

Titre : Compte rendu à la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national  
Auteur : Compte rendu à la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national

Mots-clés : Electricité\*Histoire\*18e siècle ; Electrophysiologie\*Histoire\*18e siècle

Description : 104 p. ; 4°

Adresse : S.I.n.d. [an V, 1798]

Cote de l'exemplaire : CNAM 4° SAR 15

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?4SAR15>



La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique <http://cnum.cnam.fr>*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique <http://cnum.cnam.fr>*. You may assemble and distribute links that point to other CNUM documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from CNUM.

*Compte-rendu à la classe des sciences  
mathématiques et physiques de l'Institut  
National, des premières expériences  
faites en floréal et prérial de l'an 5, par  
la commission nommée pour examiner  
et vérifier les phénomènes du galvanisme.  
S.l.n.d., [ An 5, 1797 ]*

CNAM ( 4<sup>o</sup> SAR 15 )

# Galvanisme

---

Collection de Monsieur  
André SARTIAUX

an 5

Jan. 15

# COMPTERENDU

## A LA CLASSE

DES

SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES

DE

## L'INSTITUT NATIONAL,

*Des premières expériences faites en floréal et prairial de l'an 5, par la commission nommée pour examiner et vérifier les phénomènes du Galvanisme (1).*

COLLECTION ANTOINE SARTIAUX

---

Quoique bien loin encore d'être suffisantes, les expériences faites par la commission nommée pour constater les phénomènes du galvanisme sont assez nom-

---

(1) Cette commission étoit composée des citoyens Coulomb, Sabathier, Pelletan, Charles, Fourcroy, Vauquelin, Guyton et Hallé.

Le citoyen Venturi, de Modène, a bien voulu se joindre aux membres de la commission pour répéter les expériences contenues dans ce rapport, et ils ont eu l'avantage de se réunir depuis avec M. Humboldt pour répéter celles qui sont contenues dans l'article VI, et qui ont été répétées au mois de prairial de l'an 6.

Le procès-verbal des expériences est déposé au secrétariat de l'Institut, et c'est à ce procès-verbal que répondent les citations faites dans le cours de ce rapport.

A



breuses et assez intéressantes, à ce que nous croyons, pour que nous rendions compte de leurs résultats à l'Institut avant de procéder à de nouveaux essais.

Nous ne présenterons pas exactement le détail de nos expériences dans l'ordre dans lequel elles ont été faites : l'enchaînement des circonstances auxquelles on obéit dans la suite des procédés dont on fait l'épreuve, est rarement d'accord avec l'ordre le plus convenable pour en faire passer l'ensemble dans l'esprit des autres. Voici l'ordre que nous avons adopté, et que nous regardons comme un des plus propres, non seulement à ordonner les résultats que nous avons obtenus, mais encore à préparer ceux que nous obtiendrons par la suite.

On sait que pour faire naître les effets qui caractérisent la propriété animale, que l'on appelle actuellement *galvanisme*, il faut en général établir, au moyen des instruments galvaniques, une communication entre deux points de contact, plus ou moins distants entre eux, dans une suite d'organes nerveux ou musculaires. Il en résulte que tout le système de cette communication représente, au moment de l'action, un cercle complet partagé en deux portions, dont les intersections sont aux deux points de contact ; que l'une de ces portions est formée par les organes de l'animal qui doivent recevoir l'influence, l'autre par les instruments au moyen desquels cette influence s'exerce.

Nous appellerons l'une de ces portions du cercle complet, *arc animal*, et l'autre, *arc excitateur*. Celui-ci est le plus souvent composé de plusieurs pièces, dont

les unes, placées sous les parties de l'animal entre lesquelles on établit la communication, seront appelées *supports, armature, etc.*; les autres, destinées à opérer la communication par leur continuité avec les autres, seront appelées *communicateurs*.

D'après cette considération, nous partagerons le compte que nous allons rendre des expériences que nous avons faites jusqu'ici, en six articles.

Nous examinerons dans le premier les résultats des combinaisons et des dispositions variées des parties qui forment l'*arc animal*.

Dans le second nous exposerons ce que nous avons observé sur la nature et les dispositions respectives de l'*arc excitateur*.

Dans le troisième nous offrirons ce qui s'est présenté à nous de plus remarquable relativement aux *circumstances étrangères* à la composition de l'une et l'autre partie du cercle galvanique, et dont l'influence détermine, fait varier ou détruit le succès des expériences.

Dans le quatrième nous réunirons quelques essais sur les moyens proposés de faire varier, d'énerver ou de rétablir la susceptibilité des animaux dans les expériences galvaniques.

Dans le cinquième nous rangerons un petit nombre d'essais dont le but est de commencer à soumettre à une comparaison suivie les rapports soupçonnés par divers physiciens entre les phénomènes galvaniques et les phénomènes électriques.

Enfin nous placerons dans un sixième article le détail

des expériences que M. Humboldt a bien voulu répéter devant nous le 15 prairial de cette année ( an 6 ). Elles ont rapport à plusieurs de celles qui sont rapportées dans les articles précédens , et les présentent avec des modifications importantes. Nous y offirons également un ensemble de celles que nous nous proposons de répéter d'après les observations qu'il nous a communiquées.

Chacun de ces articles sera suivi des réflexions auxquelles les expériences qu'il renferme paroissent donner lieu ; et comme nous ne nous proposons de parler ici que de ce que nous avons vu et fait nous-mêmes , nous nous bornerons également aux réflexions qui sont la conséquence naturelle de ces seules expériences , nous réservant de parler des résultats annoncés par d'autres physiciens lorsque nous nous serons convaincus par nous-mêmes de l'exactitude de leurs observations.

#### A R T I C L E P R E M I E R.

*Des parties essentielles de l'arc animal dans le cercle galvanique , et des dispositions de ces parties entre elles.*

Quoique nous ne nous occupions pas , dans ce premier article , de la nature des supports ni des autres parties de l'arc excitateur , nous les indiquerons néanmoins , pour une plus grande exactitude , et pour ne pas

omettre les circonstances favorables ou défavorables au succès de nos expériences.

Nous avons essayé de varier l'arc animal ou les séries de parties animales comprises entre les deux extrémités de l'arc excitateur , de différentes manières.

Nous avons varié les rapports des nerfs aux muscles auxquels ils se \* distribuent.

Nous avons fait subir aux nerfs compris dans l'arc animal diverses altérations.

Nous avons associé dans le même arc des nerfs pris de différentes parties d'un même animal ou de différents animaux.

Nous avons essayé de comprendre le nerf seul , puis les seuls muscles , entre les extrémités de l'arc excitateur.

Nous avons introduit dans l'arc animal des morceaux de chairs musculaires.

Enfin nous avons comparé aux effets galvaniques produits sur les animaux dépourvus de leur peau , ceux qu'on excite dans les animaux revêtus de leur épiderme.

Il nous reste beaucoup d'autres tentatives à faire à ces différens égards ; mais voici les détails de celles que nous venons d'annoncer.

*Divers rapports , dans l'arc animal , des nerfs aux muscles auxquels ils se distribuent.*

1. On a d'abord fait l'expérience à la manière ordinaire sur une grenouille écorchée , coupée par moitié au-dessus

de la naissance des nerfs lombaires, dont la réunion forme les nerfs cruraux.

On a coupé la colonne épinière au-dessous du cordon formé par cette réunion, et on a retranché la partie intermédiaire entre ce lieu et le sacrum, ou la partie supérieure du bassin. (*Voyez le procès-verbal*, §. III,

*exp. 1.*)

On a placé une feuille, soit d'*étain*, soit de *plomb*, sous les nerfs ainsi mis à nud, et une pièce d'argent sous le bassin et les cuisses.

L'on a établi la communication entre le plomb et l'argent au moyen d'un arc métallique de cuivre jaune.

Au moment du contact des métaux, la contraction a été très-forte dans les cuisses et dans les jambes.

2. On a séparé entièrement les deux cuisses l'une de l'autre, ainsi que des parties intermédiaires, en sorte qu'elles ne tenoient ensemble que par le point de réunion de leurs nerfs respectifs. (§. IV, *exp. 1.*)

Le paquet des nerfs étoit en contact avec la feuille de plomb.

Le support d'argent étoit placé sur l'une ou l'autre jambe, à volonté. L'arc communiquant étoit également formé par un fil de cuivre jaune.

Au moment de la communication, la convulsion a eu lieu dans la seule jambe posée sur le métal, et a été nulle dans l'autre.

3. Les nerfs lombaires restant unis à leur origine, le nerf de l'extrémité droite placé seul sur une lame d'ar-

gent, l'extrémité gauche placée seule sur une lame de plomb, la communication établie par les supports respectifs du nerf d'une extrémité aux muscles de l'autre par un communicateur d'or (§. VIII, *exp. 2.*):

La convulsion a eu lieu dans la seule extrémité répondante au nerf, et non dans celle qui étoit placée sur le support.

4. Ayant isolé et détaché de la cuisse un petit muscle avec son filet nerveux, communiquant par le haut avec le faisceau des nerfs lombaires;

Le faisceau lombaire placé seul sur l'argent, le muscle séparé seul avec son filet nerveux sur le plomb ; La communication établie par un arc métallique d'or

(§. VIII, *exp. 3.*):

La convulsion a en lieu seulement dans le petit muscle isolé et placé sur le support.

5. Une grenouille préparée à l'ordinaire, mais de manière que la partie supérieure du tronc, avec la tête et les extrémités antérieures, restait unie, au moyen des seuls nerfs, avec le bassin et les extrémités postérieures ;

La partie supérieure du tronc placée sur un support de plomb ;

Les cuisses sur un support d'argent ;

Les nerfs sans armature ;

La communication établie entre le plomb et l'argent, et par leur intermédiaire entre le tronc et les cuisses, au moyen d'un arc de cuivre jaune (§. X, *exp. 1.*) :

La convulsion a eu lieu dans les cuisses seules.

## 6. Même préparation;

*La partie du tronc étant sans support;*

*Les cuisses seules reposant sur une lame d'argent;*

*La communication entre le *tronc nud* et le *support**

*d'argent des cuisses étant établie par un arc de cuivre jaune (§. X, exp. 2) :*

*La convulsion a de même eu lieu dans les cuisses.*

## 7. Même préparation :

*Les cuisses sans support;*

*Les nerfs également sans support;*

*Le communicateur de cuivre jaune touchant, d'une part, le plomb sur lequel reposoit la tête; de l'autre, le faisceau des nerfs lombaires immédiatement, ou l'un des nerfs lombaires seulement, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre (§. X, exp. 4) :*

*1<sup>o</sup>. La convulsion a eu lieu dans les cuisses et les jambes de l'une et de l'autre extrémité, dans le cas où les deux nerfs lombaires étoient touchés ensemble.*

*2<sup>o</sup>. Elle a eu lieu dans la cuisse et la jambe répondant au nerf touché, dans le cas où un seul des nerfs lombaires étoit touché par le communicateur.*

*3<sup>o</sup>. Dans aucun cas elle n'a eu lieu dans les muscles du tronc, quoique placés entre la tête et le nerf touché.*

*Nerfs liés ou coupés, la ligature ou la section comprises entre les extrémités de l'arc.*

*8. Une cuisse de grenouille étant préparée à la manière ordinaire, les nerfs ont été serrés dans leur milieu par une forte ligature.*

*La partie du nerf qui étoit au-dessus de la ligature a été placée sur une lame, soit de plomb, soit d'étain;*

*La cuisse au-dessous de la ligature a été placée sur une lame d'argent;*

*La communication entre les deux supports entre les-quel s'étoit faite la ligature, a été établie par un fil, soit d'or, soit de cuivre (§. XII, exp. 1 et 2) :*

*La convulsion, qui ne s'étoit pas manifestée dans une grenouille déjà fatiguée par une longue suite d'épreuves, a eu lieu constamment et aussi fort qu'avant la ligature dans une grenouille fraîche et vive.*

*9. On a coupé par le milieu le nerf d'une des deux jambes, les deux portions du nerf ont été mises en contact immédiat l'une avec l'autre;*

*La jambe et la partie du nerf au-dessus de la section étant respectivement garnies de leurs supports (§. IV, exp. 4) :*

*Au moment de la communication la convulsion a eu lieu comme lorsque le nerf n'a point été coupé.*

*10. Les deux portions du nerf coupé ayant été simplement rapprochées l'une de l'autre, mais sans être en contact, les choses disposées d'ailleurs comme ci-dessus (§. IV, exp. 5) :*

*La convulsion n'a plus eu lieu au moment de la communication.*

*11. Les deux portions du nerf coupé étant séparées l'une de l'autre, on a établi entre elles communication par*

*un fil de chanvre sec, puis par un fil de chanvre mouillé;*  
Les choses d'ailleurs disposées comme ci-dessus  
(§. IV, exp. 2 et 3) :

Au moment de la communication la convulsion n'a point eu lieu, soit que le fil de chanvre fût sec, soit qu'il fut mouillé. Cependant nous savons que dans ce dernier cas l'expérience a souvent réussi.

*Nerfs pris de différentes parties et de différents animaux associés et réunis dans le même arc.*

12. *Deux cuisses de la même grenouille ayant été séparées l'une de l'autre, leurs nerfs respectifs mis en contact immédiat l'un avec l'autre;*

L'une des cuisses étant placée sur un support d'argent, l'autre sur un support de plomb, la communication entre les supports étant établie au moyen d'un fil d'argent (§. XI, exp. 1) :

Les convulsions ont eu lieu dans l'une et l'autre cuisse avec des modifications dont il sera question dans un autre chapitre.

13. Les deux cuisses séparées ayant été éloignées, ainsi que leurs nerfs, l'une de l'autre, d'abord de quelques centimètres, puis d'un mètre et au-delà;

*L'intervalle entre les deux extrémités de leurs nerfs rempli par un fil de plomb contigu à l'un et à l'autre;*  
L'une des deux cuisses étant placée sur une lame de plomb, l'autre sur une lame d'argent;

La communication entre les supports étant établie,

soit par un fil d'argent, soit par un fil de cuivre tressé et fort long (§. XI, exp. 2 et 3) :

Les cuisses de l'une et l'autre part ont éprouvé en même temps des convulsions avec quelques modifications dont il sera parlé dans un autre lieu.

14. *Deux grenouilles écorchées, les parties postérieures séparées de leurs troncs, les nerfs lombaires libres, et les nerfs de l'une des grenouilles étant mis en contact avec ceux de l'autre;*

Les cuisses de l'une des grenouilles étant placées sur une lame d'étain, celles de l'autre sur une lame de plomb;

La communication établie de l'étain au plomb par un communicateur, soit d'argent, soit d'or (§. VIII, exp. 1, 2, 3 et 4) :

1º. Les convulsions ont eu lieu d'abord dans l'une des deux grenouilles; l'autre, déjà fatiguée par des épreuves antérieures, restant en repos.

2º. Ayant échangé les supports pour des raisons qui seront exposées dans la suite, les convulsions eurent lieu dans toutes les deux.

3º. Puis l'une et l'autre étant en train de se mouvoir, elles entrèrent en convulsion indifféremment, quelle que fût la nature respective de leurs supports.

*Le nerf seul ou le muscle seul étant compris entre les extrémités de l'arc excitateur.*

15. Un nerf étant détaché des muscles de la cuisse

*jusqu'au genou, et ne tenant plus par le haut au faisceau des nerfs lombaires;*

*Un support d'argent placé à l'extrémité de ce nerf; L'autre support de plomb placé sur le milieu du même nerf;*

*Les muscles ne reposant sur aucun support;*

*La communication établie entre le plomb et l'argent, et par leur moyen entre l'extrémité supérieure du nerf et son milieu, par un communicateur d'or (§. VIII, exp. 1) :*

*La convulsion s'est manifestée dans les muscles de la jambe auxquels se distribuoit le nerf,*

*Et nullement dans les muscles de la cuisse dont il avoit été détaché.*

**16.** *Une cuisse de grenouille étant placée sur un plateau de cuivre argenté et sur une lame de zinc, de manière que la cuisse seule portât à la fois sur la lame de zinc et le plateau (§. XIII, exp. 3) :*

*La convulsion s'est manifestée dans cet état, quoique le nerf ne fût point compris d'une manière apparente dans le double contact, et que les muscles seuls parussent constituer l'arc animal.*

**17.** *Dans diverses autres expériences, Ayant enveloppé d'une feuille, soit d'étain, soit de plomb,*

*Tantôt l'extrémité supérieure des nerfs lombaires, Tantôt la partie moyenne de ces nerfs;*

*La communication se faisant au moyen d'une pièce d'argent,*

*Soit entre l'extrémité des nerfs et leur partie moyenne armée;*

*Soit entre leur extrémité armée et leur partie moyenne nue;*

*Soit entre les parties muscleuses adhérentes à la colonne épinière, au-dessus de l'origine des nerfs, et l'armature de ces nerfs,*

*Soit entre l'armature de ces nerfs et les parties musculeuses adhérentes à la partie vertébrale du bassin :*

*La convulsion a toujours eu lieu dans les cuisses et les jambes, quoique placées au-dessous des parties entre les quelles se faisoit la communication.*

*Interposition de morceaux de chairs, etc. dans l'arc animal.*

**18.** *On a interposé entre les supports et les parties soumises à l'épreuve, des portions de muscles ou de nerfs étrangers à ces parties (§. XIX, exp. 1) :*

*L'effet s'est manifesté très-fortement, comme dans les autres épreuves, au moment où le communicateur opéroit le double contact.*

*Expériences faites sur l'animal revêtu de sa peau et de son épiderme.*

**19.** *On a pris une grenouille entière revêtue de sa peau, on l'a fixée par des épingle sur une planchette de bois ; Une feuille de plomb a été placée sur le ventre, Une feuille d'argent sur le bassin ;*

On a établi la communication entre le plomb et l'argent avec un communicateur de cuivre (§. II, *exp. 1*):

Au moment de la communication et du contact des métaux, on a observé un mouvement convulsif très-faible, mais bien distinct, dans les cuisses et dans les jambes, principalement dans les parties internes des cuisses et dans les gras des jambes.

