre. Tel est le cercle général des écoulemens, des soutiremens du feu électrique entre l'un et l'autre, d'après les principes de *Franklin*, *Lemonnier*, *Beccari*, etc. L'air donc, ajoutet-on, étant électrique par origine, comme le verre et les résines, de même que ces derniers corps attirent et repoussent les corps qui sont avec eux dans des rapports d'électricité inégale, de même l'air attire et unit à ses mollécules, les mollécules de vapeurs, pourvues d'électricité inégale, et les retient même après qu'ils se sont mis en équilibre électrique. De même encore que, par les mutations du feu électrique, il se forme, en haut de l'atmosphère, des nuages, lesquels, en se condensant en masses, incapables de se soutenir, et se déchargeant en conducteurs plus ouverts, plus libres, se changent en pluies, etc.; de même aussi, près de la terre, par un mécanisme semblable, mais par une polarité différente, il se forme des brouillards, des bruines, des rosées, etc. tous produits de l'action de l'électricisme sur l'eau, et de celle-ci sur celui-là.

Tout semble annoncer enfin que la force électrique

se comporte de la même manière, soit sous terre, soit dans l'atmosphère, et dans les corps quelconques, relativement à la tendance à s'équilibrer, d'une part, (comme les autres fluides) et de l'autre, à celle qu'elle montre toujours pour suivre les lois de la diversité, perpétuellement changeante, de ses conducteurs et de ses condensateurs naturels. C'est dans cette sorte de contrebalancement, sans équilibration permanente, ou du moins sans repos absolu; c'est dans la double détermination des mouvemens opposés, d'effluence et d'affluence, (quelque nom qu'on leur donne d'ailleurs) que consistent, ou paraissent consister, principalement, l'exercice de cette grande puissance de la nature, et la production de bien des phénomènes appartenans à la physique souterraine, ainsi qu'à la météorologie: phénomènes dont l'ensemble, surtout pour cette dernière partie, présente un chaos, que ne manqueront pas d'éclairer beaucoup les observations de M. *Giovene*, ainsi qu'on le verra tout à l'heure. D'un autre côté, les flux et reflux pélagiques, sont tellement analogues, ou isocrones, aux flux et reflux atmosphériques, que, selon *Montanari*, « la » lune ne pourrait jamais imprimer de tels mouvemens » de systole et de diastole, aux eaux des mers, si en » même tems ces mouvemens n'étaient imprimés à » l'atmosphère, qui est interposé entre cette planète et » la surface du globe.... » Plus on étudie les phénomènes météorologiques, d'un certain ordre, ceux qui, dégagés de l'influence des causes locales, appartiennent manifestement à l'action générale des causes astro-cosmiques, plus on acquiert de preuves d'une telle

correspondance, ainsi qu'on peut le voir dans le *Traité sur le climat d'Italie*.

*Nota.* M. *Giovene* de *Molfète*, dont il a été question ci-dessus, ayant fait insérer, dans le recueil des *mémoires de la Société italienne*, des observations sur la *météorologie* de la Pouille, et particulièrement sur les *marées électriques* de l'atmosphère, il fut fait alors à cet écrit, par le docteur T..., un supplément qui devait avoir la même destination. Il avait spécialement pour but de montrer une grande conformité entre les observations de M. *Giovene*, concernant l'électricité atmosphérique, et celles de M. T..., sur l'électricité souterraine : conformité qui existe de même aussi, selon ces deux Auteurs, entre les électroscopes, ou électromètres, destinés à manifester l'électricité de l'une et l'autre régions. Mais ce supplément n'ayant point été inséré dans le recueil de la Société, soit parce qu'il n'a point été du goût de l'Éditeur, soit parce qu'il est contraire aux lois de cette Académie, de publier des mémoires appartenans à des Savans qui lui sont étrangers, il trouvera place ici, tel qu'il était lors de sa première destination.

---

*Énumération succincte de quelques rapports, nouvellement observés, entre les phénomènes de l'électricité atmosphérique et souterraine.*

IL suffit de parcourir les ouvrages qu'a publiés M. T... sur l'électricité dite minérale, depuis 1780 jusqu'à ce jour, tant en France qu'en Italie, pour apercevoir ces rapports ; pour s'assurer, d'une part, de la propriété *électroscopique* des individus qu'il a employés à ses expériences ; pour se convaincre, d'autre part, que ces espèces d'électromètres organiques, applicables

à l'électricité souterraine ( comme ceux de *Galvani* à l'électricité métallique ), sont, ainsi que les électroscopes ordinaires, servant à l'atmosphère, subordonnés aux variations des autres instrumens météorologiques. De là encore il résulte que les variations de ces deux sortes d'électroscopes, atmosphériques et minérographes, présentent une concordance remarquable, surtout avec les variations barométriques; mais avec cette différence, que les premiers suivent, en général, une raison inverse, et les autres une raison directe, à l'égard des hauteurs du baromètre, comme on le verra ci-après.

Une telle conformité entre les résultats des observations barométo-électriques de M. *Giov.*, et ceux des expériences électro-minérographiques du D. T...., est bien propre à donner du poids aux unes et aux autres. L'un des résultats constans des premières, est qu'à ciel serein et tranquille, l'électricité de l'atmosphère est la plus grande possible : c'est la seule qui lui soit essentielle, et elle est toujours positive, bien différente en cela de l'électricité accidentelle ou météorique (improprement appelée de pression), laquelle est tantôt négative, tantôt positive, et souvent imperceptible. C'est également cet état de sérénité et de tranquillité de l'air, positivement électrisé, qui est le plus favorable aux expériences de l'électrométrie souterraine, à celles sur les mines, sur les courans d'eau et d'air intérieurs, ainsi que sur les dépôts métalliques artificiels. Celles-ci même, à raison du peu d'action électrique des petites masses, ne peuvent se faire que dans ces

circonstances, les plus favorables au renforcement et à la permanence des atmosphères d'électricité souterraine ; électricité dont les métaux quelconques , ainsi que les mines et les courans d'eau , ceux d'air et de feu , sont les moyens condensateurs ou excitateurs naturels , désormais incontestables.

Ces mêmes conditions , plus ou moins propres à la condensation et à la fixation des atmosphères électriques , dans les régions souterraines , sont manifestement relatives et subordonnées à la marche régulière , et aux variations accidentelles des flux et reflux du feu électrique dans les régions de l'atmosphère , tels qu'ils sont indiqués par les observations électro-barométriques de M. G... C'est pour cela , qu'avec la condition même d'un ciel également serein et tranquille , toutes les heures du jour et de la nuit ne sont pas également favorables aux expériences de l'électrométrie souterraine de M. T..., comme il est facile de le voir par le compte qu'il en a rendu , ainsi que par les raisons qu'il en a données : et s'il est permis de fonder des conjectures d'après les résultats , déjà connus , des observations de celui-là , sur les variations de l'électricité atmosphérique , et d'après les expériences de celui-ci , sur celles de l'électricité souterraine , on sera porté à croire que pour ces dernières , et surtout lorsqu'elles ne se font que sur de petits dépôts métalliques , les périodes du jour les plus favorables à leur exécution , devront être celles que l'on regarde comme stationnaires entre le flux et le reflux diurne de l'électricité atmosphérique. Cette circonstance , en effet , est , ou paraît être également convenable pour

donner aux atmosphères de l'électricité souterraine, toute leur activité et leur permanence.

Enfin s'il est vrai, comme on doit le croire, d'après les observations de M. G..., qu'il existe dans l'atmosphère des marées électriques hebdomadaires, mensuelles, *stagionnaires* et annuelles, cela servira à expliquer, par l'inégale et variable répartition du fluide électrique, entre les régions correspondantes de la terre et de l'atmosphère, à ces différentes époques, les différences que l'on observe dans les résultats des expériences d'électrométrie souterraine, sur les mines et sur les courans d'eau; différences qui, au rapport de M. T..., se sont souvent trouvées très-considérables, et même quelquefois de tout à rien, dans les expériences faites sur les mêmes corps fossiles, dans les mêmes lieux, d'une saison ou d'un mois à l'autre, aux tems des équinoxes ou des solstices.

Quoiqu'il en soit, ce qu'il y a de plus remarquable et de vraiment nouveau dans les observations électrobarométriques de M. G..., c'est qu'il existe une corrélation constante et uniforme entre les hauteurs barométriques, et les degrés de l'électricité atmosphérique; de telle manière que les baromètres et les électromètres se correspondent en raison inverse, c'est-à-dire, qu'aux plus grandes hauteurs de celui-là, se trouve en général correspondre la moindre élévation de celui-ci, et réciproquement. Mais il n'en est pas ainsi pour les électroscopes organiques ou minérographes, c'est-à-dire, pour cette sorte d'individus qui, par une propriété plus cohibente, ou plus contentive de l'électricité, eu

général , sont de véritables moyens indicateurs des atmosphères électriques sous terre , et par conséquent des investigateurs de métaux , de mines et de sources d'eau. En effet , il résulte des expériences de M. T... , que plus les baromètres s'élèvent ou tendent à s'élever ( ce qui fait baisser au contraire les électroscopes ordinaires , selon M. G... ) , plus ces divers corps souterrains , tous plus ou moins électrophores , produisent d'impression sur les électroscopes organiques , placés dans leurs atmosphères. Il en est aussi de même de la part des machines électriques , lorsqu'on les soumet à leur action , qu'ils soient isolés ou non ; avec cette différence pourtant , que l'impression est rendue beaucoup plus forte , lorsque leur semi-cohibence naturelle est encore augmentée par des isolateurs , et par des vêtements analogues. Or , pour peu qu'on y réfléchisse , on verra que ces résultats sont conformes aux lois physiques de la répartition de l'électricité , entre la terre et l'atmosphère : car plus celle-ci rend , ou tend à rendre à celle-là de ce fluide , sans cesse circulant de l'une à l'autre , sans cesse cherchant à s'équilibrer entre toutes deux , plus aussi les corps ou les milieux qui en sont les condensateurs , ou les réceptacles naturels , dans les régions souterraines , tels que les mines et les eaux , doivent en manifester par le moyen des électroscopes organiques ; tandis qu'au rapport des électroscopes atmosphériques , toujours concordans avec les hauteurs barométriques , les régions correspondantes de l'air devront en être spoliées d'autant. Cela aura lieu surtout , au premier égard , c'est-à-dire , par rapport à la concentration électrique sou-

terre, lorsqu'aucune cause locale, de la terre ou de l'atmosphère, ne viendra troubler, ou affaiblir, l'action de ce fluide sur les corps électrométriques; et ces causes sont encore les mêmes que celles qui agissent sur les électromètres atmosphériques, ainsi que sur les baromètres.

Parmi les causes très-multipliées qui font monter ou baisser ces derniers, et qui par conséquent font croître ou décroître l'électricité dans l'atmosphère, il faut surtout considérer les vents, que l'on a cru trop généralement être les moyens perturbateurs ou dissipateurs de l'électricité, et qui quelquefois, au contraire, sont les auteurs ou les produits des accroissemens de ce fluide. On a vu, dit M. G..., que le baromètre s'abaissant sous le vent du nord, il se trouve constamment une grande dose d'électricité dans l'air, à en juger par les électroscopes atmosphériques ordinaires. M. T... a observé, de son côté, que sous le règne des vents du nord, le ciel étant serein, et le baromètre haut, c'est alors que l'électricité souterraine des métaux et des mines, fait sur les électroscopes organiques, la plus forte impression possible, si ce n'est pourtant celle qu'ils éprouvent, lorsque, dans quelques cas particuliers, ils se trouvent placés à la fois sur une forte mine de charbon, et sous un orage fulminant, peu élevé, et prêt à fondre. Il s'exerce alors sur eux une double action électrique, provenant en même temps de deux foyers électriques opposés et contraires : opposés dans leur détermination, effluente et affluente, et contraires par leur nature, négative et positive : car, selon M. T., il en est de

certaines mines comme de certaines nuées, c'est-à-dire, que celles-là, comme celles-ci, électrisent négativement ou positivement.

Il résulte d'un grand nombre d'observations de M. G..., que l'électricité n'est pas rendue nulle par les vents impétueux généralement, mais par ceux-là seulement qui font monter le baromètre ou le disposent à monter; et qu'au contraire elle est renforcée par ceux qui déterminent ou disposent les baromètres à baisser. En général ce sont les vents du nord qui produisent les deux premiers effets, pour l'ordinaire corrélatifs sur l'air et sur l'électricité, tandis que les vents du midi produisent sur l'un et l'autre des effets opposés: mais ni les uns ni les autres ne sont constans dans les mêmes circonstances apparentes; et ils varient surtout dans les diverses saisons de l'année. On a vu, dit M. G..., dans les périodes mensuelles et annuelles, l'électricité se proportionner absolument à la différence des oscillations barométriques, comme aussi d'autres fois se proportionner inversement à ces dernières. Du reste, on savait déjà qu'en général dans la saison froide, le baromètre est constamment plus bas que dans la saison chaude; et quiconque a observé long-tems de suite les électroscopes atmosphériques, doit savoir aussi que, dans la première saison, l'électricité de l'air est généralement et constamment plus forte que dans la seconde. Il paraît aussi, d'après la longue suite des expériences de M. T..., que les mêmes lois sont applicables à l'électricité souterraine, mais en sens inverse, c'est-à-dire, que plus l'électricité est raréfiée dans les régions de l'air, plus elle est condensée dans celles de

la terre, et qu'en outre, la plus grande force de celle-ci correspond pour l'ordinaire à la plus grande hauteur barométrique ; tandis que pour l'électricité atmosphérique, sa force décroît à mesure que le baromètre s'élève, et réciproquement.

Ainsi donc les mêmes causes qui produisent les oscillations barométriques, telles que les flux ou reflux, les marées de l'atmosphère, les météores aqueux ou venteux, les changemens de température et d'humidité, les orages, les tempêtes, les aurores boréales, etc. . . , toutes ces causes, dis-je, sont aussi celles qui produisent les variations, souvent corrélatives, des résultats électrométriques, soit dans les régions de l'air, soit dans celles de la terre; et ceux-ci étant pour l'ordinaire en sens contraire de ceux-là, ils se trouvent par-là correspondre aux élévations barométriques. En un mot, dans les phénomènes électroscopiques de l'une et l'autre région, tout dépend du mode et du degré de la circulation de ce fluide de l'une à l'autre, dans l'étendue des deux segmens, terrestre et atmosphérique, qui se correspondent. Mais outre cette circulation électrique, qui se fait de la région supérieure à l'inférieure; comme de celle-ci à celle-là, (circulation qui, déjà prouvée, tant par les électroscopes atmosphériques, que par les électroscopes minérographes, l'est encore par beaucoup d'autres faits électriques spontanés, propres à l'une et l'autre région) il faut aussi reconnaître une autre communication, ou répartition collatérale, une autre extension de la sphère électrique, dans chaque région séparée.

Toutes les fois, dit M. G. . . , que dans une portion

de l'atmosphère, correspondante à un grand et vaste segment du globe, il se fait une raréfaction, cette portion raréfiée de l'air, efflue et se réfléchit sur une portion semblable de l'atmosphère, qui lui est contigue. D'autrefois, au contraire, c'est la condensation d'un segment considérable de l'atmosphère qui y fait affluer, ou se reverser, les portions contigues et environnantes de l'air moins condensé. Enfin, c'est dans le concours de ces raréfactions et condensations alternatives; c'est dans les grandes ondulations effluentes ou affluentes de ce fluide, (le plus susceptible de s'échauffer ou de se refroidir rapidement) que consiste le mécanisme des marées atmosphériques; marées qu'il ne faut pas confondre avec celles que l'on croit dépendre de la pression seule, exercée sur la masse entière de l'atmosphère, comme sur celle des mers. A ces premières marées aériennes, (celles de raréfaction et de condensation), correspondent toujours, comme on l'a dit ci-dessus, les marées de fluide électrique. Elles s'étendent et se perpétuent, comme les marées aériennes, en tout sens, et notamment de la surface du globe terrestre aux couches supérieures de l'atmosphère, comme de celles-ci à celle-là. Ce jeu perpétuel de charge et de décharges électriques, de raréfaction et de condensation aériennes, se soutient par un mécanisme qui nous est inconnu; mais qui, peut-être, n'exclut pas la décomposition et la recomposition instantanée du feu électrique dans le sein de l'air; cela seroit d'ailleurs très-compatible avec les éruptions et les disparitions soudaines de ce fluide, dans ce milieu.

Quoiqu'il en soit , l'électricité , tantôt sortant d'une portion considérable de la terre , fait irruption sur la partie correspondante de l'atmosphère , en s'y accumulant , et la raréfiant : tantôt elle s'écoule et se précipite vers la terre , en abandonnant les régions de l'air , qui , pour cela , éprouvent une condensation proportionnée à leur raréfaction antécédente. Enfin , entre ces deux sortes de marées , celle d'air et celle d'électricité , toujours contemporanées , toujours proportionnées l'une à l'autre , ( marées dont le flux et reflux , les courans et contre-courans , s'exercent , comme dans les mers , à de grandes distances ) il existe , selon M. G. . . , une corrélation telle , qu'au flux de la marée aérienne correspond le reflux de la marée électrique , et au flux de celle-ci le reflux de celle-là. C'est au moins ce que suggèrent l'expérience et le raisonnement , si l'on en juge par les instrumens respectifs , barométriques et électroscopiques , propres à faire reconnaître ces deux faits simultanés et opposés.

Mais il est une dernière question à faire sur cet argument , l'un des plus importans de la physique atmosphérique , et qui a en même temps des points de connexité avec la physique souterraine , notamment pour ce qui concerne les volcans et autres météores de cette région. . . . Ainsi donc , puisqu'il existe ce rapport intime entre le poids de l'air et la force de l'électricité , de telle sorte que celle-ci soit en raison inverse de celle-là , dans l'atmosphère , et en raison directe sous terre. — Puisque les mêmes causes et les mêmes circonstances.

qui font varier la raréfaction et la condensation de l'air, et qui par conséquent produisent les accroissemens et les décroissemens de pesanteur et d'élasticité dans ce milieu, sont aussi celles qui déterminent les effluences et les affluences de l'électricité dans cette région supérieure, ainsi que ses relations et ses courans dans les régions inférieures de la terre. — Puisqu'enfin, dans ce jeu perpétuel de charges et de décharges électriques, d'une région sur l'autre; dans la réaction constante de l'électricité sur l'atmosphère, et de celle-ci sur l'électricité; réaction dans laquelle on voit, par les oscillations barométriques et les graduations électroscopiques, qu'à la condensation de l'air correspond la raréfaction du feu électrique, et à la condensation de celui-ci la raréfaction de l'air; il s'agit de savoir, dis-je, dans le contraste perpétuel de ces deux fluides, lequel cède ou commande à l'autre, ou ce qui est la même chose, si ce sont les marées électriques qui déterminent les marées aériennes, ou si leur action est réciproque: ou bien encore si ces deux effets toujours co-existans, si ces flux et reflux toujours concordans entre eux, sont produits par d'autres causes plus générales encore et plus puissantes..... Parmi ces causes il en est, en quelque sorte, de mécaniques, telles que la pression et l'impulsion exercées par le soleil et la lune, tant sur l'atmosphère que sur les mers. Il en est d'autres purement physiques et également universelles, dépendantes des torrens continuels de chaleur et de lumière, que le premier de ces corps planétaires, par une action directe, et l'autre par une action secondaire ou empruntée, lancent et réfléchissent

sur les différentes parties de notre globe , ainsi que sur l'atmosphère qui l'enveloppe.

L'on a vu dans ce qui précède , que M. G. . . . ne considère pas les effets séparés de chacune de ces causes , cosmiques ou physiques , ni les résultats combinés et toujours simultanés de la pression et de la raréfaction de l'atmosphère , pour expliquer les doubles marées , aériennes et électriques. Il paraît plutôt en attribuer la cause première à ce dernier fluide , en subordonnant celles-là à celles-ci , et par conséquent regarder l'électricité comme le premier mobile des raréfactions et des condensations atmosphériques , alternatives et perpétuelles. Rappelons ici , encore une fois , comment il cherche à les expliquer.

Le feu électrique , dit-il , tantôt s'élançant dans l'atmosphère , doit , par sa force répulsive , obliger l'air à se raréfier , et par là à fluer sur tous les côtés , dans un segment plus ou moins considérable : tantôt abandonnant l'atmosphère même , pour se porter à la terre , dans un segment correspondant au premier , ce fluide qui , par sa présence , tenait l'air en état de raréfaction , est remplacé par une égale condensation de ce dernier , et de tous les côtés il se fait un reflux. Cette réaction perpétuée entre l'électricité et l'air , a d'autant plus de force , que , selon les lois des effluences et des atmosphères électriques , il doit s'établir une concordance entre la condensation électrique d'une certaine portion de l'atmosphère , et sa raréfaction dans une autre , et réciproquement. Enfin , tout ce mécanisme consiste foncièrement dans un jeu de condensations et de raréfactions

alternatives, tant électriques qu'aériennes, propagées et perpétuées entre la terre et l'atmosphère, dans une extension correspondante de l'une à l'autre; et ce jeu primitivement soumis à la loi générale des charges et des décharges électriques, d'une région à l'autre, ainsi qu'à l'influence des atmosphères du même fluide, dans le sein de l'air même, affecte une sorte de régularité; comme le prouve l'observation du retour périodique des marées atmosphériques; régularité que l'auteur de ce mémoire croit pouvoir diviser en périodes diurnes et hebdomadaires, en périodes mensuelles ou *stagionaires*, et en périodes annuelles.

Mais peut-être qu'en y regardant de plus près, et en accumulant un plus grand nombre d'observations barométo-électriques, en différens lieux, on trouverait que dans certaines circonstances, la période annuelle, comme la diurne, renfermeroit quatre époques distinctes du flux et reflux électrique; c'est-à-dire, deux où ce fluide seroit au *maximum*, et deux au *minimum* de sa force, sans que pourtant ces époques fussent égales entre elles, quant à leur durée. N'a-t-on pas, dans certaines mers, des marées diurnes ou semi-diurnes, des marées doubles de six heures chacune, en vingt-quatre heures, ou des marées de douze heures consécutives, les unes et les autres ayant des reflux égaux à leurs flux? . . . Ces flux et reflux diurnes ou semi-diurnes, n'ont-ils pas une consonnance parfaite avec les courans généraux et annuels des mers vers l'équateur, avec les effusions semi-annuelles et alternatives de chaque pôle? Et ces marées, ces effusions péri-

diques , à courtes et à longues époques , n'ont-elles pas aussi une consonnance remarquable avec le cours du soleil , plutôt qu'avec les phases de la lune ? . . . Ne trouveroit-on pas encore , quant aux marées diurnes et annuelles de l'atmosphère , qu'il y a entre leurs périodes respectives , c'est-à-dire , entre leurs flux et leurs reflux , simples ou doubles pour chacune d'elles , des époques stationnaires ou des intervalles d'équilibration , tant pour l'air que pour l'électricité : et ne pourroit-on pas croire que pour la marée diurne ou semi-diurne , cela est subordonné , dans les quatre parties du jour , à la position du soleil au dessus ou au dessous de l'horizon ; de la même manière que dans la marée annuelle ou semi-annuelle , cela le serait au retour des quatre saisons , à ceux des solstices et des équinoxes , à la marche des périhélies et des aphélies ? . . . Enfin , ne trouverait-on pas des corrélations nouvelles entre les marées d'eau et les marées d'air , comme entre celles-ci et les marées d'électricité atmosphérique , comme entre ces dernières et celles de l'électricité souterraine ? . . . Et s'il étoit vrai que le soleil fût la cause première des unes et des autres , par la triple action qu'il exerce sur la terre , au moyen du mouvement diurne et annuel de celle-ci autour de cet astre ; action de fusion sur les immenses coupoles glaciales des deux pôles ; action de raréfaction et d'évaporation plus immense encore sur les mers et sur l'atmosphère , entre les tropiques ; action de pression et d'attraction sur le système entier de ces masses d'eau et d'air ( tandis qu'à ces trois égards la lune n'exerce qu'une action secondaire et empruntée ) : par le concours ,

dis-je , de ces causes actives et réactives , ne pourrait-on pas concevoir , mieux que par aucun autre système , et le cours principal des marées aériennes , primitivement dirigées de l'équateur vers les pôles ; et celui des marées aqueuses , dont la première impulsion est des pôles vers l'équateur , et celui des marées électriques , subordonnées et concordantes aux unes et aux autres ? Enfin , de ces marées et de ces effusions polaires dans le sein des mers ; de ces marées et de ces effluences équatoriales , dans le sein de l'atmosphère , on verrait dériver , d'après des lois très-connues , et tels qu'ils existent en effet , des flux et des reflux proportionnés , collatéraux ou secondaires , se correspondant à de courts et de longs intervalles ; des flux et reflux diurnes ou semi-diurnes ; des *stagionaires* ou semi-annuels : et parmi ces remoux , ces contre-courans d'eau , d'air et d'électricité , on reconnaîtrait ceux qui ont leur détermination du levant au couchant , et du couchant au levant , ainsi que ceux des points intermédiaires de chaque hémisphère.

Mais de telles considérations sur les premiers et les plus sublimes phénomènes de la physique terrestre et atmosphérique , ne peuvent être que simplement énoncées ici : et , bien qu'elles soient plus ou moins suggérées par la lecture des ouvrages de MM. G... et T... , on ne les poussera pas plus loin pour ce moment. On fera seulement , pour ce qui concerne les marées d'électricité atmosphérique , quelques questions relatives au sens littéral et technique des expressions *flux et reflux électriques* , marées d'électricité , etc.

Savoir , si le flux constitue l'accroissement , et le

reflux, au contraire, l'abaissement de l'électricité: ou bien si ce dernier est la cessation totale et non le retour alternatif de l'autre. . . . Savoir si les électroscopes servant à l'atmosphère, indiquent le flux et reflux, ou bien simplement le plus ou le moins d'électricité dans l'air; comme les baromètres indiquent les marées de ce fluide, c'est-à-dire, son plus ou moins de pesanteur et d'élasticité, ou ses degrés de condensation et de raréfaction alternatives. . . . Savoir, enfin, si aux termes de flux et reflux, de plus et de moins, en fait d'électricité aérienne, correspondent les termes d'électricité positive et négative, d'électricité en excès ou en défaut, expansive ou compressive, divergente ou convergente: ou bien s'il faut les entendre dans le sens des effluences ou des affluences électriques, d'une région à l'autre, d'un corps à l'autre; dans le sens aussi des attractions et répulsions de ce fluide, exercées entre ses propres molécules, et communiquées aux molécules et aux masses des autres corps ou milieux: ou bien, enfin, dans celui d'électricité directe ou rétrograde, manquante ou stationnaire.... L'impropriété des termes, en matière de physique, est la première entorse donnée à la vérité, et celle-là est de tous les systèmes: elle met la raison, dès les premiers pas, hors du chemin de la nature, et souvent tout dépend delà.

Ajoutons encore que, selon les expériences de M. T. . . , les électroscopes organiques, dont il décrit l'histoire, ont la propriété de manifester, non-seulement la présence, l'absence et les degrés de l'électricité souterraine ou minérale, mais encore ses déterminations

opposées, ses courans et contre-courans, ses effluences et affluences, à l'égard des mêmes foyers. Or ces divers modes, selon lui, ne semblent pas synonymes avec le positif et le négatif; pas plus que ceux-ci ne le sont, peut-être, avec le flux et le reflux électriques dans l'atmosphère. Mais relativement à ce dernier milieu, il paraît, d'après les observations de M. G. . . ., que par le seul moyen des électroscopes atmosphériques quelconques, on ne parvient à connaître que les degrés relatifs et approximatifs de l'électricité, c'est-à-dire, son plus ou moins de raréfaction ou de condensation, dans les étages de ce milieu: et c'est ce qu'on appelle *marées atmosphériques*, toujours corrélatives, en sens inverse, entre l'état barométrique de l'air, et celui de l'électricité.

---

## SUITE DU I<sup>er</sup>. DISCOURS.

### *Autres rapports plus que pressentis entre le magnétisme et le galvanisme.*

LE professeur *Toaldo*, de Padoue, dans un essai sur la météorologie, en général [publié il y a vingt-cinq ou trente ans, n'a point négligé les considérations sur l'influence électrique et magnétique, dans la production des météores, tant atmosphériques, que souterrains. Il a adopté des principes, et tiré des corollaires, qui, bien que dictés par son génie modeste, plutôt que dérivés de son observation personnelle, se vérifient pourtant chaque jour, et se développent de plus en plus. Selon lui,

l'atmosphère se gonfle *largement*, se raréfie, se vuide, en quelque sorte, sous le soleil; tandis que ses parties collatérales s'abaissent et se condensent par le froid. — Chaque jour aussi se gonfle l'atmosphère sous la lune, par l'attraction de celle-ci : ce qui fait éprouver à celle-ci une vraie marée, comme l'océan; et cet effet varie selon les sites de cette planète, par rapport à la nôtre. — L'un et l'autre gonflemens vont circulant et s'étendant sur toute la surface du globe, y produisant, alternativement, dilatation et condensation, dans l'air qui l'environne. — L'atmosphère, ainsi que l'océan, éprouve encore une sorte de mouvement ondulatoire, par le déséquilibre du mouvement annuel, combiné avec le mouvement diurne. — Toutes ces sortes de mouvemens doivent disposer et affecter diversement les vapeurs, les exhalaisons pérennes, qui sont versées dans le sein de l'air : et de là dérivent les principales causes des mutations météoriques, des vents, des nuages, etc. — Enfin, la terre elle-même, en raison des divers corps solides et fluides, qui entrent dans sa composition, doit éprouver une autre sorte de systole et de diastole journalières, dans toute sa profondeur, par l'attraction combinée du soleil et de la lune.... Mais, a-t-on dit, outre les forces ci-dessus, celles de chaleur, de lumière, de gazéité, celles aussi de mouvement et de pression, qu'exercent ces grands corps sur notre globe, et sur son atmosphère, il existe une autre force dans le magnétisme, ou dans l'électricisme universel, qu'on peut appeler céleste, ou cosmique.

Ces deux dernières forces, pourtant, se confondraient

en une seule, et les deux fluides, électrique et magnétique, n'offriraient, tout au plus, entre eux, que des modifications passagères et accidentelles, si en considérant la terre, ainsi qu'on l'a fait, comme une grande calamite, et le soleil comme un foyer générateur, ou promoteur, des élémens mêmes dont se compose l'électricité, l'on avait décidé la grande question de savoir, si l'attraction universelle est la cause de ce magnétisme et de cet électricisme cosmiques : ou, réciproquement, si de l'action de cette double force dérive l'attraction. Ceux qui ont attribué au *globe* terrestre des pôles électriques, comme il en a de magnétiques, et qui de là ont conclu qu'il faut ajouter un méridien électrique au méridien magnétique, ont aussi reconnu dans l'atmosphère même une sorte de polarité, toujours positive en haut, et négative en bas. Mais, outre cette polarité primordiale et universelle, il faut encore admettre, dans la masse de ce vaste fluide, des centres de polarités particulières, et variables : celles, par exemple, des masses gazeuses, des aggrégats météoriques, des ventilations orageuses, etc. Or cela est analogue à ce qu'on observe à l'égard de la terre, et des corps terrestres ; à l'égard surtout des foyers de minéralité particulière et d'électrophoricité. Enfin, au lieu de s'arrêter à la discussion, tant de fois renouvelée, concernant l'analogie, ou l'identité de ces deux fluides, ni sur le mode d'action électrique, ou magnétique, qu'exerce le soleil à l'égard de la terre, et des autres planètes, en même tems qu'il lance sur elles le calorique et la lumière, d'autres savans, tels que *Kepler* et *Buffon*, ont cherché à expliquer,

chacun à leur manière, l'action réciproque de ces corps les uns sur les autres, la pérennité de cette action universelle, ainsi que ses effets sur tout le système planétaire et sublunaire.

En parcourant les époques successives, qui ont ramené les hommes de tous les pays cultivés, à la contemplation des phénomènes de cet agent général, dénommé tantôt magnétique, et tantôt électrique, l'on arrive enfin à celles, à peu près de même date, qui ont vu naître de grands débats, sur le *magnétisme animal*, d'une part, et de l'autre, sur l'*électrométrie organique* : débats qui, à part les préventions trop ordinaires contre les nouveautés d'éclat, se sont fondés principalement sur les prétendues oppositions que l'on a aperçues, ou cru apercevoir, entre ces phénomènes et les lois générales, réputées invariables, de la nature. L'on a vu déjà, dans ce qui précède, et l'on verra encore mieux dans la suite de cet écrit, ce qu'a tiré, de la science électrique en général, le nouveau système d'électrométrie souterraine; et ce qu'à son tour il lui a rendu. On ne peut méconnaître, en effet, que leurs rapports réciproques, désormais constatés, ne deviennent, de plus en plus, profitables à l'un et à l'autre. Il n'en a pas été de même à l'égard de la doctrine sur le *magnétisme animal*, dont l'agent général, à part même les formules mystérieuses, dans lesquelles on a cherché à l'envelopper, comme moyen médical, a toujours été présenté sous un aspect tout à fait disparate de l'électricité ordinaire, et du magnétisme minéral. *Mesmer*, dans sa théorie, en apparence, toute fondée sur les

qualités occultes du *paracelsisme*, a pourtant plus d'une fois essayé de commenter, d'interpréter l'astrologie judiciaire ancienne, par quelques-uns des principes de la physique moderne. Il a prétendu unir l'homme au grand univers par des liens qu'il croit avoir le premier découverts, quoique bien avant lui, *Maxuel* et *Kirker* aient réduit en systèmes les mêmes idées. Ces liens, dit *M. Petit-Radel*, sont peu différens de ceux que *Paracelse* lui-même faisait dépendre d'un fluide qu'il appelait l'âme du monde, influence céleste, force sympathique. Ce fluide, généralement répandu dans l'espace, pénétrant la nature vivante, en anime l'organisation. Originellement émané des régions éthérées, venant du ciel et des astres, il établit entre l'homme et eux, une communication médiate, par un mouvement continuel de flux et de reflux. Quelqu'indépendant que dût être un tel fluide, attendu sa nature et son origine, *Mesmer* prétendait posséder les moyens de le saisir, de l'unir à lui-même, pour le donner ensuite à d'autres, en en modifiant les effets, selon les circonstances. Prétendant aussi le diriger par la ligne centrale du corps, au moyen de son doigt, ou d'une tige de fer, il le faisait aboutir aux pôles qu'il admettait dans l'organisme vivant. En accumulant ce fluide sur chaque individu, en excitant dans les diverses régions, et surtout dans les précordiales, des mouvemens tumultueux, qu'il appelait des crises, il se flattait de pouvoir prolonger la vie, et de guérir toutes les maladies. Réduisant celles-ci à une seule classe, ou plutôt les regardant comme dépendantes d'une seule cause morbifère, susceptible de deux

modifications principales , il les croyait susceptibles aussi d'être guéries par un seul agent, soumis à différens procédés.

Si l'on voulait chercher des ressemblances, au moins sous des rapports pathologiques, entre ce système et d'autres bien plus anciens, l'on pourrait en retrouver le type dans celui du Méd. *Erisimachus*, dont il est parlé dans le repas de *Platon* : et les deux *Eros* du docteur grec, se rapprocheraient aussi beaucoup des deux diathèses *morbeuses*, adoptées par ses compatriotes, les premiers méthodistes, à des époques bien postérieures. Enfin les idées du *strictum* et du *laxum* de *Temison*, reproduites et modifiées de loin en loin, ont été plus récemment réchauffées par le D. *Brown*, et sublimées jusqu'au fanatisme par ses disciples. Ce nouveau réformateur, en mariant ces vieilles idées à une propriété organique universelle, à l'excitabilité, (dont le nom seul a fait la fortune) est venu à bout de faire prévaloir cette nouvelle doctrine pathologique, également de forme binaire, c'est-à-dire, qui ne reconnaît que deux sortes de maladies, les sténiques, et les asténiques. La même facilité de généraliser et de restreindre, en médecine, se retrouve également chez ceux qui, plus récemment encore, faisant dériver du galvanisme l'excitabilité, et de celle-ci la vitalité, attribuent à cette influence tous les désordres de l'économie animale. Mais si, à l'excitabilité *brownienne*, en plus et en moins, excessive ou déficiente, l'on substituait l'excitabilité *galvanique*, également positive et négative, en subordonnant, comme on a déjà tenté de le faire, à

cette sorte de polarité, ou de tension organique, telle ou telle, l'œuvre de l'oxigénation et de la désoxigénation de l'organisme vivant, l'on reproduirait en d'autres termes, et sous des formes plus scientifiques, les hypothèses antécédentes, sans excepter celle de *Mesmer*. Celle-ci même, d'après les données que l'on a, et surtout d'après les écrits très-intéressans, qu'ont publiés sur le *magnétisme animal*, plusieurs célèbres médecins de l'Allemagne, MM. *Vienhold*, *Hainekern*, *Gmelin*, etc. se rapprocherait plus facilement du système *galvanique*, appliqué à l'organisation. Et qui sait si le baquet *mesmérique*, mieux examiné, et surtout mieux composé, ne serait pas assimilable à la pile *galvanique*? De même que le magnétisme animal, appelé d'abord *mesmérisme*, a reçu depuis le nom de *perkinisme*, en Amérique, par la seule raison que *Perkins* a modifié les procédés magnétiques; de même aussi quelques savans, en Europe, ont donné le nom de *voltanisme* au système ébauché par *Galvani*.

De toutes les époques où les savans se sont occupés de l'agent dont il s'agit, aussi différent par ses modes, que par les noms qu'on lui a donnés, la plus remarquable, sans doute, la plus féconde en hypothèses, en découvertes, en applications, d'un fait particulier au système général, a été celle du *galvanisme*: et pourtant dès son origine, le fait, très-fortuit, qui y a donné lieu, a été sujet aussi à des contestations, et à des interprétations diverses. Mais tant que, dans les procédés galvaniques, on s'est borné à donner des convulsions, des commotions aux grenouilles et autres animaux,

moyennant le contact de divers métaux ; ainsi qu'à exciter quelques sensations salines et piquantes sur la langue, ou bien sur la rétine une scintillation passagère, cette découverte n'a paru bien importante à qui que ce soit. L'on en aurait, sans doute, beaucoup mieux senti l'importance, si on l'eût rapproché de celle très-antérieure, et bien autrement développée, des procédés d'*électrométrie organique*, appliqués à la minérographie souterraine, d'une part, et de l'autre, à l'histoire des phénomènes, bien que très-équivoques, et à peine entrevus, du magnétisme animal.

Quoiqu'il en soit, l'on vit bientôt, de la découverte des premiers faits galvaniques, c'est-à-dire, des commotions électro-métalliques, s'élever une controverse sur la cause qui les produisait. Ces commotions ramenaient naturellement aux idées de l'électricité ordinaire ; les sensations diverses, au contraire, à celles de quelque autre fluide. Selon *Galvani*, c'était une électricité particulière aux animaux, laquelle pourtant déséquilibrée, (*sbilanciata*) par l'intervention des métaux, offrait quelqu'analogie dans ses mouvemens, dans sa répartition inégale, entre les muscles et les nerfs ; dans sa modalité négative et positive de ceux-ci à ceux-là, avec les phénomènes de la bouteille de *Leyde*, expliqués par les surfaces. Mais cette première théorie fut bientôt combattue par des raisonnemens plus encore que par des faits : et de ce conflit d'opinions, comme cela devait être, on vit résulter, de toute part, de nouvelles lumières en faveur du *galvanisme*. Ainsi, dès son origine, ce phénomène, si simple, a fait naître des

schismes très-graves, à peu près, et plus encore que celui de l'*électrométrie* souterraine. L'on a vu, dans mes premiers écrits, comment ce dernier a été lié, dès son début, ou m'a paru l'être, aux principes de la théorie ordinaire de l'électricité. L'autre, au contraire, a été successivement attribué à l'électricité artificielle, à celle de l'atmosphère; puis à celle des animaux, à celle des métaux; puis enfin à celle de ceux-ci et de ceux-là, toujours en communication, en corrélation avec celle des milieux et des corps environnans. Mais dès qu'on a eu reconnu que les métaux et autres corps déferens, outre leur déference, ou leur conductibilité, possèdent encore la qualité électromotrice, ou électrophorique, la question galvanique a changé de face et, pour ainsi dire, d'objet: elle s'est rapprochée d'autant de celle concernant l'*électrométrie* souterraine, toute méconnue ou désavouée qu'on ait voulu la faire paraître.

Un autre point d'analogie, entre ces deux rameaux de la même science, fut encore aperçu bientôt après. L'on reconnut, en effet, que le principe fondamental de la deuxième théorie, dérivé de l'hétérogénéité de deux métaux en contact, était faux, au moins pour ce qui concerne la production des mouvemens convulsifs: mouvemens également *productibles* par un seul métal, appliqué, à la fois, aux deux points organiques, des muscles et des nerfs, et par deux métaux mis en contact avec un seul point organique. Il semblerait résulter de là que les tissus organiques, au lieu d'être des corps passifs, en recevant l'action électrique de deux métaux hétérogènes, ou de capacité différente, partagent

au contraire, cette action : ils la complètent, ou la modifient, en recevant la commotion de la part d'un seul métal, comme de deux métaux différens. Or dans l'un et l'autre cas, chaque métal est censé agir, ou comme arc conducteur entre deux électricités disparates des nerfs aux muscles ; ou comme contact excitateur de deux modalités, ou quantités diverses, du métal ou des métaux, par rapport aux tissus. Il peut agir enfin comme moyen électromoteur, ou intermède multiplicateur, à raison d'une telle action des corps de la première classe, sur les corps de la deuxième classe. Il est d'ailleurs certain que cette commotion a également lieu, lorsque, dans les expériences galvaniques, on substitue, au métal, une substance charbonneuse, ou sulfureuse, (comme dans les procédés d'électrométrie souterraine) et que même il en est ainsi par le seul contact d'un organe vivant, (comme dans les procédés du magnétisme) ou enfin d'un tissu organique quelconque, selon les expériences de M. *Aldini*. Ainsi, soit que l'on considère cette action électro-organique des tissus, à raison de l'aquosité, conductrice ou excitatrice, de ces derniers, ou de sa décomponibilité ; soit qu'on la fasse dériver de leur texture même, nerveuse ou musculaire, plus ou moins déférente ou condensatrice ; ou bien encore qu'on la regarde comme un attribut de leur vitalité, de leur contractilité, ou irritabilité, (d'après *Humboldt*) on ne peut pas plus la contester que celle des substances métalliques, ou charbonneuses. Quant à celle des substances salines, par exemple, du sel gemme, ou muriate de soude, laquelle n'est pas plus contestable

dans les procédés galvaniques , que dans ceux de l'électrométrie souterraine, ou minérographique , on verra , par la suite , dans laquelle des deux classes précédentes , il faudra la ranger.

De ce qu'on vient de voir , il semble que l'on doive conclure que , sans l'étude de l'*électrométrie souterraine* , la science de l'électricité , au moins pour ce qui concerne cette dernière région , où se produisent tant et de si grands phénomènes électriques , ne pouvait que difficilement faire un pas en avant. Mais , il faut en convenir , au moyen du galvanisme , la marche de l'une et l'autre science a été décuplée. Ainsi , en divisant , comme on l'a fait récemment , l'histoire de l'électricité en deux grandes époques seulement , l'on a commis , ce me semble , une erreur de chronologie , contre laquelle , au surplus , l'on ne prétend ici à aucune réclamation. La première époque , a-t-on dit , est celle où l'on ne savait produire de l'électricité que par le frottement des corps idio-électriques , et en faisant ensuite communiquer ceux-ci avec les corps anélectriques. La deuxième est celle où l'on a prouvé que deux corps s'électrisaient par le seul contact , et qu'il en résultait des effets analogues à ceux de l'électricité par frottement. Mais entre ces deux époques , si distantes l'une de l'autre , il en est une troisième , non moins remarquable par son antériorité sur la deuxième , que par ses résultats conformes à ceux de toutes les deux : c'est celle où l'on a observé , où l'on a constaté , par des faits sans réplique , répétés partout , que les corps fossiles , métalliques et bitumineux , salins et sulfureux , en contact permanent sous

terre , y produisent , ou développent , les plus puissans effets électrophoriques , sur les plus sensibles et les plus mobiles de tous les instrumens électrométriques. Or c'est aussi sur les résultats de cette observation constante , rapprochés des maximes de l'électricité , qu'a été fondée , bien avant la découverte du galvanisme , la science toute nouvelle , et pourtant presque complète , à laquelle j'ai donné le nom d'*Électrométrie souterraine*. « S'il existe , ai-je » dit alors , des différences accidentelles dans la répartition de l'électricité , entre les organes des individus » minérographes , et ceux des autres classes d'êtres organisés , les causes de ces différences serviront à expliquer pourquoi , parmi les hommes , il y en a si peu » qui , dans l'état naturel , soient susceptibles de l'action » électrique des mines et des métaux : tandis que , parmi » les animaux , soumis au galvanisme , la plupart , au » moyen du dispositif même des appareils , sont affectés » par l'action électromotrice des métaux , ou autres » corps équivalens ; mais en des degrés d'intensité très- » divers , d'un animal à l'autre.... C'est encore , ai-je » ajouté , pour manifester ces analogies et ces différences , que j'ai dû varier et étendre le type des expériences premières de *Galvani* , sur les animaux électromètres ; que j'ai dû aussi les comparer avec celles » des minérographes , dont l'existence , établie par tant » de preuves , est contestée par tant de sophismes. »

Les expériences dont il s'agit ici , ont été faites à Brescia , dans les mois de février , mars et avril de 1792 ; ( c'est-à-dire , peu de mois après la publication de l'ouvrage du professeur *Galvani* , en 1791 ). Les résultats en

furent rendus publics, dans la même ville, au mois de juin de la même année, (voyez *Resumé sur les Expériences d'électrométrie*, etc., 2<sup>e</sup>. vol.) en même tems qu'à *Milan* s'imprimoit le premier volume du même recueil. Si parmi les collaborateurs du galvanisme, il en est qui aient des dates antérieures à celles-ci, je l'ignore : mais si de le savoir importe peu à la chronologie de cette science, cela importe encore moins à ses progrès. Plus particulièrement occupé de ceux de l'électrométrie souterraine, je n'ai considéré dans ceux-là que les rapports qu'ils peuvent avoir avec ceux-ci. Dans l'ouvrage ci-dessus, l'on pourra voir si mon but a été rempli. J'y renvoie le lecteur pour les détails des expériences, et me contenterai d'en rapporter ici quelques résultats sommaires, que je crois également relatifs au galvanisme et à l'électrométrie souterraine.

« Tout corps en état d'électrisation spontanée, ou par simple contact, (comme dans celui d'électricité artificielle, par frottement) est environné d'une atmosphère qui tient, d'une part, à l'action répulsive du fluide électrique, et de l'autre, à la faculté indifférente de l'air. Ainsi, on peut considérer chaque atmosphère électrique comme composée d'une masse d'air, dont les molécules s'opposent à la dispersion du fluide électrique; tandis que les molécules de ce dernier, exerçant entre elles leur vertu répulsive et expansive, cherchent, par de puissans efforts, à se raréfier. Or, dans l'approche de deux corps, dont les atmosphères sont de force inégale, qu'il y ait de l'un à l'autre divergence ou convergence des rayons électriques, il se fait toujours de l'un sur

l'autre, une décharge explosive, ou non explosive. C'est de ce choc ou de ce passage électrique, què résulte la commotion des grenouilles, dont le tissu est également propre à recevoir et à émettre l'électricité : et ces mouvemens convulsifs instantanés, partiels ou généraux, sont absolument comparables à ceux que donnent la bouteille de Leyde, le tableau magique ; la torpille, etc. — Cette commotion est produite également par les deux sortes d'électricité, positive et négative : elle l'est par l'excitation seule de l'électricité animale propre, comme par la scintillation de l'électricité artificielle des machines ; comme par la fulguration électrique des météores de l'atmosphère : elle l'est, enfin, par condensation, comme par soutirement ; par simple pression comme par transmission de la matière électrique. — Cette commotion a pareillement lieu dans le vide, comme dans le sein de l'air et de l'eau ; dans un milieu très-déférent, tel que le mercure, et dans un milieu cohibent, telle que l'huile. Elle a lieu aussi dans un seul vase d'eau, ou sur un seul plan sec, comme dans deux vases, ou sur deux plans, homogènes ou hétérogènes entre eux, qu'ils soient de matière déférente, ou cohibente, isolés ou non isolés : mais il y a, dans tous ces cas, des différences notables, par rapport à l'intensité de l'action électrique, et surtout à cause de sa répartition inégale. — Les effets de la commotion électrique, excitée par le contact des métaux, sont plus forts sous l'eau que dans l'air ; plus forts aussi dans deux vases, que dans un seul ; plus forts encore en deux vases, ou sur deux plans hétérogènes, cohibens et déférens, qu'avec ceux de nature homogène.

Enfin, l'isolement des grenouilles renforce toujours cette action, ainsi que l'isolement des excitateurs délérens et métalliques, par le moyen des matières cohérentes, verre, soufre, cire à cacheter, etc. » Or, tous ces résultats sont analogues à ceux de l'électrométrie souterraine, ainsi qu'on le verra par la suite.

« Tous les métaux simples, et quelques-uns de leurs alliages, m'ont paru, d'après un grand nombre d'expériences, devoir être classés dans un ordre qui sera indiqué ci-après; mais il y a, entre tous ces métaux, une sorte de réciprocité d'action, d'autant plus remarquable, que la différence de leur capacité électrique est plus grande. D'un autre côté, après avoir classé les métaux à raison de leur action relative électromotrice, il n'est pas moins important de classer les grenouilles, et autres animaux, eu égard à leur faculté électromotrice. Pour bien entendre, ai-je dit, la prodigieuse diversité des résultats de ces expériences, il est utile de partager la durée de chaque grenouille, dans ses trois états d'intensité ou de vitalité, en dix époques. Pour les faibles, chaque époque peut être évaluée, par exemple, à trois minutes; pour celles d'une force moyenne, à six minutes, et pour les plus fortes, à neuf minutes. On voit que chaque époque présente des résultats très-différens, et l'on se persuade que cette distinction est nécessaire, non seulement pour reconnaître la capacité électrique de chaque métal, mais encore les différens modes par lesquels s'exerce cette force sur les électromètres organiques. — Ainsi la vitalité, l'irritabilité, la contractilité des tissus organiques, paraissent être en proportion de

leur perméabilité, par rapport au fluide électrique. Ce corollaire, et beaucoup d'autres semblables sur le mécanisme de la vie, dont le moteur ou intermède principal semble être ce même fluide, appartiennent à la physiologie; mais ils ne sont pas étrangers à l'électrométrie animale, qui seule nous occupe ici. — Si dans ces sortes d'expériences galvaniques, au lieu d'un simple contact, on exerce, entre deux pièces métalliques, un léger frottement, la commotion devient presque continue, et dégénère en une sorte de *tétanos*. . . » Cette différence du contact au frottement, entre les pièces métalliques; celle encore de leur activité électrophorique, relative de l'une à l'autre, par rapport aux tissus organiques, reconnus aussi pour être diversement excitables, sont devenus, par la suite, autant de dogmes, en matière de *galvanisme*, et n'étaient auparavant que des aperçus émanés des procédés d'*électrométrie souterraine*.

« Dans ceux du galvanisme, il résulte de la confrontation des métaux entre eux, qu'il y en a qui se nuisent par une sorte d'équilibration; d'autres qui se renforcent par une sorte d'aimantation; et ces effets réciproques des différentes pièces métalliques entre elles, comme de celles-ci aux parties organiques, nerveuses et musculaires, tiennent ou à la grande diversité, ou à la presque identité de leur capacité électrique. Cette même loi des analogies ou des disparités métalliques, par rapport à l'action que chaque métal exerce sur tel autre, et qu'ils exercent ensemble sur les électromètres organiques, paraît également exister pour les alliages.

— Cependant la loi générale invariable, dans tous les états variables de l'instrument électrométrique, c'est que l'action électro-motrice des métaux hétérogènes, soit comme armatures, soit comme excitateurs, se montre d'autant plus forte, que leur hétérogénéité respective est plus grande; c'est-à-dire, que la capacité électrique propre, que la conductibilité particulière de chaque métal est plus différenciée. — Mais cette faculté électrophorique de chaque métal ne reste pas toujours la même, lorsqu'on l'associe à un autre métal. Dans certains cas, elle diminue ou se détruit; dans d'autres, elle se renforce. Mais cela tient surtout au placement différent des pièces métalliques, soit aux nerfs, soit aux muscles, soit aux deux à la fois. Les métaux de capacité analogue, ou très-approchante, se renforcent quand on les réunit aux mêmes points, et se nuisent quand on les oppose aux points des nerfs et des muscles. — Il semble qu'à mesure que les métaux entre eux, et ceux-ci avec le corps des grenouilles, s'approchent et se touchent, ils se mettent, pour ainsi dire, à l'unisson électrique les uns des autres. D'ailleurs il arrive aux grenouilles la même chose qu'aux machines électrophoriques; c'est-à-dire, qu'elles s'épuisent par le soutiement, et qu'au moyen du repos elles se réparent. — Ainsi donc les grenouilles peuvent cesser d'obéir à l'excitation électrique des métaux, soit par épuisement, soit par équilibration. Mais on observe, à tous ces égards, quelques différences, selon que l'on opère dans les différens milieux, cohibens ou déferens, tels que l'air, l'eau, l'huile et le mercure. Tous les métaux ont plus d'action sous l'eau que dans

l'air ; et quelques-uns paraissent, dans le premier de ces fluides , changer les proportions de leur faculté électrique propre , ou absolue ; comme on voit , dans l'air , se changer les proportions relatives de métal à métal , par leur association. Cela semblerait prouver que dans ce dernier cas , il se fait entre les métaux une sorte d'aimantation ; et dans le premier cas , on pourroit croire , ou que l'eau ajoute son électricité propre à celle des métaux , ou qu'elle en empêche la dispersion. Toutefois l'eau est un intermède moins bon déferent que les métaux. — Cependant cette dernière est , de tous les véhicules , le plus propre pour transmettre aux grenouilles l'électricité des pièces métalliques , sans qu'il y ait aucun contact immédiat des unes aux autres. Cette communication produit beaucoup plus d'effet sur des grenouilles , dans deux ou plusieurs vases d'eau , que dans un seul ; et c'est sur cela qu'est fondée l'idée de ce que j'appelle *batteries électrométriques* , formées d'un certain nombre de vases et de grenouilles , se communiquant d'un vase à l'autre , par leurs extrémités nerveuses ou musculaires , sans l'intervention d'aucun métal : il suffit alors , pour leur donner une commotion simultanée , de plonger dans les deux vases extrêmes , deux cylindres métalliques hétérogènes , ou deux pièces de monnaies différentes. Il faut sans doute , dans ces expériences , calculer l'influence de l'électricité propre de l'eau , afin d'évaluer celle des métaux , soit pour renforcer , soit pour équilibrer cette dernière. — Mais ce qu'il y a de plus remarquable dans ces épreuves , faites en plusieurs vases , c'est qu'on renforce l'action électrique ,

lorsqu'en opérant avec l'arc exciteur dans un seul vase, on plonge en même tems dans l'autre une pointe métallique, ou seulement un doigt, quoiqu'il n'y ait de communication établie entre les vases, que celle résultant du corps des grenouilles. Mais cela suffit, sans doute, pour transmettre d'un vase dans l'autre, et l'électricité des métaux, et celle de l'eau elle-même, renforcée, mise en jeu, par les pointes, ou par les pièces métalliques. — Cependant d'autres expériences prouvent que, sous l'eau, malgré l'intervention de son électricité propre, l'action des métaux homogènes ou très-analogues en conductibilité, est nulle ou presque nulle sur les grenouilles déjà affaiblies. — Enfin, il est digne de remarque encore, que les mêmes grenouilles, refusant de donner, par le contact séparé des armatures, et des pièces de renforcement, placées au fonds des vases, et donnant, au contraire, par le contact simultané des unes et des autres, éprouvent de même la commotion, lorsqu'après avoir touché des pièces d'or ou d'argent, plongées au fonds des vases, on porte instantanément la même pointe des excitateurs sur les armatures, quoique distantes des pièces de quatre à cinq pouces. — J'ai cru remarquer, après bien des expériences, qu'il y a entre les différens métaux, des degrés d'aptitude à l'aimantation, comme il y en a à l'équilibrage; et malgré les résultats, en apparence versatiles, que présentent ces deux opérations, il m'a paru que l'argent est le plus propre à aimer l'étain, l'or à aimer le cuivre, l'argent et l'or à aimer le fer; tandis que l'or et l'argent, l'étain et le fer, sont plus propres à s'équilibrer

entre eux. — Au surplus, ce procédé, que j'appelle *aimantation*, ne mérite ce nom qu'autant qu'il est comparable, à quelques égards, à l'action de la calamite sur le fer. Ce rapprochement seroit encore plus fondé, si on vouloit s'étayer des nombreux rapports qui existent entre le magnétisme minéral et l'électricité ordinaire, comme il en existe entre l'électricité organique, et ce qu'on appelle magnétisme animal; rapports parmi lesquels il faut, surtout, noter une sorte de polarité, qui paraît appartenir également aux corps animés, comme aux corps inorganiques, et à certains d'entre eux spécialement. Mais je ne considère ici que l'action réciproque des métaux les uns sur les autres, par rapport à celle qu'ils exercent ensemble, ou séparément, comme électrophores, sur les tissus organisés. De plus, je pense qu'à l'égard des métaux divers, coagissans, soit qu'ils s'affaiblissent par équilibration, soit qu'ils se renforcent par aimantation, c'est, dans les deux cas, une action purement électrique, toujours subordonnée à leur électrophoricité relative, et celle-ci à leur conductibilité différente, ou inégale. — Au reste, il m'a paru que des résultats, tels que ceux que l'on vient de voir, étant répétés en grand sur d'autres animaux, pourraient, peut-être, répandre quelque lumière sur l'action musculaire naturelle, simple ou composée; sur celle des muscles subordonnés, ou non subordonnés à la volonté; enfin, sur celle des muscles congénères ou antagonistes, selon leur contiguité, leur opposition, leur connexité entre eux, et avec leurs nerfs respectifs. — Mais il faut, sur toutes choses, dans l'exercice de cette action fibrillaire

électrique, noter, tantôt le pouvoir volontaire de contenir, d'activer et de modérer, les écoulemens de ce fluide, tantôt ses congestions ou ses émissions involontaires ou désordonnées. . . . Je n'ai voulu qu'énoncer ici les premiers résultats de mes expériences, et notamment de celles faites avec les batteries électrométriques, sans prétendre, à beaucoup près, les avoir épuisées. Mais il me paraît néanmoins que tels que sont, dès à présent ( 1792 ) ces résultats, on peut en tirer quelques conséquences, qui serviront à diriger des expériences ultérieures. »

Je crois ne pouvoir mieux terminer les résultats généraux de celles que j'ai faites et publiées alors, qu'en transcrivant ici une note qui, en 1793, fut adressée à M. L...v...r, sur les rapports qui peuvent exister entre l'électrométrie souterraine, dont il avait vu les preuves à Zurich, en 1791, et le magnétisme animal, dont il faisait profession. . . . Le galvanisme alors n'était point encore découvert, ou du moins n'était pas connu : il ne le fut que l'année suivante, et je m'en suis prévalu dans la réponse que l'on va lire. Dans l'intervalle d'une époque à l'autre, ayant eu occasion de voir, à Bologne, M. Galvani, je n'eus pas de peine à le persuader que, dans ses expériences comme dans les miennes, il s'agissait et d'une action semblable, et de résultats analogues.

*Note en réponse à une question de M. L...v...r.*

PARMI les questions de la physique générale, applicable à l'économie animale, et faisant partie de la haute physiologie, aucune n'est peut-être plus difficile à résoudre, que celle

dont voici l'énoncé : « savoir s'il existe des rapports entre l'électrométrie organique, et ce qu'on a appelé *magnétisme animal*. » C'est pour cela qu'au lieu d'en donner ici la solution, je me contenterai d'établir quelques propositions, desquelles on pourra la déduire un jour, avec l'appui d'un plus grand nombre de faits.

J'observe d'abord que rien n'est plus propre à faire pressentir ces rapports, très-présumables en effet, que les expériences toutes récentes, faites avec les divers métaux, à la manière de *Galvani*, sur les différens animaux entiers et vivans, ainsi que sur leurs parties détachées. De ces expériences, comme on sait, il résulte que les substances métalliques et minérales, étant pourvues d'une force électrique propre, mais de capacité différente, exercent sur les corps organiques, une action sensible et déterminée : mais cette action est différente aussi d'un système d'organes à l'autre ; de celui des nerfs à celui des artères ; de ceux subordonnés ou réfractaires et inaccessibles à la volonté ; et spécialement des tissus nerveux aux musculaires.

Mais outre l'action électrique propre, que possède chaque métal ou chaque mine, et qui, dans les divers milieux où ils se trouvent, de l'air, de l'eau ou de la terre, s'exerce et se propage en tous sens, il s'établit entre eux, lorsque leurs atmosphères viennent à se rapprocher, à se communiquer, une sorte de réaction, de laquelle résulte une force combinée, différente de celle qu'ils exercent séparément. Ce mélange des atmosphères non-seulement produit instantanément la rupture de l'équilibre électrique, propre à chaque corps ; mais encore des déterminations nouvelles de ce fluide d'un corps à l'autre ; et dans ce jeu réciproque des atmosphères, celle d'un corps se renforce aux dépens de l'autre, jusqu'au retour d'un nouvel équilibre.

De même aussi les corps organiques, ayant leur atmosphère d'électricité propre, ainsi que leur degré respectif de capacité électrique, ils possèdent également une aptitude à recevoir, et

à transmettre une plus ou moins grande quantité de ce fluide. Tout ce qui peut changer les proportions, et détruire momentanément l'équilibre de cette électricité animale, particulière, soit dans le corps entier des êtres organisés, par rapport aux corps et aux milieux ambiants, soit d'une partie à l'autre, de contexture diverse, dans le même individu, par exemple, des muscles aux nerfs, ou de la tête aux pieds, fait éprouver des symptômes particuliers, des changemens plus ou moins ostensibles, tels que des mouvemens convulsifs, l'accélération du sang, etc. Mais si l'on fait communiquer entre elles ces atmosphères d'électricité organique, soit par voie de contact immédiat, soit par le moyen de corps déferens interposés, il en résulte des affections différentes de celles qu'éprouve chaque individu, où chaque organe séparé : ce qui prouve que les corps organisés entre eux, ainsi que les métaux et les mines, s'électrisent réciproquement. Or, pour ceux qui ont quelque notion des procédés du *magnétisme animal*, considéré, non comme agent médical, mais simplement comme fait physiologique, ce rapprochement entre les faits de l'électricité minérale et animale, ne pourra que suggérer, entre cet agent et celui du magnétisme ordinaire, de nouveaux points d'analogie, qui seront rappelés ci-après.

Toutefois dans l'exercice de l'action électrique, simple ou combinée, des corps métalliques ou autres fossiles, sur les tissus organiques, et de ceux-ci les uns sur les autres, il est remarquable qu'il y a tantôt équilibre, tantôt renforcement et partage inégal de la puissance électrique. Cette puissance est manifestement diversifiée de tel métal à tel point organique, selon des lois, en apparence, variables et difficiles à saisir, mais qui semblent néanmoins relatives à la double tendance, attractive et répulsive, centrifuge ou centripète de l'électricité, et peut-être aussi à des déterminations particulières, analogues à une sorte de polarité : tendance et déterminations que l'on a cherché à expliquer par les modalités fugitives et opposées de l'électricité affluente et effluente, positive et négative, etc.

