nächstens in einer dazu bestimmten Abhandlung mehr Auskunft zu geben suchen.

Auf Veranlassung seiner Versuche über die Erschütterung des Quecksilbers in der galvanischen Kette erzählt *Ritter,* dasz das Quecksilber auf der Oxygenseite weniger flüssig, auf der Hydrogenseite aber mehr flüssig schien. Ich habe diesen Versuch wiederholt, und vollkommen bestättigt gefunden. Um aber mich, oder richtiger andere, noch vollkommner zu überzeugen, wählte ich ein Bleyamalgam, welches in warmem Wasser sich geschmolzen erhielt. Das Wasser mit dem Amalgam liesz ich in der electrischen Kette nach und nach erkalten, wodurch das Amalgam auf der Seite, welche Oxygen gab früher erstarrte, als auf der Seite welche Hydrogen gab. *Ritter's* Entdeckung wird also hiedurch noch weit mehr bestättigt. Auch stimmt dieses Phänomen mit zwey andern Entdeckungen desselben Physikers vollkommen überein. Er fand nähmlich, dasz bey den Funkenversuchen die Metallblättchen auf der Oxygenseite verbrannten, auf der Hydrogenseite aber schmolzen. Und bey seinen physiologisch-galvanischen Versuchen fand er, dasz der Hydrogenpol ein Wärmegefühl erweckt, der Oxygenpol aber nicht, sondern oft ein entgegengesetztes Gefühl hervorbringt.

---

# EXPÉRIENCES SUR UN APPAREIL A CHARGER D'ÉLECTRICITÉ PAR LA COLONNE ÉLECTRIQUE DE VOLTA

PAR M. RITTER, A JENA

PRÉSENTÉES A L'INSTITUT NATIONAL PAR J. C. ORSTED,[1] DOCTEUR A L'UNIVERSITÉ DE COPENHAGUE.

(JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE, D'HISTOIRE NATURELLE ET DES ARTS. TOME LVII. P. 345—368 PARIS. BRUMAIRE AN 12 (= 1804))[2]

La découverte de la pile électrique nous offre un appareil qui, par la quantité d'électricité qu'il dégage, surpasse les machines les plus fortes qu'on ait imaginées jusqu'ici. Cette découverte in-

[1] [Oersted]. [2] [Ce mémoire et les trois suivants du »Journal de physique« existent en danois dans »Nyt Bibliothek for Physik, Medicin og Oeconomie«. Bd. 8. P. 52—79. Kjøbenhavn 1805].

vitoit à une autre; il falloit chercher un appareil capable de recevoir autant d'électricité que celui de *Volta* peut en produire. C'est ce qui a réussi au célèbre *Ritter* à qui la physique est redevable de tant de lumières. Il a trouvé un appareil à charger, dont la *capacité* électrique surpasse autant celle de la plus grande batterie électrique, que la *productivité* de la pile surpasse celle de la plus grande machine électrique.

Avant de donner la description de cette découverte, je rappellerai une observation antérieure du même physicien, laquelle a servi de base à celle dont il s'agit ici.

L'auteur avoit déja observé qu'un corps animal, qui a été pendant quelque temps dans l'arc galvanique, passe en le quittant de l'état où il étoit quand il faisoit partie de l'arc, à l'état opposé; de sorte que le côté qui, durant la communication, étoit positif, devient après négatif *et vice versâ*. Il trouva, il y a plus de deux ans, que la nature inorganisée est sujette à la même loi. Il mit un tuyau de verre rempli d'eau et pourvu à chaque bout d'un fil d'or en contact avec la pile électrique qui en faisoit dégager les gaz oxygène et hydrogène comme à l'ordinaire; sitôt que la communication avec la pile fut rompue, le fil qui avoit dégagé du gaz oxygène, commençoit à dégager de l'hydrogène, *et vice versâ*. J'ai plusieurs fois été témoin de ce phénomène chez l'auteur. Il restoit à examiner si ces phénomènes d'inversion dans des corps hors de l'arc étoient susceptibles d'un accroissement de force par la même espèce de réunion qui en ajoute tant aux autres actions galvaniques. Pour cet effet il mit un fil d'or composé de deux pièces en communication avec deux portions d'eau, dont chacune étoit en contact avec un des pôles de la pile électrique. Après quelques minutes il détacha le fil de la communication, et produisit avec les deux parties les mêmes phénomènes sur la langue, que l'on produit d'ailleurs par le moyen de deux métaux différens. La pièce qui avoit donné du gaz oxygène fit naître la saveur d'un alkali, et l'autre celle d'un acide. Ainsi il y avoit eu inversion d'état électrique; car pendant la communication avec la pile, le fil qui dégage l'oxygène produit la saveur acide, et l'autre la saveur alkaline. Les effets de ces deux pièces sur l'œil confirmèrent ce que l'expérience précédente avoit fait connoître.[1]

[1] On voit qu'il est facile d'expliquer par ces principes les expériences de *Gautherot* sur la saveur qui est produite par des fils de platine plongés dans de l'eau, aprés leur communication

Par une application de principes assez connus, on peut conclure des expériences précédentes, qu'une série de fils d'or, dont chacun est séparé des autres par de l'eau, doit se charger d'autant plus, par la communication avec la pile, que le nombre des fils est plus grand. On voit aussi qu'on pouvoit, sans changer rien d'essentiel, mettre des plaques au lieu des fils, et des cartons mouillés au lieu de l'eau. On pouvoit donc construire une pile inactive par elle-même, capable d'être rendue active ou chargée par la pile électrique. Une pile pareille seroit la même chose, relativement à la pile électrique de *Volta*, que la bouteille de Leyde, relativement à la machine électrique. L'expérience confirme tout-à-fait ce raisonnement. On construit une pile de cinquante plaques de cuivre et d'autant de cartons mouillés d'eau salée. Cette pile n'a aucune action, mais quand on la fait communiquer pendant quelques minutes avec une pile électrique de cent étages, elle fait voir tous les effets d'une pile électrique; de sorte qu'on peut en tirer plusieurs étincelles, par son moyen, retirer de l'eau des gaz oxygène et hydrogène, décomposer l'eau et obtenir des commotions électriques.

Tous ces effets diminuent peu-à-peu et disparoissent au bout de quelque temps. Quand on prend les chocs continuellement, sans laisser entre eux plus d'un tiers ou un quart de seconde d'interruption, on peut tirer de cette pile chargée de 80 jusqu' à 100 chocs. L'action que cette pile exerce sur les sens est parfaitement semblable à celle d'une pile électrique. La tension suit aussi dans cette pile les mêmes lois que dans la *pile primitive*. Ainsi *Ritter* a eu lieu de confirmer par la pile chargée les nombreuses découvertes qu'il avoit déja faites sur la pile de *Volta*.