La même expérience, répétée sur un plateau de glace, n'a pas réussi également. (§. II, *exp. 3.*)

20. On a répété la même expérience, mais sans mettre de lame de plomb sur le ventre, et en établissant la communication entre la pièce d'argent et la peau du ventre nue (§. II, *exp. 2.*):

Il n'y a eu aucun mouvement.

En général, dans les expériences de ce genre qui ont le plus de succès, il n'y a aucune comparaison entre le degré des convulsions qu'elles excitent et celui qu'on observe dans les animaux dépouillés de leur peau.

Ces expériences sont du même genre que celles que beaucoup de physiciens ont répétées depuis quelque temps, par lesquelles on a excité des sensations très-remarquables en établissant la communication métallique entre diverses parties du corps revêtues d'un épiderme très-mince, avec cette différence que dans ces dernières ce sont seulement des sensations, au lieu que dans notre expérience ce sont des mouvements très-sensibles qui se manifestent au moment de la communication métallique.

### *Réflexions sur les expériences contenues dans l'article premier.*

Quoique les expériences dont nous venons d'exposer la série dans cet article, ne soient qu'une partie de celles que nous nous proposons encore de faire sur la composition de cette partie du cercle galvanique que nous avons nommée *arc animal*, elles nous ont paru pouvoir donner lieu à quelques réflexions importantes; nous ne les présenterons néanmoins que comme de premiers appercus qui ont besoin d'être confirmés par de nouvelles recherches. Nous pensons donc que, d'après ce que nous venons de rapporter, on peut présumer:

1<sup>o</sup>. Que l'arc animal peut être formé, ou par *des nerfs et des muscles contigus entre eux*, ou par *des nerfs seuls*, sans interposition de muscles.

2<sup>o</sup>. Que par conséquent *la partie essentielle de l'arc animal est nécessairement composée par les nerfs*, puisque les muscles eux-mêmes peuvent toujours être considérés comme plus ou moins pénétrés par les nerfs qui s'y distribuent, et sont par conséquent en partie un organe nerveux.

3<sup>o</sup>. Que toutes les parties de *l'arc animal doivent en général être continues ou contiguës entre elles*; mais que la simple contiguïté suffit pour donner lieu aux phénomènes galvaniques.

4<sup>o</sup>. Que *la section d'un nerf ou sa ligature n'interrompt point l'arc animal*, pourvu que les parties liées ou divisées restent contiguës entre elles.

5<sup>o</sup>. Que la diversité des parties réunies dans la formation de cet arc, soit prises dans differens organes du même individu, soit prises même d'individus différents, n'interrupt point l'intégrité de l'arc, pourvu que toutes les parties dont il est formé restent continues entre elles. Cette proposition, constatée par plusieurs des expériences précédentes, présente un fait très-different en apparence de ce qui se passe dans l'économie animale, et peut donner lieu à une grande quantité d'essais que nous nous proposons de tenter par la suite.

6<sup>o</sup>. Que l'intégrité de l'arc animal, rompue par la division de quelques-unes de ses parties, et par une distance quelconque entre ses parties divisées, peut se rétablir par l'interposition de quelques substances non animales, particulièrement de substances métalliques, pourvu que dans cette interposition la contiguïté de toutes les parties soit constamment maintenue.

7<sup>o</sup>. Que les organes musculaires qui, par leurs contractions, manifestent les effets de l'influence galvanique, sont toujours ceux dans lesquels vont définitivement se terminer les nerfs compris dans l'arc animal complet.

Il suit de là que les muscles affectés sont toujours ceux qui répondent à l'extrémité de l'arc la plus éloignée de l'origine des nerfs qui le composent.

8<sup>o</sup>. Que quand l'origine de tous les nerfs qui composent l'arc animal est tournée vers une de ses extrémités, les muscles seuls qui répondent à l'autre extrémité éprouvent les convulsions galvaniques.

9<sup>o</sup>. Que quand un arc animal est composé de plusieurs systèmes de nerfs differens, dont les origines répondent au milieu de l'arc, les muscles de ces différents systèmes se meuvent également à ses deux extrémités.

10<sup>o</sup>. Il paraît également démontré par plusieurs des expériences qui ont été détaillées dans cet article, que l'on ne peut absolument admettre l'opinion de ceux qui ont attribué les phénomènes galvaniques au concours de deux influences différentes et correspondantes de la part du nerf et du muscle, et qui ont comparé les rapports du nerf au muscle, dans ces phénomènes, aux rapports des doublures intérieure et extérieure de la bouteille de Leyde.

11<sup>o</sup>. Il paraît enfin que le revêtement de l'épiderme dans les animaux entiers est un obstacle au développement des effets du galvanisme, et que lorsque, par son extrême ténuité, il ne les interrompt pas tout-à-fait, il les affoiblit du moins très-sensiblement. Nous aurons encore lieu de revenir sur cet objet, après avoir exposé les expériences faites sur les différentes parties et les dispositions variées de l'arc exciteur.

#### A R T I C L E I I.

*Des parties de l'arc exciteur, de la nature et des dispositions des parties entre elles.*

Après avoir examiné, au moyen de l'expérience, la nature et les conditions de cette portion du cercle galvanisé éprouvant les convulsions galvaniques,

*vanique* que nous avons nommé *arc animal*, nous allons présenter la série de nos expériences relatives à la nature de l'*arc excitateur*.

Dans l'appareil le plus ordinaire, l'*arc excitateur* est formé de *trois pièces*, *supports* ou *armatures métalliques*, l'une en contact avec le *nerf*, l'autre avec le *muscle*, la troisième établissant communication entre la pièce ou l'armature métallique du nerf et la pièce ou le support métallique du muscle. Ces trois pièces sont communément faites de métaux différens.

Cependant nous nous sommes assurés, par l'expérience, que ces conditions ne sont pas toutes essentielles au succès, encore que cette disposition paroisse être, toutes choses égales, la plus favorable de toutes.

Nous avons donc éprouvé, dans la construction de l'arc excitateur, diverses dispositions que nous avons variées, ainsi que nous allons l'exposer.

Nous avons formé notre arc excitateur avec des *métaux purs*, des alliages et des amalgames, d'autres combinaisons métalliques, enfin des métaux différemment minéralisés, soit naturellement, soit artificiellement.

Nous l'avons aussi composé de diverses matières *charbonneuses*.

Nous avons formé ou la totalité, ou seulement partie de l'arc, avec des corps *non conducteurs ou mauvais conducteurs de l'électricité*, comme le soufre, le succin, l'asphalte, le jayet, le basalte, le diamant, la cire à cacheter, l'air, etc.

Nous en avons formé la chaîne avec des parties ani-

*mâles vivantes*; nous y avons introduit des parties organiques d'animaux privés de vie, et nous y avons combiné même des émanations animales.

Nous avons examiné ce que produisoient l'eau et les substances humectées d'eau, interposées entre les différentes pièces de l'arc excitateur.

Nous avons encore fait quelques expériences comparatives pour déterminer les rapports entre l'étendue et la grandeur des surfaces des pièces qui forment cet arc, et les effets qui en résultent.

Enfin nous avons aussi déduit de la comparaison de nos expériences, quelques présomptions sur les rapports d'efficacité entre les différentes pièces de l'arc excitateur, employées pour établir la communication galvanique.

Nous allons exposer successivement ces diverses observations.

### §. I<sup>er</sup>.

#### *Expériences faites avec les substances métalliques.*

Ces expériences ont eu pour but de connaître les effets qui résulteroient,

- 1<sup>o</sup>. *Du nombre et de la diversité* des pièces métalliques qui entrent dans la composition de l'arc;
- 2<sup>o</sup>. De leurs différens *mélanges et alliages*;
- 3<sup>o</sup>. De la *friction d'un métal sur l'autre* ;
- 4<sup>o</sup>. Des différens états dans lesquels se trouvent *les métaux différemment minéralisés*.

1°. *Du nombre et de la diversité des pièces métalliques.*

D'après ce que nous avons dit, le nombre le plus ordinaire des pièces métalliques de l'arc exciteur est de trois, de différente nature, dont deux servent de supports aux parties, et la troisième, de communicateur entre les deux premières. Nous ne nous en sommes pas tenus là; nous avons employé, dans la formation de notre arc, tantôt *plus de trois* métaux différens, tantôt *trois*, tantôt *deux*, tantôt *un seul*.

*Arc exciteur de plus de trois métaux différens.*

DANS toutes les expériences faites avec plus de trois métaux différens, les métaux étant contigus, nous avons obtenu constamment les effets galvaniques. Nous nous proposons de répéter avec plus de précision et d'attention ce genre d'épreuves, d'après les nouvelles observations de M. Volta sur les rapports du galvanisme avec les différentes propriétés conductrices des métaux pour l'électricité; observations que nous ne connaissons pas lorsque nous avons fait celles-ci. (§. III, exp. 6; VI, exp. 10.)

*Arc formé de trois métaux différens.*

DANS les expériences dans lesquelles l'arc exciteur étoit formé de trois métaux différens, nous avons donné à ces métaux les dispositions suivantes.

21. Nous avons établi la communication du *plomb* touchant le nerf, à *l'argent* touchant au muscle, par un communicateur de *cuirre*. (§. III, exp. 1; IV, 1, 2, 3, 4; V, 6; X, 1; XI, 3, 4, 5, 6; XII, 2; XV, 1.) Puis du *plomb* à *l'argent* par *l'or*. (§. III, exp. 4; VI, 4; VIII, 1, 2, 3.)

du *plomb* au *nickel* par *l'or*. (§. XIII, exp. 7.)

du *plomb* au *nickel* par *l'argent*. (§. XIII, exp. 7.)

du *plomb* au *nickel* par le *cuirre*. (§. XIII, exp. 7.)

de *l'argent* à *l'or* par le *platine*. (§. VI, exp. 3.)

de *l'argent* à *l'étain* par *l'or*. (§. VI, exp. 5.)

de *l'étain* au *cuirre* par *l'or*. (§. VI, exp. 6.)

de *l'étain* au *plomb* par *l'or*. (§. VI, exp. 7, 9;

VII, 5.)

de *l'étain* au *plomb* par *l'argent*. (§. VII, exp. 1, 3.)

de *l'étain* à *l'argent* par *l'or*. (§. XII, exp. 2.)

de *l'étain* à *l'argent* par le *cuirre*. (§. XII, exp. 2.)

du *zinc* à *l'argent* par le *cuirre*. (§. XV, exp. 2.)

du *zinc* à *l'argent* par le *fer*, etc. (§. XV, exp. 2.)

du *nickel* à *l'argent* par le *cuirre*. (§. XV, exp. 2.)

du *nickel* à *l'argent* par le *fer*, etc. (§. XV, exp. 2.)

du *nickel* au *zinc* par le *cuirre*. (§. XV, exp. 5.)

du *nickel* au *zinc* par le *fer*, etc. (§. XV, exp. 5.)

de *l'antimoine* à *l'argent* par le *cuirre*. (§. XVIII,

exp. 5.)

Dans toutes ces dispositions, nous avons obtenu des effets galvaniques de différens degrés de force.

Un jour seulement la disposition dans laquelle la communication se faisoit de *l'étain* au *cuirre* par

l'or, a persévéramment resté impuissante pour produire les mouvements galvaniques. (§. VI, exp. 6, 8.)

*Arc formé de deux métaux différents.*

Nous étant proposé, dans d'autres expériences, de former notre arc excitateur de deux métaux différents, nous avons rempli cette condition en partageant l'arc, tantôt en deux pièces, tantôt en trois.

Dans ces dispositions, le succès de nos expériences n'a pas toujours été le même; mais nous l'avons obtenu plus constamment lorsque l'arc étoit formé de deux pièces différentes, que lorsqu'il étoit formé de trois pièces dont deux étoient de semblables métaux, ainsi que nous allons l'exposer.

*Arc de deux métaux en deux pièces.*

22. UNE pièce d'argent servant de support au muscle, le nerf restant nud;

Le communicateur de cuivre ou d'or touchoit, d'une part, le nerf nud; de l'autre, la pièce placée sous le muscle (§. V, exp. 1, 2 et 7):

La convulsion a eu lieu dans le muscle.

23. Une pièce, soit d'étain, soit d'argent, servant d'armature au nerf;

Le muscle au contraire restant sans support;

Le communicateur, soit d'or, soit d'argent, soit de cuivre, suivant la nature de l'armature, touchoit, d'une

part, le muscle nud; de l'autre, l'armature du nerf (§. XIII, exp. 1 et 10; XIX, 22):

La convulsion avoit lieu dans le muscle au contact du nerf.

24. Une grenouille étant écorchée et préparée de manière que les parties postérieures ne tenoient aux antérieures que par les deux faisceaux des nerfs lombaires;

La tête posant sur une lame de plomb;

Les nerfs restant à nud et les cuisses sans support; Un communicateur de cuivre jaune touchoit le plomb, d'une part, et, de l'autre, les nerfs lombaires mis à découvert (§. X, exp. 4):

Au moment du contact des nerfs les muscles des cuisses sont entrés en convulsion.

*25. Le dos d'une grenouille écorchée reposant sur une lame de plomb;*

Les cuisses étant sans support;

Un communicateur d'argent touchoit d'un bout, d'abord aux cuisses, puis de l'autre bout au plomb placé sous le dos (§. XVIII, exp. 4):

La convulsion a eu lieu dans les cuisses au contact du plomb sur lequel posoit le dos. La même convulsion n'a pas eu lieu également lorsque le communicateur commençoit par toucher le plomb et se portoit ensuite vers les cuisses. (§. XVIII, exp. 3.)

Cette expérience a présenté plusieurs fois le même résultat.

26. L'appareil étant porté sur un plateau *de cuivre* *inégalement argenté*,

La cuisse portant sur une *lame d'argent*,

Le nerf soulevé retombant sur le plateau (§. XIII, exp. 2, 3 et 4) :

Au moment de la chute du nerf la convulsion a eu lieu dans la cuisse.

#### *Arc de deux métaux en trois pièces.*

27. Deux cuisses séparées l'une de l'autre, et ne communiquant ensemble que par leurs nerfs respectifs, soit contigus, soit unis par un fil de plomb ; L'une des cuisses posant sur une *lame d'argent*, L'autre sur une *lame de plomb* ; Le communicateur étant *d'argent* (§. XI, exp. 1 et 2) :

La convulsion a eu lieu au contact des supports sur lesquels portoient l'une et l'autre cuisses.

28. Mais l'effet a absolument et constamment manqué dans les expériences suivantes.

La grenouille préparée à la manière ordinaire, Le support du nerf étant *d'argent*, Le support du muscle étant *d'or*, Le communicateur étant également *d'or* (§. VI, exp. 1 et 2) :

La convulsion n'a pas eu lieu, même après avoir employé, avant de répéter l'expérience, pour réveiller la susceptibilité de l'animal, des moyens dont nous parlerons dans la suite.

29. *Les deux supports*, tant du nerf que du muscle, c'est-à-dire, les deux extrémités de l'arc, étant *également d'argent* ;

Le communicateur étant, soit *de cuivre*, soit *de fer* (§. V, exp. 4; et §. XIX, exp. 23) :

La convulsion ne s'est pas plus manifestée que dans l'expérience précédente.

#### *Arc excitateur formé d'un seul métal.*

La composition de l'arc excitateur, formée de deux métaux seulement, est donc moins constamment efficace que celle dans laquelle il en entre trois. Ce succès est encore moins constant lorsque l'arc n'est composé que d'un seul métal; et cependant, quand l'animal est très-vif et les circonstances favorables, l'expérience réussit encore de cette manière.

Nous avons formé cet arc, tantôt de trois, tantôt de deux, tantôt d'une pièce seulement. Voici le détail de nos expériences.