Quoiqu'il en soit, ces rapports, dont les uns sont manifestes, et les autres probables, étant les principaux qui assimilent aux individus *minérographes*, dont j'ai donné l'histoire, les animaux *électromètres*, soumis aux épreuves galvaniques, suffisent bien pour prouver que les principes fondamentaux d'électrométrie minérographique, développés dans mes écrits antécédens, sont essentiellement les mêmes que ceux d'électrométrie organique, résultans de la découverte très-postérieure de *Galvani*:... principes dont les analogues paraissent se retrouver aussi dans la science du magnétisme animal, au moins pour ceux qui l'adoptent. Mais c'est surtout dans le mécanisme très-compiqué de l'organisation vivante, que les mouvemens de ce fluide sont difficiles à suivre, à cause du nombre et du mélange de ses parties dissimilaires. Et ce qui complique encore davantage ce mécanisme, dans l'homme principalement, c'est l'intervention de deux puissances, qui agissent et se contrebalancent sans cesse, la volonté et l'imagination : puissances dont l'exercice, sur les tissus nerveux et musculaires, paraîtrait s'accomplir essentiellement, par le moyen du fluide électrique, ou d'un fluide analogue, vrai principe d'excitabilité. Au moins est-il vrai, que les mouvemens de l'électricité, dans les corps organiques vivans, en partie subordonnés à la puissance vitale elle-même, le sont manifestement aussi à la force de la volonté; que celle-ci peut concentrer ce fluide, ou l'étendre à son gré; qu'elle peut même en porter les émissions au delà de la périphérie du corps, comme le prouvent des faits physiques et physiologiques connus. De ces faits, bien prouvés, il semble que l'on puisse conclure aussi, qu'indépendamment de la réparation très-présumable, qui s'opère du sein de l'air, par les voies d'absorption intérieure et extérieure, il se fait, dans le système sanguin-artériel, une régénération constante de ce fluide, se propageant delà au système cérébral-nerveux : et réciproquement.

Mais quelques soient les moyens de reproduction, et les voies de transport ou de répartition de l'électricité dans le corps vivant, on ne peut méconnaître les faits qui établissent, entre les

diverses parties de ce dernier, entre ses régions diverses, et les métaux ou les mines, des rapports d'action électrique, différente non-seulement en capacité, mais encore en détermination. Or, si après avoir reconnu cette action générique, minérale ou métallique, sur les tissus animaux, et sa diversité d'un métal à l'autre, lorsqu'elle s'exerce sur divers points organiques, on veut chercher ce qui constitue chez les minérographes, cette qualité distinctive qui les rend plus *impressionnables* que les autres hommes, tout semble prouver qu'elle tient à une texture plus cohibente, à une capacité plus contentive, ou plus imperméable, à l'égard du fluide électrique : comme il est reçu que la qualité *calamitique* du fer dérive de sa plus difficile perméabilité à son fluide congénère, et de celle-ci sa polarité magnétique. L'analogie porterait à croire aussi que les différentes espèces de fer présentant, à cet égard, d'énormes différences, ce serait la même raison qui, parmi les individus de l'espèce humaine, comme parmi ceux qui jouissent de cette propriété électrométrique, déterminerait des disparités notables, soit quant aux effets organiques, soit quant au mode instrumentaire, c'est-à-dire, à celui des baguettes. Or, bien qu'à l'égard de ce dernier, comparé à celui de l'aiguille magnétique, on ne puisse encore établir de parité, il serait cependant difficile de méconnaître une certaine analogie, sinon quant au mécanisme, du moins quant au principe de leur rotation respective, et principalement en ce qui concerne, de part et d'autre, les déterminations polaires de ces deux instrumens, *électromètre* et *magnitomètre*..... Ainsi, en admettant, avec toute la vraisemblance possible, que la constitution spéciale des minérographes est, par rapport aux autres hommes, ce qu'est le fer par rapport aux autres métaux, cette qualité ou plutôt cette modalité polaire, (distincte, à la vérité, mais non incompatible avec les autres qualités de l'électricité) ne serait un caractère distinctif, pour ces individus minérographes, qu'en ce que, dépendante ou non, des autres attributs ou modes électriques connus, et notamment de ceux exprimés par le négatif et le positif, (comme

pour la polarité du fer) elle se trouverait chez ces individus portée à un degré supérieur à celui des autres hommes. Cela serait présumable, surtout, pour ce qui concerne la rotation des baguettes ; d'autant plus que cette dernière propriété ne se trouve pas chez tous les minéroglyphes qui éprouvent des altérations organiques, suffisamment fortes, et manifestement indicatives de l'électricité souterraine :

D'un autre côté, lorsqu'on voit que le fluide électrique, opérant sur le fer, lui communique, ou développe en lui la propriété magnétique, ne peut-on pas conjecturer que ce fluide, en passant par l'organisme animal, tend à se magnétiser, c'est-à-dire, à contracter ce mode de polarité? Il semble du moins acquérir, en raison de sa *perméance* plus difficile, de sa répartition plus ou moins inégale, entre une partie du corps et l'autre, et notamment de l'extrémité supérieure à l'inférieure, cet état permanent, ou ce passage instantané, du positif au négatif, qui, chez les hommes, ou entre leurs organes divers, comme dans les métaux, ou entre leurs espèces, paraît constituer ce phénomène polaire... Mais sans parler de tant d'autres rapports qui existent entre ces deux fluides, soit dans les moyens de les exciter ou de les reproduire, soit dans la manière de se répartir ou de se communiquer, (rapports qui portent de plus en plus à assimiler le magnétisme animal à l'électricisme organique) on ne peut disconvenir que dans la matière magnétique ne se retrouvent tous les phénomènes et tous les attributs correspondans, parmi ceux de l'électricité ; surtout encore ceux qui tiennent aux qualités attractive et répulsive communes à ces deux ordres de corps.... C'est ainsi qu'en considérant les propriétés de la matière électrique dans la première substance, par exemple, qui lui a donné son nom, et les comparant avec celles de ce même fluide dans la tourmaline, (qui est pour l'électricité une sorte de calamite) et enfin celles du fluide de cette dernière, on serait, pour ainsi dire, autorisé à reconnaître, non pas trois sortes de fluides, mais trois modes de mouvemens distincts d'un seul et identique fluide : et si l'on trouvait encore

des substances intermédiaires de la tourmaline à la calamite, comme de l'ambre (*electrum*) à la tourmaline, on aurait, peut-être, tout à fait résolu le grand problème de la parité des fluides électrique et magnétique : parité non-seulement relative, telle que les instrumens la dénotent déjà, mais même absolue, en rendant les moyens d'épreuves plus parfaits.... Toujours est-il vrai que la polarité n'est pas plus essentielle à la force électrique, comme on en voit un exemple dans le succin, que la phosphorescence, comme le prouve celui de la torpille : que cependant celle-là y est combinable, comme dans la tourmaline : et qu'enfin l'une de ces qualités peut être substituée à l'autre, comme dans la calamite. Il ne s'agirait donc que de rendre cette combinaison et cette substitution réciproque, en trouvant ou composant exprès des corps intermédiaires, plus propres à exercer la *polarité* magnétique, et la *tension* électrique, ou bien des instrumens capables de constater, si déjà elles n'existent pas toutes deux, avec cette réciprocité, dans des corps connus, tel que serait l'exemple des minérographes.... Ce serait sans doute dans la sphère de ces corps électro-magnétiques, comme aussi dans la théorie de ce qu'on appelle *multiplicateur électrique*, qu'il faudrait étudier la double action, de laquelle paraît dériver la plus grande partie des phénomènes de l'électrométrie minérographique, soit pour ce qui concerne les atmosphères d'électricité souterraine, soit pour leur influence sur les électromètres organiques.

En un mot, en reconnaissant comme une qualité universelle de l'organisation, comme un attribut générique inhérent à tous les êtres susceptibles de vitalité, non-seulement cette *électrisabilité*, par tel ou tel moyen, mais encore cette double polarité, lorsque l'action se porte sur tel point organique, sur telle extrémité du corps, il ne serait pas plus difficile de concevoir les cas et les exemples du *maximum* chez les minérographes, que ceux du *minimum* de cette qualité, observables chez d'autres individus réputés tout à fait réfractaires à l'action électrique, quelconque... Il n'y aurait donc, pour l'admission de ce nou-

veau système d'électrométrie organique, aucune innovation à faire, aucune opposition, aucun renversement dans les lois connues, ni dans les effets vulgaires de l'électricité. Ce qui concerne la répartition de ce fluide dans les différens corps, en raison de leur perméabilité relative, de leur capacité contenitive ou émissive; ce qui a rapport à leurs qualités plus ou moins idio-électriques ou anélectriques, à leurs modalités variables du positif au négatif, de l'effluence à l'affluence, etc.; tout cela, dis-je, serait également applicable aux principes et aux résultats de l'électrométrie, comme à ceux des autres branches de la physique électrique..... Il resterait pourtant à prouver d'autres points d'analogie, qui, ce semble, existent déjà entre les électromètres-minérographes, et les somnambules quelconques, quant à l'exercice de leurs facultés respectives: comme il en existe entre les perceptions ordinaires des sens extérieurs, et celles du sens interne ou universel. Celui-ci, plus fort, plus développé, plus étendu chez certains hommes que chez d'autres, et plus énergique encore dans la classe privilégiée des minérographes, des hydrographes, mériterait le nom de sens électro-édétique ( *ηλέκτρο-αιδητικός* ).

Ce n'est pas ici le lieu d'insister davantage, ni sur le principe matériel, ni sur le mode instrumentaire ou mécanique de tous ces faits: il me suffit de les avoir présentés comme appartenans évidemment à l'électricité, et comme ayant aussi des rapports évidens avec ceux du magnétisme, à raison surtout de la polarité, ( divisée, selon *Epinus*, en côté négatif et positif, et comparable, selon moi, à la double rotation centripète et centrifuge des baguettes ). Il me reste pourtant ici une dernière observation à faire: c'est que si, par des épreuves aussi incontestables que les précédentes, on parvient à prouver la réaction qu'exercent les uns sur les autres les corps organiques vivans, à raison de leur force électrique propre et spontanée, telle qu'est prouvée sur ceux-ci l'action des métaux et des mines, cette action de corps à corps, assimilable à la précédente, sera analogue aussi à ce qu'on a appelé *magnétisme animal*, si peu

défini, si mal présenté dans tout ce qu'on a écrit jusqu'à présent sur ce sujet. Enfin ce rapprochement, qui nous a portés à nommer *electricisme organique* cet agent et ses effets occultes, réputés mal à propos sympathiques par les uns, ou chimériques par les autres, justifierait peut-être ce que nous avons dit ailleurs; savoir, que les minéroglyphes peuvent être regardés comme les somnambules des minéraux, en ce qu'au moyen de l'*électrophoricité* de ceux-ci, et de l'*électrédicité* de ceux-là, il peut exister, entre les uns et les autres, des rapports d'action et de perception. Ne sait-on pas qu'il en existe de semblables chez des somnambules entre les objets extérieurs, sans le secours des sens ordinaires? Et ces rapports ne prouvent-ils pas qu'à ces derniers, par un mécanisme tout aussi peu connu que celui des autres sensations, supplée le sens nerveux universel, siégeant dans tout le système, mais s'exerçant ou pouvant s'exercer dans certains organes particuliers? C'est enfin ce sens anormal et anonyme, que par supposition nous avons appelé *sens électrique*, le premier de tous, ainsi que le fluide qui le fait agir, qui semble jouer le plus grand rôle dans l'économie animale.

Au surplus, si ce problème, sans doute très-compiqué, d'électricité mixte, c'est-à-dire, considérée dans les minéraux et dans les animaux, offre des points de rapprochement avec le magnétisme ordinaire, ils serviront à en faire découvrir d'autres entre ce dernier et celui mieux entendu de l'organisation. Mais comme à mesure que les analogies s'annoncent dans cet ordre de corps, il faut redoubler, sinon de défiance, au moins de précautions pour saisir les rapports et les disparités, je me garderai bien d'adopter une explication systématique des faits dont il s'agit dans cette note, et qui ont donné lieu à la question ci-dessus.

---

## DEUXIÈME DISCOURS.

*Recherches sur les causes et sur les phénomènes de l'électrométrie dite souterraine.*

LORSQU'UN phénomène extraordinaire, réputé occulte, et en apparence isolé, a été suffisamment constaté; lorsqu'il a reçu de l'expérience, et de tous les genres d'épreuves dont il est susceptible, toute la sanction à laquelle il était possible d'arriver, le premier besoin de celui qui l'a découvert, le devoir de tous ceux qui reconnaissent son importance, est de chercher, sinon à l'expliquer, du moins à le rapprocher des autres faits connus, par des analogies sévères; finalement de l'attacher au domaine de la physique par des liens vrais, par des rapports scientifiques.

En effet, toutes nos connaissances physiques, celles du moins fondées sur l'observation, ne deviennent véritablement une science, ou une partie intégrante de quelque science, qu'alors que la théorie, mêlant sa lumière à celle que répand le flambeau de l'expérience, nous fait apercevoir le lien commun par lequel les faits isolés se tiennent les uns aux autres. Au moyen d'une théorie lumineuse, déjà fondée sur des faits généraux, antérieurs, on se forme des points fixes, auxquels on ramène tous les faits particuliers qui peuvent s'y rapporter. L'on parvient ensuite à les expliquer d'une manière en quelque sorte mécanique, d'une manière vraie en ce sens, que les

conséquences auxquelles on arrive , représentent exactement les phénomènes tels qu'ils sont.

C'est ainsi que les faits les plus isolés , lorsqu'ils sont suffisamment multipliés et constatés , préparent des données aux hommes de génie , qui viennent ensuite rapprocher tous les anneaux épars , pour en former une chaîne continue. Tout ce qui est en deçà de ces faits , de ceux surtout que l'on regarde comme causes , se trouve ainsi éclairé par eux. Mais souvent on essaierait en vain de lever le voile qui cache ce qui est au delà. De pareilles recherches n'annonceraient qu'une imagination qui ne sait point s'arrêter. Le propre d'un génie sublime , et sage à la fois , lorsqu'il est parvenu , par son essor , jusqu'au plus haut point où il soit donné de s'élever , est de savoir y reconnaître la borne qu'il doit respecter.

Tels sont les différens points de vue sous lesquels il importe , dans cet ouvrage , de considérer le phénomène d'électrométrie organique dont il s'agit. Ce phénomène en apparence anormal , et tout à fait isolé dans son genre , semblera pourtant susceptible de se lier à d'autres faits physiques , appartenans à l'électricité et au magnétisme. Quoiqu'il paraisse jusqu'à présent inexplicable , comme tant d'autres , il pourra peut-être s'adapter , comme eux , à une théorie plausible , propre à l'éclairer davantage , soit dans ses rapports physiques et instrumentaires , soit dans ses rapports organiques et sensitifs. Ce phénomène enfin qui , à ces deux derniers égards , paraît offrir des analogies frappantes et lumineuses , avec d'autres faits électriques et magnétiques , présente en même tems des bornes difficiles à franchir , lorsqu'il s'agit d'en indiquer

les causes premières , et d'en assigner le mécanisme. Or , en cela il ressemble encore à tant d'autres de la physique électrique, galvanique et magnétique, surtout lorsqu'on veut les suivre dans les détours infinis, dans le dédale obscur de l'organisation animale, et de celle de l'homme principalement.

Quoi qu'il en soit, dans tout ce qui a été écrit jusqu'à présent sur ce phénomène d'*électrométrie organique*, spécialement réservé à quelques individus de l'espèce humaine, bien que produit par des causes générales qui agissent sur l'espèce entière, on a constamment distingué les effets ou les résultats instrumentaires, savoir ceux obtenus par les baguettes graduées et par les thermomètres, d'avec ceux qui se manifestent par des altérations musculaires, nerveuses, artérielles, ou par des sensations distinctives, et qui, pour cela, sont appelés effets ou résultats organiques. On va suivre ici le même ordre, et l'on verra les rapports constans qui existent entre ces deux sortes de résultats, quoique dépendans de causes différentes, ou plutôt de l'exercice différent de la même cause, ou du même agent. Ce discours sera divisé en deux sections.

---

## SECTION PREMIÈRE.

### *Exposition des résultats instrumentaires, et des effets organiques.*

CES résultats ont été amplement détaillés dans différens ouvrages qui ont précédé celui-ci, et dont plusieurs

ont aussi précédé, de beaucoup, la découverte du galvanisme (1).

Il s'agit à présent d'en récapituler les principaux, dégagés des controverses qu'ils ont excités, tant en France

(1) Deux volumes imprimés en France, de 1780 à 1787. — Deux autres volumes imprimés en Italie, en 1791 et 1792, à *Milan* et à *Brescia*. — Les mêmes documens élémentaires ont été, pour la plupart, et sans subir aucun changement, discutés et confirmés, dans trois brochures nouvelles, successivement publiées à *Vérone*, à *Vicence*, et à *Venise*, depuis 1793 à 1796. Enfin dans un dernier ouvrage, ayant pour titre, *la Guerra di Dieci anni*, etc., l'on a donné le rapport général, historique, chronologique et polémique de tout ce qui a été fait et écrit durant les dix dernières années, pour et contre cet intéressant sujet, devenu le motif ou le prétexte de tant de controverses entre les savans. Si les faits seuls, consignés dans ces divers écrits, au lieu d'être reprobés par les uns, mal interprétés par les autres, eussent excité, comme on aurait dû l'espérer, l'attention impartiale de tous, on n'aurait pas perdu, en vaines polémies, un tems précieux pour l'avancement de la science. L'on n'a pas négligé toutefois de le seconder, en insérant, dans tous les journaux scientifiques d'Italie, les notices et les extraits de tous ces ouvrages, et notamment des cinq derniers; comme on avait fait en France, à l'égard du premier. Il est remarquable, sans doute, que dans l'espace de vingt-cinq ans, il n'ait paru contre les faits, et la doctrine dont il s'agit, que cinq pamphlets, dont deux sont anonymes, et ne méritent pas d'être cités; deux autres, d'aussi peu de valeur, ont été aussitôt réfutés que publiés, et sont restés sans réplique. Le dernier, qui porte un nom respectable, (celui de *Spallanzani*) s'est réfuté de lui-même, ainsi qu'en ont jugé ses propres partisans. Après avoir fait paraître un premier rapport d'expérience totalement fondé sur des faits confirmatifs,

qu'en Italie, pour en offrir à la mémoire le tableau fidele et succinct. Il importe surtout ici, de présenter à l'esprit l'ensemble des conditions nécessaires à la rotation des baguettes électrométriques, et des circonstances favorables ou contraires à cette rotation. De là dérivera la connaissance des lois requises pour l'exécution de ce mouvement en deux sens opposés, ainsi que pour l'équilibration des forces qui le produisent. Ces trois points étant connus, étant rapprochés des principes reçus en matière d'électricité et de magnétisme; étant comparés à d'autres faits électriques et magnétiques, il sera possible, peut-être, d'expliquer le mécanisme de ce nouvel instrument, et d'en donner la théorie.

Les lois que semble requérir, et les conditions qu'exige l'exercice de cet instrument, se réduisent à ce qui suit; savoir: 1°. pour ce qui concerne la forme, la composition et le placement des baguettes: elles doivent être de matières déférentes, tels que les bois et les métaux de toute sorte. Celles de verre, de gomme élastique, comme aussi les précédentes, de métal ou de bois, recouvertes de quelques vernis, ne peuvent servir. Elles doivent être

---

obtenus par lui, en présence de témoins irrécusables, qui les garantissent, il a crû devoir publier une rétractation (de circonstance) uniquement fondée sur des allégations, ou étrangères, ou contradictoires aux faits eux-mêmes, et à ses propres assertions antécédentes: d'où il résulte que son témoignage n'est calculable ni pour ni contre. Quant à ceux qui y sont restés invariablement favorables, et qui se trouvent parmi les noms les plus distingués de l'Italie, en matière de sciences naturelles, on peut les voir consignés dans les écrits ci-dessus.

légèrement courbes , en forme d'arc , et de la longueur de trois à quatre pieds. Leur poids peut être depuis une once jusqu'à quatre , et même plus , selon la force motrice. Les baguettes droites ne peuvent servir , pas plus que celles qui , arquées et coupées en des parties égales , réunies par une matière cohibente , résine , verre ou autre , seraient ainsi isolées dans leur centre ; pas plus encore que celles à qui on appliquerait , à partir des points d'appui , un fil métallique en ligne droite , comme une corde à l'arc ; ni enfin , celles coupées aux points d'appui. Ces dernières , ainsi que les droites , manqueraient du contre-poids qui perpétue la rotation , par le transport alternatif du centre de gravité aux deux extrémités. — Finalement ces baguettes , ainsi construites de matières déferentes , en forme d'arc à peine courbe , doivent être soutenues , au point de leur équilibre , ou sur deux doigts , placés dans l'écartement nécessaire pour que le centre de gravité se trouve au milieu , ou bien sur deux points d'appui équivalens , faits de bois ou de métal , c'est-à-dire , des anneaux ou des crochets , tels qu'ils ont été décrits ailleurs , et seront représentés ci-après ( 1 ). Des supports de matière cohibente ne

---

(1) Voyez planche deuxième , à la fin de ce volume : elle contient des figures de trois sortes. Les quatre premières sont relatives aux expériences d'électrométrie souterraine. Elles représentent quelques unes des différentes manières dont on peut se servir pour former aux baguettes électrométriques , des points d'appui non suspects , au lieu de les placer immédiatement sur les doigts des minérographes , lorsqu'il s'agit d'exercer ceux-ci sur des mines ou des cours d'eau. On a déjà pu voir , dans les

peuvent servir, non plus que les doigts recouverts de semblables matières. Il suffit même qu'un seul support soit isolé, pour que la rotation soit empêchée, à quelque degré que soit portée l'action motrice. De ces premières questions, il résulte déjà, que le fluide quelconque qui fait mouvoir les baguettes, et dont tout annonce le caractère électrique, a besoin de circuler librement dans toute la longueur de cette espèce de conducteur courbe, et de lui être communiqué uniformément de deux points opposés. Il paraît qu'en outre il se fait, dans son centre, une sorte de refoulement alterné, expansif et contractif, un mode de systole et de diastole, de flux et de reflux, qui constitue cette double action électrique, réciproque de

ouvrages précédens, l'explication et l'usage de ces appareils, bien suffisans, sans doute, pour ôter à la prévention même, tout motif ou tout prétexte de chicanner. Les fig. 5, 6, 7, 8, 9, sont autant d'appareils destinés à soumettre les mêmes individus à l'action de l'électricité des machines ordinaires, en dirigeant cette action, avec tous ses modes et ses degrés divers, sur les différentes parties du corps: c'est dans la vue de produire ou intercepter à volonté, dans un sens ou dans l'autre, la rotation des baguettes, celles-ci également soutenues sur des points d'appui artificiels, exempts de toute objection. Enfin les six dernières figures, dont l'explication sera donnée ci-après, concernant des expériences toutes nouvelles, tendent à prouver qu'avec l'électricité galvanique, comme avec la commune et la souterraine, ainsi qu'avec celle des simples pièces métalliques, mises en contact avec diverses parties du corps, l'on peut obtenir, chez les individus qui en sont susceptibles, le même phénomène de la rotation des baguettes, ou de la simple oscillation, divergente et convergente, attractive ou répulsive, des arcs explorateurs.

la baguette aux points d'appui , et de ceux-ci à celle-là. De cette conjecture se rapprocherait beaucoup celle qui supposerait, que le fluide moteur , dérivé des mines ou des machines , passant incessamment de l'arc organique à l'arc métallique , et de celui-ci à celui-là , ou au réservoir commun , imprime alternativement un mode de convergence et de divergence, dont la succession perpétue le mouvement circulaire ; mouvement nécessairement composé , par cela même qu'il est circulaire , *et vice versa*.

2°. Quant aux lois de la communication de ce fluide , capable , quelqu'il soit , d'imprimer le mouvement de rotation aux baguettes , pour en concevoir le concours , il faut en rappeler les circonstances. Cette rotation a lieu , sans que le corps des individus tourneurs soit isolé , toutes les fois que l'électricité , soit naturelle , soit artificielle , leur est communiquée avec un degré d'intensité suffisante ; par exemple , lorsque l'accélération de leur pouls est portée , par minute , à seize ou dix-huit pulsations de plus ; que le thermomètre , entre leurs mains , s'élève au moins à deux tiers de degré , dans le même laps de tems ; et qu'enfin , les convulsions , d'abord très-sensibles aux tendons des poignets , s'étendent à tout le système musculaire. Mais il est certain que ces trois effets , toujours coexistans , et toujours correspondans au degré de la rotation , sont beaucoup plus marqués , lorsqu'à degré égal d'électrisation , le corps est isolé , et que toutes ses parties sont recouvertes de matières indifférentes , excepté celles qui sont destinées à recevoir l'électricité , et à la transmettre immédiatement

aux baguettes , ou à l'appareil qui les soutient. Aussi lorsqu'une ou plusieurs personnes , placées hors de l'atmosphère électrique , naturelle ou artificielle , touchent quelque partie du corps des tourneurs , elles exercent un soutirement qui affaiblit subitement , ou détruit tout à fait la rotation ; tandis que si ces personnes sont situées dans la sphère d'action de la machine , ou de la mine , ce soutirement est nul , ou n'est que momentané , et la rotation continue.

Mais cette rotation , dont le type le plus remarquable , est de s'exécuter en deux sens contraires , selon que l'électricité est communiquée par la tête ou par les pieds du tourneur , ou bien par des mines et des métaux d'action opposée , le fer et le plomb , par exemple , n'a jamais lieu , (nonobstant l'accroissement considérable du pouls , de la chaleur , et des convulsions ) toutes les fois que la communication électrique se fait , en même tems , par la tête et par les pieds , soit de la part des machines , soit sur des mines semblables. La même chose s'observe aussi lorsqu'on électrise à la fois l'une et l'autre extrémité du corps , par des mines ou des métaux opposés d'action , ou de détermination électrique ; ou bien lorsqu'on fait communiquer , par des conducteurs métalliques , les extrémités droites et gauches , et non celles du même côté. Il est toutefois remarquable que celles - là , hautes ou basses , étant croisées entre elles , et se touchant , ce contact et ce croisement n'empêchent pas la rotation des baguettes.

3°. On ne peut trop insister sur cette observation majeure, qui indique l'existence de cette espèce de détermination polaire, entre les points organiques. Mais il en existe une aussi, également indiquée par les mouvemens opposés des baguettes, entre les substances minérales et métalliques. En effet, tel ou tel métal, appliqué à la tête ou aux pieds, produit ces deux rotations contraires, ou bien l'équilibre des baguettes, lorsqu'on oppose l'action métallique à la polarité organique, et réciproquement. Non-seulement cette polarité diverse se démontre dans l'exercice spontané de l'électricité métallique naturelle, mais on en voit aussi des preuves lorsque ces mêmes métaux ne sont employés que comme conducteurs de l'électricité artificielle des machines. C'est à cause de cela qu'il n'est pas indifférent, pour obtenir la rotation des baguettes, de composer les appareils électrométriques de métaux semblables, ou de métaux divers; pas plus que de former les baguettes ou leurs supports de deux métaux différens, et surtout de ceux qui ont une capacité électrique fort différente..... La même chose a lieu, à d'autres égards, dans les expériences galvaniques sur les grenouilles, dont on vient de publier les résultats à Bologne (1791): et quoique les convulsions, ou les commotions électriques de celles-ci, ne soient pas produites par le même mécanisme que la rotation des baguettes, tout cependant porte à croire qu'il existe une diversité électrique, ou plutôt électrophorique, pour les métaux, comme elle existe manifestement entre les points ou les parties orga-

niques..... Ce qui prouve encore que l'opposition des forces ou des déterminations polaires, supérieure et inférieure, n'existe pas des extrémités basses aux extrémités hautes, mais seulement de la tête à tout le reste du corps, c'est que si on fait communiquer, avec des chaînes, les jambes et les bras du même côté, on obtient la rotation simultanée des baguettes comme, par exemple, dans les appareils 5 et 7. (*Voyez la deuxième planche*). Cette rotation se fait en dehors, si l'électricité est dirigée sur une partie quelconque autre que la tête, et en dedans, si c'est sur la tête exclusivement. Enfin, si avec l'appareil métallique, placé sur cette dernière, on n'obtient aucun mouvement dans les baguettes, par le contact des deux extrémités supérieures, appliquées aux deux supports, c'est qu'il se fait une communication entre ces deux extrémités, comme dans le cas ci-dessus; tandis qu'avec l'appareil de verre, la rotation a lieu en dehors, par l'application des seules extrémités supérieures, et cesse lorsqu'on établit une communication, au moyen d'une petite chaîne à la tête. (*Voy. l'app. 8.*)

4°. Une autre remarque importante à faire dans le mécanisme de la rotation, c'est qu'après avoir obtenu cette dernière, d'autant plus prolongée, que l'électricité est plus intense, que l'ambiant est plus sec, et que le corps du *tourneur* est plus cohibé de partout, celui-ci bien que surchargé, se trouvant néanmoins équilibré dans toutes ses parties, les baguettes s'équilibrent aussi, et restent immobiles. Alors on les voit en quelque sorte soutenues contre leur propre gravitation, de manière

que leur centre, (leur courbure) se trouve tourné vers le corps du minérographe, lorsqu'il a été électrisé par les pieds, et en sens contraire, lorsqu'il l'a été par la tête. Enfin, ces baguettes et le corps se déchargeant peu à peu, les premières retombent insensiblement à leur équilibre antécédent, et le corps à sa tranquillité naturelle, c'est-à-dire, à la cessation totale de l'effort convulsif musculaire, et de l'accélération artérielle.

5°. Il est aussi une observation non moins essentielle, qu'il faut encore rappeler, pour entendre ce mécanisme : c'est que quoiqu'il ne faille pas, avec l'appareil électrométrique ci-dessus ( 5 et 6 ), un contact immédiat entre le corps des baguettes et les doigts des minérographes, pour obtenir la rotation des premières, il faut cependant qu'il y ait une très-grande proximité, et que le conducteur métallique intermédiaire, ne soit au plus que d'un pouce. Cela semble prouver, d'une part, que l'électricité organique est susceptible, momentanément, d'une répartition différente, d'une modalité particulière, qui la rend propre à imprimer la rotation ; mais que cependant cette modalité n'est pas tout à fait détruite, ni changée, par le passage instantané du fluide électrique à travers un métal. En effet, l'on voit, d'autre part, que l'expérience réussit également bien, soit que les doigts du minérographe restent nus, ou recouverts d'une gaine métallique, soit qu'on les applique à la circonférence des anneaux qui servent de supports aux baguettes, ou bien à la queue et aux petites chaînes qui y sont attachées. (*Voy. fig. 6 et 6 bis.*)

6°. A ces différentes considérations, il faut surtout

ajouter celles de la disposition organique des divers individus, doués de la propriété électro-dynamique et virgulaire; c'est-à-dire, celle d'être sensibles aux *impressions* de l'électricité, communiquée d'une région ou d'une matière quelconque, et de l'électricité de certains fossiles souterrains; comme ils sont sensibles à celle des météores atmosphériques, et à celle des machines. Mais, parmi ces individus, les uns ne sont susceptibles que de quelques altérations organiques momentanées, telles que les convulsions, l'accélération du pouls, l'accroissement de la chaleur, etc.; tandis que d'autres possèdent uniquement la faculté rotatoire des baguettes, sans aucunes affections organiques. Il en est, enfin, qui jouissent de l'une et de l'autre; mais chez tous on observe qu'un état passager de fièvre un peu forte, ou bien une lésion accidentelle dans les nerfs, soit par une cause morale, soit par une révolution dans les organes, suspend ou affaiblit notablement cette double faculté électromotrice, sensitive et motrice. L'une et l'autre, quoique corrélatives entre elles, dans les individus qui les réunissent, ne semblent pas pourtant tenir au même mode de mouvement électrique, mais bien à la même constitution organique. Cette qualité distinctive paraît consister, chez les individus électromètres ou minérographes, en ce qu'ils sont moins désérens, ou moins bons conducteurs que les autres hommes; ou bien qu'ils possèdent à un plus haut degré, ou la capacité contentive de l'électricité, ou l'imperméabilité à ce fluide. De là résulte, peut-être, une disproportion entre l'effluence et l'affluence de ce fluide, lorsqu'il leur est communiqué,

ou par les corps souterrains , ou par les météores atmosphériques , ou par les machines , ainsi que nous l'avons déjà dit.

C'est aussi une chose très-digne de remarque , que la différence qui s'observe entre les grenouilles , servant d'électromètres , et les électromètres-minérographes , relativement à la communication de l'électricité des substances métalliques ou minérales , pour produire , chez les uns et les autres , les convulsions , les commotions musculaires et nerveuses. Les grenouilles les reçoivent avec plus d'intensité , par l'application immédiate du métal à telle ou telle partie organique ; tandis que les minérographes sont bien plus fortement *affectés* , lorsqu'il existe entre le métal et leur corps , une interposition de couches de terre ou de pierre. Placés immédiatement sur un tas de métal ou de mines , sur une pièce de canon , par exemple , ils en reçoivent peu d'impression ; tandis qu'à quelques pieds , ou quelques toises sous terre , ces substances donnent de fortes secousses. Mais à travers les couches d'eau , cependant , l'action métallique paraît être la même entre les grenouilles et les minérographes. D'où vient cela ? Nous avons déjà cherché à l'expliquer ailleurs , et nous y reviendrons encore , comme sur ce qui concerne le mode distinct de la commotion des muscles , et de la rotation des baguettes ; mode qui semble tenir , de part et d'autre , à une véritable polarité organique , reconnaissable , sans doute , mais avec des modifications différentes , dans le fluide électrique comme dans le fluide magnétique.

7<sup>o</sup>. Bien que toutes les observations précédentes soient

capables de jeter quelque jour sur le problème de la rotation des baguettes , on ne peut cependant se dissimuler, qu'elles ne suffisent pas encore , à beaucoup près , pour en donner la solution. Mais dans les éléments nécessaires à cette solution , il ne faut pas confondre deux choses , qui sont en effet très-distinctes : ce qui regarde la partie qu'on peut appeler organique du problème , consiste dans le mode même de l'impulsion électrique spéciale , communiquée immédiatement au sortir du corps des individus tourneurs ; mais la partie physique , ou instrumentaire , consiste dans le mécanisme combiné résultant de cette impulsion électrique , d'une part , et de l'autre , de la gravitation propre du conducteur arqué. Celui-ci bien équilibré et soutenu sur deux points d'appui , avec son prolongement , au delà de ceux-ci , acquiert une extrême mobilité , par le changement alternatif de la gravitation entre les extrémités et le centre de ce conducteur. A l'égard de cette deuxième partie du problème , on a déjà vu qu'une baguette isolée dans son centre , n'est plus susceptible de rotation , lors même que l'on établit la communication entre les deux parties de cette baguette courbe , par le moyen d'une corde métallique fixe et légère ; addition qui la change , à peu près , de baguette courbe en baguette droite , inhabile , par cela même , à la rotation. Il en est de même pour une autre baguette , qui , sans être coupée en deux parties , et isolée dans son milieu , comme la précédente , est seulement recouverte au même point central , par une matière cohérente ; par exemple , un tube de verre de la longueur de trois à quatre pouces. On a vu aussi

que des baguettes non isolées , ni intérieurement , ni extérieurement , étant placées en équilibre sur des supports conducteurs , n'éprouvent aucun mouvement rotatoire , ni même oscillatoire , si , recevant l'électricité par leurs supports seulement , au moyen d'une chaîne de communication avec la machine , elles ne sont approchées , ni à leur centre , ni à leurs extrémités , d'aucun corps capable d'exercer sur elles , une action attractive et répulsive . La même chose arrive , lorsque l'électricité est communiquée aux supports , par les doigts d'une personne non pourvue de la propriété électrométrique , avec la même précaution de n'approcher de la baguette aucun corps attractif ou répulsif . Mais si , dans ces deux derniers cas , on promène autour et à très-peu de distance du centre de la baguette , ou la main , ou une boule métallique , alors elle éprouve d'abord une oscillation , comme sur les doigts des tourneurs , et ensuite une rotation complète , dans un sens comme dans l'autre , selon la direction imprimée par le corps exciteur , attractif ou répulsif . En partant de ce résultat , ( lequel ne s'obtient pas , ou à peine , avec les baguettes isolées dans leur centre ) on serait porté à croire que tout le mécanisme de la rotation des baguettes électromètres , consiste en ce que chargées de deux côtés opposés , par leurs supports , elles se déchargent à mesure par leur centre , à raison de l'effet attractif et répulsif qu'exerce , sur ce même centre , le corps des individus tourneurs . Cette action attractive ou répulsive , dépendante de l'affluence et effluence inégale de l'électricité , entre le corps organique et celui des baguettes , servirait , en même tems , à

expliquer le double mouvement rotatoire de ces derniers, savoir celui en dehors, ou centrifuge, et celui en dedans, ou centripète; mouvement qui se manifeste invariablement tel ou tel, selon que l'électricité est communiquée, par la tête ou par les pieds, ou bien par telle mine ou tel métal. Mais beaucoup de raisons et de faits, semblent prouver que la chose ne se passe pas ainsi. Voyez, entre autre, le fait très-remarquable de la rotation des baguettes placées sous les pieds et sur la tête (fig. 7 et 8); celui encore de cette rotation, lorsqu'en appliquant la tête du tourneur au grand conducteur de la machine électrique, ou bien à un bloc de pierre, qui recouvre un fort dépôt métallique, il tient ses bras les plus élevés possible au dessus de sa tête, ou les plus écartés de sa poitrine. D'ailleurs, en isolant de partout le corps et les extrémités, excepté le bout des doigts, aux pieds comme aux mains, c'est-à-dire, en recouvrant toute sa surface de substances cohibentes, la rotation se fait néanmoins, et même avec plus de rapidité, si on communique l'électricité par les seuls parties non isolées, ou non cohibées. Cette rotation se fait en deux sens contraires, selon que la chaîne est attachée ou aux doigts des pieds, ou aux oreilles, ou entre les dents, et que du bout des deux indexes seuls, sont touchés les supports des baguettes. Mais une autre preuve encore, que le mobile principal de la rotation s'exerce entre les pointes organiques et la baguette, et non entre cette dernière et le corps entier, c'est que si on place sur le même isolateur une autre personne, en avant du tourneur, et que celui-ci, en étendant ses bras,

puisse seulement atteindre de l'extrémité de ses doigts ; les supports de la baguette , celle-ci tourne comme à son ordinaire ; tandis que si le tourneur se place en avant , et que l'autre personne touche les supports , comme ci-dessus , il ne se fait aucun mouvement.

Enfin , en supposant seulement cette réaction , ou ce mode alternatif d'effluence et d'affluence électrique , cette force d'attraction et répulsion réciproque dans l'atmosphère du corps organique , à l'égard du conducteur baguette , on ne pourrait , ce me semble , expliquer la double rotation de ce dernier , par la seule différence de porter l'électricité sur les deux parties du corps opposées , la tête et les pieds séparément ; pas plus qu'on ne pourrait expliquer son équilibration , en portant sur la même partie du corps , l'action de deux métaux d'électricité contraire. On ne peut non plus concevoir ce mécanisme par la seule théorie de la bouteille de *Leyde* ; et tous les essais qu'on a faits avec cet appareil , pour imiter la machine organique , dans la production de ce phénomène , n'ont donné tout au plus que quelques vues d'analogie. Il faudra bien cependant y revenir encore : et si l'on ne trouve pas , dans les lois connues de l'électricité , des données suffisantes pour résoudre cet important problème , on sera réduit à en chercher dans leur combinaison avec celle du magnétisme. On y considérera surtout cette espèce de polarité , ou du moins cette détermination différente , d'une partie organique à l'autre , comme elle existe d'un métal à l'autre : et tout cela , déjà confirmé par les expériences d'électrométrie souterraine , avec les minérographes , le sera peut-être un

jour par celle de *Galvani*, sur les animaux. Mais avant de chercher d'autres lumières dans les faits d'électricité plus connus, et mieux expliqués; avant de recourir, aux principes de cette science, tels du moins qu'ils sont énoncés dans les théories les plus récentes, résumons encore, en peu de pages, les principaux traits de ce qui constitue cette science nouvelle, que nous appelons *électrométrie organique*. Ne considérons toutefois la propriété, qui en fait l'objet, que comme un attribut particulier, ou individuel, et non comme une qualité générale de l'organisme animal. On ne peut trop répéter, trop éclaircir les choses d'une difficile croyance, et d'une conception plus difficile encore.

Les individus, en général, peu nombreux, de cette classe privilégiée, sont pourtant plus communs en certains pays, que dans d'autres; plus communs surtout dans les pays de montagnes, et plus encore sur les revers au sud et à l'est, des chaînes secondaires. On retrouve chez eux, mais à des degrés différens, ou l'ensemble, ou partie des traits caractéristiques, déjà énoncés ci-dessus: et dans le nombre des individus électromètres, ou minérographes, examinés jusqu'à présent, deux surtout, (*Bleton* et *Pennet*, originaires des mêmes montagnes du Dauphiné) ont présenté, dans une longue suite d'expériences, la réunion, à peu près au même degré, de tous ces traits caractéristiques et distinctifs: une plus grande sensibilité, que chez les autres hommes, aux impressions météoriques, et aux mutations soudaines de l'atmosphère; mais surtout aux météores électriques et orageux: de telle sorte que sur

cette observation fondamentale, susceptible, toutefois, de s'étendre à beaucoup d'autres hommes, on pourrait tracer un système de *Météorométrie*. — La même susceptibilité éminente à l'action de l'électricité artificielle, communiquée par les machines ordinaires ; au point même que cette action, devenant sensible sur ces individus, sans les moyens vulgaires de l'isolation, (quoique beaucoup moindre que lorsqu'ils sont isolés, ou cohibés) cette épreuve peut servir de *criterium*, ou de pierre de touche, pour reconnaître ceux qui sont, en effet, doués de cette exquise faculté électrométrique, applicable à la minérographie. — Cette dernière et extrême mobilité électrique, s'exerce également sur les mines, sur les métaux, sur les courans souterrains d'eau, d'air, et de feu, comme sur les mêmes courans extérieurs, très-concentrés, lorsqu'on les fait communiquer aux individus par des chaînes, ou par d'autres conducteurs. Notez que dans les trois cas ci-dessus, savoir celui de l'électricité atmosphérique, celui de l'électricité artificielle, et celui de l'électricité minérale ou métallique, la sensibilité, ou plutôt la propriété *électreditique*, spécialement remarquable chez ces sortes d'individus, est pourtant commune à beaucoup d'autres, dans le premier cas, et qu'elle n'est pas très-rare dans le deuxième : mais, dans le troisième cas, elle est exclusivement propre aux individus dont il s'agit. Ceux-ci, au reste, ne seraient pas aussi rares qu'on le pense, si on prenait la peine de les chercher, et de les examiner sous ce rapport. Chez ces derniers seuls, la qualité électrométrique est reconnaissable par des résultats instru-

mentaires, et par des effets organiques; tandis que chez les autres, soit dans le cas de l'électricité atmosphérique, ou météorique, soit dans celui de l'électricité artificielle, ou des machines, on observe seulement des affections organiques diverses. Mais probablement aussi dans ces deux derniers cas, si on les observait mieux, on pourrait vérifier, sur beaucoup d'individus non minérographes, l'action soudaine de l'électricité, par le moyen des thermomètres, attendu qu'il en est beaucoup qui éprouvent des changemens de température. Il en est d'autres qui montrent seulement des vicissitudes fortes dans les battemens artériels, ou bien des altérations brusques dans le système des nerfs en général, et dans l'état de certains organes en particulier. — On ne peut trop insister ici sur ces analogies, sur ces simples différences du plus au moins, qui existent entre les individus minérographes, et les autres hommes, dans les deux premiers cas ci-dessus, de l'électricité atmosphérique, et de l'électricité artificielle. Mais dans le troisième cas, celui de l'électricité minérale et métallique, les résultats organiques et instrumentaires, étant, en quelque sorte, exclusivement réservés au petit nombre des individus minérographes, leur admission a excité plus de controverses; elle a exigé des preuves plus péremptoires. A ce sujet pourtant il faut répéter encore, que ces derniers individus sont affectés absolument de la même manière, (aux différences près, qui seront indiquées plus bas) par l'électricité des machines, comme par celle des métaux et des mines: et de plus que celle des météores, correspond aussi à celle des mines, de manière

à rendre celle-ci congénère ou antagoniste de celle-là.

On reviendra encore, ci-après, à l'examen, à la comparaison détaillée des affections organiques, dépendantes de l'électricité dans les trois états. Ces affections, la plupart communes à un assez grand nombre d'individus de l'espèce humaine, et également remarquables chez certains animaux, se retrouvent aussi dans les expériences galvaniques, comme dans les mutations météoriques. Quoiqu'il en soit, en continuant à récapituler l'histoire des faits électrométriques, déjà énoncés ci-dessus, on voit que toutes les fois qu'avec un certain degré de force électrique, le corps des tourneurs; sans être isolé, mais sans être soutiré par aucun autre corps, est mis en communication, soit avec une machine, soit avec une mine, ou un dépôt métallique, le mouvement rotatoire s'exécute avec plus ou moins de rapidité, et de régularité: mais il est plus régulier, ou plus rapide, lorsque les baguettes (à dimensions et pesanteur égales) sont immédiatement soutenues sur les doigts du tourneur, que lorsqu'elles sont soutenues par les supports des appareils électrométriques. — Que cependant ce mouvement rotatoire est beaucoup plus fort lorsque le tourneur est isolé de par tout, et plus encore lorsqu'il est isolé et cohibé; toutes choses étant d'ailleurs égales dans l'état de l'ambiant, dont les qualités influent singulièrement sur la rotation des baguettes, comme elles influent sur toutes les expériences d'électricité. — Ce que fait l'application alternative de l'électricité artificielle à la tête et aux pieds, ou bien l'application simultanée à ces deux points organiques, on le voit

produire également par les divers métaux, appliqués alternativement ou simultanément, séparément ou conjointement, à l'une ou l'autre extrémité, ou bien à toutes deux en même tems. Or de là résultent les différentes combinaisons ou modifications du mouvement rotatoire et oscillatoire des baguettes, ainsi que leur équilibration, ou leur immobilité contre leur propre gravitation. — Mais dans tous les cas d'une action électrique opposée, rendue telle, soit par la différence des machines positives ou négatives, soit par les qualités diverses des substances métalliques, soit par l'application de l'une ou de l'autre force, à des points organiques contraires, la rotation des baguettes n'a pas lieu, ou n'a lieu que partiellement. Alors néanmoins les affections organiques, telles que la convulsion musculaire, l'accélération artérielle, se manifestent toujours, et dans la proportion de la force électrique, telle ou telle, quelque part et de quelque manière qu'elle soit appliquée (1).

---

(1) Avec deux métaux seulement, de capacité différente, le fer et le plomb, par exemple, on peut former dix combinaisons diverses. De ces dix épreuves, où une force électrique inégale est dirigée sur les pôles opposés de l'organisation des individus minérographes, six déterminent la double relation des baguettes, et quatre seulement leur équilibration, avec immobilité totale de ces mêmes baguettes. Cependant l'on obtient, dans toutes, la même convulsion musculaire, laquelle est plus forte dans les quatre cas du doublement des métaux, l'un à la tête, et l'autre aux pieds, que dans ceux où se fait l'application séparée de chaque métal à l'une ou à l'autre extrémité du corps. Ainsi les mouvemens convulsifs s'accroissent par

De là l'on pourrait inférer, comme on l'a déjà dit, que la force électrique, qui détermine la rotation, n'est pas la même que celle qui donne la convulsion : ou du moins que le mode et l'exercice de cette force ne s'exécutent pas de la même manière. Il semblerait que la convulsion est relative à l'intensité ou à la quantité de cette force ; que la rotation tient à sa qualité, ou à sa détermination polaire. Il faut remarquer cependant, pour ce qui concerne le mécanisme ordinaire des convulsions, qu'il s'opère également entre les points organiques opposés, un état d'équilibration, comme entre les agens métalliques, de capacité électrique diverse. Cette sorte d'appropriation, ou d'équilibration électrique des organes et des métaux, comparable, peut-être, à l'aimantation magnétique, est en partie l'ouvrage du tems, et de peu d'instans ; et elle dépend en partie de la manière d'opérer. Toujours il en résulte ou la diminution, ou la cessation des convulsions, tant sur les grenouilles,

---

L'application des métaux opposés, comme par celle des métaux congénères, soit à un seul, soit à deux points organiques à la fois. Mais les baguettes s'équilibrent ou s'arrêtent toutes les fois qu'il s'établit un contraste d'action, soit par l'opposition des métaux, soit par celle des points organiques : tandis qu'en rendant cette action congénère, par l'opposition même de la force organique, et de la force métallique, on voit que la rotation s'accroît en raison de la convulsion, et réciproquement. Au reste, il est d'autres points d'analogie à l'égard de cette convulsibilité des minérographes, comparée à celle des grenouilles, comme il en existe aussi entre cette propriété convulsible, tenant à l'électricité, et la modalité rotatoire des baguettes électromètres.

que sur les minérographes, et l'immobilité des baguettes chez ces derniers.

Déjà on a parlé, ci-dessus, de la tendance des baguettes à s'équilibrer, par la durée même de leur rotation, et de la nécessité de soutirer, ou de décharger le tourneur, en le sortant de l'atmosphère électrique. Il est pourtant remarquable que lorsqu'il se tient en marche ou en mouvement, sur une mine, par exemple, ou sur un courant d'eau, la rotation se soutient plus longtemps, ou se renouvelle plus facilement, que lorsqu'il se tient ferme et stationnaire sur la même place. Mais ici encore il se présente une analogie entre la rotation et la convulsion, comme entre les minérographes et les grenouilles. Chez ceux-là pourtant la convulsion dure plus que la rotation, sans changement d'atmosphère, ni sans soutirement. Chez les autres, il faut incessamment, et alternativement, changer le contact des métaux entr'eux, et de ceux-ci avec les points organiques, pour reproduire les convulsions. Un contact continué ne produit aucun effet, non plus que l'addition d'une plus grande quantité du même métal. Il faut rompre l'équilibre, soit en déplaçant ce métal, soit en en sur-ajoutant un autre. Enfin, pour produire la rotation des baguettes équilibrées sur l'appareil électrométrique, on a vu qu'il ne fallait pas un contact immédiat de la baguette, de la part du tourneur, mais seulement le contact de l'anneau ou du crochet servant de support, pourvu que ce soit à une très-petite distance de la baguette, et que l'action électrique soit forte.... C'est ainsi que pour tirer l'étincelle de la bouteille de *Leyde*, ou du conducteur

de la machine électrique, il faut en rapprocher l'excitateur, d'autant plus que l'électricité est plus faible, ou la charge moins forte.... De même aussi on vient à bout quelquefois de communiquer des convulsions à des grenouilles récemment préparées, lorsqu'on approche de l'armature métallique, appliquée à la moelle épinière, un bâton de cire d'Espagne, fortement électrisé par le frottement.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable, sans doute, dans le mécanisme de la rotation, c'est que le contact immédiat, ou presque immédiat de la baguette, qui se fait de la part du tourneur sur l'appareil électrométrique, doit se faire exclusivement par les pointes ou extrémités de ses doigts, tant dans les membres supérieurs, que dans les inférieurs. Il est remarquable, dis-je, que l'électricité émanée de ces pointes, et communiquée soit immédiatement aux baguettes, soit en passant par les anneaux, les crochets ou les étuis métalliques, qui servent de supports à ces baguettes, conserve également, dans les deux cas, la propriété de leur imprimer le mouvement de la rotation. Il est vrai que dans le dernier cas, celui des appareils électrométriques, sans contact immédiat, il faut que l'électricité soit plus forte, que la distance intermédiaire soit moindre, et que la communication entre les pointes du tourneur et le corps de la baguette, se fasse à travers une matière de nature déferente, tels que les métaux, les bois, et même les chairs, par exemple, les doigts d'un autre individu, servant ou de support, ou de conducteur.

Ainsi de même que l'électricité des machines, com-

muniquée, par des conducteurs métalliques, aux appareils électrométriques, ne peut seule imprimer à ces derniers un mouvement de rotation ; tandis qu'en faisant passer cette même électricité à travers les corps des minérographes, la rotation s'exécute avec les conditions ci-dessus : de même aussi, lorsque ces individus électromètres, après avoir reçu l'électricité ou d'une machine, ou d'une mine, la rendent aux appareils en question, par le moyen d'un conducteur métallique allongé, ou d'un intermédiaire organique différent du leur, la rotation est également empêchée : elle ne se rétablit que par leur immédiate intervention, faisant communication du foyer électrique quelconque, à l'appareil électrométrique.... De là il semble qu'on doive conclure, ainsi qu'on l'a déjà dit ci-dessus, que l'électricité, soit naturelle, soit artificielle, en passant à travers le corps des minérographes, à son entrée, comme à sa sortie, à son entrée par une partie quelconque, à sa sortie, par les pointes seulement, éprouve un mode particulier de mouvement, qui ne s'observe point chez les autres individus. Mais cela tient-il chez ceux-là à une répartition inégale entre les différentes parties, les parties hautes et les parties basses, ou bien à une différence entre l'effluence et l'affluence d'une partie sur l'autre ? Il est certain que ce mode électrique, quel qu'il soit, n'est pas le même, lorsque la communication se fait par la tête, que lorsque c'est par le reste du corps ; lorsqu'elle se porte sur le système nerveux, ou sur le musculaire, d'abord, et qu'elle passe de l'un à l'autre, etc.

Tels sont encore les termes vagues, auxquels se trouve

réduit le problème d'électrométrie organique dont il s'agit : savoir en quoi consiste , dans la constitution propre et distinctive des individus minérographes , la modalité physique , soit organique , soit instrumentaire , qui leur donne cette propriété singulière , exclusivement à tant d'autres individus de la même espèce. On a vu jusqu'ici qu'à part cette dernière partie du problème , celle relative à la connaissance de ses causes premières et immédiates , tout le reste a été suffisamment éclairci , suffisamment prouvé. L'on a vu qu'à l'égard des preuves de fait , des preuves d'induction et d'analogie , cette question a été portée , pour le moins , à la hauteur de tant d'autres questions physiques , qui ne sont plus contestées , ou qui même ne l'ont jamais été , bien qu'elles ne soient pas mieux expliquées que celle-ci. Mais enfin voyons si à ce dernier égard , il serait encore possible d'aller plus loin , non pas tant pour convaincre davantage de sa vérité , que pour étendre son utilité , et faciliter son aggrégation à la science de l'électricité.

---

## DEUXIÈME SECTION.

### *Essai théorique sur le mécanisme des résultats instrumentaires , et des effets organiques.*

POUR évaluer l'organisation particulière , ou la constitution caractéristique des électromètres minérographes , on a supposé un ensemble de qualités , que l'on ne regarde point comme exclusivement propres , mais seule-

ment comme plus spécialement dévolues, comme plus énergiquement réparties à ces sortes d'individus. Parmi ces qualités, il en est plusieurs qui sont déjà suffisamment prouvées. Elles sont d'ailleurs conformes aux faits, sans être contraires aux lois de l'électricité. Par exemple, cette aptitude spéciale à recevoir les impressions soudaines de l'électricité : cette disposition éminente à les convertir en affections convulsives, nerveuses et musculaires, en soubresauts des tendons, en incitation artérielle, en accroissement de chaleur animale, etc. Tout cela est rendu sensible et visible, palpable, et, pour ainsi dire, mesurable, comme symptômes constans et immédiats, toutes les fois qu'une action électrique quelconque, est communiquée d'une manière quelconque aux corps des minérographes : et l'ensemble de ces mêmes symptômes, s'observe quelquefois, et du plus au moins, chez d'autres hommes. Quant à leur capacité plus contentive, à l'égard de ce fluide, elle paraît d'abord indiquée par la production spontanée et instantanée de tous ces résultats, de tous ces changemens organiques, chez ces individus électrisés, sans être isolés. Mais elle est en outre prouvée par d'autres faits qui font voir que les isolateurs et les vêtemens cohibens, ne servent qu'à accroître tous ces effets, sans en changer la nature : et l'on doit croire que c'est uniquement en augmentant, en renforçant cette même capacité contentive, ou, ce qui est la même chose, en surchargeant le corps, et en empêchant la déperdition du fluide.

C'est ainsi que, dans quelques cas particuliers d'une électricité forte, communiquée par une machine, dans

un tems favorable et sec , à un minérographe non isolé , mais cohibé de partout , excepté de la plante des pieds , on a vu sortir une étincelle de la pointe de ses doigts , en en approchant une pointe métallique. On a vu aussi un autre, mais semblable individu , placé à la fois sur une mine très-forte , et sous un orage en pleine fulmination , communiquer de légères secousses à ceux qui lui touchoient instantanément les mains. C'est enfin une chose très-remarquable , pour prouver les effets de cette *cohibence* , ou de cette concentration d'électricité , par le seul secours des vêtemens appropriés , et sans isolateurs proprement dits , de voir que l'électricité des machines étant dirigé par une chaîne sur un dépôt métallique souterrain , et par conséquent non isolé , la force électrique de ce dernier est notablement augmentée ; comme celle de l'électricité artificielle l'est aussi , lorsqu'on dirige en même tems , par le moyen d'un conducteur , l'action d'un dépôt métallique fort , sur le corps du minérographe , qu'il soit isolé ou non , pourvu qu'il soit cohibé par tout le reste du corps.

Au surplus , ces diverses expériences , qui prouvent la faculté contentive ou cohibente , plus marquée chez les minérographes et les hydrographes , que chez les autres individus , sont aussi celles qui manifestent , chez les premiers , cette propriété que nous appelons polaire , c'est-à-dire , celle qui s'annonce par la double rotation des baguettes. Ce mouvement , comme nous l'avons déjà dit , s'exécute toujours en deux sens opposés , par l'application alternative de la même force électrique simple aux points organiques contraires , ou par celle d'une force

électrique composée et opposée, alternativement portée aux mêmes points organiques. Mais il se détruit, ou se suspend, par l'application simultanée de deux forces électriques contraires, au même point organique, ou de la même force électrique aux deux points organiques contraires.

Enfin, l'on obtient les mêmes résultats de la rotation ou de l'équilibration des baguettes, en observant, dans le dispositif des épreuves, ou la conformité, ou l'opposition de la polarité métallique à la polarité organique. . . . Reste à savoir, si la capacité contentive et la qualité polaire, sont une seule et même chose, ou bien si ce sont deux choses différentes; savoir si, étant dépendantes du même principe, elles sont également nécessaires à la rotation des baguettes, et non à la production des affections organiques. Nous avons dit ci-dessus que ces qualités, tant organiques qu'instrumentaires, sont conformes aux faits, sans être contraires aux lois de l'électricité. Nous allons voir ce qu'il en est. La théorie d'*Epinus*, qui n'est autre chose que celle de *Franklin*, réduite en calculs et en formules algébriques, consiste dans les principes suivans. — Les molécules du fluide électrique se repoussent mutuellement, et sont attirables par tous les corps connus. — Il y a des corps qui laissent un passage facile à la matière électrique, et d'autres où le fluide ne se meut qu'avec une grande difficulté, sans néanmoins que l'imperméabilité soit absolue. — C'est à cela que tient ce qu'on appelle leur capacité électrique relative, et de celle-ci dérive la distinction des corps en *anélectriques*, *idio-électriques* ou

*mixtes*. . . leur état négatif et positif. . . l'attraction et la répulsion électrique. . . l'effluence et l'affluence, etc.: dénominations qui, faute d'une définition précise et exacte, ont jeté du louche dans la théorie, et de l'incertitude dans le langage de l'électricité. En appliquant le calcul au principe franklinien, de l'électricité positive et négative; en exprimant l'action des forces que les corps électriques exercent les uns sur les autres, en vertu de leur excès ou de leur défaut, par des formules simples, *Epinus* est parvenu à des conséquences parfaitement conformes à l'observation, et cette dernière nous apprend: « que la matière électrique, en passant d'un corps dans l'autre, y produit toujours les effets de la répulsion et de l'attraction: — que la force de répulsion est ou devient égale à la force d'attraction, et que celle-ci suit les lois de la gravitation: — que tous les corps étant susceptibles de recevoir une plus ou moins grande quantité de fluide électrique, selon les circonstances de leur masse, de leur composition, de leur texture, et de leur température, la tendance naturelle de ce fluide est de se répandre, de se constituer en atmosphères autour des corps, et de s'équilibrer dans une sorte de réaction constante: — que ce même fluide passant des corps solides dans l'air, la qualité en quelque sorte isolatrice de celui-ci, fait un obstacle continuel à la dispersion de celui-là, ainsi qu'à l'agrandissement de ses atmosphères, et, pendant un certain tems, à leur équilibration respective, comme le prouvent les expériences d'électricité dans le vide de la machine pneumatique: — enfin, que se trouvant en-action entre plusieurs corps, dans des quan-

tités inégales, ce fluide cherchant à s'égaliser, exerce sa vertu attractive, jusqu'à ce que devenus égaux d'action, par le rapprochement de leurs atmosphères, ces corps se repoussent et s'éloignent autant que ces atmosphères les y obligent; et ces effets alternatifs durent aussi long-tems que les corps peuvent se décharger d'un autre côté dans les mêmes proportions. . . . »

Outre les principes ci-dessus, et les corollaires qui en découlent incontestablement, M. *Epinus* admet un autre principe, qui n'est pas également incontestable; savoir que les molécules propres des corps, et de tous les corps, ont une force répulsive mutuelle, comme les molécules même du fluide électrique, et du fluide magnétique. Il fait voir que l'existence de cette force est une suite nécessaire des deux forces ci-dessus, qui servent de base à la théorie de *Franklin*.

Cette même théorie étant, selon lui, applicable au magnétisme, elle porte également sur ces deux principes : 1°. que les molécules du fluide magnétique se repoussent réciproquement, et sont attirables seulement par le fer, dans l'état métallique; 2°. que les corps susceptibles de magnétisme, ne laissent mouvoir le fluide, dans leur intérieur, qu'avec une extrême difficulté, et ne lui permettent point de passer en une quantité sensible dans les corps voisins. Mais pour expliquer le magnétisme spontané de certains corps, ainsi que la direction constante de l'aiguille aimantée, on admet, comme troisième principe, purement hypothétique, que l'attraction du globe est équivalente à celle d'un noyau doué d'une grande force magnétique, et placé à son centre. En

effet, M. *Epinus* admettant ce troisième principe, établit ses calculs sur l'existence de cette force magnétique centrale. . . . Quoiqu'il en soit, en rapprochant la série des faits magnétiques et des faits électriques, on est autorisé à reconnaître cette parfaite identité des lois relatives à l'électricité et au magnétisme. Elle est en effet reconnue pour telle, soit par ceux qui reconnaissent ces deux fluides comme différens ou comme congénères; soit par ceux qui attribuent au globe entier de la terre la propriété magnétique, ou par ceux qui la font dépendre d'un noyau placé dans son centre. Mais ce n'est pas ici le lieu d'examiner ces grandes questions et celles qui en dérivent : celle, par exemple, de savoir, si les forces répulsives dont il s'agit ici, n'exerçant leur action que dans les cas particuliers des phénomènes électriques et magnétiques, cette action reste suspendue, lorsque les corps restent à leur état naturel. En ce sens, toutefois, cette double action répulsive, alternativement exercée et enchaînée, ne serait pas incompatible avec la force toujours agissante de la gravitation universelle, laquelle, alors seulement, éprouveroit des perturbations locales, et des modifications passagères, occasionnées par les phénomènes du magnétisme et de l'électricité. Mais si jamais la nature et l'essence de ces phénomènes, peuvent être mieux connues, ne trouvera-t-on pas qu'ils dépendent de l'action simultanée de deux fluides, tels que les mollécules de chacun d'eux auraient la propriété de se repousser mutuellement, et en même tems celle d'attirer les molécules de l'autre fluide; ensorte que l'un des deux ferait la

fonction que M. *Epinus* attribue aux mollécules propres des corps, c'est-à-dire, leur répulsibilité.