Dans tous les phénomènes que présente la pile de *Ritter*, que nous apellerons aussi la *pile secondaire*, chaque bout produit les mêmes effets que le pôle de la pile de *Volta* avec lequel il a été en

avec la pile. Ce physicien laborieux a aussi observé que deux fils métalliques qu'on applique d'un côté à la langue, de l'autre aux deux pôles de la pile, produisent, après la communication, une saveur même plus forte qu'auparavant. Il croit que la langue fait dans ces cas la fonction du condensateur; mais un examen plus suivi fait voir que cette idée est erronée; car la partie de la langue qui est affectée d'un des conducteurs, devient moins sensible, relativement à son action, et plus relativement à celle du conducteur opposé; or le fil qui étoit positif, pendant la communication avec la pile, doit en sortir dans l'état négatif, et celui qui étoit négatif doit devenir positif; d'où il suit que les parties de la langue, dont la sensibilité étoit considérablement affoiblie relativement à l'état des conducteurs qui communiquoient avec la pile, doivent avoir la sensibilité augmentée relativement aux fils qui ont pris un état opposé en sortant de la communication. *Ritter* a prouvé la justesse de cette explication, en changeant l'endroit d'application des fils, au moyen de quoi leur action ne sembloit plus augmentée par la séparation de la pile.

contact. Cela est une suite nécessaire des faits que nous avons exposés plus haut; car pendant la communication de la pile secondaire avec la pile primitive, chaque plaque métallique s'oxide au côté tourné vers le pôle hydrogénant et donne de l'hydrogène au côté tourné vers le pôle oxygénant; il faut donc qu'ils fassent le contraire, en sortant de la communication avec la pile, conformément à ce que les expériences précédentes nous ont fait voir.

Pour charger la pile de *Ritter,* il est nécessaire de la laisser plusieurs minutes en communication avec la pile de *Volta;* le seul contact momentané n'y produit presque rien. Ce fait donne une idée de la capacité énorme de cette pile; car la colonne électrique de *Volta* communiquoit à la batterie électrique, dans les expériences de *van Marum*, une tension égale à la sienne, par un contact momentané. Mais la pile secondaire dont nous avons parlé n'étoit que très-petite. Qu'on s'imagine une pile à charger qui ait avec celle de 50 plaques le même rapport que la batterie dont s'est servi *van Marum* avec une des bouteilles dont elle est composée, et on saura à peine mesurer la quantité immense qu'elle doit produire.

*Ritter* a fait une expérience comparative avec sa pile et une batterie électrique de 34 pieds carrés d'armature. Il chargeoit sa pile par une pile électrique de 100 couples métalliques, et il donnoit à la batterie une tension 48 fois plus grande que celle de la pile électrique; la pile chargée dégageoit un courant de gaz dans de l'eau et ne cessoit d'agir qu'après quelques minutes; la batterie n'y produisoit pas une seule bulle.

Dans le premier moment du contact de la pile électrique avec une pile à charger, celle-là perd la plus grande partie de sa tension, et d'autant plus que celle-ci est meilleur conducteur. Peu-à-peu, à mesure que la pile à charger reçoit plus d'électricité, la tension de la pile électrique augmente, jusqu'à ce que la pile à charger ait reçu toute l'électricité dont elle est capable. *Ritter* s'est convaincu de ce fait par des expériences nombreuses. Les faits, que nous venons d'exposer, prouvent assez *que la pile de Ritter est véritablement chargée par celle de Volta, et que celle-ci se décharge en même temps.*

La pile secondaire n'est pas seulement chargée, pendant sa communication avec la pile primitive, elle agit aussi comme conducteur, et perd ainsi d'autant plus d'électricité qu'elle est meilleur conducteur. On en voit la preuve dans l'expérience suivante. Deux piles

secondaires, chacune de 45 plaques, dont l'une avoit ses cartons mouillés d'eau salée, et l'autre d'une dissolution de muriate d'ammoniaque, furent mises en communication avec une pile électrique de 90 étages. La pile à l'eau salée produisit, après la communication, des effets bien prononcés, pendant que celle à la dissolution de muriate d'ammoniaque n'en produisit aucun, excepté une saveur assez foible qu'elle fit naître sur la langue immédiatement après sa communication avec la pile électrique.

La pile chargée perd peu-à-peu son action quand on l'abandonne à elle-même; la perte est très grande au commencement, mais à mesure que la charge devient plus foible, la perte est aussi moins sensible. C'est dans les premières secondes après le chargement que la pile chargée a toute sa vigueur; les étincelles disparoissent bientôt, l'action chimique et la faculté commotrice ont plus de durée. Une pile de 45 plaques de cuivre et de cartons mouillés d'eau simple, chargée par une pile électrique de 90 étages, n'a après 10 minutes qu'un résidu foible, et après 20 ou 30, elle a perdu toute son activité: une pile chargée semblable, mais à cartons mouillés d'eau salée, donne immédiatement après sa communication avec la pile électrique des étincelles de 1 à 2 lignes de diamètre. Une seconde plus tard, les étincelles qu'elle produit n'ont qu'un demi ou tout au plus trois quarts de diamètre, et une seconde et demie après, elle ne donne ordinairement rien. On ne sauroit expliquer cette disparition qu'en supposant que la partie d'électricité qui n'est pas déchargée vers l'extérieur, se décharge vers l'intérieur. On ne peut guères soupçonner un déchargement dans l'air, car *Ritter* a trouvé qu'une pile chargée renfermée dans de la poix perd aussi facilement sa charge.

On ne peut pas douter qu'une pile ne se décharge d'autant plus facilement que son fluide est meilleur conducteur, et la faculté conductrice d'une pile ne semble être autre chose que la faculté de se décharger vers l'intérieur.

Pour avoir une pile qui ne perde pas trop tôt son électricité, il faut choisir les conducteurs les moins parfaits, parce que la permanence de l'électricité est en raison inverse de la faculté conductrice; mais pour avoir une grande capacité, on a besoin des meilleurs conducteurs, la capacité étant en raison directe de la faculté conductrice. Ainsi une combinaison de conducteurs, où la résistance opposée au passage de l'électricité est égale à la faculté con-

ductrice, doit être la plus favorable à la construction des piles à charger.

*Ritter* a cherché ce rapport; voici le résultat de son travail: *de toutes les manières de disposer un certain nombre de conducteurs tant solides que fluides, l'arrangement où il y a le moins d'alternation est le plus favorable à la propagation de l'électricité.*

Ainsi une pile de 64 plaques de cuivre et 64 cartons mouillés, disposés en trois masses, de sorte que tous les cartons fussent un continu, terminé à chaque bout de 32 plaques, conduit très-bien l'électricité de la colonne de *Volta*. Si l'on interrompt les conducteurs fluides au milieu par une masse de cuivre, la faculté conductrice diminue déja un peu. Des interruptions plus fréquentes augmentent la résistance encore davantage, et enfin on parvient à des constructions qui peuvent être regardées comme isolateurs. Si l'on divise chaque carton mouillé selon ses couches horisontales en quatre parties, et si l'on en construit une pile avec 256 plaques de cuivre, de sorte qu'une plaque alterne toujours avec un carton mouillé, la faculté conductrice de cette pile est si petite, qu'on a besoin d'une grenouille, ou d'un autre réactif également sensible, pour découvrir le peu d'électricité qu'elle transmet, d'une pile électrique de 90 étages.[1] L'augmentation du nombre des plaques de cuivre ne peut avoir contribué qu'infiniment peu à cet effet, car cent plaques conduisent sensiblement aussi bien qu'une; mais c'est l'augmentation des alternations qui produit un tel effet. Ainsi on voit comment il est possible de construire de deux conducteurs un troisième qui présente un degré quelconque de faculté conductrice inférieure à celui de ses parties constituantes.[2]

Après ce que nous venons d'exposer, il est facile de construire, d'une masse donnée de métal et de conducteur fluide, une pile à charger, qui puisse recevoir la charge la plus grande possible d'une

---

[1] Il faut que la pile soit chargée avant d'examiner combien elle a de faculté conductrice; car, sans cette précaution, on pourroit prendre même une batterie électrique pour conducteur.