30. Disposant la grenouille ou ses parties au-dessus d'un bain de mercure bien pur, bien net et bien sec, de manière que le nerf, pendant et libre, et la chair musculaire au-dessous de ce nerf, vinsent ensemble en contact avec la surface du mercure (§. XVI, exp. 1, 2, 3, 4 et 5) :

Au moment du double contact la convulsion a eu lieu dans la cuisse.

La même chose a eu lieu en disposant le double

contact à la surface d'un seul morceau d'argent, de plomb, et de charbon bien pur.

31. Prenant deux morceaux séparés et bien identiques des mêmes métaux, les plaçant comme supports sous le nerf et sous le muscle, et rapprochant ensuite l'un de l'autre (§. XVI, exp. 9, etc.) :

Au contact mutuel des deux supports nous avons vu se produire la convulsion galvanique.

32. Prenant trois morceaux séparés de métaux parfaitement semblables, bien nets et bien secs ;

Deux de ces morceaux servant de support, l'un au

nerf et l'autre au muscle ;

Le troisième servant de communicateur (§. XVI, exp. 6, 7, 8; et §. XX) :

On a obtenu les mêmes effets au moment du contact du communicateur et des supports.

Mais il faut observer que ces expériences ne réussissent pas sur des grenouilles foibles ou fatiguées, et qu'elles ne réussissent pas tous les jours ni par tous les temps également.

2º. *Expériences faites avec des alliages métalliques, dans différentes proportions; des amalgames; différentes combinaisons métalliques et différents genres de métaux minéralisés, et leurs oxides.*

*Alliages.* — Les expériences que nous avons faites avec les différents alliages, ont été faites à des jours, ou

avec des grenouilles, ou dans des circonstances telles que les essais faits avec un arc excitateur, ou même seulement avec des supports formés de métaux identiques, ne présentoient aucun succès. Nous nous en sommes assurés chaque fois par des expériences comparatives.

Néanmoins, dans presque toutes ces expériences, nous avons associé dans l'arc excitateur chaque alliage avec l'un des métaux qui entrent dans sa composition, posant l'alliage sous le muscle ou le nerf, et le métal correspondant à l'autre extrémité; et, quelque foible qu'ait été la différence produite par l'alliage entre les deux supports, nous avons obtenu constamment les effets galvaniques.

Voici la liste de nos essais avec ce genre d'intermédiaire.

33. Nous nous sommes d'abord assurés de la propriété des alliages relativement aux phénomènes galvaniques, en mettant l'alliage sous le nerf, d'une part, et de l'autre un métal différent sur le muscle, puis alternant leur position par l'échange des supports.

Ainsi employant

*L'alliage de platine et de cuivre, d'une part;*

*Une lame d'argent, de l'autre;*

*Ou l'antimoine, d'une part;*

*L'alliage de plomb et d'argent, de l'autre (§. XVIII, exp. 6, 7 et 8) :*

Nous avons obtenu les effets galvaniques.

34. Ensuite nous nous sommes assurés que deux morceaux d'un même alliage ne produisoient aucun effet.

Ainsi un amalgame de cuivre et de mercure ayant été partagé en *deux parts* ;

L'une placée sous le nerf,  
L'autre sous le muscle (§. XVIII, *exp.* 19. et 20):

Il n'y a eu aucune convulsion dans le muscle, quoique le *même amalgame*, d'une part, et une *lame d'argent*, de l'autre, donnassent lieu à des mouvements très-sensibles.

35. D'après cela, nous avons fait les expériences suivantes, dont nous disposons ici la série de manière à démontrer jusqu'à quel point une très-petite quantité d'alliage peut rompre l'identité des supports et donner lieu aux effets galvaniques.

Nous avons en effet obtenu ces effets très-sensiblement, en disposant aux deux extrémités de l'arc :

*L'étain,*

Avec un alliage *d'étain et de platine*. (§. XVIII, *exp.* 10.)

*Le zinc,*

Avec un alliage *d'argent et de zinc*. (§. XVIII, *exp.* 11.)

*L'argent,*

Avec le même alliage *d'argent et de zinc*. (§. XVIII, *exp.* 12.)

*Le cuivre rouge,*

Avec le *cuivre jaune*. (§. XIX, *exp.* 3.)

*L'argent,*

Avec le *mispickel naturel*. (§. XIX, *exp.* 25.)

*L'argent,*

Avec le *mispickel artificiel*. (§. XIX, *exp.* 26.)

*L'argent* placé sous le dos écorché de l'animal,

Avec un alliage *de parties égales d'argent et de plomb*, placé sous la cuisse. (§. XVIII, *exp.* 2.)

*L'argent* sous le nerf,  
Avec un alliage *de  $\frac{1}{4}$  de plomb sur  $\frac{3}{4}$  d'argent*, sous

le muscle. (§. XV, *exp.* 6.)

*Le cuivre allié de  $\frac{1}{5}$  de fer*,  
Avec le *cuivre allié de  $\frac{1}{10}$  de fer* seulement. (§. XIX, *exp.* 16.)

Enfin, après nous être assurés que deux lames d'argent ne donnaient aucun effet, nous en avons obtenu de très-sensibles en employant,

*L'argent pur*, d'une part,  
Et, de l'autre, *l'argent allié de  $\frac{1}{10}$  seulement de tungstène*. (§. XVIII, *exp.* 13.)

*Métaux frottés les uns contre les autres.*

Ces expériences nous ont conduits à d'autres du même genre, mais plus démonstratives encore, toujours après avoir constaté la *non-excitabilité* des grenouilles dans le cas de l'identité des supports.

Au lieu de nous servir d'alliages gradués, nous avons pris des plaques de métaux identiques, dont nous avons frotté les unes avec d'autres métaux sans frotter les autres, ou dont nous avons frotté une surface seulement sans frotter l'autre.

Et voici les résultats constants que nous avons obtenus :

*36. De deux plaques d'argent,*

*L'une, pure, a été placée sous le nerf ; L'autre, frottée de cuivre, a été placée du côté frotté sous le muscle (§. XVIII, exp. 14) :*

Les effets galvaniques ont eu lieu, quoique la même grenouille eût été trouvée non excitable sur les deux mêmes plaques avant le frottement.

*37. De deux plaques d'argent,*

*L'une et l'autre frottées de plomb d'un côté seulement ;*

*L'une a été placée sous le nerf, du côté non frotté ; L'autre sous le muscle, du côté frotté (§. XVIII, exp. 15) :*

Les effets galvaniques ont eu lieu.

*38. Placées d'une part sous le nerf, et de l'autre sous le muscle,*

*L'une et l'autre du côté frotté, Puis l'une et l'autre du côté non frotté (§. XVIII, exp. 16 et 17) :*

Dans les deux cas les effets galvaniques n'ont plus eu lieu.

*39. Deux plaques d'argent,*

*L'une pure, L'autre frottée de plombagine (§. XVIII, exp. 22) :*

Ont également donné lieu aux convulsions galvaniques.

*Carbures, sulfures, phosphures métalliques.*

Sans avoir davantage recours aux métaux alliés ou associés, de quelque manière et dans quelque proportion que ce soit, nous avons essayé d'introduire dans notre arc, comme supports, les carbures, les sulfures, les phosphures et les oxides métalliques.

*40. Ainsi*

*La plombagine ou carbure de fer (§. XVIII, exp. 21 et 22),*

*La pyrite martiale naturelle non magnétique (§. XIX, exp. 5), La pyrite martiale artificielle et magnétique (§. XIX, exp. 6),*

*La galène ou sulfure de plomb natif (§. XIX, exp. 12), Le sulfure de cuivre natif contenant  $\frac{1}{4}$  de cuivre (§. XIX, exp. 17), Les mispickels naturels et artificiels [voyez ci-dessus] (§. XIX, exp. 25 et 26), Le phosphure d'étain (§. XIX, exp. 10), Le phosphure de fer (§. XIX, exp. 21),*

*Placés sous le nerf, d'une part ; Des lames d'argent, de zinc, etc., placées sous le muscle, d'autre part :*

Les convulsions galvaniques ont été très fortes, quoique d'ailleurs l'activité des grenouilles, ou les circonstances accessoires, fussent telles, que les mêmes effets ne pussent s'obtenir avec l'identité des métaux.

### Oxides métalliques.

#### *Charbon et substances charboneuses.*

#### §. I I.

A l'égard des oxides métalliques naturels ou artificiels, ils ont présenté différens phénomènes relatifs en partie à leur degré d'oxidation. Voici ce que nous avons observé avec attention :

41. D'une part, un alliage d'étain et de platine étant placé sous le muscle ;

De l'autre, une lame d'étain dont la surface étoit *oxydée en différentes places*, étant placée sous le nerf (§. XVIII, exp. 9 et 10) :

Nous avons obtenu les effets galvaniques toutes les fois que le communicateur touchoit les points non oxydés.

Ces effets au contraire n'avoient point lieu quand nous touchions les places oxydées avec le même communicateur.

Cet effet a été répété trop attentivement pour que nous puissions douter de son exactitude.

42. Une *serpentine ferrugineuse*, quoique magnétique, a évidemment intercepté les effets galvaniques (§. XIX, exp. 7 et 9) :

Mais *le fer oxydé par l'eau, et encore magnétique*, a soutenu les mouvements, quoique foiblement (§. XIX, exp. 14) ;

Tandis que ces mêmes mouvements ont été très-prononcés lorsqu'on s'est servi de la mine de fer de Dalmora, contenant 0,80 de fer, et de celle de l'isle d'Elbe, qui en contient 0,55 à 0,60. (§. XIX, exp. 13.)

Après les substances métalliques, les substances charbonneuses méritent, relativement à leur usage dans la formation de l'arc excitateur, une attention particulière; et quoique nous n'ayons encore fait que peu d'expériences à cet égard, nous pouvons cependant en rapporter quelques résultats dignes d'attention.

43. *Le charbon pur ou le charbon de bois bien sec* nous a présenté, dans les circonstances les plus favorables aux effets galvaniques, tous les phénomènes de l'arc métallique; et le jour où nous avons eu le plus de succès avec les métaux identiques, les mêmes effets ont été obtenus avec le *charbon*, soit que cette substance fût seulement partie de l'arc, soit qu'elle le constituât en entier, soit que l'arc formé par le charbon seul fût composé de trois pièces distinctes, de deux ou d'une seule. (§. XVI, exp. 5 et 8.)

44. *Le carbure d'alumine*, ou charbon incomestible, employé comme support du nerf, le zinc servant de support au muscle, a donné lieu à des effets galvaniques très-sensibles. (§. XIX, exp. 15.)

Cependant il s'est rencontré des jours où nous n'avons eu aucun succès avec le charbon de bois même, soit faisant seulement partie de l'arc, soit le constituant en totalité. (§. XVIII, exp. 23.)

45. Enfin le *jayet*, qui est un *charbon bitumineux*, placé sous le muscle, a évidemment intercepté les effets galvaniques quand le communicateur touchoit cette substance, quoique les effets fussent au contraire très-sensibles lorsque le communicateur touchoit immédiatement le muscle. (§. XIX, exp. 22.)

### §. I I I.

#### *Substances idio-electriques.*

L'EFFET produit par le *jayet* nous a conduits à employer des corps non conducteurs, ou foibles conducteurs de l'électricité.

46. Ainsi *l'asphalte* (§. XIX, exp. 18),

*Le soufre* (§. XIX, exp. 4),

*Le succin* (§. XIX, exp. 4),

*La cire à cacherer* (§. III, exp. 5),

*Le diamant* (§. XIX, exp. 4),

*Le basalte* (§. XIX, exp. 11),

Ont été introduits dans la composition de l'arc excitateur, et ont constamment intercepté les effets galvaniques.

47. Les mêmes effets ont été consiâmement suspendus toutes les fois qu'il s'est trouvé quelque intervalle entre les parties de l'arc ou entre l'arc et les organes nerveux ou musculaires. De semblables interruptions dans l'arc animal arrêtoient également, comme nous l'avons déjà observé, les effets galvaniques. (§. III, exp. 3; XIV, 2.)

Il est cependant à cet égard des exceptions, dont les nuances tiennent à d'autres causes dont nous a déjà entretenu M. Humboldt, et qui ne détruisent point la conséquence qu'on peut déduire de ces expériences; savoir, que l'air peut être mis aussi au nombre des substances qui interceptent les effets galvaniques.

Les différens états de l'atmosphère peuvent encore faire beaucoup varier les résultats de ces sortes d'expériences.

### §. I V.

#### *Eau et substances humides.*

L'EAU et les substances humides ont été employées comme intermédiaire de communication, et leur interpolation a déterminé d'une manière remarquable les effets galvaniques.

48. Ainsi le communicateur étant formé de deux branches, ces branches étant prises séparément de l'une et de l'autre main (§. III, exp. 6) :

L'effet, dans cette disposition, étoit nul.

Immédiatement après, les deux mêmes pièces ayant été prises avec les doigts mouillés (§. III, exp. 7) : Les effets galvaniques se sont renouvelés.

Néanmoins cette expérience n'a pas toujours eu le même succès. (§. VI, exp. 11.)

Mais dans l'expérience ci-dessus citée, faite avec la serpentine et le métal, cette propriété de l'eau s'est marquée d'une façon bien évidente.

49. En effet, la serpentine servant de support au nerf, et interrompant constamment l'effet galvanique, on a placé *le nerf sur une goutte d'eau* versée sur la pièce de serpentine ; alors constamment le communicateur touchant *la serpentine sans toucher l'eau* (§. XIX, exp. 7 et 9) :

L'effet étoit nul.

*L'extrémité du communicateur atteignant la goutte d'eau* (§. XIX, exp. 8) :

Aussitôt l'effet se manifestoit.

50. Un papier mouillé, interposé de même entre les supports et les parties qui reposoient sur eux (§. XIX, exp. 2) :

L'effet galvanique s'est maintenu sans aucune diminution dans son intensité.

### §. V.

#### *Substances animales.*

Enfin nous avons formé nos arcs excitateurs, 1<sup>o</sup>. en faisant nous-mêmes la chaîne de cet arc ; 2<sup>o</sup>. en introduisant des substances animales privées de vie ; 3<sup>o</sup>. en frottant les supports avec les doigts non mouillés, et leur imprimant ainsi, autant qu'on le peut présumer, la seule trace de la transpiration cutanée.

Nous avons fait de cette manière les expériences suivantes :

Deux fois, comme on vient de le voir, nous avons éprouvé que l'arc de communication intercepté par celui même qui faisoit l'expérience, en prenant partie de cet arc d'une main, et partie de l'autre, avoit cessé de produire l'effet accoutumé. (§. III, exp. 6; et §. VI, exp. 11.)

Cependant voici ce qui nous a réussi d'une manière très-frappante : l'expérience est bien connue d'ailleurs.

51. La colonne épinière, *séparée des extrémités inférieures, et ne leur tenant que par le nerf armé d'une lame d'étain.*

1<sup>o</sup>. *L'un de nous a pris la colonne d'une main, et tenant, de l'autre, un morceau de zinc, a touché de ce zinc l'armature d'étain* (§. XIV, exp. 1) :

Aussitôt les convulsions ont eu lieu dans les cuisses.

2<sup>o</sup>. *De deux personnes qui ne communiquoient point entre elles, l'une tenant la colonne épinière, l'autre touchant l'armature avec le zinc* (§. XIV, exp. 2) :

Il ne se produisoit aucun effet.

3<sup>o</sup>. *Les deux personnes se tenant par la main, et la seconde portant le zinc sur l'étain, la chaîne ainsi rétablie* (§. XIV, exp. 3) :

Les convulsions se sont renouvelées avec grande activité. Beaucoup d'autres expériences du même genre, et parfaitement connues, n'ont pas besoin d'être rappelées ici.

52. Nombre de fois nous avons placé entre les parties

de l'animal et leurs supports des morceaux de chairs coupés, déchirés, et privés de vie; et, dans tous les cas, nous avons vu que ces intermèdes n'interrompoient jamais les effets de l'arc exciteur, et étoient même fort loin d'en diminuer l'énergie. (§. XIX, exp. 1.)

Enfin, après avoir éprouvé que l'identité des supports interceptoit les effets galvaniques, nous nous sommes contentés de frotter avec les doigts les lames de métal servant de support, et voici ce que nous avons observé.

53. De deux lames d'argent, l'une servant de support au nerf, l'autre au muscle;

La première lame ayant été frottée avec les doigts, et touchant le nerf du côté frotté (§. XVIII, exp. 18):

Les effets galvaniques ont eu lieu aussitôt.

Au contraire, l'une et l'autre lames ayant été également frottées,

Toutes les deux étant en contact à la fois du côté frotté et ensuite du côté non frotté (§. XVIII, exp. 19 et 20):

Les effets cessaient dans l'un et l'autre cas.

Cette expérience a été répétée à plusieurs reprises, toujours avec les mêmes résultats.

### §. V I.

*Etendue des surfaces des parties de l'arc exciteur.*

La dernière observation que nous ayons à présenter

relativement aux dispositions de l'arc exciteur, est celle qui est relative à l'étendue des pièces qui le composent.