Mais quelque soit la manière de concevoir cette réaction d'une force sur l'autre, c'est-à-dire, la répulsion *évidente* qu'exercent entre elles les mollécules du fluide électrique, comme celles du fluide magnétique, d'une part, et de l'autre, la répulsion *présumée*, ou *hypothétique*, que M. *Epinus* admet entre les mollécules même des corps magnétiques et électriques, il n'en est pas moins vrai que ces deux ordres de corps exercent, à l'égard de leur fluide respectif, une force d'attraction, mais avec des degrés d'intensité fort différens; et de plus, qu'ils transmettent ou retiennent ces fluides en des proportions très-diverses, comme on l'a déjà dit. Or, tout porte à croire que ces qualités, *attractive*, *transméable*, *contentive*, exercées par les corps à l'égard de ces deux fluides, sont essentiellement dépendantes, et toujours en raison de la force répulsive mutuelle des mollécules propres de ces mêmes corps, quelque soit d'ailleurs la cause de cette force, *inhérente* ou *empruntée*. Une analyse plus exacte et plus claire de l'exercice de ces forces opposées, ou de ce conflit d'attraction et de répulsion, échappe aux lumières de la raison; mais il suffit qu'à l'aide des calculs du génie, (comme l'a fait *Epinus*) il soit prouvé, par l'expérience des faits électriques et magnétiques, que les uns et les autres correspondent toujours, et en tous points, à l'admission de ces qualités, en partie démontrées, et en partie supposées. A l'égard de celles-ci, et sur-tout en ce qui concerne l'admissibilité de cette force répulsive, entre les

mollécules des corps, il est certain qu'une telle hypothèse est plus facilement conciliable avec celle qui admet le concours des deux fluides distincts, dans la production des phénomènes électriques : et si l'on admet aussi, avec *Epinus*, une parfaite analogie entre ceux-ci et ceux du magnétisme, fondée sur l'identité de leurs lois respectives ; si, de plus, on fait dériver les derniers, selon le même auteur, d'une force émanée du centre, ou de ce qu'il appelle le noyau magnétique central, agissant à la circonférence, ne serait-on pas autant fondé à conjecturer que la force électrique, considérée également dans son origine première, ne diffère de la précédente, que parce qu'elle agit en sens contraire, ou dans une détermination toute opposée ? Mais il faudrait reconnaître, toutefois, que cette force électrique universelle, lorsqu'elle passe ou se répartit aux corps particuliers, éprouve des variations ou des modifications dans cette détermination générale. C'est du moins ce que semblent prouver des expériences faites avec les électromètres organiques ou minérographes, sur les substances métalliques, sur les bitumineuses, sur les sulfureuses, etc.

Cela est plus vrai encore sur les mines de fer, douées de la propriété magnétique ou calamitaire, laquelle renforce et modifie, d'une manière très-remarquable, l'action électrique spontanée, que ces mêmes mines partagent avec toutes les autres mines métalliques, ainsi qu'avec les métaux. Une autre chose non moins remarquable, dans ces dernières expériences, que j'ai répétées plusieurs fois sur les mines calamitiques de l'isle d'*Elbe*, c'est qu'en interceptant, par les moyens isola-

teurs ordinaires, l'action électrique de ces mines, sur le corps des Minérographes, leur action magnétique sur le fer, n'en subsiste pas moins. De là il résulte que, dans ces expériences, comme dans beaucoup d'autres, il se manifeste entre l'électricité et le magnétisme, des points d'analogie et de disparité. Mais il faut le répéter encore : soit que l'on considère ces actions, électrique et magnétique, comme dépendantes d'une seule et même force, inhérente à la matière en général, et susceptible de se modifier selon les corps et les cas particuliers, ou comme étant deux forces distinctes, productrices ou émanées l'une de l'autre, congénères, peut-être, dans leur essence, bien que contraires dans leurs déterminations : soit que l'on regarde ces mêmes actions comme étant dérivées d'un seul et même agent physique, universel, dont l'exercice diversifié dans chaque corps et dans chaque cas particulier, est dépendant de la propriété essentielle qu'ont les molécules, en état d'aggrégation, de s'attirer et de se repousser, sans se combiner jamais, mais non sans s'équilibrer, selon telles circonstances de la perméabilité des corps, de leur faculté *contentive* ou *réfractaire*, par rapport à ces fluides : soit enfin qu'outre ces actions et réactions purement aggrégatives, en apparence, dans le mécanisme des procédés de cet ordre, on veuille rechercher encore, au moins dans ceux de l'électricité, la présence et le concours de deux fluides, analogues, mais non semblables, qui, par leur affinités mutuelles, se combinent, se neutralisent, et se reproduisent sans cesse, ou donnent naissance à d'autres fluides propres à les

reproduire, etc. : il faut convenir, dis-je, que sous ces trois divers rapports, les seuls sous lesquels on puisse examiner le mode de ces opérations, en partie physiques, et en partie chimiques, les plus abstraites de la nature, leur secret reste encore parmi les questions problématiques de ces deux sciences. Cela est d'autant plus vrai, que sur les limites de leurs domaines respectifs, se trouvent placés la plupart des phénomènes qui caractérisent cet agent protégé : agent dont les métamorphoses échappant au pouvoir des sens, comme aux appareils de la physique expérimentale, ne sont, pour ainsi dire, saisissables que par la pensée. On le voit tantôt se manifestant comme une force physique générale, principe de répulsion et d'attraction entre les corps en masse, comme entre leurs molécules intégrantes : tantôt s'exerçant comme intermède chimique universel, pour détruire et reproduire des combinaisons, de la première importance, dans la formation des météores atmosphériques et souterrains. Enfin si parmi ces combinaisons majeures, on place, comme très-probables, la décomposition et la recomposition de l'eau, par le moyen de l'électricité, ainsi que l'expérience *paraît le prouver*, (1) il faudra convenir que

---

(1) A l'époque où ceci a été écrit, il n'y avait encore rien de bien prouvé concernant cette décomposition de l'eau par le fluide électrique. A l'époque présente, il n'y a encore rien de bien expliqué, à l'égard de la conversion de l'eau en gaz, au moyen du fluide galvanique. On a peut-être trop facilement assimilé les résultats respectifs de ces deux opérations : et les résultats particuliers de chacune d'elles, n'ont pas été non plus

si dans la physique corpusculaire, cet agent a mérité d'occuper le premier rang, il doit occuper au moins le second dans la chimie élémentaire. Il faudra convenir aussi que le véritable et indissoluble lien de ces deux systèmes, consiste dans cette double opération fondamentale de l'agent électrique sur l'eau, et dans les opérations qui en dérivent, telle que la production des gaz, etc. Ceux-ci dérivant de la décomposition de l'eau, et servant à sa recomposition, donnent, en même tems, naissance à de nouveaux produits, parmi lesquels se trouvent les élémens reproductifs de l'électricité elle-même, d'après des conjectures très-vraisemblables. Ici, ne considérant cet agent que sous ses rapports physiques, si toutefois il est permis de les séparer des autres, nous laissons aussi de côté, au moins pour le présent, la question réputée insoluble, de son essence et de son origine..... Ainsi donc, sans admettre, avec les uns, qu'elle consiste en un seul et même fluide universel,

---

soumis à une analyse assez sévère, comme on le verra par la suite..... On verra aussi, par la comparaison de ce discours, d'ancienne date, avec les discours suivans, ce que doit la science de l'électricité à la découverte de la pile de *Volta*, indépendamment de ce qu'elle avait déjà tiré de l'électrométrie souterraine. Dans l'appareil galvanique, le partage des deux pôles existe tout formé par l'opposition des métaux hétérogènes, et par l'interposition du corps humide. Dans les procédés d'électrométrie souterraine, au contraire, la double polarité, ou du moins l'action électromotrice, paraît se composer ou se compléter entre le corps fossile qui l'exerce, et le corps organique qui la reçoit.

modifiable selon les corps qu'il pénètre, et susceptible de prendre les attributs distinctifs de l'électricité, et ceux du magnétisme; sans supposer, avec les autres, que ce sont deux fluides distincts, ( dont l'un est, peut-être, une partie, et l'autre le tout ), il suffit, pour l'objet qui nous occupe, de rappeler que les actions, électrique et magnétique, étant ou paraissant soumises aux mêmes lois, ne diffèrent entre elles, quant à la manière dont elles s'exercent, qu'à raison de la différence même qui se trouve entre les corps et les milieux, dans lesquels elles se manifestent. C'est ce qui fait que l'électricité est beaucoup plus féconde en phénomènes que le magnétisme : car ceux qui dépendent de ce dernier agent, se bornent à une espèce de corps, dans lesquels le fluide ne se meut qu'avec beaucoup de difficulté; tandis que l'électricité, outre qu'elle embrasse les trois règnes de la nature, produit, à l'aide de l'action réciproque des corps anélectriques, idio-électriques, et mixtes, une multitude d'effets qui se diversifient à l'infini. Une autre différence encore, entre les corps électriques et magnétiques, consiste en ce que, parmi les premiers, il n'est pas rare d'en trouver qui soient tout entiers électrisés en plus ou en moins. Le fer, au contraire, lorsqu'il devient aimant, a toujours une de ses parties dans l'état positif, et l'autre dans l'état négatif; ( et c'est à cela que tient sa vertu polaire, type de la polarité organique ). Mais l'on n'a pu savoir encore, bien précisément, lequel des deux pôles est dans l'un ou l'autre de ces deux états. Du reste, il paraît en être des corps anélectriques, ou facilement perméables à

l'électricité, et des corps idio-électriques, ou difficilement perméables à ce fluide, comme des corps susceptibles ou non susceptibles du magnétisme : c'est-à-dire, que les phénomènes magnétiques de l'attraction, de la polarité, etc. ne sont observables que chez ceux qui, comme le fer, et toutes ses variétés, n'admettent que très-difficilement l'entrée et la sortie du fluide appelé magnétique : fluide qui, comme on l'a déjà dit, paraît être ou une modification passagère, ou une modalité accidentelle, ou bien l'une des parties intégrantes de l'électricité. De là il s'en suivrait que si, à l'égard de celle-ci, le verre, le soufre, les résines, et l'air sec, ( bien que chacun d'eux diffère quant au mode et au degré ) sont ce qu'est le fer, par rapport au fluide magnétique, c'est-à-dire, presque imperméables ; que si, à raison de la qualité ou de la disposition contraire, les autres corps sont d'autant plus réfractaires, ou moins propres aux effets électriques et magnétiques, qu'ils sont plus accessibles ou perméables à ces deux fluides, on serait de plus en plus fondé à croire vrai ce qui, en effet, a été admis comme principe, au moins en matière d'électricité : savoir que chaque corps, dans son état naturel, contient sa quantité proportionnelle de fluide électrique et magnétique, laquelle, tant qu'elle reste la même, n'exerce aucune force, et ne donne aucun signe extérieur de son action : que par conséquent il y a équilibre entre la force attractive qu'un corps quelconque exerce sur sa quantité naturelle de fluide, et la force avec laquelle les molécules, qui composent cette quantité, se repoussent mutuellement ; et qu'enfin tel corps

sera électrisé négativement ou positivement, et tel autre magnétisé de l'une ou l'autre manière, toutes les fois que, par un moyen ou par un autre, l'équilibre sera rompu; et ces corps mis en état de produire au dehors les phénomènes électriques ou magnétiques, manifestables chacun par leurs moyens respectifs.

Mais une question qui se présente naturellement ici, soit contre l'analogie prétendue des deux fluides, soit contre l'identité de leurs lois, fondée sur la théorie de cette perméabilité ou imperméabilité relative, c'est que les seuls corps magnétiques par eux-mêmes, ou susceptibles de le devenir par communication, telles que certaines mines ou certaines espèces de fer, se trouvent précisément dans la classe des corps réputés anélectriques, ou facilement perméables à l'électricité. Ainsi, sous ce rapport, et quant à l'explication, la qualité idio-électrique, et celle qu'on pourrait appeler *idio-magnétique*, paraissent être en opposition; ou bien il faudrait croire que ce qui, dans l'ordre des métaux, sans exception, constitue leur facile perméabilité au premier de ces fluides, et par conséquent leur anélectricité, est aussi ce qui constitue leur qualité réfractaire au magnétisme, ou les rend à-magnétiques, à l'exception près du fer et de ses mines. Or, dans ce cas, ces dernières substances métalliques (qui pourtant, à l'égard des expériences électriques, ne se comportent pas en tous points comme les autres métaux) seraient au magnétisme, à raison de leur presque imperméabilité, ce que sont à l'électricité le soufre et les résines, à en juger par les moyens vulgaires de l'électrométrie.

On ne rapporte pas ici , comme étant suffisamment connus, les résultats d'observations directes, tendant à prouver que, dans beaucoup de cas, l'action électrique et magnétique paraissent s'identifier, ou du moins se compléter; par exemple, le fait des aiguilles à coudre, qui, mises à nager sur l'eau, prennent spontanément la direction du pôle, mais seulement lorsque l'atmosphère est surchargé d'électricité dans l'état positif. Les désordres aussi, et les mutations qui naissent souvent dans les mouvemens de l'aiguille magnétique, (à part ses déclinaisons régulières, annuelles, séculaires, etc.) semblent également dériver de l'électricité atmosphérique, et aussi, selon moi, de l'électricité souterraine, indépendante de l'action des mines de fer, comme on l'a supposé. Mais il importerait de savoir si ces variations soudaines et temporaires de l'aiguille, sont subordonnées aux influences de l'électricité, à raison de ses quantités, de ses transports d'une région ou d'un corps à l'autre, ou seulement de ses modes négatifs et positifs; modes qui s'observent réellement tels, dans la polarité calamitaire, comme on l'a dit, d'après *Epinus*: mais ne semblent-ils pas des modes fugitifs ou passagers, au moins en ce qui concerne l'électricité, si l'on en juge par une infinité de preuves, et notamment par celles qui font voir que, selon la manière, ou les moyens employés pour détacher des corps idio-électriques, le soufre, la lacque, des parcelles menues, leur électricité change, et varie du mode positif au négatif? Enfin, l'on sait que le fer s'aimante sans le concours d'aucun aimant, soit par une longue suspension dans l'air, dans

une direction approchante des pôles magnétiques; soit par le seul frottement de deux barres, dans la même direction; soit par l'action du feu, comme agent électrisant; soit, enfin, par celle du tonnerre, ou de l'électricité naturelle, à part même la circonstance de la direction polaire. Or, d'après cela, il sera raisonnable de présumer que nos corps ne sont pas indifférens à l'influence d'un agent si évidemment lié avec ceux dont la puissance et l'action sur nos organes, sont démontrées au point de ne pouvoir être mises en doute.

Au surplus, sans vouloir pousser trop loin ce parallèle, sur lequel il reste encore beaucoup à apprendre, et même à expérimenter, nous devons remarquer ici, qu'à l'égard des électromètres organiques ou minérographes, les choses ne se passent pas, en tous points, de la même manière qu'avec les moyens électrométriques ordinaires. Pour les premiers, la distinction des corps en idio-électriques et anélectriques, n'existe pas comme pour les autres, bien que, pour ceux-là, les deux ordres de corps n'agissent pas de la même manière. Par exemple, on a vu, dans ce qui précède, que parmi les corps anélectriques, ou facilement perméables à l'électricité, les métaux agissent tous sur les minérographes, (comme ils agissent aussi sur les autres animaux préparés à ce sujet) et qu'ils leurs communiquent la commotion ou la trépidation électrique, ainsi qu'à ces derniers. Mais ils produisent, sur la rotation des baguettes électrométriques, deux effets contraires, bien que leur action soit dirigée sur les mêmes parties du corps des tourneurs. L'or, le fer et le cuivre, sous les pieds, la rotation est en dehors,

et sur la tête, en dedans; tandis que tous les autres métaux alternativement placés de ces deux manières, déterminent la rotation en sens opposé aux trois premiers. Le fer et le cuivre ont été les seuls qui aient été essayés en état de fusion, ou d'incandescence, et ils ont donné les mêmes résultats que dans leur état naturel de refroidissement, c'est-à-dire, la rotation des baguettes en dehors, agissant sur les pieds, et en dedans sur la tête. Ne pourrait-on pas croire qu'à raison de cette analogie d'action, entre le fer et le cuivre, ce dernier est, de tous les métaux, celui qui se rapproche le plus de l'état magnétique? Et si l'on pouvait supposer que cet état est l'un des attributs de l'électricité positive prédominante, ne serait-il pas raisonnable de conjecturer aussi, que le mode distinctif de cette électricité, consiste dans la rotation en dehors, ou centrifuge, observable sur le fer et sur le cuivre; tandis que la rotation en dedans, ou la centripète, appartient aux autres métaux, et sur-tout aux métaux appelés blancs, et peut-être à tous les demi-métaux sans exception?

Cette conjecture serait encore fondée sur ce que ce même mode de rotation centripète, ou en dedans, est également et uniquement observable sur quelques substances idio-électriques, tels que le soufre et les résines, ainsi que sur les mélanges de ces mêmes substances, avec les limailles de fer et de cuivre. Il faut observer que la chaleur artificielle, c'est-à-dire, l'action du feu, sert beaucoup à développer l'action électrique du soufre, et qu'elle est nécessaire pour exciter celle des résines. Mais dans tous les cas, et à tous les degrés.

cette action conserve toujours son même caractère, savoir le mode négatif, exprimé par la rotation centripète; et, à cet égard, les électromètres ordinaires sont d'accord avec les électromètres organiques. Pour ce qui est des bitumes, ils exercent les deux actions sur ces derniers, selon l'état solide, ou liquide, où ils se trouvent dans la nature, ce qui indique entre eux une autre différence que celle de la consistance seulement. Quelqu'elle soit, il est certain que les bitumes liquides impriment aux baguettes la rotation en dedans, comme le plomb et l'étain; tandis que les bitumes solides, tel que le charbon de terre, leur communiquent la rotation en dehors, de la même manière que le cuivre et le fer, et avec les mêmes variations de la tête aux pieds des tourneurs. Également les courans d'air et les courans d'eau, présentent cette même différence, étant dirigés sur les mêmes parties du corps. En effet, les courans d'air humide, étant surchargés d'eau, tel, par exemple, que celui d'un *porte-vent*, dans le jeu des trompes à soufflet, donnent la rotation en dehors; tandis que les courans d'air enflammés, tels que ceux des tuyaux de chaleur, ou ceux des pompes à feu, donnent cette rotation en dedans. Les aqueducs souterrains sont dans le premier cas, tandis que les chûtes d'eau atmosphériques, ou les cascades, sont dans le second. Et notez que dans plusieurs de ces cas encore, les résultats de l'électrométrie organique, correspondent à ceux de l'électrométrie vulgaire ou instrumentaire.

Cependant il se présente ici une remarque importante à faire, c'est que si, par la raison que toutes les

substances, ou tous les milieux, que l'on vient d'énumérer, produisent, sur les baguettes électrométriques, deux mouvemens rotatoires totalement opposés, selon que l'action est dirigée sur la tête ou sur les pieds des tourneurs; si, par la circonstance aussi très-remarquable de l'équilibration et de l'immobilité, que l'on voit s'établir dans ces mêmes baguettes, contre leur propre gravitation, toutes les fois que la même action simple est répartie aux deux extrémités à la fois, on bien qu'une double action, composée de forces contraires, est appliquée à l'une de ces extrémités seulement; si, dis-je, par ces considérations, qui sont autant de faits, on veut conclure que la rotation des baguettes est, en effet, l'expression d'une électricité toute différente, centrifuge ou centripète, ou plutôt d'une détermination toute opposée dans les mouvemens du même fluide, il faudrait en conclure aussi, que ces qualités, que ces déterminations polaires, sont purement accidentelles, passagères et conditionnelles. Étant dépendantes à la fois, et de la nature des substances électriques, et des parties du corps sur lesquelles leur action est appliquée, ces déterminations alternatives seraient le signe représentatif de l'effluence et de l'affluence électriques, ou l'équivalent d'une polarité positive et négative.

Mais tout en admettant que cette espèce de polarité; exprimée par la double rotation, en dehors et en dedans, appartient aux corps organiques électrisables, comme aux substances inorganiques électrophores, si l'on fait attention que telle substance métallique, étant appliquée à telle partie organique, à la tête ou aux

pieds, elle y produit invariablement le même résultat sur les baguettes électrométriques, on sera obligé de reconnaître que la polarité métallique, celle du fer et du cuivre, par exemple, que nous avons supposée positive ou effluente, reste constamment telle, tant qu'elle correspond à la polarité organique de l'extrémité inférieure du corps; tandis qu'elle devient négative ou affluente, lorsqu'elle s'exerce sur celle de l'extrémité supérieure, c'est-à-dire, de la tête exclusivement. Au contraire, la polarité électrique des autres métaux, que par supposition nous avons appelée négative, (en ce qu'elle est la même que celle des substances idio-électriques, le soufre et les résines) devient positive, lorsqu'elle s'exerce sur la polarité organique supérieure, au lieu de négative qu'elle est toujours sur l'inférieure. Enfin ces deux sortes de polarité, tant organique que métallique, ou plutôt ces déterminations polaires opposées, divergente ou convergente, cessent de s'exercer toutes les fois qu'on les oppose l'une à l'autre en même tems, soit par une action métallique contraire, soit par une réaction opposée dans les extrémités organiques. Et remarquez qu'il en est de même, à tous ces égards, lorsqu'on dirige sur ces mêmes parties, supérieure et inférieure, l'action électrique artificielle des machines, tant négatives que positives. Ainsi il paraîtrait que, sous ces rapports, le négatif et le positif ne sont, en matière d'électricité, (et peut-être de magnétisme), que des modes relatifs et conditionnels, lesquels pourtant sont déterminés invariablement dans telles ou telles circonstances. Mais s'il est vrai, comme on l'a dit, que la polarité magné-

tique consiste dans le contrebalancement simultané de ces deux états, le positif et le négatif, chacun d'eux réparti exclusivement à l'une des extrémités du corps aimanté, on pourra croire ou qu'il en est de même de la polarité électrique, ou que celle-ci ne diffère de l'autre que par le mode variable de sa répartition : or dans l'un et l'autre cas, on supposerait, avec fondement, que les corps organiques électrisés, représentent également ces deux états, sans que l'on puisse savoir, ( pas plus que pour le barreau aimanté ) quel est le pôle négatif ou le pôle positif. Mais l'on serait du-moins autorisé à croire que ces pôles changent d'une extrémité du corps à l'autre, selon l'application que l'on y fait de l'électricité négative ou positive, celle des métaux, comme celle des machines : et en cela on peut dire que les résultats constans de l'expérience sur la rotation opposée des baguettes électrométriques, ainsi que sur leur équilibration alternative, sont tout à la fois conformes à cette supposition.

Resterait donc à savoir en quoi consiste, dans l'organisation animale, cette propriété rotatoire des baguettes, réservée à un si petit nombre d'individus de l'espèce humaine; ou du moins si rarement manifestée parmi eux. Mais s'il est permis de comparer, quant à l'action de ces deux fluides, électrique et magnétique, ce qui se passe dans les corps organiques vivans, et dans les corps inorganiques de toute espèce, il sera raisonnable de croire, d'abord, que parmi les premiers, comme parmi les autres, il en est qui sont plus ou moins accessibles ou réfractaires à cette action, plus ou moins perméables

à ces fluides : en deuxième lieu , qu'à raison de cette perméabilité différente , et d'une propriété *contentive* diverse , à l'égard de ces fluides , ils sont plus ou moins susceptibles de manifester la détermination ou direction polaire , que nous croyons commune à tous les corps organiques , bien que diversement graduée dans chacun d'eux. Mais en ne donnant que comme une conjecture , cette polarité électrique , dans le sens que nous l'avons entendue , et que comme une autre conjecture , la corrélation de cette propriété polaire avec ce qu'on appelle *électricité négative et positive* , on ne pourra du moins se refuser d'admettre , comme une chose de fait , prouvée par des expériences sans nombre , l'assertion suivante : savoir que la capacité perméable et contentive , à l'égard de ce fluide , est très-différente d'homme à homme ( et peut-être d'organe à organe ) : et sans chercher des exemples à citer dans la classe des individus minérogaphes , ou électromètres par excellence , on en connaît assez d'autres qui prouvent les deux états extrêmes de cette capacité électrique , parmi les animaux , comme parmi les hommes. C'est ainsi qu'en les considérant dans tous les états , et tous les degrés intermédiaires de cette latitude , on pourrait y reconnaître les propriétés , tantôt mixtes , et tantôt opposées , des corps anélectriques et idio-électriques.

Que pour expliquer la constitution spéciale et différentielle des premiers , c'est-à-dire , des minérogaphes , on veuille supposer en eux cette capacité électrique éminente , portée au point de les placer , en quelque sorte , parmi les corps cohibens ou semi-cohibens , cette

supposition est conforme à ce que semblent indiquer toutes les expériences pratiquées sur eux, et rapportées ci-dessus. Mais pour rendre cette propriété de semi-cohébence, ou de presque-imperméabilité, plus concevable, par des analogies au moins spécieuses, il faudrait supposer encore que les minérographes sont, parmi les autres hommes, ce qu'est le fer parmi les autres métaux, quant à la propriété magnétique; ou bien ce que sont, en matière d'électricité, par rapport aux métaux, tous réputés anélectriques et délérens, les corps appelés idio-électriques ou cohébens; en admettant toutefois, sous ces deux rapports, des différences notables entre les corps de ces deux classes. D'un autre côté, pour rendre cette comparaison plus vraisemblable et plus applicable au cas présent, il suffit de rappeler ici les expériences qui prouvent que, tant sur les corps des minérographes, que sur tous les corps organiques en général, les métaux n'agissent pas seulement comme délérens, ou simples conducteurs d'électricité, mais comme électromoteurs, comme excitateurs, ou condensateurs de ce fluide; et qu'aussi parmi les corps réputés idio-électriques ou cohébens, il en est qui exercent également cette propriété condensatrice et excitatrice sur les tissus des animaux. Enfin, par une suite de ces mêmes expériences, déjà bien propres à faire connaître les rapports d'*électrophoricité* et d'*électrométricité*, qui existent manifestement de certains corps inorganiques aux corps organiques, on se croit fondé à admettre que dans la composition de ces derniers, il entre des parties dissimilaires qui possèdent, à des degrés

différens , les propriétés idio-électriques et anélectriques, les propriétés cohibentes et déférentes : propriétés qu'il ne faut regarder que comme relatives, et non comme absolues , plus encore dans les corps organiques, que dans les inorganiques. Or de cette disparité entre les parties constituantes des premières, relativement à leur aptitude de recevoir et de contenir, de transmettre ou de répartir l'électricité, dérive la distinction des principaux systèmes de l'organisation animale, le système nerveux ou cérébral, le sanguin ou vasculaire, le tissu musculaire, le tissu adipeux, celui de la peau, etc. : distinction que l'expérience même justifie sur tous les animaux soumis à l'électricité, puisqu'elle n'offre des uns aux autres, ou entre leurs parties, que de simples nuances. Ajoutons encore qu'à tous ces égards de modalités électriques, c'est-à-dire, de déférence ou de cohibence, de perméabilité ou de capacité contentive, et d'excitabilité; qu'à l'égard aussi de la modalité plus distinctive, ( bien qu'également susceptible de mutabilité) de l'électricité négative et positive, d'où dérive la polarité : qu'à tous ces égards, dis-je, dont les uns sont avoués et formellement reconnus, les autres au moins très-probables, les individus minérographes, comparés aux autres hommes, ne présentent que des différences, et non des anomalies. Enfin, dans toute cette série de vérités et de conjectures, on n'aurait rien proposé qui ne fût conforme aux maximes reçues en matière d'électricité, ainsi qu'aux faits qui lui appartiennent. De cette manière encore, et par ce rapprochement analytique, l'on aurait rendu tout aussi

concevable, que chacun de ces faits peut l'être, celui de l'électrométrie organique, considérée sous tous ses rapports, y compris même celui des baguettes électrométriques.

C'est ce qui m'a fait dire, dans un ouvrage (1) déjà cité, que si, avec l'appui de ces maximes et de ces faits électriques, on tentait d'expliquer la rotation des baguettes, on n'aurait pas besoin de supposer, ni un fluide nouveau, inconnu, ni une force nouvelle du fluide électrique, ni peut-être même, de la part de ce dernier, un nouveau mode de mouvement. L'on peut voir dans l'ouvrage cité, (pag. 144 et 215), comment on a cherché à l'expliquer. Quoi qu'il en soit, la rotation des baguettes en deux sens opposés, leur contre-balancement oscillatoire, et leur soulèvement équilibré, rendu immobile contre leur gravitation propre, sont autant de phénomènes qui s'observent sur les divers foyers d'électricité souterraine, métallique ou minérale, de qualité contraire. Ils s'observent aussi sur les mêmes foyers, toutes les fois qu'on laisse reposer, dans la même sphère d'électricité, les individus tourneurs, ou bien lorsque, par leur moyen, il s'agit d'en rechercher la profondeur. Ce dernier phénomène est, sans contredit, le plus intéressant, et le plus difficile à concevoir. . . . L'on a exposé aussi, dans le même ouvrage, (pag. 60 et suiv.), ce en quoi consiste ce procédé. Au reste, il ne serait peut être pas impossible de trouver dans les principes

---

(1) *Résumé* sur les expériences d'électrométrie souterraine, faites en Italie et dans les Alpes, depuis 1789 jusqu'en 1792.

de l'électricité ordinaire , et dans les faits de cet ordre , les plus connus , les mieux expliqués , quelque moyen d'éclairer ce phénomène des profondeurs. Pour résoudre cette partie du problème de l'électrométrie souterraine , ou minérographique , il me reste quelques observations à faire. On sait déjà qu'outre la nature diverse des corps qui s'électrisent mutuellement , la manière dont ils sont disposés entre eux , et le voisinage des corps électrisés , influent sur tous les corps environnans. Cette action est plus ou moins sensible , suivant la distance à laquelle ils sont les uns des autres. Les physiciens ont observé généralement deux états dans la disposition électrique des corps. Or , comme dans l'un de ces états , le courant électrique paraît s'établir du corps électrisé aux corps environnans , et que dans l'autre il semble , au contraire , sortir des corps environnans , pour se porter aux corps électrisés , on a supposé , d'après la loi commune de la tendance à l'équilibre , que , dans le dernier de ces cas , le corps électrisé était dépouillé de sa portion naturelle du fluide électrique , et attirait celui des corps environnans ; tandis que , dans le premier cas , il en recevait , au contraire , une surabondance qu'il versait sur tous les corps voisins. A l'un de ces états , l'on a donné le nom d'électricité positive , ou en plus ; à l'autre , celui d'électricité négative , ou en moins. Cette distinction peut être conçue de deux manière ; car un corps se trouve moins surchargé de fluide électrique qu'un autre , et alors on pourrait dire qu'il est électrisé en moins , relativement à l'autre , parce que la rupture de l'équilibre , entre ces deux corps , est à son désavan-

tagé. Cette différence n'est donc que relative. Mais un corps quelconque peut être dépouillé de son fluide électrique, de manière à se trouver au dessous de l'équilibre général du globe, et alors il se trouve électrisé en moins, relativement à tous les corps qui sont dans l'état naturel. C'est là vraiment ce qu'on doit appeler électricité négative, ou en moins. Plusieurs moyens, tant naturels qu'artificiels, produisent, dans l'électrisation, cette différence, d'où résulte l'état positif ou négatif de l'électricité. Cet état dépend de la nature des corps qui s'électrisent mutuellement, et de la manière dont ils sont disposés dans leur électrisation, factice ou spontanée. Quant à leur distance, on l'a considérée sous trois rapports, ou dans trois degrés différens : 1°. ou les corps environnans sont en contact avec les corps électrisés; alors ils communiquent immédiatement, ne font qu'un avec eux, et l'équilibre s'établit parfaitement. (C'est le cas du contact immédiat établi entre les minérogaphes et les mines, ou les métaux à découvert; dans cet état, nulle ou faible impression; tandis que sous terre ou sous l'eau, elle est invariable.) 2°. Ou ils sont séparés des corps électrisés par une distance telle, que l'équilibre ne s'établit entre eux que par une décharge rapide, pour l'ordinaire sonore et lumineuse, (*striking distance*, selon M. *Mahon*); distance de décharge, dont la latitude est plus ou moins grande, suivant des circonstances qui varient de plusieurs manières, et suivant l'état des milieux qui séparent les corps réagissans les uns sur les autres. (En considérant les métaux et les mines comme de puissans électrohores, tels

qu'ils sont en effet, ne peut-on pas appliquer la loi antécédente à la décharge des profondeurs, toujours relative à l'intensité, à la distance, et à l'*étagement* des minéraux, par rapport au corps des minéromètres ? )

3°. Ou, enfin, les corps environnans, quoique placés hors de cette distance, nécessaire pour donner lieu, soit à l'équilibration insensible et parfaite, soit à la décharge et à la scintillation électrique, sont encore dans l'atmosphère du corps électrisé ; c'est-à-dire, sont assez près pour éprouver son influence, sans que pour cela l'équilibre puisse se rétablir entre eux, soit par une communication insensible, soit par une décharge subite. C'est cette influence-là qui subsiste hors de la portée de l'étincelle, que M. *Mahon*, l'un des plus célèbres physiciens d'Angleterre, a soumise à une analyse exacte, en la soumettant à un grand nombre d'expériences. Il résulte de celles-ci, qu'un corps isolé, placé dans l'atmosphère électrique d'un conducteur électrisé, sans recevoir aucune portion d'électricité de ce conducteur, éprouve, et dans l'état, et dans l'équilibre de son électricité naturelle, un changement remarquable. . . . Si le conducteur est électrisé en plus, l'extrémité du corps isolé, la plus voisine de ce conducteur, se trouve électrisée en moins, et la plus éloignée se trouve électrisée en plus, et réciproquement, comme si l'électricité naturelle de ce corps était refoulée d'une extrémité à l'autre, par la force électrique de l'atmosphère dans laquelle il est plongé. . . . Entre ces deux extrémités différemment électrisées, est un point moyen dans lequel le corps paraît être à son état naturel : l'électricité en plus et

en moins, de l'une et de l'autre extrémité, devient d'autant plus sensible, qu'on l'éloigne davantage de ce point moyen (*neutral point*). Ainsi, ce point divise la somme d'électricité du corps, qui, dans cet état, est en deux parties, dont l'une se fortifie de tout ce que l'autre perd, ou paraît perdre. . . . Ce point n'est pas placé au milieu précis des deux extrémités; il est plus près de celle qui est la plus voisine du conducteur; et telle est la proportion, que les distances des deux extrémités à ce point moyen, sont, entre elles, géométriquement, dans la même raison que leurs distances respectives de l'extrémité du conducteur, dans l'atmosphère duquel est placé le corps dont elles font partie. (C'est cette raison que M. *Mahon* appelle moyenne proportionnelle harmonique; et il appelle le point trouvé, le quatrième point d'une division harmonique,)

De cette observation, M. *M.* . . . déduit une démonstration exacte, et conforme à une suite remarquable d'expériences, que l'atmosphère électrique décroît en raison inverse du carré des distances. (Cette démonstration a été depuis donnée par M. *Coulomb*, célèbre physicien français, lequel a également prouvé que le magnétisme suivait aussi la même loi. . . .) Il résulte de cette même démonstration, que le déplacement de l'électricité, dans le corps isolé, est entièrement dû à la loi de la tendance à l'équilibre, et que la proportion dans laquelle le fluide électrique se porte d'une extrémité vers l'autre, est entièrement conforme à celle dans laquelle décroît l'atmosphère électrique du conducteur. . . . Si, tandis que le corps isolé est ainsi disposé, on

décharge le conducteur dans l'atmosphère duquel il est placé, ce corps revient aussitôt à son état ordinaire, sans avoir rien perdu de son électricité naturelle, sans avoir rien acquis non plus, et seulement parce que le niveau électrique se rétablit entre les deux extrémités. Si, sans décharger le conducteur ( la mine ou le métal ), on retire le corps isolé ( ou semi-isolé, tel que le minérographe ) de l'atmosphère électrique dans lequel il est plongé, il revient de même à son état naturel, sans avoir rien acquis ni perdu. . . . Mais soit avant de décharger le conducteur, soit avant de retirer le corps isolé de l'atmosphère électrique, si on décharge l'extrémité de ce corps, qui se trouve dans un état d'électricité positive, alors dépouillé d'une partie de son électricité naturelle, il se trouve électrisé négativement, quand on le retire de l'atmosphère électrique. Il se trouvera, au contraire, électrisé positivement, si on fait l'opération avec un appareil d'électricité négative. . . . Si vers l'extrémité de ce corps, la plus éloignée du conducteur, on place successivement un ou plusieurs corps, isolés ou non, qui ne soient point contigus avec lui, mais qui en soient séparés par un petit intervalle, alors son électricité naturelle, au lieu de s'accumuler sur l'une des extrémités, comme on l'a dit, passe dans les corps voisins par un courant électrique, ou par de petites étincelles répétées, selon la distance qui les sépare. . . . Tout restant en état, si l'on décharge subitement le conducteur, toute l'électricité, qui étoit passée successivement dans les corps voisins, revient subitement sur elle-même, et rentre en un instant dans le corps isolé, d'où elle avoit

été dérivée. Cet effet a lieu dans le moment même où l'étincelle part du conducteur. C'est là ce que M. *Mahon* appelle contre-coup électrique ; (*electrical returning stroke*) et ce fait serait , à plusieurs égards , comparable à ce que j'appelle aussi le contre-coup électrique des minérogaphes , exprimé par le soubresaut de tout le système musculaire , lequel est toujours simultanément avec le retour des baguettes. Enfin , sans entrer dans de plus grands détails pour le présent , ni sans prétendre toutefois à une parfaite identité entre les résultats d'électricité artificielle , qu'on vient de voir , avec ceux que présentent , sur les foyers d'électricité naturelle , les individus minérogaphes , on pourra , peut-être , y trouver quelque analogie , en considérant ces individus sous les rapports , déjà indiqués , de la cohérence et de la polarité électrique , interprétées d'après la théorie de M. *Epinus*. Mais il faut considérer aussi , d'après les expériences de M. *Mahon* , ce qu'il appelle le refoulement , le déplacement de l'électricité , d'une extrémité à l'autre du même corps , le point neutre ou moyen , le point harmonique , entre ces mêmes extrémités , avec la mutabilité constante et alternative du positif au négatif , fondée sur la loi invariable du niveau électrique. Or tout cela servirait à expliquer , dans le phénomène des minéromètres , le fait très-remarquable des profondeurs , la double rotation des baguettes , leur oscillation , leur équilibration , etc. Au reste , il ne faut pas confondre cette sorte d'équilibration *successive* qui s'établit peu à peu , lorsque par une seule et même électrisation , dirigée sur une seule extrémité du corps , le fluide se

distribuée à toutes ses parties, jusqu'au point de saturation, avec une autre sorte d'équilibration instantanée, dont on a déjà parlé ci-dessus. Celle-ci s'obtient lorsque la même force électrique est répartie, à la fois, aux deux extrémités du corps, soit par une seule machine, soit par une seule mine, un seul métal, un seul courant d'eau ou d'air, etc. ; ou bien lorsque deux forces opposées agissent en même tems sur l'une des extrémités, et par conséquent sur les baguettes.

Cette distinction, très-réelle en soi, prouve de plus en plus ce que nous avons dit et répété plusieurs fois, concernant la polarité électrique négative et positive. Cette double détermination polaire, considérée comme centrifuge et centripète, se manifeste par l'expérience même, tant de la part des corps organiques électrisables, divisés en deux parties, haute et basse, (qui forment, entre elles, deux centres ou deux sphères d'action distinctes) que de la part des corps inorganiques, ou des milieux électrisans, divisés en idio-électriques et anélectriques (lesquels ne diffèrent, entre eux, que par des qualités relatives). Dans le premier cas, l'équilibre des baguettes s'établit lentement, par le contrebalancement progressif de la même force électrique, entre l'extrémité supérieure et l'inférieure. Dans le second cas, il se fait ou par l'opposition soudaine et simultanée qu'exerce la même force sur les deux extrémités organiques, ou par la réaction de deux forces contraires appliquées à une seule, en même tems.

Enfin, l'on ne peut trop le répéter, lorsqu'il s'agit de traiter une matière aussi nouvelle, aussi abstraite,

aussi ingrate que celle-ci, pour en saisir tous les rapports, il faut l'envisager sous toutes ses faces. Mais qu'il me soit permis de le redire encore : le problème de l'électrométrie animale, et de la rotation des baguettes, soit en ce qui concerne la constitution organique individuelle, qui donne cette propriété virgulaire ou rotatoire ; soit en ce qui regarde le mouvement mécanique de la rotation même, me paraît tout autant susceptible de solution, ou du moins d'une explication satisfaisante, que la plupart des autres questions relatives à l'électricité. En effet, en s'en tenant uniquement à ce que les faits de ce genre ont établi, comme autant de principes incontestables, ou suggéré comme autant d'inductions vraisemblables, il sera difficile de ne pas admettre, comme conséquences de ce qui précède, les propositions suivantes : savoir que la répartition, toujours inégale et incessamment variable du fluide électrique, existe entre les diverses parties du corps, lorsqu'il est, ou plutôt lorsqu'il entre en état d'électrisation : — que l'une de ces parties peut être dans l'état négatif, et l'autre dans l'état positif, alternativement : — que de ce passage, ou de cet état alternatif, résulte le jeu des affluences ou effluences respectives, d'une partie sur l'autre, ou successivement, ou simultanément : — qu'à cet état aussi de déplacement perpétuel, et de densité variable du même fluide, tiennent la prédominance et la succession rapide des forces attractive et répulsive, centrifuge ou centripète, qu'il exerce d'une partie à l'autre, ou d'un corps à l'autre : — que sur ces qualités du fluide électrique, et sur ces mutations d'état, dans

les corps électrisables, principalement dépendantes de la cohérence et de l'adhésion relatives de leurs parties, de leur perméabilité ou imperméabilité diverse, ainsi que de la tendance du fluide à s'équilibrer, entre les parties similaires, est fondée la propriété que nous avons appelée polaire ( par comparaison avec la polarité métallique, tant électrique, que magnétique ). C'est enfin cette double détermination qui s'opère tantôt en dedans, tantôt en dehors, ( si l'on en juge par la rotation ) ou celle qui s'exerce de la partie inférieure du corps à la supérieure, et réciproquement, selon le lieu ou le mode de l'électrisation, soit naturelle, soit artificielle. Ajoutez encore que ces divers attributs de l'électricité, tant active, que passive, tant expansive, que compressive, étant tous constatés, soit comme dépendans d'un seul et même agent, soit comme résultans des différentes qualités des corps qui le reçoivent; étant tous observables dans les corps inorganiques et inanimés qui y sont soumis, sont également, et à plus forte raison, présumables dans les corps organiques vivans. Ceux-ci, étant composés, surcomposés de parties et d'éléments dissimilaires, de centres et de départemens organiques différens, présenteront ces mêmes attributs sous des aspects plus diversifiés. Or à tous ces égards, les diversités que l'on remarque, et qui existent réellement entre les premiers, seront tout autant concevables, et non moins réelles entre les autres. Cette diversité, que l'expérience journalière confirme parmi les hommes, tient autant à leur organisation, qu'à leur vitalité, comme cela s'observe chez certains animaux éminem-

ment électrophoriques. C'est de là que l'on pourra déduire, sans aucune supposition nouvelle, étrangère à la science de l'électricité, la distinction très-naturelle des individus doués de cette propriété électrométrique particulière, que vainement, et sans motif, on s'efforcera de méconnaître. Elle se manifeste, chez eux et hors d'eux, par des symptômes organiques inimitables, impossibles à feindre, et par des moyens instrumentaires, tout aussi impossibles à réfuter, qu'à simuler, tels qu'ils ont été décrits ci-dessus.

Resterait donc, parmi ces derniers, à expliquer la rotation des baguettes placées sur les doigts, ou sur les appareils. Cette partie du problème d'électrométrie organique, est la moins importante, sans doute, en ce que les minérographes peuvent très-bien se passer de cet instrument, et ne l'emploient que comme signe ostensible, ou comme un moyen de plus. Mais en ne le considérant que comme instrument physique, indicateur de la polarité électrique, la solution de sa mobilité rotatoire n'en est pas moins difficile à donner. Cependant, si aux mouvemens généraux et connus de l'électricité, dans le corps humain, différenciés, sans doute, comme nous l'avons dit, dans celui des individus minérographes, sous les divers rapports de leur organisation, plus cohibente, plus contentive, ou moins perméable, à l'égard de ce fluide : si, aux autres qualités, également dérivées de cette organisation spéciale, et qui portent nécessairement des différences dans la répartition, dans la condensation, et dans les déplacements de ce même fluide en dedans, comme dans ses émis-

sions au dehors ; si , dis-je , à ces conditions qui tiennent à l'organisation même , on ajoute , pour ce qui concerne le conducteur en soi , formé de bois ou de métal , l'exercice de la force de gravitation et de torsion , à l'égard de sa forme arquée , ou semi-elliptique ; et celui de la force de bascule , ou de contre-poids , à raison de la position de ce conducteur équilibré sur deux points d'appui : enfin , si l'on rapproche les conditions nécessaires à la mobilité de cet instrument , telles que nous les avons indiquées ci-dessus , avec celles des autres appareils électriques connus , on pourra avoir de celui-là , comme de ceux-ci , ( ayant la plupart une tendance au mouvement circulaire , au tipe de rotation ) une idée suffisamment juste et claire. On pourra concevoir comment , avec le concours des forces motrices , en partie physiques , et en partie organiques , alternativement exercées en deux sens contraires , les baguettes éprouvent cette double rotation , résultant des forces composées ou combinées ( ainsi que tout autre mouvement circulaire ). De là aussi on fera résulter leur équilibration , leur oscillation , leur immobilité , toutes les fois que ces forces motrices se contre-balancent , s'égalisent , ou se détruisent réciproquement. Ne pourrait-on pas s'appuyer encore de l'expérience qui fait voir , qu'un cylindre solide , suspendu sur son axe propre , horizontal , éprouve une ondulation pareille à celle d'un ou plusieurs fluides renfermés dans un vase agité ? ( à cause de la vitesse différente qui s'établit entre les couches supérieures et inférieures de ces fluides , en état de vibration ) ; pareille aussi à celle qu'éprouvent tous les

corps qui ne se trouvent pas suspendus dans leur centre respectif d'oscillation ; suspension impossible , puisque le centre d'oscillation de chacun d'eux , se trouve toujours inférieur au centre de gravité. . . . Au surplus , de ces expériences sur l'effet hydrostatique de l'eau , ou d'un corps quelconque nageant dans l'eau , dans laquelle ce corps éprouve attraction et répulsion , ou du moins éloignement et rapprochement , il semble qu'on puisse conclure , que les répulsions et les attractions électriques dérivent essentiellement d'un ou de plusieurs fluides. Enfin , de la même manière , et avec les mêmes principes que l'on cherche à expliquer les mouvemens des aiguilles et des barres magnétiques ; ceux des pendules et des boules électrométriques ; ceux des électromètres proprement dits ; ceux des bouteilles , des globes , des pointes et des carillons électriques , etc. , on pourra également rendre compte du fait en question , c'est-à-dire , du mécanisme des baguettes. Or , dans le langage physique vulgaire , tous ces phénomènes résultent de la différence des corps et des milieux , plus ou moins anélectriques , idio-électriques ou mixtes ; de la différence des surfaces intérieures et extérieures ; de la différence du mode négatif au positif ; de l'état de raréfaction à celui de condensation , de telle détermination polaire , variable et déclinable , etc. Mais outre ces moyens divers , dont chaque physicien a fait l'application à son gré , rappelons encore ces assertions qui leur sont familières ; savoir : que le positif et le négatif ne sont que des modes relatifs , et perpétuellement changeans de l'un à l'autre , à cause de la tendance naturelle et cons-

tante de l'électricité à s'équilibrer ; que la plupart des corps de la nature , spécialement parmi les tissus organiques , ne sont ni strictement cohibens , ni strictement déferens , et que de la réunion d'une substance déferente à une cohibente , résulte ce qu'on appelle multiplicateur , ou condensateur électrique ; état de semi-cohibence et de condensation , qui paraît être plus particulièrement le cas de l'organisation des minéroglyphes. Enfin , si par ces moyens , tous avoués de la physique , on parvient à expliquer ce dernier phénomène , comme tous les autres , sans excepter même le mouvement circulaire des baguettes , ce nouvel instrument , désormais sanctionné par la raison , comme il l'est depuis long-tems par l'expérience , appartiendra , comme tant d'autres , et à plus justes titres , au domaine de la physique.

---

## TROISIÈME DISCOURS.

*Ordre chronologique des découvertes relatives à l'électrométrie souterraine, et au galvanisme.*

POUR mettre dans tout son jour la question de savoir, si l'étude de l'*électrométrie souterraine*, a contribué, ainsi que celle du galvanisme, au progrès de l'électricité en général, je me suis attaché, dans les discours précédens, eu égard aux époques originaires de ces deux découvertes, à faire connaître leur tribut respectif, leur influence analogue, l'utilité de leur concours. Mais la première ayant pour objet la contemplation de phénomènes plus en grand, celle d'un agent marqué par tout, signalé par des attributs plus puissans, dans les œuvres de la nature, ses résultats plus variés, plus étendus, plus clairement exprimés, doivent être aussi plus instructifs; et ils ont été tels pour ceux qui ont su les reconnaître, qui ont voulu les adopter. Il s'agit de savoir si, plus directement applicables à la théorie de l'électricité ordinaire, ils en confirmeront les maximes fondamentales, ou bien si, pour être conciliables avec elles, celles-ci devront subir quelque réforme, ou quelque interprétation nouvelle: c'est ce que l'on verra par la suite. Mais pour établir quelque ordre, s'il est possible, dans un ouvrage composé de pièces détachées, rédigées elles-mêmes à des tems fort éloignés, à mesure que

les faits d'observation se multipliaient, je dois, dans ce discours, revenir à l'examen des résultats de l'*électrométrie souterraine*, rapprochés de ceux du *galvanisme*. Je dois, par conséquent, me reporter encore à des époques antérieures à la découverte de celui-ci. Il faut donc transcrire ici quelques fragmens, tirés des deux volumes du *Résumé*, etc., 1792.

» Outre les rapprochemens que l'on a vus, dans ce qui précède, entre les phénomènes de l'*électrométrie* organique, excités chez les hommes et les animaux, par les mines, par les métaux, il en est beaucoup d'autres que le lecteur attentif sera à portée de faire, et d'autres encore qui, sans doute, se découvriront à mesure. Mais il en est un principal qu'il faut rappeler ici, et qui mérite quelque attention. Il est relatif à l'identité des effets que produit sur les *électromètres* organiques, de l'une et de l'autre sorte, l'électricité dans tous ses états, et dans tous les milieux : savoir, l'électricité des machines ordinaires, et celle des appareils galvaniques ; l'électricité atmosphérique, ou météorique, et la souterraine ; enfin, l'électricité animale, propre ou spontanée. Or cette action, en apparence, identique se montre telle, soit que les corps organiques qui la reçoivent, soient isolés ou non ; soit que l'électricité elle-même soit rendue positive ou négative, effluente ou affluente, etc.... Mais cette identité générique présente néanmoins, dans les cas particuliers, des différences qu'il est bon d'examiner, quoiqu'elles tiennent bien plus aux divers modes de répartir l'électricité à tous ces instrumens électrométriques, (en raison de la masse, et de la vitesse, ainsi

que de la pérennité du courant ) qu'à des différences réelles , ni dans la composition de ces instrumens , ni dans celle de l'agent électrique qui les fait mouvoir. . . . Au surplus , dans ces divers procédés , qui établissent un courant électrique , tant des métaux aux grenouilles , que de celles-ci entre elles , on observe beaucoup de variations , d'oppositions même apparentes , dont il n'est pas indifférent de tenir compte ; et cela est analogue aux résultats de l'électrométrie souterraine. C'est là un des caractères du fluide électrique , dans toutes les expériences auxquelles on le soumet ; fluide dont tous les mouvemens , les déplacemens fugitifs , décèlent partout un être sujet à une infinité d'anomalies , susceptible de déterminations contraires , selon des lois et des circonstances qui , sans doute , ne nous sont pas encore toutes connues. C'est aussi ce qui m'a fait croire que , dans les procédés d'électrométrie minérographique , les atmosphères de ce fluide étaient assujéties à des dérivations , à des aberrations , à des dispersions fréquentes et accidentelles. L'état de l'air , surtout , influe prodigieusement sur ces vicissitudes de l'électricité souterraine des minéraux , à en juger par les procédés journaliers des minérographes ; et ces mêmes variations se font remarquer de la part des métaux , sur les électromètres organiques de toutes les classes d'animaux. . . . Indépendamment de cette propriété convulsive , et fébrile , que possèdent les premiers , à un degré éminent , et qui seule leur suffit pour sentir la présence des corps fossiles électrophores , partout où ils sont placés , à des degrés même d'action qui leur en font connaître les masses

respectives, ils ont encore des facultés sensibles distinctes : et celles-ci leur servent à distinguer les uns des autres, la plupart de ces corps électromoteurs. Or ces distinctions, dont le sens se perfectionne par l'exercice et l'habitude, comme toutes les autres sensations, ne peuvent guères s'expliquer, qu'en supposant, comme on est autorisé à le faire, qu'en passant à travers des milieux, ou des corps différens, le gaz électrique est, ainsi que tous les autres fluides gazeux, susceptible de recevoir ou des modifications nouvelles, ou des combinaisons différentes.

« Ajoutez encore, en faveur des minérographes, que l'accroissement de leurs pulsations artérielles, portées quelquefois presque au double de l'état naturel; que l'accroissement de la chaleur animale, élevée rapidement à plusieurs degrés du thermomètre ordinaire, peuvent faire juger les degrés de l'action électrique, qu'exercent sur leur corps tels ou tels foyers d'électricité souterraine, et ceux de l'électricité artificielle. Enfin, pour mesurer aussi les degrés de l'une et l'autre actions électriques, ainsi que pour en connaître le mode ou la détermination, les minérographes se servent encore de baguettes électrométriques, graduées, formées de bois ou de métaux. Leur pesanteur, leur forme, leur graduation différentes, peuvent être autant de moyens indicateurs, non-seulement de la quantité d'électricité, ou de la force de son courant, mais encore de sa modalité négative ou positive, de sa détermination affluente ou effluente, à raison des deux sortes de mouvemens opposés qu'éprouvent les baguettes : mouvemens qui varient, de

la rotation centripète à la centrifuge, selon que l'agent électrique est appliqué à l'une ou à l'autre extrémité du corps.... Ainsi la détermination du mouvement électrique, de la part des mines ou des métaux, sur l'un ou l'autre de ces deux points, de ces départemens organiques, n'est point absolue, mais relative à l'action électromotrice de tel corps métallique ou minéral, au moins pour ce qui concerne la double rotation des baguettes, et leur équilibration. Il n'en est pas de même relativement à la commotion des parties organiques. Celle-ci a toujours également lieu, soit qu'on opère sur les deux points opposés des nerfs et des muscles, de la tête ou des pieds, par la même substance métallique ou minérale; soit qu'on agisse par deux substances d'électricité contraire, sur le même point ou département organique. Il y aurait donc quelque différence entre l'impulsion électrique qui imprime la rotation aux baguettes, et celle qui donne la commotion aux animaux. Relativement à cette dernière, il paraît aussi qu'il y a quelque différence entre les individus minérographes, et les électromètres-grenouilles. Mais ces différences, qui ne sont qu'accidentelles et passagères, paraissent tenir principalement à ce que, chez les premiers, l'organisation étant plus étendue, plus compliquée, par le nombre, par le site des parties dissimilaires, et plus susceptible aussi de cette irritabilité fibrillaire, convulsible, que perpétue l'inégale répartition de l'électricité entre ces parties, la commotion est beaucoup plus durable sur eux, que sur les grenouilles. Elle est toutefois également *productible*, dans les deux cas, par deux forces électriques opposées, agissant sur les

nerfs et les muscles en même tems, ou bien, par la même force, agissant inégalement sur les uns et sur les autres. La rotation des baguettes, au contraire, ne peut s'exécuter que par une seule détermination, sur les uns ou les autres, ou bien par deux déterminations congénères, sur les deux points à la fois : et dans ce cas encore l'équilibration des baguettes arrive bien avant celle des parties organiques. C'est peut-être à ce défaut, ou plutôt à ce retard d'équilibration entre les parties constituantes de l'organisation, qu'il faut attribuer, comme je l'ai dit ailleurs, les différences qui existent entre les minérographes et les autres hommes : différences que, sous d'autres rapports électriques, on observe journellement, non-seulement entre les individus des diverses classes d'animaux, mais encore entre ceux de la même espèce, sans excepter les grenouilles.

» Du reste, en récapitulant les traits généraux et communs, énoncés jusqu'ici, entre ces dernières et les minérographes, on ne pourra s'empêcher de conclure, ce me semble, que le principe excitateur est le même, et que le mécanisme de son exercice n'est pas essentiellement différent. Ce mécanisme suppose toujours, de la part des mines et des métaux, une action électrophorique, dont l'exercice, sur les tissus nerveux et musculaires, tend à détruire momentanément l'équilibre de celle qui existe entre ces derniers. Or ce changement subit, dans les proportions de l'électricité organique, se faisant des nerfs aux muscles, comme de ceux-ci à ceux-là, s'exécute également, soit qu'il y ait impulsion donnée à l'électricité animale, préexistante, par l'addi-

tion d'une nouvelle quantité : soit qu'il y ait soustraction faite à la première, par le soutirement d'une partie sur l'autre : soit enfin que ce transport excitatif s'opère en agissant sur un seul point, par deux métaux d'électricité différente, ou sur deux points inégalement électrisables par le même métal. La commotion qui succède dans tous ces cas, ne pourrait jamais avoir lieu, si toutes les parties organiques avaient la même capacité électrique, et tous les métaux la même qualité électromotrice. Mais si parmi ces derniers, l'or et l'argent, par exemple, sont au plomb et à l'étain, en faculté électrique, comme les nerfs sont aux muscles, on concevra que leurs courans respectifs d'électricité, très-inégaux en force, venant à se toucher, il résultera de leur mélange des proportions différentes, et une répartition nouvelle. Or c'est dans ce mélange, dans ce choc instantané des courans, ou émissions d'électricité, métallique ou minérale, avec l'électricité habituelle des tissus organiques, que consiste la commotion de ces derniers. C'est à une décharge électrique des uns aux autres, que tient la mobilité de ces instrumens organisés. On n'a pas besoin d'admettre, pour cela, ni la différence des surfaces intérieures aux extérieures : ni le mouvement constamment circulaire, ( au lieu du mouvement simplement oscillatoire ) de l'électricité : ni la distinction de deux électricités contraires, positive et négative ; à moins que dans ces expériences, comme dans beaucoup d'autres, on ne suppose que la négative n'est autre chose que la positive plus faible ; ou que celle-ci ne diffère de celle-là que parce que l'une est condensée, et

l'autre raréfiée. Dans ce dernier sens, l'électricité propre de chaque métal, à l'égard de tout autre, ainsi que celle des parties organiques entre elles, devrait toujours être considérée comme étant dans ce double état, positif ou négatif, hors de l'état d'équilibre parfait.

» Quant au fait des minéroglyphes, chez lesquels la commotion est la même dans les deux cas opposés, (c'est-à-dire, celui où l'action métallique est dirigée sur les nerfs, et celui où elle est dirigée sur les muscles) tandis que la rotation se fait en deux sens diamétralement contraires, ne faudrait-il pas, pour concilier ces deux phénomènes, supposer, ou que l'électricité des métaux peut changer celle des parties organiques, ou que celle-ci peut changer celle des métaux, au moins quant à la direction des courans. Mais il faut se rappeler que, parmi ces métaux, il en est, tel que le fer, par exemple, ainsi que le charbon, parmi les mines, dont l'action dirigée sur les muscles, ou sur les nerfs, séparément, fait éprouver aux baguettes des mouvemens totalement contraires à ceux que produisent, sur les mêmes points, les autres métaux et les autres mines, désignés précédemment. D'où il résulterait que si les substances métalliques et minérales, (contrairement aux parties organiques) ne sont par elles-mêmes susceptibles que d'une seule espèce d'électricité, celle-ci n'est pas la même dans toutes, du moins quant au mode de se manifester. Mais il en est parmi elles qui semblent les réunir toutes deux, ou les acquérir alternativement l'une et l'autre. Des expériences ultérieures pourront, seules, décider cette grande question..... Au surplus,

soit que le type de telle ou telle action électrique ; dépende invariablement du corps qui la communique , ou de celui qui la reçoit ; soit que , dans d'autres cas , ce type change et varie d'un corps à l'autre , c'est dans ce double attribut , qui , en des proportions très-inégales , semble appartenir , et aux parties organiques de tous les animaux , et à certaines substances inorganiques du règne minéral , que consiste le principal énigme de l'électricité et de ses déterminations polaires ; énigme dont la solution sera au moins préparée par les expériences que l'on vient de voir. La conformité de leurs résultats , entre l'*Électrométrie souterraine* et l'*Électrométrie galvanique* , est aussi frappante qu'instructive.

» Du reste , en assimilant , d'un côté , comme je l'ai déjà fait , le mécanisme de la commotion électrique des individus minérographes , à celles des grenouilles et des autres animaux , tous plus ou moins *Électrédites* ; en distinguant , de l'autre côté , cette impulsion convulsive musculaire , que je crois purement *oscillatoire* , et bornée à la sphère seule des tissus organiques , d'avec celle qui imprime aux baguettes leur double mouvement , et qui , essentiellement circulaire , comme résultant de deux forces opposées , se propage au-delà de la sphère du corps ; en faisant , dis-je , le parallèle de ces forces , sous les deux rapports , jè me suis étayé , non-seulement des expériences faites avec les substances métalliques et minérales , telles qu'on vient de les voir ; j'y ai ajouté encore d'autres expériences analogues , exécutées sur les courans d'eau , comme étant également conducteurs et excitateurs d'électricité : expériences dont

je vais rapporter quelques résultats. Il est certain que, dans l'un et l'autre cas, c'est-à-dire, sur les sources comme sur les mines, c'est au contre-balancement inégal et momentané des deux forces électriques ci-dessus, qu'il faut attribuer la double rotation des baguettes, à laquelle succède bientôt leur équilibre.

» Mais l'électricité des courans d'eau, ainsi que celle des métaux et des mines, produisant, sur les baguettes, des effets diamétralement opposés, selon qu'elle est appliquée à la tête ou aux pieds, il paraît, en outre, que, sur les premiers, il y a des différences dans cette action électrique, selon qu'elle s'exerce sous terre, ou dans l'air; selon aussi que l'eau est dans tel ou tel état d'aggrégation. Ces différences sembleraient prouver que ce dernier fluide est capable de communiquer l'électricité positive ou négative, selon ces circonstances différentes, et d'aggrégation, et de position en tel milieu.... Toutes les fois que l'action électro-motrice des courans d'eau souterrains, est dirigée sur les pieds, les reins et les bras, la rotation des baguettes se fait en dehors; tandis que dirigée sur le col et sur la tête, elle se fait en dedans, avec cette différence encore, que sur la tête elle est beaucoup plus décidée que sur la nuque. Mais si on la porte à la fois sur les deux points, ou pôles de l'organisme, il y a équilibre, et les baguettes restent immobiles. . . . Dans l'atmosphère d'une cascade, ou d'une chute d'eau quelconque, produite par des roues, le mouvement des baguettes est constamment en dedans, sans qu'il y ait ni contact immédiat, ni conducteur qui communique au corps et à l'eau. Mais si cette

communication de l'un à l'autre , est établie par le moyen d'une chaîne suspendue dans l'eau , et touchant aux pieds ou à la tête , cette rotation centripète est renforcée , sur-tout si , dans ce dernier cas , on place un isolateur sous les pieds. Or , dans cette position , c'est-à-dire , dans l'atmosphère électrique des chûtes d'eau , les électromètres ordinaires donnent aussi des signes d'électricité négative. . . . Mais les résultats les plus remarquables , sont ceux qui s'obtiennent sur des courans d'eau extérieurs , lesquels , par leur pente très-inclinée , forment à la fois cascade et ruisseau. Alors les électromètres organiques , étant placés en même tems entre deux atmosphères , ou deux actions d'électricité , on voit leurs baguettes tourner tantôt dans un sens , tantôt dans l'autre , et bientôt après s'équilibrer. Dans cette position , si l'on renforce l'action du courant par une chaîne , on augmente la rotation centrifuge des baguettes , en plaçant la chaîne sous les pieds , et on les équilibre , en la portant sur la tête. Mais si , après avoir été quelques momens avec la chaîne sous les pieds , on se place à côté de celle-ci , quoique toujours sur le courant inférieur , la rotation centripète prend le dessus , par l'ascendant de la force supérieure ou atmosphérique , jusqu'à ce que l'équilibre se rétablisse de nouveau. Ainsi , sur le même foyer électrique , il y a deux sortes de mouvemens dans les baguettes , et par conséquent deux déterminations contraires dans le même fluide.

