

Pouillet, Claude-Servais-Matthias. Eléments de physique expérimentale et de météorologie . Tome premier. Deuxième partie. 1995.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

*La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.

*La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

Cliquer [ici](#) pour accéder aux tarifs et à la licence

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

*des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

*des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisation@bnf.fr.

CHAPITRE VIII.

ÉLECTRICITÉ GALVANIQUE.

De l'Électricité développée au contact.

392. *Découverte du galvanisme.* — En 1789, Galvani, médecin et professeur à Bologne, observa un phénomène singulier : ayant eu l'occasion de préparer des grenouilles pour divers sujets de recherches, il les suspendit par hasard à un balcon de fer par de petits crochets de cuivre qui passaient entre les nerfs lombaires et la colonne dorsale ; disposées ainsi, ces grenouilles, mortes et mutilées, éprouvaient de vives convulsions. Un observateur vulgaire aurait pu remarquer le fait, mais il en aurait facilement imaginé quelque explication spécieuse, et son esprit satisfait se serait occupé d'autre chose. Galvani fut moins prompt dans ses jugemens ; doué d'une attention pénétrante et d'une rare sagacité, il saisit dans ce phénomène un principe nouveau, et en fit sortir cette branche féconde de la physique, qui est maintenant connue sous le nom de *galvanisme*. Il reconnut, d'abord, que les grenouilles, coupées, dépouillées et suspendues, comme nous l'avons dit, n'éprouvent pas des convulsions permanentes : pour que leurs membres s'agitent, il faut que le vent, ou quelque autre cause accidentelle, vienne mettre quelque point de leurs muscles en contact avec la tige de fer qui porte le crochet de cuivre. Cette condition est indispensable, et l'on peut s'en assurer par l'expérience : pour cela, on coupe une grenouille vivante, on la dépouille rapidement, et, passant la pointe des ciseaux sous les deux nerfs lom-

baires qui paraissent comme des fils blancs de chaque côté de la colonne vertébrale, on enlève, en deux coups, les deux ou trois vertèbres inférieures; ainsi, les nerfs lombaires sont mis à nu, et forment la seule attache qui lie encore les membres inférieurs aux vertèbres supérieures; un fil de cuivre, qui passe entre les deux nerfs et qui les touche, va s'accrocher à un fil de fer recourbé et assez long pour venir toucher les jointures ou les muscles. A chaque contact, les jambes se replient et s'agitent, et cette moitié d'une grenouille morte semble reprendre vie pour sauter. Ces effets peuvent se reproduire encore au bout de quelques heures; mais le plus souvent les convulsions s'affaiblissent assez promptement, et, après vingt ou trente minutes, on n'observe plus que de légères palpitations dans la fibre des muscles.

Voilà donc un fait régulier, constant et bien caractérisé, dont on connaît les conditions, et qui peut se reproduire à volonté; c'est en établissant ce point fondamental que Galvani a ouvert une nouvelle carrière, et distingué les commotions dont il s'agit de ces mouvemens vagues et convulsifs que l'on observe souvent dans les insectes, les reptiles et les poissons, long-temps après les diverses mutilations qu'on leur a fait subir. Préoccupé de quelque système sur un fluide nerveux ou sur un fluide vital, Galvani ne tarda pas à imaginer une explication du phénomène, qui fut en rapport avec ses idées du moment. Les commotions de la grenouille, dit-il, sont excitées par un fluide qui passe des nerfs aux muscles, au moyen de la communication extérieure que l'on établit entre eux; ce fluide existe dans les nerfs, il traverse l'arc conducteur, c'est-à-dire le crochet de cuivre et la tige de fer, et vient à l'instant du contact se précipiter sur les muscles, et les contracter à peu près comme ferait une décharge électrique.

L'explication est séduisante: elle fut accueillie avec transport, et le fluide nouveau fut appelé *fluide galvanique*.

Le bruit de cette découverte se répandit bientôt en Allemagne, en France et en Angleterre; partout on s'empressait de répéter, de varier les expériences; le phénomène lui-même excitait une grande admiration; mais l'espérance de saisir, dans les corps animés, un fluide subtil, un principe de vie, donnait encore une nouvelle ardeur à l'active curiosité des savans. D'ailleurs, ces idées paraissaient à une époque de grandes découvertes et de grandes réformes; tous les esprits étaient en mouvement et comme emportés par l'attrait de la nouveauté.