Quelque difficile qu'il soit d'apprécier avec exactitude l'énergie de l'effet galvanique, à cause du manque d'instrumens propres à la mesurer, de la variabilité de ses nuances dans divers temps successifs, du nombre de causes qui concourent pour produire ces variations, il est cependant des différences tellement grandes, que la simple inspection suffit pour convaincre de son existence; et quelque réserve que nous devions mettre à prononcer sur ce que nous ne pouvons point exprimer avec précision, nous croyons pouvoir assurer que, par des expériences comparatives, il nous a paru que l'augmentation d'étendue, et sur-tout de surface, dans les intermèdes de l'arc exciteur, apportoit une différence sensible dans l'intensité de l'effet; et quand même on eleveroit quelques doutes sur l'exactitude de cette position, cela n'empêcheroit pas, sans doute, de la regarder comme digne d'être soumise à tous les moyens possibles de vérification.

Voici les expériences sur lesquelles nous fondons cette forte présomption.

54. Après avoir fait l'expérience avec une feuille de plomb placée sous le nerf, et une pièce d'argent placée sous le bassin et les cuisses, la communication entre les deux étant établie par un fil de cuivre,

Nous avons réuni plusieurs pièces d'argent de ma-

nière qu'elles fissent contiguës à celle qui servoit de support au bassin et aux cuisses (§. III, exp. 1 et 2) :

La commotion galvanique nous a paru constamment plus forte.

55. Nous avons établi la communication à l'aide d'un fil d'or tressé, roulé sur un cylindre.

Nous l'avons déroulé successivement, de manière à donner à ce communicateur plusieurs mètres d'étendue (§. III, exp. 4) :

L'effet de la communication nous a paru très-sensiblement plus fort quand l'étendue étoit la plus grande.

56. Dans l'expérience où nous avons fait communiquer les nerfs des deux cuisses isolées par un fil de plomb, d'abord de quelques millimètres, puis d'un mètre de long,

Nous avons établi aussi la communication d'abord avec un fil d'argent de quelques centimètres, puis avec un fil de cuivre tressé très-étendu (§. XI, exp. 2 et 3) :

Nous avons également observé un rapport évident entre l'énergie des convulsions et l'étendue des moyens de communication.

### §. V I I.

*Rapports des facultés excitatrices entre les différentes parties de l'arc excitateur.*

Nous désirions terminer ici cet article par une

comparaison de l'influence de chacun des intermédiaires qui composent l'arc excitateur avec l'intensité des effets qui en sont le résultat ; mais nous avons déjà dit combien il nous paroisoit difficile de parvenir, à cet égard, à quelque précision.

Nous avons cru voir en général que,

57. L'or, l'argent, le zinc et l'étain, étoient, de tous les métaux, ceux qui, introduits dans la composition de l'arc, sembloient concourir le plus à son efficacité. (§. V, exp. 2 ; §. VI ; §. XIII, exp. 10 ; §. XIV, exp. 1.)

58. Nous avons vu, dans une expérience comparative entre l'étain et le plomb, placés sous deux cuisses séparées, communiquant par leurs nerfs, l'une de ces cuisses, sous laquelle étoit le plomb, déjà fatiguée à la vérité, refuser de se mouvoir, et se mouvoir au contraire quand on échangeoit les supports et qu'on la plançoit sur l'étain ; puis nous l'avons vue, comme ressuscitée par cette disposition, se mouvoir plus sensiblement qu'auparavant, même sur le premier support de plomb. (§. VII, exp. 1, 2 et 3.)

Indépendamment de la nature propre de chaque support, il est encore probable que, dans beaucoup de cas, ainsi que l'a observé M. Volta, les rapports respectifs des métaux associés ont quelque influence sur l'effet obtenu. 59. C'est ainsi que nous avons vu, dans une de nos expériences, l'assemblage de l'étain et du cuivre comme supports, et de l'or comme communicateur, rester constamment inefficace, tandis qu'on obtenoit des effets remarquables en substituant dans le même assemblage

*le plomb au cuivre.* (§. VI, exp. 6, 7, 8 et 9.) C'est ainsi que *le nickel avec l'argent, comme supports, et le cuivre, comme communicateur*, produisoient de faibles effets (§. XV, exp. 3 et 4), tandis que *le plomb et le nickel, comme supports*, produisoient une autre fois des convulsions très-vives avec *l'or, l'argent et le cuivre*, comme *communicateurs*. (§. XIII, exp. 7, 8 et 9.)

60. *Le plomb et l'argent*, ainsi que *l'antimoine et l'argent*, employés comme supports, donnaient des effets supérieurs à ceux de l'alliage de plomb et d'argent substitué, soit à l'argent, soit au plomb, dans l'une et l'autre expérience; et, en général, il a paru que, dans plusieurs cas, les effets foiblissaient lorsque les parties de l'arc se rapprochoient davantage de l'état d'identité. (§. XVIII, exp. 2 et 5.)

Ainsi, quoique la moindre différence de nature entre les pièces fût suffisante pour occasionner les effets galvaniques, ces effets ont été faibles quand nous avons employé conjointement *le cuivre jaune et le cuivre rouge* (§. XIX, exp. 3); *un certain degré d'oxidation* d'un métal comme *le fer* en affoiblissait également les effets (§. XIX, exp. 14); et sur-tout nous avons cru devoir remarquer l'efficacité de l'arc lorsqu'on y introduisait des *chairs dénudées et sans épiderme*. (§. XIX, exp. 1.) Mais le rapport entre la nature des parties qui entrent dans la composition de l'arc excitateur et la vivacité des convulsions qui caractérisent l'effet galvanique, est encore soumis à des influences, dont quelques-unes seront examinées dans l'article suivant.

Avant de passer à cette partie de nos observations, nous proposerons, comme corollaires des expériences qui viennent d'être décrites, et comme objets de vérification, les réflexions suivantes.

#### RÉFLEXIONS sur les expériences contenues dans l'article II.

1°. La disposition de l'arc excitateur la plus favorable aux effets galvaniques est celle où il est composé de trois pièces au moins, de différentes natures, prises parmi les métaux, l'eau et les substances humides, les substances charbonneuses et les substances animales dénuées d'épiderme.

2°. Cet arc paraît cependant être efficace, même étant formé d'une seule pièce ou d'une seule nature de substance convenable : mais, en général, l'identité de nature dans les pièces qui le composent, et spécialement dans les supports qui en forment les extrémités, en affaiblit les supports qui en forment les extrémités, en affaiblit au moins très-sensiblement les effets.

3°. Cependant la moindre différence de nature apportée dans ces parties, soit par le plus faible alliage, soit par le simple frottement de substances étrangères et communicatrices, suffit pour rendre à l'arc excitateur l'efficacité que lui auroit ôtée l'identité des substances.

4°. De même que l'arc animal peut être complété par des substances métalliques, ou capables d'entrer dans la composition de l'arc excitateur ; de même l'arc excitateur peut être complété par les substances de nature à former l'arc animal.

5°. L'efficacité de l'arc exciteur, ainsi que celle de l'arc animal, sont également suspendues par la séparation, ou au moins par une distance suffisante entre les pièces qui les composent.

6°. La plus foible humidité paroît également suffisante pour unir les pièces de l'arc exciteur, et déterminer l'effet qu'elles doivent produire sur l'arc animal.

7°. Par conséquent on conçoit que l'influence de l'état de l'atmosphère et des circonstances environnantes sur le succès des expériences galvaniques peut être très-grand, et que, pour établir une parfaite identité qui les rende comparables, il faut tenir compte de l'état des instruments météorologiques, et sur-tout hygrométriques, et également de l'influence des personnes qui font l'expérience sur la sphère même de cette expérience.

8°. Les expériences rapportées dans le chapitre précédent sur l'arc animal, ainsi que celles qui ont été faites sur l'arc exciteur, relativement aux effets comparés des chairs animales, soit dépouillées, soit recouvertes de l'épiderme, et de cet épiderme sec ou mouillé, semblent autoriser à mettre cet épiderme au nombre des substances qui affoiblissent ou interceptent les effets de l'arc exciteur. Il est aussi, comme les poils et les cheveux, au nombre des substances qui participent à la nature des substances *idio-électriques*.

Les expériences faites sur nous-mêmes et sur les animaux, dans des parties recouvertes d'un très-foible épiderme, ne détruisent pas cette idée, tant parce que la ténuité même de cet épiderme est une raison qui en

diminue la faculté isolante, que parce que, dans les parties mêmes où ces expériences se font, il est, et par sa ténuité, et par la nature des organes qu'il recouvre, imprégné d'une humidité plus abondante, et qui en détruit l'effet isolant.

9°. Si l'on examine dans nos expériences les substances qui peuvent entrer dans la formation de l'arc exciteur, on voit que la plupart de celles que nous avons employées avec succès, sont du nombre de celles qu'on compte parmi les substances susceptibles de servir de conducteurs à l'électricité ; les substances métalliques, les chairs animales, l'eau, les substances humectées, les substances carbonneuses : tandis que celles qui nous ont servi pour en interrompre les effets, sont pour la plupart des substances appelées *idio-électriques*, ou connues pour retarder la transmission électrique ; le soufre, le succin, les résines, les bitumes, le diamant, les oxydes.

Cette proposition souffre néanmoins de grandes exceptions, comme nous l'a annoncé M. Humboldt, et comme il nous l'a prouvé par des expériences dont on trouvera la description dans l'article supplémentaire à la fin de ce rapport.

Ainsi la nature des matières qui forment l'arc, considérées sous les rapports comparés de l'électricité et du galvanisme, mérite un examen d'autant plus scrupuleux, que ces rapports font la base d'une théorie céleste, et par le nombre d'expériences sur lesquelles elle paroît fondée, et par le nom de son auteur.

10<sup>e</sup>. Enfin il paraît que l'effet galvanique est dans un certain rapport, non seulement avec la nature des pièces qui forment l'exciteur, et avec leurs dispositions respectives, mais encore avec leur étendue, et surtout avec la grandeur des surfaces par lesquelles elles semblent le transmettre.

Beaucoup d'autres réflexions qui pourraient être déduites des expériences qui composent cet article, recevront une plus grande force de ce que nous avons à dire par la suite, et particulièrement dans l'article suivant.

#### A R T I C L E   I I I.

*Des causes étrangères à la composition du cercle galvanique, et des deux arcs qui le composent, et qui néanmoins ont une influence évidente sur le succès des expériences.*

Après avoir exposé ce que l'expérience nous a fait présumer relativement à la nature des deux parties du cercle galvanique, que nous avons distinguées sous les dénominations d'arc animal et d'arc exciteur, nous allons exposer les expériences qui nous ont appris quelle chose sur les circonstances étrangères à la composition même de ces arcs, et qui néanmoins ont une influence marquée sur leurs effets.

Nous rapportons ces circonstances, 1<sup>o</sup>. à l'état même des parties contractiles soumises à l'expérience, et aux circonstances dans lesquelles on les emploie; 2<sup>o</sup>. à la

manière d'opérer le contact qui établit la communication; 3<sup>o</sup>. à l'influence que les expériences elles-mêmes ont les unes sur les autres par le seul effet de leur succession; 4<sup>o</sup>. aux milieux dans lesquels se font les opérations.

#### §. 1<sup>er</sup>.

*Etat dans lequel se trouvent les parties de l'animal.*

Nous nous sommes convaincus bien des fois que des grenouilles fraîchement pêchées, ou celles qui ont été gardées dans un bocal plus ou moins de jours; que des membres fraîchement écorchés, et qui n'ont point été soumis aux épreuves galvaniques, ou ceux qui ont déjà subi des expériences multipliées; que des membres qui ont été laissés en repos après un certain nombre d'essais, et qui ont été repris ensuite, ou des membres qui ont été sans interruption soumis à une série d'expériences, ne présentaient pas les mêmes phénomènes.

C'est ce que nous avons vu spécialement dans les expériences faites avec *identité de toutes les pièces de l'arc exciteur, ou seulement des supports*. C'est aussi ce que nous avons vu dans la comparaison des effets de certains métaux et de certains assemblages, qui supposent le concours d'une grande susceptibilité dans les organes nerveux et musculaires. (§. VI et VII, *exp. 1, 2 et 3 ; XII, 1, 2 ; XVI, XVIII et XIX, exp. 21, etc. ; §. XX.*)

Nous n'avons pas besoin d'entrer dans beaucoup de

détails pour le démontrer ; mais les circonstances qui diminuent la susceptibilité de l'animal nous ont donné lieu de connaitre plusieurs phénomènes que nous n'aurions jamais observés sans cela. Tels sont la plupart de ceux qui vont être exposés dans la suite de cet article.

### §. I I.

#### *Influence du mode de contact sur le succès des expériences.*

LORSQUE la grenouille est forte et vivace, quel que soit l'ordre dans lequel on porte le communicateur d'un support à l'autre; qu'on mette le communicateur en contact, ou qu'on rompe le contact en le retirant; qu'on approche doucement ce communicateur du support auquel il doit atteindre, ou qu'on l'y porte avec rapidité; il y a peu de différence dans les effets, et la convulsion est, au moment du contact, vive et prompte. Il n'en est pas de même lorsque la grenouille est fatiguée.

1°. *Alternant le contact d'un support ou d'une partie à l'autre.*

61. LE DOS d'une grenouille écorchée reposant sur une lame de plomb;

Le communicateur d'argent étant porté de la cuisse à la lame de plomb (§. XVIII, exp. 3 et 4):

La convulsion a été très-marquée.

#### ( 49 ) *Le communicateur porté, au contraire, de la lame de plomb à la cuisse,*

La convulsion n'a pas eu lieu.

Le même effet s'est soutenu constamment sur la même grenouille plusieurs fois de suite; et une autre fois, avec les mêmes dispositions, on a vu la même différence marquée par une très-grande disparité dans la force des convulsions.

2°. *À l'approche ou à la retraite du communicateur.*

62. Deux cuisses de grenouille étant en contact par leurs nerfs, l'une placée sur l'argent, l'autre sur le plomb;

A l'approche du communicateur (§. XI, exp. 2 et 3),

La cuisse placée sur l'argent entroit en convulsion.

En retirant le communicateur,

La convulsion avoit lieu dans la cuisse placée sur le plomb, et ainsi alternativement, d'une manière constante.

De quelque manière qu'on disposât, et dans quelque ordre qu'on portât le communicateur, soit d'un support à l'autre, soit sur tous les deux à la fois, la même alternative se représentoit également.

Les deux mêmes cuisses communiquant ensemble par l'intermédiaire d'un fil de plomb contigu avec leurs nerfs (§. XI, exp. 4),

Le même effet a eu lieu respectivement à l'approche

du communicateur dans la cuisse posée sur l'argent, à sa retraite dans la cuisse posée sur le plomb.

*3°. Rapidité du contact ou de la retraite du communicateur.*

63. Une grenouille fatiguée d'une suite d'expériences consécutives, et cessant de se mouvoir au moment de la communication;

Le communicateur ayant été *approché avec vivacité et relevé aussitôt*, sans cependant donner aucune impression sensible au support (§. XI, exp. 1) :

La susceptibilité de l'animal s'est rétablie, et le membre a éprouvé de nouvelles convulsions qui ont continué tant qu'on a employé le même moyen.

*4°. Simple changement de contiguïté, sans interruption du contact.*

64. Deux cuisses de grenouille disposées comme nous l'avons dit, leurs nerfs communiquant au moyen d'un fil de plomb intermédiaire;

L'une des cuisses placée également sur une lame d'argent, l'autre sur une lame de plomb ; Un long communicateur fait d'un fil de cuivre tressé, porté de part et d'autre sur les supports d'argent et de plomb ;

1°. Le communicateur étant *tenu sur le support aussi fixement qu'il étoit possible*, et sans changer sensiblement de situation, mais étant ainsi maintenu par la main (§. XI, exp. 4) :

Les cuisses ont long-temps palpité par des convulsions réitérées qui reprenoient à différentes reprises, après quelques interruptions.

2°. Ayant *maintenu le communicateur avec un poids de métal*, au lieu de le tenir avec la main (§. XI, exp. 5),

Les convulsions qui ont eu lieu au moment du contact ont cessé d'avoir lieu, le communicateur restant en repos.

3°. La disposition restant la même, le communicateur ne cessant pas d'être contigu aux supports, et étant retenu par le poids, *a été traîné sur différentes parties de la surface des supports de l'une et de l'autre cuisse* (§. XI, exp. 6) :

Les convulsions ont repris leur continuité comme lorsque le communicateur n'étoit maintenu qu'avec la main.

65. Une cuisse de grenouille ayant été placée de manière que le nerf portoit sur une lame de zinc, et le muscle sur un plateau de cuivre argenté, sur lequel reposoit tout l'appareil (§. XIII, exp. 4) :

La cuisse a eu des tressaillements long-temps prolongés, sans que la disposition des parties ait été changée, et sans autre communicateur que le plateau sur lequel elle reposoit.