[2] La loi prouvée par cette expérience s'accorde parfaitement avec d'autres lois de la nature bien connues. La lumière, par exemple, est beaucoup mieux conduite par un corps transparent et continu que par le même corps divisé en lamelles, ou réduit en poudre. Je suis persuadé que la chaleur est sujette à la même loi; je ne tarderai pas à faire sur cet objet les recherches nécessaires. Il est remarquable qu'il y a encore une autre loi de propagation que l'électricité de la pile a commune avec la lumière, c'est que l'action de la pile se propage aussi en lignes droites; du moins il est certain qu'un fil métallique perd de sa faculté conductrice par une courbure, et qu'on peut faire d'un fil de fer, un des meilleurs conducteurs que nous ayons, un mauvais conducteur, en le pliant en zig-zag. *Ritter* m'a fait voir cette expérience, il y a un an.

pile électrique donnée. Ainsi nous voilà au point de résoudre le problême, de construire un appareil à charger qui, ayant la plus grande capacité possible, soit le complément de la pile électrique de *Volta*, l'excitateur d'électricité le plus efficace que nous ayons. Recourons maintenant à des expériences faites pour déterminer ce point de la plus grande charge, du moins en rapport avec une pile électrique donnée.

Dix piles à charger furent construites.

1⁰. Une de 32 cartons mouillés d'eau simple, renfermés entre deux plaques de cuivre.

2⁰. Une pile semblable à la première, seulement avec la différence qu'elle étoit interrompue au milieu par une plaque de cuivre.

3⁰. Une pile semblable interrompue par deux plaques de cuivre, de manière qu'elles divisèrent les cartons renfermés entre les plaques extrêmes, en trois parties égales.

4⁰. Une pile interrompue par quatre plaques, à distances égales.

5⁰. Interrompue par huit.

6⁰. Par seize.

7⁰. Par trente-deux.

8⁰. Par soixante-quatre.[1]

9⁰. Par cent vingt-huit.

10⁰. Par deux cent cinquante-six.

Chacune de ces piles fut mise en contact avec une colonne électrique de 90 étages, dont les cartons étoient mouillés d'eau salée. Il y avoit déja un jour qu'elle étoit construite. Le contact dura de 1 à 5 minutes.

Le résultat de ces expériences est très-remarquable; car, au lieu de trouver un *maximum,* on en trouve *deux,* dont l'un est celui d'action chimique, l'autre celui d'action sur le corps animal, laquelle nous appellerons l'action physiologique.

Le maximum d'action chimique est accompagné d'une action physiologique assez foible; le maximum d'action physiologique n'est accompagné d'aucune action chimique. La pile nº VI, qui a seize alternations, donne le maximum d'action chimique; mais elle ne produit qu'une foible commotion. La pile nº IX, qui a cent vingt-huit alternations, cause une commotion violente, mais elle ne produit aucun effet chimique. Nº X excite des commotions plus

[1] Pour cette expérience et celles qui suivent, les cartons furent divisés selon leurs couches horizontales.

foibles que n° IX, ce qui prouve qu'on a déja passé le maximum. Les commotions qu'on reçoit de ces deux dernières piles ressemblent beaucoup à celles qui sont produites par la bouteille de Leyde. On croit les organes affectés par un choc extérieur; sur-tout l'action de n° X ne semble nullement permanente, mais elle l'est néanmoins; car cette pile se décharge tout-à-fait, quand on reste quelque temps en contact avec elle.

Voici un tableau qui représente les effets des dix piles dont nous avons parlé:

| *Action chimique* | *Action physiologique* | *Tension* |
|---|---|---|
| Examinée par le moyen d'un tuyau rempli d'eau, et muni de deux fils d'or dont les pointes se rapprochent jusqu'au quart. | Commotions reçues avec les mains mouillées d'une dissolution de muriate d'ammoniaque et armées de métal. | Observée par le moyen d'un électromètre à la *Bennet*, perfectionné par *Ritter*, jusqu'au point d'annoncer l'électricité produite par le contact de deux plaques de zinc et cuivre. |
| N° I point de gaz. | Point de gaz, mais quelquefois une saveur très-foible. | Aucune tension sensible. |
| N° II par fois quelques bulles de gaz. | Saveur sensible. | Tension peu sensible. |
| N° III dégagement de gaz bien prononcé. | Saveur forte, commotions foibles. | Tension bien sensible. |
| N° IV plus de gaz qu'au n° III.<br>N° V plus de gaz qu'au n° IV.<br>N° VI *maximum* de dégagement de gaz.<br>N° VII moins de gaz.<br>N° VIII moins encore. | Commotions toujours croissantes. | Tension toujours croissante. |
| N° IX point de gaz.<br>N° X point de gaz. | *Maxim.* de commotions.<br>Commotions moins fortes. | |

On peut aussi construire plusieurs autres piles, où l'action physiologique ne soit accompagnée d'aucune action chimique. Un de ces procédés est de composer des piles de zinc et de cuivre, de manière qu'une des moitiés détruise l'action de l'autre. Une pareille pile, inactive par elle même, peut être chargée par la pile de *Volta*. On peut, par exemple, combiner deux piles électriques de grandeur égale par leurs pôles équinomes; ainsi leurs effets se détruiront réciproquement. Nous appellerons cette disposition de piles $\alpha$. On peut aussi composer une pile de parties élémentaires, par-tout opposées réciproquement, ensorte qu'un élément de cuivre-zinc soit toujours suivi d'un autre de zinc-cuivre. Nous appellerons cette disposition $\varsigma$.

Une pile de la disposition $\alpha$, contenant 64 couples métalliques, et une autre de la disposition $\varsigma$ composée d'autant de plaques, furent jointes ensemble, et chargées par la pile de *Volta*. Elles donnèrent de fortes commotions, mais point d'action chimique. La pile $\varsigma$ donna des secousses moins fortes, mais de même sans action chimique. Des parties de la pile $\alpha$, prises au milieu de la pile, ensorte qu'elles eussent un nombre égal de couples de chaque côté du point indifférent, firent aussi naître des secousses, quoique moins grandes, sans action chimique.

Les parties de la pile $\varsigma$ possédèrent la même propriété. On mit des parties composées de 32, de 16, de 8 et même de 4 couples métalliques de l'une ou de l'autre pile en action, et toutes ces expériences confirmèrent ce que nous venons d'avancer sur la séparation de l'action chimique d'avec l'action physiologique.

Voilà donc une série d'expériences, où l'on éprouve des commotions plus ou moins fortes, depuis le maximum jusqu'au minimum, sans aucune trace d'action chimique. On a employé les moyens les plus efficaces pour la découvrir; mais ni l'eau distillée, ni la teinture de tournesol, n'ont donné une seule bulle de gaz, quoique ce dernier réactif soit très-sensible, et que les fils d'or fussent tellement rapprochés que leurs distances étoient presque invisibles. Ainsi on ne peut pas supposer que l'action chimique dépende du degré de l'action physiologique. On ne peut non plus soupçonner une diminution d'activité dans la pile électrique, dont on s'est servi pour charger les autres piles; car elle n'avoit qu'un jour de construction, et c'est à peu-près à ce terme qu'une pile électrique produit le maximum de son effet chimique. Ce fait est remarquable, parce que le maximum d'action sur le corps, ainsi que celui de la tension, se manifeste immédiatement après la construction de la pile.