On reconnut d'abord une analogie remarquable entre le fluide galvanique et le fluide électrique; c'est qu'on n'obtient jamais de commotions dans les grenouilles, lorsqu'on établit la communication entre les nerfs et les muscles au moyen des corps mauvais conducteurs de l'électricité. Dès lors, il s'éleva une discussion parmi les physiciens; les uns soutenaient, avec Galvani, qu'une analogie n'est pas une identité, et que le fluide nouveau, bien qu'il ne pût traverser ni le verre ni la résine, n'en était pas moins un fluide vital, distinct des fluides qui se développent dans la nature inorganique; les autres étaient loin de supposer qu'un seul fait, commun entre deux causes, pût établir leur identité: mais ils demandaient qu'on leur montrât des effets galvaniques qui ne pussent être produits par l'électricité; ajoutant, avec raison, qu'une faible étincelle agit, comme le galvanisme, pour donner aux grenouilles de vives commotions. Malgré cette différence d'opinions, l'on s'accordait volontiers à regarder les corps vivans comme chargés d'un fluide électrique ou non électrique, et à les assimiler, en quelque sorte, à une bouteille de Leyde, les nerfs représentant l'intérieur de la bouteille et les muscles l'extérieur. En même temps, on poursuivait de toutes parts les expériences sur des animaux de toute espèce pour observer leur sensibilité galvanique et la variété des phénomènes qu'ils présentaient, lorsqu'on établissait la communication entre

leurs muscles et leurs nerfs au moyen d'un arc conducteur. Tous les corps vivans éprouvent, dans ces circonstances, des effets plus ou moins remarquables : souvent même il n'est pas nécessaire de dénuder ni les muscles ni les nerfs ; par exemple, une pièce de cuivre étant posée sur la langue et une pièce de fer dessous, on éprouve une saveur très-prononcée à l'instant où les deux pièces se touchent ; il se trouve des personnes assez sensibles pour voir en même temps une lueur passer devant leurs yeux.

Toute hypothèse est bonne quand elle fait faire des découvertes, et l'hypothèse de Galvani eut son moment de succès ; mais pour la rendre féconde, il fallait admettre des considérations vagues, des données incertaines ; il fallait se jeter dans des questions compliquées sur les fonctions vitales et sur les mystères de l'organisation ; ces questions, sans cesse agitées parmi les hommes, et toujours insolubles, commençaient à reprendre vogue ; les meilleurs esprits s'y laissaient entraîner ; et l'on ne sait combien de fausses routes auraient été ouvertes à l'esprit humain, ni avec quelle ardeur on s'y serait jeté, si un homme d'un génie hardi n'eût mis un terme à toutes ces vaines tentatives. Cet homme fut Volta. Déjà célèbre par plusieurs découvertes ingénieuses sur l'électricité, Volta, professeur à Pavie, répétait, avec une inquiète attention, toutes les expériences de Galvani et de ses disciples ; plein d'enthousiasme pour les faits, il ne donnait qu'une adhésion conditionnelle aux hypothèses ; enfin, il saisit, avec une admirable sagacité, une condition du phénomène dont l'importance avait échappé jusque-là aux plus habiles observateurs. Quand l'arc conducteur, qui établit la communication entre les muscles et les nerfs, est d'un seul métal, la contraction est toujours peu sensible ; au contraire, elle est toujours vive et forte quand l'arc conducteur est composé de deux métaux. L'expérience en est représentée dans la *figure 113* : la partie ombrée de l'arc est en zinc, l'autre est en cuivre ; il importe que les

métaux soient nets et bien décapés au point où ils touchent la grenouille et surtout au point où ils se touchent entré eux. Cette condition posée, Volta en tire la conséquence suivante : Il est vrai, dit-il, qu'il y a du fluide en jeu dans cette expérience ; mais la grenouille n'est point une bouteille de Leyde ; le fluide qui l'agite n'est point dans ses muscles ni dans ses nerfs, il est dans les métaux ; il se développe par leur contact, et il n'est autre chose que du fluide électrique ordinaire. Une idée aussi contraire à tout ce que l'on connaissait alors sur les propriétés électriques et sur la conductibilité des métaux, ne pouvait être admise sans opposition ; il est vrai que l'hypothèse de Galvani était épuisée ; elle ne produisait plus de faits nouveaux, mais elle avait l'avantage d'expliquer tous les faits connus, et d'établir entre eux une liaison séduisante. Les opinions furent partagées. A quoi servent les deux métaux, disaient les partisans de Galvani, si ce n'est à établir une communication plus complète entre les muscles et les nerfs, et à donner au fluide un écoulement plus libre ? A quoi pourraient-ils servir, répondaient les partisans de Volta, s'il n'y avait qu'une communication à établir ; un seul métal ne serait-il pas suffisant ? Et, de part et d'autre, on tentait des expériences nouvelles, autant, peut-être, pour soutenir l'opinion qu'on avait adoptée que pour la mettre à l'épreuve ; car il y a aussi dans les discussions scientifiques une sorte de conviction prématurée, à laquelle on se laisse trop souvent entraîner. Galvani, sans nier l'efficacité des deux métaux, essayait de démontrer qu'un seul métal excite des contractions ; et, en effet, une grenouille, préparée et jetée sur un bain de mercure, éprouve des palpitations très-sensibles ; elle en éprouve pareillement lorsqu'on touche à la fois les muscles et les nerfs avec du plomb très-pur, ou avec un autre métal dans lequel l'analyse chimique ne découvre rien d'étranger. Loin de contester ces phénomènes, Volta les annonçait lui-même, et il en tirait des preuves à l'appui de son opinion. Il est