» Cette double détermination se fait aussi remarquer , en plaçant alternativement , ou simultanément , les électromètres hydrographes , sur la perpendiculaire des

courans d'eau , ainsi que sur les points collatéraux qui terminent leur sphère d'activité électrique, et dont la distance du centre est toujours, cômme je l'ai dit ailleurs, en proportion de la profondeur de ces courans.... Enfin, si on résume les différens résultats de la double action électrique, souterraine et atmosphérique, des courans d'eau, répartie aux deux pôles organiques, ou concentrée sur un seul, on aura ce qui suit; savoir : — l'action souterraine seule, dirigée sur le pôle inférieur, donne la rotation centrifuge; sur le supérieur, la centripète; sur tous deux, l'équilibre. — L'action atmosphérique seule, portée sur l'un ou sur l'autre pôle, donne la rotation centripète; sur tous deux à la fois, le renforcement de la même. — Les deux actions, souterraine et atmosphérique, réunies sur les pieds, donnent l'équilibre; sur la tête, le renforcement de la centripète. — L'action atmosphérique à la tête, et la souterraine aux pieds, en même tems, donnent l'équilibre. — L'action souterraine aux nerfs, et l'atmosphérique aux muscles, donnent le renforcement de la rotation centripète. . . . ; Remarquez, au surplus, qu'ici il faut entendre par action atmosphérique, non pas celle seulement qui s'exerce dans l'atmosphère, mais celle que développe un écoulement d'eau rapide dans le sein même de l'air; ce qui distingue les aqueducs élevés d'avec les cascades. De la part des premiers, l'action est la même que sur les courans souterrains; tandis que sur les cascades souterraines, elle ne serait pas probablement la même que sur les cascades extérieures. Il paraît que c'est à la forme aggregative de l'eau, et à son

contact immédiat, ou avec l'air ambiant, ou avec les corps solides, qu'est due la différence de cette action électrophorique, positive ou négative. Mais il n'en est pas de même relativement aux effets qu'elle produit sur tel ou tel point organique, puisque l'électricité aérienne détermine toujours la rotation centripète, sur quelque point qu'elle soit portée; tandis que l'électricité terrestre détermine sur le pôle nerveux la rotation centripète, et la centrifuge sur le pôle musculaire. Cette double détermination annoncerait donc, entre les nerfs et les muscles, entre la tête et les pieds, (comme entre les deux extrémités de la boussole) une action régulière et constante, que l'on peut appeler *polarité électrique*; et, sous ce rapport, les baguettes considérées comme *boussole d'électricité*, seraient encore le meilleur instrument électrométrique connu jusqu'à ce jour; mais il faudra bien lui en substituer un autre.»

Je n'étendrai pas davantage, pour le moment, l'extrait des documens, déjà imprimés, sur l'électricité en général, et sur l'électrométrie souterraine en particulier. Se trouvant consignés, soit dans mes écrits antérieurs, soit dans ceux publiés à la toute première époque du galvanisme, chacun sera le maître, et de les rechercher là où ils sont, et d'en faire la confrontation qu'il jugera à propos. Mais en reconnaissant une fois les époques pour ce qu'elles sont, la doctrine pour ce qu'elle vaut, et surtout les faits pour ce qu'ils prouvent, il ne sera permis à personne de méconnaître, d'un côté, l'ordre chronologique des découvertes, et de l'autre, la conformité des faits, comme celles des principaux dogmes;

communs à l'une et à l'autre. Il restait pourtant à constater, entre le galvanisme et l'électrométrie souterraine, comme entre celle-ci et l'électricité ordinaire ; un dernier point de conformité, pour ce qui concerne le mode instrumentaire des baguettes, ainsi qu'il existe pour ce qui regarde les affections organiques de part et d'autre. Or cette partie importante du problème d'électrométrie, vient d'être également prouvée, en montrant que par l'action de la pile hydro-métallique, comme par celle des métaux et de l'eau sous terre, la double rotation est imprimée aux baguettes. C'est ce que l'on fera voir dans la suite de ce discours, après avoir placé ici une lettre qui en expliquera le sujet, et qui en fait partie.

---

LETTRE à M. *Amoretti*, de Milan, en juillet, 1804.

*J'ai reçu, Monsieur, l'histoire abrégée du Galvanisme, que vous avez bien voulu m'adresser. Je vous en fais tous mes remerciemens; ne fût-ce que pour le plaisir que j'ai eu d'y retrouver des rapprochemens non équivoques entre cette nouvelle science et celle que nous professons depuis long-tems, au milieu des controverses académiques. Bien que je ne sois pas tout à fait de votre avis sur l'espèce d'apothéose que vous avez insérée dans cet écrit, tendant à altérer la véritable chronologie de ces deux sciences, et peut-être même à fausser la théorie qui convient à l'une et à l'autre; je n'en suis pas moins charmé que, parmi les mille et*

*un rapports, que j'ai déjà démontrés exister entre le Galvanisme et l'Électrométrie souterraine, vous avez pu, le premier, et d'après votre expérience personnelle, faire trouver place à l'instrument divinatoire, ou rabadomantique. Je lui avais donné, depuis vingt-cinq ans, le surnom d'Électrométrique, par la même raison qui autoriserait à l'appeler Galvanométrique : par la même raison aussi qui vous a fait donner à l'électricité des mines et des métaux sous terre, le nom de Galvanisme souterrain. Ce nom, plus à la mode et plus académique, exprimant à la fois un agent et une science, trouvera, sans doute, plus aisément grâce aux yeux de la multitude, et surtout des savans, que l'antique dénomination de Rabadomantie, si décriée, si prophanée à tant de titres. Aussi, malgré la manie qui prédomine aujourd'hui, dans les institutions sociales et académiques, de renouveler les noms tirés du grec, je doute que l'on nous permette de consacrer le surnom bien et dûment grec de Rabadomantes, (plus sonore toutefois, et plus noble que celui de Baguetiers, ou Virgulaires) aux individus de l'espèce humaine, doués de la propriété très-naturelle, et non très-rare, de signaler sous terre, avec la baguette, ou sans la baguette, le site des mines et des métaux, le cours des eaux, etc. Cette propriété serait en tous points, et en tous sens, assimilable à celle qu'on appelle Électrométrique ou Galvanométrique. J'avais moi-même, dans mes écrits antécédens, essayé de donner à ces individus privilégiés, des qualifications, partie grecques, et partie latines, qui fussent en même*

*tems indicatives de la chose, comme de la propriété. Mais si pour cette fois la Grèce doit le céder à l'Italie, en matière de nomenclature, il faudra bien transiger. Enfin que dans les Académies, comme dans les Cercles, l'usage fasse prévaloir l'Électricisme, le Galvanisme, ou le Voltaïsme, peu importe au fond de la vérité.*

*Toutefois, sans vouloir ici disputer sur les différences et sur les analogies qui existent entre le galvanisme et l'électricité ordinaire, entre celle-ci et la souterraine, ou minérale, il faudra au moins qu'on nous accorde un point déjà déterminé : savoir qu'entre la découverte de celle-ci, considérée sous tous ses aspects les plus scientifiques, avec tous ses attributs les moins variables, et celle du galvanisme, soumise à une infinité de tergiversations et de commentaires, il se trouve, en faveur de la première, une antériorité de quatorze années au moins, c'est-à-dire, de 1778 à 1792. Or pendant ce laps de tems, et dans tous les écrits relatifs à cette nouvelle branche de l'Électrométrie organique, on a recueilli les faits : de ces faits, on a déduit les maximes sur lesquelles s'est fondé le galvanisme, à mesure que de son enfance, à la dernière des époques ci-dessus, il est arrivé à son adolescence, dans le cours des douze années consécutives. Un autre point, ce me semble, non moins décidé, c'est que parmi ces maximes fondamentales, communes aux deux sciences, que les sectateurs de celle-ci ont trouvées, ou pu trouver dans les écrits consacrés à celle-là, il en est qui se retrouvent hautement avouées, et même littéralement transcrites dans quelques écrits galvaniques. Qu'il soit*

permis ici d'en rappeler quelques-unes, déjà citées ailleurs, et qui sont de la plus exacte conformité. C'est ainsi, a-t-on dit, — que les métaux et les mines, au lieu d'être de simples conducteurs de l'électricité, sont, en outre, des électrophores, ou électromoteurs réels, des excitateurs puissans, ou des condensateurs relatifs de ce fluide, selon les circonstances : — que cette qualité, ou faculté électromotrice, est relative elle-même à la capacité électrique, différente de métal à métal, et des métaux, ou fossiles, à d'autres corps, avec lesquels ils sont en contact, sous terre, comme dans l'air ; et peut être en quelque corrélation de distance, pour constituer des atmosphères, ou au moins certaines sphères d'activité électrique : — que par conséquent elle s'exerce, cette faculté électrophorique, de corps à corps, de milieu à milieu, sans le secours d'aucune sorte d'isolement, ou de cohibence, comme cela est jugé nécessaire pour l'électricité commune : — que pareillement, sans aucun moyen de cohibence et d'isolation, cette action électrique, minérale ou métallique, se rend sensible par des commotions, et autres affections diverses, sur les corps organiques, plus sur les uns, que sur les autres ; et diversement sur chacun d'eux, selon qu'elle est appliquée sur telles et telles de leurs parties : — qu'ainsi, il existe une corrélation manifeste et spéciale, entre l'électromotricité des métaux, ou des mines, et l'électromotricité sensitive et commossive des corps organiques, de certains individus, et de tels organes surtout ; de manière que ces corps, soumis à de semblables

*épreuves, peuvent être réputés les électroscopes les plus délicats, les plus sûrs, sans qu'il existe d'ailleurs aucuns rapports nécessaires de tension électrique entre eux et les électromètres ordinaires : — qu'enfin cette force électrique, émanée des mines ou des métaux, et transmise aux électromètres organiques, se manifeste en deux états différens, ou avec deux modalités diverses, la positive et la négative, selon qu'elle part de tel ou tel métal, et qu'elle est dirigée sur tel ou tel organe, sur telle extrémité du corps ; et, de plus, que cette sorte de polarité contraire, tant organique, que métallique, ou corrélative du métal à l'organe, est rendue sensible, et invariablement la même, par la double rotation, comme par l'oscillation ou l'équilibration des baguettes électrométriques, sans que les électromètres physiques y puissent rien.*

*Je me flatte que vous trouverez, Monsieur, ce court résumé des principes, ou plutôt des faits, servant de base à l'électrométrie souterraine, tout à fait conforme à ce que vous en dites vous-même dans votre histoire du Galvanisme, en reconnaissant toutefois que le système entier de celui-ci est fondé sur les mêmes principes. Aussi vous avez eu raison de dire, comme vérité historique, ( page 360 ) « qu'en dépit du désaveu des » plus fameux physiciens, et de l'anathème des plus » célèbres académies, persistant moi-même, ( ainsi » que d'autres savans non moins fameux, non moins » célèbres que les précédens, et plus amis de la vérité ) » dans mon antique croyance sur l'action électrique » des métaux et des mines, j'ai eu la satisfaction de*

» voir, entre les mains de tous les physiciens galva-  
 » nistes, la démonstration des phénomènes que j'ai  
 » annoncés dans mes différens écrits, *et notamment*  
 » *dans celui intitulé la Guerre de dix ans.* » *Vous*  
*auriez pu ajouter que j'ai eu aussi la satisfaction de*  
*voir adopter, pour base de leurs systèmes, les mêmes*  
*résultats d'expériences qui m'ont servi à fonder le mien.*

*Cela seul, sans doute, pourrait servir de réponse, au moins provisoire, à certain journal Padouan, que vous connaissez, lequel, rendant compte, tant bien, que mal, de ce dernier ouvrage, m'a provoqué à donner la confrontation des faits et des principes, communs au système de l'électrométrie souterraine, et à celui du galvanisme. Cette confrontation, que le journaliste, mieux instruit ou plus desireux de s'instruire, aurait pu extraire lui-même des ouvrages déjà publiés de part et d'autre, sera faite en tems et lieu.... Je la donnerai dans tous ses détails, ainsi que je l'ai annoncée, non comme pièce polémique, mais comme parallèle essentiellement utile à l'instruction de ce grand procès. Dans ce même parallèle, outre ce qui a rapport à l'action électromotrice, excitatrice, condensatrice, exercée par les mines et les métaux sous terre, comme dans les appareils galvaniques, il est un autre point non moins important, sur lequel j'aurais à réclamer et la même conformité, et la même antériorité de doctrine. En effet, pour expliquer dans les régions souterraines, celles surtout des mines et des métaux, des charbons et des soufres, des sels et des eaux, les grands développemens de cette force électrique, les explosions, les détonations*

dont elle est l'intermède , les écoulemens violens et rapides de ce fluide expansif, sa reproduction même, il fallait absolument reconnaître, ai-je dit alors, le concours de la décomposition de l'eau, sa recomposition, sa gazéité, la transmutation des gaz en sels, et des sels en gaz, etc. etc. Or depuis que, par les procédés galvaniques, on a obtenu la plupart de ces effets; depuis surtout que Nicholson a, le premier, avec la pile hidro-métallique, opéré la décomposition de l'eau, et l'oxidation des métaux, comme on l'avait fait auparavant, avec les machines électriques ordinaires, ces phénomènes, appelés chimiques, sont devenus une partie essentielle du galvanisme : tels à peu près ils se retrouvent consignés dans l'histoire de l'électricité souterraine, ébauchée dans mes écrits antécédens.

Mais, au lieu de réclamations, désormais superflues, le but de ce long préambule, pour lequel je vous demande grâce, monsieur, est de vous expliquer mieux l'objet de cette lettre, qui ne commence réellement que d'ici. Dans celle que je vous écrivis l'automne dernier, sur le même sujet, vous priant de répéter quelques expériences électro-galvaniques, mon intention était de vérifier une conjecture, trop bien fondée, que j'avais formée long-tems auparavant, et que vous aviez, sans doute, formée vous-même : savoir si, outre tant d'autres points d'analogie, déjà bien prouvés, entre le fluide galvanique et l'électricité souterraine, celui-là aurait, comme celle-ci, la force d'imprimer à des baguettes équilibrées, de bois ou de métal, le double mouvement de rotation centrifuge et

centripète, entre les mains de ceux qui ont cette propriété, tenant à leur organisation spéciale. Je n'espérais pas alors que Pennet, très-occupé dans le Tyrol; (Pennet, le prince des Rabdomantes connus jusqu'à présent, comme Volta celui des Galvanistes) pût être de sitôt à ma disposition. J'avais donc eu recours à votre obligeance, sachant que vous aviez près de vous des individus doués de cette propriété, que vous possédez vous même, bien qu'à un foible degré. Mais à peine j'eus reçu, vers le 15 mars dernier, l'écrit dans lequel vous annoncez le résultat positif de vos premières épreuves, vous réservant d'en publier les détails, Pennet est venu me rejoindre à Vicence, pour quelques jours. N'ayant pas, près de moi, une pile galvanique assez forte pour me promettre des résultats décisifs, je le conduisis à Padoue, pour les obtenir. Là, il fut soumis à l'épreuve de la pile à quadruple colonne, composée de 200 paires de disques, zinc et cuivre, dont M. l'abbé Dal-Negro a donné la description, consignée dans les excellens mémoires qu'il a déjà publiés sur l'électricité hydro-métallique.

J'ai trouvé entre les mains de ce Professeur, aussi instruit que complaisant, le type d'une expérience déjà exécutée par vous même, et que vous l'avez prié de répéter, m'a-t-il dit, dans le cas où, parmi ses élèves en physique, il s'en trouverait quelqu'un qui fût susceptible de cette propriété rotatoire. Le dispositif de votre épreuve, si je me le rappelle bien, consiste à faire communiquer par leurs bases, et par leurs disques polaires homogènes, cuivre ou zinc, deux colonnes

*hydro-métalliques, d'une égale hauteur, et placées parallèlement à une certaine distance, de manière à ce que sur le sommet de chacune d'elle, et sur les deux disques polaires, également homogènes, soient appuyées les mains, tenant entre les doigts, ou sur les doigts, une baguette légère de bois.*

*C'est ainsi du moins qu'avec Pennet, les choses ont été disposées des deux manières : c'est-à-dire, les piles alternativement mises en communication par leurs bases, zinc et zinc, ou bien cuivre et cuivre ; tandis que Pennet, touchant simplement avec les deux petits doigts les deux sommets, également homogènes de part et d'autre, zinc ou cuivre, soutenait, comme à son ordinaire, sur les deux indexes, une baguette très-légère et bien équilibrée, de bois ou de métal. Dans le premier cas, Pennet ayant sous ses pieds un isolateur de résine, et sur sa tête un bonnet de verre, en forme de cloche, il y a eu une rotation distincte, mais momentanée, dans le sens que j'appelle du dedans en dehors, ou centrifuge, et que vous appelez convergente. Dans le deuxième cas, c'est-à-dire, sur les sommets de cuivre, ou disques polaires négatifs, il n'y a eu qu'une simple oscillation en sens contraire, ou écartement divergent.*

*Nous avons répété cette épreuve à plusieurs reprises : et du jour au lendemain les résultats en ont été variables, non-seulement du plus au moins, mais quelquefois même du tout à rien, tels qu'on les observe dans presque toutes les expériences avec les appareils galvaniques, comme avec ceux de l'électricité ordinaire. Nous avons ensuite changé le dispositif de la machine, et procédé de dif-*

*férentes manières, dont vous sentirez vous-même les raisons. Je n'examine point, dans ce moment, si les deux piles, dans votre dispositif, communiquant par leurs bases, et se touchant par leurs disques homogènes, doivent être considérées comme une seule et même pile, ou bien comme deux piles distinctes, exerçant toutefois par leurs sommets, sur les deux mains, qui y sont appliquées, une action semblable ou identique, à raison de l'identité des disques polaires, de part et d'autre. Mettons aussi à part ce qu'un tel résultat, ainsi que tant d'autres, peut offrir de contraire à la théorie vulgaire de l'électricité, trop légèrement appliquée à celle de la pile galvanique.*

*Il est certain que ce fluide, dans ses émissions, dans ses écoulemens continus ou alternatifs, ne montre pas, comme le fluide électrique, et au même degré que celui-ci, des indices de tension, de pression, d'attraction et répulsion, de distance explosive, etc. . . Enfin, comme il s'agit, entre nous, de faire admettre, parmi les phénomènes du galvanisme, la rotation des baguettes, en tant que signe représentatif des deux modalités, positive et négative, de ce fluide, ainsi qu'elle a été admise par nous, pour servir de moyen indicatif de l'électricité souterraine, on ne peut trop prendre de précautions, inventer trop de moyens d'épreuves, pour faire sanctionner un instrument malheureusement trop proscrit.*

*En conséquence, avant d'aller, avec Pannet, retrouver, à Padoue, M. l'abbé Dal-Negro, pour exécuter ces*

*expériences, j'en avais rédigé le plan que vous allez voir, et dont vous connaissez déjà une partie (1). Si, à loisir, vous pouvez les répéter sur vous et sur d'autres, ce sera un moyen de plus pour constater les différences qui existent, non-seulement des individus rhabdomantes à ceux qui ne le sont pas, mais encore de ceux-là entre eux.*

---

DEUXIÈME Lettre : au même, en avril 1805.

*S'il existe entre votre nomenclature et la mienne ; au sujet du mouvement des baguettes, une apparente opposition, vous vous rappellerez, monsieur, qu'elle a déjà fait le sujet de quelques questions de ma part, dans mes lettres d'ancienne date. En effet, comparant vos expériences avec Anfossi, et les miennes avec Pannet, sur les mêmes espèces de mines ou de métaux, et sur les sources, je trouvais presque toujours des différences entre nos résultats, ou du moins entre l'énoncé de nos rapports, en ce qui concerne les divers modes du mouvement des baguettes, et la corrélation de ces mouvemens opposés, avec les sensations diverses de chaud, de froid, etc. J'avais d'abord pensé que ces différences pouvaient provenir de la manière différente de tenir ces baguettes, ou de leurs formes diverses.*

---

(1) Ce plan d'expériences, ainsi que leurs résultats, se trouveront ci-après, dans la deuxième partie de ce troisième discours.

Mais en y réfléchissant mieux , je vois que lorsqu'il ne s'agit que de simples oscillations en dehors ou en dedans, des baguettes tenues légèrement serrées entre deux doigts, de chaque main, la courbe ou la pointe en bas; ou bien de leur torsion en avant ou en arrière, lorsqu'on les tient fortement empoignées, la courbe ou la pointe en haut, la dénomination de divergence ou de convergence, que vous adoptez, paraît assez convenable pour exprimer leur rapprochement ou leur éloignement du corps de celui qui les tient. Mais il n'en est pas de même lorsqu'il est question du mouvement circulaire complet de ces baguettes légèrement courbes, et simplement soutenues en liberté sur les deux index. Ce mouvement dépend, en partie, de la force physique, ou de l'action quelconque du fluide électrique, dont elles sont le conducteur, et en partie de la force mécanique, de bascule ou de gravitation, à raison de leur structure même; et rien ne s'oppose à l'exercice de cette double force, si ce n'est le propre contre-balancement de l'une et l'autre. Lorsqu'il s'exécute d'une manière régulière, et plus ou moins perpétuée, selon la nature et le degré de l'action souterraine, il me semble qu'à une telle rotation, se faisant constamment de dedans en dehors sur certains corps fossiles, et de dehors en dedans sur d'autres, la dénomination de centrifuge et de centripète, serait plus appropriée, que celle qui n'exprime qu'un simple balancement pendulaire ou oscillatoire, celui d'écartement ou de rapprochement du corps, dans les deux cas des fossiles de qualité contraire. Cela semblerait d'autant plus vrai que,

*dans le deuxième cas , les deux points d'appui restant les mêmes , et parfaitement immobiles , la baguette , par ses rotations successives en dehors , tend toujours à s'éloigner du corps , et finit par tomber ou glisser au bout des doigts , si on ne la relève à chaque instant ; tandis que la rotation contraire , ou en dedans , la fait se rapprocher sans cesse des deux pouces.*

*Il faut convenir pourtant que , de cette manière , la rotation centrifuge correspondrait à ce que vous appelez convergence , et la rotation centripète à la divergence des baguettes ; ou , pour mieux dire encore , à la première oscillation convergente , succéderait la rotation centrifuge , et ainsi de suite ; tandis qu'à l'oscillation divergente succéderait la rotation centripète. Bien entendu que , dans ces deux cas , la courbe de l'arc conducteur mobile , est tournée vers le bas , en son état de repos : car en la tenant la courbe en haut , comme on peut le faire aussi , ( Voy. pl. 2<sup>e</sup>. fig. 15. ) l'expression de la divergence et de la convergence , devrait être jugée dans un sens tout opposé ; c'est-à-dire , qu'à la tendance convergente , correspondrait la rotation centripète , et à la divergente , la rotation centrifuge. Mais laissant aux physiciens à décider s'il n'y aurait pas une sorte de contradiction dans les termes mêmes , ( implicatio in terminis ) d'appeler un seul et même mode de mouvement centrifuge et convergent , ou bien divergent et centripète , je m'en tiendrai tout simplement à la qualification , qui m'a paru depuis long-tems préférable , pour exprimer cette double rotation des baguettes. En l'appelant positive et négative , j'ai voulu*

*exprimer par-là, et la cause et la modalité électrique, que chaque rotation représente : j'ai cru d'ailleurs, bien ou mal fondé, y reconnaître l'effluence ou l'affluence de l'électricité souterraine, métallique ou minérale quelconque, dans toutes mes expériences en grand.*

*Au surplus, si Galvani, dans les siennes, a tout attribué au déplacement de l'électricité animale, comme Volta à celui de l'électricité commune, j'ai cherché, dans celles d'électrométrie souterraine, à tout expliquer par l'action différente de l'électricité minérale et métallique, sur l'organisme de certains individus ; sans déterminer toutefois si cette différence d'action tient à un mode de répartition différente, ou à l'aggrégation et à la réaction diverses du fluide, considéré dans les minéraux, dans les animaux, et dans le réservoir commun, celui-ci tenant ceux-là dans un état de communication permanente.*

*Quant aux expériences en petit, analogues à celles dont vous me parlez dans vos lettres, et qui consistent à imprimer à un arc métallique, ou autre également conducteur, tenu équilibré entre les mains, un mouvement de divergence ou de convergence, il me semble que l'on risque de confondre, selon la manière diverse de procéder, les résultats du galvanisme, avec ceux de l'électrométrie souterraine : c'est-à-dire, l'action de l'animal sur le métal, ou celle du métal sur l'animal. Dans un cas, ce peut être l'électricité organique qui, passant d'une partie à l'autre, imprime à l'arc métallique, qui lui sert de conducteur, un léger mouvement d'oscillation divergente ou convergente ; dans l'autre cas, ce*

sera l'action du métal, comme électromoteur, qui fera éprouver à l'arc organique, comme conducteur composé, une commotion, une sensation, et dans tel autre cas, la rotation des baguettes. Mais ce dernier mouvement, lorsqu'il a lieu dans les expériences d'électrométrie souterraine, est bien moins équivoque, que le simple mouvement de divergence ou de convergence, que l'on obtient par l'arc métallique, (comme par les pendules électrométriques) dans les expériences purement galvaniques, celles même qui se font sans l'intervention d'aucune action électromotrice étrangère. Aussi dans presque toutes les expériences de ce genre, comme vous l'observez vous-même, on voit le mouvement du conducteur métallique, ou autre, qu'il soit semi-circulaire, triangulaire ou cylindrique, passer incessamment de la divergence à la convergence, selon que les mains qui le tiennent sont appliquées sur le tronc, sur les cuisses, ou sur les pieds; selon aussi que le morceau de métal électromoteur, est placé sous la main, sous le pied ou sur le pied, sur la tête ou sur telles autres parties du corps, sèches ou mouillées; selon, enfin, qu'il est à découvert ou recouvert d'une ou plusieurs enveloppes, paires ou impaires. Il est même des personnes entre les mains desquelles on voit l'arc se mouvoir, en dirigeant sur son centre le seul soufle de la bouche, sans qu'il soit besoin d'aucune action métallique. On ne peut trop étudier cette facile et fréquente mutabilité, et les anomalies non moins fréquentes, qu'offre la même expérience d'un individu à l'autre, et même d'un seul individu soumis à des expériences diverses, d'un jour

à l'autre. Il est certain que les mouvemens divergens et convergens de l'arc métallique, appliqué à la recherche du mode électrique, positif ou négatif, entre les substances minérales et organiques, jettent beaucoup d'obscurité dans cette nouvelle branche de physique, autant relative à la rhabdomantie qu'au galvanisme. Il y a pourtant tout à espérer de la persévérance de vos efforts à cet égard, soit pour fixer nos idées sur ce qui cause cet état fugitif de la polarité positive ou négative, divergente ou convergente, dans l'application des métaux aux organes; soit que l'on considère seulement cette modalité passagère dans les corps du même ordre, minéraux ou animaux, etc.

Quoiqu'il en soit, il ne peut être hors de propos de rappeler ici les différens corps fossiles, métalliques, bitumineux, ou autres, sur lesquels j'ai observé, depuis 25 ans, l'une et l'autre rotation des baguettes, avec les divers individus minérographes que j'ai eu à exercer, sur presque le tiers du continent de l'Europe.

La rotation est constamment positive sur les mines de charbon fossile, et sur celles de fer quelconque (non sulfureuses); — sur celles de sel gemme; — sur le fer fondu et acier (en dépôt); — sur l'or, sur le cuivre; — sur les eaux douces et salées (en écoulement); — sur les courans souterrains d'air humide, ou d'air enflammé. Le platine et le nickel n'ont point été essayés, non plus que quelques autres demi-métaux. On a dit que, soumise aux mêmes épreuves, la polarité du platine est la même que celle du zinc et de l'étain; que celle aussi du fer aimanté.

*La rotation est constamment négative, (mais toujours plus faiblement exprimée que la précédente) sur les mines d'asphalte et de pétrole; — sur toutes les mines pyriteuses, notamment celles de fer et de cuivre; — sur le soufre en nature, mine ou dépôt; — sur le mercure en mine ou métal; — sur les métaux et les oxides, étain, argent et plomb..... Le bismuth, le cobalth et le zinc, ont été essayés autrefois (à Strasbourg en 1780); mais il me reste encore des doutes que je vérifierai à la première occasion, et surtout par rapport au dernier, devenu si usuel dans les procédés galvaniques.*

*Au surplus, si dans ceux-ci le zinc est réputé représenter le pôle positif, par rapport au cuivre et à l'argent; tandis que dans les procédés électrométriques, celui-là est positif et celui-ci négatif, cette contradiction apparente n'est pas la seule difficulté qui reste à résoudre, et ce n'est pas ici le lieu de la discuter. Du reste, les alliages des métaux opposés, ainsi que leurs dépôts mixtes, dans des tas sous terre, ou sous l'eau, interceptent la rotation des baguettes, ou ne laissent apercevoir qu'une rotation moindre, quelquefois une simple oscillation, dans le sens du métal prépondérant; mais au lieu d'intercepter la commotion, cela ne fait que la renforcer. Ce fait offre encore une autre difficulté à résoudre, laquelle pourtant est analogue à ce qu'on sait déjà : savoir qu'entre la tension électrique, et la commotion nerveuse, il n'y a pas plus de proportion et de parité, qu'entre ces deux phénomènes et les autres résultats de l'influence galvanico-électrique.*

*Mais le phénomène d'électrométrie organique, ap-*

*plicable à la minérographie, le plus remarquable, sans doute, est celui qui est relatif à la profondeur des corps fossiles électrophores. Sur ceux que j'appelle d'électricité positive, la baguette, après avoir tourné en dehors, tant que l'individu rhabdomante reste placé sur le site vertical de ces corps, cesse de se mouvoir lorsqu'il en est dehors : elle retourne en sens contraire, au moment où il arrive à l'extrémité d'une ligne qui, en général, correspond à leur profondeur, et qui semble terminer l'arc, ou la sphère électrique, ainsi qu'on le verra ci-après. Au même instant encore de ce retour des baguettes, il s'opère un contre-coup, un soubresaut, dans tout le corps organique, qui alors reste déchargé tout à fait de l'électricité qu'il avait acquise sur la mine, sur le métal, etc. C'est ce retour en dedans, des baguettes, toujours accompagné, dans le corps du tourneur, d'un retour à l'équilibre électrique, qui m'avait fourni une raison de plus, pour regarder comme type positif, la rotation en dehors, et comme celui du négatif, la rotation contraire. Ce qui offre pourtant une forte objection contre cette théorie, c'est que sur les mines réputées négatives, d'après la rotation en dedans, on observe que sur le point de distance égale à la profondeur, le nouveau mouvement de la baguette se fait dans le même sens que sur la perpendiculaire. Mais ce phénomène, dont on retrouvera peut-être aussi l'analogie dans le galvanisme, aura besoin d'être plus particulièrement comparé avec quelques résultats de ce dernier, eu égard à la circulation du fluide d'un pôle à l'autre des piles. Il est aussi très-digne de remarque, pour éclaircir le*

*point en question, que tous les métaux, ou autres corps fossiles, qui impriment aux baguettes la rotation positive, lors que leur action est dirigée sur les pieds, donnent au contraire sur la tête la rotation négative, et l'équilibration totale ou partielle, du mouvement rotatoire, si cette force, égale ou inégale, est dirigée, à la fois, sur ces deux extrémités. Mais si deux métaux d'électricité opposée, négative et positive, portent en même tems leur action, l'une sur la tête, l'autre sur les pieds, la rotation est accrue et la commotion plus forte. L'on se convaincra, par la suite, de plus en plus, qu'outre les polarités locales ou particulières, d'organe à organe, il existe, dans l'organisme entier, une polarité générale prédominante. Mais pour pénétrer dans le mécanisme encore obscur des phénomènes qui en dérivent, tant dans les procédés du galvanisme, que dans ceux d'électrométrie souterraine, il faut rappeler cette maxime reçue des physiciens, savoir : que deux électricités homogènes se repoussent, et que les contraires s'attirent. Au surplus, quelques-uns de ces faits, déjà consignés ailleurs, n'ont été rappelés ici, pour ainsi dire, hors de place, que pour rendre plus intelligibles d'autres expériences du même ordre.*

#### NOTICE.

DEPUIS l'époque où ceci a été rédigé, M. Amoretti a publié, sous le titre de cinquième lettre sur la *Rabdomantie*, un nouvel écrit, dont il convient de rappeler ici quelques fragmens. Cet auteur prétend que sur cent personnes que l'on soumet indistinctement aux expériences faites en petit, avec les mé-

taux ou autres substances électrophoriques, appliquées aux différentes parties du corps, il s'en trouve vingt ou vingt-cinq qui en reçoivent les impressions, ou du moins chez qui elles se manifestent par l'oscillation des baguettes, par leurs mouvemens de divergence et de convergence. Ce nombre surpasse de beaucoup la proportion des individus hydrographes et minérographes, que l'on a observés jusqu'à présent. L'on ne peut pourtant disconvenir que ce ne soit une disposition idio-sinématique analogue, et même identique, qui les rend susceptibles les uns et les autres de l'impression des métaux et des mines, comme des sources, etc. Les expériences innombrables, faites par cet auteur et par tous ceux qui, comme lui, au desir de s'instruire, joignent le don de cette spéciale propriété *électréditive*, sont bien propres à prouver, de plus en plus, la parfaite identité qui existe entre le galvanisme et l'électrométrie souterraine, comme entre l'un et l'autre, et l'électricité.

Mais si l'on n'a pu parvenir encore à expliquer les effets, même les plus constans, de ce fluide, dans ces trois états, tant sur les individus ordinaires, que sur ceux privilégiés d'une particulière susceptibilité, l'on pourra bien moins rendre compte des variations infinies, des anomalies fréquentes, qui se manifestent d'un individu à l'autre, dans des circonstances différentes. Les expériences de ce genre, faites avec les différens métaux, mis en contact avec les diverses parties du corps, ressemblent, par leurs résultats incertains et variables, à celles faites avec les pendules électrométriques, avec les anneaux, les épées, etc. Ces sortes d'épreuves ne sont pas inutiles, sans doute, et leur étude suivie, approfondie, ne peut manquer de donner des notions utiles à la théorie de l'électricité organique. Mais il ne faut pas croire que les résultats minutieux de ces épreuves, en quelque sorte élémentaires, soient propres à donner une idée juste de ceux qu'on obtient dans les procédés, en grand, de l'électrométrie souterraine, avec les vrais raddomantes, exercés sur les mines en masse, en couches, en filons, et sur les forts courans d'eau. Ici l'on n'observe point

de telles anomalies, de telles variations dans les effets organiques : les commotions, les sensations diverses et douloureuses, sont quelquefois portées au point d'être insoutenables. Bien que la vitesse des pulsations artérielles soit, dans quelques cas, presque au double de l'état naturel, la rotation des baguettes la surpasse encore, au point d'arriver à deux tours par chaque seconde : et la chaleur du corps, mesurable au thermomètre, s'accroît à peu près dans la même proportion.

M. *Amoretti*, dans ses expériences personnelles, ou celles faites avec des personnes d'une propriété semblable à la sienne, ayant passé en revue un très-grand nombre de substances des trois règnes, a cru devoir les ranger en trois classes ; savoir les inactives, les divergentes, et les convergentes. En confrontant cette classification avec celle que j'ai donnée ci-dessus, à l'égard des métaux, et de quelques autres substances fossiles, on verra que nous ne sommes pas d'accord sur tous les points ; c'est-à-dire, que le mouvement, qu'il appelle de convergence ou de divergence des baguettes, ne correspond pas toujours à celui de leur rotation en dehors ou en dedans, sur *Pennet*, pour indiquer le mode de l'électricité positive ou négative, sur ces mêmes substances. Ainsi, lors même que l'on serait entendu que, selon qu'au mouvement de vraie rotation, centrifuge ou centripète, des baguettes tenues à la manière de *Pennet*, correspond la divergence ou la convergence de l'arc, que l'on tient serré dans les mains, la courbe en haut ou en bas, il n'en résulterait pas moins que, dans la distinction des substances examinées par *Amoretti*, il en est plusieurs qui, pour lui, sont négatives, et positives pour *Pennet*. Mais le point sur lequel nous sommes d'accord, c'est que les mêmes substances qui donnent la divergence, ou la rotation centrifuge, lorsque leur action est dirigée sur les pieds, impriment le mouvement contraire, si cette action est portée sur la tête. C'est encore un résultat commun de nos expériences, que, par l'application simultanée de la même force électrique, sur les deux extrémités du corps, ou sur deux autres pôles organiques opposés, tout

mouvement rotatoire ou oscillatoire est suspendu dans les baguettes quelconques.

Du reste, *Amoretti* cite des individus qui n'éprouvent que la convergence, d'autres la divergence des baguettes : et parmi ceux qui éprouvent l'une et l'autre, ce n'est pas dans le même sens, sur les mêmes substances, bien que leur action soit dirigée sur les mêmes parties du corps. Il convient aussi que sans contact, et par le seul rapprochement des corps, l'action a lieu néanmoins : ce qui prouve l'existence des atmosphères électriques. Enfin, pour trouver la solution de problèmes aussi compliqués, il faudrait non-seulement connaître la manière d'agir des causes, tant physiques, que chimiques, capables de développer et de modifier cet agent électrique, dans les substances spécialement électromotrices, que l'on met en contact avec les corps organiques : il faudrait encore savoir par quelles lois cette action s'exerce sur ces derniers : et ces lois, pour les établir, exigent des connaissances de physiologie et d'anatomie qu'il faudra rechercher dans cette vue spéciale. Mais lorsqu'il s'agit d'observer, sur l'économie animale, les effets de l'électricité quelconque, soit métallique, ou minérale, soit météorique, ou organique, de corps à corps, soit même de l'électricité artificielle, ou de la galvanique, il faut convenir qu'une règle générale semble impossible à trouver, et que même l'exception, à une telle règle, serait l'uniformité de ces effets.... Enfin l'un des plus grands obstacles à surmonter serait de savoir pourquoi cet agent électrique, et dans les corps qui le donnent, et dans ceux qui le reçoivent, est si propre, est si prompt à changer de la modalité positive à la négative, et réciproquement. *Amoretti* observe, à ce sujet, qu'un seul coup peut faire changer de pôle à l'aiguille aimantée.... Que même avec la pile galvanique, si on rompt le cercle électrique, on fait devenir pôle zinc le pôle cuivre ; et vice versa.... On voit encore un tel changement d'électricité positive en négative, en mettant en contact, avec le grand conducteur, telle ou telle partie de la machine ordinaire.... Cela me rappelle des expé-

riences qu'a publiées, sur l'électricité des copeaux de bois, le D. *Wilson*, fort analogues à celles du P. S. *Martin*, sur les fragmens du camphre, des résines, sur les aiguilles d'acier, etc. Le résultat général des premières est que, toutes les fois que du bois très-sec est raclé avec un morceau de verre, ces raclures sont toujours électrisées positivement si le bois est chaud, et négativement s'il est froid : mais que, si l'on emploie le tranchant d'un couteau très-affilé, les copeaux seront électrisés négativement, soit que le bois soit chaud, ou froid. L'auteur ajoute qu'en fendant et en séparant promptement en deux parties un morceau de bois sec et chaud, les deux surfaces qui étaient contigues, se trouvent être en deux états différens d'électricité, l'une d'elle donnant l'électricité positive, l'autre la négative.

Il paraît qu'ici toute la différence d'un couteau affilé, ou non affilé, (qu'il soit isolé ou non, par un manche de verre) tient à ce que le détachement des copeaux se fait avec plus ou moins de frottement entre le métal et le bois : et que de plus ce frottement, (contrairement à ce qu'on observe sur la tourmaline) est capable de remplacer, jusqu'à un certain point, la chaleur factice antécédente du morceau de bois. Mais avant ces expériences, et celles du P. S. *Martin*, l'on avait déjà connu que, selon la manière de détacher, de certains corps, des parcelles de leur substance, ces parcelles détachées donnaient, à l'électromètre, des indices d'électricité négative ou positive. L'on voit, d'après cela, à combien peu de chose tient la modalité électrique, telle ou telle : et d'après les épreuves ci-dessus, l'on devrait croire que toute la différence tient au degré ou à l'intensité de la même force, ou du même agent, du moins si l'on en juge par les seuls résultats de l'électricité ordinaire.

Au surplus, si la percussion, le frottement, l'isolation des corps ; si leur échauffement, ou refroidissement artificiel quelconque, ainsi que leur placement respectif, en contact, ou à telle distance, sont autant de moyens d'exciter et de modifier

l'action électrique qui leur est propre, ou la plus familière à chacune, dans telles circonstances données, l'on sentira combien il est difficile de s'entendre sur ce point très-important de la polarité négative ou positive; surtout encore si les moyens d'épreuve ne sont pas les mêmes. C'est ainsi, par exemple, que l'on est convenu d'appeler positive l'électricité du verre frotté sur un corps de laine, ou avec la main; et négative celle que donne la résine frottée de la même manière. Ces deux mêmes substances qui, avant le frottement, ne donnent aucun signe d'électricité à l'épreuve ordinaire, produisent, selon *Amoretti*, sur la baguette électrométrique, des effets tout à fait contraires à ceux que l'on obtient par le frottement. Or ces effets, sur le verre frotté, étant divergence et répulsion de la part des baguettes; tandis que la résine, également frottée, manifeste convergence et attraction, il s'en suivrait de deux choses l'une: ou que l'expression indicative de la modalité électrique, se fait en sens contraire des baguettes aux électromètres; ou bien que les deux substances ci-dessus, le verre et la résine, avant le frottement, expriment, au moyen des baguettes, la même sorte d'électricité que le frottement leur donne, par rapport aux électromètres. La même opposition se retrouve encore à l'égard des métaux, mis en piles, ou bien éprouvés séparément en dépôts: et ces résultats contradictoires ne laissent pas que d'embarasser beaucoup les théories prématurées. Ceux qui, par exemple, prétendent que le zinc, le plomb, l'étain, dans l'appareil *colonnaire*, possèdent une électricité négative, et le cuivre, l'or, l'argent, une électricité positive, semblent n'être pas d'accord entre eux, relativement à d'autres faits qui, pourtant, seraient une conséquence de cette première supposition. Au rapport d'*Amoretti*, les premiers de ces métaux expriment divergence et répulsion; tandis que les autres donnent convergence et attraction. Mais les mêmes métaux échauffés ou frottés, produisent des effets tout contraires..... M. *Volta*, attribuant à l'or, à l'argent, et au cuivre, un excès d'électricité, ou une électricité positive, pense qu'ils la donnent

au plomb, au zinc, et à l'étain, auxquels ils sont accouplés dans la pile. C'est au tube d'épreuve et à l'électromètre, qu'il appartient de décider cette question, concernant l'action combinée, ou corrélative, de métal à métal. Mais il n'en est pas de même des métaux séparés en dépôts, à en juger d'après le rapport des baguettes, chez ceux qui sont susceptibles de sentir cette action simple et isolée de chaque métal, sur chaque partie organique. Le mouvement divergent ou convergent, répulsif ou attractif, de cet instrument, montre évidemment, dit M. *Amoretti*, l'action du métal, sans aucune combinaison, sans aucune intervention auxiliaire, ( telle qu'est l'oxidation, par exemple, dans le mécanisme de la pile ). « Cela prouve, » continue cet auteur, que le zinc, entre autres, possède par lui-même, et sans toucher à d'autres métaux, cette surabondance de fluide qui fait éloigner de moi la baguette, ou la fait élever, c'est-à-dire, qui la repousse. Et comme on est convenu d'appeler électricité négative celle qui se manifeste quand un corps la soustrait au mien, et positive quand il m'en donne, j'appellerai positive l'électricité du zinc, et négative celle de l'or. La résine, ou la cire d'Espagne, non frottée, est positive, parce qu'elle repousse, et frottée, elle devient négative. Le verre présente les phénomènes opposés. Ainsi cette substance frottée, agit comme le zinc, et non frottée, elle agit comme le cuivre. La cire d'Espagne agit en sens contraire. » Selon le même auteur, une barre de fer aimantée, tenue entre les doigts, dans la direction du nord, donne divergence, et au sud, convergence, sans que rien puisse l'en empêcher. Cette même barre magnétique peut, selon lui, servir de moyen investigateur, pour reconnaître la modalité électrique des métaux. Si on la tient par le pôle nord, elle diverge : mais si l'on passe sur un courant d'eau, ou sur toute autre substance qui donne l'oscillation convergente, elle prend un mouvement rétrograde bien marqué. — Les oxides métalliques, hors du soleil, font l'effet des métaux ; et cet effet est tout opposé en plein soleil. Si le corps, qui reçoit l'impression

électrique du métal ou de l'oxide, est à l'ombre en même tems que le corps qui la donne, placé au soleil, est touché par le bout du pied, il n'y a aucun mouvement dans les baguettes; pas plus que dans l'expérience inverse. Cette différence de position, à l'ombre ou au soleil, fait également varier l'action électro-galvanique, que manifestent les arbres par leur tronc, ou par leurs racines..... Enfin la percussion plus ou moins répétée sur les pièces métalliques; le nombre et la qualité des enveloppes placées entre ces pièces et le corps organique, servant d'électromètre, font varier l'action du positif au négatif, et réciproquement; ou bien la rendent nulle, quant au mouvement des baguettes.

Mais il est une autre source, plus féconde encore de variations et d'anomalies, dans les résultats de ces épreuves délicates; c'est la différence qui se trouve dans l'aptitude de l'organisation même, à recevoir et à exprimer l'action divergente ou convergente, positive ou négative, de telle pièce métallique. En effet, outre la polarité générale, que tout annonce exister entre l'une et l'autre extrémités de l'organisme entier, il paraît qu'il y faut admettre des centres de polarité particulière ou locale, d'organe à organe, des régions circonscrites et correspondantes, d'une partie du corps à l'autre. M. *Amoretti*, persuadé de cette vérité, d'après ses expériences personnelles, a cherché à exprimer, par un dessin colorié, représentant une espèce d'écorché, les différences qu'il a observées, relativement à la divergence, à la convergence, et à la nullité de son instrument, par l'application qu'il a faite des diverses substances métalliques, ou autres, sur les différentes parties du corps des individus rbdomantes. Cette espèce d'anatomie vivante, électro-galvanique, pourra conduire à bien d'autres découvertes.

*Amoretti* cite, à l'appui de ses expériences, le témoignage de plusieurs autres physiciens très-connus, doués de la même propriété rbdomantique: il en donne même une liste sur laquelle se trouvent des noms fort célèbres. Il n'y a, sans doute,

plus besoin aujourd'hui, pour certifier les expériences fondamentales, de ce genre de conviction personnelle. Mais dès que des Professeurs en physique, sont devenus eux-mêmes de nouveaux *Thaumaturges* en rabdomantie, on doit tout attendre de leurs efforts, de leur zèle, et de leurs recherches combinées. Si ce n'est plus pour convaincre, ce sera au moins pour éclairer leurs confrères, sur tout ce qui a rapport à ce phénomène, devenu désormais aussi intéressant pour la physique en général, que pour la physiologie et la minéralogie. Quant à moi, il y a long-tems que ma tâche est remplie envers les curieux, comme envers les savans..... Dans l'ouvrage qui me reste à faire sur la topographie des mines, spécialement électrophores, on verra jusqu'à quel point cette science minérographique, à l'instar de l'astronomie, peut se compléter à force de tems, d'observations et d'instrumens ; comment aussi, sur cette connaissance des fossiles de cet ordre<sup>2</sup>, diversement entassés ou étagés, combinés ou espacés, dans les différens segmens, dans les stratifications différentes de la terre, et rapprochés des amas ou des courans d'eau, doit se fonder l'explication des plus grands phénomènes de la physique souterraine..... On verra enfin que dans l'application pratique de cette science, ainsi que des instrumens qu'elle adopte, à la recherche des mines et des eaux sous terre, il se rencontre des écueils de plus d'une sorte, et des erreurs difficiles à éviter. Lorsqu'il s'agit de procéder à l'investigation spéciale de ces substances, pour en indiquer le site, l'extension, la profondeur, la masse, et l'espèce, c'est presque toujours un problème fort compliqué que l'on a à résoudre. C'est, en effet, uniquement sur les atmosphères électriques de ces différens corps, plus ou moins éloignés de l'individu minérographe, que doit se fonder le rapport de l'instrument électrométrique qu'il représente. Mais ces atmosphères, outre que l'on ne connaît pas assez leurs modes corrélatifs, leurs dimensions, leur intensité, à l'égard des corps qui les perpétuent dans l'état naturel, sont encore assujettis à bien des variations, des aberrations, dépendantes

de l'état météorique actuel. On ne peut donc apporter trop de précautions à ces recherches, pour en certifier les résultats, pour en discerner les circonstances, par des épreuves répétées, en tout état de l'atmosphère. Mais il faut surtout se garder de convertir en objections contre la science elle-même, les exceptions que présentent ces résultats, ainsi qu'on l'a fait jusqu'à présent : procédé aussi peu conforme aux règles de la bonne logique, qu'aux lois de la bonne physique.

---

### SUITE DU III<sup>e</sup>. DISCOURS.

#### *Plan d'expériences avec les piles.*

DES expériences semblables à celles que l'on projette ici, ayant été faites autrefois, d'abord avec les mines et les métaux sous terre, puis avec les machines électriques ordinaires, il étoit tout naturel de les confronter avec les appareils galvaniques. Par cette confrontation sévère, étendue à tous les genres d'épreuves, entre les effets que produit, ou peut produire, le fluide électrique proprement dit, ceux de l'électro-galvanique, et du souterrain, sur les individus des deux classes, c'est-à-dire, les rabdomantes et les non-rabdomantes, on éclairera de plus en plus les analogies essentielles, qui déjà se manifestent entre les fluides de ces diverses origines; et si l'on y découvre des exceptions, des variations, (comme il en existe entre les individus de part et d'autre) ce ne sera que dans les modes accidentels de ce fluide. Ces sortes d'épreuves répétées, multipliées partout, prouveront peut être un jour, que

les électromètres organiques , pris dans leur ensemble , et avec leurs idio-sincrasies diverses , peuvent faire tout ce que font les électromètres ordinaires de la physique. On peut dire même , dès-à-présent , qu'ils font plus que ceux-ci , pour reconnaître l'électricité dans tous ses états , dans tous ses foyers ; soit pour ce qui concerne le fluide galvanique , ou hydro-métallique ; soit pour l'atmosphérique et le souterrain , subordonnés l'un et l'autre aux influences météoriques.

Mais pour procéder à de telles recherches , il est des points fondamentaux qu'il ne faut jamais perdre de vue , si l'on ne veut pas risquer de confondre les effets propres de tel ou tel agent , soumis à telle épreuve , organique ou instrumentaire , des électromètres quelconques. Il est connu , par exemple , que la masse plus grande d'électricité , dans les procédés électriques ordinaires ; que la vitesse plus grande dans ceux du galvanisme , sont des circonstances qui , avec la continuité ou l'intermission du courant , sont très-capables de modifier son action mécanique , organique et chimique. — C'est une vérité non moins prouvée , que l'appareil galvanique est plus propre à entretenir un courant continu de ce fluide , par l'action continuée dans un cercle de conducteurs non-isolés ; tandis que l'appareil électrique ordinaire est plus propre à accumuler l'électricité dans une série de corps isolés : et pourtant la force tensive ou commossive de celui-là , par l'extension des batteries , peut être portée au plus haut degré de celui-ci. — Il est connu aussi que le fluide de la pile , au lieu d'être immédiatement communiqué aux corps organiques , reçoit un accroissement

sensible, pour donner la commotion, si on le fait traverser l'eau ou les métaux, ceux-ci homogènes ou hétérogènes, avec les disques polaires. — Il n'est donc pas indifférent de former le cercle galvanique avec les conducteurs métalliques, organiques ou mixtes, pas plus qu'avec les organiques rbdomantes ou non-rbdomantes: et de la constitution distincte de ceux-ci à ceux-là, dérive l'action diverse des métaux sur les uns et les autres, tant dans les procédés d'électrométrie souterraine, que dans ceux du galvanisme. — Dans ceux-ci, tous les métaux, comme conducteurs, étant également propres à donner la commotion, mais non la scintillation, il s'agit de savoir, ainsi que dans le cas précédent, ce qu'il en sera pour la rotation des baguettes, laquelle ne correspond pas toujours à la commotion, ni toutes deux à la tension électrométrique ordinaire. — Mais ce qu'il y a de remarquable à l'égard de l'électricité, prise en général et dans ses divers foyers ou appareils, c'est qu'elle ne semble pas exercer le même degré, ni le même mode d'action, selon que les corps qui l'émettent ou qui la reçoivent, sont isolés ou non-isolés. On sait qu'à ces deux égards, l'électricité ordinaire diffère beaucoup de la galvanique, de la souterraine et de l'atmosphérique; mais cette différence pourtant est moindre pour les rbdomantes, que pour les autres hommes; bien que pourtant ceux-là isolés reçoivent, plus fortement que non-isolés, l'action de l'électricité commune, galvanique et souterraine. — Si l'on admet donc que l'électricité, dans ces divers foyers, ne reconnaît pas précisément les mêmes isolateurs, les mêmes conducteurs, ni les mêmes condensateurs, il faudrait, pour obtenir

des résultats précis, dans les expériences de comparaison, avoir déterminé quels sont les meilleurs conducteurs ou isolateurs du galvanisme, comme on l'a fait pour l'électricité ordinaire. On a dit que celui-là, au contraire de celle-ci, paraît offrir une plus grande aptitude à se condenser sur les surfaces métalliques, que sur les vitrées. L'on a trouvé aussi quelque différence, quant aux fonctions de l'eau, etc..... Que la présence de celle-ci, dans la composition de la pile, soit une condition nécessaire, et de la plus grande influence, pour développer le fluide galvanique, l'expérience le prouve, et la théorie veut l'expliquer. Mais il faut, en outre, reconnaître que ce fluide, étant déjà produit, lancé sur les métaux, sur les corps organiques, s'accroît en touchant à des corps humides. Enfin, dans l'exercice de cet appareil *colonnaire*, il est des phénomènes chimiques, productibles, dit-on, par l'action d'un seul pôle, telle que la scintillation ou combustion métallique; tandis que l'intervention des deux pôles est nécessaire pour la production des phénomènes physiques, ou de tension électrique. Mais il y a encore, à cet égard, des différences entre les individus rbdomantes et ceux qui ne le sont pas.

Parmi les expériences électro-galvaniques que suggèrent les réflexions que l'on vient de voir, à l'égard du parallèle qu'il s'agit d'établir entre ces deux sortes d'individus, l'on a cru devoir choisir les suivantes, pour être exécutées avec un appareil très-fort, celui à quatre colonnes de deux cents paires de disques, cuivre et zinc, dont on a parlé ci-dessus.

1°. *L'appareil sera isolé, et non isolé, alternatif.*

*ment. — Pennet, en sens inverse, non isolé : — puis isolé par les pieds ; et, de plus, cohibé par la tête, au moyen d'un mouchoir de soie, et d'un bonnet de verre. — L'appareil et Pennet seront isolés à la fois : — puis non isolés ni l'un, ni l'autre.*

*2°. Pennet, dans ces différentes positions, sera mis en communication avec l'appareil, moyennant un double conducteur métallique, ( chaîne ou fil ) attaché, d'une part, aux deux pieds, ou aux deux mains : à la tête seule : puis à celle-ci, et à celles-là en même tems : et, d'autre part, ou par l'autre extrémité, il communiquera alternativement avec le pôle négatif, avec le positif, avec tous les deux à la fois : — puis enfin l'un avec la tête, et l'autre avec la main.*

*3°. Mémes expériences seront faites avec les non-rabdomantes, tenant, ainsi que Pennet, sur les deux indexes, des baguettes courbes et légères, de bois ou de métal, cuivre, fer, laiton. — Les mains tantôt sèches ou mouillées d'eau salée : tantôt exposées à la vapeur de l'eau chaude, de l'ammoniaque, ou à celle du charbon allumé.*

*4°. Les conducteurs métalliques, partant de chaque pôle séparément, ou des deux pôles réunis, pour arriver aux poignets, seront tenus plongés, ou non, dans des vases d'eau pure, d'eau salée. — Alors aussi chaque individu, l'un après l'autre, en état d'isolement et de cohibence, outre l'épreuve des baguettes, fera aussi celle des boules ou pendules, dits électrométriques : puis celles des thermomètres ; des électromètres à condensation ; de la balance à soie ; de l'excitateur à étincelle.*

5°. *Au lieu des conducteurs métalliques ci-dessus ; on établira la même communication entre les pôles de l'appareil et l'individu rādomante , par le moyen d'autres individus non-rādomantes , servant alors simplement de conducteurs organiques : de manière que le premier , placé entre les deux autres , reçoive , par eux , de chaque pôle , le fluide modifié , ou non modifié. — On fera ensuite l'expérience inverse , de manière que le rādomante , communiquant aux deux pôles , transmette le fluide au non-rādomante , pour observer , dans les deux cas , le fait de la rotation , et celui de la commotion.*

6°. *Les deux individus étant iso'és à la fois , l'on formera le cercle électrique avec les fils ou chaînes , provenans de chaque pôle , et communiquans aux poignets , de manière que chaque individu , tenant la baguette sur ses doigts , soit électrisé par l'autre. Mais , pour cela , il faut que les doigts de l'un soient immédiatement appliqués sur ceux de l'autre , afin de savoir si , comme avec l'électricité ordinaire , le rādomante communique , à celui qui ne l'est pas , la propriété rotatoire.*

7°. *Il sera formé un appareil électrométrique , analogue à celui fait à Udine et à Verone , en 1793 , (voyez pl. 2<sup>e</sup>. , fig. 5 et 6). Il sera isolé en faisant porter une légère baguette métallique sur deux pilliers de verre ; de façon que la baguette soit bien équilibrée , et par là plus mobile. — Il sera ensuite désiso'é au moyen d'une petite chaîne touchant à terre. — Cet*

*appareil sera galvanisé aux deux points d'appui, d'abord par le pôle positif de la pile, avec deux fils : puis par le pôle négatif : puis par tous les deux. — Ensuite les deux individus non isolés, isolés, cohibés, seront appliqués à l'appareil électrométrique, et à la pile hydro-métallique, séparément, conjointement.*

8°. *Enfin, dans le cours de toutes les expériences précédentes, les affections organiques que'conques, (correspondantes, ou non, aux résultats instrumentaires) savoir les commotions partielles ou générales, les pulsations artérielles, la calorité, les sensations diverses, seront observées, et soigneusement confrontées, entre les rādomantes et les non-rādomantes. — Puis faisant chaîne entre eux et avec un tiers, on placera alternativement le rādomante tantôt au principe, tantôt à la fin, tantôt au centre de la susdite chaîne, composée de trois, de cinq, de sept personnes.*

---

La plus grande partie des expériences ci-dessus a été exécutée ; l'autre n'a pu l'être, et le sera en tems et lieu. Il suffira, pour le présent, de transcrire ici le résumé succinct de celles qui ont été faites, lesquelles, en quelque sorte, tiennent lieu de celles qui restent à faire. En général, la pile galvanique isolée a produit moins d'effet, quant à la rotation des baguettes, et à la sensation convulsive, que la pile non-isolée : et ce double effet a été constamment aussi moins marqué sur *Pennet* non-isolé, que sur *Pennet* isolé par les pieds, et cohibé par la tête. Isolés

l'un et l'autre , la même action a été plus sensible que sans isolement de part et d'autre. Il est remarquable toutefois que ces expériences , ayant été faites en deux journées tout-à-fait différentes , sous les rapports météorologiques , elles ont eu des résultats fort différens , quant au plus et au moins ; et cette différence ne peut guères s'attribuer qu'à celle de l'atmosphère , qui , le samedi , était humide et scirocale ; tandis que , le lundi , elle était sèche , froide et venteuse.

Selon l'opinion la plus ordinaire , parmi les galvanistes , l'on pourrait croire qu'à raison de cette humidité atmosphérique , la machine hydro-métallique , bien qu'isolée le samedi , dans presque toutes les épreuves , et privée par-là de son aliment principal et reproductif , tiré du sol , a pourtant produit plus d'effet que le lundi , où les piles non-isolées le tiraient à-la-fois du sol et de l'air. Mais celui-ci étant très-sec le lundi ( sous un vent grec-levantin ) , n'a pu fournir que peu d'action à la machine , soit qu'on le considère comme simple conducteur , ou comme excitateur , soit comme intermède d'oxidation , autre source reproductrice du fluide. Mais il faut pourtant noter que si , d'après l'aveu de la plupart des phisiciens , l'appareil hydro-métallique ( qu'il soit isolé ou non-isolé ) , acquiert plus d'activité , à raison de l'humidité de l'air , celle-ci devrait être moins propre que l'air sec , à manifester au dehors cette activité. C'est du moins ce que j'ai observé constamment sur *Pennet* et ses semblables , tant de la part des mines et des métaux sous terre , qu'avec les machines électriques ordinaires ; et cela s'expliquerait par l'espèce de soutirement qu'exercerait , sur ces individus ,

l'air humide avec lequel ils sont en contact. Ce qu'il y a de certain, c'est que, dans les épreuves galvaniques dont il s'agit, il y a eu une sorte de corrélation entre la rotation des baguettes et les autres effets de la pile, telle que le choc, la scintillation, la sensation, etc. Ces effets ont été sensiblement moindres le lundi que le samedi; et il en a été de même à l'égard des commotions, des secousses nerveuses partielles, tant sur *Pennet* que sur les autres.

Je rappellerai en passant, qu'avec les mains mouillées d'eau pure, ou d'eau salée, ainsi qu'avec les deux chaînes plongées dans cette dernière, avant d'arriver aux mains de *Pennet*, la rotation a été moindre que dans les cas contraires : tandis que la commotion a été plus forte, tant pour *Pennet* que pour les autres individus, attachés comme lui aux deux pôles de la pile. En général, il m'a paru que le prolongement des conducteurs métalliques de la pile à *Pennet*, et de lui à l'appareil électrométrique (*voy.* 7°.), a porté une diminution sensible dans l'action galvanique, comme cela s'observe pour celle de l'électricité ordinaire, et de l'électricité souterraine des métaux et des mines.

J'ai déjà dit que, sur *Pennet*, l'influence galvanique est plus forte lorsqu'il est isolé et cohibé, que lorsqu'il ne l'est pas. Mais la seule particularité, quant à la commotion, est que *Pennet* isolé l'éprouve de la part d'un seul pôle, négatif ou positif, de l'appareil à quatre colonnes; tandis que, chez les autres, elle n'est sensible que lorsqu'ils communiquent aux deux pôles à la fois. Cependant, bien que *Pennet* lui-même la sente plus fortement avec les deux pôles, qu'avec un seul, il ne m'a pas été suffi-

samment prouvé que , dans le premier cas , elle soit plus forte chez lui que chez les non - rbdomantes , ni que ceux-ci , à l'instar de *Pennet* , l'éprouvent plus forte , étant isolés que non-isolés. Comme il ne s'agit ici que d'affections convulsives intérieures et prolongées , plutôt que de vraie commotion , avec soulèvement instantané des tendons , avec trépidation des muscles , le plus ou le moins n'est pas aussi facile à juger , à mesurer , dans les expériences avec la pile galvanique , que dans celles avec la machine électrique , ou sur les mines et sur les métaux entassés. Sur ceux-ci , *Pennet* étant isolé de tout le corps , excepté la partie qui est en contact avec le sol , la commotion est plus forte que sans aucun moyen d'isolement et de cohérence. Avec la machine électrique aussi , l'isolement et la cohérence renforcent de beaucoup l'action , mais ne sont point nécessaires pour lui , comme pour les autres individus. Enfin , ceux-ci reçoivent , sans aucun mouvement rotatoire des baguettes , toute la force de l'influence galvanique , qu'ils soient isolés ou non ; et , chez *Pennet* , cette force se manifeste , et par la commotion , et par la rotation , à mesure qu'il est isolé et cohibé. Mais malgré ces moyens auxiliaires , elle n'a jamais été portée au point de causer chez lui , et moins encore chez les autres , une altération bien sensible , ni de chaleur , ni de pulsations artérielles , comme cela lui arrive sur les mines , sur les métaux en masse , et sur la machine électrique.

Au reste , pour rechercher encore d'autres différences , quant aux affections organiques , entre les rbdomantes et les non-rbdomantes , dans les procédés galvaniques , on a varié ceux-ci de plusieurs manières. *Pennet* , appli-

qué le premier aux deux pôles, négatif et positif, de l'appareil à quatre colonnes, n'a pas empêché qu'une autre personne, mise après lui, et avec lui, dans la même position, n'ait éprouvée une égale commotion. L'expérience inverse a donné le même résultat : ce qui prouve que l'appareil n'est pas plus déchargé par l'un que par l'autre individu. Mais ce résultat, fort remarquable, en ce qu'il établit une différence de plus entre le galvanisme et l'électricité, prouve en même-tems que la théorie de celle-ci ne convient pas en tous points à celui-là.