Quand la convulsion cessoit, *si pour lors on faisait glisser le nerf de façon à changer seulement les*

**points de son contact sans l'écailler de la lame de zinc qui lui servoit de support :**

**La convulsion et les tressaillements se renouveloient aussitôt.**

### §. I I I.

*Influence que les expériences ont les unes sur les autres par le seul effet de leur succession.*

Ayant fait successivement diverses expériences, nous nous sommes bientôt apperçus que certaines d'entre elles influoient tellement sur la susceptibilité de l'animal, qu'elles paroisoient déterminer sensiblement le succès ou le non-succès des suivantes.

66. L'extrémité inférieure d'une grenouille a été disposée comme il suit:

La cuisse posoit sur une pièce d'argent;

Le nerf étoit nud;

Un fil de cuivre, et ensuite d'or, établissoit la communication de l'argent au nerf (§. V, *exp. 1 et 2*):

La convulsion avoit lieu par l'un et l'autre communicateur, mais plus fortement par le communicateur d'or.

On fit ensuite l'expérience en nettant la même cuisse sur l'argent;

Le nerf sur l'argent;

Le communicateur étant d'argent (§. V, *exp. 3*):

Cette expérience, qui réussit rarement, ne réussit pas du tout.

Après le communicateur d'argent, un communicateur de cuivre n'eut plus de succès. (§. V, *exp. 4*.)

Après ces essais *infructueux*, on rétablit la première disposition, qui avoit bien réussi (§. V, *exp. 5*):

Elle manqua pour lors son effet complétement.

*Alors on prit une des dispositions dont le succès est toujours certain;*

Le nerf étoit garni d'une lame de plomb;

Le muscle posoit sur un support d'argent;

Le communicateur étoit de cuivre (§. V, *exp. 6*):

La cuisse a eu dans cet appareil ses convulsions ordinaires.

*Après cette expérience efficace*, on a repris la première disposition qui avoit manqué de succès après la seconde et la troisième expérience (§. V, *exp. 7*):

Elle a eu alors un plein succès, comme la première fois.

67. Une autre fois ayant disposé deux parties postérieures de grenouilles communiquant ensemble par leurs nerfs, *l'une fatiguée, l'autre fraîche*;

La première étant placée sur le plomb;

La seconde reposant sur une lame d'étain;

Le communicateur du plomb à l'étain étant d'argent

(§. VII, *exp. 1 et 2*):

La première grenouille, fatiguée et posée sur le plomb, n'entra point en convulsion.

La seconde, fraîche et posée sur l'étain, eut des convulsions très-vives.

*Les dispositions étant changées, et la grenouille  
fragile posée sur le plomb, la grenouille fatiguée sur  
l'étain (§. VII, exp. 3):*

Celle-ci entra en convulsion aussi bien que l'autre.

*Alors la première disposition ayant été rétablie  
(§. VII, exp. 4):*

L'une et l'autre grenouilles continuèrent de se mouvoir également.

La même observation a été répétée un grand nombre de fois à l'occasion d'expérience dont on n'obtenoit pas de succès, et l'on a vu très-souvent qu'après une des expériences qui réussissent le plus constamment, spécialement avec les supports de zinc, d'étain, d'argent, d'or et de cuivre, les autres répétées de nouveau réussissaient parfaitement (§. V, dernière observation).

On a également observé que, lorsqu'on faisoit succéder une de ces expériences incertaines à des dispositions qui se trouvoient le plus souvent sans succès, on étoit sûr alors de les faire échouer.

### §. I. V.

#### *Nature des milieux.*

ENFIN on devoit penser qu'une des conditions les plus capables d'influer sur le succès des expériences étoit la nature des milieux dans lesquels elles avoient lieu.

*Les différens états de l'air pourroient être regardés comme des modifications très-varierées d'un même milieu. Ces états mériteront, par la suite, d'être constatés avec soin et comparés avec les effets obtenus.*

*Le vuide et les différens gaz doivent avoir également des influences que nous nous proposons de déterminer.*

*Jusqu'à cette heure, nous n'avons fait nos expériences que dans l'air ordinaire, dans l'eau et dans une sphère électrique.*

*Voici le détail de celles qui ont été faites sous l'eau.*

#### *Expériences faites sous l'eau.*

**68.** AYANT placé sous l'eau tout l'appareil galvanique, 1<sup>o</sup>. Le nerf retenu, soit sur une lame de plomb, soit sur une lame de zinc;

Le muscle reposant sur une lame d'argent; Le communicateur étant de cuivre ou de fer (§. XV, 1 et 2):

Les spasmes se sont manifestés au fond de l'eau aussi sensiblement que dans l'air.

**2<sup>o</sup>.** Un alliage d'un quart de plomb et de trois quarts d'argent étant placé sous le nerf;

Une lame d'argent sous le muscle (§. XV, exp. 6):

Le même effet a eu lieu dans l'eau comme dans l'air.

**3<sup>o</sup>.** Un morceau de nickel sous le nerf;

Une lame de zinc sous le muscle avec un commutateur de cuivre (§. XV, exp. 5):

Ont eu sous l'eau leur effet ordinaire.

4°. Le nerf étant placé sur le nickel, et le muscle sur l'argent avec le même communicateur (§. XV, exp. 3):

Il n'a paru aucun effet sensible.

La même disposition éprouvée dans l'air a eu un effet beaucoup moins vif que celui qui résultoit des autres combinaisons : il nous a paru évident que la résistance du milieu étoit ici le véritable obstacle qui s'opposoit au développement du spasme, et que d'ailleurs la nature du milieu n'apportoit aucun changement essentiel aux effets de l'influence galvanique. (§. XV, exp. 4.)

#### *Expériences faites dans l'atmosphère électrique.*

69. Nous avons pris une grenouille préparée; nous l'avons mise sur un isoloire de verre, monté sur un pied de verre enduit de cire d'Espagne.

On a chargé la grenouille avec la bouteille de Leyde. Le communicateur étoit isolé par un bâton de cire d'Espagne.

On a répété avec cet appareil les expériences ordinaires.

Elles ont réussi parfaitement, et sans aucune différence, comme dans l'état ordinaire.

Toutes les expériences terminées, on s'est convaincu que la grenouille avoit conservé son électricité, en l'éprouvant à l'électromètre du citoyen Coulomb.

#### *RÉFLEXIONS sur les expériences contenues dans l'article III.*

Les expériences contenues dans cet article nous paraissent conduire aux réflexions suivantes :

1°. L'influence galvanique paraît, en beaucoup de circonstances, s'exciter par l'exercice, s'épuiser par la continuité du mouvement, se réparer par le repos.

2°. La multitude de causes qui peuvent évidemment influer sur le résultat des expériences galvaniques, et les faire réussir ou manquer, doit, jusqu'à cette heure, inspirer beaucoup de réserve à nier ou à affirmer le succès des expériences annoncées, à moins qu'on n'ait la certitude d'en pouvoir apprécier toutes les circonsances influentes.

3°. Une des circonstances qui démontrent le plus ce qui vient d'être dit, est celle dont nous avons rapporté l'effet sur la continuation du spasme galvanique, lorsque le communicateur, maintenu par la main, semblloit persister constamment dans le même point de contact, et où nous nous sommes convaincus qu'il y avoit un changement réel dans ce contact, malgré l'immobilité apparente du communicateur.

On en peut conclure encore que le moindre changement dans les situations respectives des parties du cercle galvanique et de l'arc excitateur, peut produire un effet dans l'animal susceptible, et en imposer sur le véritable succès d'une expérience, si l'on ne fait pas attention, à cet égard, aux plus légères variations.

4°. Les expériences dont on a exposé le détail sur les rapports des mouvements galvaniques avec l'approche ou la retraite du communicateur, viennent encore à l'appui de la précédente proposition, et prouvent que *tous les moyens de l'expérience ne doivent pas être observés seulement collectivement, mais étudiés dans leur succession et dans les différens temps de l'opération.*

5°. Il semble qu'il y ait dans la formation de l'arc excitateur, indépendamment des manières de se comporter dans les opérations galvaniques, *des dispositions énerverantes et des dispositions excitantes*, dont les unes non seulement sont ou ne sont pas efficaces, mais disposent outre cela l'animal à une plus ou moins grande susceptibilité dans les expériences suivantes.

6°. *Il est également important de s'assurer, pour l'exacitude des expériences et leur appréciation, de l'état de l'animal, de la manière dont il a été conservé et entretenue jusqu'au moment de l'épreuve, de l'état de l'atmosphère, sur-tout relativement à l'hygromètre, et sans doute aussi relativement au baromètre, au thermomètre et à l'électromètre.*

7°. Enfin il seroit à désirer, en faisant un état des expériences de différents genres, *qu'on pût les disposer dans l'ordre de leur efficacité* et en faire une *échelle galvanique* (s'il nous est possible de nous exprimer ainsi) qui pût aider à déterminer quel est le degré de susceptibilité de l'animal pris dans tel état et telle position; à quelles expériences on peut le soumettre, à

raison de cette susceptibilité; à estimer, d'après la série d'expériences plus ou moins efficaces ou inefficaces, la valeur des circonstances dans lesquelles on se trouve chaque jour; enfin par là à juger à quel point le succès ou le non-succès d'une expérience peuvent donner lieu à des conclusions certaines et absolument négatives ou affirmatives.

*Notiz.* Cette idée, que nos expériences nous ont suggérée, a reçu en grande partie son exécution dans l'ouvrage de M. Humboldt. (*Versuche über die gereizte muskel und nerven faser.* Berlin, 1797.)

#### A R T I C L E I V.

*Expériences sur les moyens de faire varier, d'énerver et de rétablir la susceptibilité des animaux dans les expériences galvaniques.*

Pour compléter la classification des causes qui peuvent influer sur le succès des expériences faites suivant la méthode du docteur Galvani, il étoit encore nécessaire d'éprouver, indépendamment des circonstances qui tiennent à la manière d'opérer, à l'état de l'animal et aux influences des milieux, *l'action de différentes substances qui ont ou sont supposées avoir la faculté de développer ou de suspendre la susceptibilité des organes nerveux et musculaires, ou du moins leur influence réciproque.*

Nous connaissons par la voie des journaux les expériences que M. Humboldt avoit tentées sur l'action de différents agents chymiques, et nous en avons répété quelques-unes; mais, avant tout, nous avons essayé ce que pouvoit opérer l'influence électrique. Nous rapporterons aussi ce que quelques-uns de nous ont observé relativement au galvanisme, dans des expériences faites, à l'école de médecine, sur différents genres d'asphyxies. Nous nous proposons encore d'éprouver les effets d'un froid artificiel, et en général de toutes les variations du calorique compatibles avec le maintien de l'organisation; mais nous n'avons pas encore pu nous livrer à ces recherches.

#### §. Ier.

##### *Influence de l'électricité sur la susceptibilité des animaux aux épreuves galvaniques.*

70. Nous avons pris une grenouille épuisée par les épreuves galvaniques, et qui ne pouvoit plus entrer en convulsion par le moyen des excitateurs les plus efficaces;

Elle a été approchée d'un électrophore chargé, et a reçu du plateau une étincelle électrique qui l'a mise en convulsion :

Alors, soumise aux appareils galvaniques ordinaires

(§. XVII, exp. 2),

Elle a donné de nouveau les preuves d'une susceptibilité très-marquée pour l'action des excitateurs galvaniques. Cette expérience nous a paru suffisante pour démon-

trer la propriété de l'étincelle électrique pour rétablir la susceptibilité des animaux épuisés par des expériences répétées.

Nous avons ensuite essayé différentes liqueurs, telles que l'alcool, la solution de potasse et une dissolution aqueuse d'opium fort chargée de cette substance; nous avons aussi éprouvé l'action de l'acide muriatique oxygéné sur les organes, soit énervés, soit épuisés.

Dans tous les cas, pour éprouver la susceptibilité de nos animaux, nous avons employé pour supports les métaux qui sont respectivement les plus efficaces, tels que l'argent et le zinc. Nos expériences nous ont donné les résultats suivants.

#### §. II.

##### *Effets de quelques liqueurs sur les propriétés galvaniques des organes musculaires.*

###### *Alcool et acide muriatique oxygéné.*

71. Le nerf d'une extrémité a été plongé dans l'alcool pendant quatre minutes;

Le muscle pendant deux minutes :

Les convulsions galvaniques ont été très-affoiblies à la suite de cette immersion.

L'immersion recommandée pendant deux minutes, tant pour le nerf que pour le muscle, de manière que

le premier a éprouvé en tout une immersion de six minutes, et le muscle une immersion de quatre :

La susceptibilité a été complètement éteinte, et les parties ont resté insensibles à toutes les épreuves galvaniques.

72. Alors on a plongé les mêmes parties dans l'acide muriatique oxygéné :

L'animal n'est point redevenu sensible aux épreuves, et la susceptibilité est restée éteinte.

73. Les pieds, d'une part,

*Le haut de l'épine, de l'autre,* ont été plongés dans l'alcool un temps que nous avons négligé de marquer au procès-verbal, mais qui nous a paru suffisant, d'après l'expérience précédente;

Les nerfs intermédiaires et les muscles des cuisses restant au-dessus de la ligne :

La susceptibilité des muscles et des nerfs a continué de se maintenir.

74. Les nerfs d'une grenouille restant libres et hors de la ligne, les jambes et les cuisses ont trempé, avec l'épine de l'animal, dans l'alcool,

D'abord pendant quatre minutes,

Puis pendant cinq,

Enfin pendant six :

Au bout des quatre premières minutes la susceptibilité persistoit,

À bout des cinq elle a faibli,

À bout des six elle a paru éteinte.

Alors on a plongé les mêmes parties dans l'acide muriatique oxygéné :

La susceptibilité ne s'est point rétablie.

*Application de l'acide muriatique oxygéné à des organes épuisés par une suite d'expériences.*

75. Des parties de grenouilles soumises à une longue suite d'expériences, se trouvant épuisées et ne répondant plus aux excitateurs galvaniques,

On les a touchées à plusieurs reprises avec de l'acide muriatique oxygéné :

Leur susceptibilité ne s'est point rétablie.

#### *Immersion dans une dissolution de potasse.*

76. Une cuisse de grenouille très-vive ayant été plongée dans une dissolution de potasse,

Y a éprouvé de légères contractions et des tressaillements continués.

#### *Immersion dans une dissolution d'opium.*

77. La cuisse d'une grenouille également vive a été plongée dans une dissolution aqueuse d'opium très-forte ;

Elle y est restée d'abord une minute, puis six, puis dix :

Les contractions occasionnées par l'appareil galvanique ont continué d'être très-fortes.

L'immersion ayant été prolongée jusqu'à quinze minutes,

Les contractions ont commencé à s'affaiblir sensiblement.

Ces expériences, répétées d'après un extrait de celles de M. Humboldt, insérée dans les journaux, et, autant que nous pouvons en juger, d'une manière entièrement conforme aux procédés employés par le physicien allemand, ne nous ont point cependant présenté des résultats conformes aux siens.

Mais M. Humboldt nous a observé à cet égard que ce genre d'expériences, qui a pour objet de déterminer des nuances plus ou moins difficiles à saisir, devoit être répété dans des temps plus froids et dans une saison plus convenable. Nous nous proposons de le faire et d'en rendre compte à l'institut.

### §. III.

*Influence sur les effets du galvanisme, des différentes causes qui produisent les asphyxiés. (Extrait d'expériences faites à l'école de médecine de Paris.)*

Ce que nous allons rapporter ici concernant les effets des asphyxiés sur les organes musculaires, est un extrait fidèle des résultats obtenus sous les yeux de quelques uns de nous (1) dans des expériences faites à l'école

de médecine sur des animaux à sang chaud, dont les uns ont été asphyxiés, soit par la submersion, soit par la strangulation, soit par l'action de différents gaz ; d'autres ont péri dans le vuide ou par les décharges électriques.

L'objet de ces expériences étoit de comparer entre eux tous les phénomènes et les effets des différents genres d'asphyxiés.

Mais parmi les épreuves faites pour constater les changemens éprouvés par les animaux asphyxiés, on s'est occupé particulièrement de déterminer l'état de leur système musculaire relativement aux effets de l'influence galvanique.

On a fait ces épreuves au moyen d'un arc excitateur composé de trois métaux différents, et particulièrement formé de pièces *d'or* et *d'argent*, de lames *d'étain* et *de plomb*, de pièces ou de fils *de cuivre* ou *d'instument de fer*.

Les animaux soumis aux expériences étoient des *lapins* et de *petits cabiaix* ou *cochons d'Inde* (*Cariva coquaya*) : le volume de ces derniers se prête mieux aux expériences que l'on fait avec l'appareil pneumato-chymique, et sur-tout avec l'appareil au mercure.