Mais, dira-t-on peut-être, l'action physiologique n'est rien qu'une électricité d'une grande tension, mais d'une vitesse et d'une quantité très-petites.

Cette objection mérite d'être examinée. Nous avons jusqu'ici seulement présenté la force commotrice isolée; il s'agit à présent de prouver que la force chimique peut exister sans être accompagnée d'aucun effet physiologique. Quand on a chargé les piles secondaires qui ont le plus d'action chimique, c'est-à-dire, celles de huit et de seize interruptions, et qu'on les laisse en communication

avec la pile électrique, elles dégagent encore beaucoup de gaz d'une portion d'eau par laquelle on interrompt d'un côté leur communication avec la pile; mais si l'on interrompt cette communication avec les mains mouillées et armées, on n'en reçoit aucune commotion.

*Il est donc prouvé que l'action commotrice et l'action chimique sont séparables, et que l'une peut exister indépendamment de l'autre.*

Sans doute cela fera un jour naître de grandes découvertes; car jamais l'empire de la vie ne s'est ainsi séparé de celui de la mort; jamais la nature inorganique n'a présenté, avec tant de pureté, les alimens de l'organisme. Elle nous fait voir un double trésor qu'elle tient caché dans son sein; l'un dont elle ne se sert qu'avec avarice pour ses propres besoins, et l'autre qu'elle porte comme ministre officieux au-devant de la vie.

Tout ce que nous avons vu jusqu'ici des piles secondaires se réduit à une vérité très-simple, c'est-à-dire, *que toute pile construite de conducteurs tant solides que fluides, et qui ne produit aucun effet par soi-même peut être chargée, par la communication avec la pile électrique primitive.* Des piles faites d'un seul métal et d'eau, ou de deux métaux différens, comme les piles électriques dont les parties détruisent leurs actions réciproquement, nous ont servi d'exemples. On pouvoit encore desirer une expérience, la voici: une pile fut composée de zinc et de cuivre, de manière qu'aucune plaque ne touchoit l'autre, mais qu'après une plaque de zinc venoit par-tout un carton mouillé, puis une plaque de cuivre, puis un carton mouillé, et ainsi de suite, jusqu'à 64 alternations. Cette pile chargée par une pile électrique produisoit une tension moins grande et des commotions moins fortes que celles de la pile de 64 alternations de cuivre et d'eau, dont nous avons parlé plus haut; mais la pile de zinc et cuivre dégageoit plus de gaz que celle de cuivre seul. L'action de cette pile surpasse de beaucoup celle d'une pile aussi grande de zinc et eau. C'est trop peu apprécier sa force que de la supposer au milieu de celle de cuivre et d'eau et de celle de zinc et d'eau; elle se rapproche beaucoup plus de la force de la première que de la foiblesse de la dernière.

On peut, selon les découvertes antérieures de *Ritter*, réduire une pile électrique à l'état positif ou négatif, en faisant communiquer le pôle opposé avec la terre. On peut même charger par une pile ainsi disposée une bouteille de Leyde avec de l'électricité ou

positive ou négative d'un côté, sans la porter au-dessus de zéro de l'autre. On peut même charger une bouteille des deux côtés avec la même électricité, quand on a une pile bien forte, par exemple, de 160 étages, réduite à un seul état. On applique dans ce cas une des armatures au quatre-vingtième étage et l'autre au cent soixantième. Le premier étage étant à zéro, le quatre-vingtième a déja un degré bien prononcé de + ou de —, et le cent soixantième a encore le double. Ainsi la bouteille se charge de l'un et de l'autre côté de la même électricité, mais seulement à des degrés différens. Les mêmes principes appliqués à la pile secondaire donnent les mêmes résultats. On peut la charger non-seulement d'électricité positive à un des pôles, et de négative à l'autre, mais on peut encore la charger d'une seule électricité avec zéro à un des pôles, ou même avec une électricité aux deux pôles, de manière qu'il y ait seulement une différence en plus ou en moins.

Quand on a chargé également et en même temps deux piles secondaires égales, et qu'on les joint par leurs pôles opposés, elles se réduisent en une pile, dont le zéro est au point de leur communication et le maximum de + ou — aux deux autres extrémités. Cette pile devroit avoir une force double de celle qu'avoit une des piles dont elle est composée; mais elle ne l'a pas tout-à-fait. Il y a deux causes qui concourent à cet effet: les piles qui conduisent le mieux déchargent, comme nous l'avons vu, un peu de leur électricité vers l'intérieur, durant leur déchargement vers l'extérieur, et sur-tout les parties différentes de la pile n'entrent pas également en action toutes à-la-fois.

Le premier point s'entend facilement par ce que nous avons exposé plus haut sur le déchargement des piles secondaires; le second point a besoin de quelques éclaircissemens. Les pôles opposés d'une pile chargée de 128 alternations furent mis en communication, par le moyen d'un fil de fer, immédiatement après le chargement. Quand on ôtoit la communication, quelques momens après, on n'avoit aucun effet, en examinant les pôles, et néanmoins la pile n'avoit pas perdu toute son électricité; car la partie renfermée entre la trente-troisième et la quatre-vingt-seizième plaque donnent encore des effets bien prononcés, quand on l'examine durant la communication. Sitôt que la communication est levée, cette partie perd de sa force, et les deux pôles recouvrent peu-à-peu leur activité. Pour décharger dans très-peu de temps une pile, il faut

donc établir une communication entre la première et la trente-deuxième plaque, entre la trente-deuxième et la soixante-quatrième, entre la soixante-quatrième et la quatre-vingt-seizième, et enfin entre la quatre-vingt-seizième et la cent vingt-huitième.

Quand on combine une pile chargée avec une pile primitive, de manière qu'elles se touchent par deux pôles opposés, cette construction fait au commencement le même effet que la combinaison de deux piles primitives; mais l'action de la pile secondaire n'est pas durable; peu-à-peu elle devient plus foible, et enfin les deux piles combinées n'ont pas plus d'action que la seule pile originaire; dans ce moment la pile secondaire est tout-à-fait déchargée. Si on la laisse encore en communication avec la pile primitive, elle se charge de nouveau, mais dans le sens contraire de la charge qu'elle avoit auparavant. Ainsi les effets de deux piles combinées deviennent peu-à-peu plus foibles, et enfin on atteint un point où leur action est la plus foible. Ici la pile secondaire est chargée autant qu'elle peut l'être. Tous ces faits s'entendent facilement, n'étant que des suites nécessaires des expériences qui les ont précédés; mais ce qu'on n'attendoit pas, c'est que les modifications de la pile secondaire, qui ne dégagent d'ailleurs aucun gaz de l'eau en se chargeant ou se déchargeant, donnent un courant de gaz pendant qu'elles se déchargent dans cette expérience; mais sitôt qu'elles sont déchargées, cette action cesse à l'instant.

Ces expériences nous portent à renforcer l'action d'une petite pile, par la communication avec une plus grande. Il ne faut que combiner leurs pôles équinomes, pour retirer ensuite la petite pile beaucoup plus forte qu'elle n'étoit auparavant. On conçoit bien que cet accroissement de force n'a que peu de durée, et que cette pile électrique chargée doit bientôt revenir à son action comme pile électrique simple.