Parmi les autres épreuves de comparaison qui ont été faites, celles qui, d'après les méthodes indiquées par M. l'abbé *Dal-Negro*, font éprouver la sensation acide, et la scintillation intérieure, n'ont montré aucune différence entre *Pennet* et les autres. L'on a seulement observé qu'en faisant une chaîne de trois ou cinq personnes, communiquant aux deux pôles, *Pennet* sent plus fortement la commotion, lorsqu'il se trouve placé au centre de la chaîne, que lorsqu'il l'est aux extrémités ; tandis que, pour les autres individus, il arrive tout le contraire, selon M. l'abbé *Dal-Negro* ; c'est-à-dire, que ceux placés au centre de la chaîne, à force égale de la machine, et proportionnée au nombre, ne sentent rien ou presque rien.

Quoiqu'il en soit, le véritable attribut distinctif, qui résulte des expériences ci-dessus, et qui caractérise exclusivement *Pennet*, et le distingue de ses semblables, c'est la rotation des baguettes : c'est là aussi ce qui a fait le principal but de ces expériences. Elles m'ont donné quelques résultats, à la vérité, un peu différens de celui qu'a observé lui-même M. *Amoretti*, et que j'ai déjà rapporté

dans le cours de la première lettre ci-dessus. Mais cette différence peut tenir à celle du dispositif même de l'appareil qu'il a employé, et avec lequel il a obtenu la double rotation des baguettes, en dehors et en dedans, sur les deux pôles homogènes des deux piles, celles-ci communiquant à leur base, par les disques polaires également homogènes. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'à Padoue, avec *Pennet*, nous avons obtenu, comme lui à Milan, sur cet appareil à deux colonnes, la rotation centrifuge ou positive sur les deux pôles zinc, et la rotation contraire sur les deux sommets cuivre; avec la différence toutefois que, dans ce dernier cas, ç'a été plutôt une oscillation, ou une tendance en dehors, qu'une rotation complète.

Mais il n'en a pas été tout-à-fait ainsi sur le grand appareil à quatre colonnes, ayant à ses deux extrémités les deux pôles cuivre et zinc. En effet, sur chacun de ces deux pôles, séparément, *Pennet*, mis en communication par deux chaînes, attachées, d'une part, au même pôle, et de l'autre, aux deux mains, nous avons observé la même rotation de dedans en dehors, ou positive, de part et d'autre : ç'a été plus faiblement à la vérité sur le pôle cuivre que sur le pôle zinc; et la commotion aussi sur le premier, a été plus faible que sur l'autre. Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que *Pennet* communiquant à la fois aux deux pôles, par deux chaînes tenant à ses mains, la rotation, également en dehors, ou positive, a été plus marquée, et la commotion plus sensible; tandis qu'avec les deux chaînes communiquant à la tête seulement, la rotation a été en sens contraire, c'est-à-dire de dehors en dedans, ou négative; mais elle a été plus

faible de moitié que sur les deux mains. Enfin , si l'on établit en même-tems la communication des deux pôles avec les mains et la tête , ou bien un pôle avec la tête , et l'autre avec les mains , la rotation est nulle , bien que la commotion reste la même.

Il est à observer que , dans ces expériences , c'est toujours le moment de la mise en communication , des individus rbdomantes avec l'appareil galvanique , qui donne les résultats les moins équivoques , ou les plus apparens , surtout quant à la rotation des baguettes ; bien qu'à ce premier instant il y ait presque toujours une oscillation incertaine , quelle que soit la détermination électrique , positive ou négative. Il semble qu'après cette impulsion rotatoire passagère , succédant rapidement à l'oscillation incertaine , il s'établit bientôt chez ces individus , ou une surcharge , ou une équilibration de fluide , soit dans tout le corps , soit d'une partie à l'autre. Cela faisant disparaître promptement la rotation des baguettes , fait diminuer en même-tems la commotion , la trépidation des muscles. Aussi est-il nécessaire de les détacher souvent de l'appareil , et de les soustraire aux moyens d'isolation et de cohibence , pour les rendre de nouveau , moyennant ce repos momentané , habiles aux mêmes expériences.

La même chose s'observe , en tous points , dans celles faites avec les mines et les métaux enfouis , et avec la machine électrique ordinaire. L'on retrouve également , dans les unes et dans les autres , que le fluide dirigé à la fois sur les deux extrémités du corps , la tête et les pieds ( ou les mains ) , intercepte la rotation , en laissant subsister la commotion. Il est remarquable aussi que , sur les

métaux et les mines d'électricité opposée, négative ou positive, la rotation, en deux sens contraires, est toujours bien plus prononcée au positif qu'au négatif; tandis qu'elle est équilibrée, ou réduite à oscillation sur tous les deux. Elle est également plus forte lorsqu'une seule et même force, électrique ou métallique, positive ou négative, est dirigée sur les pieds ou sur les mains, que lorsqu'elle l'est sur la tête : et pourtant cette action change du positif au négatif, lorsqu'elle passe d'un point ou pôle organique à l'autre, c'est-à-dire, de la tête aux pieds; tandis qu'elle s'équilibre, au moins quant à la rotation, lorsqu'elle est communiquée en même-tems de part et d'autre.

De cette comparaison abrégée entre les effets du galvanisme et ceux de l'électricité souterraine, comme de celle-ci à l'électricité ordinaire, par rapport à *Pennet* et à ses semblables, il résulte une sorte de contradiction, au moins apparente, laquelle fera naître, sans doute, une question non-facile à résoudre : savoir, pourquoi ces individus, étant mis en communication par les mains, ou par les pieds, avec les deux pôles cuivre et zinc de la pile à quatre colonnes, la rotation a lieu néanmoins; tandis que, mis en contact, par les pieds ou par les mains, avec deux métaux d'électricité opposée, comme le fer et le plomb, enfouis ensemble, ou en deux dépôts voisins, la rotation est interceptée : et si elle a lieu, en deux sens contraires, ce n'est que quand, dans ce dernier dispositif, *Pennet* se soutient alternativement par un pied ou par l'autre, tantôt sur le fer et tantôt sur le plomb..... Il semble en effet que, dans le cas de la pile, les deux pôles négatifs et po-

sitifs, étant en communication avec les mêmes parties du corps de *Pennet*, leur action devrait être neutralisée, quant à la rotation des baguettes, comme elle l'est dans le cas du dépôt mixte, ou des deux dépôts contigus. Cela serait d'autant plus présumable, que lorsque l'action simple ou composée de la pile, c'est-à-dire, celle de chaque pôle séparé, ou des deux pôles réunis, est dirigée à la fois sur la tête et sur les pieds, la rotation cesse, comme cela arrive lorsqu'on applique l'action d'un seul métal sur les deux points organiques opposés, ou celle de deux métaux contraires sur le même point; tandis que l'action de ces métaux hétérogènes étant dirigée à la fois, l'une sur les pieds, l'autre sur la tête, la rotation se reproduit. Enfin il semblerait résulter de là qu'entre les deux pôles de la pile, et la double polarité des métaux sous terre, l'on ne doit pas admettre une parité parfaite, lorsque l'une ou l'autre action est appliquée aux pôles organiques homogènes des pieds ou des mains, comme elle paraît exister lorsque cette action est dirigée sur les pôles opposés de la tête et des pieds. Mais quelle peut être la cause de cette différence? Faut-il la rechercher dans la construction de la pile organique, ou bien dans celle de la pile hydro-métallique?

Au surplus, en attendant que des expériences multipliées aient donné les moyens de résoudre cette question, je m'en tiendrai, pour le présent, à deux observations que m'ont fait naître les résultats un peu différens de la première expérience de M. *Amoretti*, avec les deux colonnes, et des miennes avec les quatre colonnes. Il faut convenir, d'une part, que toutes les lois de la répartition

du fluide galvanique , dans la construction diverse de ces piles, ne nous sont point encore connues : non plus que les modifications que paraît subir ce fluide, lorsque passant des métaux à l'eau , et réciproquement , il décompose celle-ci, et oxide ceux-là, se perpétuant ou se reproduisant par ce double mécanisme. Il faut convenir, d'autre part , que, dans cette organisation complexe de la pile hydro-métallique, le pôle positif exerce une action bien supérieure à celle du pôle négatif, à en juger par tous les effets, tant chimiques que mécaniques, qu'elle produit. Or, en plaçant, parmi ces derniers, la rotation des baguettes, (comme, parmi les autres, les sensations diverses), on pourrait peut-être expliquer pourquoi, dans les expériences avec la pile, l'action prédominante du pôle positif neutralise, en quelque sorte, celle du pôle négatif, au moins quant à la rotation; tandis que, dans les expériences avec les dépôts métalliques, chaque métal, en contact, ou avec un autre métal, ou avec la terre, sans l'intervention de l'eau, sans décomposition de celle-ci, sans oxidation de ceux-là, exerce sur chaque pôle organique du raddomante, son action propre, et non modifiée.

Quoiqu'il en soit, je me suis empressé de communiquer à M. *Amoretti*, et mes résultats et mes réflexions, avant de les livrer au public. Et comme c'est lui qui, le premier, a placé la baguette électrométrique au rang des instrumens galvanomètres, c'est à lui aussi qu'il appartient d'en mieux faire connaître tous les modes, ainsi que les raisons physiques de ces modes. Au reste, si *Morveau*, *Lehot*, *Graperon*, et tant d'autres, se sont occupés,

par les seuls résultats du *galvanisme*, à distinguer un pôle de l'autre, un métal de l'autre métal, ils n'ont fait qu'imiter ce que nous avons fait l'un et l'autre, et ce que nous cherchons à faire, par les procédés d'*électrométrie* souterraine, par la rotation des baguettes, par les commotions et les sensations diverses, etc. Mais c'est sur-tout par la combinaison de ces différens résultats, ainsi que par l'exercice assidu de cette faculté sensitive, chez ceux qui la possèdent, comme par l'étude également assidue de ceux qui seront à portée de l'observer, que l'on viendra à bout de composer une minérographie souterraine, telle que je l'ai déjà annoncée ci-dessus.

LORSQU'ON sera bien persuadé que du concours des expériences faites avec l'électricité commune, comme avec celle des métaux, soit en piles, soit en dépôts sous terre, doit résulter un accroissement de lumière propre à les perfectionner les uns et les autres, l'on ne manquera pas de trouver de nouveaux procédés, et des appareils nouveaux, utiles à ce double but. L'on a vu, dans la deuxième planche, quelques-uns de ceux relatifs aux épreuves avec l'électricité souterraine, et avec celle des machines ordinaires. L'on y a aussi inséré quelques essais avec des piles galvaniques diversement composées, et combinées entre elles, pour observer la rotation des baguettes.

Dans la figure 9<sup>e</sup>., les deux piles à disques, cuivre et zinc, indiqués ici par leurs caractères chimiques respectifs, sont formées de la même manière, ayant à leurs sommets les pôles zinc, et à leurs bases les pôles cuivre, ceux-ci mis en communication, l'un avec l'autre, par une bandelette de laiton, *m*, comme dans l'appareil de l'abbé *Amoretti*, (voyez p. 146). Sur les deux sommets zinc sont appliquées les deux mains de *Pennet*, et sur ses deux indexes, les petites baguettes courbes, *n*, de bois ou de fer. La rotation de celles-ci se fait en dehors,

c'est-à-dire, passant alternativement de la convergence à la divergence. Avec une double pile, disposée en sens contraire, savoir les pôles cuivre aux sommets, la rotation, mais plus faible, se fait en dedans, c'est-à-dire, de la divergence à la convergence. Enfin la rotation s'exécute dans le premier sens, ou centrifuge, si l'on accouple, par leurs bases hétérogènes, cuivre et zinc, deux piles semblables.

La figure 10<sup>e</sup>. représente les mêmes piles, mais se communiquant par la diagonale, *m*, de la base de l'une au sommet de l'autre, et par conséquent du pôle zinc au pôle cuivre. La baguette tenue, comme dans le cas précédent, sur les deux sommets, éprouve la rotation en dehors, ou positive, plus fortement que dans le premier cas. Même résultat, si l'on établit une double communication par une deuxième bandelette en diagonale, d'une pile à l'autre, pourvu que ces deux conducteurs, en forme de *X*, ne se touchent point entre eux.

Dans la figure 11<sup>e</sup>. , la communication, entre les piles, est établie, par leurs sommets, au moyen de l'arc, *m*, qui touché aux deux derniers disques, cuivre et zinc. Dans ce dispositif, la position de la baguette est la même, c'est-à-dire, qu'elle est soutenue sur les deux indexes. Mais ici l'expérience peut être faite de deux manières. Ou les mains, au lieu de recevoir le fluide des deux sommets, en contact immédiat avec eux, le reçoivent seulement des deux bases, au moyen des fils polaires, *o*, *o*, attachés à ces mêmes bases. Ou bien elles le reçoivent à la fois, par les bases, au moyen des fils, et par les sommets auxquels elles sont appliquées. Et notez que ces bases et ces sommets, au lieu d'être homogènes, zinc et zinc, ou cuivre et cuivre, comme dans les appareils précédens, sont formés de disques hétérogènes, zinc et cuivre. Ici encore la rotation est centrifuge ou positive, si l'expérience se fait avec la communication des bases ou des sommets, séparément; tandis que cette rotation est nulle, si la double communication existe: comme aussi, dans les deux cas de l'action séparée, elle est nulle, si on établit une communication entre les mains et la tête.

Dans la figure 12<sup>e</sup>. , les piles composées , comme dans l'antécédente , et en sens inverse l'une de l'autre , sont mises en communication , par leur milieu , au moyen de la bandelette , *m* , laquelle touche à deux disques homogènes , cuivre et cuivre. La communication de ceux-ci , par les fils polaires , *o* , *o* , se fait avec les deux mains du tourneur , lesquelles , comme dans le cas précédent , touchent ou ne touchent point aux deux sommets des piles. Dans ce dernier dispositif , la baguette , appliquée sur les indexes , éprouve une légère rotation en dedans , laquelle cesse aussitôt , si l'on fait , dans le même instant , communiquer les mains aux deux fils et aux deux sommets des piles homogènes. L'on concevra mieux ces résultats instrumentaires avec les piles composées , lorsqu'on en verra , par la suite , les résultats chimiques.

Il est d'autres méthodes encore d'essayer les baguettes électrométriques , pour reconnaître la polarité des métaux et des mines , dont l'action est appliquée aux diverses parties du corps , chez ceux qui en sont susceptibles. Le Professeur *Calamini* , et l'abbé *Amoretti* , d'après leurs propres expériences , ont proposé les suivantes , (voyez fig. 13 et 14 , pl. 2<sup>e</sup>.). La première est une baguette de bois , droite et flexible , de quatre à cinq pieds , *a* , *b* , tenue d'une seule main , dans une situation horizontale. La pointe *b* , étant présentée à un pouce ou deux des corps métalliques , ou autres , capables d'imprimer aux baguettes courbes , tenues des deux mains , un mouvement oscillatoire , ou rotatoire , en dehors ou en dedans , l'on voit cette pointe s'éloigner ou s'approcher de ces corps , pour se porter en *d* , ou en *c* , selon qu'ils appartiennent à la classe des positifs , ou des négatifs. La même chose a lieu , dit-on , c'est-à-dire , l'attraction ou la répulsion de la baguette , si , au lieu de présenter la pointe dans la sphère d'action des corps métalliques , on place ceux-ci sous les pieds , sur la tête , etc... L'autre figure 14<sup>e</sup>. , à peu près analogue à l'arc métallique , n<sup>o</sup>. 15 ci-dessus , est un os de baleine , courbé au feu en demi-cercle , avec les deux extrémités prolongées horizontalement

en *a* et *b*. Celles-ci, enveloppées d'étoupes mouillées, sont introduites dans deux tubes de bois, minces et percés de plusieurs trous, afin que l'humidité se puisse communiquer à la main qui les empoigne. L'on peut substituer à ces tubes, ou étuis, de petites cannes de millet, ou de sureau, dont la moelle tient lieu d'étoupes. L'immobilité de ces étuis, servant de double manche à la baguette, est rendue sensible, dit M. *Amoretti*, par les deux stilets ou fiches, *c, c*, verticalement fixés au tube; et le mouvement de divergence ou de convergence, tout à fait indépendant d'une action mécanique, est toujours conforme à l'électrophoricité des métaux ou des mines.

Selon cet auteur, l'attraction de la baguette droite, tenue d'une seule main, correspond à l'oscillation convergente de la baguette courbe, tenue des deux mains; et la répulsion, ou l'écartement de la première, correspond à la divergence de la deuxième. Or les deux premiers modes se faisant remarquer sur le fer, le cuivre et l'or; sur les sources, ainsi que sur le verre frotté, il les rapporte au mode positif de l'électricité: tandis que les deux autres, c'est-à-dire, la répulsion et la divergence ayant lieu sur le zinc, le plomb, l'étain, sur le soufre, ainsi que sur la résine frottée, il les rapporte au mode négatif de l'électricité.... On a déjà vu ci-dessus, qu'en comparant ces résultats avec ceux de *Pennet*, nous semblons être d'accord en ce que la rotation positive, selon moi, est celle qui se fait lorsque l'action des trois premiers métaux, celle des cours d'eau, et celle des machines électriques ordinaires, est dirigée sur les pieds, (reconnus, par moi, pour exprimer, dans l'état naturel, la polarité négative de l'organisme rhabdomantique). La rotation, en sens inverse, ou négative, a lieu, au contraire, sur les trois autres métaux, sur le soufre, et avec la machine électrique négative, dont l'action est également appliquée sur le pôle inférieur de l'organisme.... Nous sommes aussi d'accord, à ce que je crois, à l'égard des effets tout opposés, qu'expriment les baguettes d'*Anfossi*, d'*Amoretti*, et celles de *Pennet*, lorsque ces deux sortes d'action sont appli-

quées au pôle supérieur, ou céphalique. Mais ce en quoi nous différons, c'est que, chez *Pennet*, la baguette, en liberté sur les indexes, ayant la courbe en bas, et celle d'*Amoretti*, la courbe en haut, la divergence de celle-là correspond à la rotation dite *centripète*, et la convergence à la *centrifuge* : c'est-à-dire, que dans le premier cas, la convergence conduit à la rotation centrifuge, et la divergence à la centripète ; tandis que dans le deuxième cas, c'est tout le contraire. Ainsi en supposant une rotation complète de part et d'autre, comme elle arrive constamment chez *Pennet*, tantôt en dehors, sur les corps réputés positifs, et tantôt en dedans, sur les négatifs, il en résulterait, comme on l'a dit, que la double rotation, tant centrifuge, que centripète, devrait être entendue en sens contraire, la baguette ayant la courbe en bas ou en haut. Enfin cette rotation étant le résultat d'un mouvement composé, passant de la divergence à la convergence, et réciproquement, c'est le premier branle qui détermine la polarité. Toute la différence, entre l'une et l'autre méthodes, consiste donc, non dans l'oscillation momentanée, convergente et divergente, dont l'expression est la même de part et d'autre, mais dans la rotation complète et durable des baguettes, tenues avec la courbe en haut ou en bas : avec la courbe en bas, la rotation complète, indicative de la polarité positive, se fait à rebours de ce qu'elle est avec la courbe en haut : et réciproquement, lorsqu'il s'agit de la rotation indicative de la polarité négative. Mais pourtant, dans les deux cas, le premier effort, ou la première tendance, au positif, est la convergence, et, au négatif, la divergence.

Si l'importance de posséder, en physique, un moyen indicateur et mesurateur de l'électricité, m'a fait insister sur cette discussion, le même motif doit me faire desirer la découverte d'un instrument plus susceptible de précision, que celui dont il s'agit. Lorsqu'à la fin de 1791, (*résumé*, etc. vol. 11, pag. 180) j'exprimais le vœu que cette action des corps fossiles fût rendue sensible autrement que par les rhabdomantes, je

désignais M. *Volta*, bien qu'incrédule alors, et à l'action métallique, et à l'instrument rabadomantique, pour être celui sur lequel je fondais le plus d'espoir, dans la vue de manifester celle-là par une autre voie.

« Quant à l'opinion personnelle de M. *Volta*, disais-je alors, » je n'ai garde de la confondre avec la foule des opinions » vulgaires. Plus elle est établie sur des connaissances fon- » damentales en électricité, plus je dois croire, ou que ces » connaissances ne sont point encore complètes, ou qu'étant » dirigées vers l'objet spécial de l'électricité souterraine, de » celle appartenant à certaines classes de fossiles, elles le rap- » procheront, par d'autres moyens, peut-être, du but que je » poursuis, relativement aux phénomènes de l'électrométrie » organique..... Au surplus, si mes relations momentanées » avec M. *Volta*, n'ont produit que ce que produisent com- » munément les discussions de ce genre, lorsqu'on est à des » termes si opposés, c'est-à-dire, que *chacun reste dans son » opinion*, il n'en est pas moins vrai que les lumières, dont » il s'est servi contre les premières données de ce qu'on » appelle *ma théorie sur l'électricité*, (laquelle n'est autre » chose encore que l'expression des faits eux-mêmes) pour- » ront servir également à fonder cette théorie. Ce sera sur- » tout en conduisant à la confection d'instrumens physiques, » propres à remplacer, ou à confirmer les instrumens organi- » ques; ou bien encore, à perfectionner ces derniers: et » M. *Volta*, plus capable qu'aucun autre de donner des idées » sur cet objet important, aura été pour moi le seul exemple, » peut-être, que l'incrédulité savante est par fois bonne à » quelque chose. »

Quelques années après, ayant eu la satisfaction de voir s'accomplir la première partie de ma prédiction, par la découverte de l'appareil *colonnaire*, dont les résultats ont été, ou ont dû être assimilés à ceux des procédés rabadomantiques, je ne doute pas qu'il n'en soit de même pour ce qui reste à faire. J'ai lieu de croire aussi que le chemin, pour arriver au but, sera tracé par

la comparaison approfondie de ces derniers procédés avec ceux du magnétisme. Déjà les effets combinés de ces deux agens, ont formé, entre les mains de M. *Amoretti*, un plan de recherches fort étendu, dont les résultats doivent être incessamment rendus publics. Dans ces recherches, il a substitué indistinctement, aux baguettes de métal, ou de bois, un barreau aimanté, ou tel autre conducteur métallique, ou bi-métallique, d'une forme analogue. Mais si le fer aimanté, entre les doigts des Rabbdomantes, obéit à un mouvement spontané de divergence ou de convergence, selon qu'il est tenu par le pôle sud, ou le pôle nord, le fer non aimanté, pour se mouvoir, a besoin d'une action empruntée d'un autre métal quelconque.

---

#### ADDITION AUX EXPÉRIENCES PRÉCÉDENTES.

( Suite du III<sup>e</sup>. Discours. )

J'AVAIS à peine terminé, à Padoue, les expériences galvaniques dont je viens de rendre compte, que, desirant d'en comparer immédiatement les résultats avec ceux des épreuves à dépôts métalliques, déjà faites tant de fois, je résolus néanmoins d'en renouveler quelques-unes de ce dernier ordre. Ainsi, de retour à Vicence, je fis placer, à deux pieds de distance l'un de l'autre, deux dépôts d'environ cent vingt livres chacun, à trois pieds de profondeur : le premier consistait en six grandes chaudières de cuivre, mises en pile l'une dans l'autre : le deuxième, en vaisselle plate d'étain, pareillement entassée. A mesure que ces deux tas métalliques étaient recouverts de terre, depuis la base jusqu'au sommet, leur action sur *Pennet* allait en croissant ; et comme l'air serein de ce jour-là était très-favorable à l'électricité, cette action fut capable de porter l'accélération du pouls à quinze ou dix-huit pulsations de plus par minute : la rotation des ba-

guettes correspondait à un tour et demi par chaque seconde, dans les premiers instans du placement de *Pennet* sur chaque pile. Cette rotation a été constamment plus forte au positif sur le cuivre, qu'au négatif sur l'étain. Mais, sur tous deux à la fois, elle a été aussi constamment suspendue, se reproduisant alternativement dans un sens ou dans l'autre, selon que *Pennet*, par l'une de ses jambes, s'appuyait tantôt sur l'étain, et tantôt sur le cuivre. Placés lui et moi sur un seul dépôt, la rotation était également suspendue, lorsque je lui appliquais mes mains sur la tête, mais non sur les épaules. Placés tous deux à la fois, lui sur l'un et moi sur l'autre dépôt, le mouvement était intercepté, lorsque je lui touchais les épaules, et non lorsque je lui touchais la tête. Enfin, lorsque placés, moi hors des dépôts, et lui sur l'un ou sur l'autre, je le touchais aux épaules ou à la tête, j'arrêtais également la rotation des baguettes. Dans cette dernière position, je produisais un soutirement partiel de l'électricité métallique. Dans les deux autres, j'opérais une sorte d'équilibration ou de contrebalancement; soit en portant sur le même département organique, l'action de deux métaux hétérogènes; soit en répartissant à la fois sur deux pôles opposés, la tête et les pieds, l'action d'un seul et même métal, cuivre ou étain.

Bien que j'aie observé dans ces résultats quelques variations, je crois celles-ci plutôt dépendantes de quelque différence dans la manière de procéder, que relative à quelque exception dans la loi générale, concernant l'action, positive ou négative, de tel et tel métal sur tel pôle organique. Ce qui paraît d'ailleurs confirmer cette loi de

la polarité métallique, relativement à telle partie organique, c'est l'expérience composée des deux métaux hétérogènes. En effet, ayant réuni, en un seul tas sous terre, les chaudières de cuivre et les plats d'étain, interposés des uns aux autres, et avec des draps mouillés de deux en deux, j'ai obtenu une pile hydro-métallique, dont l'action, beaucoup plus forte que celle des deux dépôts séparés, et sans intervention d'eau, n'a pourtant produit sur les baguettes que de légères oscillations, sans rotation complète; mais elle a fait ressentir à *Pennet* des commotions plus violentes, quelle qu'ait été la partie de son corps où cette action a été dirigée.

Il est à remarquer que, dans cette expérience, composée de deux métaux, en contact, comme dans les deux épreuves élémentaires, avec chaque métal séparé, les dépôts ayant été peu à peu recouverts de terre sèche, depuis la base jusqu'au sommet, leur action électrique n'a fait que s'accroître sans changer de nature. Ainsi l'interposition d'un corps étranger, ni comme conducteur de deuxième classe, ni comme doué d'une capacité électrique différente, n'est point nécessaire pour le développement de cette action sur le corps et sur les baguettes de *Pennet*: elle est seulement plus efficace. De là aussi on peut conclure que, dans ces expériences, simples ou composées, c'est la communication du métal ou des métaux avec le réservoir commun, qui met en jeu l'électricité de celui-ci et de ceux-là, sans que ni l'hétérogénéité, ni le contact, ni l'oxidabilité des métaux soient nécessaires à ce développement d'action électrique. Enfin, celle-ci s'exerçant d'une manière uniforme, quant à la commotion, soit

qu'elle dérive d'un seul métal ou de deux métaux différens; soit qu'elle soit dirigée sur un seul point organique, ou sur deux points opposés, il s'ensuit que ce mode d'action *compositive* n'est pas le même que celui de la rotation, laquelle est toujours corrélatrice à telle polarité métallique, négative ou positive, par rapport à telle partie organique, et non à telle autre. Cette double action, toutefois, ne peut s'expliquer que par la propriété électro-motrice des métaux, ou plutôt de chaque métal, positif ou négatif, et non par le contact de plusieurs; ni par leur oxidation, non plus que par l'intervention de l'eau: cependant celle-ci, en nature et sans décomposition, de même que la terre humide, concourent, ainsi que le contact métallique, au développement de cette propriété électrophorique.

Pour prouver de plus en plus ces dernières vérités, savoir que, dans les expériences d'électrométrie souterraine, les métaux possèdent cette faculté électromotrice, sans le concours de l'eau, ni de l'oxidation, comme sans aucun contact entre eux, mais seulement avec la terre, d'une part, et de l'autre, avec le corps des individus minérographes, j'ai fait l'épreuve suivante, avec un seul métal, réputé tout-à-fait inoxidable, placé dans une terre aussi sèche que possible. Ainsi dix livres d'or en poids, renfermées, en monnaies diverses, dans de petits sacs, et ceux-ci dans un plus grand, pour les réunir tous dans le même trou, ont été recouvertes d'environ un pied de terre. Ce dépôt a été essayé aussitôt, et avant qu'aucune humidité des terres environnantes ait eu le tems de pénétrer les sacs, et de se mettre en contact avec le métal. Son

action pourtant a été sensible par la commotion, par l'accélération du pouls, et même par une demi-rotation dans le sens positif, c'est-à-dire, de dedans en dehors. Mais ayant mouillé la terre peu à peu, cette action s'est accrue au point de produire une rotation complète, avec une baguette de laiton du poids de plus de deux onces. Elle m'a paru équivaloir à celle de trente livres de cuivre, au moins, c'est-à-dire, trois fois plus forte que celle-ci, à poids égal. L'eau, dans ce cas, ne paraît agir que comme bain ou corps enveloppant, et par conséquent comme milieu plus conducteur, que la terre sèche, de l'électricité métallique.

Ainsi un seul métal sous terre, mis en communication avec un seul pôle organique des individus rhabdomantes, agit par la même raison que l'on a vu le mercure seul, ou l'or, mis en contact avec la tige nerveuse d'une grenouille, donner la commotion à cet animal, lorsqu'il est encore très-vivace. Mais le même métal agissant, à la fois, sur les deux points organiques contraires, ou deux métaux hétérogènes sur le même point organique, l'effet est rendu beaucoup plus sensible, même sur des grenouilles presque éteintes... D'autres expériences, faites avec *Pennet*, sur un seul métal, ont prouvé que ce dernier, isolé de terre, et ne touchant qu'à l'air ambiant, ne produit point d'action, ou à peine: et que celle-ci est tout à fait nulle, si le métal est complètement isolé de l'air et de la terre, par le moyen de la soie vernissée, de la toille cirée, etc. L'on peut donc distinguer, par rapport au corps des rhabdomantes, cinq ou six placements différens du métal ou des métaux; — avec isolement.

ment complet de terre et d'air, point d'action; — en contact seul avec la terre sèche, peu d'action; — moitié enfoui, un peu plus; — enfoui tout à fait, davantage encore; — en terre humide, ou plongé sous l'eau, action pleine et entière, et toujours en raison de l'étendue du contact, avec telle ou telle partie du corps.

Au reste, si parmi les résultats de ces expériences à dépôts métalliques, ou hydro-métalliques, il se trouve quelques différences, par rapport à ceux de la pile galvanique ordinaire, que l'on sait être d'une composition semblable, l'on peut dire qu'il en existe aussi entre les résultats de celle-ci, et ceux de l'appareil à couronne de vases. Que dans la construction diverse de cet appareil, la communication s'établisse entre les vases pleins d'eau pure, ou d'eau salée, soit par des fils, ou des chaînes métalliques, soit par des conducteurs organiques, tels que le corps des grenouilles, avec ou sans armatures, il suffit que l'action électromotrice des métaux hétérogènes, sans contact, ni sans oxidation de ceux-ci, soit mise en jeu, ainsi que celle de l'eau et des corps organiques intermédiaires, pour que ces derniers reçoivent la commotion : et cette commotion, selon le dispositif de l'appareil, se fait ressentir ou par les grenouilles seules, ou par l'opérateur, ou par tous les deux, en établissant la communication entre le premier et le dernier vases. Mais l'on n'a pas encore tenté, que je sache, la rotation des baguettes avec un appareil de cette sorte, dont l'action serait prolongée par la réunion de plusieurs batteries. Toujours est-il remarquable, je la répète, que la simple ou double action polaire de la

pile galvanique, communiquée à une seule et même partie organique du tourneur, les pieds ou les mains, imprime dans les deux cas la même rotation, et que celle-ci ne soit équilibrée qu'en dirigeant cette action sur la tête et sur les pieds, à la fois : tandis qu'avec les dépôts métalliques, la rotation est empêchée par l'action réunie de deux métaux différens sur le même pôle organique, ou du même métal sur les deux pôles opposés; et qu'enfin l'action métallique double ou hétérogène, sur les deux pôles contraires, l'augmente au lieu de l'intercepter. Cela prouve donc qu'entre les métaux agissans, comme dépôt souterrain, ou comme appareil galvanique, il y a quelque différence quant à la polarité ou modalité rotatoire, et non quant à la commotion musculaire : bien que pourtant, à ce dernier égard encore, il y ait aussi de la diversité entre la pile galvanique et le dépôt métallique. Ceci m'a conduit à tenter une dernière expérience, dont le dispositif fût dans le cas d'agir et comme dépôt, et comme pile.

Cent pièces d'argent, du poids d'environ une once chacune, (des écus de Brabant) et cent disques de cuivre des mêmes poids et volume, ont été mis en pile avec autant de cartons, égaux en épaisseur et diamètre, dans un châssis de bois triangulaire. Trois montans de bois d'un pouce d'épaisseur, avec deux petites planches, l'une fixe à la base du triangle, et l'autre mobile au sommet, formaient ce châssis, haut de trente pouces. Dans ce châssis, les métaux ont été disposés selon l'ordre suivant : cuivre, argent, carton, cuivre, etc. Aux deux disques polaires, cuivre

et argent, ont été attachés deux fils de laiton, de la longueur de trois à quatre pieds. Cette pile a été placée à sec dans un grand vase d'*Agrumi*, lequel a été totalement rempli de sable fin, desséché au soleil. On fit en sorte que le sommet de la pile métallique en fût tout à fait recouvert; tandis que les fils polaires, prolongés au dehors, et à chaque côté du vase, établissaient une communication avec les deux pôles, sans se communiquer entre eux. *Pennet*, placé, par ses deux pieds, sur le point vertical de la pile, a éprouvé une commotion légère, mais pourtant sensible aux tendons des poignets. Elle a été un peu plus forte encore en appliquant, à la fois, ses deux mains sur le même point de la pile, en même tems qu'il était isolé par les pieds. Elle a été, au contraire, plus faible en ne touchant, avec les mains, que les deux fils métalliques, *Pennet* étant également isolé par les pieds. Dans cette dernière position, tenant un fil sur la langue, et l'autre à la main, puis faisant encore communiquer immédiatement celui-ci avec celui-là, il n'y a point eu de saveur acide, tant que l'appareil est resté à sec. Mais ayant été successivement humecté, depuis le sommet jusqu'à la base de la pile, c'est-à-dire, jusqu'au fond du vase, par une affusion continue d'eau chaude, dont la quantité a été portée jusqu'à cinq à six sceaux, dans l'espace de deux heures, les résultats ont été différens. La commotion a été plus marquée chez *Pennet*, isolé ou non isolé, (et nullement chez moi) soit en touchant le sommet de la pile seule, avec ses pieds, soit en tenant, de ses deux mains, l'un ou l'autre, l'un et l'autre fils polaires. Mais la

sensation acidule, tant chez lui, que chez moi, est toujours restée à peu près la même, après dix à douze heures d'expérience, avec la pile humectée, et non pas inondée. La rotation des baguettes a été essayée de toutes les manières, et dans toutes les positions : mais elle n'a eu lieu ni avec les fils, communiquant aux pôles de l'appareil galvanique imparfait, ni sur le dépôt métallique, composé de deux forces contraires, agissant à la fois sur le même pôle organique, comme sur les deux pôles opposés..... Il est à remarquer qu'ici le cuivre, par rapport à l'argent, représente le métal positif, ( et tel il se montre, en effet, dans les procédés d'électrométrie souterraine, à en juger par la rotation des baguettes ) : tandis que dans les appareils galvaniques ordinaires, ce même métal est censé exercer l'action négative, par rapport au zinc, comme aussi l'argent à l'égard de ce dernier. Mais il faut remarquer encore que si, dans les procédés du galvanisme, la polarité métallique est relative de métal à métal, elle est également relative d'un pôle organique à l'autre, de la part du même métal, dans les procédés d'électrométrie souterraine. Ceci est un point de doctrine, ou plutôt une chose de fait, dont la discussion reviendra ailleurs.

Au surplus, dans l'expérience précédente, imitant, tant bien, que mal, un appareil de galvanisme souterrain, l'oxidation des disques métalliques a été nulle pour l'argent, et presque insensible pour le cuivre, bien que les cartons fussent totalement pénétrés par l'eau. On ne doit pas croire néanmoins que ce soit par défaut

du contact de l'air extérieur, puisque dans le vide même l'oxidation se fait à la surface des métaux qui en sont susceptibles. Mais quoique le concours de l'air libre soit réellement utile et à l'oxidation des métaux, et au développement de la force électro-galvanique, dans la construction ordinaire des appareils, ce concours n'y est pourtant pas aussi nécessaire que celui de l'eau. La même chose s'observe dans les régions souterraines, où le jeu électromoteur s'exerce dans toute sa force, sans l'accès de l'air extérieur, et plus fortement encore avec celui de l'eau, lors même qu'il s'agit de mines ou de métaux tout à fait inoxydables, les spathiques, les salines, les charbonneuses, les pyriteuses, etc.

Une large et longue mine de pyrites, fer et soufre, qui existe au bas et le long des colines Bériques, et qui touche presque à la porte de Vicence, m'a fourni plus d'une fois l'occasion de vérifier, en grand, les résultats de mes expériences sur les petits dépôts métalliques. Dans cette mine, dont la largeur totale est de deux tiers de mille, avec des interstices étroits, d'un filon à l'autre, la plupart de ces derniers se manifestent pour être entièrement pyriteux, à en juger par une sensation de chaleur au gosier, et par la rotation négative des baguettes. Mais il en est plusieurs sur lesquels, dans toute leur largeur, cette rotation est en dehors, divergente ou positive : ce qui me fait croire qu'ils sont mine de fer non sulphurée, sans que toutefois je puisse l'affirmer. Mais comme sur ces filons positifs, dont l'action *commosive* est d'ailleurs très-forte, il ne se manifeste sur la base de la langue, aucune sensation amère, je ne puis

croire qu'ils soient de charbon fossile, bien qu'il s'en trouve de tels à quelques milles de là, entremêlés avec les mêmes couches de pyrites. La rotation des baguettes étant la même, c'est-à-dire, positive sur le charbon et sur le fer, comme elle est aussi la même, dans le sens négatif, sur les pyrites et sur le soufre, il faut, pour discerner chacune de ces deux sortes de mines, avoir recours à d'autres caractères distinctifs, soit dans les sensations différentes qu'elles excitent, soit dans la distribution diverse de leurs couches ou filons.

Toujours est-il certain que *Pennet*, se trouvant placé, seul, sur l'une ou l'autre espèce des filons de Vicence, éprouvait une commotion assez forte, avec une rotation très-rapide. Mais celle-ci se supprimait, et celle-là subsistait, même avec quelqu'accroissement, lorsque placé avec lui sur le même filon, je le touchais à la tête; ou bien lorsque placé moi-même sur un filon d'une espèce différente, je communiquais, par une chaîne, avec le reste de son corps. Je ne rappelle ici ces expériences, que j'ai déjà rapportées ailleurs, qu'afin de faire voir de plus en plus, combien il peut être avantageux de les éclairer par leur confrontation avec celles du galvanisme; et réciproquement celles-ci, par celles-là. En variant les conducteurs métalliques pour diriger l'action électromotrice des mines sur telle ou telle partie polaire du corps, et l'action de celui-ci sur l'appareil électrométrique ci-dessus, que l'on peut encore rendre beaucoup plus sensible; en cherchant aussi, par les ressources du galvanisme, à exciter des sensations diverses chez les individus qui en sont susceptibles, on parviendra,

peut-être, à étendre, à perfectionner la science devinatoire ou investigatrice des mines et des eaux sous terre. L'on a vu, dans mon dernier écrit, (*la Guerre de dix ans, etc.*), comment j'ai pu annoncer qu'une forte source, à cent quatre-vingts pieds sous terre, provenant d'une mine pyriteuse, à cinq ou six mille de là, serait une eau thermale et minérale. Une particularité remarquable, relativement à cette source, c'est qu'elle est intermittente ou temporaire, manquant totalement d'eau pendant l'hiver, c'est-à-dire, pendant tout le tems que les monts, d'où elle prend naissance, sont gelés et recouverts de neige : tandis que pendant l'été elle regorge d'eau chaude, à tel point que la plus forte extraction que l'on en puisse faire pour le service des bains médicaux, et pour d'autres usages domestiques, ne la fait pas diminuer d'un pouce, dans le puits où elle jaillit en bouillonnant. Dans deux autres puits voisins, au contraire, plus profonds que celui-là, de trente-cinq à quarante pieds, c'est-à-dire, qui passent deux cent vingt pieds de profondeur, mais qui ne sont alimentés que par des filtrations d'eau douce et froide, cette eau surabonde et s'élève pendant la saison d'hiver ; tandis que pendant les chaleurs et la sécheresse de l'été, elle se réduit presque à rien, le fond de ces puits se trouvant plus élevé que le lit de l'Adige. Mais autour de ces puits, dans aucun sens, *Pennet* ne sent absolument aucune impression ; tandis que sur la veine d'eau minérale, aboutissant à l'autre, il ressent une commotion très-forte, accompagnée de la rotation des baguettes dans le sens positif, lorsque le puits est en pleine aç-

tivité d'écoulement : et lorsqu'il ne reçoit qu'un faible courant de vapeurs chaudes et d'air , la sensation chez *Pennet* est à peine marquée , sur la ligne verticale du canal souterrain. Dans le premier cas , c'est-à-dire , sur l'eau courante , la profondeur de ce canal , à son aboutissant au puits , s'est constamment trouvé correspondre à l'indication de cent quatre-vingt-un pieds , répétée un grand nombre de fois , à diverses époques.

L'exemple seul de ces trois puits , situés à peu de distance , et si différens l'un de l'autre , suffirait pour répondre à ceux qui , prétendant qu'il y a de l'eau partout , à différentes profondeurs , et qu'il existe une couche ou nappe d'eau universelle , en concluent que les indicateurs d'eau , en la trouvant partout , ne risquent pas de se tromper nulle part. J'ai déjà relevé ailleurs la futilité , l'incongruité de cette objection , en disant , et , qui plus est , en prouvant , à qui a voulu , que ce n'est pas l'eau stagnante ou en simple filtration , l'eau en nappe ou en couche immobile , qui se fait sentir aux individus hydrographes ; mais seulement celle qui , ramifiée sous terre , en veines ou en canaux , se trouve en actualité d'écoulement. A la surface de la terre aussi , les courans d'eau très-rapides se font sentir , mais plus faiblement que sous terre , à masse et rapidité égales , toutes les fois qu'entre ces courans et les individus *électrédites* , on établit une communication , soit par le moyen d'une chaîne , soit par celui d'une barque ou d'un pont , en contact avec l'eau : et la polarité diverse de la tête aux pieds , est également observable sur les eaux , comme sur les métaux , ou sur la combinaison des deux.

Il y a donc ici, à l'égard de l'eau, dans les procédés d'électrométrie souterraine, la même différence qui existe, à l'égard des métaux, dans les procédés galvaniques : dans ceux-là, l'eau courante agit comme moyen électromoteur ; dans ceux-ci, elle agit et comme conducteur d'électricité, différent des métaux, et comme intermédiaire d'oxidation, par rapport à ces derniers, lesquels sont à la fois fonctions d'électrophores, de conducteurs, et de condensateurs. Des réflexions ultérieures, et plus développées sur ce parallèle, et sur le concours de ces origines diverses, du même fluide hydro-électrique ou électro-métallique, trouveront place ailleurs. . . (*Voyez discours quatrième.*)

---

*Observations sur le rapport précédent des expériences électro-galvaniques, et rābdomantiques.*

DANS le parallèle qu'il s'agit d'établir ici, la première question qui se présente est de savoir, si la polarité métallique, si telle modalité électrophorique, négative et positive, exprimée par la double rotation des baguettes, dans les expériences métallographiques, correspond, ou non, à la polarité des mêmes métaux, employés à la construction diverse des appareils galvaniques : ou bien si, dans le premier cas, et non dans le second, cette polarité métallique, s'exerçant sur le corps des individus, susceptibles de la sentir, se change ou se modifie à raison de la polarité organique, nerveuse ou musculaire, céphalique ou pédale. L'on a déjà vu dans

ce qui précède, que parmi les métaux, l'or, le fer, le cuivre, et probablement le platine, ( si l'on peut en juger par analogie ) impriment aux baguettes la rotation positive, lorsque, placés sous terre, leur action est dirigée sur les pieds ; tandis qu'elle est négative sur la tête. L'argent, l'étain, le plomb, le zinc donnent, au contraire, la rotation négative sous les pieds, et positive sur la tête. Dans tous ces cas, l'eau, ajoutée comme bain, ou comme milieu humide et déférent, ne fait qu'accroître l'action électromotrice, sans la faire changer de nature. Mais l'eau, en écoulement pérenne, conserve sa modalité positive sous les pieds, et négative sur la tête, à l'égard des mines et des métaux qui exercent, sur ces deux points organiques, une action électromotrice contraire. C'est ainsi que dans les tuyaux de fer ou de cuivre souterrains, l'eau courante, agissant dans le même sens que le métal, produit une rotation plus rapide, en proportion de sa vitesse et de son volume : tandis que dans des tuyaux de plomb ou d'étain, cette rotation est beaucoup moindre, bien que la commotion soit plus forte en raison des deux forces combinées, ou coagissantes.

Il en est de même sur les sources qui coulent à travers les mines de charbon fossile, et des pyrites martiales ou cuivreuses. Le charbon et l'eau combinant leur action électrophorique positive, la rotation est redoublée, mais sur les seuls trajets de leur jonction, ou de leur croisement. Sur les pyrites, au contraire, dont l'action est déjà composée de deux forces opposées, soufre et fer, la rotation des baguettes est équilibrée, ou

se fait dans le sens de la force excédente, sur tous les points où leur sphère d'activité se combine avec celle des sources. Enfin, dans toutes les positions ci-dessus, l'action électrique, simple ou complexe, émanée des eaux courantes, des mines et des métaux sous terre, étant répartie à la fois sur les deux points extrêmes, ou aboutissans de la polarité organique, cérébrale et musculaire, y produit inmanquablement l'équilibration de la force rotatoire; mais non de la force convulsive: tandis que quand deux substances d'électricité contraire, positive et négative, celle, par exemple, du fer ou du charbon, et celle de l'étain ou du soufre, sont appliquées en même tems, l'une sur un pôle organique, et l'autre sur le pôle opposé, la rotation a lieu néanmoins, et la commotion est plus forte.

Il résulte, de ce premier aperçu, que dans les procédés d'électrométrie souterraine, il faut reconnaître deux séries de substances électrophores, à raison de l'action différente qu'elles exercent sur chaque pôle organique. Bien que transportée d'un pôle à l'autre, cette action change du positif au négatif, par rapport à la rotation, qui seule, et à part la commotion, exprime le véritable type de la modalité électrique, ou de la polarité métallique. Mais il n'en est pas de même dans les procédés du galvanisme, où l'on ne reconnaît qu'une seule série parmi les métaux et les mines, relativement à leur capacité électrique diverse, à leur faculté électromotrice, différente de métal à métal. Ainsi, au lieu de placer, comme nous l'avons fait ci-dessus, les quatre premiers métaux, l'or, le platine, le fer, et le cuivre,

Dans la classe des positifs, et dans celle des négatifs, les quatre autres, l'argent, l'étain, le plomb, et le zinc, l'on n'en a fait qu'une seule coordination de la manière suivante. « Or, platine, argent, cuivre, fer, étain, » plomb, et zinc. » L'on a mis, par la suite, en tête de cette série, le charbon, et en queue, le schiste. L'on a dit, en outre, que le platine égale l'or : — que le nickel peut être substitué au cuivre : — que la plombagine, et le manganèse noir, accouplés au zinc, agissent plus que l'argent, même avec ce dernier demi-métal... Viennent enfin les amalgames d'antimoine et de zinc, de zinc et de mercure, etc. auxquels on attribue des degrés différens d'activité dans la construction des piles.

J'observe d'abord que dans les épreuves d'électrométrie souterraine, les amalgames, ou les alliages, étant formés de métaux congénères en électricité, tels que sont les deux derniers, la rotation des baguettes se fait néanmoins dans le sens positif ou négatif, selon que leur action est portée, séparément, sur tel pôle organique, haut ou bas. Mais lorsqu'il s'agit d'alliages faits avec des métaux hétérogènes, ou d'électricité contraire, tels que le laiton, le bronze, etc. la rotation n'a pas plus lieu que lorsque le cuivre et le zinc, par exemple ; ou bien le fer et l'étain, placés en deux dépôts séparés, agissent sur le même pôle organique ; comme elle n'a pas lieu non plus lorsqu'un seul de ces métaux agit sur les deux pôles à la fois. Alors il s'établit entre ces derniers une sorte d'alliage, ou de combinaison d'action, comme entre les métaux.

J'observe, en second lieu, que les quatre métaux de

la première série, l'or, le platine, le fer, et le cuivre, agissant séparément sous terre, non-seulement manifestent, sur le même pôle organique, une action différente de celle qu'exercent les quatre de la seconde série, l'argent, l'étain, le plomb, et le zinc; mais cette action est en outre beaucoup plus forte, comme électromotrice, de la part des quatre premiers, que de celle des quatre autres; excepté pourtant l'argent, qui, bien que négatif, agit plus, à poids égal, que les deux métaux positifs, fer et cuivre, au moins à en juger par la commotion..... Ainsi la polarité de chaque métal séparé, agissant sous terre, serait absolue, ou constamment la même, sur chaque partie du corps, et ne serait relative, ou changeante, quant à la rotation, qu'en passant d'une extrémité polaire à l'autre, ou se portant sur deux à la fois : tandis que dans la construction des piles, cette polarité serait relative, et variable de métal à métal, selon leur accouplement; mais elle exercerait toutefois, d'une manière uniforme, cette action complexe sur chaque pôle de l'organisme.

Il y aurait aussi cette autre particularité remarquable, dans les expériences d'électrométrie souterraine, comparées à celles du galvanisme : savoir, que dans celles-ci le métal qui agit comme positif, par rapport à tel autre, agit comme négatif dans celles-là. C'est ce qu'on observe, par exemple, de la part du zinc, qui est le dernier de la série négative, par rapport au cuivre, lequel est aussi le dernier de la série positive. Mais il faut remarquer encore que, dans la pile galvanique, l'action des métaux conjoints, celle du cuivre et du zinc, est

une action combinée, ou corrélatrice : tandis que dans les dépôts sous terre, l'action de chaque métal est séparée : et lors même qu'on en réunit deux d'électricité différente, dans le même dépôt, leur action, si elle est dirigée sur le même point organique, est conjointe, ou simultanée, mais non corrélatrice, ni combinée. Sa corrélation, ou sa combinaison, ne paraît exister que lorsqu'elle se porte à la fois sur les deux pôles organiques. Il s'ensuivrait aussi que parmi les métaux de la double série ci-dessus, ascendante et descendante, (excepté pourtant le cuivre et l'argent, qu'il faudrait réciproquement faire changer de place) ceux qui, agissant chacun séparément sur le pôle supérieur de l'organisation, impriment la rotation positive aux baguettes, sont aussi les mêmes qui exercent, ou sont censés exercer, l'action positive dans la construction ordinaire des piles galvaniques. Ceux, au contraire, qui, sur le pôle inférieur de la pile organique donnent la même rotation positive, lorsque leur action est séparée, comme elle l'est dans les dépôts sous terre, sont ceux qui représentent le côté négatif, dans l'appareil hydro-métallique.

Cela serait analogue, en partie, à l'assertion de ceux qui, classant tous les métaux et demi-métaux, sous une seule série, à raison de leur faculté électro-motrice, (et non plus simplement conductrice, ainsi qu'on le voulait autrefois) regardent comme négatifs tous ceux placés au haut de la susdite série, et comme positifs les derniers : et par ce double état des métaux, corrélatifs en force électrophorique, il faut entendre, dit-on, une sim-

ple raréfaction ou condensation de l'électricité métallique, dont l'eau interposée n'est que le conducteur.

Une autre conséquence encore qu'il faudrait tirer de ce qui précède, c'est que les métaux les plus actifs en électro-phoricité, dans les dépôts sous terre, sont aussi les plus ductiles, les plus malléables; ceux qui à raison d'un tissu plus dense et plus compact, possèdent à un plus haut degré la propriété conductrice ou déferente, que l'on a aussi appelée *conductibilité* ou *conductricité* électrique. Ceux au contraire qui sont les moins ductiles, les moins malléables, et par cela même les moins conducteurs, (mais les plus oxidables ou les plus calcinables) attirent, absorbent, et condensent le fluide des métaux précédens. Ils représentent, à raison de cela, la polarité positive de la pile galvanique, c'est-à-dire, l'état en plus ou condensé de ce même fluide.

Enfin s'il était permis de comparer ce dernier appareil, sous ces divers rapports, à la pile organique, l'on trouverait, peut-être, que le cerveau et ses prolongemens pulpeux, ou médullaires, étant, à l'égard des autres parties de l'organisme, les musculieuses, vasculaires, aponévrotiques, ou celluleuses quelconques, ce que sont les métaux déferens, par rapport aux métaux condensateurs, ou collecteurs, la répartition du fluide, d'une partie à l'autre, se ferait selon les mêmes lois, les mêmes modes, que dans les piles hydro-métalliques. Peut-être aussi ce parallèle se soutiendrait également, soit que l'on considère la machine animale comme une seule et même colonne, n'ayant que ses deux pôles, ainsi que l'autre; soit qu'à l'instar de celle-ci, dans

d'autres circonstances, on regarde celle-là comme formée de deux colonnes inverses, ascendante et descendante, dont le *zéro*, ou le *maximum*, serait tantôt au diaphragme, tantôt à l'une ou l'autre, à l'une et l'autre extrémités polaires. Or ces changemens, dans la pile organique, se feraient selon la répartition du fluide, variable ici comme dans la pile, composée d'éléments hétérogènes : variable, dans ce dernier cas même, à tel point, que, parmi les machines de toute la physique, la plus capricieuse, sans doute, est la colonne hydro-métallique.

Au reste, l'on est encore loin d'avoir examiné en détail, et avec la précision nécessaire, l'électrophoricité relative, et la *conductibilité* diverse des substances organiques, et des substances métalliques. L'on est plus loin encore d'être d'accord sur la théorie qu'il convient d'adopter, pour rendre compte des phénomènes galvaniques, non - seulement lorsqu'il s'agit de l'action, en apparence, compliquée, de ces deux ordres de substances, les unes à l'égard des autres ; mais même de l'action plus simple de celles de chaque ordre séparément. Le premier fondateur du galvanisme, pour expliquer les phénomènes de l'électricité organique, n'a pas été plus heureux, ce me semble, avec son hypothèse d'un fluide spécial ou modifié, participant, sous quelques rapports néanmoins, aux propriétés de la bouteille de *Leyde*, que ne l'a été son premier réformateur. Celui-ci, comme on sait, pour rendre compte des phénomènes de la pile hydro-métallique, n'a voulu reconnaître, dans le mécanisme de cet appareil, que

les lois anciennement connues de l'électricité ordinaire. Toutefois il est beaucoup de ces phénomènes, pour ce qui concerne seulement la construction des piles galvaniques, qu'il est aussi difficile d'expliquer d'après la théorie des physiciens *Électrophoristes*, que d'après celle des galvanistes *Oxidateurs*. Reste à savoir s'ils seraient plus explicables par la combinaison des deux systèmes; ou bien s'il ne faudra pas admettre une autre force, encore inconnue, dans le mécanisme électromoteur de la pile. Comment, par exemple, le charbon, tout à fait inoxidable, d'une part, dans ces procédés, et d'autre part, très-mauvais conducteur d'électricité ordinaire, est pourtant placé avant les métaux, dans l'ordre d'activité électromotrice de ces substances, combinées deux à deux, avec interposition d'eau? Comment la plombagine et le manganèse noir, qui semblent encore moins pourvus de ductibilité, de *conductibilité* que le zinc, (demi-métal, comme ceux-là) sont pourtant réputés plus propres que l'argent lui-même, (métal très-ductile, très-conducteur, et à peine oxidable) pour céder au zinc le fluide, et le condenser dans sa substance, au point de le rendre pôle positif?

Mais en admettant, avec les partisans de la seule électrophoricité par contact, (c'est-à-dire, exclusive, ou presque exclusive de l'oxidation) que l'action respective des métaux, les uns sur les autres, dans leur accouplement, soit d'autant plus grande, qu'ils sont plus éloignés entre eux dans l'échelle ci-dessus, c'est-à-dire, plus différens en capacité électrique, il resterait encore à savoir en quoi l'on fait consister cette dernière. En

effet, ne calculant pour rien, ou presque rien, l'oxidabilité des métaux, et l'eau seulement comme moyen de communication, ou intermède conducteur du deuxième ordre, il faudrait donc que l'on expliquât tout par la diverse qualité conductrice ou excitatrice, d'une part, et de l'autre, par la qualité cohibente, collective ou condensatrice, exercées corrélativement par les métaux accouplés. Ainsi les métaux nobles, par exemple, l'or, le platine, l'argent, etc., posséderaient au suprême degré, (ainsi que le charbon) les premières de ces qualités; et les demi-métaux, (y compris le schiste, opposé au charbon) les autres qualités. Alors, abstraction faite de toute action chimique entre les métaux et l'humide, la force électromotrice de la pile, formée de ces deux élémens, serait en raison directe de la métallité ou ductilité, ou plutôt de la faculté conductrice de l'un des deux disques, et des qualités inverses de l'autre disque. Alors enfin la plus prompte oxidabilité de ceux-ci, et la presque inoxidabilité de ceux-là, n'y contribueraient en rien; pas plus que n'y contribue, dans chaque hypothèse, la disparité dans la qualité déférente ou conductrice des métaux, par rapport à l'eau. Celle-ci ne faisant que transmettre passivement et simplement le fluide d'un couple métallique à l'autre, ne paierait son contingent ni par sa substance, comme électromotrice, ni par sa décomposition, comme productrice ou libératrice du fluide.

Il est d'autant plus singulier que l'on ait tenu à cette opinion de tout faire dériver du seul déséquilibre de l'électricité ordinaire, opéré par le contact de deux mé-

taux hétérogènes , sans compter pour rien leur oxidabilité par la décomposition de l'eau , ou celle-ci par celle-là , qu'ayant à peine pu rendre ce déséquilibre calculable par les électromètres les plus sensibles , on a dû avoir recours , pour accroître cet effet , à l'eau , à des liquides composés , à des solutions salines , etc. Enfin ç'a été sur les premiers résultats de ces épreuves élémentaires , que l'on a composé les appareils à colonnes et à couronnes. Il est toutefois remarquable que l'effet de ces deux sortes d'appareils étant à peu près égal en intensité , eu égard à leur étendue respective , il soit également instantané , (au moins pour la tension et les commotions) , et également durable. En effet comment expliquer que , dans l'un , les métaux en contact étant à peine humectés , tandis que dans l'autre , ils sont plongés au milieu de l'eau , sans qu'il soit même besoin de contact entre eux , l'oxidation de ceux-là , par la décomposition de celle-ci , s'opère également pour le tems , comme pour le degré ; et que de part et d'autre il y ait la même transvasion , le même concours de l'électricité commune , provenant de la terre ou de l'atmosphère ? Mais ce qui devait , en outre , donner des doutes , ou sur l'existence d'un autre fluide , ou sur celle d'un autre mode du fluide électrique ordinaire , c'est de voir que son action , si puissante sur les animaux , était nulle , ou presque nulle sur les électromètres les plus mobiles. C'est pour cela que l'on a été enfin obligé de convenir , (sans vouloir pourtant reconnaître l'exemple des minérographes) que la fibre organique est l'électromètre le plus sensible qu'il y ait à cette sorte d'électricité. Au

surplus, bien qu'on ait été forcé aussi d'avouer qu'un métal seul, en contact avec de l'eau, peut être électromoteur sans oxidation; que pourtant celle-ci contribue au développement du fluide, surtout lorsque l'humide en contact du métal est salin; enfin que d'autres corps non métalliques, ni oxidables, mais de capacité électrique diverse, peuvent aussi produire les mêmes phénomènes, l'on n'en a pas moins continué à dire, que tout doit être attribué au déséquilibre de l'électricité commune: et l'on s'est tellement persuadé que l'oxidation ne contribue point à lancer ni à produire ce fluide, que, ne la considérant que comme un inconvénient (à la vérité très-réel) de la pile galvanique, on s'est occupé des moyens d'en composer sans l'intervention d'aucun corps humide. Mais il faudra bien, sans doute, remplacer ce dernier intermède par un autre moyen équivalent qui, sans être de nature à produire l'oxidation des métaux, puisse néanmoins remplir le même office pour le développement ou la production du fluide.

*Van-Marum*, et beaucoup d'autres physiciens, qui, d'après *Volta*, ont adopté l'opinion de tout attribuer à l'électricité ordinaire, se sont principalement fondés sur l'analogie qui s'observe entre les effets de la machine électrique, et de la pile galvanique; au point que celle-ci n'a été pour eux qu'une modification ou une extension de celle-là. Mais les physiciens, en bien plus grand nombre aujourd'hui, qui, partisans de l'oxidation des métaux, et de la décomposition de l'humide, admettent dans le galvanisme un fluide distinct de l'électricité, se fondent au contraire sur la diversité de ces mêmes

effets. Ce n'est pas ici le lieu de rappeler les contestations nées, ou à naître, parmi ces physiciens. Les opinions à cet égard se rapportent à peu près à ce qui suit. On sait que les premiers moteurs de la question, comme auteurs de la découverte, *Galvani* et *Aldini*, ont prétendu que le fluide, qu'ils ont appelé *électricité animale*, est, sous plusieurs rapports, différent de l'électricité ordinaire. D'autres ont dit que cette dernière n'est que modifiée dans l'organisme, par l'acte de la vitalité (dont il serait à la fois l'agent et le produit); et cette deuxième opinion serait aussi celle de *Galvani* lui-même. Elle différerait peu de l'opinion de ceux qui confondant ce fluide avec le fluide nerveux proprement dit, le croient, avec *Valli*, dérivé de la terre et de l'atmosphère, comme le fluide électrique; mais pourtant distinct de ce dernier, par les modifications qu'il éprouve dans les métaux et les animaux, qui lui servent, selon les uns, de simples conducteurs, et d'électromoteurs, selon les autres. *Vassali* ne le voulant ni d'origine métallique, ni d'origine animale, incline à admettre un troisième fluide, que pourtant ailleurs il regarde comme l'électricité ordinaire modifiée. *Humboldt* ne voyant dans les métaux appliqués aux muscles et aux nerfs des animaux, que des intermédiaires excitateurs ou moteurs d'un fluide préexistant, regarde toutefois ce fluide comme distinct de l'électricité commune; et il ajoute que selon les combinaisons diverses des mêmes élémens, il se forme tantôt du fluide électrique, tantôt du galvanique, tantôt du magnétique: (magnétique animal, ou métallique?)... *Gautherot* est porté à croire que les phénomènes galva-

niques résultent , non d'un seul fluide , mais de la composition de deux fluides distincts , dont l'un électrique ordinaire , et l'autre galvanique : . . . celui-ci n'étant néanmoins que celui-là modifié. Mais soit qu'on le veuille diversifié , dans les métaux , sans le concours des animaux , comme le prouvent les expériences de la pile seule ; soit qu'on le prétende modifié dans les animaux , sans l'intervention des métaux , cette opinion rentre aussi dans les précédentes. Celle même de *Reinhold* qui , regardant le fluide galvanique comme appartenant à l'animal , et non comme provenant des corps du dehors , se rapproche à la fois de celle de *Galvani* et d'*Aldini* , et de celle de leurs successeurs. La plupart de ces derniers pensent toutefois , qu'il n'est que le fluide universel modifié ; tandis que *Reinhold* , lui-même , l'appelle un fluide particulier , ou d'une espèce distincte. Enfin *Robertson* qui le considère comme différent de tout autre , en fait un acide *sui generis* , le premier de tous les acides de la nature. Mais l'on a déjà vû ailleurs que ceux-mêmes qui veulent assimiler ce fluide galvanique à l'électrique , ont aussi pensé à le ranger parmi les substances salines ; avec cette différence pourtant que , selon les uns , le fluide électrique est l'acide , et le galvanique l'alkali : tandis que selon les autres , ce fluide galvanoelectrique est acide au positif , et alkali au négatif.