L'état de susceptibilité des organes nerveux et musculaires a présenté des phénomènes très-variés, suivant

de ces expériences avec les citoyens Deyreux, Chaussier, Leroux, professeurs de l'école; le citoyen Dupuytren, protecteur; le citoyen Thillaye fils, aîné- conservateur, et plusieurs autres personnes attachées à l'école de médecine;

(1) Deux des commissaires, les citoyens Fourcroy et Hallé, se sont occupés

la différence des causes des asphyxies et la manière dont elles se sont opérées. En voici les résultats sommaires.

Nous les diviserons en asphyxies qui ont anéanti la susceptibilité galvanique, asphyxies qui n'ont fait que la suspendre, asphyxies qui l'ont seulement affoiblie, et asphyxies qui ne l'ont point altérée sensiblement.

1<sup>o</sup>. *Susceptibilité entièrement anéantie par les asphyxies dans le gaz hydrogène sulfure, par la vapeur du charbon, par la submersion de l'animal suspendu par les pieds de derrière.*

78. LA SUSCEPTIBILITÉ pour les intervalles galvaniques a été anéantie après l'asphyxie par l'*hydrogène sulfure*.

L'animal, qui étoit un *petit cabiai*, a été asphyxié dans l'*espace d'une demi-minute*. Il a été ouvert au bout de cinq minutes : aucune de ses parties ne s'est trouvée susceptible des effets galvaniques ; les muscles étoient livides, le cœur étoit retrécí, dur et sans mouvement.

79. La susceptibilité a été également anéantie par l'*asphyxie dans une atmosphère chargée de la vapeur du charbon*.

*Un petit cabiai*, placé dans une petite chambre avec un fourneau chargé de charbons en ignition, a été complètement asphyxié au moment où les charbons ont paru cesser de brûler, vingt minutes après y avoir été

introduit. Il a été ouvert quinze minutes après l'asphyxie apparente.

Aucun des organes musculaires ne se contractoit, ni par les moyens galvaniques, ni par l'irritation du scalpel. Les oreillettes se contractoient encore quand on irritoit le cœur.

80. Un animal suspendu par les pieds, la tête plongée entièrement sous l'eau, n'a également donné aucun signe de susceptibilité après l'asphyxie.

C'étoit un *lapin*; il a cessé tout mouvement au bout de trois minutes, a été ouvert au bout de cinq. Les muscles n'étoient ni irritables au scalpel, ni susceptibles des excitateurs galvaniques.

Au contact de l'air, le cœur étant mis à nudet dépouillé de son péricarde, l'oreille droite s'est contractée, et le ventricule droit ensuite. La susceptibilité ne s'est pas rétablie.

Ce fait est d'autant plus remarquable, que, comme on le verra, il ne se présente pas également dans les submersions opérées de toute autre manière.

2<sup>o</sup>. *Susceptibilité suspendue par l'asphyxie dans l'acide carbonique pur, sous l'appareil au mercure.*

81. La susceptibilité a paru nulle, mais s'est évidemment rétablie à l'air, après une asphyxie causée par le gaz acide carbonique, retiré de la craie au moyen de l'acide sulfurique..

L'animal étoit un *petit cabiai*. L'asphyxie fut com-

plète *au bout de deux minutes*, et l'ouverture fut faite au bout de cinq. A l'ouverture, les dispositions de l'appareil galvanique ne produisirent pas d'effets sensibles ; mais ces effets se développèrent après quelque temps d'exposition à l'air.

Le même phénomène a eu lieu relativement à l'irritabilité des muscles par le scalpel, et également pour les contractions spontanées du cœur, qui ne battoit pas à l'ouverture de la poitrine, et qui a fini par battre, sur-tout dans ses oreillettes, quelque temps après son exposition à l'air.

Ce même phénomène, relativement au cœur, s'est manifesté dans un autre animal asphyxié *par le même gaz dans l'appareil pneumato-chymique à l'eau*.

Il existe une différence remarquable entre le résultat de cette expérience et celui de l'asphyxie causée par la vapeur du charbon répandue dans l'air atmosphérique. Dans celle-là, la susceptibilité ne s'est point rétablie ; mais il faut aussi remarquer entre l'une et l'autre cette différence, que celle-ci s'est opérée rapidement et en deux minutes, et que l'autre a eu lieu bien plus lentement, et s'est prolongée pendant l'espace de vingt minutes.

*3<sup>e</sup>. Susceptibilité affoiblie, mais non anéantie, dans les asphyxies causées par le gaz hydrogène sulfure ayant perdu partie de son soufre, par le gaz ammoniac, par le gaz azote, par les gaz épousés par la respiration, et dans les animaux qui ont péri par les submersions.*

Plusieurs autres causes d'asphyxies, après l'anéantissement de tous les signes extérieurs de la vie, ont laissé à l'animal un degré de susceptibilité plus ou moins affoibli, mais cependant assez sensible.

82. Le même *gaz hydrogène sulfure*, dont une partie avait déjà servi à une asphyxie dont nous avons parlé, et après laquelle tous les organes musculaires se montrèrent privés de toute irritabilité, servit, deux jours après, à une seconde expérience, *ayant laissé déposer une partie du soufre qu'il tenoit en dissolution*.

Un petit cabiai *y fut asphyxié en une minute* ; l'autre, du même volume et dans le même espace, avoit été asphyxié en une demi-minute. Celui dont nous parlons ici ayant été ouvert au bout de cinq minutes, les muscles parurent moins livides, le cœur également retréci, noir et immobile ; mais les muscles, qui n'étoient presque point irritable au scalpel, se montrèrent assez sensibles aux excitateurs galvaniques. La pièce d'argent qui fut placée sous le muscle fut néanmoins sensiblement sulfurée à sa surface.

On voit ici que la cause de l'asphyxie perd et de son

intensité et de ses effets relativement à la susceptibilité galvanique, en proportion de ce que le gaz se rapproche davantage de l'état du gaz hydrogène pur. On en verra bientôt une nouvelle preuve.

83. L'asphyxie occasionnée par le *gaz ammoniac* a également diminué considérablement la susceptibilité, sans l'anéantir.

*Un petit cabiai*, placé sous une cloche remplie de ce gaz sur l'appareil pneumato-chymique à mercure, a été asphyxié *en moins d'une minute*, et au bout de cinq minutes il a été ouvert.

Les muscles, un peu livides, étoient très-peu irritables au scalpel; le cœur étoit dur, ne battoit pas, et l'oreille droite battoit seule. Néanmoins les muscles paroisoient plus susceptibles de l'influence des appareils galvaniques, que contractiles par l'action des irritans.

84. L'asphyxie, dans une cloche remplie de *gaz azote*, a eu lieu dans un petit cabiai dans l'espace de *cinq minutes et demie*.

A l'ouverture, les muscles ont paru peu susceptibles de se contracter par l'action des intermèdes galvaniques.

Mais ici l'irritabilité, provoquée par la piquure du scalpel, a paru beaucoup plus vive, et les oreillettes du cœur se sont contractées avant et encore plus vivement après l'ouverture du péricarde.

L'air respirable non renouvelé cesse de l'être, et fait périr enfin les animaux dans une véritable asphyxie;

néanmoins les effets sont différens lorsque cette asphyxie arrive dans le *gaz oxygène* ou dans le *gaz atmosphérique*: mais cette différence a offert des proportions auxquelles on n'a voit guère lieu de s'attendre.

85. *Un cabiai, enfermé sous une cloche pleine de gaz oxygène retiré du muriate oxygéné de potasse*, et remplissant une grande partie de la capacité de cette cloche, y est tombé pleinement asphyxié *au bout d'une heure quarante minutes*. Un second, placé dans le même appareil, *l'a été après une heure quarante-cinq minutes*. Dans l'un et dans l'autre, après l'ouverture, on a trouvé les muscles très-peu irritables au scalpel, peu sensibles aux excitateurs galvaniques, et le cœur fort gros, mais absolument sans contraction.

86. Au contraire, dans *un petit cabiai introduit sous une cloche remplie d'air atmosphérique, et asphyxié au bout de vingt-quatre minutes*, on a trouvé les muscles et très-irritables au scalpel et très-susceptibles des influences galvaniques, et le cœur a continué de battre pendant très-long-temps: il battoit encore au bout d'une heure. Cependant, après l'expérience faite dans le *gaz oxygène*, l'air restant dilatoit encore la flamme d'une bougie et la rendoit brillante; et, dans l'expérience faite dans l'air atmosphérique, le gaz restant éteignoit les lumières.

Enfin les effets de la submersion observés dans deux lapins, dont *l'un fut submergé promptement à l'aide de poids suspendus à ses extrémités antérieures*, l'autre

*fit abandonné à lui-même dans une cuve remplie d'eau,* présentent un contraste assez remarquable avec les effets observés dans le lapin dont on avoit plongé la tête sous l'eau en le tenant suspendu par les pieds de derrière, et dans lequel les muscles ne s'étoient montrés nullement susceptibles de l'action des excitateurs galvaniques.

87. Le lapin submergé par les poids *fut asphyxié au bout de trois minutes*, et ouvert au bout de cinq. Après quinze minutes, les mouvements galvaniques étoient encore très-vifs ; mais *ils cessèrent au bout de vingt minutes*.

88. Le lapin abandonné dans la cuve nagea pendant neuf minutes, fut asphyxié *au bout de quatorze*, retiré et ouvert au bout de quinze minutes. Les mouvements galvaniques *cessèrent tout-à-fait après vingt-cinq minutes*.

4°. *Susceptibilité subsistant sans altération après les asphyxies produites par la submersion dans le mercure, par l'effet des gaz hydrogène pur, hydrogène carboné, acide muriatique oxygéné, acide sulfureux ; par la strangulation, par la privation d'air dans la machine pneumatique, par les décharges d'une batterie électrique.*

Parmi les genres d'asphyxie après lesquels l'irritabilité des muscles, et sur-tout leur susceptibilité galvanique, ont paru n'avoir souffert aucune altération, auant que les observations comparatives peuvent nous

permettre cette assertion, on pourroit déjà mettre celle que l'animal a éprouvée *après avoir épuisé l'air atmosphérique ordinaire*, et dont nous n'avons parlé plus haut que pour la rapprocher, par la comparaison, de celle à laquelle un animal semblable a succombé dans un pareil volume de gaz oxygène par.

89. La susceptibilité n'a pas non plus souffert d'altération sensible dans un animal *submergé, en le faisant passer sous une cloche remplie de mercure.*

C'étoit *un petit cabiai* : il fut asphyxié, comme dans les submersions forcées sous l'eau, *au bout de trois minutes* ; il fut retiré au bout de cinq, et ouvert. Les muscles conservèrent à la fois une grande irritabilité au scalpel et une grande susceptibilité dans les expériences galvaniques. Cette propriété s'est soutenue au-delà de trente-cinq minutes, et le cœur battoit également au bout de ce temps.

90. Parmi les asphyxies que causent les gaz différents de l'air respirable, celle que produit *le gaz hydrogène pur* retiré de la limaille de fer par l'acide sulfurique, est celle qui tarde le plus à s'opérer.

*Un petit cabiai*, introduit sous une cloche remplie de ce gaz, *n'a été asphyxié qu'au bout de dix minutes*. Retiré et ouvert au bout de quinze minutes, les muscles de toutes les parties se montrèrent et plus irritables et plus susceptibles des contractions galvaniques, et persévérent plus long-temps dans cet état que dans

toutes les expériences précédentes. Le sang de l'animal étoit épais et ne couloit pas.

Nous ferons observer ici la différence qu'apportent les effets du gaz hydrogène les substances qui y sont dissoutes, et les proportions dans lesquelles elles y sont dissoutes. La comparaison des effets des gaz hydrogènes sulfurés par différentes proportions de souffre, dont nous avons donné ci-dessus les observations, avec l'effet du gaz hydrogène pur, en est une preuve non contestable, et on en va voir une autre dans les effets de la dissolution du carbone dans le gaz hydrogène.

91. *Dans le gaz hydrogène carboné*, retiré, par la distillation, du bois de chêne; *un petit cabiai a été asphyxié en deux minutes*; il a été ouvert au bout de cinq. Toutes les parties musculaires, le cœur, les oreillettes même et le sang, étoient d'un rouge vif d'écarlate. Les muscles se sont contractés très-long-temps, et ont été très-vivement et très-long-temps susceptibles des épreuves galvaniques, dont les plus remarquables, relativement à l'arc animal, ont été répétées avec succès sur cet animal.

92. Sous une cloche remplie de gaz acide muriatique oxygéné, disposée sur l'appareil au mercure, *un petit cabiai* assez volumineux, et remplissant presque la cloche, *fut asphyxié au bout de deux minutes et demie*, retiré et ouvert au bout de cinq. Ses muscles offrent une particularité bien remarquable: *ils ne se contractoient presque point sous le scalpel, et néan-*

*moins ils étoient très-susceptibles des effets galvaniques.* Les ventricules du cœur ne se contractoient point, et les oreillettes se contractoient très-vivement; le sang étoit coagulé dans ses vaisseaux, et la couleur des organes périténrés de sang, et spécialement des poumons, étoit d'un rouge pourpre vif.

93. Ce fut *au bout d'une minute et un quart* qu'un autre *petit cabiai fut asphyxié dans le gaz acide suffrueux* sur l'appareil au mercure. Ce gaz, ainsi que le gaz ammoniac, a fait une forte impression sur les yeux de l'animal, et lui a causé de vives agitations. L'ouverture faite au bout de cinq minutes, les muscles des extrémités ont été trouvés très-irritables au scalpel et très-susceptibles de l'influence galvanique. Mais le cœur, singulièrement dur, contracté, rétréci, d'un rouge vif, noir à la pointe du ventricule droit qui s'est trouvé vuide de sang, ne jouissoit daucun mouvement, même après avoir été exposé à l'air.

94. Un autre *petit cabiai a été étranglé avec une corde*. Après quelques mouvements analogues à ceux qui accompagnent les submersions, il a paru complètement asphyxié au bout d'une minute; au bout de cinq on l'a ouvert. Les muscles se sont trouvés très-irritables au scalpel, et très-susceptibles des effets galvaniques. A l'ouverture d'un des côtés de la poitrine, le bras du côté ouvert s'est aussitôt contracté et s'est serré sur le thorax.

Le cœur gros, volumineux et souple, étoit en repos à l'ouverture de la poitrine. Frappé de l'air, il s'est enfin contracté vivement et précipitamment, d'abord dans l'oreillette droite, puis dans sa totalité.

95. *Un petit cabiai*, placé sous le récipient de la machine pneumatique, fut soumis aux effets que produit dans les animaux la privation de l'air : *l'éprouvette*, après avoir long-temps oscillé et varié, s'est arrêtée, au bout de cinq minutes, à huit lignes. Peu de temps après, l'animal a été ouvert.

Les muscles se sont trouvés très-irritables au scalpel, très-susceptibles des effets galvaniques, le cœur très-contractile, et le sang coulant très-facilement.

96. Enfin l'on a essayé de tuer un *petit cabiai* par des décharges répétées d'une batterie électrique. Comme l'intervalle nécessaire pour recharger la batterie donnait à l'animal le temps de revenir et de résister à son effet, après cinq décharges on prit le parti de lui faire éprouver les décharges plus rapprochées d'une forte bouteille de Leyde : à la septième il a cessé de respirer, à la neuvième toute contraction musculaire a cessé, et les étincelles suivantes n'ont plus excité aucun mouvement dans l'animal.

A l'ouverture, les muscles se sont trouvés très-irritables au scalpel, très-susceptibles des effets galvaniques, et cette propriété s'est soutenue beaucoup plus long-temps que dans toutes les autres expériences comparées. On seroit tenté de croire que dans ce cas la

### susceptibilité galvanique a éprouvé quelques accroissemens.

### *Réflexions relatives à l'effet des asphyxies sur les propriétés galvaniques des animaux.*

Tels sont les résultats que nous avons cru devoir emprunter du procès-verbal des expériences faites à l'école de médecine, sur les effets comparés des asphyxies. On y voit :

1<sup>o</sup>. Que si toutes les asphyxies se ressemblent par la privation d'une atmosphère respirable et la suspension des fonctions du poumon et de la circulation, elles diffèrent beaucoup dans leurs autres effets, selon la nature des substances qui les causent :

2<sup>o</sup>. Que parmi ces causes les unes paroissent agir plus profondément, et pénétrer à la fois toutes les parties des systèmes nerveux et musculaire ; que d'autres au contraire semblent n'avoir qu'une action superficielle et ne produire rien au-delà de l'asphyxie pulmonaire et de ses effets immédiats :

3<sup>o</sup>. Qu'un des changemens les plus remarquables parmi ceux qui ne sont pas bornés aux organes respiratoires, consiste dans les altérations qui éprouve la susceptibilité galvanique, et qu'à cet égard les diverses causes d'asphyxies diffèrent encore considérablement les unes des autres :

4<sup>o</sup>. Que l'état de l'irritabilité musculaire éprouvée par le moyen des corps dont l'action mécanique sollicite

la contraction des muscles en les irritant, ne correspond pas toujours, à beaucoup près, à l'état de leur susceptibilité pour le galvanisme :

5<sup>o</sup>. Enfin, que les causes des asphyxies n'agissent pas de la même manière sur toutes les parties du système musculaire, et que le cœur est très-souvent dans un état très-différent de celui des autres muscles.