Une pile de 30 étages, à cartons mouillés d'eau simple, est très-propre pour cette expérience, quand la grande pile est composée de 90 étages, et qu'elle a ses cartons mouillés d'eau salée.

Il faut conclure de ces expériences, que l'action de deux piles combinées en sens inverse n'est pas, comme on l'a cru jusqu'ici, égale à l'action de la plus grande moins l'action de la plus petite, mais qu'elle est encore moindre, parce que la petite pile chargée et renforcée par la grande peut ôter plus qu'elle ne contient originairement elle-même. Sur-tout la grande pile perd autant qu'elle

communique à la petite, ce qui doit encore diminuer le résultat considérablement. La communication d'une petite pile avec une grande peut aussi bien l'affoiblir que la renforcer. Quand on combine une pile de 30 étages, à cartons mouillés d'eau salée, avec une pile semblable de 90 étages, de manière que leurs pôles opposés soient en communication, la petite pile perd son action, et demande quelque temps pour se rétablir. Si ses cartons ne sont mouillés que d'eau simple, ce rétablissement est encore beaucoup plus lent. Cette expérience s'accorde parfaitement avec celles que l'auteur a faites antérieurement sur l'effet produit par une communication parfaite établie entre les deux pôles d'une pile. On voit à présent pourquoi une grande pile épuisée par cette opération se rétablit d'autant plus vîte que ses cartons mouillés sont meilleurs conducteurs. On peut aussi facilement déduire de cette expérience, que les actions combinées de deux ou plusieurs piles ne sont pas égales à leurs sommes arithmétiques. La différence doit varier beaucoup selon la nature des matériaux dont les piles sont construites. En tout cas, on peut prévoir que la force d'une pile ne peut pas être augmentée jusqu'à l'infini, mais qu'il y aura un maximum. Il sera très-intéressant d'examiner comment on pourra trouver ce maximum pour chaque cas donné, et comment on pourra s'en approcher ou même l'atteindre, pour le cas où il est le plus éloigné. L'auteur a déja travaillé beaucoup sur ce point, et finira cette recherche sitôt qu'il en aura les moyens nécessaires. Quand on a renforcé la petite pile de 30 étages par la communication avec la grande, de 90 étages, ainsi que nous l'avons décrit plus haut, et qu'on la combine avec une autre pile de 90 étages par deux de leurs pôles opposés, leur action est plus grande qu'elle ne le seroit, si la petite pile étoit dans son état naturel. L'expérience réussit aussi, quoiqu'à un degré moins marqué, avec la même pile qui a servi à renforcer la petite. Sans doute nous n'avons pas besoin de dire que ce renforcement n'est que temporaire, et que l'on peut après quelques minutes retirer la petite pile aussi affoiblie que dans l'expérience précédente.

Nous avons appris un peu plus haut comment il est possible de renforcer une pile sans lui rien ajouter. L'expérience que nous venons de voir offre maintenant un moyen d'obtenir un plus grand effet, par le seul secours que l'une peut prêter à l'autre.

Quand on met une petite pile, dont l'activité est détruite par une grande, en communication avec une autre grande pile, mais

en joignant leurs pôles équinomes, leurs actions combinées sont à-peu-près égales à celle de la grande pile, de sorte qu'on voit que la petite pile n'a rien pu détruire de l'action de l'autre. Mais peu-à-peu l'action diminue et devient enfin aussi foible qu'elle seroit si la petite pile avoit été active. En la retirant on la trouve aussi rétablie et même renforcée. Cette expérience nous présente un moyen de rétablir le plus promptement possible toute pile épuisée.

Jusqu'ici nous avons considéré les propriétés principales de la pile secondaire, et elle nous a présenté des faits très-intéressans pour la théorie, sans nous offrir de grandes espérances pour la pratique. Les avantages importans que la bouteille de Leyde procure aux physiciens, pour le renforcement des effets électriques, semblent être particuliers à cet appareil, du moins nous n'y avons trouvé rien d'analogue dans la pile à charger. Tâchons de remplir cette lacune.

On construit deux piles secondaires, de 60 alternations, dont l'une a les plaques égales à celles de la pile électrique qui sert à charger, c'est-à-dire, de la grandeur d'une pièce de six francs; l'autre les a beaucoup plus larges de 36 pouces carrés. Appelons la pile aux petites plaques nº I et celle aux grandes nº II. On les charge par une communication de 8 ou 10 minutes avec une pile électrique de 90 étages, dont les cartons sont mouillés d'eau saturée à froid de muriate d'ammoniaque. Immédiatement après le chargement, la pile nº I donne des étincelles qui n'ont que 3 lignes de diamètre, pendant que nº II en donne de 8 à 10, et même de 12 lignes de diamètre. En tirant des étincelles de la première, par intervalles d'une seconde, on en peut avoir 3 ou 4; par le même procédé la seconde en donne jusqu'à 20. Si l'on a attaché une feuille d'or à la plaque supérieure, et qu'on la touche avec le conducteur inférieur, la pile nº I ne présente le phénomène de la déflagration que pendant 5 à 6 secondes; nº II ne cesse de produire ce spectacle brillant qu'après la 60me. Le dégagement de gaz assez foible, que produit la première, ne dure que 20 secondes; celui de l'autre est beaucoup plus fort, et ne disparoît qu'après 5 minutes. Quand on touche la première avec les mains mouillées et armées de métal, par intervalles d'un quart à un tiers de seconde, on en peut tirer des commotions, qui deviennent presque insensibles à la cinquantième; mais si l'on touche la seconde par intervalles de $^3/_4$ à une seconde, on en reçoit 200 jusqu'à 250 commotions.

L'accroissement en largeur a donc augmenté non seulement la capacité, mais, ce qui est plus encore, l'activité de la pile chargée. Cependant ces perfections peuvent encore être augmentées. On construit une pile égale à no II, mais avec des cartons quatre fois plus épais,[1] ou, ce qui revient au même, avec deux cartons d'une épaisseur double, pour chaque conducteur fluide. Cette pile, que nous appellerons no III, chargée comme les précédentes, a des effets beaucoup plus marqués. Les étincelles en sont plus fortes et leur durée est plus longue. Au commencement on tire les étincelles par intervalles d'une seconde, puis de deux, ensuite de quatre, et enfin de six secondes. De cette manière, la pile no III donne des étincelles pendant 2 minutes et demie, jusqu'à 3 minutes. La déflagration des feuilles d'or est aussi plus brillante, et dure d'une minute trois quarts jusqu'à deux minutes. Le dégagement de gaz, qui n'a pas duré pour no II plus de 5 minutes, dure ici 8 à 10 minutes, et avec plus de vivacité. Les commotions sont au commencement si violentes, que *Ritter*, pour les compter, ne faisoit qu'établir par intervalles d'une seconde la communication des pôles, par le moyen d'un tuyau rempli d'eau. Après 300 de ces communications il a encore eu 1200 commotions, sans épuiser tout-à-fait la pile.

Des expériences comparatives ont prouvé que les communications par le tuyau rempli d'eau épuisent plus la pile que les communications par le corps humain; aussi on peut compter plus de 1500 commotions, qui n'ont pas suffi pour ôter toute la force de la pile.

Que d'espérances pour le renforcement de l'électricité! La pile no III a du moins 30 fois plus de force que no I.[2] Combien ne pourroit-on pas y ajouter par un accroissement de plaques, tant en largeur qu'en nombre! *Ritter* a trouvé que no I n'atteint son maximum chimique qu'à 120 alternations, et que l'action sur le corps vivant n'a pas encore atteint son maximum à 240.