Mais attendu que personne n'a jusqu'à présent spécifié en quoi consiste ni la distinction réelle , ni la simple modification de ce fluide , ou de ces fluides , la contestation ne porte réellement que sur la différence des termes *modifiés* ou *distincts* , et sur la valeur idéale

qu'on attache à chacun d'eux, c'est-à-dire, à la *distinction* ou à la *modification*, également indéfinies. Et pour ceux même qui, avec M. *Gautherot*, admettent l'existence de deux fluides distincts ou modifiés, pour expliquer la variété des phénomènes galvaniques, comparés aux phénomènes électriques, la question se réduit encore à une dispute de mots, aux yeux de ceux qui, pour la production des phénomènes de ces deux ordres, supposent également l'intervention de deux fluides tout à fait distincts, ou d'un même fluide susceptible de deux modalités, de deux modifications diverses. Enfin tant qu'on n'arrivera point à faire une meilleure analyse de l'électricité dans ses divers états, dans ses foyers différens : tant que l'on n'aura pas au moins des notions plus précises de l'électricité résineuse et vitreuse, de la métallique et hydro-métallique, etc. : tant qu'on ne les reconnaîtra que par quelques-uns de leurs attributs distinctifs, chimiques ou aggrégatifs, que par quelques-uns de leurs modes passagers ou accidentels, la même contestation subsistera parmi les physiciens. Jusques-là aussi les théories de *Galvani*, de *Volta*, de *Humboldt*, et autres, resteront incertaines ou précaires.

Quoiqu'il en soit, parmi les effets du galvanisme, on peut dire que la plupart sont absolument inexplicables par les seuls modes physiques ou aggrégatifs de l'électricité commune, selon les théories de *Franklin* et de *Volta* : et si parmi les effets plus particulièrement réputés chimiques, produits par le galvanisme, il en est qui sont également reproduits par l'électricité ordinaire, avec quelque différence pourtant dans le mode

et dans le degré , cela pourrait servir à prouver , ou que les deux fluides sont analogues, et même identiques, comme le prétend M. *Volta*, sans que pourtant sa théorie fût vraie dans tous ses points : ou que ce sont deux fluides simplement modifiés, ou bien tout à fait distincts, à l'action desquels serait *possiblement* applicable la même théorie, celle de *Volta*, ou de tout autre.

Mais de ce que les chimistes, à force de torturer le fluide galvanique, en mille expériences, ont aperçu que parmi ses effets les plus frappans, il en est qui ne peuvent s'expliquer que par les lois des affinités chimiques, ils ont moins fait attention à ses qualités physiques ou aggrégatives, bien que, sous plusieurs rapports, analogues à celles du fluide électrique; et ils ont regardé l'autre comme un sujet de leur domaine. De part et d'autre l'on a excédé, ce me semble, les limites prescrites par l'expérience.

*Vollaston*, tout porté qu'il est à reconnaître l'identité absolue des deux fluides électrique et galvanique, d'après quelques-unes de ses épreuves, tend néanmoins à prouver, d'après d'autres, que l'oxidation est la cause principale des phénomènes de l'appareil à colonne. De là il semblerait que l'on peut inférer, ou que cet appareil composé, faisant en quelque sorte fonction de syphon, à l'égard de l'électricité ambiante, ne fait qu'extraire et lancer ce fluide, tel qu'il préexiste dans le réservoir commun : ou bien que, s'il se développe et se produit réellement par la décomposition même des pièces élémentaires de la colonne hydro-métallique, le fluide, dans cette dernière supposition, ne diffère pas de l'autre.

Cette conséquence, tirée des expériences de *Vollaston*, le distinguerait en quelque sorte des autres physiciens, en ce que ceux qui, parmi eux, ont reconnu l'oxidation des métaux et la décomposition de l'eau, comme moyens promoteurs immédiats, ou exclusifs, de l'électricité hydro-métallique, ont aussi regardé ce fluide comme distinct de l'électricité ordinaire. Selon *Gautherot*, l'état actuel de nos connaissances ne nous permet pas encore de distinguer le phénomène principal qui explique et subordonne les autres. Ceux de l'électricité ne paraissent ici que comme secondaires. Elle y est excitée et mise en jeu ; mais elle y est subordonnée. L'oxidation des métaux se présente, au contraire, comme un phénomène en premier ordre. Leur attouchement semble augmenter leur affinité pour l'oxygène, et la présence de l'eau, qui est indispensable pour rendre sensible les effets galvaniques, semble également prouver, par sa décomposition, cette affinité, plus grande de l'oxygène, pour les substances métalliques, que pour l'hydrogène, dans la composition de l'eau elle-même.

Cet auteur, passant encore en revue les différentes opinions des physiciens sur la diversité ou l'identité de ces deux fluides, semble croire que la diversité totale, soutenue par *Humboldt*, n'est pas plus admissible que la parfaite identité de ceux qui, avec *Volta*, ne regardent tous les effets galvaniques que comme des applications de l'électricité. Ceux enfin qui, avec *M. Gautherot*, pensent qu'un agent inconnu s'associe à l'agent électrique pour produire ces phénomènes, se fondent sur des résultats d'expériences qui, pour-

tant , ne prouvent pas plus l'intervention de cet agent inconnu , que la pure et simple modification de l'électricité. Ça été surtout l'expérience de la décomposition de l'eau , par un appareil sans métaux , qui a fait dire que ce fait n'a rien de correspondant avec ce que l'on connaît du fluide électrique ordinaire. C'est ainsi que M. *Gautherot* , ayant éprouvé le charbon commun dans la construction de la pile , a trouvé qu'il est aussi propre que les métaux pour obtenir l'étincelle , et qu'il décompose l'eau à la manière des métaux non-oxidables : c'est-à-dire , que des deux charbons employés pour cet effet , l'un dégageait le gaz hydrogène , et l'autre l'oxygène. Il y a cette particularité encore , que la décomposition se continue même lorsque les charbons se touchent dans l'eau ; tandis qu'elle cesse avec les métaux dans les mêmes circonstances. Cette faculté conductrice du charbon , dit M. *Gautherot* , ( pourquoi conductrice , et non pas excitatrice ? ) et la manière dont l'eau se trouve décomposée par son moyen , lui ont fait substituer cette substance à l'argent , dans la composition de la pile , en l'accouplant avec le zinc seulement. Il en a fait ensuite avec le charbon et les pyrites , ou sulphures de fer : avec le carbure de fer , ou la plombagine : avec le schiste noir , ou espèce de crayon noir , etc. Une pile , à quarante couples de schiste et charbon , a donné commotion forte , éclair , saveur piquante , décomposition d'eau , etc. Le côté du charbon dégageant constamment le gaz hydrogène , cette dernière circonstance écarte tout soupçon de l'influence des métaux , tel que le fer qui pourrait se trouver dans le schiste : car dans ce cas , dit-il ,

ce serait le côté du schiste qui devrait donner le gaz hydrogène, ainsi que le dégage le côté du fer, dans les batteries formées de charbon et de fer. Il résulte de ces expériences, qu'il existe une réciprocité d'effet entre les corps conducteurs d'électricité, et ceux qui développent la saveur. Mais les appareils mono-métalliques, ne sont-ils pas également propres à la production de la saveur, comme à celle des autres effets?

*Van-Marum*, bien que partisan de l'identité ou de l'unité du galvanisme et de l'électricité, convient pourtant qu'il existe une énorme différence dans les effets de la colonne, lorsque les cartons, ou morceaux de drap, sont baignés d'eau pure, ou d'eau avec muriate de soude, d'ammoniaque, etc. Il dit que dans ce dernier cas surtout, la quantité du fluide électrique est beaucoup plus grande, ou (ce qui revient au même) le courant a beaucoup plus de vitesse. Mais quelle est la cause de cette plus grande vitesse ou quantité? La question reste encore indécidée entre l'action électromotrice, ou la fonction réactive de ces substances salines. On croit que c'est à raison de l'oxidation des plaques, rendu incontestable de la part du sel ammoniaque, comme de celle des acides sulphurique, muriatique, et nitrique, délayés d'eau. Ces expériences, dit l'auteur précédent, sont très-favorables à l'opinion, que l'oxidation des métaux, comme telle, contribue beaucoup à augmenter l'effet des colonnes. Mais d'autres pensent qu'il pourrait bien y avoir, en outre, quelque autre circonstance inconnue jusqu'ici..... Rapportant ensuite beaucoup d'expériences comparatives, pour savoir si l'effet électrique corres-

pendait toujours aux progrès de l'oxidation , ce physicien assure qu'il n'a nullement observé l'accroissement ni des tensions, ni des commotions, ni des étincelles, à mesure que l'oxidation était plus prompte. Pour mieux juger de cette prétendue influence de l'oxidation sur les effets électriques de la colonne, il a fait une suite d'expériences intéressantes dans le vide, dans les divers gaz, ne contenant point d'oxigène, et dans ce dernier gaz pur. Il en est résulté que dans le vide, comme dans l'air atmosphérique ordinaire; que dans le gaz hydrogène carboné, comme dans l'azote, tout est absolument semblable pour la tension, la commotion, et les étincelles de la colonne : mais que dans le gaz oxigène pur, les commotions étaient beaucoup plus fortes, et les étincelles beaucoup plus grandes. Mais si ces effets sont si différens entre la première et la dernière épreuve, c'est-à-dire, entre le vide et le gaz oxigène, pourquoi n'y a-t-il pas de différence entre l'air atmosphérique et le vide, ou entre les gaz hydrogène et azote? Il suffit, pour le présent, qu'il soit prouvé que l'oxigène environnant augmente l'action de la colonne, mais ne la détermine pas entièrement, comme on a voulu le faire croire.

Le grand point, selon moi, serait de déterminer, parmi les effets du galvanisme, ceux qui sont produit ou cause de cette influence; ceux qui sont le résultat d'une opération chimique, ou fondés sur les lois des affinités; et ceux qui dérivent de l'action prétendue physique de ce fluide, préexistant tout formé dans ces corps, qu'il soit analogue, identique, ou différent de

l'électricité commune. Le fait est que plus on veut comparer et les opinions des chimistes, et les résultats de leurs expériences infinies. plus on se trouve embarrassé pour établir cette distinction, c'est-à-dire, pour spécifier les cas où le fluide galvanique, ou galvano-électrique, susceptible, comme d'autres fluides gazeux, de se composer et de se décomposer, de se modifier et diversifier, se présente tantôt comme agent, tantôt comme produit de combinaisons nouvelles.

Toutefois il ne faut pas confondre l'opinion de ceux qui, plus physiciens que chimistes, croient que l'influence galvanique n'est que le résultat de la précipitation, ou mise en liberté, du fluide préexistant dans l'eau et le métal, avec celle d'autres savans qui, donnant plus à la chimie, qu'à la physique, dans cette opération, pensent que le fluide galvanique est le produit d'une combinaison nouvelle, extemporanée et reproductive. Ils accordent toutefois, ou doivent accorder, que de la production et du développement de ce fluide, dérive et se propage l'action de celui, tout à fait homogène, qui, remplissant l'espace, préexiste toujours dans les corps et les milieux, en des proportions diverses, toujours prêt à se mouvoir, à s'équilibrer, à se condenser, etc. Enfin, selon ces deux opinions différentes, qui pourtant se rapprochent sous quelques rapports, le résultat de l'appareil hydro-métallique, qu'il soit réputé physique ou chimique, ou bien composé des deux, (à raison de la double origine) est la mise en jeu de ce fluide universel, possédant des propriétés diverses, et des qualités analogues à celui que développe l'appa-

reil électrique ordinaire. Or de cette analogie, il a fallu conclure que, dans l'électricité commune, développée par le seul frottement des corps anélectriques et idio-électriques, comme dans la galvanique, excitée par le contact des métaux avec l'intervention de l'eau, il y a des propriétés chimiques bien distinctes des qualités physiques : et jusques dans les deux modalités positive et négative, que possèdent ces deux fluides, il a fallu aussi reconnaître des disparités de l'un à l'autre (1)... Mais depuis que la pile galvanique est devenue, entre les mains des savans, un appareil plus particulièrement chimique, l'on a vu le fluide, qui s'en développe, opérer des combinaisons, des décompositions, des transmutations de substances, que n'opéraient point les réactifs ordinaires de la chimie, ou du moins qui n'étaient point connus dans les procédés de l'art, bien que familiers, sans doute, dans ceux de la nature.

Aussi de cette époque la chimie a vû s'étendre son domaine, et ses opérations servir à éclairer celles de

(1) On verra, par la suite, que la distinction qu'on a voulu établir entre l'électricité par frottement, et l'électricité par contact, pour fixer deux époques distinctes et remarquables dans les découvertes relatives à ce fluide, n'est pas autrement fondée que la distinction des corps en idio-électriques et anélectriques. L'on sait d'ailleurs que l'échauffement seul, que le simple rapprochement de certains corps, sont d'autres moyens également suffisans pour les électriser, ou du moins pour rendre sensible leur électricité ; comme aussi leur changement d'état ou d'aggrégation, par des procédés chimiques, tels que la vaporisation, l'effervescence, la gazéité, l'oxidation, etc.

la nature , jusque dans ses laboratoires les plus secrets. Elle a surtout mieux saisi les rapports , les points même de contact qui existent souvent , ou que l'on croit reconnaître entre les phénomènes très-multipliés , à la production desquels semble concourir l'intervention de ce fluide généralissime et tout puissant ; soit comme intermède de disgrégation , de raréfaction ; soit comme agens de combinaison , ou principe d'affinités. Mais si des faits nombreux et répétés partout , ont fait faire à nos connaissances , sur ce sujet , un grand pas en avant , la théorie de l'électricité , appliquée à réunir , à interpréter tous ces faits , en apparence , disparates ou contradictoires , semble , au contraire , avoir fait un pas en arrière. Toutefois la même controverse existe encore , et il n'est pas facile de décider qui des contendans s'approche le plus de la vérité : savoir , ceux qui , avec *Creve*, *Dal-Negro*, et tant d'autres , attribuant tout à la décomposition de l'eau , et à l'oxidation subséquente des métaux hétérogènes , reconnaissent pour cause première de tous les effets galvaniques , ou un fluide électrique simplement modifié ; ou un fluide tout à fait distinct de l'électricité ; ou la coexistence , la combinaison de deux fluides , admise , entre autres , par quelques physiciens français. Enfin ceux qui , d'après *Volta* , n'y veulent reconnaître que la présence seule du fluide électrique , proprement dit , se fondent sur ce qu'ils peuvent , disent-ils , obtenir de l'appareil électrique ordinaire , presque tous les effets chimiques , que l'on obtient de l'appareil galvanique , ou du moins rendre raison de ceux qu'ils n'obtiennent pas.

Mais ne pourrait-on pas , sinon pour concilier tout à fait , du moins pour rapprocher davantage ces différentes opinions , expliquer ce en quoi elles diffèrent , par un parallèle analytique plus exact , et plus précis , des principaux faits galvaniques et électriques , ainsi que des appareils ou modes divers de les obtenir ? Il est connu , par exemple , que la pile galvanique ordinaire , sans aucune communication , ni avec la terre , ni avec l'atmosphère , et même dans le vide pneumatique , aussi absolu qu'il peut l'être , continue à produire du fluide capable de décomposer l'eau , d'oxider les métaux , etc. : et cette action se perpétue tant que , dans la propre construction de la machine , il reste de l'eau à décomposer , et du métal à oxider , entre les surfaces aqueuses et métalliques qui sont en contact. Cela seul prouve qu'elle tire d'elle-même sa propre subsistance , et que cet aliment reproductif de son activité , est indépendant d'aucune influence du dehors : tandis que l'électricité ordinaire est nulle dans le vide , et à besoin , pour se reproduire , qu'il existe une certaine communication entre l'appareil mécanique qui la produit , et les corps ou milieux extérieurs , d'où elle est extraite. Il est vrai que la pile galvanique mise en communication , comme la machine électrique , reçoit un surcroît , sinon de durée , au moins d'intensité d'action ; et qu'outre le fluide qu'elle peut soutirer tout formé du réservoir commun , ou de l'air ambiant , elle tire aussi de ce dernier une portion de gaz oxigène , qui sert à accélérer l'oxidation des métaux , et par conséquent la production ou le dégagement du fluide électrique , ou électro-galvanique.

Ainsi, dans l'appareil à disques métalliques non isolé, agissant par décomposition d'eau et d'air, en même-temps que par soutirement du dehors, il y aurait du fluide de deux origines; tandis que dans l'appareil à disque de verre, agissant par frottement entre les corps anélectriques et idio-électriques, il n'y a qu'un seul fluide: ou du moins il est généralement réputé tel. Reste à savoir si ce fluide, préexistant dans les corps, simplement extrait, et transmis par ce dernier appareil, conserve son essence inaltérée, et son caractère primitif, lorsqu'également soutiré de la terre et de l'air, par l'appareil à colonne, il vient à se joindre à celui que fournit cet appareil même, qu'il soit isolé ou non, de l'air et de la terre. Ce qui paraît prouver l'unité, l'identité, et non la duplicité du fluide, dans les deux états de la pile galvanique, c'est qu'on n'a pas, que je sache, retrouvé de différence, quant à la qualité, ni quant aux propriétés chimiques ou physiques du fluide, provenant de cette appareil, placé dans le vide avec isolement parfait, ou à l'air libre et sans isolement. Il devrait néanmoins, dans le premier cas, agir simplement comme moyen électromoteur ou producteur; et dans le second cas, outre cette opération propre ou inhérente à sa structure, il devrait exercer celle d'électro-collecteur ou extracteur, comme la machine électrique ordinaire. Mais si le fluide manifesté par cette dernière, offre des propriétés que n'a pas celui de la pile, comme celui-ci en possède, qui n'appartiennent point à l'autre, on doit en inférer, ce me semble, que le premier, lorsqu'il est extrait ou soutiré par la pile non isolée (au lieu de l'être par le simple

frottement), et qu'il se mêle ou se combine avec celui propre à cette dernière, reçoit des modifications qui le distinguent notablement de l'électricité commune, sans le distinguer toutefois de celle que donne l'appareil hydro-métallique, isolé de toute communication avec le sol et l'air. Ce dernier, par conséquent, ainsi que le fluide électrique ordinaire, ne provenant que d'une seule source, celle de l'eau, et des métaux en contact, ne semble pas devoir être assimilé au précédent. Mais cette source elle-même, peut-être, ne paraîtra pas si simple, (comme l'est celle de l'électricité commune) si l'on soumet à une analyse plus rigoureuse, les produits de la coaction et de la réaction des ingrédients divers, qui composent la pile galvanique. En effet, si du contact seul de deux métaux très-hétérogènes, sans l'intervention de l'eau, et sans oxidation quelconque, on obtient un premier produit électrique, faible, à la vérité, mais sensible et mesurable à l'électromètre. — Si du premier déplacement de ce fluide, (propre et inhérent à chaque métal, selon sa capacité électrique diverse) tendant à s'équilibrer entre tous deux, selon M. *Gautherot*, ou à se condenser dans l'un d'eux, selon M. *Volta*, il résulte, par l'interposition de l'eau, une action galvanique beaucoup plus considérable : la conséquence qu'il était naturel d'en tirer, c'est que cette action, et plus durable et plus intense, doit être attribuée, ou à la qualité déferente de l'eau interposée, ou à sa décomposition progressive, et à l'oxidation du métal ou des métaux. Selon cette dernière hypothèse, qui est devenue la plus générale, les métaux hétérogènes, en contact, exerçant une première action électropho-

rique , ou électromotrice , opèrent la décomposition de l'eau ; celle-ci l'oxidation des métaux ; et toutes deux réunies le renforcement de l'électricité métallique , qui sans cela serait restée inerte , ou comprimée dans le métal même. Par ce mécanisme d'action ou de réaction , moitié chimique et moitié physique , réciproque des métaux à l'humide , chaque effet devient cause à son tour.

Ainsi dans cet appareil hydro-métallique , livré à lui-même , il faut distinguer , je le répète , plusieurs origines au fluide qui en sort , ou plutôt des modes différens de le mettre en jeu : savoir , celui que déplace le contact des métaux entre eux , et celui que donne leur oxidation progressive : celui qui dérive du contact des métaux avec l'eau , ( comme corps de capacité ou de conductibilité électrique diverse ) et celui qui consiste dans la décomposition de cette dernière ; décomposition d'autant plus rapide et abondante , qu'à cette eau sont jointes des substances salines , capables de favoriser l'oxidation des métaux. Enfin , si à ces modes de la circulation du fluide , excitée , propagée réciproquement , entre les pièces et les élémens de l'appareil , l'on ajoute la communication de celui-ci avec le réservoir commun , cet écoulement et ce soutirement électrique se perpétuent , tant que subsiste le premier mobile électrophorique des métaux en contact , et tant que l'oxidation , ( également électromotrice ) de leurs surfaces , opérée par la décomposition de l'eau ( autre source d'électricité ) , ne s'oppose pas à une oxidation ultérieure. Ajoutez encore , tant qu'il ne s'établit pas un état de compression ou d'équilibre du fluide , de manière à empêcher ou suspendre

la liberté de son écoulement. Il en est de ce fluide comme de beaucoup d'autres , c'est-à-dire , que son affluence ou effluence , sa détermination centripète ou centrifuge , sont subordonnées à certaines lois d'attraction , ou de répulsion , de pression ou de pénétration , etc. A cela , sans doute , il faut rapporter une partie des effets infiniment variables , et , pour ainsi dire , capricieux , qu'on observe à mesure que l'on multiplie ces sortes d'épreuves.

Il est du reste bien entendu , que , pour composer un appareil galvanique , agissant partie comme électromoteur , partie comme électro-producteur , il n'est pas besoin du concours des différens modes énoncés ci-dessus. Le raisonnement et l'analogie suffisent pour le faire croire. Mais cela pouvant être mieux prouvé encore par des appareils galvaniques construits d'après des méthodes , et avec des substances , différentes de celles de la pile ordinaire , j'ai cru convenable d'instituer à ce sujet une série d'expériences nouvelles : expériences , dont le dispositif et les résultats se trouveront à la suite du prochain discours (1).

---

(1) Les communications littéraires entre la France et l'Italie , entre l'Italie et l'Allemagne , ayant été souvent interceptées durant la composition de cet ouvrage , il en est résulté , pour ce qui concerne le galvanisme , surtout , que les nouvelles découvertes ne se sont pas également propagées entre ces différens pays. Il en est résulté aussi qu'on n'y a pas traité , de la même manière , quelques-unes des questions relatives à la science galvanique. Quant à celle de l'électrométrie souterraine , sa propagation , dans ce même laps de tems , a été totalement suspendue en France et en Allemagne ; mais non en Italie , où elle a été cultivée sans interruption , et non sans succès. (V. pag. 62.)

## QUATRIÈME DISCOURS.

**B**IEN qu'il y ait peu de sujet, en physique, sur lequel, dans un laps de tems aussi court, on ait autant écrit que sur le galvanisme ; il n'existe pourtant encore, sur cette partie de la science, aucun ouvrage proprement élémentaire. Cela vient, sans doute, de ce que la science elle-même n'est pas encore parvenue au point de permettre un ouvrage de ce genre, à la fois classique et dogmatique. L'objet de celui-ci n'est point d'y suppléer. Mais un résumé analytique de ce qui se trouve épars dans une foule d'écrits académiques, périodiques, ou éphémères, en faisant connaître le point d'où l'on part, fera mieux apercevoir le terme où il s'agit d'arriver. Ce résumé contiendra, il est vrai, bien des choses que l'on sait, ou que l'on est à portée de savoir : et ces éclaircissemens, en quelque sorte, élémentaires, ou *récapitulatifs*, pourraient n'être, aux yeux de quelques-uns, que des répétitions superflues. Mais reproduire des faits même vulgaires, des vérités déjà connues, ou des discussions non encore jugées, sous un nouvel aspect, peut quelquefois leur donner un intérêt nouveau, ou dévoiler, des unes aux autres, des rapports différens. Ainsi, après avoir examiné, dans les trois premiers discours, d'abord les phénomènes de l'électricité commune, terrestre, et atmosphérique ; puis ceux de l'électricité souterraine, ou minérale ; et ceux enfin de l'élec-

tricité galvanique , ces derniers , comme étant moins connus , bien que plus à portée de l'être , vont être soumis à un nouvel examen. Ce sera le sujet de ce quatrième discours. Il sera divisé en quatre paragraphes. 1°. Moyens de produire le fluide galvanique. 2°. Effets que produit lui-même ce fluide à l'égard des autres corps. 3°. Traits d'analogie et de disparité entre le fluide galvanique et le fluide électrique. 4°. Parallèle des procédés et des résultats du galvanisme avec ceux de l'électrométrie souterraine.

#### PREMIER PARAGRAPHE.

L'OBJET de la pile électromotrice ordinaire ayant été de prouver , que du contact de deux métaux avec un corps humide , résulte la mise en mouvement de l'électricité commune , répandue inégalement dans tous les corps , on n'a regardé cette électricité , extraite d'un tel appareil , que comme l'électricité des corps qui le composent , ainsi que des milieux auxquels il touche. Et dans le fait , a-t-on dit , ce fluide a toutes les propriétés de l'électricité de la terre et de l'air. Comme celle-ci , il est transmis et repoussé par les mêmes corps : condensé , il éclate en étincelles : il donne la commotion aux animaux : il oxide les métaux , et décompose l'eau en deux gaz : il a une saveur particulière : il détruit les couleurs bleues des végétaux. Enfin , dans cet appareil même électromoteur , il montre , comme dans la machine électrique , un état positif et négatif , un état de condensation et de raréfaction.... Mais malgré tous ces

caractères d'analogie, plus apparens que réels, d'autres expérimentateurs ont trouvé des différences essentielles.

L'on sait déjà que les physiciens, divisés d'opinion sur la cause qui met en jeu cette électricité, se réduisent à deux classes. Dans la première, on attribue ce développement au seul attouchement des métaux hétérogènes, élémens de la pile, et l'on n'accorde à l'humide, qui en fait partie, que la faculté simplement conductrice du fluide, tout à fait distincte et indépendante de la faculté électromotrice. Dans la deuxième opinion, l'on admet, au contraire, que l'humidité, par ses effets chimiques, doit principalement influer sur la production de l'électricité, au lieu de se borner, par sa décomposition, et par l'oxidation des métaux, à la simple émission de ce fluide. Selon *Volta*, chef de la première opinion, les métaux, et probablement tous les corps de la nature, exercent une action réciproque sur leur électricité respective, (comme celle-ci, sans doute, sur la substance de ceux-là) au moment même de leur contact mutuel. Mais si une telle action, se perpétuant dans le cas d'un contact permanent, et sans intervention d'eau, est capable de produire la permanence des atmosphères électriques, la théorie de ce phénomène, constaté par les procédés d'électrométrie souterraine, sera-t-elle la même que celle que l'on a donnée de la pile galvanique? Quoiqu'il en soit, cette propriété motrice de l'électricité, que les métaux n'exercent, dit-on, qu'autant qu'ils sont en contact, existe aussi dans l'eau elle-même; mais à un degré très-faible, par rapport aux substances métalliques. C'est, sans doute, à raison

de cette différence de *conductibilité*, ( convertie depuis en *électromotricité*, — ou celle - ci associée à celle - là ) que l'intervention de l'eau, à part sa décomponibilité, en tant que moyen d'oxygénation, a été regardée comme utile, selon les uns, et comme nécessaire, selon les autres, à la construction de la pile. Or, dans cette construction, selon *Volta*, tout le mécanisme électromoteur consiste dans la propriété que possèdent les métaux, séparés par l'eau, de se charger tantôt positivement, tantôt négativement, selon leur capacité respective d'électricité. Enfin, dans ce mécanisme, l'auteur précédent ne considère autre chose que le déplacement du fluide d'un métal à l'autre, par l'intermède des cartons mouillés; de manière à produire, par le nombre des pièces, ou des étages, un accroissement d'électricité dans une progression arithmétique, dont la somme a été calculée tant au positif, qu'au négatif.

Les premiers observateurs, dit *Erman*, aperçurent à peine, dans les expériences galvano - métalliques, quelques vestiges de divergence dans les balles de l'électromètre. La balance de torsion, le condensateur, le duplicateur même, furent mis en usage pour saisir ces signes fugitifs, ou équivoques, et par cela même incapables de fonder la théorie des phénomènes du galvanisme. Mais, malgré l'insuffisance bien reconnue de ces instrumens, pour juger les mouvemens et les modes de l'électricité, dans bien des cas, l'on n'en a pas moins voulu donner leur non - mobilité, comme une preuve irréfragable de la non - existence des phénomènes de l'électrométrie souterraine.

M. *Vassali* et d'autres physiciens galvanistes, passant en revue les divers métaux, par rapport à leur capacité électromotrice, ont trouvé que celle-ci varie selon leurs degrés de ductilité et d'oxidabilité : que l'argent pur, par exemple, est moins bon avec le zinc, que l'argent avec un dixième de cuivre; et que cet alliage est meilleur pour accroître l'oxidation du zinc et la sienne propre, que l'argent seul. Enfin cet auteur ajoute, comme principe général, que les effets de la pile sont en raison de l'oxidation, *jusqu'à un certain point* : et ce qui semble le prouver, c'est l'inaptitude de l'or et du platine pour la formation de l'appareil électromoteur, au moyen de l'eau. Mais si à ces deux métaux, les plus inaccessibles à l'oxidation, et les plus énergiques comme conducteurs, on en substitue d'autres qui partagent inégalement ces deux qualités, tels que le fer et le cuivre, l'étain et le plomb, les effets galvaniques seront bien plus sensibles qu'avec les deux premiers; mais pourtant beaucoup moins que dans l'accouplement des plus conducteurs avec les plus oxidables. Ce qui prouverait néanmoins que cette dernière qualité y contribue bien plus que l'autre, ce serait l'expérience par laquelle on prétend faire voir que le charbon, ou le manganèse noir, avec le zinc, l'emportent sur tous les autres.

Ce qu'il y a de certain, c'est que l'on découvre de notables différences dans les résultats galvaniques, selon le choix des métaux ou demi-métaux; selon le nombre et la largeur des disques; selon le liquide employé à baigner les cartons intermédiaires, etc. Il est certain

aussi qu'il n'y a point de proportion entre l'effet électrophorique pur et simple des disques hétérogènes, métalliques ou charbonneux, accouplés deux à deux, sans humectation, et l'effet composé, que développe sur eux la présence d'un liquide quelconque. Selon que ce dernier est susceptible d'opérer, ou non, l'oxidation des disques, ou d'exercer sur eux toute autre action chimique, l'on voit naître des résultats fort différens. Il est même des auteurs qui, partant de la nécessité *absolue* de l'humide, pour produire le plus léger effet galvanique, ont conclu que les phénomènes de cet ordre appartiennent moins à la physique, qu'à la chimie. Mais bien que ces phénomènes soient subordonnés à des décompositions, et dépendans de combinaisons, que les agens chimiques peuvent produire, il reste encore à prouver que dans la production de quelques phénomènes électriques, plus particulièrement réputés de l'ordre physique, ceux même qui résultent du contact des métaux, des machines ordinaires, ou des météores, il n'intervient pas un agent chimique, une réaction d'affinité.

Quoiqu'il en soit, étant reconnu que chaque substance a sa capacité électrique propre, l'humidité elle-même, en se décomposant, en changeant d'état, en oxigénant les métaux, en formant enfin des combinaisons nouvelles, transforme ces substances. Chacune de celles-ci doit donc avoir une capacité électrique différente de celle qu'elle avait avant cette transformation; et l'électricité devra, par conséquent, se distribuer d'une autre manière. Ainsi, dans cette hypothèse, l'ac-

tion, dérivée du fluide, ou des fluides décomposés, décomposans, oxigénans, gazeux ou gazifiés, concourant avec celle de l'attouchement des métaux hétérogènes, offrirait un mécanisme composé, dans lequel l'action métallique électromotrice, en tant qu'inhérente à ces substances, deviendrait le premier mobile de la décomposition, de l'oxigénation, de la gazéité, et des combinaisons nouvelles : tandis que celles-ci feraient, à leur tour, l'office de causes motrices, productives ou modificatives du fluide électrique, ou autre analogue, que donne l'appareil galvanique. Enfin ce concours de causes, cette réciprocité d'action, que l'on ne peut méconnaître, entre les parties intégrantes de cet appareil, et les changemens simultanés, qu'on assigne ici, soit dans les modalités aggrégatives, soit dans les composés chimiques, entre des substances dont la réaction est également incontestable, serviraient à expliquer et la pérennité des phénomènes galvaniques, et leur *être*, sous plusieurs rapports, différens de ceux de l'électricité.

Ce qui prouve, de plus en plus, que l'oxidation, comme telle, accroît les effets électro-galvaniques, indépendamment de l'action électromotrice des métaux, ( que celle-ci soit, ou non, le premier mobile, ou l'intermède de la décomposition de l'eau ) c'est qu'en général tous les liquides salins, acides ou autres, sont plus favorables que l'eau pure, pour la formation des piles hydro-métalliques. Or il s'agit de savoir s'ils favorisent eux-mêmes cette oxidation, comme réactifs chimiques, en attaquant la substance des métaux, ou bien en aug-

mentant la force électro-déférente de l'eau, sans rien ajouter à la décomposition de cette dernière; ou enfin en aidant, de concert avec le métal, cette décomposition, laquelle devient un intermède d'oxidation, comme celle-ci un autre moyen électromoteur. Mais dans ce mécanisme réciproque d'électrophoricité, ce serait une erreur de croire qu'il ne s'agit que d'un simple office libérateur, ou extractif de l'électricité préexistante; que d'une impulsion donnée à l'électricité ambiante. Enfin tout porte à croire que le complément de ce mécanisme, consiste dans la force auxiliaire des sels neutres unis à l'eau, coagissante et, peut-être même, analogue à celle des métaux; soit comme déférente et électrophorique; soit comme réactive et combinatoire, pour fixer, sur ces derniers, l'oxigène de l'eau, et opérer par là le renforcement de l'émission électrique. Je ne rappelle ici, qu'en passant ce que j'ai déjà dit ailleurs; savoir, que la première de ces deux actions paraît être analogue aussi à celle qui rend ces substances salines antiseptiques, à une certaine dose: comme le fluide électro-galvanique, dans son état négatif, ou raréfié, exerce l'action septique.

Les liquides, selon M. *Vassali*, qui ne sont pas propres à oxider les métaux, rendent inefficace la pile; et dans l'examen de ses effets, il faut, dit-il, avoir égard à son action comme corps déférent, pour ne pas confondre l'office du conducteur avec celui de l'électromoteur. Cette distinction remarquable est tout à fait analogue à celle que j'avais déjà reconnue, comme nécessaire, dans les procédés d'électrométrie souterraine,

pour me rendre compte de leurs résultats. Mais dans la classification des divers métaux, comme des autres fossiles, il reste encore à savoir, d'une manière plus précise, si la qualité ou capacité conductrice est toujours en proportion de la qualité ou capacité électromotrice, et celle-ci toujours relative à l'oxidabilité.

Quelqu'opinion, dit le journal du galvanisme, que l'on adopte sur la nature de l'agent galvanique, l'oxidation, produite par l'appareil, atteste un effet chimique, résultant de la décomposition de l'humide. Les acides, ou les sels neutres, que celui-ci tient en dissolution, augmentant (et *diversifiant*) sensiblement cet effet, on ne peut dire que la qualité de l'humide soit indifférente. Selon *Erman*, il est prouvé que l'effet de la charge électrique se produit entre les faces des métaux, qui sont séparées par les draps ou cartons mouillés, (comme conducteurs imparfaits) et non point aux faces qui se touchent immédiatement. Cette assertion semblerait aussi favorable au système de l'oxidation, considérée comme seule cause électromotrice ou génératrice, que contraire à la théorie du simple contact exciteur, et collecteur des métaux hétérogènes, et même à l'expérience fondamentale sur laquelle porte cette théorie. Aussi M. *Volta* et tous les partisans de cette dernière, prétendent - ils, contre l'opinion des précédens, que tout le jeu électro galvanique se passe entre les surfaces métalliques en contact, et non pas du côté de l'attouchement des corps aqueux, intermédiaires aux métaux. Mais on peut croire que chacun d'eux a expliqué la chose en raison d'une hypothèse antécédente, plutôt

que d'après des faits suffisamment constatés. Et s'il s'agissait absolument de donner raison aux deux partis, ne pourrait-on pas dire que la pile, en tant que douée d'une double force électromotrice, tant à raison du déplacement du fluide, par simple contact des métaux hétérogènes, qu'à cause de l'oxidation de ceux-ci, par la décomposition de l'eau, la première de ces forces s'exerce, entre les deux disques métalliques, par leurs surfaces en contact : tandis que l'autre est limitée au contact seul des métaux avec les corps mouillés et salés. En effet, dans quelques écrits postérieurs, où les faits ont été multipliés et mieux analysés, on trouve que les partisans de l'*électrophorité* ayant accordé quelque chose à ceux de l'*oxidation* ; ce n'est plus guères, entre eux, qu'une question du plus au moins : et peut-être chacun aurait-il raison, dans son sens, eu égard à la diverse construction, ou à la situation différente et incessamment variable des piles, tantôt plus oxidantes, tantôt plus électrophoriques. Mais outre ces deux hypothèses, dont l'une accorde presque tout au *déplacement*, et l'autre au *dégagement* ou *développement* d'un fluide préexistant, tout semble prouver qu'il faut reconnaître son *renouvellement*, ou sa formation de toutes pièces. L'analogie de ce fluide avec d'autres, et notamment avec le calorique et la lumière, ( dont il semble se composer lui-même ) porte à croire qu'il faut le considérer en trois états différents : déposé à la surface des corps ; répandu et comprimé dans leurs interstices ; fixé ou combiné avec les autres élémens de leur substance. Le tirer de ce dernier état, c'est pratiquer une opération

chimique, analogue à tant d'autres, fondées sur les lois des affinités, telle que l'extraction des gaz, par les réactifs, etc. : c'est un véritable produit électrique, ou plutôt galvanique, participant en quelque chose, comme les autres fluides gazeux, des agens ou des intermédiaires employés à leur extraction. Lors, au contraire, qu'il ne s'agit que du déplacement et du dégagement de ce fluide, pénétrant et environnant tous les corps, c'est une opération purement physique, qui, par contact et par frottement, ne lui fait éprouver de changemens que dans ses qualités aggrégatives, ou dans ses déterminations : et celles-ci, comme celles-là, sont toujours subordonnées à la densité, à la liquidité, à la gazéité, ainsi qu'à la température des corps et des milieux, qui lui servent d'intermédiaires de communication, moteurs, excitateurs ou conducteurs.

M. Gautherot, dans ses *Recherches sur les causes qui développent l'électricité galvanique*, prouve que la quantité développée par le simple contact des métaux hétérogènes, hors de la pile, est précisément en raison de la surface de ceux-ci ( eu égard sans doute au degré de leur hétérogénéité, ou capacité électrique respective ) : au lieu que, dans l'appareil galvanique, un seul point de contact dans la surface de chaque disque, suffit pour donner à la pile entière la même énergie, qu'elle aurait si tous les points de cette surface étaient en contact parfait. Il est donc démontré, dit-il, par-là, que l'électricité simple, résultant du seul contact des métaux, ( différente en cela, peut-être, de celle galvanisée par l'oxidation de ces derniers ) suit un mode de développe-

ment ignoré jusqu'à ce jour : et ce mode , tout différent de celui qui a lieu dans l'appareil galvanique , doit être analogue à celui du fluide , également simple , développé par le frottement des corps ( ou par leur réaction à distance , que l'on ne peut pas plus méconnaître que leur action par contact et par frottement ). Enfin , selon cet auteur , l'électricité mise en jeu par le moyen du contact seul , est soumise aux lois du calcul , pour la quantité qui s'en développe par ce contact , *en raison des surfaces*. Mais celle développée par l'appareil galvanique , ne peut y être soumise par le même moyen , puisqu'elle est relative , non aux surfaces en contact des métaux entre eux , mais au degré de leur oxidabilité diverse , ( corrélatrice elle-même , peut-être , à leur moindre *conductibilité* ).

Quoiqu'il en soit , sans vouloir accorder ici les assertions de M. *Gautherot* , avec l'opinion d'autres savans , ni avec ce que nous avons nous-mêmes rapporté ci-dessus , concernant l'extension , l'exactitude et la multiplicité des contacts , entre les disques métalliques , nous ajouterons que , « quelque soit , selon cet auteur , la différence de capacité électrique de chacun des deux métaux accouplés , le fluide y reste , durant ce contact , » aussi paisiblement que celui qui est naturel et propre à » chacun d'eux séparément. Il se forme entre eux , dit-il , » une sorte d'équilibre , une distribution uniforme , » comme si ce fût un alliage. . . Ce contact établit un » système de corps , incapable de développer la moindre » électricité. » Ce ne serait donc pas dans l'acte de l'atouchement comme tel , et tant qu'il dure , que consis-

terait la faculté électromotrice, ou du moins l'effet du premier mobile, qui met en jeu, dans les corps en contact, et dans les corps ambiants, le fluide préexistant. Mais si dans la construction de la pile, c'est le corps humide qui sert d'intermède nécessaire, pour conduire le fluide d'un couple métallique à l'autre, et le condenser à l'une ou l'autre extrémité de cet appareil; si, d'un autre côté, cet effet simplement conducteur de l'humide, au lieu d'être en raison de l'étendue des corps mouillés intermédiaires, n'a besoin, pour s'accomplir, que d'un seul point de contact entre les couples, il n'en est pas de même de l'office électrophorique qu'exerce l'eau, et surtout l'eau chargée de sels, comme moyen d'oxidation, laquelle se fait toujours en raison des surfaces mouillées. Enfin, s'il était vrai de dire, que l'extension ou la multiplicité des contacts, entre les métaux accouplés, ne contribuent point, comme le font les surfaces des corps humides en contact avec ces couples, à l'énergie des piles, il s'en suivrait que l'action conjointe de l'oxidation des métaux, et de la décomposition de l'eau (y compris peut-être celle des substances salines), y a beaucoup plus de part que le simple déplacement du fluide, par le contact des disques empilés.

Ce n'est pas ici le lieu d'examiner, jusqu'à quel point, ce qu'on vient de lire, porte atteinte à la théorie fondamentale, qui, voulant toujours assimiler à l'électricité ordinaire, non-seulement l'électricité métallique pure, mais même l'hydro-métallique, cherche à s'appuyer sur cette *grande et nouvelle vérité*, ( que pourtant l'on n'a mise au jour qu'après que la théorie était déjà faite ),

savoir : « que deux corps hétérogènes quelconques , mis  
 » en contact , produisent , l'un sur l'autre , une rupture  
 » d'équilibre , dans la quantité naturelle de leur électri-  
 » cité : ensorte que l'un s'enrichit aux dépens de l'autre ,  
 » et passe à l'état positif ; tandis que ce dernier est réduit  
 » à l'état négatif. . . . » La quantité en plus d'un côté ,  
 et celle en moins de l'autre côté , ou plutôt la différence  
 du positif au négatif , doit varier selon la nature des corps  
 mis en contact ; et parmi ceux où elle est la plus grande ,  
 tels que les métaux , cette variation doit pareillement ,  
 et invariablement , avoir lieu. C'est aussi , dit-on , ce que  
 l'expérience a confirmé. Mais l'expérience n'a-t-elle pas  
 également prouvé , selon le rapport de *Gautherot* , « que  
 » l'électricité propre à chacun des métaux en contact ,  
 » doit se distribuer d'une manière uniforme entre eux :  
 » que , par exemple , si l'état de l'un , ou sa capacité élec-  
 » trique est de huit degrés , et celle de l'autre de dix ,  
 » ces dix-huit degrés se répartiront uniformément dans  
 » *tout le système* du corps , et , par conséquent , il en  
 » sera déterminé neuf pour chacun d'eux : et tant qu'ils res-  
 » teront superposés , l'électricité y résidera de la même  
 » manière , que celle qui serait propre à un métal , dont  
 » la capacité serait de neuf degrés. Ce ne sera qu'après  
 » leur séparation , si elle est faite avec adresse , que  
 » l'excès dans l'un et le défaut dans l'autre se manifès-  
 » teront. . . . »

Mais , dans les procédés de la pile galvanique , comme  
 dans ceux de l'électrométrie souterraine , où le contact  
 et l'action sont en permanence , il faut bien reconnaître  
 d'autres lois , ou d'autres modes , pour l'émission et la

propagation du fluide, en dérogeant, ou sans déroger, au principe fondamental ci-dessus. Un autre point non moins important, et tout aussi relatif à l'électrométrie souterraine, qu'aux épreuves des métaux en contact à l'air libre, a été également prouvé par M. *Gautherot*; et ce point paraît aussi peu favorable à la théorie vulgaire, que conforme aux innovations, déjà plus que pressenties, qu'il faudra y apporter : savoir, « que l'électricité » citée naturelle à chaque corps superposé, se développe avec une lenteur relative; en sorte qu'un contact prolongé a beaucoup plus d'énergie, pour développer cette électricité, que n'en aurait, toutes choses égales d'ailleurs, un contact de courte durée. » Ainsi s'explique la lenteur étonnante avec laquelle se meut l'électricité, dans l'appareil galvanique : et cette lenteur, également observable dans les dépôts sous terre, est souvent aussi accompagnée, comme dans l'action de la pile, de grandes vicissitudes dans les degrés de son intensité. Enfin il résulte des expériences de M. *Gautherot*, « que l'électricité naturelle à chaque corps, ne réside pas précisément à la surface de ce corps, de manière à y exercer une pression d'atmosphère électrique. » Mais si ces expériences, et les corollaires qu'on peut en déduire, sont propres à jeter quelque jour sur la théorie de l'électricité simple, et de celle développée dans l'appareil galvanique, pourquoi n'en serait-il pas de même à l'égard de celle qui émane des fossiles, des eaux et des gaz, agissant séparément ou conjointement sous terre? Il y a long-tems que j'ai dit que cette dernière, l'électricité minérale, n'étant pas, en tous points, subor-

donnée aux lois des pressions, des attractions et répulsions électriques, non plus qu'à celles des écoulemens, des condensations ou équilibrations, si bien calculées par *Franklin*, par *Epinus*, et par *Coulomb*, la théorie de l'électricité ordinaire, ne pouvait pas plus être appliquée à l'électricité souterraine, ( ni peut-être à celle des météores ) qu'au dire des galvanistes, elle n'est applicable, sans restriction, à l'électricité de la pile. Dans cet appareil, si l'on en croit l'assertion d'un journal sur le galvanisme, le fluide se distribue d'une manière toute différente de celle annoncée par *Volta*. Sa théorie, telle qu'elle est, ne convient plus à l'état actuel de nos connaissances. Elle quadre mal avec les observations multipliées; et celles-ci obligent de recourir à une action chimique.

M. *Gautherot* a fait une suite d'expériences ingénieuses, qui prouvent en faveur de cet effet chimique, dans la production de l'électricité galvanique. En effet, dit-il, si l'humidité servait seulement de conducteur à l'électricité développée par le contact des métaux, dans la pile, la différence d'étendue dans les étoffes intermédiaires mouillées, ( différence d'une ligne à deux pouces, par exemple ) ne devrait point en apporter dans la dose de l'électricité. Et pourtant avec une seule ligne d'étoffe humectée au centre des disques, la pile donne à peine une saveur sensible: tandis qu'avec deux pouces, on obtient saveur vive, âcre, étincelles, commotions, et charge de l'électromètre. Il faut donc, dit-il, renoncer à avoir un appareil galvanique, composé de substances absolument sèches, et dans lequel aucun effet chimique ne pourrait se produire.

Cet auteur a constaté , du reste , que l'influence galvanique est en raison de la rapidité, et de l'intensité de l'oxidation des métaux ; et que celle-ci s'opère d'autant plus que les corps mouillés, intermédiaires aux plaques, sont plus minces. Il compare ensuite le pouvoir conducteur des métaux et de l'eau pure, de celle-ci avec l'eau salée. Cette dernière a une faculté conductrice bien plus forte que l'autre ; et cette faculté, dans l'eau pure, est aussi plus forte dans des tubes larges, que dans des tubes capillaires. L'on ne peut donc trop distinguer, je le répète, la *conductibilité* de l'eau, comme moyen auxiliaire d'électrophoricité, avec sa *décomponibilité*, comme agent d'oxidation : et si l'action galvanique est en grande partie subordonnée à l'opération chimique, oxidante ou autre, elle s'exercera aussi en raison des surfaces métalliques, soumises à cette opération, bien plus que par le simple contact électromoteur. Selon M. *Biot*, l'appareil galvanique en action, décompose l'air atmosphérique qui l'environne, en absorbant son oxigène : et cette absorption contribue à augmenter les effets galvaniques. Mais cet appareil a une action propre, indépendante de l'air extérieur, bien qu'il existe une réciprocité d'action entre l'air et la pile, entre la pile et l'air, comme il en existe une autre entre l'eau et le métal, entre le métal et l'eau.

L'on a dit, d'après l'expérience, (et *Volta* lui-même en convient) qu'un seul métal oxidable, mis en contact avec de l'eau pure, pour en former une ou plusieurs colonnes, produit un léger déplacement du fluide. Cela a été attribué, en partie, à la différente capacité élec-

trique de l'eau et du métal, en partie, à l'oxidation de celui-ci par la décomposition de celle-là. On sait d'ailleurs que, sans le concours de l'électricité métallique, excitée par le contact de deux métaux différens, et par la seule action de l'affinité chimique, exercée entre un seul métal et l'eau pure, celle-ci se décompose, et celui-là se convertit en oxide. On sait, d'un autre côté, que le fluide électrique seul, extrait par la machine ordinaire, comme le fluide galvanique provenant de la pile, sont capables l'un et l'autre, à quelque différence près dans le mode et les résultats, d'opérer la décomposition de l'eau, et qui plus est, sa recomposition, sans que l'oxidation des métaux, qui servent de conducteur à l'un et l'autre fluide, y entre pour rien.

Malgré cela, il est peu facile encore de concevoir la distinction, qu'il faut pourtant admettre, entre ce qu'on appelle l'action chimique et l'action physique des appareils à colonnes; entre le simple effet de déplacement, d'émission du fluide préexistant dans les corps métalliques, ou autres, de capacité électrique diverse, et celui du développement, ou de la production de ce même fluide, provenant de la décomposition de l'eau, et de l'oxidation des métaux, qui en sont susceptibles. De ces deux résultats combinés, l'influence galvanique se forme bien plus puissante que de chacun d'eux séparés; et de cette combinaison même résulte, selon la plupart des galvanistes, une action différente, ou du moins sensiblement modifiée, de la part du fluide émis ou créé. Aussi lorsqu'à l'appareil d'un seul métal, très-oxidable, et d'eau pure, l'on ajoute des substances salines, celles

surtout qui sont les plus propres à opérer l'oxidation du métal, l'action chimique l'emporte de beaucoup sur l'action physique. Si, au contraire, on fait entrer dans la construction des piles, l'accouplement des substances peu ou point oxidables, avec l'eau pure, ou des substances salines peu ou point décomposables, de manière qu'entre ces substances et ces liquides, il y ait une grande différence de capacité électrique, la mise en jeu du fluide propre à ces substances, et son soutiement du réservoir commun, ou du sein de l'air, tiennent bien plus à cette action électrophorique de l'appareil, qu'à l'oxidation des pièces, et à la décomposition des liquides salins, qui le composent. C'est ce qu'on observe dans ceux, par exemple, où l'on a pratiqué l'accouplement d'un métal avec le schiste ou le charbon; le charbon de bois ou de pierre avec le basalte: l'un ou l'autre de ceux-ci avec le soufre ou le sel gemme, etc.

La possibilité de former des appareils plus ou moins électromoteurs, avec ces différens corps fossiles, lesquels, même sans aucun métal, réagissant l'un sur l'autre, dans leur stratification, entremêlée de corps humides, sont capables de développer le fluide galvanique, servira à expliquer les résultats très-variés de l'électrométrie souterraine. On les observe non-seulement dans les cas d'un seul métal, mis en contact ou stratifié avec d'autres corps moins déferens, sur les gangues des mines, sur ce qu'on appelle faux-filons, etc., mais encore sur des dépôts de sels; sur des veines d'argille mouillées; sur les tuyaux des vieilles latrines, avec soufre épars, ou sel ammoniac, etc..... Réciproquement aussi tous ces ré-

sultats recueillis et constatés depuis long-tems, et souvent pris pour erreur de la part des minérographes, ont dû apprendre aux galvanistes, que l'on peut faire des colonnes, des piles, de cassettes, ou autres sortes d'appareils, avec bien des corps différens, pourvus à des degrés divers de la faculté conductrice et électromotrice, sans ou avec aptitude à l'oxidation. Celle-ci, dans les cas où elle a lieu, comme dans ceux aussi où elle est remplacée par une autre action, ou réaction quelconque, ne paraît être qu'un moyen complémentaire, ou auxiliaire, pour le développement du fluide galvanique. Mais il faudrait savoir, si, entre des corps solides, des corps fluides ou gazeux, qui fussent seulement susceptibles de l'opération oxigénante, ou telle autre gazi-gène, sans faculté électromotrice ou conductrice, ou du moins sans l'exercice actuel d'aucune de ces deux dernières forces, il se produirait néanmoins des effets galvaniques, que l'on pût attribuer seulement à l'acte de l'oxidation comme telle, par exemple, dans le cas d'une effervescence chimique, sans le concours de l'eau, ou sans l'intervention possible d'un calorique étranger.

Quoiqu'il en soit, dans la construction d'un appareil électromoteur quelconque, outre le choix de ses parties élémentaires, il importe beaucoup, pour en accroître ou diminuer les effets, d'y adapter tel conducteur plutôt que tel autre, pour répartir et transporter ce fluide à d'autres corps : et cela est aussi relatif à ce qu'on observe dans l'électrométrie souterraine. Les métaux, les sulfures métalliques, ou composés pyriteux, les minerais qui contiennent les métaux non-oxidés, les charbons, les so-

lutions salines, sont les conducteurs du fluide galvanique, comme de l'électricité ordinaire; mais à des degrés bien différens entre chacune de ces substances, et par rapport à chacun de ces fluides séparés. Au contraire, les oxides métalliques, les sels secs, les résines, les bitumes liquides, sont, comme le verre et la lacque, des moyens cohibens de l'un et l'autre. Mais l'on est loin encore de connaître les degrés divers de cette déférence et de cette cohibence; et plus encore de discerner les corps qui exercent alternativement, ou conjointement, la fonction d'électromoteurs, de conducteurs, ou de cohibens. Au reste, les degrés différens de la température, influent non-seulement sur la force électromotrice de la pile, mais encore sur les modes de déférence ou de cohibence des corps et des milieux adjacens : et cela ressemble aussi aux phénomènes de l'électricité souterraine.

Enfin, pour acquérir, sur ces divers objets, quelques notions plus précises, j'ai voulu moi-même soumettre, à ce genre d'épreuves mixtes, des substances non encore essayées. J'ai donc composé des appareils avec des disques de marbre, de biscuit servant à la porcelaine, de laves et de silex. J'ai choisi, pour corps intermédiaires, d'un disque, ou d'un couple à l'autre, tantôt les poudres de crème de tartre, d'amidon, de muriate de soude; tantôt celles de charbon, fossile ou autres, celles de manganèse, et de soufre. Ces piles, formées de disques homogènes ou hétérogènes, avec telle ou telle poudre interposée, ont été d'abord essayées à sec, puis humectées d'eau tiède. Chaque espèce de disque, ci-dessus, a été ensuite accouplée avec un disque métallique, oxi-

dable et non-oxidable, avec ou sans interposition de corps mouillés. La dernière épreuve a été de substituer, à l'appareil hydro-métallique, la construction d'un appareil tout opposé, c'est-à-dire, où l'eau n'entrât absolument pour rien. Cette colonne, que l'on peut appeler pyro-métallique; alternativement formée de disques de métaux, fer, cuivre, zinc, et de disques de pierres, laves, schiste, silex, devra être chauffée, par degrés, jusqu'à l'incandescence, étant isolée, ou non isolée, etc. Le dispositif et les résultats de tous ces nouveaux appareils, seront rapportés ci-après.

---

#### DEUXIÈME PARAGRAPHE.

##### *Effets que produit le fluide galvanique à l'égard des autres corps.*

S'IL était suffisamment constaté que les effets appelés mécaniques de la pile, telles que la commotion, la tension électrométrique, la rotation des baguettes, sont plus marqués et plus durables, lorsque cette machine n'est pas isolée, que lorsqu'elle l'est, il s'ensuivrait que son aliment physique, c'est-à-dire, celui qu'elle tire du déplacement déséquilibré du fluide, perpétué tel, moyennant sa communication avec le réservoir commun, est chose tout à fait distincte de ce qu'on peut appeler son aliment chimique, ou propre, résultant de la décomposition de l'eau, de l'oxidation des métaux, et de toute action expansive ou gazifiante. Mais il

s'agirait de savoir, d'autre part, si les effets plus particulièrement réputés chimiques, les saveurs, la combustion des métaux, leur oxidation, la décomposition de l'humide, ( ces deux dernières opérations étant effets et causes ) sont en raison directe et composée de la réunion des deux forces, physique et chimique : — savoir encore si, en raison des contacts métalliques, le déplacement ou soutirement continu du fluide, par son extraction du sol et de l'air ambiant, comme moyen promoteur de la désoxidation de celui-ci, ainsi que de l'eau, peut dégager ou produire un fluide analogue, ou bien un fluide modifié : — savoir si cet effet s'obtient à mesure que l'oxigène de l'eau et de l'air, se fixe à la substance même des métaux, en raison des surfaces mouillées par ces deux intermèdes d'oxidation : — savoir, de plus, si, en considérant ces métaux comme des magasins, ou des collecteurs naturels, comme des milieux dépositaires du fluide électro-galvanique, partie en état gazeux, partie en état concret, le déplacement de l'un par leur contact, et le développement de l'autre par leur oxidation, s'opèrent diversement, bien que contemporanément, pour la production des effets chimiques, ou des effets physiques : — savoir, en outre, si pour ceux-ci, comme pour ceux-là, il y a constamment telles ou telles différences, ou telle alternative des uns aux autres, entre la pile isolée ou non isolée : — savoir enfin s'il y a plus d'affinité entre le fluide électrique ordinaire et le galvanique, en ce qui concerne les phénomènes chimiques, qu'entre le galvanisme hydro-métallique et l'électricité

des machines, par rapport aux phénomènes physiques, ou mécaniques.

On lit, dans le journal de M. *Delametherie*, « que » la pile ayant deux pôles, le positif et le négatif, il y » a tension entre ces deux électricités différentes : que » les tensions les plus fortes sont aux deux extrémités » de la pile : qu'elles diminuent ensuite en approchant » du milieu où elles sont nulles..... Mais ce que l'on » était bien éloigné de soupçonner, c'est que toute la » pile devient négative, quand on met le pôle positif en » communication avec la terre : *et vice versâ*, toute la » pile devient positive, quand on fait communiquer le » pôle négatif avec la terre.... Néanmoins l'action chi- » mique n'est point altérée : elle continue de produire » les mêmes effets..... » Mais on peut considérer, ce me semble, la pile dans six états différens, par rapport à son isolement, et aux effets chimiques, ou physiques, qui en résultent.

1°. La pile isolée de partout. ( Elle est moins active sous tous les rapports. Entre ses deux extrémités, dit-on, il y a attraction ; et à chacune d'elles, les molécules du fluide se repoussent. )

2°. La pile en communication avec le sol et l'atmosphère. ( Elle acquiert beaucoup plus d'activité, en conservant toutefois ses deux modalités, positive et négative. )

3°. *et* 4°. La pile alternativement isolée par le pôle positif, et par le négatif. ( Elle devient toute négative, ou toute positive, quant à la tension électrométrique ; et c'est aussi ce qu'a prouvé la rotation des baguettes,

tant sur les deux pôles homogènes, dans l'appareil à deux colonnes, de l'abbé *Amoretti*, que sur chaque pôle désisolé, dans la quadruple colonne de l'abbé *Dal-Negro*. Mais dans ce dernier cas, au rapport de M. *De-lametherie*, les effets chimiques restent les mêmes.)

5°. et 6°. La pile en communication par ses deux pôles à la fois, mais sans se communiquer entre eux, autrement que par le réservoir commun, ou bien communiquant entre eux avant de communiquer au sol. (L'on n'a pas fait, que je sache, d'épreuves de comparaison, quant aux effets chimiques ou physiques de la pile, dans ces deux états, ni de ceux-ci aux quatre précédens.)

Mais j'observe que dans les deux derniers, la pile n'étant point déchargée, (comme le serait la machine électrique ordinaire) puisque celle-là continue à donner la commotion à une ou plusieurs personnes qui touchent en même tems les deux disques polaires, il s'agirait de savoir si, dans ce cercle électro-galvanique complet, et même complexe, le fluide, au lieu d'être *zéro* au centre de la pile, (comme cela s'observe dans la pile isolée) se trouve à l'unisson, ou également réparti dans toute sa substance, comme dans toute l'étendue du cercle galvanique; ou bien si, du premier au dernier couple métallique, il existe une progression toujours croissante du négatif au positif. Mais si la tension des électromètres consiste réellement, ainsi que la commotion, dans le jeu de deux électricités opposées, négative et positive, ou de deux modes du même fluide, la non-mobilité de ces instrumens, comme celle des parties organiques,

pourrait tout aussi bien dériver du contraste de deux forces opposées, ou de deux fluides contraires, que de l'absence totale de cette force, simple ou double. Ainsi là où l'électromètre physique, plus encore que l'organique, n'exprimerait rien, l'électricité néanmoins pourrait être plus abondante, et plus forte, que là où cet instrument exprime beaucoup. Au reste, bien qu'il n'y ait pas une corrélation nécessaire entre ces effets mécaniques de la pile, et ses résultats chimiques, l'on observe cependant, comme nous l'avons dit ci-dessus, à l'égard de ces derniers, et notamment pour la décomposition de l'eau, une diversion ou une diminution sensible, lorsque la pile est abondamment soutirée pour la production des effets mécaniques. D'un autre côté, si, dans l'acte de produire ces derniers, la pile, devenue toute négative par l'isolement du pôle positif, et réciproquement, toute positive par l'isolement du pôle négatif, exerçait la même action par rapport à la décomposition de l'eau, il s'ensuivrait que, dans le premier cas, l'on n'obtiendrait que du gaz hydrogène; et dans le deuxième, du gaz oxygène. Mais l'on a vu, tout à l'heure, que dans ces deux états de la pile, son action chimique n'est point chargée : et cela voudrait dire que, dans les deux cas, elle donne les deux gaz. Cependant ceux qui assimilent à l'action du galvanisme sur l'eau, celle de l'électricité ordinaire, conviennent tous que la positive en dégage du gaz oxygène seulement, et la négative du gaz hydrogène. Mais lorsqu'on obtient cette prétendue décomposition de l'eau, soit que l'on opère avec un seul fil, comme l'a fait *Vollaston*,

soit avec deux fils en *prospect*, partant du même conducteur de la machine, n'est-ce pas, dans ces deux cas, le même fluide qui produit l'un ou l'autre, ou bien l'un et l'autre gaz, oxygène et hydrogène : gaz qui, réunis, servent également à la recomposition de l'eau, moyennant encore le même fluide? Ce qu'il y a de certain, c'est que, hors de la pile, comme dans la pile, l'action chimique seule, s'exerçant par simple loi d'affinité, entre un métal, ou plusieurs métaux, et l'eau, (ainsi que le prouvent les expériences de MM. *Lassonne*, *Boissier*, *Lehot*, etc.) est décomposée, et donne de l'air inflammable, ou gaz hydrogène, à mesure que l'oxygène se fixe à la substance du métal, ou des métaux, pour les oxider. Sans doute, l'on obtiendrait un résultat tout contraire, si, pour opérer la même décomposition de l'eau, on trouvait un intermède capable d'absorber l'hydrogène seul, en laissant l'oxygène en liberté, et en état gazeux. Mais il est certain aussi qu'entre deux métaux hétérogènes, ou tous deux oxidables, ou l'un d'eux seulement, réagissant l'un sur l'autre, et physiquement, et chimiquement, avec l'intervention de l'eau salée, la décomposition de celle-ci et l'oxidation de ceux-là, marchent avec bien plus de célérité et d'intensité : et cette action conjointe existe dans la pile galvanique, celle surtout qui n'est point isolée, et qui est environnée d'une certaine chaleur.

Du reste, sans rechercher ici laquelle des deux forces contribue le plus à son activité, ni comment on peut l'expliquer, on doit croire que dans l'appareil à couronne de vases, où il n'y a point de contact métallique, et où

l'immersion est instantanée, il ne peut y avoir d'oxidation; et par conséquent toute l'action paraît être physique, c'est-à-dire, dépendante de la diverse capacité électrique du métal, ou des métaux, par rapport à l'eau. Et dans ce sens, celle-ci ne serait pas plus conductrice ou électromotrice du second ordre, que le schiste par rapport au charbon, que celui-ci par rapport au zinc, au cuivre, etc. Tout serait réciproque entre ces corps, quant au déplacement ou dégagement du fluide préexistant, à part ce qui appartient à l'oxidation des métaux, et à la décomposition de l'humide, ou des sels, dans ce mécanisme électromoteur, manifestement composé.