Cette matière, féconde plus qu'aucune autre, peut-être, en vues nouvelles et importantes, seraient suscep-tible de beaucoup de développemens; mais nous nous abstiendrons d'étendre plus loin nos réflexions à cet égard. D'abord, avant de poser des principes généraux, il faut que les mêmes expériences aient été répétées plusieurs fois avec un succès à peu près semblable; ensuite nous ne croyons pas devoir anticiper davantage sur les conséquences que la commission de l'école de médecine déduira de ses expériences: les observations relatives au galvanisme n'en forment qu'une portion, dont l'utilité doit ressortir encore plus au milieu d'un plus grand ensemble.

#### A R T I C L E V.

##### *Premiers essais de comparaison entre les phénomènes galvaniques et les phénomènes électriques.*

Mais la différence qui distingue l'action plus ou moins immédiate de l'électricité naturelle ou artificielle sur les organes nerveux et musculaires, des expériences qui constituent essentiellement le galvanisme, on sait

que c'est en observant les mouvements des grenouilles à une certaine distance d'une machine électrique dont on tiretait des étincelles, que le docteur Galvani fut comme involontairement conduit à la découverte qui occupe les physiciens depuis environ dix années.

Nous avons donc cru devoir examiner l'étendue de l'influence électrique sur les animaux que nous allions soumettre aux expériences galvaniques, avant d'éprouver les effets de l'une de ces influences sur les phénomènes de l'autre, et sur la susceptibilité des animaux pour les instruments qui la dirigent.

##### *Susceptibilité des animaux pour les influences électriques.*

97. Nous avons pris une grenouille que nous avons placée dans diverses situations et à différentes distances d'une très-grande machine électrique mise en activité, et dont on tiretait, au moyen de divers excitateurs, de fortes étincelles;

L'animal étant entier et non isolé (§. I, exp. 1):

Il n'éprouva aucun effet, en quelque situation qu'on le mit.

98. L'animal fut ensuite écorché, les nerfs lombaires furent mis à nud, et la colonne vertébrale divisée du bassin au-dessous de l'origine de ces nerfs;

En cet état on le plaça sur une feuille de plomb débordant un plateau de glace qui servoit de support;

Un des assistants tenoit le plateau, appuyant le doigt sur la feuille de plomb;

*Une chaîne communicante traitoit d'terre* (§. I, exp. 2) :

A chaque étincelle partant du globe conducteur, l'animal éprouvoit des secousses convulsives, même à une distance de *huit à dix mètres* de la machine.

99. Ayant *supprimé la chaîne communicante* (§. I, exp. 3),

L'animal cessa d'éprouver les mêmes effets.

100. Ayant rétabli la chaîne de communication avec le sol, et un des assistants ayant étendu la main fort près de la grenouille, du côté d'où partoient les étincelles (§. I, exp. 4) :

Les secousses convulsives n'eurent point lieu.

101. Ayant dirigé sur l'animal une *pointe métallique* dans la même direction, en écartant la main, pour ne plus opérer d'interruption dans la direction de l'animal à la machine (§. I, exp. 5) :

L'animal a de nouveau éprouvé les convulsions comme précédemment, au moment où partoient les étincelles électriques.

Ces expériences nous faisoient connoître jusqu'à quel point les animaux, dépouillés de l'enveloppe naturelle de leur épiderme, devenoient sensibles aux variations électriques qui s'opèrent autour d'eux dans l'atmosphère qui les environne.

Et néanmoins les expériences précédemment rapportées

tées nous ont déjà montré que l'atmosphère électrique ne changeoit sensiblement rien aux résultats des expériences galvaniques. (*Voyez art. III, n°. 69.*)

Elles nous ont cependant appris aussi que l'étincelle électrique réveilloit efficacement la susceptibilité galvanique, éteinte dans l'animal épousé par une suite d'épreuves. (*Voyez art. IV, n°. 70.*)

*Comparaison de la susceptibilité pour l'électricité, avec la susceptibilité pour le galvanisme.*

Nous avons ajouté à ces premiers essais l'expérience suivante.

102. Le plateau d'un électrophore étant déchargeé, de manière à faire encore mouvoir très-sensiblement l'électromètre à cadran;

*Les instruments galvaniques agissant encore très-sensiblement et très-fortement sur la grenouille;*

*La grenouille ayant été approchée du plateau de l'électromètre jusqu'au contact* (§. XVII, exp. 1) :

Elle n'a donné aucun signe qui puisse faire présumer qu'elle fut affectée par l'électricité subsistante dans le plateau.

Cette expérience démontre du moins ceci, c'est qu'il existe des quantités d'électricité très-sensibles et très-appreciables par les électromètres ordinaires, quoique très-imparfaits, qui ne font plus d'effet sur une gre- nouille sur laquelle le galvanisme conserve néanmoins toute son influence.

## RÉFLEXION.

Ce fait, celui des atmosphères électriques (*art. III*, n°. 69); les expériences faites sous l'eau avec le même succès que dans l'air, déduction faite de l'effet inévitable de la résistance du milieu; les résultats des expériences faites avec les supports identiques et avec l'arc excitateur composé ou d'une seule pièce ou de métaux semblables, présentent naturellement des conséquences qui nous semblent, sinon détruire, du moins infirmer en partie la théorie de M. Volta sur l'influence des électricités respectives des métaux sur les phénomènes du galvanisme. On verra, dans l'article suivant, quelques expériences sur la propriété non communicatrice de certaines substances éminemment conductrices de l'électricité, qui semblent fortifier les doutes qu'on peut éléver sur l'identité du principe de l'électricité et du galvanisme.

Cependant ce seroit sans doute trop précipiter son jugement que de présenter ces raisons autrement que comme des motifs de doute: des expériences plus multipliées et répétées conformément aux procédés de l'auteur, dont nous avons aujourd'hui une connaissance plus étendue, nous donneront peut-être lieu de tirer d'autres conclusions, et de confirmer au contraire les observations d'un savant dont nous connaissons les lunières, et qui a acquis une juste célébrité par des services rendus aux sciences et à l'humanité.

## ARTICLE VI.

*Expériences supplémentaires faites sous les yeux des commissaires Par M. Humboldt, et relatives à plusieurs des épreuves contenues dans les articles précédents.*

Nous réunissons dans ce dernier article les expériences que M. Humboldt a eu la complaisance de faire avec nous. Il nous en a annoncé plusieurs autres dont le succès ne peut être obtenu dans cette saison: nous nous proposons de les répéter dans un temps convenable.

Nous disposerons les premières dans un ordre correspondant aux matières traitées dans les articles précédens; nous annoncerons comme objets de vérification les principaux résultats des autres.

*Effet des moyens galvaniques sur les mouvements du cœur.*

Les parties que nous avons soumises à nos précédentes expériences sont spécialement celles dont les mouvements sont appelés volontaires. Plusieurs physiciens avoient assuré que les expériences galvaniques n'avoient aucun succès sur le cœur et les autres muscles, dont les contractions sont indépendantes de la volonté, L'expérience suivante prouve le contraire.

103. On a séparé le cœur d'une grenouille des parties environnantes; on l'a placé sur un plateau de verre.

On a laissé écouler un temps suffisant pour que les mouvements, revenant toujours à des intervalles sensiblement égaux, fussent cependant très-ralentis.

Au moment où une contraction venoit de s'achever, la base du cœur étant en contact avec une lame de zinc,

On a porté un communicateur d'argent de cette lame de zinc à un des bords du ventricule :

Dans le moment du contact il s'est fait une contraction, et le mouvement du cœur a paru notablement accéléré.

M. Humboldt assure que la même susceptibilité se démontre dans l'estomac du limaçon et dans divers autres organes dont les mouvements ne sont pas dirigés par l'influence de la volonté.

#### *Effet de la ligature des nerfs.*

Nous avons dit (*art. I<sup>e</sup>, n<sup>o</sup>. 8, et procès-verbal, § XII, exp. 2*) que la ligature du nerf d'une grenouille n'interceptoit pas les effets du galvanisme : ce fait est constant, tant qu'il se trouve entre la ligature et les chairs musculaires une portion de nerf à découvert.

Mais si la ligature et la portion de nerf qui est au-dessous sont comprises dans les chairs et environnées par elles, l'effet cesse complètement.

Voici l'expérience qui le démontre.

104. Après avoir fait l'épreuve telle qu'elle a été décrite dans le premier article de ce rapport, et avec le même succès,

On a ramené les chairs sur la ligature, ayant bien soin que la portion inférieure du nerf et la ligature y fussent exactement enfermées, sans aucun intervalle où l'air extérieur pût pénétrer.

L'extrémité supérieure du nerf étant posée sur une lame de zinc, le communicateur d'argent porté du zinc à la chair musculaire:

La convulsion n'a plus eu lieu.

La ligature découverte de nouveau, et la communication établie,

La convulsion s'est de nouveau manifestée.

La ligature enveloppée de chairs musculaires, déchée de manière que la portion du nerf comprise entre cette ligature et la cuisse fut à découvert:

La convulsion a également eu lieu au moment de la communication.

*Effet des substances évaporables admises dans différentes parties de l'arc excitateur, et de la symétrie établie ou détruite entre les parties qui forment les extrémités de cet arc.*

Nous avons observé que, dans les circonstances un peu défavorables au succès des épreuves galvaniques, un arc exciteur dont les extrémités ou les supports étoient

formes de métaux identiques, ne produissoit aucun effet.

(Art. II, n°. 29.)

Le jour choisi pour nos expériences avec M. Humboldt, les grenouilles se trouvoient également peu sensibles à celles des épreuves galvaniques qui présentent quelque difficulté.

105. Le nerf étant donc placé sur une pièce d'argent, cette pièce étant recouverte d'une lame de zinc ;

Un communicateur d'argent touchant d'une part au

zinc et de l'autre au muscle ;

La chaîne de l'arc excitateur étant par conséquent terminée à ses deux extrémités par un même métal :

Il ne s'exécutoit, ainsi que nous l'avions observé, aucun effet galvanique.

106. Alors, sans changer les deux extrémités de cette chaîne, M. Humboldt souffla sur le zinc, qui fut aussitôt couvert de la vapeur condensée de son haleine. Portant alors l'un des bouts du communicateur d'argent sur le zinc humecté, et l'autre bout sur le muscle,

La convulsion eut lieu au moment du contact.

Un morceau de chair humide étant placé sur la lame de zinc, et le communicateur d'argent porté de la chair au muscle,

Le même effet a eu lieu.

Le même morceau de chair placé non plus entre le morceau de zinc et le communicateur, mais entre le support du nerf et le zinc ;

Le communicateur porté du zinc au muscle :

La convulsion eut également lieu.

Mais si l'on plaçoit à la fois un morceau de chair humide, d'une part entre la pièce d'argent et le zinc, de l'autre part aussi entre le zinc et le communicateur d'argent,

L'effet cessoit aussitôt d'avoir lieu.

Et cependant si alors, au lieu de porter le communicateur d'argent à l'endroit de la chair, on le portoit à côté, sur le zinc même,

L'effet aussitôt se renouveloit.

En sorte que l'on *rétablissait* ou l'on *annulloit* à volonté l'efficacité de l'arc excitateur, malgré l'identité des supports et sans changer aucunement les extrémités de cet arc. Il suffissoit pour cela de changer seulement les rapports des matières intermédiaires, c'est-à-dire, *d'en rompre ou d'en rétablir, de part et d'autre, la symétrie*, et par là peut-être ( si l'on nous permet de hasarder ici une expression de théorie ) l'équilibre respectif de ces extrémités.

On reproduissoit en effet les effets galvaniques en plaçant la chair musculaire d'un côté seulement; soit la lame de zinc; soit du côté du muscle, entre la lame de zinc et le communicateur d'argent.

On les annulloit au contraire en plaçant les mêmes

morceaux de chair symétriquement entre l'une et l'autre extrémité d'argent et le zinc placé entre deux. La même alternative se manifestoit également, quelle que fût la série successive de pièces métalliques différentes placées entre les deux extrêmes toujours formées d'un même métal.

M. Humboldt nous a assuré que, quelle que fût la nature des matières ainsi interposées, pourvu qu'elles fussent humides et évaporables, elles produisoient le même effet; *l'eau*, *l'éther*, *l'alcool*, etc., faisant la même chose que *l'haléine* et *la chair humide*.

Il nous a dit également qu'en accélérant la vaporisation de ces matières, on augmentoit l'effet obtenu, et qu'ainsi un arc excitateur terminé par des supports identiques, et sans efficacité par cette disposition, reprendoit son efficacité avec une vivacité remarquable si, au lieu d'humecter seulement une des lames ou un des côtés de la lame intermédiaire, on la faisoit chauffer pour l'humecter ensuite.

#### *Atmosphères galvaniques.*

Nous avons observé que l'interruption des différentes parties de l'arc excitateur et de l'arc animal arrêtoit la propagation des effets galvaniques. (*Voyez art. I, n° 10, et art. II, n° 47 ; et le procès-verbal, §. IV, exp. 5 ; §. III, exp. 3 ; §. XIV, exp. 2.*) Cela est constant. On observe cependant, à ce qu'assure M. Humboldt, dans les circonstances les plus favorables aux expériences galvaniques,

que cette interruption n'est pas telle, que les effets ne se rétablissent à une distance plus ou moins rapprochée des parties de l'animal, sans cependant que le rapprochement aille jusqu'au contact ; et les distances efficaces peuvent, dit-il, être d'autant plus grandes que les circonstances sont plus favorables ; au contraire elles diminuent d'épendue à mesure que l'animal s'épuise et se fatigue. Ce phénomène, qu'on obtient quelquefois sensiblement dans l'air, a lieu bien plus évidemment encore dans l'eau, comme l'expérience suivante le prouve.

107. Une cuisse de grenouille a été placée au fond lame de zinc. Le communicateur étoit d'argent et à deux branches réunies par une charnière. L'une des branches touchoit d'un bout le zinc, et son autre extrémité étoit hors de l'eau ; cette seconde branche fut rapprochée de la surface de l'eau :

Au moment du contact de l'eau la cuisse est entrée en convulsion.

Un instant après, la même branche cessa d'exciter le même mouvement au contact de la surface du liquide. Elle fut plongée à une profondeur de quelques centimètres :

Alors la cuisse entra de nouveau en convulsion. A chaque reprise on étoit obligé d'augmenter le rapprochement, jusqu'à ce que l'on ne pût plus provoquer les convulsions que par le contact immédiat de l'extrémité du communicateur et des muscles de la cuisse.

M. Humboldt nous a ajouté que l'interposition d'une lame de verre entre le communicateur et la cuisse pouvoit intercepter l'effet, qui se reproduisait en retenant cet obstacle. Nous n'avons pas été témoins de ce phénomène.

Il est évident qu'ici l'eau n'agit pas comme commutateur, mais comme milieu à travers lequel se transmettent les influences ou les émanations galvaniques. C'est ce que M. Humboldt appelle *l'expérience des atmosphères*.

*Substances éminemment conductrices de l'électricité et suspendant néanmoins la commotion galvanique.*

Nous avions observé (*art. II, §. III, n°. 47 ; et procès-verbal, §. III, exp. 5 ; §. XIX, exp. 4, 11 et 18*) que la comparaison des substances qui communiquent ou interceptent les effets galvaniques, présentoit un rapport de nature qui s'accordoit, dans la plupart, avec les propriétés conductrices ou isolantes de chacune pour l'électricité. Cette analogie, parfaite pour un grand nombre, se dément sensiblement dans d'autres ; et parmi celles même qui sont les plus excellens conducteurs de l'électricité, on en trouve qui interceptent absolument les effets galvaniques.

108. Une lame de zinc en contact, d'une part, avec le nerf d'une cuisse de grenouille, fut plongée par l'autre bout dans la flamme d'une bougie ; d'une autre part, le communicateur d'argent, plongé d'un bout dans la même

flamme, mais sans être en contact avec le zinc, fut porté par l'autre bout sur le muscle de la grenouille :

La convulsion n'avoit point lieu.

Si l'on portoit le bout du communicateur sur la lame de zinc,

Au moment même la convulsion avoit lieu.

La flamme est reconnue pour une des substances les plus conductrices de l'électricité.

109. Un os d'animal, fort sec, après avoir été mis en contact avec le sommet d'un électromètre de Saussure, et ayant donné les signes d'une propriété conductrice très-forte pour l'électricité,

Fut placé entre la lame de zinc sur laquelle portoit le nerf de l'animal, et le communicateur d'argent, que l'on portoit sur le muscle :

Les effets galvaniques n'avoient point lieu dans l'arc ainsi disposé.

Le communicateur étant porté sur le zinc sans l'intermédiaire de l'os, les effets galvaniques se manifestoient aussitôt.