La grande augmentation de force que nous laisse espérer un accroissement de plaques bien calculé doit être très-utile à la science, car plusieurs expériences ont besoin, pour réussir, d'une force très-

[1] Les cartons de no II ont à-peu-près deux tiers de ligne de diametre.

[2] La pile no I donne 50 commotions pendant que no III en donne 1500, ce qui est en rapport de 1 à 30. L'action chimique de no I ne dure que 20 secondes, celle de no III a la durée de 10 minutes ou 600 secondes, ce qui donne aussi le rapport de 1 à 30. Il est vrai que cette manière de calculer n'est pas exacte, parce qu'elle néglige la grandeur des commotions et la vivacité de l'action chimique, mais cette remarque prouve seulement que le résultat est trop petit, et qu'il pourroit aller jusqu'au double, si l'on pouvoit mesurer les intensités.

grande. C'est ainsi que *Ritter* n'a trouvé l'hydrogénation des métaux et ses différens degrés qu'avec une pile de 600 étages. Les expériences que nous avons rapportées plus haut, nous ont fait voir que l'efficacité de la pile électrique primitive doit avoir des bornes, quant à son augmentation en hauteur.

Les expériences de MM. *Fourcroy*, *Vauquelin* et *Thénard* ont fait voir que l'efficacité chimique de la pile électrique n'est pas augmentée par une plus grande largeur des plaques. Ainsi la pile à charger est le seul appareil qui fasse espérer une action électrique immense à-la-fois par son intensité et sa quantité; car une pile électrique de peu de largeur suffira pour charger une pile secondaire très-large, et si l'on étoit obligé d'augmenter un peu la largeur de la pile électrique, en faisant croître celle de la pile à charger, cette augmentation seroit cependant de peu de conséquence, en comparaison avec les effets de la pile chargée.

Le cuivre dont nous nous sommes servis pour la construction des piles à charger, n'est pas le conducteur qui donne le plus grand effet. *Ritter* a trouvé que les conducteurs sont d'autant plus propres à être chargés, qu'ils sont plus capables de devenir négatifs en contact avec les autres. L'étain, le zinc, le plomb ne donnent rien de sensible; l'action du fer, ainsi que celle du bismuth et de l'acier trempé est très-foible; celle du laiton et du cuivre est plus grande; celle de l'argent l'est bien davantage; l'or et le platine tiennent encore un rang supérieur; et enfin le carbure de fer et l'oxide de manganèse agissent le plus fortement.

Quoique ces expériences ne soient faites qu'avec deux pièces de chaque métal, on peut bien en tirer des résultats pour l'application des conducteurs en grand, sur-tout après ce que *Ritter* a déja trouvé, que le zinc agit infiniment peu dans des piles secondaires; ensorte que la loi, établie par les expériences en petit, a déja trouvé une confirmation dans son application en grand. C'est pourquoi *Ritter* propose au cit. Conté de fabriquer des plaques pour les piles de la même masse, dont il fait ses crayons connus sous le nom de mine de plomb. Cette masse conduit très-bien l'électricité. Des piles à charger construites avec des plaques de cette matière doivent être beaucoup plus efficaces que celles construites avec du cuivre.

Après une série si étendue de faits nouveaux, jetons un coup-d'œil rapide sur la carrière que nous avons parcourue. D'abord nous avons trouvé que les conducteurs qui, dans leur commu-

nication avec la pile, étoient mis en un certain état électrique, prennent, en la quittant, l'état opposé. Nous avons vu que la combinaison de plusieurs corps ainsi électrisés augmente leur effet. Guidés par cette découverte, nous avons construit d'un seul conducteur solide et d'un fluide des piles inactives par elles-mêmes, mais capables d'être chargées par la pile électrique primitive. En considérant la capacité énorme de cette pile à charger, et en cherchant le degré de faculté conductrice le plus favorable à sa perfection, il s'est présenté deux faits étroitement liés ensemble: le premier, qu'un conducteur composé de deux matières différentes, est d'autant moins favorable à la propagation de l'électricité que les alternations de ses élémens sont plus nombreuses: le second que les actions électriques différentes ne sont pas également bien conduites par le même conducteur. Ainsi nous avons construit des piles qui conduisoient bien l'action physiologique, en isolant l'action chimique, et par une autre construction, nous avons réussi à produire une action chimique qui n'étoit pas accompagnée d'action physiologique.

Nous avons conclu de ces faits, que les phénomènes différens de l'électricité ne doivent pas être regardés comme dépendans l'un de l'autre, ce qui ouvre des vues nouvelles à la doctrine de l'électricité. Après avoir ainsi examiné les piles composées d'un seul métal et d'un fluide, nous avons étendu nos recherches sur toutes les autres piles inactives par elles-mêmes, et nous y avons aussi trouvé la faculté de recevoir l'électricité de la pile primitive. Nous avons vu charger des piles composées de parties actives, dont les actions se détruisoient réciproquement, et nous nous en sommes servis pour présenter les différens degrés de faculté commotrice parfaitement isolée de l'action chimique. Ayant ainsi confirmé les propositions que nous avions avancées auparavant, nous avons repris les piles d'un seul métal, et avons trouvé qu'elles peuvent être chargées, comme la bouteille de Leyde, des deux électricités opposées ou d'une seule, selon les dispositions des piles qui servent à charger. Nous avons combiné des piles chargées tant avec leurs pareilles qu'avec des piles primitives, et nous avons vu, que celles-là se comportent, pendant leur activité, comme celles-ci. Ensuite nous avons chargé des piles actives par elles-mêmes, et nous les avons renforcées en les chargeant en un sens, et affoiblies, en les chargeant en l'autre. Ces expériences nous ont donné lieu de corriger quelques idées inexactes sur l'addition et sur la soustraction

des effets de deux ou plusieurs piles, et sur-tout nous sommes parvenus à prouver que l'efficacité des piles ne croît pas à l'infini par l'augmentation de leurs étages, mais qu'il doit y avoir un maximum. Enfin nous avons terminé nos recherches par des expériences qui prouvent que les piles secondaires peuvent servir au renforcement de l'électricité, et qu'elles offrent, exécutées en grand, un moyen de produire des effets jusqu'ici inattendus.

Tout ce que nous venons de voir prouve assez, j'espère, qu'il s'agit ici d'une chose de la plus haute importance; c'est pourquoi je ne crois pas inutile d'ajouter ici quelques réflexions sur l'histoire de l'électricité, et sur la place qu'y doivent occuper les découvertes présentées dans ce mémoire.

M. *Biot*, dans son rapport de 17 messidor an X, a très-bien divisé l'histoire de l'électricité en deux grandes époques, la première où l'on ne savoit produire de l'électricité que par frottement, la seconde offrant la découverte de l'excitation d'électricité par le contact de conducteurs différens. C'étoit par le moyen des isolateurs que l'on produisoit l'électricité dans la première, c'étoit par des conducteurs qu'on la produisoit dans la seconde; chacune de ces époques se divise naturellement en trois autres, savoir:

PREMIÈRE ÉPOQUE.

Électricité des isolateurs.

*a* Production de l'électricité par le seul frottement de deux corps différens, sans aucun mécanisme particulier.

*b* Production de l'électricité par une machine particulière.

*c* Découverte d'un appareil propre à recevoir et renforcer l'électricité, bouteille de Leyde.