Mais, puisque d'après les expériences de *Valli*, de *Davy*, de *Bowler*, et autres, l'on a reconnu qu'en employant un seul métal, tantôt avec des liqueurs salines, tantôt avec l'eau pure, tantôt avec du schiste, du charbon fossile, ou autres corps, l'on obtient les mêmes effets qu'avec deux métaux hétérogènes, comme on les obtient aussi avec les seuls substances organiques, il est devenu de plus en plus difficile de s'en tenir, pour les expliquer, au simple jeu de l'électricité commune, négative et positive, raréfiée ou condensée. Il est par conséquent devenu de plus en plus nécessaire de recourir à une action chimique quelconque, productrice ou modifiante, extractive ou expansive.

Parmi les faits nombreux qui prouvent, d'une part, cette difficulté, et de l'autre, cette nécessité, l'on peut citer l'expérience par laquelle MM. *Fourcroy*, *Vauquelin* et *Thenard*, ont démontré l'énorme différence, qui

existe entre les piles formées de plaques larges ou étroites : différence de laquelle il résulte , en effet , une très-grande disproportion entre les produits chimiques et les mécaniques. Ce qu'il y a de certain , c'est qu'avec les piles à larges disques , portées au suprême degré d'action , au point même de charger de fortes batteries , de brûler les métaux , de tirer l'étincelle , en faisant communiquer les deux pôles , la tension électrométrique n'est nullement en corrélation avec ces autres phénomènes ; pas plus qu'avec les commotions , ou autres affections organiques. Et ce qui prouve que ni la scintillation , ni la combustion des métaux , ne sont en raison de la force de l'appareil , c'est-à-dire , du nombre des disques métalliques , mais seulement de leur surface en contact , c'est qu'une pile composée de six paires de disques , par exemple , de huit pouces en carré , confrontée avec une autre de quarante-huit paires , formés de ceux-là , la première donnera scintillation forte , avec combustion des métaux ; mais une commotion à peine sensible : tandis qu'avec l'autre , le choc sera très-fort , et l'étincelle très-faible , ou même nulle . . . . C'est aussi ce qui a fait dire aux auteurs français ci-dessus , que la combustion des métaux , par le fluide galvanique , ( différente aussi , à d'autres égards , de celle opérée par le fluide électrique ) suit une loi relative à la surface des plaques ; tandis que les autres phénomènes se rapportent à leur nombre.

L'on ne peut disconvenir pourtant que , dans la construction des piles à petits ou larges disques , l'exactitude des contacts ne contribue essentiellement à l'énergie de

l'appareil : et cette exactitude des points de contact entre des disques hétérogènes , semblerait devoir être la même chose , que l'extension des mêmes contacts , en raison des surfaces , petites ou grandes. Mais ces deux choses pourtant ne correspondent point , quant aux effets tels ou tels , à la multiplication des surfaces métalliques , entre les disques superposés , et interposés de cartons humides. D'un autre côté , s'il n'existe pas de corrélation nécessaire , ou de réciprocité d'action , entre l'exactitude des contacts , l'extension des surfaces , et la multiplicité des étages , pour ce qui concerne les disques métalliques hétérogènes , il paraît qu'il n'en est pas de même quant aux cartons mouillés et salés. Ceux-ci , pour agir comme simples conducteurs , ou comme intermédiaires de communication d'un couple à l'autre , n'ont besoin que d'un seul point de contact : tandis que comme moyens d'oxidation , il leur faut précision de contact , extension de surfaces , ou multiplication d'étages. Ainsi en cherchant à évaluer , d'après ces données , la différente manière d'agir des deux appareils ci-dessus , formés tous deux du même nombre de pouces , en surfaces de métaux et de cartons mouillés , mis en contact , avec la différence que dans l'un , les sept huitièmes de ces surfaces sont en juxtaposition ; tandis que dans l'autre elles sont superposées , on trouverait peut-être , pourquoi dans celui-ci , composé de quarante-huit couples , les effets physiques sont plus prononcés ; au lieu que dans celui-là , formé seulement de six plaques larges , ce sont certains effets chimiques qui sont prédominants : et ces effets sont ceux de l'incandescence et de la scintillation ,

indices d'un plus grand développement de calorique ou de lumière.

C'est enfin de ces différentes manières de construire et monter ces sortes d'appareils hydro-métalliques, ainsi que de la diversité d'action et de réaction, qu'exercent entre eux leurs élémens constitutifs, qu'il faut faire dériver l'extrême variété de leurs résultats, soit chimiques, soit physiques : variété telle, que souvent l'on observe l'alternative presque absolue des uns ou des autres : c'est-à-dire, que la tension ou le choc disparaissent en quelque sorte, lorsque la décomposition de l'eau, dans les tubes d'épreuve, prend le dessus pour quelque tems : et celle-ci, cessant d'elle-même, ou par l'éloignement des fils polaires, la commotion reprend de plus belle, ainsi que la scintillation. Au reste, en rapprochant ceci de ce que nous avons rapporté ci-dessus, d'après M. *Gautherot*, et de ce que l'on sait d'ailleurs des expériences, faites avec des disques de métaux hétérogènes, soudés deux à deux, ( circonstance qui change le jeu des surfaces et des contacts, sous le rapport de l'oxidation, et non sous celui de la force électromotrice contactuelle ), on sera forcé de convenir, que sur cet article de physique ou de chimie galvanique, il s'en faut, de beaucoup, que l'on soit parvenu au point de la précision qu'exigerait la réforme des théories prématurées.

Mais sans examiner pour le moment, si la scintillation galvanique, différente en quelque chose, de l'étincelle électrique, appartient plus aux effets physiques qu'aux effets chimiques de la pile, il est certain que, parmi ces derniers, les plus remarquables sont la décom-

position de l'eau et l'oxidation des métaux. Il est certain aussi que l'une et l'autre se font plus promptement, et plus énergiquement, par l'accouplement des métaux les plus hétérogènes, et par celui du charbon avec un demi-métal, que par tout autre moyen; et beaucoup plus encore que par la machine électrique ordinaire. Or ces deux effets, observés en même-tems, soit dans la pile elle-même, composée de disques métalliques et d'eau, soit dans les fils également métalliques, qui communiquent, à l'eau du tube-récipient, le fluide que produit la pile, ne prouvent-ils pas que, dans celle-ci, le fluide engendré ou développé par l'oxidation des métaux, et la décomposition de l'eau, devient, à son tour, dans le tube, l'agent de cette double opération simultanée, c'est-à-dire, de la translation de l'oxigène de l'eau décomposée sur les métaux oxidés? Dans le premier cas, le fluide électro-galvanique serait le produit factice de la pile: dans le second, il serait l'agent immédiat du nouveau produit qui s'opère dans le tube. Et s'il était vrai que, dans la pile, ce fluide fût produit ou développé par l'oxidation des métaux, en conséquence de la désoxidation de l'eau, il devrait en être de même dans le tube: c'est-à-dire, qu'entre la pile et le tube, le fluide électro-galvanique serait un produit reproductif de lui-même. Et si enfin on voulait expliquer cela, comme simple opération chimique, ou comme résultat du jeu de la double affinité, qui existe entre l'eau et le métal, mais inégale entre les deux métaux, il faudrait supposer que le fluide étant alternativement produit et cause de la force réactive, existante entre le métal et l'eau, cette force ne reste

pas la même dans les deux cas, ou ne s'exerce pas de la même manière.

Mais, si au lieu de regarder les fluides gazeux, provenans des deux pôles, et manifestés par les deux fils, comme des résultats de la décomposition de l'eau en oxygène et hydrogène, on voulait au contraire qu'ils fussent le résultat d'une surcomposition ou d'une transmutation quelconque de ce liquide, comme l'ont soupçonné *Priestley, Pjaff, Ritter, Cuvier, Trommsdorf*, etc., la question de savoir si, entre la pile et le tube, le fluide galvanique est agent ou produit, se compliquerait de plus en plus : et les bases de la chimie pneumatique ne pourraient plus rester les mêmes : pas plus qu'elles ne resteraient telles, si, par de nouvelles lumières sur le calorique, il était prouvé que la plupart des effets que l'on attribue à son intervention, pour expliquer le secret des affinités chimiques, doivent être attribués à celle du fluide électrique, avec ou sans les modifications dont il est manifestement susceptible..... Il y a environ douze ans que mes conjectures, à ce dernier égard, ont été manifestées (1), et notamment à l'occasion de l'expérience, alors toute récente, de la décomposition et recomposition de l'eau, par l'électricité ordinaire. Jusqu'à ce jour l'on ne sait pas encore positivement, s'il existe quelque différence essentielle dans les résultats de ces deux opérations, faites avec le fluide électrique, ou avec le galvanique. Cette recherche néanmoins, comme pouvant donner des notions

---

(1) Dans le journal intitulé *Genio letterario d'Europa*.

analytiques et synthétiques plus précises , tant sur l'agent que sur les produits de la conversion de l'eau en fluides aériformes , serait une des plus importantes à faire. L'on convient toutefois , assez généralement , que le résultat invariable de cette prétendue décomposition , opérée par la pile hydro-métallique , est l'émission du gaz oxygène , au pôle positif , et du gaz hydrogène , au pôle négatif , lorsque les fils , servant de conducteurs au fluide , sont inoxydables , tels que l'or et le platine : et s'ils sont oxydables , y compris même l'argent , on n'obtient du pôle négatif que du gaz hydrogène ; tandis qu'au positif c'est le fil métallique qui est oxidé. Mais si le pôle négatif , quelque soit le métal producteur , ne donne jamais que du gaz hydrogène , ( sans que l'on sache toutefois ce que devient l'oxygène de la partie d'eau décomposée à ce pôle ) ou tout au plus quelque peu d'azote , selon quelques physiciens , il ne doit point importer que le fil conducteur négatif soit oxydable , ou non. Toutefois , pour s'en assurer , il ne serait pas indifférent de varier ces fils , d'une qualité à l'autre , et d'un pôle à l'autre.

M. *Vassali* a éprouvé que si les fils sont d'or avec un alliage , comme s'ils sont de tout autre métal oxydable , ce métal , en attirant l'oxygène , se couvre d'oxide , en même-tems que le *carbone* dudit métal , gazifié , se présente sous la forme du gaz acide carbonique ; ou bien il précipite l'eau de chaux lorsque l'on fait passer les fils par cette dernière : et lorsque le gaz acide carbonique n'est point absorbé par l'eau de chaux , il reste et se retrouve après la combustion des gaz. Mais , outre que l'on pourrait , sans admettre ce carbone métallique ,

au moins très-hypothétique aux yeux des néo-chimistes , expliquer la présence de ce gaz acide carbonique , ne serait-il pas vraisemblable de croire , que c'est à raison de sa formation extemporannée , du côté positif , et de quelque peu de gaz ammoniacque , du côté négatif , que résulterait , dans les procédés galvaniques , avec ou sans décomposition d'eau , le rougissement ou le verdissement des couleurs bleues végétales ? C'est après avoir observé cette différence , dans les effets du conducteur positif au négatif , qu'on avait conclu que le fluide du premier était acide , et celui du second , alkali : et de tels effets étant également attribués au fluide électrique ordinaire , tant négatif que positif , l'on avait trouvé en cela un point de ressemblance de plus entre les deux fluides. Mais dans ces jugemens , dit M. *Vassali* , l'on n'a pas réfléchi que l'électricité négative n'est différente de la positive , qu'à raison de la densité : d'autant plus qu'on peut , selon lui , expliquer par un seul fluide , tous les phénomènes que l'on voudrait faire dériver de deux fluides différens , et co-existans : fluides dont la supposition , dit-il , est d'une part , inutile , et de l'autre , insuffisante , pour rendre raison desdits phénomènes. Delà , il conclut que le fluide négatif de la pile est le même , et que passant en plus grande quantité dans *certaines métaux* , il se montre positif dans ces derniers , selon la théorie de *Volta* et de *Pététin*. Enfin , ajoute-t-il , les divers effets du fluide positif et négatif , doivent s'attribuer à l'action diverse du même fluide , condensé ou raréfié , et non point à la nature différente du négatif au positif.

Mais cette question , que l'on convertit ici en assertion

positive, est bien loin d'être regardée comme telle par d'autres savans : et *Vassali*, lui-même, ne paraît pas plus persuadé que ces derniers, (si l'on compare ses divers écrits sur ce sujet) de la parfaite identité du fluide, considéré dans ses appareils, ou avec ses attributs électriques et galvaniques, et dans ses modalités ou déterminations polaires, positives et négatives. Par-tout on retrouve, dans les opinions personnelles et collectives des physiciens, à cet égard, les mêmes contrastes, et les mêmes tergiversations. C'est ainsi, par exemple, que dans le journal de physique du mois de janvier dernier (1804), on lit : « *Que les phénomènes électriques se confondent avec ceux du galvanisme, etc.* » Et plus bas, dans la même page : « *Les phénomènes que présente le galvanisme, sont si différens des phénomènes électriques ordinaires, qu'ils doivent faire naître de nouvelles théories sur l'électricité . . .* » Au reste, cette perpétuelle discordance sur la nature, identique ou diverse, de ces deux agens, est encore bien plus remarquable, lorsqu'il s'agit de leurs effets respectifs sur d'autres corps; et notamment sur l'eau que l'on soumet à leur action, selon que celle-ci émane de la machine électrique ordinaire, négative et positive, ou bien des deux pôles positif et négatif de la pile hydro-métallique.

*M. Erman* appelle le pôle *zinc* le vrai pôle négatif de la pile : et il dit que sous le rapport des attractions et répulsions, (reconnues telles par des moyens très-recherchés) le pôle négatif l'emporte sur le positif. *M. Graperon* observe que l'on diffère encore sur la dé-

nomination des pôles *cuivre* et *zinc*; et que l'on attribue quelquefois à un pôle ce qui appartient à l'autre. Il faudrait, dit-il, poser les bases de ces dénominations, en prenant pour point de départ, ou le contact métallique, comme l'ont fait beaucoup de savans, ou le contact humide..... Pour éviter cette confusion, il propose d'appeler le pôle zinc, pôle *oxidant* ou *oxidable*, et pôle *dégageant*, le pôle *cuivre*: ou bien encore celui-là, pôle d'*oxidation*; et celui-ci, pôle de *dégagement*. Mais si les fils conducteurs sont inoxydables, ou bien seulement celui du pôle zinc, les deux pôles seront dégageans. Tels aussi on les observe fort souvent, lors même que les deux fils sont de métaux très-oxidables. Selon *Dal-Negro*, ( premier opusc., page 19 ) *Ritter* a observé qu'avec une pile composée de disques zinc et argent, le gaz hydrogène se dégage du fil qui communique au pôle zinc, et le gaz oxigène de l'autre fil communiquant à l'argent, pourvu toutefois que les deux fils polaires soient inoxydables.... Mais, si avec des fils oxidables de part et d'autre, le pôle zinc donne également le gaz hydrogène, en même tems que l'oxigène reste fixé au métal, il faudrait en conclure, ou que l'assertion précédente n'est pas vraie, ou bien qu'au pôle positif la réduction complète de l'eau, en ses deux principes constitutifs, ayant lieu, il n'en est pas de même au pôle négatif: d'autant plus qu'à ce pôle, c'est l'oxigène, selon les uns, et selon d'autres, l'hydrogène qui se dégage; et pourtant leur commune action est censée nécessaire pour opérer cette réduction de l'eau en gaz.

Par des expériences très-ingénieuses, M. *Erman* a

constaté que la faculté conductrice de l'eau, dans les tubes où aboutissent les deux fils métalliques, partant des deux pôles de la pile, va en diminuant à mesure que la colonne est plus longue : au point que, cessant le cercle électrique, l'on voit cesser aussi la production des gaz, et par conséquent la décomposition de l'eau. Il assure que les quantités de gaz, produites par les deux fils, diminuent dans les mêmes proportions que les longueurs du cylindre d'eau : et la distance des fils, par rapport à l'eau interposée, vont en augmentant. De là il conjecture que la quantité des gaz, de la part des deux fils polaires, est en raison inverse de la distance de ces fils plongés dans l'eau : et cela porte à croire que la décomposition de celle-ci est le résultat d'une force mixte ou réactive. « J'avoue, dit cet auteur, que le » mécanisme de cette action composée, ou réciproque, » du fil positif au négatif, jusqu'à la distance de dix » pieds, par exemple, si on l'explique par une pure » décomposition de l'eau, semble sortir bien décidé- » ment de toutes les analyses connues en chimie. Mais » ce qu'il y a de plus remarquable encore dans ce » mécanisme, plus physique, en apparence, que chi- » mique, c'est l'action mixte ou réactive de ces deux » fils, propagée à un troisième fil intermédiaire, isolé » dans l'eau du tube, lequel exerce à la fois, à ses deux » extrémités, la double fonction gazifiante des fils » polaires. »

L'on a déjà dit ci-dessus que, parmi les physiciens, il en est qui regardent le fluide galvanique comme constamment acide au pôle zinc, et comme alcalin au pôle

cuivre. D'autres prétendent que ce fluide, quel qu'il soit, formé dans la pile, étant porté de cet appareil dans le tube destiné à la décomposition de l'eau, le produit de celle-ci, au pôle positif, offre invariablement les indices d'acidité, et au pôle négatif, ceux de l'alcalinité. Ces deux opinions, qu'il ne faut pas confondre, et que peut-être l'on n'a pas su distinguer assez, attendu la trop facile méprise de l'agent au produit, entre la pile et le tube, ont été néanmoins soutenues par les plus célèbres galvanistes, *Carlisle*, *Pfaff*, *Cruikshank*, *Vollaston*, etc. : et ce dernier a soutenu de plus, d'après des expériences ingénieuses, qui pourtant ne la prouvent pas suffisamment, l'identité absolue du fluide galvanique et de l'électricité ordinaire.

Ceux qui ont dit que le fluide galvanique, opérant réellement la décomposition de l'eau, en extrait, du côté positif, le gaz oxygène, en laissant à part l'hydrogène, (ou se combinant avec lui) et du côté négatif l'hydrogène, laissant l'oxygène prédominant, (tel qu'il est en effet dans la composition de l'eau) n'ont pas acquis, sans doute, toutes les preuves nécessaires pour appuyer cette assertion. Mais si une telle décomposition est effectivement complète et radicale, chacun de ces deux gaz, dans chaque procédé, ou à chaque pôle, doit rester libre, ou bien se combiner à mesure avec l'agent galvanique, positif ou négatif, qui sert d'intermédiaire à cette décomposition ; ou du moins avec l'un des principes constitutifs de cet agent, également diversifié à chaque pôle. Dans la supposition, au contraire, d'une simple extraction partielle de l'un ou l'autre radical de l'eau,

celle-ci pourrait être convertie en gaz azote du côté négatif de la pile, et en gaz ou oxide anonyme (c'est-à-dire, encore inconnu) du côté positif. De telles combinaisons, de telles métamorphoses, entre l'agent qui décompose et le corps décomposé, sont vulgaires en chimie. L'on pourrait aussi plus facilement expliquer par là, c'est-à-dire, par la conversion d'une partie de l'eau en gaz azote, la production d'un acide au pôle positif, constamment observée, et celle d'un alcali au pôle négatif. Cette opération, d'une part, s'expliquerait en supposant que, dans le premier cas, l'azote se combine à mesure avec l'oxigène ; et dans le deuxième, avec l'hydrogène de l'eau, partiellement décomposée. Mais l'on pourrait encore concevoir possible ce double produit, en admettant même que la décomposition de l'eau est complète par le fluide galvanique, réagissant corrélativement d'un pôle à l'autre. Il suffirait de supposer que, par une nouvelle union, très-probable et toujours imminente, de l'oxigène à l'hydrogène, avec surabondance de ce dernier, il se forme de l'azote, lequel, en des proportions différentes aussi, peut servir à la génération simultanée de l'acide ou de l'ammoniaque, (comme cela s'observe dans les procédés de la nitrification, par exemple, ainsi que dans beaucoup d'autres)..... Lorsqu'une fois l'on admet que le même agent, électrique ou galvanique, est l'intermède le plus puissant, le plus universel de la réduction de l'eau en gaz, et des gaz en eau, comme de la commutation réciproque de ceux-ci entre eux, les suppositions de ce genre ne peuvent plus être ni difficiles, ni invraisemblables.

Au surplus, l'on a fort diversement interprété les résultats de cette décomposition de l'eau par l'appareil électro-galvanique. On a dit, par exemple, qu'aussitôt que le gaz oxigène est dégagé, ( si le métal, qui sert de conducteur au fluide, est inoxidable ) il se sert de l'hydrogène, comme d'un intermède ou véhicule, pour se porter à l'autre fil métallique ; et que pénétrant ce dernier, ( sans néanmoins l'altérer ) il dépose à sa surface le gaz hydrogène : tandis que si le fil polaire est oxidable, l'oxigène, se séparant de l'hydrogène, se fixe au métal et en oxide la surface. Parmi ceux qui ne croient point que l'eau soit décomposée par le fluide galvanique, l'on compte M. *Ritter*. Cet auteur néanmoins pense que le fluide positif, avec un principe pris de l'eau, ( sans être décomposée toutefois ) forme le gaz oxigène ; et que le fluide négatif, avec un autre principe également tiré de l'eau, forme le gaz hydrogène. Mais cette opinion, à quelques égards, analogue à ce que nous disions tout à l'heure, semblerait pouvoir se rapporter également à l'hypothèse de la surcomposition de l'eau, comme à celle de sa décomposition partielle. Quoiqu'il en soit, je le répète, prétendre que le fluide galvanique, du côté positif de la pile, est acide, et du côté négatif, alcalin, n'est pas la même chose que prétendre, que, dans le tube à décomposer l'eau, et à mesure que celle-ci se décompose, ou se métamorphose par l'intervention du fluide, ce dernier exerce réellement, dans le premier cas, les propriétés d'un acide ; et dans le deuxième, celles d'un alcali. S'il était présumable pourtant que ce fluide, émané de la pile, en raison de son acidité telle, au pôle po-

sitif, n'attaque de la substance de l'eau que l'hydrogène, et au pôle négatif, que l'oxygène, à raison de son alcalinité, l'on aurait déjà fait un grand pas pour expliquer la transmutation de l'eau par cet agent électro-galvanique. Alors cette transmutation, conçue différemment de celle que suppose *Ritter*, serait diversement opérée, de part et d'autre, par le fluide positif ou négatif, selon sa mixtion chimique prédominante à tel ou tel pôle, indépendamment de l'action aggrégative de ce fluide, nécessairement corrélative d'un pôle à l'autre : action qu'il ne faut, peut-être, considérer que comme prédisposante ou préparatoire à la décomposition ; tandis que l'autre est réellement décomposante. Mais en considérant aussi que cette décomposition est réciproque du fluide électrique ou galvanique à l'eau, comme de celui-ci à celui-là, ( ainsi qu'il arrive dans l'exercice de presque toutes les affinités chimiques ) l'on expliquerait mieux encore par là les produits souvent variables de l'émission des gaz, et de l'oxidation des fils polaires. Mais il faut avoir égard, en même tems, à la différence, très-grande, des proportions d'oxygène et d'hydrogène, que l'on admet dans la composition de l'eau : comme il est raisonnable d'en admettre une dans les proportions des principes constitutifs du fluide décomposant, selon qu'il est négatif ou positif ; et probablement encore selon qu'il est dérivé de l'appareil hydro-métallique, ou bien qu'il appartient à l'électricité ordinaire, dite aussi résineuse ou vitreuse.

*M. Cuvier*, ( dans un rapport très-bien fait sur le galvanisme ) en appliquant ces dernières dénominations

à l'électricité hydro - métallique, semble avoir préjugé une identité assez généralement contestée entre le fluide de la pile, et celui des machines ordinaires, positives et négatives. De même aussi M. *Volta*, pour appuyer, contre ses antagonistes, sa première opinion, *que le galvanisme n'est autre chose que l'application de l'électricité à l'économie animale*, a cru rendre évidente la nature prétendue identique de ce fluide, par des effets sensibles à tout le monde. Au moyen d'une pile formée de disques argent et zinc, on peut, dit-il, manifester à l'instant toutes les apparences de l'électricité positive, ou *vitree*, à l'extrémité où est l'argent, et de la négative, ou *résineuse*, à celle où est le zinc. Or cette double électricité, manifestée par la décomposition de l'eau, donne, selon M. *Cuvier*, du gaz hydrogène du côté négatif ou résineux de la pile; tandis qu'il se dégage, du côté positif ou vitreux, du gaz oxygène, qui se fixe sur le métal, lorsque celui-ci est oxidable, ou s'élève en bulles, s'il ne l'est pas. De là il résulterait, (sauf erreur dans l'énoncé ci-dessus de la modalité électrique, assignée à chaque pôle, ou dans celui de leurs produits gazeux respectifs) qu'ici l'on attribue au pôle zinc, ce que presque tous les autres galvanistes attribuent au pôle argent, comme au pôle cuivre, en opposition au zinc. Mais cette erreur apparente, que nous avons déjà notée ailleurs, dériverait de la théorie, ou des théories que l'on s'est formées sur la décomposition de l'eau, plutôt que des variations *supponibles*, bien que souvent observables dans les produits alternatifs, et non pas collectifs, ni simultanés de cette dernière. Il faut convenir

pourtant que, jusqu'à présent, l'analyse de ces produits n'a point été faite avec assez de précision, pour que l'on sache à quoi s'en tenir.

Quoiqu'il en soit, M. *Cuvier* convient que quelques différences, qui existent entre les effets de cet appareil *colonnaire*, et ceux de la bouteille de *Leyde*, avaient fait douter de l'identité du fluide galvanique et électrique, et entre autres, celui de la décomposition de l'eau. Mais ce n'est pas en cela, dit-il, que consiste la plus grande singularité du phénomène : et c'est ici que le galvanisme commence à entrer dans le domaine de la chimie..... « Il aurait été, ajoute-t-il, tout naturel de » regarder les deux gaz ci-dessus comme le résultat de » la décomposition de l'eau, si une circonstance particulière n'avait donné encore des doutes sur cette explication. Il faut, pour que le dégagement ait lieu, » que les bouts des fils métalliques soient à une certaine » distance : s'ils se touchent, on ne voit plus de bulles. » Alors, dira-t-on peut-être, il arrive de deux choses l'une : ou le fluide décomposant s'équilibre, par le complément plus parfait du cercle galvanique, entre les deux pôles ; ou bien il se forme, d'un pôle à l'autre, un courant prédominant, une direction stable, qui excluent la coaction nécessaire de la double force négative et positive. Alors enfin cesse ou l'action préparatoire, ou l'action efficiente, dont le concours paraît être indispensable à la décomposition de l'eau..... « Comment, » dit encore M. *Cuvier*, l'oxygène et l'hydrogène, provenant de la même molécule d'eau, et réduits à mesure à l'état gazeux, paraissent-ils à des points

» éloignés, c'est-à-dire, à l'extrémité des fils polaires ?  
 » et pourquoi chacun d'eux se montre-t-il exclusive-  
 » ment au fil qui tient à l'un des deux bouts de la pile,  
 » et jamais à l'autre?... » ( Mais pourquoi la même  
 décomposition en deux gaz tels, toujours distincts, et  
 toujours simultanés, s'opère-t-elle par un seul et même  
 fluide, celui de la machine électrique, selon les expé-  
 riences de *Vollaston*, etc. ? )

Pour résoudre ce difficile et intéressant problème ; en ce qui concerne la pile, il a fallu, dit-on, chercher à produire les deux gaz dans des eaux séparées..... Si ces eaux sont absolument isolées, les gaz ne se montrent point. Si on les fait communiquer par un fil métallique, il y a seulement une production du gaz double : c'est-à-dire, que chaque extrémité du fil intermédiaire agit dans la portion d'eau où elle plonge ; de manière que chaque portion donne à la fois les deux gaz. Mais si on interpose entre les deux eaux de l'acide sulfurique concentré, les gaz se manifestent à la fois chacun de son côté. Il en est de même si on établit la communication des eaux par le moyen d'un corps animé, comme la main, par exemple : ainsi la production de chaque gaz, dans des eaux séparées, est complètement prouvée, d'après ces expériences qui appartiennent spécialement à *M. Ritter*. Elles ont été confirmées par celles de *M. Pfaff*. Celui-ci a employé un vase de bois ou de marbre, partagé en deux par une cloison, et dont chaque moitié est remplie d'eau. La cloison est percée vers le bas d'un trou qui ferme exactement avec un liège humide. Cette substance étant un très-bon conducteur de

l'action galvanique, on place chaque fil polaire dans une portion du vase, et l'on approche leurs extrémités du bouchon de liège. Au moment où les fils sont en contact avec l'appareil, le dégagement des gaz a lieu ; et si on en reçoit les bulles dans des cloches pneumatochimiques, on voit que toutes celles qui naissent de la portion d'eau où est le fil, du côté positif, sont du gaz oxigène, et les autres du gaz hydrogène, au côté négatif. Or, selon M. *Ritter*, l'hydrogène naît à celui des fils métalliques qui est en contact avec le zinc, et c'est le fil opposé qui s'oxide, ( quelque soit leur position respective ) ou bien l'oxigène se manifeste à l'état de gaz, si le fil conducteur est inoxidable. Mais, selon M. *Pfaff*, toutes les bulles qui naissent de la portion où est le fil, du côté positif, sont du gaz oxigène, et les autres du gaz hydrogène. Quelque soit la contradiction apparente de ceci avec ce que nous avons dit ci-dessus, d'après MM. *Erman*, *Volta*, *Vassali* et autres ; quelque soit leur discordance sur la polarité négative ou positive, qu'il faut attribuer à chaque métal, bien que d'accord sur la nature du produit gazeux, qu'ils attribuent à chaque pôle de la pile ; voici les conséquences que tirent de leurs expériences les deux auteurs précédens. M. *Ritter* dit que les deux gaz oxigène et hydrogène, qui s'obtiennent des métaux d'électricité opposée, positive et négative, ne peuvent pas être regardés comme des parties constituantes de l'eau ; mais comme deux fluides qui sont produits par une partie de l'eau, combinée avec le fluide galvanique : et que la génération de l'un n'est pas du tout dépendante de la génération de

l'autre. M. *Pfaff*, ayant continué, pendant un grand nombre de jours, son expérience avec l'appareil ci-dessus, divisé en deux cases, sans y observer d'interruption, ni aucune altération dans la nature de l'eau, pense que l'on peut convertir, à volonté, une quantité donnée de ce liquide en gaz hydrogène, ou en gaz oxigène, ( et non point en l'un et l'autre gaz ).

Mais ces conséquences n'ont point été acceptées pour bonnes de la part du plus grand nombre des physiciens : et M. *Cuvier*, après avoir rapporté les faits sur lesquels elles sont appuyées, observe qu'il n'y a que trois manières possibles de les expliquer. Ou l'action galvanique tend à enlever, dans chaque eau, l'une de ses parties constituantes, en y laissant l'autre en excès ; et cela serait analogue à ce que nous avons dit ci-dessus de la décomposition partielle : ou elle décompose l'eau en entier ; et laissant dégager un des gaz au bout d'un des fils, elle conduit l'autre, d'une manière invisible, à l'extrémité de l'autre fil, pour l'y laisser dégager : ( mais qu'en sera-t-il, si les deux fils s'oxident ? ) ou bien enfin l'eau ne se décompose point du tout ; mais sa combinaison avec un principe quelconque, émanant du côté positif de la pile, produit le gaz oxigène, et avec celui qui émanerait du côté négatif, du gaz hydrogène, ( quelque soit d'ailleurs celui des métaux qui fasse fonction de négatif ou de positif ).

Les deux premières opinions ont été surtout professées par les physiciens *François* : et la troisième par les étrangers, ( sans y comprendre toutefois les Italiens ).

Celle-ci, dit M. *Cuvier*, paraît tellement en contradiction avec l'ensemble de tous les autres phénomènes chimiques, (mais plus encore avec la théorie de la composition et décomposition de l'eau) qu'il aurait été presque impossible de l'admettre; quand même on n'aurait pu trouver autrement, à l'expérience dont il s'agit, d'explication *satisfaisante*. Les auteurs de cette explication, en admettant l'existence du fluide galvanique, le regardent comme un fluide particulier, lorsqu'il s'agit de la décomposition de l'eau; bien qu'à d'autres égards il soit tout à fait assimilé au vrai fluide électrique. On suppose en outre que ce fluide, circulant dans la pile, se porterait du côté positif vers le négatif; quoique la circulation contraire soit généralement admise, dans la pile non isolée. Enfin, selon ces auteurs, dans l'acte de décomposer l'eau, le fluide sortant du côté positif, laisse échapper le gaz oxigène en bulles, mais il se combine avec l'hydrogène pour former un liquide, lequel traverse l'eau, ou l'acide sulfurique, ou le liége, pour aller gagner l'extrémité du fil négatif: là, le fluide galvanique abandonne son hydrogène, (c'est-à-dire, celui dont il s'est chargé à l'autre pôle) et le laisse s'échapper, à son tour, sous forme de gaz; tandis que lui-même pénètre dans le fil du pôle négatif, (lequel de son côté ne décomposerait rien.) Voici l'expérience par laquelle on prétend prouver que telle est la marche secrète du phénomène.... Si, dit-on, au lieu des corps ci-dessus, (rendus suspects, comme contenant de l'eau décomposable) on interpose entre les deux eaux, où sont plongés les deux fils polaires, de l'oxide d'argent, bien

lavé et bien séché , le fil négatif , près duquel devrait se manifester le gaz hydrogène , ne donne aucun signe d'effervescence , et l'oxide se réduit en partie du côté positif : c'est parce que , disent ces auteurs , le fluide galvanique , chargé d'hydrogène , le perd en traversant l'oxide , dont l'oxigène le prend pour refaire de l'eau.... Mais sans prétendre donner ici la clef de ces secrettes et rapides métamorphoses, réciproques, sans doute, du fluide électro-galvanique à l'eau , il me semble que les procédés et les résultats que l'on vient de voir , portent , de plus en plus , à admettre les deux choses déjà énoncées ci-dessus. Savoir : 1°. que dans la décomposition ou transformation de l'eau , le fluide décomposant ne se charge que de l'un ou l'autre de ses deux principes intégrans , qu'il transforme en gaz ; et que , dans cette opération purement chimique , la combinaison des gaz avec le fluide , ( ou avec l'un de ses élémens ) se fait exclusivement avec tel gaz au pôle positif , et avec tel autre au négatif. 2°. Que dans ces combinaisons nouvelles , où il se recompose du fluide galvanique , ( dans le vase ou les vases auxquels aboutissent les fils polaires ) il ne faut pas confondre l'action collective et corrélatrice de ces derniers , que l'on appelle physique , et qui peut-être n'est que prédisposante , avec leur action chimique ou réactive , réellement décomposante. Alors celle-ci s'exercerait séparément à chaque pôle ; comme elle s'exerce de la part des métaux séparés , hors de la pile : avec cette différence remarquable , à dit M. de *Saussure* , que les plus oxidables d'entre eux donnent l'électricité positive , et les autres la négative. Alors aussi , avec cette recomposition supposée

du fluide décomposant , dans les vases d'épreuve , l'on entendrait mieux pourquoi il ne se montre jamais qu'un seul gaz à chaque pôle , que ce gaz soit simplement extrait de l'eau , ou qu'il soit produit nouveau , indépendant de sa décomposition : et ce serait peut-être là le meilleur moyen de concilier *Ritter* et ses adhérens , avec les autres physiciens. On reviendra encore par la suite à cette épineuse question.

D'autres expériences de ce même auteur , semblent appuyer ce qu'on vient de lire. Dans un tube de verre plein d'eau , ayant introduit à chaque bout un fil d'or , et faisant communiquer ces fils avec les deux pôles de la pile , il s'en dégageât , comme à l'ordinaire , du gaz hydrogène d'un côté , et du gaz oxigène de l'autre. Mais aussi-tôt qu'il interrompît la communication avec la pile , le fil qui avait commencé à donner le gaz oxigène , donna de l'hydrogène , et *vice versâ* : celui qui donnait la saveur acide , donna la saveur alcaline , et *vice versâ*. Les mêmes effets eurent lieu en employant , au lieu d'or , plusieurs autres fils métalliques oxidables. Cette action galvanique continuée dans le tube , même après que ce dernier et les fils qui s'y prolongent , sont séparés de la pile , serait en quelque sorte analogue à ce que nous avons observé depuis long-temps , dans quelques expériences d'électrométrie souterraine : savoir , que dans des vases , vernissés , remplis de terre humide , l'action d'un métal qui y a été déposé , pendant quelque tems , et qu'on en retire , continue encore , pendant quelques minutes , à se faire sentir , au tact des minérographes. Mais , dans les cas ci-dessus , d'où vient cette action prolongée dans le

tube isolé , au point même d'opérer la décomposition de l'eau ? Cela prouve-t-il ce que nous avons déjà dit : savoir , que le fluide galvanique , passant de la pile au tube , se décompose en partie , par la décomposition même , ou la transmutation de l'eau en gaz , et se recompose à mesure par la nouvelle combinaison des mêmes élémens gazeux , réagissans du métal à l'eau ? Mais comment retrouver en cela l'action simultanée , et corrélatrice des deux pôles , censée nécessaire pour la décomposition de l'eau , et la production de ces gaz ? Comment aussi retrouver le concours de ces deux actions polaires , dans les cas où , comme on l'a dit ci-dessus , la pile alternativement désisolée du côté positif ou négatif , devient toute négative , ou toute positive , sans que , pour cela , elle éprouve aucun changement dans son action chimique , c'est-à-dire , sans qu'elle cesse d'opérer la décomposition de l'eau ? Mais si , d'un autre côté , il existe , sous plusieurs rapports , entre cette action chimique de la pile et son action physique , une corrélation telle , que la ligne de démarcation entre leurs effets respectifs , soit difficile à apercevoir , il semble que l'on serait autorisé à conclure de deux choses l'une : ou l'intervention des deux électricités polaires , négative et positive , n'est pas nécessaire pour la décomposition de l'eau , si ce n'est comme un moyen de plus , comme moyen auxiliaire ou préparatoire. Ou il ne serait pas vrai que dans la pile désisolée par un de ses pôles , toute la force se concentrât dans le pôle opposé , de manière à y déterminer un courant tout négatif ou tout positif ; d'autant plus que , dans cet état , la pile est censée produire les effets

physiques, relatifs à cette détermination prédominante, ou exclusive, sans cesser pour cela de produire les effets chimiques, que l'on attribue pourtant aux deux actions combinées, telle que la décomposition de l'eau, l'émission gazeuse, constamment diverse à chaque pôle, etc.

M. *Simon*, en perfectionnant les appareils de *Ritter*, pour examiner la nature de ces gaz, a eu surtout pour objet d'introduire ces derniers, séparément, dans des tubes remplis de différentes liqueurs. La principale de ces expériences consiste à prouver, par le moyen des fils d'or ou de platine, dans deux tubes remplis d'eau distillée, ou d'eau avec le carbonate de potasse, que le fluide dégagé du côté positif, sert constamment au développement de l'acide, et du côté négatif, à celui de l'alkali. Dans ce dernier on trouve de l'ammoniaque, et dans l'autre de l'acide muriatique, mêlé, peut-être, à quelque peu d'acide nitrique. Mais il faut noter que dans cette expérience, les deux tubes, servant à l'insertion des deux fils polaires, sont réunis, en bas, par des fibres de viande maigre : et cette dernière, par sa décomposition, est censée concourir à la combinaison nouvelle du double ou triple produit : savoir, celle de l'acide, moyennant l'oxygène dégagé au pôle zinc, ou positif, et celle de l'ammoniaque, moyennant l'hydrogène du pôle négatif, argent ou cuivre. Cela prouverait, ce me semble, que l'azote, servant également à la production de ces deux sels, étant extrait sans putréfaction, dans ce cas-ci, (comme aussi dans le sein des mers) serait un des radicaux du sel marin; tandis que celui provenant de la putréfaction à l'air libre, servirait plus particulièrement

à la nitrification, ainsi que je l'ai prouvé ailleurs. Mais de ce que, dans l'expérience ci-dessus, le fil d'or du côté zinc, a été sensiblement attaqué par l'acide muriatique oxigéné, ne s'en suivrait-il pas qu'il était mêlé d'un peu d'acide nitrique? . . . M. *Simon*, a trouvé que quand on se sert de la viande, au lieu de drap mouillé, pour construire la pile, on peut, après quelques jours, en retirer, par lixiviation, du muriate d'ammoniaque : et ce produit, que l'on n'obtient pas avec la pile ordinaire, est aussi remarquable que celui du savon, lorsqu'aux cartons humides on substitue le drap. Selon M. *Henri*, la pile opérant la décomposition de l'ammoniaque, le convertit en acide nitrique. M. *Klaproth*, a vû que le sel marin, employé à la construction de la pile, est alkalisé, et que son acide est décomposé par le fluide galvanique. *Humboldt*, veut que cette influence dérive de l'action de l'acide muriatique oxigéné. *Brugnatelli*, regardant le fluide électrique de la pile comme un acide particulier, donne le nom d'*electrates* aux résultats de l'oxidation des métaux ; tandis que *Robertson* leur donne celui de *galvanates*. Pour justifier de telles dénominations, déjà assez baroques par elles-mêmes, il faudrait prouver, ce me semble, que ce n'est point l'oxigène de l'eau ou de l'air, mais le fluide même électro-galvanique qui fait l'oxidation ; c'est-à-dire, qu'au lieu d'être l'agent ou l'intermède de celle-ci, il est, au contraire, le principe matériel de son résultat, si toute fois il n'est, en même-temps, l'un et l'autre. Au surplus, dans toutes ces expériences galvano-chimiques, faites par les auteurs ci-dessus, et par d'autres, tel que *Vassali*, pour essayer les

transmutations des gaz, des sels métalliques, etc., il ne faut pas confondre l'action immédiate et directe du fluide galvanique sur l'eau, pour le dégagement de l'oxygène ou de l'hydrogène, avec l'action sur les sels et les gaz eux-mêmes. De tels résultats, seuls capables de conduire à la connaissance du réactif, dont il s'agit, n'ont été jusqu'à présent ni assez multipliés, ni assez bien analysés.

Ici revient encore ce que déjà l'on a répété dans ce qui précède : savoir, que si, de la décomposition partielle de l'eau, ou de la combinaison nouvelle de ses principes, en telles proportions, résulte l'azote, comme de ce dernier et de l'hydrogène semble résulter le carbone, il serait plus facile de concevoir, parmi les produits divers, observés dans les procédés galvaniques, la formation de l'acide carbonique, ou de tel autre acide, selon les circonstances, ainsi que celle de l'ammoniaque ; ou de tel autre composé analogue, celle des précipités métalliques, etc. . . . Et si enfin, concernant les deux premiers produits, l'azote et le carbone, l'on pouvait avoir, au lieu de simples inductions, des preuves directes, comme sur les autres, la chimie aurait fait un des plus grands pas de ceux qui lui restent à faire. Mais le plus grand, peut-être, et le plus difficile à faire, sera l'analyse du gaz ou des gaz électriques. Dans la pile on le saisit se faisant, ou se développant : dans le tube il paraît tantôt se défaire ou se neutraliser ; tantôt se recomposer de ses débris, ou de ceux des corps qu'il raréfie, qu'il gazifie : et si au moment où il passe d'un fil métallique à l'autre, dans le sein d'un fluide simple ou composé, on lui voit

produire des changemens chimiques, tels que ceux ci-dessus mentionnés, ces changemens divers, et les documens qui en résultent, ne sont pas encore, à beaucoup près, suffisans, pour faire connaître la constitution physique de ce fluide. . . . S'il était rigoureusement prouvé, dit M. *Erman*, que la portion de fluide électrique, qui, dans l'appareil aux gaz, a donné de l'oxide et du gaz hydrogène, cesse, au sortir delà, d'exister avec les propriétés physiques du fluide électrique, nous aurions, du coup, démontré la décomposition chimique de ce fluide; et il ne resterait plus, pour transformer cette décomposition en une analyse, qu'à démêler les élémens du fluide, parmi les principes constituans des nouveaux mixtes, qu'il aurait concouru à former. Mais cet auteur convient que tous les résultats de ses expériences personnelles, n'offrent encore que des points isolés, incapables de servir à une théorie sur les effets chimiques, ou physico-chimiques, de l'appareil galvanique. C'est au surplus en partant de ces effets, vus très en petit, dans cet appareil, pour les considérer ce qu'ils sont en grand, dans les laboratoires souterrains et atmosphériques, que l'on se persuadera, de plus en plus, de qu'elle importance il est de reconnaître, dans la plupart des opérations de la nature, et l'extension des rapports de ce fluide, comme agent physique, et la fréquence de son intervention prédominante, comme agent chimique, ou plutôt la co-existence incessamment *observable*, généralement nécessaire, de ces deux actions. Mais comme il est lui-même, selon ses foyers générateurs et reproducteurs, selon les modes de sa reproduction et de sa répartition, suscep-

tible de se modifier , dans les corps qu'il pénètre , dans les milieux qu'il parcourt , il importe , à défaut de moyens analytiques directs , propres à faire connaître sa nature , de rechercher en quoi il diffère de lui-même , par l'exercice de ses propriétés , dans les divers états , où il se présente à nous , et qui lui ont fait donner des noms différens.

---

### TROISIÈME PARAGRAPHE.

#### *Traits d'analogie et de disparité, entre le fluide galvanique et le fluide électrique.*

M. *Biot*, par une suite d'expériences très-ingénieuses, a prouvé que les lois du mouvement du fluide galvanique, résultent de la propriété répulsive des molécules qui le composent; et que, sous ce point de vue, ces lois sont les mêmes que celles de l'électricité: — que la variété des phénomènes, que l'on obtient avec les différens appareils, a pour cause principale les différentes proportions, dans lesquelles la quantité, ou la masse du fluide, s'y trouve combinée avec la vitesse: — que ce fluide, qui passe difficilement à travers l'eau, glisse sur la surface de ce liquide, avec une grande facilité; et cela est un point de ressemblance de plus entre le fluide électrique et le galvanique.

Mais quoique tous les physiciens ne soient pas d'accord sur cette dernière ressemblance, il est de fait que le fluide galvanique se transmet mieux, et à de plus grandes distances, sur les parties des corps, lorsqu'elles

sont mouillées, que lorsqu'elles sont sèches; bien que d'ailleurs ces corps soient par eux-mêmes de nature très-aqueuse, tels les parties organiques. L'on pourrait encore, sans admettre toutefois l'identité entre les deux fluides, rapporter aux mêmes propriétés combinées, entre la masse et la vitesse, beaucoup d'irrégularités et d'anomalies apparentes, qu'offre souvent l'appareil galvanique : et ces anomalies, ces irrégularités se retrouvent de même dans tout autre appareil, ou procédé électrique, comme elles s'observent aussi, et à plus forte raison, dans l'exercice des instrumens électro-galvaniques organisés, que représentent les individus minérographes.

« Enfin j'observerai, dit M. *Biot*, que les effets chimiques, offerts par le galvanisme, ne peuvent pas être rapportés comme se distinguant essentiellement de l'électricité; parce que le fluide galvanique ne se montre jamais, dans nos appareils, qu'avec une grande vitesse et une faible masse : tandis que l'électricité, lorsque nous la mettons en mouvement par nos batteries, a, en même-tems, une grande masse et une grande vitesse. Or si, dans le galvanisme lui-même, les différentes proportions de la vitesse à la masse, donnent lieu à des différences si marquées, combien n'en devrait-il pas exister entre l'électricité produite par nos machines, et les impulsions successives d'une électricité très-faible, animée d'une vitesse très-grande... » Mais en admettant une plus grande masse dans les procédés électriques, et en supposant une vitesse plus grande dans les procédés galvaniques, ces deux circonstances, avec la continuité du courant,

dans le dernier cas, seront bien suffisantes ; peut-être , pour modifier ou diversifier l'action chimique respective de ces deux fluides. Cela serait vrai , surtout , si cette action mixtive est, comme on le croit , toujours subordonnée , toujours corrélative à l'action physique , ou aggrégative , d'un fluide jouissant , dans l'un et l'autre cas , mais inégalement , de ses modalités positives et négatives. Cela seul aussi devrait suffire , ce me semble , pour ne pas confondre , en un seul fluide , les attributs distinctifs qu'ils manifestent , l'un et l'autre , dans leur action chimique , à l'égard des autres corps solides , liquides et gazeux : d'autant plus que dans d'autres opérations de cet ordre , où ce fluide ( soit galvanique , soit électrique ) n'est censé entrer pour rien , ni comme agent chimique , ni comme agent physique ; l'on admet néanmoins que les différentes proportions , dans les masses et les volumes , entre des principes réagissans les uns sur les autres , par leur nature diverse , suffisent pour diversifier et les affinités , et les résultats chimiques. Il ne faut donc pas plus s'étayer de quelques analogies , bien constatées , entre ces deux fluides , à raison de leurs propriétés physiques , pour déduire de là leur identité chimique , qu'il n'est permis de conclure de celle - ci à celles - là.

M. *Volta* prétend que son appareil *colonnaire* est , comme dit *Cavendish* de la torpille , une grande batterie peu chargée : et c'est par là qu'il explique toutes les différences qu'il trouve entre la pile et la machine électrique , entre les effets d'un fluide et ceux de l'autre. — Pourquoi , par exemple , la pile agit si peu sur les électromètres ,

( et si fort sur les animaux )..... — Pourquoi sa charge continue à agir, plus faiblement à la vérité, mais plus longuement, attendu sa non-isolation; tandis que la batterie électrique est isolée..... *Cruikshank* a donné la description d'un appareil ingénieux, dans lequel, en distribuant sur un plan les élémens de la pile galvanique, on obtient d'un côté l'aigrette, et de l'autre le point lumineux : et ce sont les deux signes qui, dans cet appareil, comme dans les machines électriques ordinaires, servent à distinguer facilement l'électricité négative de la positive. Or ce résultat tend à prouver, de plus en plus, dit-on, qu'il n'existe qu'un seul fluide : qu'il soit dit électrique ou galvanique, peu importe : que par conséquent les corps qu'on a considérés, jusqu'à présent, comme électrisés positivement, ou en plus, sont véritablement chargés de ce fluide; tandis que ceux qui sont électrisés négativement, ou en moins, en sont réellement dépouillés en partie. Mais alors pourquoi les appeler *chargés* négativement, ou d'électricité négative, si dans le fait ils ne sont que *déchargés* du même fluide, par rapport aux autres corps? J'observerai à ce sujet, comme je l'ai déjà fait ailleurs, que ces expressions, ainsi que celles d'électricité excessive ou déficiente, condensée ou raréfiée, souvent usitées comme synonymes d'électricité résineuse ou vitrée, effluente ou affluente, pour désigner les divers états ou les modes opposés de ce fluide : pour le représenter tantôt divergent ou convergent, centrifuge ou centripète; tantôt exerçant ses qualités attractives et répulsives, à l'égard de ses propres molécules, et des autres corps: que toutes ces qualifications, dis-je, mal défi-

nies, et nullement équivalentes, ont jeté dans le langage de la physique électrique, une obscurité que pourrait seule dissiper une discussion plus sévère de leur signification respective.

M. *Vassali*, fondé sur des expériences directes, qui lui sont personnelles, fait, entre autres objections contre la théorie de *Volta*, celles relatives à la différence des commotions et des étincelles, selon qu'elles dérivent de la pile ou de la bouteille, (comme en a fait, à d'autres égards, l'abbé *Dal-Negro*) : et ces objections lui servent à établir une première différence entre le fluide galvanique et le fluide électrique..... Mais ne pourrait-il pas se faire aussi que l'identité fût prouvée, et que la théorie ne le fût pas : ou bien que celle-ci, avec des modifications, fût applicable au mécanisme des deux fluides, simplement congénères, mais non identiques ?

Il est à peu près généralement convenu, que la secousse de la torpille, et des autres animaux électrophores, ressemble plus à celle de la pile galvanique, qu'à celle de la machine électrique ordinaire. En dirigeant le fluide de la pile sur les divers organes internes ou externes, sur ceux des sens principalement, il y produit des effets bien différens, et en général beaucoup plus meurtriers, que l'électricité commune. Celui-là, porté sur un muscle qui lui sert de conducteur, lui fait éprouver des contractions et des convulsions que l'on n'obtient pas, ou à peine, avec celle-ci. Cette différence s'observe aussi, mais à de moindres degrés, chez les minérographes, soumis à l'électricité des mines et à celle des machines. Sur le corps humain, le fluide galvanique

produit des expansions et des contractions remarquables. Le conducteur positif de la pile, étant appliqué sur la langue, et le négatif sur une autre partie du corps, il se forme une petite tumeur sur celle-là. L'on voit paraître, au contraire, un petit enfoncement, avec le pôle négatif, sur la langue, et le positif sur toute autre partie. Dans des expériences propres à M. *Gautherot*, il est dit qu'en appliquant des plaques de métaux divers et humides, sur les différentes parties de la tête, on éprouve ( outre la commotion ) un sentiment de brûlure aussi durable que l'application des plaques : et bien qu'elle se fasse extérieurement sur les joues, par exemple, l'on éprouve sur la langue une sensation particulière, et sur le front, une légère scintillation au nerf optique. De tels effets n'ont point été observés de la part de l'électricité.

Une autre différence est tirée du mouvement même de ces deux fluides, lequel, à en juger par les épreuves des mêmes conducteurs, est bien moins rapide de la part de l'électromoteur galvanique, que de la part des machines ordinaires. Quoique tous les auteurs ne soient pas d'accord sur ce point, comme nous l'avons déjà dit ailleurs, il est à croire que la différence des sensations et des commotions, que produisent ces deux appareils, sur ceux qui s'exposent à leur action, ne peut pas plus se faire dériver de cette circonstance seulement, que des degrés divers d'intensité et de durée de cette action. La seule circonstance qui rend active la colonne galvanique, sans aucun isolement, suffit pour établir une énorme différence, entre ce fluide et l'électricité ordinaire, comme entre celle-ci et la souterraine : et réciproquement cette

dernière offre plus de rapports que celle-là avec la galvanique.

D'autres caractères plus distinctifs encore s'observent entre le fluide extrait des corps hydro-métalliques, par leur simple attouchement, et celui obtenu par frottement des corps idio-électriques, sans l'intervention d'aucun corps humide. Mais, outre que dans ces deux modes d'extraction, l'on observe que l'humidité est une condition nécessaire pour obtenir et transmettre le premier, tandis qu'elle est le principal obstacle pour obtenir et transmettre le deuxième, il est présumable qu'en admettant, de part et d'autre, le soutirement et la mise en jeu de l'électricité du réservoir commun, celle-ci, dans l'appareil colonnaire, par l'oxidation des pièces et la décomposition de l'eau, (comme moyens chimiques d'électrophoricité) reçoit quelque modification particulière, non encore définie. Mais les causes de cela ne se retrouvent point dans la simple machine à frottement, en supposant même que, dans ce dernier cas, il puisse se faire quelque décomposition ou absorption de l'air ambiant, par l'effet mécanique du déplacement, et de l'impulsion nouvelle, qu'éprouve le fluide électrique préexistant.... Quoiqu'il en soit, le fluide électrique, développé par les moyens ordinaires, se laisse attirer, dit M. *Vassali*, et disperser par la flamme en activité; tandis que le galvanique n'en éprouve aucun changement dans son cours, et dans sa manière de se propager à d'autres corps, par des conducteurs opportuns. D'un autre côté, selon le même auteur, dans le vide pneumatique cessent les phénomènes électriques, et l'électricité se perd; tandis que,

selon les expériences de MM. *Biot* et *Cuvier*, la pile agit dans le vide comme à l'air libre. Enfin la plus faible électricité ordinaire suffit pour agir sur les divers électromètres, même sans le secours du condensateur : tandis que le fluide extrait d'une pile très-forte, capable de tuer en peu de minutes de petits animaux, et de donner des commotions violentes aux grands, ne fait aucune impression sur certains corps électromètres, sans condensateur, et en produit une à peine sensible sur les plus délicats ; sur ceux même, dit M. *Vassali*, qui sont mobiles à l'action de la sept centième partie d'un grain de cire d'Espagne râpée. Mais ce qu'il y a encore de très-remarquable, c'est que le fluide galvanique, si puissant sur les animaux, n'opère pas, au moins sensiblement, sur les corps privés de la vitalité ; et il paraît que l'animal plein de vie a la faculté d'en réprimer l'action : tandis que le fluide électrique agit indépendamment de la volonté et de la vitalité.

D'ailleurs ceux qui fondent la différence de ces deux fluides, sur ce que l'un n'est pas sensible aux électromètres, lors même qu'il exerce, sur les animaux et sur les métaux, une action surprenante, observent en outre que, contrairement à l'électricité artificielle et atmosphérique, la galvanique ne se perd pas facilement dans les liquides ; mais qu'elle les traverse, comme le fait aussi la souterraine. Celle-ci encore, ainsi que la galvanique, à l'égard de leurs conducteurs respectifs, paraissent suivre certaines lois d'affinité, et l'électricité suit la route la plus courte. Mais peut-être reconnaîtra-t-on en cela que, dans la première, la polarité négative et positive est moins

constante ou moins énergique, que dans l'autre ; et que cette différence tient à ce que, dans la production de celle-là, le mécanisme physique de l'électrophoricité métallique, par soutirement et déplacement du fluide préexistant, est sans cesse altéré par l'action chimique, reproductive de l'oxidation des métaux, et de la décomposition de l'eau. Au reste, il ne faut pas entendre par électricité souterraine, celle seulement qui, répandue tantôt uniformément, et tantôt inégalement, dans toutes les parties de notre globe, est sans cesse en communication, et dans des proportions incessamment variables, avec celle de l'atmosphère environnant. Il s'agit surtout de celle qui, circonscrite et condensée plus particulièrement dans certains corps fossiles, par exemple, dans les minerais métalliques et charbonneux, forme autour d'eux, à raison de leur qualité électromotrice ou excitatrice, à raison aussi de leur faculté tantôt condensatrice, et tantôt cohérente, une sorte d'irradiation pérenne, ou de sphère d'activité électrique. Cette activité est, sans contredit, comparable à celle de la pile, tant à raison des contacts entre des corps de capacité électrique différente, qu'à raison du soutirement de l'électricité ambiante, et peut-être de l'émission des gaz, exerçant, par rapport à celle-là, une faculté reproductive réciproque. Elle est susceptible de se manifester, non-seulement par les effets spontanés de certains météores souterrains, mais encore par des indices en partie analogues à ceux du galvanisme; et en partie à ceux de l'électricité atmosphérique ou artificielle. Mais elle se rend surtout sensible, avec toute son énergie, à l'organisme de certains individus de l'espèce

humaine , lesquels probablement ne doivent ce triste privilège , comme on l'a déjà dit , qu'à ce qu'ils sont , par la différence même de leur organisation , ou plus condensateurs de ce fluide , ou plus sensibles à son action , à dose et à force égales. Ainsi ceux qui ont regardé comme feintes ou chimériques , les commotions , les sensations diverses , les oscillations artérielles , *observables* chez les minérographes , par la seule raison que leur contact n'exprime rien sur les électromètres les plus mobiles , ont commis la même erreur que quand , d'après la même épreuve , ils ont refusé , d'abord , de reconnaître le galvanisme ; puis de le reconnaître comme appartenant à l'électricité ; bien qu'ensuite ils aient fait tous leurs efforts pour les assimiler , en dépit des électromètres , et de tant d'autres moyens d'épreuve , qui semblent manifester entre eux quelque disparité.

Mais l'expérience qui , aux yeux de M. *Vassali* , est la plus propre à établir cette différence , consiste à électriser , par une machine tantôt positive , tantôt négative , les deux pôles de la colonne , sans que cela change rien à son action : tandis que dans le cas d'une identité , les deux fluides devraient se renforcer au pôle positif , et diminuer au négatif. Sans admettre toutefois ces conséquences , comme suffisamment prouvées , l'on pourrait ajouter que dans le cas où ces deux fluides seraient contraires , ainsi que quelques physiciens l'avaient supposé , ils devraient se neutraliser ; et que cela n'ayant pas lieu , ils ne sont que fluides différens , sans être contraires. Mais dans de semblables expériences d'électrométrie souterraine , où j'ai fait électriser , sous terre , une pièce de

canon , par exemple , j'ai trouvé et dit alors (1) que l'action électrophorique de celui - ci était sensiblement augmentée. De là l'on pourrait inférer, peut-être, sans toutefois être en contradiction avec ce qui précède, que le fluide électrique des mines et des métaux sous terre, aurait plus d'analogie avec l'électricité ordinaire, que le fluide galvanique; que celui, du moins, développé par l'appareil hydro-métallique commun, sauf le rapport de la modalité positive et négative.

Mais s'il est démontré, dit ailleurs M. *Vassali*, que c'est seulement dans le degré de condensation et de raréfaction, que consiste la différence de l'électricité négative et positive; et si dans la théorie la plus plausible, selon lui, le fluide n'est autre chose aussi que l'électricité des métaux, raréfiée dans les uns, et condensée dans les autres, il est clair qu'en obtenant des effets opposés de la modification (aggrégative, et non réactive) du même fluide, bien des autres corps, qui, par leurs effets, sont censés de nature différente, pourraient n'être que des modifications diverses du même principe.... Mais en ce cas, et faute de reconnaître, comme on l'a dit ci-dessus, le concours de ces deux actions dans les procédés électro-galvaniques, ainsi que dans beaucoup d'autres; faute d'évaluer les changemens que portent dans les lois des affinités, entre les principes des corps, les différences qui surviennent dans leur état d'aggrégation, dans leurs masses respectives, etc. on risquerait de passer, s'il est permis de le dire, du chaos chimique au chaos physique.

---

(1) Résumé sur les expériences d'électrométrie, etc. 1791.

Et ce qui prouve que M. *Vassali* lui-même n'est pas persuadé qu'il n'existe d'autre différence, entre le fluide galvanique et l'électrique, comme entre l'un et l'autre positif ou négatif, que celle qui tiendrait à leur état d'aggrégation, raréfiée ou condensée, c'est que, selon lui, il existe entre eux des différences encore plus notables que celles énoncées jusqu'à présent.

C'est ainsi, par exemple, qu'on les distingue à l'odeur et à la saveur qu'ils excitent : à la forme et à la couleur de leur scintillation, ou de leur fulguration : à l'espèce de crépitation et de ventilation, propres au développement de chacun, etc. Cet auteur, toutefois, ne considérant le fluide galvanique que comme une modification de l'électricité, regarde pourtant celui-là comme bien plus actif. C'est à peu près, selon lui, comme la flamme du chalumeau, dont l'activité est plus grande que celle de la grosse flamme, de laquelle celle-là dérive. C'est ainsi, dit-il encore, que le cadre magique, en excitant des étincelles fulminantes, sur quelques parties des animaux, ceux-ci n'éprouvent de cette action que des étourdissemens instantanés; tandis qu'une faible action galvanique suffit pour les tuer en moins de trois minutes. La même différence existe pour la décomposition de l'eau, et l'oxidation des métaux, lesquelles, avec les plus faibles écoulemens du fluide galvanique, sont rendues beaucoup plus sensibles, qu'avec les plus fortes décharges du fluide électrique. On conçoit, d'après cela, la différence qu'il y a, dans les applications médicales, entre le galvanisme et l'électricité. Enfin il suffit de parcourir la série des effets différens, et très-différens, que ces deux

fluides produisent sur les corps des trois règnes, d'après les expériences de *Vassali* et d'autres physiciens, pour être convaincu de la disparité, non-seulement de leur action, mais encore de leur composition respective : car parmi ces effets, il en est qui tiennent uniquement à l'aggrégation, à la vitesse, à la masse de l'un et l'autre fluides; mais il en est d'autres aussi qui dérivent manifestement de leur essence chimique, ou de leur mixtion réactive.