M. Humboldt nous a assuré que l'on trouvoit la même propriété d'intercepter les effets galvaniques dans le *vide de Toricelli*, dans la *vapeur de l'eau*, et dans le *verre chauffé jusqu'à rougir*, qui tous, ainsi que la flamme, sont mis au nombre des excellens conducteurs de l'électricité.

*Influence comparée de l'électricité sur l'électromètre et sur les organes nerveux et musculaires.*

Une dernière expérience a encore été faite sous nos yeux ; et quoique les conséquences que l'on peut tirer de son résultat ne nous paroissent pas d'une évidence frappante , comme elle tient de plus ou moins près à la comparaison des effets du galvanisme et de l'électricité sur les animaux , nous ne la passerons pas sous silence.

110. On a , d'une part , l'appareil que l'on nomme électromètre de Saussure ; de l'autre , une cuisse de grenouille préparée à l'ordinaire , comme pour les expériences galvaniques , et isolée sur un plateau de verre .

On prend un tube de verre qu'on électrise en le frottant dans la main ou de toute autre manière .

On l'approche du sommet de l'électromètre ; les boules s'écartent fortement et annoncent une grande sensibilité .

On le porte ensuite sur la cuisse préparée : elle est parfaitement insensible .

On prend ensuite le même tube , auquel on adapte , à son extrémité , un bouton de métal ; on le frotte , mais beaucoup moins que la première fois .

On l'approche de l'électromètre : les boules ne s'écartent que très-peu .

On le porte ensuite sur la cuisse préparée : elle entre en convulsion .

On observe donc dans ces deux cas une disparité

évidente entre les effets comparés du tube électrisé sur l'électromètre et sur la cuisse ; mais comme cette disparité d'effets est sensiblement déterminée dans le second cas par la différence résultante de l'état électrique du tube et de la charge reçue par le bouton de métal , il est concevable que la décharge qui doit se faire alors sur le nerf et le muscle réveille en eux une susceptibilité qui ne se développoit pas également dans la première expérience .

*Indications d'autres expériences annoncées par M. Humboldt, et dont les résultats méritent d'être considérés par des épreuves spéciales.*

A ces expériences que M. Humboldt a faites en notre présence , il a joint l'indication de beaucoup d'autres dont la plupart ne pouvoient être faites dans la saison où nous nous trouvons :

1<sup>o</sup>. Parce qu'elles supposent dans l'animal une grande susceptibilité ;

2<sup>o</sup>. Parce que le temps où cette susceptibilité est la plus grande , se rencontre à la fin de l'hiver et au commencement du printemps , temps où l'animal sort de son engourdissement et où il est près de s'accoupler . Passé ce temps , et l'accouplement fini , la susceptibilité diminue . M. Humboldt assure que dans le temps de l'accouplement la susceptibilité est , toutes choses égales , avec lesquelles il embrasse et serre la femelle , que dans

les extrémités postérieures ; qu'en tout temps elle est en général plus grande dans les femelles que dans les mâles, et spécialement dans les extrémités postérieures.

Il est des expériences qui ne réussissent que dans les temps de la plus grande susceptibilité. Voici en général les faits qu'il nous a annoncés, et que nous nous proposons de vérifier dans les temps convenables :

1<sup>o</sup>. L'on peut réduire les moyens de communication du galvanisme à une beaucoup plus grande simplicité, et non seulement en obtenir les effets avec un seul métal, mais avec des substances animales seules, avec son extrémité avec la surface du muscle auquel il se distingue, ou réciproquement en flétrissant les parties et en mettant leurs organes musculaires en contact avec les troncs nerveux dont ils reçoivent les rameaux.

2<sup>o</sup>. On est parvenu même, dans des circonstances très-favorables, à provoquer les convulsions galvaniques sans former le cercle de communication, et seulement par le contact de métaux dont la série aboutissoit au nerf de la partie soumise à l'expérience.

3<sup>o</sup>. La durée de la susceptibilité de l'animal est différente suivant les temps : elle est beaucoup plus durable dans le printemps ; elle se conserve alors plusieurs jours, et elle se soutient même encore quand les chairs commencent à se flétrir et même à répandre de l'odeur.

4<sup>o</sup>. M. Humboldt a observé comme nous (*art. II, §. VI, nos. 54, 55, 56*; et *procès-verbal*, §. III, exp. 2 et 4; §. XI, exp. 2 et 3) que l'étendue des surfaces des parties

de l'arc excitateur avoit une influence sur l'intensité des effets ; mais il a remarqué de plus que ce rapport, très-évident dans les parties de l'arc qui touchent le muscle, ne l'étoit pas de même dans celles qui touchent le nerf.

5<sup>o</sup>. Il a vérifié ce que nous avons indiqué dans une de nos expériences (*art. III, n°. 61*; et *procès-verbal*, §. XVIII, exp. 3 et 4), que, dans les grenouilles foibles, il n'est pas indifférent d'opérer le contact du communicateur en commençant par le nerf ou par le muscle, et que la communication faite alors du muscle au nerf, en commençant par le muscle, se trouvoit efficace, lorsqu'elle étoit sans effet en commençant du côté du nerf.

6<sup>o</sup>. Il nous a indiqué un grand nombre de particularités sur les propriétés respectives de quelques substances relativement à la communication galvanique. Les détails en seroient trop longs pour ce moment ; nous ne les donnerons que quand nous les aurons vérifiés par l'expérience. Nous observerons seulement ici qu'il regarde *le sang* comme un des communicateurs les plus efficaces du galvanisme.

7<sup>o</sup>. Les expériences qui se font sur l'homme même, et dans lesquelles on excite des sensations remarquables dans différens organes, se peuvent faire par le moyen de toute communication galvanique établie entre les parties les plus distantes revêtues d'un épiderme très-mince, et, par exemple, de l'extrémité inférieure du canal intestinal aux organes de la bouche ; en sorte que, suivant les dispositions des extrémités de l'arc, on excite à la fois la sensation d'un éclair lumineux, d'une

savent piquante, d'un léger trouble dans les entrailles, et même, chez les personnes sensibles, des évacuations réitérées.

8°. Dans les parties dénudées d'épiderme au moyen de vésicatoires, on fait, par les moyens galvaniques dirigés d'une partie à l'autre, palper les muscles; on excite des sensations douloureuses; on provoque la sortie plus abondante d'une sérosité qui se colore en rouge, et qui prend un degré de causticité capable d'exciter l'érysipèle sur les parties saines, et de leur imprimer une trace rouge plus ou moins durable.

9°. Un communicateur galvanique dont les deux bouts aboutiroient à des grenouilles préparées, même retenues en grand nombre, à ses deux extrémité, ne feroit éprouver aucune sensation à un homme dont les parties les plus sensibles, et couvertes du plus mince épiderme, seroient comprises dans la chaîne de ce communicateur; mais si les bouts de la chaîne vont communiquer à des parties dépouillées d'épiderme d'un autre homme, au moment où celui-ci éprouve les spasmes galvaniques, toutes les personnes qui entrent dans le cercle de communication par quelques parties très-sensibles, éprouvent des sensations variées suivant la nature des organes compris dans l'arc excitateur.

10°. Ces sensations deviennent très-obtuses, ou même s'annulent, lorsque les personnes sont affectées de catarrès ou de rhumatismes.

11°. M. Humboldt assure encore, contre l'opinion reçue, que les commotions excitées par le *gymnotus*

*electricus* sont de nature galvanique et non électrique; ce qui se peut constater par le moyen des substances à la fois isolatrices de l'une, et conductrices de l'autre de ces influences, et parce que, suivant M. Humboldt, les secousses données par cet animal sont singulièrement affoiblies et deviennent presque insensibles pour ceux qui sont affectés de catarre ou de rhume.

12°. M. Humboldt, pour découvrir au microscope et distinguer les filets nerveux des autres parties de forme analogue dans la dissection des petits animaux, s'est servi, dir-il, avec avantage de deux aiguilles de différents métaux, disposées convenablement. L'effet produit au moment de la communication lui démontroit la nature des parties sur lesquelles il étoit indécis, et lui a fait développer avec facilité le système nerveux dans des dissections très-embarrassées et très-difficiles.

#### RÉFLEXIONS ET CONSÉQUENCES GÉNÉRALES.

Les expériences dont nous venons de donner le détail, et les réflexions auxquelles ces expériences nous ont conduits, et que nous ne répéterons pas ici, peuvent déjà offrir à l'Institut une idée suffisante des principales propriétés qui caractérisent le galvanisme; elles lui présentent, avec le tableau de ce que nous avons fait pour répondre à sa confiance, celui de ce qui nous reste à tenter pour compléter la vérification de ce qu'ont déjà fait à cet égard les physiciens étrangers; elles démontrent à ses yeux la perspective d'un vaste champ d'ob-

bservations, dans lequel un système nouveau de phénomènes semble développer sous un autre jour l'ensemble des êtres doués de la vie, du sentiment et du mouvement.

Il y voit que les phénomènes galvaniques nous démontrent dans l'organisation animale un principe dont la nature sera long-temps peut-être inconnue, mais dans lequel réside évidemment l'essence des rapports mutuels du système nerveux et du système musculaire.

Il voit dans la manière dont se propagent les effets de ce principe entre les parties vivantes, dans sa marche et la rapidité instantanée de son influence, dans les moyens artificiels de communication auxquels il obéit, dans les rapports de cette communication avec deux ordres de substances, dont les unes la transmettent et les autres la suspendent, les apparences d'une analogie sensible entre le galvanisme et l'électricité.

Cette analogie semble prendre une nouvelle force de la distance plus ou moins remarquable à laquelle l'influence galvanique paroît s'étendre à la surface des corps, en les environnant d'une sorte d'atmosphère dont l'étendue est dans des rapports directs avec l'intensité de cette influence et avec la nature plus ou moins communicatrice des milieux à travers lesquels ses émanations se propagent.

Elle se fortifiera encore plus par la vérification de l'expérience par laquelle M. Humboldt, au moyen des sensations et des mouvements excités à la fois dans plusieurs personnes liées entre elles dans un même cercle gal-

vanique, démontre la transmission de cette influence par les différentes parties de l'arc exciteur.

Mais, quelle que puisse être cette analogie, on voit aussi qu'elle est loin de présenter encore les caractères d'une identité parfaite, et cette identité ne paraîtra peut-être compatible ni avec la persistance des phénomènes galvaniques au milieu des atmosphères électriques, ni sur-tout avec les propriétés respectives des substances qui sont à la fois conductrices de l'une et isolatrices de l'autre de ces influences.

Au reste, de quelque nature que soit ce principe, les expériences qui nous le démontrent nous présentent encore avec une nouvelle évidence un phénomène de l'économie animale déjà connu, mais que l'on appréciera désormais mieux que l'on ne l'a pu faire jusqu'à présent ; c'est que les caractères de la vie peuvent subsister isolément dans les différentes parties de l'animal long-temps au-delà du terme où la vie du tout est détruite, et où l'animal cesse d'exister, parce que les fonctions qui entretiennent l'harmonie du tout et des parties, la respiration et la circulation, cessent de s'accomplir.

Ce n'est pas tout : en nous faisant connaître plus complètement les effets des causes qui interceptent ces fonctions, et qui suspendent ou anéantissent la vie de l'animal en l'asphyxiant, les phénomènes galvaniques nous font découvrir entre leurs facultés déletères des distinctions dépendantes de la différence des atteintes que ces causes portent aux facultés vitales, et dont les degrés se rapportent non seulement à l'intensité, mais

encore à la nature de leur action ; et cette connoissance ne peut-elle pas un jour nous conduire à perfectionner et le diagnostic et le traitement des *asphyxies* ?

Malgré les espérances que font nécessairement concernant ces vues et ces rapprochemens, d'autres observations nous arrêtent et circonscrivent les conséquences que de grandes analogies sembloient autoriser. L'Institut, en effet, peut voir dans la série de faits que nous lui avons exposés, et particulièrement dans la persistance des phénomènes galvaniques malgré la ligature ou la section du nerf, dans la communication des mêmes effets entre des nerfs et des muscles pris de parties et d'animaux différens, une marche qui ne paroît pas s'accorder avec celle qui, dans l'ordre naturel, règle l'influence des organes nerveux sur les organes musculaires, puisque, dans l'animal vivant, cette influence est inséparable de l'intégrité et de la continuité des nerfs.

D'ailleurs il voit également combien les moyens artificiels à l'aide desquels nous donnons naissance aux phénomènes galvaniques, nous laissent encore loin de ceux que la nature emploie pour déterminer, modifier et diriger les mouvements de l'économie animale.

Et cependant, lorsque l'on considère dans les essais de l'art la manière dont cette influence opère à la fois et le développement des sensations et l'exercice des mouvements, on ne peut s'empêcher d'entrevoir dans l'assemblage formé par la nature des systèmes nerveux et musculaire, et dans leurs rapports avec les systèmes sanguin et lymphatique, un ensemble d'appareils dont

les fonctions respectives peuvent encore se présenter à nous sous des faces jusqu'à présent inconnues, et donner un jour naissance à une physiologie toute nouvelle, en nous mettant à portée de saisir, d'apprécier et peut-être de calculer ce principe moteur qui constitue l'élément essentiel et distinctif de la physique des corps organisés et vivans.

Au milieu de cette foule de considérations nouvelles, ce qu'il y a de plus difficile et cependant de plus nécessaire, n'est pas d'esquisser une théorie spécieuse ou probable, c'est sur-tout de mettre un frein à son imagination, et de la retenir dans les routes circonscrites de l'expérience et de la démonstration ; mais si quelqu'un doit principalement s'imposer la loi de cette prudente réserve, ce sont ceux qui, comme nous, se trouvent chargés de rendre compte de leurs travaux à une société d'hommes réunis pour procéder à la recherche de la vérité en la débarrassant et des prestiges de l'enthousiasme et de l'illusion des fausses apparences. Nous ne nous livrerons donc pas ici à la discussion des différents systèmes déjà proposés : nous nous contenterons d'avoir exposé les faits constatés par nos expériences, et les conséquences principales qui résultent de leur comparaison ; conséquences qui, lorsqu'elles sont rigoureusement déduites, doivent être regardées comme un second ordre de faits dont les premiers garantissent la certitude.

## A R T I C L E I I.

*COMPTE RENDU à la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national, des premières expériences faites en floréal et prairial de l'an 5, par la commission nommée pour examiner et vérifier les phénomènes du galvanisme,* page 1

## A R T I C L E P R E M I E R.

*Des parties essentielles de l'arc animal dans le cercle galvanique, et des dispositions de ces parties entre elles,*

4

*Divers rapports, dans l'arc animal, des nerfs aux muscles auxquels ils se distribuent,*

5

*Nerfs liés ou coupés, la ligature ou la section comprises entre les extrémités de l'arc,*

8

*Nerfs pris de différentes parties et de différents animaux associés et réunis dans le même arc,*

10

*Le nerf seul ou le muscle seul étant compris entre les extrémités de l'arc excitateur,*

11

*Interposition de morceaux de chairs, etc. dans l'arc animal,*

13

*Expériences faites sur l'animal revêtu de sa peau et de son épiderme,*

ibid.

*Des parties de l'arc excitateur, de la nature et des dispositions des parties entre elles,*

17

*§. Ier. Expériences faites avec les substances métalliques,*

19

*1<sup>o</sup>. Du nombre et de la diversité des pièces métalliques,*

20

*Arc excitateur de plus de trois métaux différents,*

ibid.

*Arc formé de trois métaux différents,*

ibid.

*Arc de deux métaux en deux pièces,*

ibid.

*Arc de deux métaux en trois pièces,*

24

*Arc excitateur formé d'un seul métal,*

25

*2<sup>o</sup>. Expériences faites avec des alliages métalliques, dans différentes proportions; des amalgames; différentes combinaisons métalliques et différents genres de métaux minéralisés, et leurs oxydes: Alliages,*

26

*Métaux frottés les uns contre les autres,*

29

*Carbures, sulfures, phosphures métalliques,*

31

*Oxides métalliques,*

32



§. II. Charbon et substances charbonneuses,	page 33
§. III. Substances idio-électriques,	34
§. IV. Eau et substances humides,	35
§. V. Substances animales,	36
§. VI. Étendue des surfaces des parties de l'arc excitateur,	38
§. VII. Rapports des facultés excitatrices entre les différentes parties de l'arc excitateur,	40
RÉFLEXIONS sur les expériences contenues dans l'article II,	43

## ARTICLE III.

*Des causes étrangères à la composition du cercle galvanique, et des deux arcs qui le composent, et qui néanmoins ont une influence évidente sur le succès des expériences,* 46

§. I <sup>er</sup> . État dans lequel se trouvent les parties de l'animal,	47
§. II. Influence du mode de contact sur le succès des expériences,	48
1 <sup>o</sup> . Alternant le contact d'un support ou d'une partie à l'autre,	ibid.
2 <sup>o</sup> . A l'approche ou à la retraite du communicateur,	49
3 <sup>o</sup> . Rapidité du contact ou de la retraite du communicateur.	50