SECONDE ÉPOQUE.

Électricité des conducteurs.

*a* Production de l'électricité par le seul contact de deux conducteurs différens, au galvanique.

*b* Invention d'une machine électrique composée de conducteurs différens qui se touchent, pile électrique de *Volta*.

*c* Découverte d'un appareil composé des conducteurs, propre à recevoir et renforcer l'électricité de la pile électrique, pile à charger de *Ritter*.

Ainsi il y avoit, dans la doctrine de l'électricité, une lacune déja remplie, quand elle fut reconnue. Il faut espérer que le nouvel appareil, dont s'est emparée la physique, lui procurera des succès aussi importans et aussi nombreux qu'en a produit l'appareil correspondant dans l'époque précédente. Cette espérance ne peut qu'augmenter, si l'Institut, qui possède dans son sein tant de savans distingués, veut bien s'en occuper.

## POST-SCRIPTUM.

Je viens de recevoir une lettre de M. *Ritter*, où il me communique une notice préliminaire de nouvelles découvertes faites par le moyen de la pile secondaire.

Une pile de cette espèce, qui n'a pas été chargée par la pile de Volta, donne une électricité foible, positive en haut, négative en bas. La tension de cette pile n'est pas assez grande pour être rendue sensible par l'électromètre, mais par le moyen d'une grenouille on parvient à y découvrir les pôles électriques. Si l'on tourne la pile, de manière que la partie auparavant supérieure devient l'inférieure, les pôles électriques de cette pile se changent aussi. Le maximum de chargement que la pile secondaire peut acquérir par sa position est produit quand la pile fait un angle de 50 à 70 degrés avec l'horison septentrional. Couchée horizontalement la pile reçoit un peu d'électricité positive vers le nord, et un peu de négative vers le sud; mais le maximum pour la situation horisontale est dans une direction du nord-nord-est au sud-sud-ouest. Quand la pile horisontale coupe cette ligne perpendiculairement, on n'y trouve aucune trace d'électricité. Une corde mouillée de huit pieds de longueur acquiert aussi de l'électricité par sa position de même que la pile; mais ses effets sont plus foibles.

Ainsi on doit penser *que la terre a des pôles électriques, comme elle a des pôles magnétiques, et il faut ajouter un méridien électrique au méridien magnétique.* Aussi M. *Ritter* a-t-il observé que les orages des environs de Jena ont suivi, cette année, la direction du méridien électrique. Les hommes, les animaux, les végétaux, les pierres, tous les objets de notre globe, même l'air atmosphérique, doivent présenter de l'électricité positive en haut, et de l'électricité négative en bas. *Ritter* a ajouté aux faits déja connus, qui confirment cette conjecture, une expérience faite sur lui-même.

Les conséquences qu'on peut déja tirer de cette découverte,

pour la théorie de la terre, la physiologie tant animale que végétale, la météorologie et une infinité d'autres objets encore moins examinés, prouvent combien il y avoit de prévoyance à appeller l'attention des physiciens sur la doctrine de l'électricité, comme étant *le chemin des grandes découvertes.*

---

## ADDITION

### AU MÉMOIRE SUR LA PILE A CHARGER DE RITTER.

Au moment où je devois présenter ce mémoire à l'Institut national, je recevois une lettre de M. *Ritter,* où il m'annonçoit la découverte des pôles électriques de la terre. Quoiqu'il ne pût alors indiquer tous les moyens nécessaires pour vérifier ses expériences sur cet objet important, il vouloit néanmoins en faire connoître les résultats aux physiciens, espérant de leur zèle tous les secours possibles, pour examiner plus en grand, et d'une manière très-variée, ce qu'un petit nombre d'expériences lui avoit fait voir, pour ainsi dire, en miniature. Depuis ce temps, M. *Ritter* a multiplié ces expériences, et les poursuit encore avec cette ardeur qu'inspire toujours la nature à ceux qu'elle veut initier dans ses mystères. Je vais donner un précis de ce qu'il m'a bien voulu communiquer dans quelques lettres.

L'expérience décrite dans le post-scriptum a été répétée avec une pile secondaire de 1000 plaques. Cette répétition n'a servi qu'à confirmer ce qu'il avoit avancé. Quoique cette pile secondaire soit la plus grande qui ait été construite, elle n'a pas reçu un très-grand chargement par sa seule situation. Il étoit à-peu-près quatre fois plus grand que celui de la pile de 200 plaques, dont il s'étoit servi pour la première expérience, mais il n'excédoit pas encore l'efficacité d'un seul arc composé d'argent et d'or. L'expérience a été répétée vingt fois avec le même résultat. La pile avoit 13 pieds de longueur, et étoit munie du mécanisme nécessaire pour soutenir le tout et pour empêcher les effets de la pression. La grandeur de la pile obligeoit l'auteur de travailler à l'air libre, et sa pesanteur l'empêchoit de procéder avec la vîtesse ordinaire, ensorte que l'incitabilité de la grenouille pouvoit changer pendant les intervalles. L'auteur a su parer à cet inconvénient, en examinant quand il étoit nécessaire l'état de l'animal par d'autres réactifs. Il a aussi plu-

sieurs fois, en penchant et redressant la pile, examiné sa force, et il y a trouvé des différences pour chaque changement de 10 à 20 degrés. Sans doute il faut avoir la main exercée, et cet œil observateur qu'on connoît à M. *Ritter,* pour remarquer ces nuances qui échappent à la plupart des physiciens.

L'auteur a encore prouvé les pôles électriques de la terre par une autre expérience. Il a chargé des fils métalliques par une pile électrique, ce qui leur a donné la propriété de se tourner vers les pôles électriques, qu'il avoit déja indiqués. J'ai répété cette expérience avec un fil de platine, sans en obtenir le succès que j'avois attendu; mais je n'oserois pour cela révoquer en doute l'expérience de M. *Ritter;* je l'ai répétée, sans en connoître parfaitement les détails. Depuis quelques jours j'en suis informé. Voici la description exacte d'une de ces expériences: un fil d'or ayant 5 pouces de longueur et $^4/_5$ ligne d'épaisseur, arrangé comme l'aiguille de la boussole, fut mis en contact, par ses deux bouts, avec deux conducteurs humides, qui communiquèrent avec une pile de deux cents étages, dont les cartons étoient mouillés de dissolution de muriate d'ammoniaque. Après cinq minutes on ôta le fil d'or; on le mit sur son pivot comme une aiguille aimantée, et on le mit à l'abri des mouvemens de l'air, en le couvrant d'une cloche de verre. Le fil se tourna constamment vers les pôles électriques, jusqu'à ce qu'il eut perdu son chargement.

On pourroit croire qu'une aiguille d'un corps isolateur, ayant un bout chargé de $+\varepsilon$, l'autre de $-\varepsilon$, par l'action de la machine électrique, devroit aussi indiquer les pôles électriques; mais on ne peut plus être de cet avis, quand on fait attention à la découverte de *Ritter,* que les différens phénomènes électriques peuvent exister isolés, l'un sans l'autre. Ainsi la grandeur de la tension ne peut plus être regardée comme un indice fidèle de la présence des autres fonctions, et il n'y a pas de raison de croire qu'un corps qui a reçu, par le moyen de la machine électrique, le même degré de tension, qu'un fil métallique par l'action de la pile, doive être parfaitement dans le même état électrique.