Au reste, malgré tous les traits caractéristiques et distinctifs, que l'on vient de voir, l'analogie que présentent, à d'autres égards, ces deux fluides, a porté *M. Vassali* à dire, que ce sont deux rejettons émanés de la même tige, lesquels ne sont différens qu'à raison des terrains différens, où ils se trouvent transplantés. Il y a plus encore : selon lui le calorique, le fluide électrique, le galvanique, ne sont que des modifications du même principe; et à ce principe, dit-il, on peut rapporter aussi, le magnétisme, les affinités chimiques, et l'attraction universelle... Mais mettant à part ce qui, dans cet énoncé trop vague, exprime une ambiguïté de la cause à l'effet, et de l'effet à la cause, l'on pourrait dire que cette manière de voir serait, en quelque sorte, dans son sens abstrait, un terme de conciliation ou de rapprochement, entre les lois de la physique électrique, conformément aux dogmes de *Newton*, et celles des affinités chimiques, interprétées d'après la nouvelle doctrine de *Berthollet*. Ajoutez que sous ce double aspect, en ce qui concerne la production de beaucoup de grands phénomènes, souterrains et atmosphériques, l'on verrait se confirmer, de plus en plus, ce que nous avons dit

ci-dessus des deux actions physico-chimiques , toujours corrélatives , toujours auxiliaires et réproductives l'une de l'autre , que développe ce fluide : ce serait surtout en le considérant tantôt comme une force uniforme , et généralissime , répandue dans les corps et dans l'espace ; tantôt comme agent particulier , susceptible de modifications manifestes , dont les unes sont déjà avouées , les autres le seront avec le tems.

Dans le journal du galvanisme , il est dit , que parmi les expériences propres à constater les différences , ou les prétendues anomalies , qui se font observer entre le fluide électrique et le galvanique , et , peut-être , même conduire à la connaissance de leur constitution intime ; il faut surtout distinguer celles qui prouvent , qu'il existe des substances pourvues de la propriété conductrice pour l'un de ces fluides , et cohibente pour l'autre , et *vice versa* . . . Mais il existe , ajoute-t-on , d'autres différences non moins essentielles , et aussi bien constatées , notamment celles qui s'observent entre la bouteille de *Leyde* et la pile galvanique : comme par exemple , la permanence des effets de celle-ci , à l'air , dans le vide , dans l'eau , sans ou avec isolement , etc. . . . Mais la principale cause de ces différences , entre l'électricité ordinaire et celle de la pile , ne tiendrait-elle pas à ce que , dans la première , tous les effets dépendent des tensions , lesquelles dépendent , elles-mêmes , de la pression , et de la propriété idio-électrique de l'atmosphère ; tandis que dans la pile , la tension étant suppléée par quelque autre circonstance , les effets sont indépendans des tensions , ( des attractions et répulsions ) et de tout

ce qui y a rapport. . . . Or les effets chimiques, que produit le pile, avec toutes ses anomalies, ne dépendraient-ils pas, et ne pourraient-ils pas se déduire de cette circonstance? . . . « Le fluide électrique, dit M. *Legallois*, étant mis en jeu d'une manière et par une » cause différente, dans les deux cas, produit aussi des » effets différens, comme le prouvent les combinaisons » et les décompositions chimiques, qui ont lieu dans un » cas, et point dans l'autre. » Mais si cette circonstance diversifiante, au lieu de consister seulement dans la réciproque affinité de l'eau et des métaux, se combine en outre avec l'office électro-moteur de ceux-ci, et de celle-là, il en résulterait nécessairement la coexistence, et même la co-action des deux fluides, ou combinés, ou séparés; c'est-à-dire, de l'électricité chimique ou éternorinée, et de l'électricité physique ou pré-existante. Et si enfin les effets physiques, eux-mêmes, la tension et la pression, l'attraction et répulsion, observées, quoiqu'à un degré moindre, dans le mécanisme de la pile, dépendaient essentiellement d'une première opération mixte, comme les effets chimiques de la combustion, de la détonnation, etc.; le problème de la distinction ou de la similitude des deux fluides, n'en deviendrait que plus difficile à résoudre. M. *Legallois*, a dit: « que l'électri- » cité par étincelle, qu'on ne peut obtenir qu'à l'aide » d'une machine électrique, ne diffère pas sensiblement » de celle par commotion, que donne la pile: car élec- » triser par étincelle, c'est électriser par faibles commo- » tions. . . . » Ainsi, entre l'effet réputé physique ou mécanique de la commotion, et celui de la scintillation ou

fulguration , appelé chimique , il y aurait une grande analogie. Mais le premier , au degré le plus faible , est , pourtant , le moyen électroscopique le plus sensible , dans tous les procédés d'électrométrie souterraine , comme la décomposition de l'eau , dans ceux du galvanisme....

« De même aussi , la commotion que donne la pile , est » hors de toute proportion avec la tension électrique : » et la force de la première croît dans un plus grand rapport que le nombre des étages.... » Il est pareillement certain , comme on l'a dit ci-dessus , que la rotation positive ou négative des baguettes électrométriques , exprimant le degré de tension électrique , effet combiné de ces deux polarités , n'est point toujours en raison de la commotion musculaire , ni de l'accélération artérielle ; et elle ne correspond nullement aux effets de l'électromètre ordinaire : ce qui est un rapport de plus entre le galvanisme et l'électricité souterraine , métallique ou minérale.

M. *Legallois* a observé , avec raison , que la théorie du galvanisme ne sera complète , que lorsqu'on pourra en déduire la solution de plusieurs questions qu'il propose : et entre autres , « pourquoi l'électricité à tension n'a rien » de comparable au courant , non interrompu , que peut » fournir la pile ? Le bain électrique , dit-il , n'en approche pas : il ne produit qu'une accumulation de » fluide à la surface du corps , et nullement un courant continu qui traverse sa surface.... » Mais , outre que le contraire de cette assertion , déjà avancée par d'autres , est prouvé par une infinité d'exemples , chez les individus soumis à l'électricité ordinaire , il l'est plus spé-

cialement encore par celui des individus minérographes : avec cette particularité, toutefois, que ces derniers, sans être isolés, ressentent sensiblement cette action ; et cela est, comme nous l'avons dit ailleurs, une sorte de pierre de touche pour les reconnaître. Au reste, ce que l'observation fait connaître à l'égard de ces sortes de machines animées, plus particulièrement excitables par ce *stimulus* électro-galvanique, et non par tout autre, ne peut manquer de jeter quelque jour sur la physique organique, comme l'a fait déjà, d'autre part, l'étude de l'organisation spéciale des animaux électrophores, ainsi qu'on le verra ci-après. Cependant bien que le fluide électrique, surtout lorsqu'il est mis en mouvement avec l'intensité et la continuité d'action, que peut lui donner la pile, soit capable d'agir puissamment sur l'économie animale, ( et bien plus puissamment, à dose égale, que le fluide électrique ordinaire ) cela pourtant ne conduit point, dit le journal du galvanisme, à connaître le secret de la puissance nerveuse. Mais cela porterait à croire, néanmoins, qu'entre le fluide nerveux et le galvanique, il y a plus d'analogie qu'entre celui-là et l'électrique.

Quoiqu'il en soit, sans prétendre suivre ici les modes et les effets de ce fluide, dans les détours obscurs et très-compliqués de l'organisation animale, il importerait, pour éclaircir cet objet même, de résoudre les questions suivantes : — pourquoi le phénomène de l'éclair ayant un rapport intime avec celui du choc, comme celui-ci avec l'effet électrométrique ; — pourquoi le premier, savoir l'étincelle, qui paraît aussi être le même

que celui de la combustion des métaux , comme celui de l'oxidation , qui n'est qu'une combustion insensible ; — pourquoi cette combustion , qui elle-même paraît avoir une corrélation toute aussi intime avec la sensation ; ( puisqu'elle est en raison des surfaces , et non pas du nombre des disques ) — pourquoi enfin la décomposition de l'eau , qui paraît tout-à-fait en rapport avec l'oxidation des métaux ; ( en ce que l'une et l'autre est proportionnée au nombre , et non aux surfaces des disques ) — pourquoi , dis-je , ceux de ces phénomènes , qui sont regardés comme mécaniques , ne dépendraient-ils pas du même fluide , et du même mode d'agir , que ceux appelés chimiques ? La ligne de démarcation entre ces deux ordres de phénomènes , est d'autant plus difficile à assigner , même en admettant la différence , à la vérité , très-notable , du nombre à la surface des plaques , qu'il est des effets chimiques et mécaniques , qui dépendent exclusivement de l'une ou l'autre condition ; tandis que d'autres semblent relatifs , à la fois , et à la force de tension , et à celle de combinaison.

M. l'abbé *Dal-Negro* , s'étant spécialement occupé de recherches tendant à établir des différences , entre l'électricité ordinaire et la galvanique , je ne puis mieux terminer ce paragraphe , qu'en rapportant les résultats de ces recherches ; et ce sera une sorte de récapitulation à ce qui précède.

La première différence consiste dans la manière d'obtenir l'un et l'autre fluide , c'est-à-dire , de rompre l'équilibre pour les rendre sensibles tous deux. En effet , le premier se manifeste par le frottement de deux corps , dont

l'un anélectrique et l'autre idio-électrique : le second par l'accouplement ou le contact de corps tous anélectriques, tels que l'eau et les métaux : d'où résulte une action réciproque de ceux-ci sur celle-là, quelque soit d'ailleurs le premier agent, le premier mobile de cette réaction. — L'électricité hydro-métallique se condense dans les métaux, selon leur capacité électrique diverse, émissive ou collective; et l'artificielle se condense dans les verres. — L'eau sert à accumuler celle-là; et par l'eau celle-ci est dissipée ou dispersée... ( Sous les deux rapports précédens, l'électricité souterraine, ou minérale, se rapproche plus de la première que de la seconde. )

La machine électrique isolée, cesse de donner des signes d'électricité, une fois qu'elle a été dépouillée de la sienne propre : tandis que l'appareil hydro-métallique continue à agir des jours entiers, bien que parfaitement isolé... De plus si le conducteur de la première communique au sol, elle se décharge immédiatement; et l'autre placé dans le même cas, ne perd rien de son action..., si même il n'en acquiert davantage. — Les pointes métalliques dispersent l'électricité artificielle, ainsi que l'atmosphérique; mais non l'hydro-métallique. — Les verres et tous les corps résineux servent également à isoler ces deux électricités : mais la flamme, l'os sec et blanchi, le verre chaud, etc., sont conducteurs de l'électricité artificielle; tandis qu'ils servent d'isolateurs à l'électricité hydro-métallique. — La manière de calciner, de fondre, d'oxider et d'enflammer les métaux, n'est pas la même de la part de cette dernière, que de celle de l'électricité ordinaire... ( Pas plus qu'elle ne l'est, pro-

bablement , de la part de l'électricité météorique , dans tous ses états , jusqu'à présent mal observés ; dans ceux de foudre , de fulguration , d'écoulement apyre , avec ou sans explosion , etc. )

Le sciroc et les tems humides rendent inactive l'électricité des machines ; et celle de la pile , au contraire , n'en va et n'en vaut que mieux , à mesure que l'appareil est plus environné d'air humide. En un mot , dit M. *Dal-Negro* , le sec est l'âme de celle-là , et l'humide de celle-ci . . . On peut dire même que l'absence de l'eau est une condition pour rendre sensible la première , et que sa présence est nécessaire pour le dégagement , ou la production de la seconde. Mais là , l'humide n'est censé qu'un intermède propre à la dispersion de l'électricité ; tandis qu'ici on le croit moyen de déférence , comme tel , c'est-à-dire , par sa qualité aqueuse ; puis instrument d'impulsion électrophorique , par sa conversion en gaz ; et , peut-être , principe ou élément de composition nouvelle , à raison de l'action de ceux-ci sur les métaux.

Le propre de l'électricité artificielle est de se manifester , d'abord , par les signes d'attraction et de répulsion , ( principe fondamental des électromètres ordinaires ) : ensuite par l'étincelle ; enfin par le choc et la secousse. C'est tout le contraire pour l'électricité hydro-métallique , dont les premiers effets sont la commotion ; puis l'étincelle ; puis enfin des indices à peine sensibles d'attraction . . . ( Ceci est encore , comme on l'a déjà dit , un autre trait d'analogie de l'hydro-métallique avec l'électricité minérale , laquelle , sans donner les plus

petits indices d'action sur les électroscopes les plus sensibles , ni aucune apparence de scintillation , au moins jusqu'à présent , donne pourtant de fortes secousses , comparables à celles de la pile , chez les individus qui en sont susceptibles : et l'on sait aussi que celles mêmes de la pile ne sont ni égales , ni perceptibles chez tous les individus indistinctement .)

Quant aux étincelles , qu'on obtient de l'appareil hydro-métallique , et que l'on ne peut obtenir qu'à peine , et par des moyens recherchés , des animaux électrophores , elles diffèrent , dans les deux cas , de celles de la bouteille de *Leyde* , par la couleur , par la forme et par les effets chimiques. D'ailleurs celles-ci s'obtiennent avec l'eau , avec les métaux , avec les tissus animaux , et généralement avec tous les corps conducteurs ; tandis que celles de l'appareil *colonnaire* ne s'obtiennent qu'avec les seuls métaux , au moins jusqu'à un certain point. . . .

Egalement la secousse , différente aussi , et par les parties du corps , auxquelles elle se propage , et par les sensations ou autres impressions qu'elle y fait éprouver , offre encore ceci de remarquable dans le jeu de la pile , que sur un certain nombre de personnes qui forment la chaîne , celles du centre ne l'éprouvent point , ou à peine. Cela est analogue à ce que j'ai observé moi-même , en 1792 : savoir , que dans les batteries électro-métriques , composées de gobelets pleins d'eau , et de grenouilles préparées , communiquant d'un vase à l'autre , en forme de couronne , celles-ci , selon leur position alternative , recevaient , ou non , la secousse , bien que le cercle électrique fut complet.

Enfin , une différence bien notoire , qui , selon *M. Dal-Negro* , existe entre ces deux fluides , consiste dans la manière de décomposer l'eau , et d'oxider les métaux , soumis au contact séparé , ou bien au courant de l'un ou de l'autre. Avec celui de la pile , on sait que l'eau donne tantôt le mélange des deux gaz , hydrogène et oxigène , et tantôt celui-là seul , ( mais jamais celui-ci ) selon que les fils polaires sont oxidables , ou non. Mais ce qu'il y a surtout de plus remarquable , c'est que cette décomposition est si rapide , si continue , que rien de semblable ne s'observe jamais de la part de l'électricité artificielle. Dans ce dernier cas , où la décomposition est toujours lente , on ne remarque pas , comme avec l'hydro-métallique , l'oxidation des conducteurs : et il n'y a pas non plus , comme ici , de différence entre le conducteur de l'électricité positive , et celui de la négative..... Une dernière remarque aussi très-importante , c'est qu'il existe une fort - grande différence entre les corps *cohérens* et *désérens* de l'une et de l'autre électricité. Il en est même qui sont conducteurs de l'une , et *cohérens* de l'autre. *Jallabert* a prouvé que le fluide électrique se propage à travers l'eau , comme *Aldini* le fluide galvanique : mais l'on n'est pas d'accord sur les degrés de vitesse. L'eau , réduite en glace , n'est plus la même à cet égard. Mais d'ailleurs on convient ici qu'il faut admettre , pour l'électricité hydro-métallique , des conducteurs imparfaits , lesquels ne font pas , à beaucoup près , cette fonction aussi bien que les substances métalliques. L'on peut consulter , sur ces rapports de *cohérence* et de *désérence* , une table déjà très étendue ,

qu'à publiée M. l'abbé *Dal-Negro*. Bien qu'elle ne soit encore qu'une ébauche, pour ainsi dire, de ce qu'il y a à apprendre à cet égard, elle est pourtant très-instructive pour ceux qui voudront suivre, sur ces propriétés physiques ou aggrégatives du fluide électro-galvanique, des recherches comparables à celles de M. *Vassali*, sur les propriétés chimiques ou réactives.

---

#### QUATRIÈME PARAGRAPHE.

##### *Parallèle des procédés et des résultats galvaniques, avec ceux de l'électrométrie souterraine.*

DÉJÀ dans toutes les parties de cet écrit, et, pour ainsi dire, à toutes les pages, on a pu voir et les principes communs, et les faits analogues, sur lesquels repose la presque-identité de ces deux branches de la physique nouvelle. L'antériorité de celle-ci est également notoire, d'après des dates incontestables; rendues telles par cela même, que les faits et les principes en ont été plus généralement contestés. Mais il est entre elles d'autres rapports encore, qu'il n'est pas inutile de faire apercevoir, pour mieux les éclairer l'un et l'autre, et l'une par l'autre. L'on a vu aussi que la maxime fondamentale, commune à toutes deux, est celle qui consacre invariablement l'office électrophorique, électromoteur ou excitateur, (désigné, défini comme tel dès l'origine) qu'exercent les métaux et les mines non isolés, tant sous terre et sous l'eau, que dans l'air et dans le vide. L'on a

vu enfin que le fluide dégagé, ou mis en jeu, par ce mécanisme électromoteur, soit dans les procédés d'électrométrie souterraine, soit dans ceux du galvanisme, bien que manifestant des modifications diverses, selon les corps et les milieux, n'en conserve pas moins sa polarité, sa modalité distinctive du positif au négatif, comme dans l'électricité ordinaire. Mais l'action de ce fluide, en partie relative aussi à une sorte de polarité organique, s'exerçant sur les animaux, sur certains animaux, ou sur telles de leurs parties, y développe des effets de commotions, de soubresauts, de sensations diverses, que ne produit pas l'électricité commune, et qui ne correspondent nullement aux tensions, aux explosions, aux scintillations de ce dernier fluide.

Aussi l'un des rédacteurs du journal du galvanisme, examinant jusqu'à quel point le condensateur peut indiquer les tensions électriques respectives, dans les piles isolées, ou non isolées, demande pourquoi, ces tensions croissant en raison arithmétique, comme les étages de la pile, cette dernière n'offre jamais de distance explosive, quelque haute qu'elle soit : ensorte qu'il faut toujours arriver au contact, soit pour prendre la commotion, soit pour brûler les fils métalliques, etc. — pourquoi aussi le sommet d'une pile de quatre-vingt paires, par exemple, n'indique rien à la balance électrométrique à soie ; tandis que l'électromètre de *Bennet* diverge par le contact de la quarantième paire d'une pile : et pourtant la balance à soie n'est pas moins sensible que cet électromètre. A quoi, dit-il, peut-on attribuer la différence des résultats obtenus par ces deux instrumens ?....

A la même cause, peut-être, qui fait que les électromètres organiques, c'est-à-dire, les instrumens à commotions, à sensations, et autres affections, dérivant de l'électricité souterraine ou galvanique, manifestent très-fortement et très-diversement cette action, alors même que les électromètres à boules, à fils, les balances à soie, n'expriment rien. De semblables questions, consignées, depuis des années, dans mes écrits sur l'électricité des mines et des métaux, ainsi que des courans d'eau sous terre, prouvent suffisamment qu'à mes yeux, elle n'était pas en tous points semblable à l'électricité commune, et à l'atmosphérique; pas plus qu'à celle-ci celle des appareils galvaniques.

Selon l'auteur précédent, le condensateur ne donne rien lorsque, la pile étant isolée, l'on met en communication sa base avec le réservoir commun. Lorsqu'on en fait communiquer la base et le sommet, et qu'on fait entrer dans l'arc de communication un animal, un tube à décomposer l'eau, ou un condensateur, pourquoi, dit-il, les effets sont-ils absolument les mêmes, que la pile soit isolée, ou non?... Pourquoi un individu, sensible à l'électricité souterraine, placé sur un métal ou sur une mine, non isolés, sous terre ou sous l'eau, reçoit-il la commotion, sans qu'il existe, entre ces corps et le sien, un arc de communication, (autre que par les milieux interposés) ou un cercle électrique communiquant du positif au négatif? Cette commotion, il l'éprouve néanmoins, tant sur le point vertical de ces corps, que sur un point collatéral quelconque, dont la distance, à partir du premier point, (celui de la

charge) se trouve presque toujours égale à celle de la profondeur du foyer d'action : et sur ces deux points aussi la rotation des baguettes, se faisant en sens contraire, est censée exprimer le passage de l'électricité souterraine du positif au négatif, ainsi que nous l'avons déjà dit ci-dessus.

Pourquoi enfin, dit le même journaliste, l'arc qui fait communiquer les deux bouts, ou les deux pôles de la pile, au lieu de se réduire à zéro d'action, y établit-il un courant, non interrompu, tout le tems que dure la communication?..... La même différence entre l'électricité ordinaire et la galvanique, et la même analogie entre celle-ci et la souterraine, se retrouvent à chaque pas, dans l'exercice de la propriété électrométrique des individus qui en sont doués : et les procédés du galvanisme, éprouvés sur un grand nombre d'autres individus, font apercevoir, chaque jour, des disparités d'action et d'organisation, tout aussi tranchantes que celles observées chez les *Rabdomantes*, ou *Électrédites*.

Ceux qui font tout dériver, à l'égard du galvanisme, du principe fondamental, énoncé ci-dessus : savoir que des corps hétérogènes quelconques, métalliques, organiques, ou autres, mis en contact, produisent toujours, l'un sur l'autre, une rupture d'équilibre dans la quantité naturelle de leur électricité, n'ont pas manqué d'expliquer aussi, par là, la commotion des grenouilles, sans armatures, et par le seul contact des nerfs avec les muscles; ou par celui d'un seul métal aux muscles ou aux nerfs. Or si, de cette expérience, on a mal à propos

conclu qu'il existe une électricité animale particulière, ou fluide galvanique spécial, l'on n'a pas eu plus de raison, ce me semble, que pour l'électricité métallique, ou minérale, que, mal à propos aussi, l'on a dit être en tout semblable à l'électricité commune. Pour prouver cette identité du fluide, dans tous ces cas, et de là conclure en faveur du principe général précédent, on a cité, avec aussi peu de fondement, l'expérience de M. *Lagrange*, par laquelle il a obtenu des effets galvaniques avec une pile composée de tranches de muscles, et de substance cérébrale, c'est-à-dire, de substance nerveuse; observant que, dans cette superposition, les tranches pulpeuses et charnues soient entrecoupées, paire par paire, avec un corps humide: (comme si les muscles et la cervelle n'étaient pas des corps humides).... Ce même auteur a dit, mais n'a jamais prouvé, selon d'autres, que dans la construction des piles hydro-métalliques, l'oxidation des pièces n'est point un obstacle à leur activité, indéfiniment prolongée.

Il faut pourtant faire ici une réflexion, relativement au mécanisme des commotions, dans les deux cas ci-dessus, des grenouilles: c'est que si le contact seul de deux pièces métalliques, au lieu de rompre l'équilibre entre elles, l'établit, au contraire, en égalisant leur électricité naturelle, comme on l'a prétendu, ne doit-on pas croire que la commotion des grenouilles, par le seul contact des nerfs et des muscles, n'a lieu que parce que l'équilibre se rétablit, au lieu de se détruire, entre ces deux points organiques: et, de plus, qu'il en est ainsi, lorsqu'au moyen d'un arc métallique, simplement

conducteur, on répartit, entre eux, l'électricité d'une manière uniforme? D'après cela, que deviendrait la théorie primitive, qui expliquait les commotions des grenouilles, en disant que les parties organiques n'étant que passives, les nerfs pourtant lancent, et les muscles attirent l'électricité, mise en jeu par le contact des métaux hétérogènes? En effet, dans le cas d'un seul métal, sur une seule partie organique, ou sur toutes deux, il faudrait dire que tout se passe du contact métallique à la partie organique : puis de l'organique nerveux à l'organique musculaire, dans l'expérience faite sans métal. Mais alors où se retrouverait la prétendue passivité des substances organiques? d'autant plus qu'en admettant les deux effets contraires ci-dessus, entre les nerfs qui *lancent*, et les muscles qui *attirent* l'électricité, ces effets seraient tout à fait analogues à ceux que, dans la théorie même, et d'après le principe fondamental, (postérieur toutefois à la théorie) l'on attribue aux métaux, ainsi qu'aux autres substances quelconques.

Toujours est-il certain que, dans les procédés d'électrométrie souterraine, les commotions ont également lieu chez les minérographes, soit que leur équilibre électrique soit rompu en entrant dans l'atmosphère des mines, ou des courans d'eau; soit qu'au moment où ils en sortent, cet équilibre soit rétabli. M. *Aldini*, en reconnaissant la concentration possible du fluide électrique sous terre, dans les courans d'eau salée, etc. et M. *Lehot*, la possibilité de discerner, à de grandes distances, les métaux, par l'accumulation du fluide galvanique, dans son passage des organes aux subs-

tances métalliques, (comme de celles-ci à ceux-là) ont proféré des aveux dont il faut tenir compte. Le dernier fait, celui reconnu par M. *Lehot*, serait analogue à la pratique aveugle de certains Râdomantes, qui consiste à tenir en mains certaines pièces de métal, pour distinguer celui ou ceux qui les agitent : procédés que je n'ai jamais vérifiés, et que je crois bien moins sûrs, (s'ils ne sont même illusoire) que ceux des sensations diverses, des commotions graduées, éclaircies encore par les pulsations artérielles, par l'usage des thermomètres, et surtout par la double rotation, ou par l'équilibration des baguettes.

Mais comment, dans ces procédés, retrouver, entre les corps des individus sensitifs, et les mines ou les métaux sous terre, comme entre les grenouilles et un seul métal en contact, le cercle électrique ou galvanique ? Il me semble qu'on ne peut l'expliquer qu'en admettant la double polarité organique, ou la différente capacité électrique d'un pôle à l'autre, des nerfs aux muscles, de la tête aux pieds, comme pour les métaux. Cette différente modalité, représentant, dans l'organisme, le positif et le négatif de la pile, ou de la bouteille de *Leyde*, c'est-à-dire, l'équivalent par l'effet de l'organisation même, comme dans la torpille, etc. doit produire la commotion dans le passage, ou la succession d'une électricité à l'autre, ou d'une partie du corps à l'autre. Mais si l'on obtient le même résultat, à la différence près du degré d'intensité, par l'application de deux métaux hétérogènes sur un seul point organique, ou d'un seul métal sur les deux pôles, à la

fois, comme par celle d'un métal au seul point des nerfs; on ne peut concevoir la formation du cercle galvanique, dans le premier cas, si ce n'est au moyen de la polarité métallique, diverse de métal à métal; et dans le deuxième, au moyen de la polarité organique différente des nerfs aux muscles. Enfin, dans le troisième cas, celui d'un seul métal sur un seul point organique, cette différence de capacité électrique se retrouvant du métal à l'organe, on peut dire que le métal ayant une capacité électrique comme dix, par exemple, la tige des nerfs comme six, et les muscles comme deux, l'équilibre, rompu par le contact du métal aux nerfs, se propage aux muscles, et excite une contraction plus ou moins violente. Cette contraction pourtant, à degré égal de vitalité, est toujours moins forte que dans les deux premiers cas, et beaucoup moins encore que dans celui où l'on appliquerait, à la fois, deux métaux hétérogènes sur les deux pôles organiques opposés. Ainsi dans ce sens, le cercle électrique correspondrait à la charge et à la décharge de l'électricité, et consisterait dans le passage du positif au négatif, ou de l'excès au défaut; *et vice versa*, de quelque manière que cette transition s'opère. Enfin, soit que la pile galvanique agisse, par ses deux pôles, sur un seul et même point organique, soit qu'un seul métal porte, à la fois, son action sur les deux pôles, ( du rabdo- mante, comme de la grenouille ) le résultat de la commotion est le même; mais non celui de la rotation des baguettes, chez les premiers, par les raisons déduites ci-dessus.

Au surplus, les faits et les exemples qui prouvent

l'existence de cette polarité organique , et la correspondance d'un pôle à l'autre , dans les expériences medico-galvaniques, qui se font chaque jour , ( voyez *Amoretti, istoria breve*, page 378 ) laissent subsister la même controverse entre les physiciens , à l'égard du fluide : savoir, ceux qui regardent le galvanique animal comme dérivé, ou simplement modifié, de l'électricité commune : et ceux qui veulent que, dans les animaux, comme dans les métaux, comme dans la machine ordinaire, ce fluide soit invariablement le même. Aussi le moyen de conciliation que l'on proposerait aux deux partis, ( comme je crois l'avoir lu quelque part ) en reconnaissant que ce fluide, modifié, diversifié, ou non, dans les métaux, ou dans les animaux, dans la pile hydro-métallique, ou dans la bouteille de *Leyde*, suit pourtant les mêmes lois, serait une transaction illusoire, qui laisserait subsister la même difficulté. Que l'on accorde une pile organique, existant dans tous les animaux, comme dans la torpille ; et de plus, que dans cette pile, comme dans la métallique, il existe un cercle galvanique, comparable en tout au cercle métallo-électrique, et tout, dira-t-on, s'expliquera à l'égard de l'action des métaux sur les animaux, comme dans celle de ceux - là, ou de ceux - ci, entre eux. Mais en sera-t-on plus avancé pour résoudre le problème principal, celui qui divise les physiciens sur la parité ou disparité du fluide qui exerce cette action ? Quoiqu'il en soit, on pourrait admettre, peut-être, entre la torpille et les autres animaux, la même différence qui existe entre les individus rbdomantes et les non-rbdomantes : et j'ai déjà dit ailleurs que ceux-là sont à ceux-

ci , ce que le fer est aux autres métaux , ce que la tourmaline est aux autres pierres.

*Geoffroy* et *Hunter* ont fait des recherches savantes sur les poissons électriques ou électrophores ; et d'après la description anatomique qu'ils en ont donnée , ils ont assez bien expliqué cet étonnant phénomène d'électricité animale. Leur explication est aussi bonne qu'elle pouvait l'être avant la découverte du galvanisme et du rbdomantisme. Ces auteurs ont trouvé , dans la structure de ces animaux , une diversité marquée , quant au site et au dispositif de l'organe , auquel on attribue l'action électromotrice , condensatrice ou conductrice du fluide. Les nerfs , suivant *Hunter* , sont destinés à former , à rassembler , à diriger les fluides nerveux ; et ces nerfs se trouvent aboutir , en grande quantité , aux cellules aponévrotiques , qui renferment la substance pulpeuse , albumineuse , et servent à compléter l'appareil électrophorique : appareil dont les élémens paraissent consister essentiellement , en ce que la substance pulpeuse , ou albumino-gelatineuse , qui remplit les mailles et cellules , est idio-électrique , selon M. de *Lacepede* , célèbre naturaliste : tandis que les aponévroses ne le sont pas. Quant aux nerfs , ils semblent destinés à faire les fonctions de conducteurs , plutôt que d'électromoteurs ; bien que , pourtant , leur structure , en partie pulpeuse , et en partie fibreuse , soit propre à leur faire partager ce double attribut. L'influence de ces nerfs est démontrée , puisque le concours de la volonté de l'animal est indispensable pour donner des commotions. Mais il est remarquable pourtant , que ceux qui possèdent , au plus haut degré , cette

propriété, tel que le *gymnote*, ou anguille de Surinam, donnent encore quelque peu d'électricité après leur mort. Elle continue à se manifester assez fortement après l'enlèvement du cœur, mais non après celui du cerveau. Cette électricité est quelquefois portée au point de donner des étincelles sensibles, selon le rapport de plusieurs physiciens dignes de foi, qui se sont aussi occupés de cette singulière faculté électrophorique animale.

S'il était permis de former sur cela des conjectures, à l'appui de quelques points d'analogie, on pourrait croire que, parmi les poissons, les plus remarquables à cet égard, celui dont la structure semblerait avoir de la ressemblance avec celle des individus rbdomantes, serait le *silure trembleur*. Le réseau aponévrotique cellulaire, albumineux, est étendu tout autour de son corps, sous la peau, et il reçoit beaucoup de nerfs de la huitième paire. Mais c'est un problème, qui reste à résoudre, de savoir si la structure, ou disposition organique, qui constitue, du plus au moins, cette sorte d'*électrophoricité* chez tous les animaux, (portée au suprême degré chez quelques-uns) est aussi celle qui forme la propriété *électréditique*, ou susceptibilité à l'électricité : celle-ci se manifeste dans tous les corps organiques, même privés d'une partie de leur vitalité ; et elle est portée au degré le plus éminent, dans la classe des rbdomantes. Toutefois il reste encore incertain si ceux-ci doivent cette particularité organique, (comparable à celle de la *sensitive*, parmi les végétaux) ou à une simple cohibence, plus forte, du fluide électrique ; ou à une plus grande mobilité, à une sensibilité plus exquise, à l'égard de ce

stimulant électrique ; ou , peut-être encore , à une disparité , ou disproportion , plus grande , de la polarité négative à la positive , entre le système nerveux et le musculaire , ou le cellulaire . Mais dans tous les cas , cela ne peut s'expliquer qu'en admettant , dans leur organisation intérieure ou externe , générale ou particulière , une différence dont l'Anatomie apprendra , un jour , la cause , ou les causes , à la physiologie , comme on l'a fait pour les animaux des espèces électrophoriques , lesquels ne sont pas encore tous connus .

Quoiqu'il en soit , si l'on vient à bout de connaître jamais le mécanisme et les causes de l'irritabilité , de la contractilité , de l'excitabilité , chez les animaux en général , on sera bien avancé pour expliquer celle particulière aux individus rbdomantes : et par la même raison que l'on a eu recours à l'électricité , ou au galvanisme , pour rendre compte de celles-là , on doit croire que la même théorie sera également applicable à celle-ci . Au surplus , bien qu'il n'y ait pas de corrélation nécessaire entre la rotation des baguettes , et la commotion , comme entre celle-ci et les autres affections organiques , ( pas plus qu'il n'en existe , parmi les phénomènes de la pile , entre ceux qui dérivent de la force tensive , et ceux que produit la force combinatoire ou mixtive ) il est vrai pourtant que la solution de la première partie du problème , relative à la rotation , appartenant manifestement à la première de ces deux forces , ne pourra que faciliter beaucoup la solution de la seconde partie , toute relative aux sensations , à la caloricité , etc .

Si, comme on vient de le lire, l'on a reconnu chez les poissons éminemment électrophores, les deux parties principales, d'une capacité électrique différente : si la première, pourvue d'une grande quantité de nerfs, est formée de mailles ou cellules, dans lesquelles est déposé l'*albumen* idio-électrique, analogue à la substance médullaire du cerveau ; si la seconde est un tissu aponevrotique, recouvrant la première, mais sans partager son idio-électricité, il sera difficile de ne pas reconnaître que cet appareil organique, ressemble en partie à la pile galvanique. Ces deux substances mises en contact s'électrisent mutuellement, comme le font les deux substances métalliques. La chaleur, dit M. *Delametherie*, augmente cette électricité : elle peut même la faire naître, comme on le voit dans les corps pyro-électriques.... S'il s'agissait d'ailleurs de faire intervenir, dans ce mécanisme, le dégagement de l'oxygène, ou de tel autre gaz élémentaire du gaz électrique, cela ne serait pas plus difficile à entendre dans l'organisme vivant, que dans les appareils galvaniques, où l'on trouve que la décomposition de l'eau, et sa recomposition, remplissent en partie les fonctions électro-motrices, excitatrices ou productrices : et dans ce cas encore, on verrait, peut-être, qu'il y a une sorte de réciprocité d'action entre le calorique, comme moteur ou reproducteur du gaz électrique, et de celui-ci à celui-là. Ce mécanisme organique, comparable à celui de la pile, serait d'autant plus concevable, que, dans celui-là, on admet qu'avec le concours des deux substances ci-dessus désignées, se compose une espèce de carreau magique, ou de bouteille électrique,

dont le siège principal , ou foyer , chez les hommes , est placé au cerveau.

Ce qu'il y a de certain , c'est que , selon le même auteur , le corps des animaux est partout composé d'une matière analogue aux organes électriques des poissons ci-dessus : que les nerfs sont composés eux-mêmes d'une membrane, appelée *névrilemme* , qui contient une substance blanche et médullaire, analogue à celle du gâteau électrique de la torpille, et autres poissons électrophores : que les muscles et toutes les parties du corps sont pénétrés par ces nerfs et les recouvrent. Or les muscles, et les autres parties, étant enveloppés, étant interposés, par des aponévroses , et par des tissus cellulaires de structure diverse , en forme , en densité , etc. , cette structure fait voir que l'ensemble des organes , et chacun d'eux en particulier , offre une composition analogue à celle des batteries , reconnues et mieux circonscrites dans l'organisation des poissons électriques. Ainsi la seule différence consisterait en ce que cet appareil électromoteur n'est pas aussi considérable chez les autres.... Ce serait donc d'après cette supposition , assez séduisante , d'une constitution réciproquement *électrophorique* , et *électréditique* , commune à tous les animaux , mais dont le mécanisme , au premier égard , est rendu plus sensible chez certains poissons ; comme , au second égard , il l'est davantage aussi chez les rabdomantes , que l'on voudrait expliquer , en même tems , deux grandes questions : savoir , d'une part , le jeu de toutes les sensations , et de toutes les modifications de mouvemens , comme autant de secousses ou de com-

motions , transmises , du plus au moins , au siège du principe sentant , au *ensorium commune* , par les conducteurs nerveux , etc. : et d'autre part , tous les phénomènes de motilité , de sensibilité , et de calorificité , appartenans au galvanisme , comme à l'électrométrie souterraine. Or , à ce dernier égard , on ne peut disconvenir qu'il n'existe des rapports entre ces deux branches de la même science , et le soi-disant magnétisme animal , que , dès les premiers tems , j'ai assimilé à l'électricité organique. L'on ne pourra disconvenir non plus , que l'étude de l'électricité souterraine , poussée bien plus loin que celle qu'on a faite sur les torpilles et autres animaux semblables ; que celle aussi des météores électriques de l'atmosphère , n'en ait plus appris sur l'électricité en général , que tout ce qu'on a pû tirer jusqu'à présent des appareils galvaniques , et des instrumens d'électrométrie ordinaire.

Parmi les effets du galvanisme sur l'organisation animale , l'accélération du sang , comme des autres fluides , est un des plus caractéristiques ; et il n'en est pas ainsi de l'électricité commune. Mais cette propriété , beaucoup plus marquée dans celui-là que dans celle-ci , est surtout remarquable chez les individus rbdomantes. Elle présente entre eux les mêmes variétés , qu'entre les autres individus de l'espèce humaine , et de toutes les autres espèces. Il est d'ailleurs prouvé que le fréquent exercice du galvanisme accroît cette susceptibilité , comme chez les minérographes sur les mines et les métaux. D'un autre côté , la non - susceptibilité à l'action du galvanisme , comme à celle de l'électricité ordinaire , bien

reconnue chez quelques individus , n'est peut-être pas plus rare que la susceptibilité éminente des autres à l'électricité souterraine : et la chose est tout aussi explicable dans un cas que dans l'autre. Il faut pourtant noter cette différence entre l'électricité hydro-métallique et la souterraine : c'est que celle-là se rend sensible au plus grand nombre , et celle-ci , seulement , au plus petit. Ainsi la loi , presque générale , est favorable à l'adoption de la première , comme agent physique ; et l'exception est , ou a été , contraire à l'adoption de l'autre. Le galvanisme agissant particulièrement sur tels ou tels organes , exclusivement , dans tels individus , et non sur les autres , ressemble beaucoup à ce que l'on observe de l'électricité météorique , en général , et spécialement à ce que chaque météore opère sur certains individus , et même sur certains organes. M. l'abbé *Dal-Negro* cite trois personnes , éprouvées par lui , comme tout à fait insensibles à la commotion , dans un de leurs bras seulement. J'ai connu , moi-même , des rhabdomantes partiels , c'est-à-dire , sur lesquels l'électricité des mines , des métaux ou des sources , ne se manifesterait que dans un seul organe , la vessie , la tête , etc. , ou bien sur la moitié du corps , droite ou gauche. Nous avons une observation analogue de M. *Ritter* , lequel sur une pile formée de zinc et cuivre , éprouvait bien plus de douleur du côté cuivre , que du côté zinc. Le bras du cuivre sentait froid , et l'autre chaud. Selon le rapport de M. l'abbé *Amoretti* , le caractère distinctif , qu'éprouvait son minérographe *Anfossi* , sur certaines mines , était une sensation de froid , et sur les autres

une sensation de chaleur. Mais pourquoi n'y aurait-il pas des différences dans les commotions, dans les sensations générales ou locales, dans les saveurs, lors même qu'il y en a dans les couleurs et la forme des étincelles, selon qu'elles sont extraites de l'un ou l'autre des métaux polaires de la pile, et peut-être même selon le métal qui sert d'excitateur ? Enfin, il est d'autres phénomènes, regardés comme propres au galvanisme, ou qui du moins sont peu connus parmi ceux de l'électricité. Telle est la contraction de la pupille observée par *Humboldt*...., et sa dilatation reconnue par *Spallanzani*, sur *Pennet*. Le tintement ou bourdonnement des oreilles observé, par *Volta*, comme effet du galvanisme...., et par moi, comme résultat de l'électricité souterraine, éprouvée spécialement sur les grandes mines métalliques, au rapport de *Pennet* et de *Bleton*.... Quant aux saveurs, acides, amères, alcalines, et autres sensations diverses, elles ne sont pas plus *observables*, constamment et uniformément, chez tous les individus indistinctement, dans les procédés galvaniques, que dans ceux d'électrométrie souterraine.

Enfin, si dans l'application du galvanisme, comme dans celle de l'électricité à la médecine, l'on a dit qu'il n'était pas indifférent de varier les substances conductrices, suivant l'indication et la nature des maladies, on ne sera pas étonné si j'ai dit que le galvanisme souterrain, ou électricisme minéral, excite, chez ceux qui en sont susceptibles, des affections diverses, des sensations distinctives. De là, il doit résulter, ce me semble, qu'il est réellement susceptible, lui-même, de

modifications , non pas seulement dans ses qualités physiques ou aggrégatives , qui constituent la modalité alternative du positif au négatif , selon les corps qui lui servent de conducteurs : mais tout semble prouver qu'il est aussi diversifié dans ses qualités chimiques ou réactives , à raison de la nature propre , et de la composition intime des corps qui , pour son développement ou sa production , agissent comme électromoteurs ; soit par voie de simple contact ; soit par frottement ; soit encore par ces deux moyens unis à l'action combinatoire , ou disgrégeante. On sait que le frottement entre deux disques métalliques , ou autres , accroît les effets du simple contact , à en juger par l'électromètre , dont le condensateur se transforme facilement en électrophore. On sait encore que , dans cet instrument , la charge électrique est quelquefois long-tems persévérante : et telà est analogue à ce que nous avons déjà dit , de l'action continuée dans les vases humides , quelques momens après qu'on en a enlevé les dépôts métalliques.

Selon *Ritter* , un corps animal , qui a été pendant quelque tems dans l'arc galvanique , passe , en le quittant , de l'état où il était , quand il faisait partie de l'arc , à un état opposé. Ainsi le côté qui était positif devient négatif , et *vice versa*. La même chose a lieu pour les corps inorganisés : et c'est d'après cela qu'il a imaginé sa pile secondaire..... De semblables résultats s'observent dans les procédés d'électrométrie souterraine , non-seulement en ce qui concerne les phénomènes organiques ; mais aussi pour la rotation directe et rétrograde des baguettes électrométriques , indiquant la charge et

la décharge, ou la double direction polaire du fluide électrique, dans l'organisme spécial des Raddomantes. C'est ce qui m'a fait dire aussi, que la contre-rotation des baguettes, que le contre-coup, ou arrière-choc organique, pouvait devenir un moyen d'épreuve pour la distance des corps agissans, ou du moins pour la commensuration approximative des profondeurs, d'après l'étendue des atmosphères électriques de ces mêmes corps souterrains..... M. l'abbé *Amoretti*, d'après son expérience personnelle, me mande en dernier lieu, (25 avril 1804) « que la rotation des baguettes est » rétrograde, quand il perd le fluide que le métal lui » avait donné, ou qu'il regagne ce qu'il lui avait sou- » tiré.... Que par ce mouvement rétrograde, il juge de » la profondeur; mais que celle-ci est toujours moindre » que la distance..... » Ces différences, au reste, ne peuvent-elles pas être subordonnées à l'état de cohérence, incessamment variable, dans les corps organiques qui reçoivent l'action du fluide; ou bien aux variations, tout aussi probables, des atmosphères d'électricité souterraine, subordonnée elle-même aux vicissitudes de la déférence des corps qui propagent cette action, ainsi que cela s'observe, surtout, dans les phénomènes électriques de l'atmosphère?

Mais, pour pouvoir mieux interpréter les faits ci-dessus, annoncés par *Ritter*, dans les procédés galvaniques, et ceux observés bien auparavant, dans les procédés d'électrométrie souterraine, il faut remonter au principe général, sans méconnaître, toutefois, les exceptions et les modifications qu'il présente, dans ces deux ordres

de procédés. On lit , dans un savant mémoire de M. *Lehot*, que le Professeur *Volta*, pour établir son ingénieuse théorie , suppose que l'hétérogénéité des parties de la chaîne , donne naissance à un courant de fluide électrique ; mais que l'existence de ce courant , et les circonstances qui l'accompagnent , sont si peu connues , que ni lui , ni aucun autre physicien , n'ont pû en assigner la direction. Dans ce mémoire on prétend prouver , non-seulement la circulation d'un fluide très-subtil , dans la chaîne galvanique ; mais encore que dans l'application des différentes chaînes métalliques aux arcs animaux , il existe des signes non équivoques de la direction telle de ce fluide : direction susceptible de changement , par l'interposition de nouveaux corps dans la chaîne , ou bien d'équilibration du fluide , et par conséquent de repos , ou de suspension , dans sa circulation.

« La connaissance de ces phénomènes tenait , dit monsieur *Lehot* , à celle d'un fait qui avait entièrement » échappé aux physiciens et aux physiologistes : c'est » que le fluide galvanique s'accumule au passage des or- » ganes, aux substances métalliques. C'est encore, ajoute- » t-il , à l'aide de ce même fait , qu'on peut distinguer » la nature des métaux , par les seuls résultats de l'in- » fluence galvanique . . . . » L'on ne sera donc plus autant étonné , si j'ai dit que , par le moyen des commotions , des sensations diverses , et par la double rotation des baguettes , ainsi que par leur suspension , leur équilibration , l'on pourrait venir à bout , à force de recherches , non-seulement d'indiquer la diversité des mines et des métaux sous terre ; mais encore leur homogénéité

ou hétérogénéité en capacité électrique, ainsi que leur direction polaire, négative ou positive.

« On sait, dit encore le même auteur, que lorsque la  
 » susceptibilité d'un organe est affaiblie, il faut, pour y  
 » faire naître des contractions, établir une communi-  
 » cation entre deux points de cet organe, par le moyen  
 » de substances hétérogènes. Si l'on établit cette com-  
 » munication à l'aide d'un arc métallique homogène,  
 » ou d'une chaîne composée de substances hétérogènes,  
 » et disposée tellement qu'elle soit symétrique, quant  
 » à la nature des parties qui la composent, alors il ne se  
 » manifeste point de contractions, à moins que la sus-  
 » ceptibilité ne soit exaltée : et dans ce dernier cas, il  
 » suffit de mettre les organes en contact avec des subs-  
 » tances métalliques ou charbonneuses, pour faire naître  
 » des mouvemens musculaires... » A propos des expé-  
 riences faites avec des métaux qui ne forment point chaîne,  
 M. *Lehot* dit que *Humboldt* a observé le premier, qu'en  
 laissant tomber un nerf sur une lame de zinc, il se ma-  
 nifestait des contractions dans le muscle qui lui était  
 uni organiquement. *Lehot*, en substituant du mercure  
 au zinc, a obtenu le même effet. En 1792, j'ai publié  
 une expérience analogue avec l'or et des grenouilles pré-  
 parées. Un autre point de conformité de ces Auteurs à  
 moi, est celui-ci : savoir, que pour juger de la capacité  
 électrique diverse des métaux, il faut n'employer que des  
 organes dont la vitalité, la susceptibilité soit déjà affaiblie :  
 car étant très-exaltée, tous les métaux donnent la com-  
 motion. C'est ce qui m'a fait proposer, dès l'année ci-  
 dessus, de diviser en dix époques ou degrés, la contrac-

tilité, la vitalité de tout électromètre organique. M. *Lehot* observe encore qu'une grenouille galvanisée à la manière ordinaire, et qui a cessé depuis long-tems d'obéir à l'action électrique, récupère sa susceptibilité convulsive à la pile de *Volta*. Au commencement de 1792, à *Brescia*, j'ai éprouvé la même chose, avec des grenouilles préparées, et plongées, à demi, dans des vases pleins d'eau, où j'ajoutais, successivement, des métaux très-hétérogènes entre eux (1). Quoiqu'il en soit, il résulte de ces expériences, anciennes et nouvelles, qu'il existe une direction ou polarité électrique, non-seulement entre les métaux différens; mais encore entre les diverses parties organiques, ainsi que je l'ai publié dès-lors, fondé sur les procédés d'électrométrie souterraine, et sur les premiers aperçus du galvanisme à peine né.

Les conséquences que tire M. *Lehot*, de ses propres expériences, ne peuvent que jetter, de plus en plus, du jour sur cette matière: elles se réduisent à-peu-près à ce qui suit: 1°. les substances organiques et humides, ont une capacité contentive ou excitatrice moindre que celle des métaux; 2°. lorsqu'on met en contact deux substances excitatrices, il se forme une nouvelle répartition du fluide galvanique: celle qui se trouve avoir une moindre capacité, perd une portion de son fluide, et l'autre s'en empare; 3°. des expériences faites sur la langue avec deux métaux de capacité différente,

---

(1) J'ignore si M. *Volta* a une date antérieure pour son appareil à couronne de vases; mais ce que je disais alors à ce sujet, a été rappelé ci-dessus.

il déduit non-seulement l'accumulation du fluide dans cet organe, par la difficulté qu'il éprouve d'y circuler; mais encore sa direction différente, et toute opposée de la pointe à la base, ou de celle-ci à celle-là: et de là résulte une saveur diverse d'intensité ou de nature.

4°. Même différence, et d'accumulation, et de direction, entre les muscles et les nerfs: d'où résulte leur commotion, ou leur repos, à degré égal de vitalité, et de sensibilité électrométrique. . . . « La susceptibilité, » dit-il, étant exaltée, si le fluide propre de l'organe, » par quelque cause que ce soit, se répartit inégalement, et s'accumule en quelque point, il peut en résulter des mouvemens musculaires, lorsque le fluide, » propagé par les nerfs, pénètre dans la substance des » muscles. Mais si la susceptibilité est affaiblie, les contractions ne peuvent avoir lieu, que par le secours » d'un fluide étranger à l'organe. . . . » Ainsi, au premier degré de la susceptibilité des organes, les contractions se manifestent, quelque soit la direction du fluide qui les pénètre: si la vitalité est plus affaiblie, la direction du courant n'est plus indifférente. Mais cela dépend surtout de l'accumulation du fluide, et des pressions qu'il exerce ou qu'il éprouve. Sans cela il serait impossible de concevoir les différences énormes que l'on observe, d'un moment à l'autre, dans l'activité des mêmes colonnes, et même, par fois, la suspension totale, passagère, de leurs effets chimiques ou mécaniques; tantôt ceux-ci, tantôt ceux-là. Or ces mêmes diversités se retrouvent dans les expériences d'électrométrie souterraine, et par les sensations, et par les commotions, soit qu'elles

proviennent de l'agent électrique lui-même , capable de se condenser , et de changer sa direction d'une partie sur l'autre ; soit qu'elles dérivent de l'instrument électrométrique organisé , sujet aussi à des variations passagères , accidentelles.

M. *Lehot* a encore observé que dans une chaîne composée de trois substances métalliques , le courant qui se forme est toujours dirigé du côté du métal qui , dans la série ordinaire , déjà rappelée ci-dessus , se trouve avant le métal placé à l'autre extrémité de cette même chaîne. La direction ne dépend donc en aucune manière du métal qui occupe la place du milieu. On peut varier à l'infini les chaînes composées d'une ou plusieurs substances métalliques , entre deux ou plusieurs substances organiques ou humides , dites substances de la *seconde classe*. En multipliant , dit cet auteur , ces sortes d'expériences , avec différens liquides interposés , il serait facile de former une table de capacité , de la part du fluide galvanique , pour les substances de cette seconde classe , comme on en a formé une pour celle de la première. Il est , toutefois , fort remarquable que les séries métalliques , qu'on a établies d'après les résultats galvaniques , se trouvent être peu différentes de celles que j'avais précédemment indiquées , d'après les procédés d'électrométrie souterraine. Mais il n'est pas aussi facile d'établir une classification , quant à la diversité et à l'intensité d'action , entre les substances aqueuses composées , salines ou autres , réputées du second ordre. Le point principal , selon moi , quant aux procédés galvaniques , consiste dans la difficulté même de discerner les qualités con-

ductrices , excitatrices ou réactives de ces substances , les unes à l'égard des autres , et par rapport aux métaux , avec lesquels on les accouple. Ce qu'il y a de certain , c'est que dans les procédés d'électrométrie souterraine , les eaux salines et les eaux sulfureuses sont *discernables* des eaux douces , comme le sont les eaux froides des eaux chaudes. On ne peut douter qu'en répétant les expériences galvaniques , ainsi variées entre les métaux et les aqueux , comme l'ont fait , entre autres , *Ritter* et *Vassali* , l'on ne découvre de grandes différences dans les affinités respectives des corps. Les expériences de M. *Lehot* n'ayant point eu pour objet d'examiner l'influence du fluide galvanique , dans les combinaisons chimiques , il s'est borné à faire voir , comme il le dit lui-même , que la différence qui se manifeste aux deux extrémités d'une chaîne efficace , est toujours dans un rapport constant avec la direction du courant. Bien que M. *Volta* ait voulu prouver l'identité de ce fluide avec l'électricité , surtout d'après le fait non moins constant , et également constaté , qu'il se manifeste de l'électricité positive d'un côté , et négative de l'autre , l'on a trouvé néanmoins que ce point de théorie n'est pas conforme aux lois du mouvement , de la part du fluide qui circule dans la chaîne galvanique : ces lois , a-t-on dit , font connaître de nouvelles propriétés , et une nouvelle manière de se comporter du fluide de la pile , comparé au fluide électrique. . . . .

*Van-Marum* , tout partisan qu'il est de l'identité absolue de ces deux fluides , convient pourtant que l'appareil *colonnaire* est beaucoup plus puissant que la machine

électrique, pour opérer des décompositions et recompositions chimiques. Mais il ne faut pas croire, selon cet auteur lui-même, qu'il existe toujours une correspondance de force, ou d'intensité électrique, entre tous les indices et tous les moyens d'épreuve, auxquels on soumet la pile. On y aperçoit de grandes différences, selon que ces appareils à colonnes sont construits de telle ou telle manière, et de telles substances : selon qu'ils sont isolés, ou non isolés. La même chose a lieu, selon d'autres circonstances encore qui, faisant varier la masse et la vitesse du courant, et surtout sa direction, font changer tel résultat électrométrique, et non tel autre....

M. *Ritter*, en variant et multipliant ces sortes d'expériences, a trouvé qu'il en résulte « que le zinc, l'étain, » le plomb, le cuivre, le bismuth, la plombagine, » donnent des forces galvaniques différentes, proportionnelles aux degrés d'oxidabilité des corps employés. » Le mercure et l'argent produisent le même effet; mais » non l'or, ni le platine, qui ne souffrent aucune oxidation..... » Bien que dans les procédés d'électrométrie souterraine, il soit également prouvé que les métaux inoxydables exercent, néanmoins, une action électrophorique; et que cette action se montre inégale et différente de la part des métaux oxidables, il n'en faut pas moins distinguer, dans les procédés galvaniques, les indices de la force hydro-métallique, en tant qu'elle s'exerce et se manifeste par des résultats chimiques, d'avec ceux qui appartiennent à la direction polaire, à l'accumulation diverse, et aux autres modes aggrégatifs de ce fluide : résultats que les physiciens, ci-dessus, reconnaissent être

différens de ceux obtenus par l'électricité ordinaire. Et pourtant *Ritter*, comparant les effets de celle-ci à ceux du galvanisme, dit expressément ( ou du moins on lui fait dire dans le journal de physique, janvier 1804 ) « que » les quatre principaux phénomènes, la tension, le choc, » l'étincelle, et l'action chimique, sont les mêmes de » part et d'autre. »

La pile, que cet auteur appelle secondaire, est un autre exemple d'une pile monométallique, comme celle de *Davy*. Elle consiste en cinquante plaques de cuivre, et autant de cartons mouillés d'eau salée. Bien que l'on ait dit, d'abord, qu'elle n'a aucune action par elle-même, cependant l'on est convenu ensuite que, sans être chargée par la pile primitive, elle acquiert une électricité réelle, positive en haut, et négative en bas. Elle est si faible, qu'elle ne peut être rendue sensible par l'électromètre, mais seulement avec une grenouille préparée.... Ce fait est analogue encore à celui des Râdomantes, auxquels, sans préparation, ou seulement avec le secours de quelque cohibence artificielle, se rend sensible la plus faible action d'un seul métal, en un très-petit dépôt, de quelques onces, par exemple.... Mais lorsque la pile secondaire se met en communication, pendant quelque tems, avec une pile ordinaire de cent étages, elle fait voir tous les effets d'une pile électrique. Il est très-remarquable que, si on renverse la pile secondaire du haut en bas, c'est toujours la partie supérieure qui est positive. et l'inférieure négative.... J'ai aussi renversé mes piles organiques, dès les premiers tems de mes expériences avec elles; et j'ai vu que tel métal qui fait

tourner la baguette au positif sur la tête, la fait tourner au négatif sous les pieds, sans que le renversement du corps, de la tête aux pieds, change rien à cette rotation polaire, négative ou positive. Toutefois en remarquant ici que la pile organique, surtout chez les Râbdomantes, pourrait bien n'être pas un appareil électrique aussi simple que la pile secondaire, ou monométallique de *Ritter*, j'observerai que cet auteur pense qu'également les hommes, les animaux, et les végétaux, ont une électricité positive en haut, et négative en bas, ainsi que les corps inorganiques. Mais, à en juger par la rotation des baguettes, le pôle-tête, chez les Râbdomantes, serait négatif, seulement par rapport aux métaux qui, sous les pieds, sont positifs : *et vice versâ*..... D'après des expériences toutes récentes, faites par l'abbé *Amoretti*, cet auteur a observé « que la rotation est contraire lorsqu'on, touchant le métal avec les mains, il est assis, ou debout. Dans le premier cas, la rotation est la même que celle que produit le métal touché avec les pieds..... Si, au lieu de mettre le pied sur le métal, il met le métal sur le pied, la rotation est différente.... S'il appuie la main (étant assis) sur des disques de zinc, la baguette diverge; et si ces disques ont été frottés quelques tems, elle converge..... L'acier produit une rotation analogue au zinc, et contraire à celle du fer, etc..... » Mais toutes ces expériences minutieuses ont encore besoin d'être répétées, et confrontées avec d'autres individus, doués de la propriété râbdomantique.

Étant à l'île d'Elbe avec *Pennet*, j'ai observé que la

mine calamitaire produisait bien plus d'effet sur lui, que celle qui ne possède pas sensiblement cette propriété. Le pôle méridional, d'un fil aimanté, agit plus sur les grenouilles, que le fer non aimanté. Le pôle septentrional agit moins que le méridional, d'après les expériences de *Ritter*, déjà citées ailleurs. Selon lui aussi, la pile couchée horizontalement, acquiert un peu d'électricité positive vers le nord, et négative vers le sud. Le *maximum* de cette électricité est dans la direction du N.-N.-E. au S.-S.-O..... C'est-là, sans doute, la direction du méridien électrique, admis par cet auteur : celle du méridien magnétique serait très-peu différente, d'après ses observations faites à *Jena*..... Quand la pile coupe perpendiculairement la ligne ci-dessus, celle du prétendu méridien électrique, on n'y trouve aucun indice d'électricité..... Ce serait donc la ligne anélectrique, au moins pour le cuivre. Mais, en rappelant ici des expériences que je fis autrefois à Strasbourg, (en 1780) avec tous les métaux et demi-métaux enfouis, faisant parcourir aux minéroglyphes, autour de ces dépôts, un cercle excentrique de deux à trois pieds, je rappellerai aussi que dès-lors j'avais pressenti et annoncé, d'après les résultats de ces expériences, que la polarité n'est pas la même pour tous les métaux, ni pour chacun d'eux en particulier : que par conséquent cette polarité, qu'elle soit électrique, ou magnétique, s'exerce et se manifeste indépendamment d'aucune action conjointe, ou d'aucune réaction par cause d'hétérogénéité, comme dans les procédés galvaniques. Il est certain qu'outre l'action centrale du dépôt, il s'en manifestait une autre, ou plutôt la même,

propagée sur un point de la circonférence plus ou moins excentrique. Mais bien que j'eusse déjà entrevu que les métaux qui donnent la rotation positive, avaient, comme le fer et le charbon fossile, leur détermination vers le nord, et les négatifs vers d'autres points du cercle, je n'ai pourtant pas recueilli assez de faits pour prononcer si c'est une loi générale, constante ou variable : loi sur laquelle on pourrait, ce me semble, fonder celle de la disposition et de la déposition, celle même de la formation ou reproduction de certaines mines sous terre.

M. *Ritter*, s'occupant aussi des phénomènes magnétiques, a trouvé que ceux-ci sont analogues à ceux du galvanisme : ce qui confirme, dit M. *Delametherie*, l'analogie du fluide magnétique avec le fluide électrique..... Mais il en est de cette confrontation, comme de celle déjà faite, tant de fois, entre chacun de ces deux fluides et le galvanique, comme de celui-ci au fluide des fossiles. C'est selon que l'on veut restreindre ou étendre cette analogie, d'après tels ou tels phénomènes, et surtout d'après des vues théoriques, que chacun la trouve plus ou moins voisine de l'identité. Il est certain qu'un fer aimanté, accouplé avec un autre non aimanté, produit, à la manière de deux métaux différens, des effets galvaniques sur les grenouilles, et des effets réactifs sur l'eau : effets que ne produisent point deux morceaux du même métal, tous deux aimantés, ou non aimantés. Mais il s'agit de savoir si l'aimantation, dans tous les cas, ne fait qu'accroître, sans la changer, l'action du métal. D'après l'expérience, ci-dessus, d'*Amorretti*, le fer aimanté a acquis une action analogue au

zinc. « Vous savez, m'écrit cet auteur, que *Ritter* a » magnétisé l'or, en le mettant au milieu d'une pile » galvanique; — que *Romagnosi*, au moyen de la » même pile, a démagnétisé une aiguille aimantée.... » En 1791, j'ai fait, avec les grenouilles, des expériences qui m'ont fait entrevoir que les métaux, entre eux, s'aimantent, se renforcent, s'équilibrent. Mais je n'ai rien vu d'assez positif, ni rien fait d'assez suivi, pour me former, à cet égard, une opinion précise. (*Voyez discours troisième.*)

Enfin M. *Ritter*, pour prouver, de plus en plus, l'analogie des fluides magnétique et électrique, a cherché à faire, avec des aimans, des batteries semblables aux batteries électriques. Des piles, avec la calamite et la tourmaline, ne seraient que des modifications de cela. D'autres, avec les métaux et les pierres, les unes animées par l'eau, les autres par le feu, ne peuvent manquer d'offrir des résultats nouveaux, ainsi que les cylindres métalliques, dont il sera fait mention ci-après. Il me suffira de transcrire ici le plan de quelques-unes de ces expériences; sauf à l'étendre ou à le varier au besoin. Mais, auparavant, il ne sera pas inutile de revenir encore aux deux ou trois questions principales, qu'il s'agit de résoudre par ces expériences.

---

LE système d'électrométrie, dont on vient de tracer, dans ce volume, les principaux faits, constamment rapprochés de ceux du galvanisme, a eu pour objet majeur, de dévoiler, d'une part, la cause secrète de la plupart des phénomènes de la physique souterraine; et, d'autre part,

les effets non moins occultes, et infiniment variés, que cette cause générale, électrique ou galvanique, est capable de produire sur l'organisme animal. C'est sous ce double aspect, aussi vaste que la science elle-même, et dont les développemens ultérieurs se trouveront dans le volume suivant, que cet ouvrage devra paraître nouveau, et de quelq'intérêt.

---

« Les découvertes lumineuses, à la fois, et fécondes, capables de communiquer aux sciences un mouvement nouveau, extraordinaire, ne sont pas toujours celles qui sont accueillies avec le plus de faveur. L'on renonce difficilement à une association d'idées, que l'on s'est rendues familières, pour en embrasser de nouvelles et d'opposées.... Si pourtant l'indifférence ou l'aversion, pour la nouveauté, peut retarder, un moment, les progrès que l'on espère des idées nouvelles, la vérité renverse bientôt tous les obstacles, et triomphe des oppositions. Lorsqu'elle environne, de sa lumière, les esprits suffisamment élevés pour en soutenir l'éclat, elle leur donne promptement l'énergie nécessaire pour la proclamer avec assurance, et pour établir ses droits.»  
( Ann. de chimie, tome 56. )