M. *Ritter* m'a aussi communiqué quelques autres expériences sur la pile secondaire, qui me paroissent assez importantes pour sa théorie, quoiqu'elles ne fassent que confirmer ce qui a été avancé dans le mémoire précédent. Il a trouvé que le fil d'or, dont nous venons de parler, reçoit par son chargement assez de tension pour

être rendue sensible à l'électromètre par le moyen du condensateur. Le bout qui avoit été positif pendant la communication avec la pile donnoit des indices d'électricité négative, et celui qui avoit été négatif agissoit comme un corps positif. Ainsi la même loi qui étoit déja demontrée pour les actions chimiques et physiologiques, a aussi lieu pour la tension; des cartons mouillés, d'une épaisseur de 6 lignes, et d'une longueur de 1, 3, 6, ou 12 pouces ne prennent qu'un chargement infiniment foible en comparaison avec celles des métaux.

On pourroit facilement former des théories différentes sur la pile à charger, selon les principes déja adoptés en physique, mais il faut bien se garder d'interrompre le cours d'une recherche nouvelle par une théorie prématurée. La première idée qui se présente c'est d'expliquer tout par la circonstance que les plaques de la pile secondaire s'oxident d'un côté par le chargement. Les oxydes métalliques, quand ils sont conducteurs, remplacent les métaux les moins oxidables. Ainsi les plaques oxidées d'un côté et non pas de l'autre, devroient agir comme des plaques composées de deux métaux différens. Cette théorie paroît d'abord très-plausible; mais elle ne s'accorde pas avec le fait reconnu, que les conducteurs les moins oxidables sont les plus propres à recevoir le chargement par la pile. D'autres physiciens seroient peut-être plus portés à attribuer l'action de la pile secondaire au conducteur fluide. On avoit déja observé dans un grand nombre d'expériences, que l'eau reçoit une pôlarité électrique par le chargement de la pile; n'est-il donc pas vraisemblable que cette propriété de l'eau est la cause de la pôlarité de la pile chargée? Cette théorie suppose que les métaux n'entrent pour rien dans la pile à charger; mais nous avons vu que les conducteurs solides prennent beaucoup plus parfaitement de la pôlarité électrique que les fluides; pourquoi donc attribuer à l'action la plus foible ce qui s'explique mieux par la plus forte? On pourroit enfin regarder la pile à charger comme un seul corps, qui étant conducteur médiocre, prend des pôles électriques par le contact avec un conducteur électrique. C'est dire une chose parfaitement vraie que de s'expliquer ainsi; mais ce n'est pas une explication physique, qui doit toujours partir des élémens de la chose, quand ils sont connus; or nous découvrons dans les élémens de la pile secondaire, sur-tout dans le conducteur solide la propriété de se charger, ou de recevoir une pôlarité électrique, il faut donc partir

de là quand on veut donner une saine explication des phénomènes qu'elle présente.

Peut-être les deux expériences suivantes mettront-elles encore mieux au jour la fausseté des deux dernières théories. J'ai pris quatre tuyaux de verre remplis d'eau, et joints ensemble par des fils de platine. Après avoir chargé cet appareil par une pile électrique, je l'ai tourné, de manière que les bulles d'air contenues dans chaque tuyau étoient obligées de passer d'un bout à l'autre. Cette agitation n'empêchoit pas l'appareil d'exciter une saveur bien prononcée sur la langue, comme auparavant. J'ai disposé une autre fois cinquante centimes dans une auge, de la même manière que l'a fait *Cruikshanck*,[1] pour la pile électrique, c'est-à-dire, qu'il y avoit une petite cellule remplie d'eau, entre chaque couple de plaques. J'ai chargé cette pile par une pile électrique de deux cent cinquante étages, puis j'ai versé l'eau et l'ai remplacée par une quantité nouvelle. Après cette opération la pile avoit encore quelque action. J'ai observé que la pile électrique dans cette expérience doit être assez forte pour produire un dégagement de gaz dans toute la pile secondaire. C'est pourquoi l'on pourroit facilement attribuer l'action de la pile secondaire, dans ce cas, à l'oxidation des plaques du cuivre; mais cette explication seroit trop peu conforme à tous les autres faits que nous venons de rapporter. Cependant il seroit à souhaiter que l'on répétât cette expérience avec des plaques d'or ou de platine. J'ai constamment observé, dans ces expériences, que les piles construites de centimes ne produisent qu'un effet extrêmement foible en comparaison avec celui d'une pile dont les plaques ont deux pouces de diamètre. C'est ainsi que je me suis convaincu de l'influence de la largeur des plaques sur l'efficacité des piles secondaires, quoique je n'eusse pas l'occasion de répéter les expériences de *Ritter* avec des plaques de 36 pouces carrés.

Je terminerai ces observations en disant que *Ritter* a répété ses expériences sur la pile physiologique, avec une pile secondaire de 1000 plaques, les cartons mouillés d'une solution saturée de muriate de soude. Ces expériences ont parfaitement confirmé les antérieures. 840 plaques ont donné le maximum de force commotrice, sans action chimique. La totalité de la pile, ou 1000 plaques n'ont pas donné autant. 84 plaques ont donné le maximum d'action chimique. Il a aussi trouvé, ce que l'on devoit prévoir, que les

[1] [ɔ: Cruikshank].

moindres parties de la pile physiologique ne donnent pas d'action chimique par leur déchargement, mais seulement une action physiologique proportionnée à leur grandeur. Il n'avoit pas encore observé ce fait, que dans la pile physiologique composée de parties actives opposées, quand il me communiquoit les expériences contenues dans le mémoire précédent.

Ayant, il y a quelques mois, communiqué plusieurs des découvertes de M. *Ritter* à la société philomatique et à quelques savans distingués, je l'ai informé de l'intérêt qu'on a bien voulu prendre à ses recherches. Je l'ai prié de me communiquer aussi les découvertes qu'il a faites depuis que je n'ai plus l'avantage d'être moi-même témoin journalier de ses expériences. Il a rempli mes vœux d'une manière qui ne peut que me flatter beaucoup; il m'a envoyé des papiers contenant un récit très-exact de ses expériences sur un nouvel appareil à charger par la colonne de *Volta,* et il m'a permis d'en faire part aux physiciens français, et même de les présenter à l'Institut national.

Je me suis empressé de remplir une tâche si honorable avec l'ordre, la clarté et la précision que méritent le nom de l'auteur et l'importance de l'objet. Quant aux expériences, j'en ai répété autant qu'il m'a été possible dans le peu de temps que j'avois à y employer. La plupart m'ont réussi parfaitement, et pour celles qui m'ont présenté quelques difficultés, j'attends des éclaircissemens de l'auteur.

---

# EXPÉRIENCES AVEC LA PILE ÉLECTRIQUE

## FAITES PAR M. RITTER, A JÉNA; COMMUNIQUÉES PAR M. ORSTED.

(JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE, D'HISTOIRE NATURELLE ET DES ARTS. TOME LVII. P. 401—405
PARIS. FRIMAIRE AN 12 (= 1804))

Pendant que le grand inventeur de la pile électrique démontroit l'identité du galvanisme avec l'électricité, plusieurs physiciens allemands s'occupoient aussi de cet objet.

Le célèbre *Ritter* entreprenoit la-dessus une série d'expériences très-étendue, dont les résultats sont assez remarquables pour mériter quelque attention, même après la publication du travail du physicien de Pavie.