vrai qu'un seul métal agit ; mais frottez-en l'extrémité sur un autre métal, il agira encore avec beaucoup plus d'énergie. Les parcelles imperceptibles qui s'y attachent lui donnent une hétérogénéité suffisante ; c'est au contact du métal et de ces parcelles étrangères que l'électricité se développe. Ce qui est homogène pour l'analyse chimique n'est point homogène absolument ; et, d'ailleurs, si l'art ou la nature pouvaient nous donner un métal d'une pureté parfaite, ce métal agirait encore ; dès qu'il touche les muscles ou les nerfs, il y a hétérogénéité aux points du contact, et, par conséquent, de l'électricité produite. Enfin, la substance des muscles et celle des nerfs sont assez différentes entre elles pour donner de l'électricité quand elles se touchent ; et, en effet, en repliant les muscles cruraux sur les nerfs lombaires, on obtient des palpitations sensibles, surtout si la grenouille est très-vive et très-rapidement préparée.

395. *Preuves directes du développement de l'électricité par le contact.* — L'idée du développement de l'électricité au contact des corps hétérogènes ne s'accréditait que lentement ; la sévérité des théories physiques en réclamait des preuves encore plus directes et plus décisives, et Volta ne fut pas long-temps à les produire. Un appareil qu'il avait inventé quelques années auparavant lui en fournit les moyens ; c'est le condensateur, que nous avons décrit (376), et qui est représenté *figure 87*.

L'expérience se fait de la manière suivante : Après s'être assuré que le condensateur garde bien le fluide qu'on lui donne, et après l'avoir remis à l'état naturel, on établit, avec les doigts mouillés, une communication entre son plateau supérieur et le sol ; en même temps une plaque de zinc, communiquant pareillement au sol, est mise en contact avec le plateau inférieur ; un seul instant suffit, on rompt les communications, on enlève le disque supérieur, et l'on observe une divergence sensible dans les lames d'or. D'où vient cette électricité ? Il est évident qu'elle n'a pu être

développée qu'au contact du cuivre avec la lame de zinc ; c'est là qu'une force particulière a exercé son action pour séparer les fluides naturels et pour les mettre en mouvement ; le fluide vitré qu'elle a fait passer sur le zinc s'est écoulé dans le sol ; le fluide résineux qu'elle a poussé sur le cuivre du plateau inférieur s'y est accumulé par dissimulation, en agissant sur les fluides naturels du plateau supérieur ; et, ce plateau étant enlevé, toute l'électricité résineuse, dissimulée dans le plateau inférieur, se répand librement, passe dans les lames, et produit la divergence qu'on y observe.

En substituant à la lame de zinc une lame de même métal que le plateau, nul effet n'est produit. Mais tous les autres métaux produisent une divergence dans les lames ; le plomb, l'étain, le fer, le bismuth et l'antimoine prennent, comme le zinc, l'électricité vitrée, et donnent au plateau une charge résineuse : tandis que l'or, l'argent, le palladium et le platine produisent un effet contraire ; ils prennent une charge résineuse, et donnent au cuivre du plateau une charge vitrée. Ces expériences sont décisives ; mais elles ne donnent pas encore de la force qui développe l'électricité l'idée complète que l'on doit en avoir ; car on pourrait supposer qu'elle agit seulement à l'instant du contact, et qu'elle dérive peut-être du frottement ou de la pression qui s'exerce alors entre les surfaces métalliques. Pour lever tous les doutes à cet égard, Volta eut l'ingénieuse idée de faire une *plaque double* (Fig. 118), dont les deux moitiés, l'une en zinc et l'autre en cuivre, se trouvent soudées à la jonction *ss'*. Or, en prenant à la main le zinc de cette plaque, et en touchant avec son cuivre le plateau inférieur du condensateur, tandis que le plateau supérieur communique au sol, on obtient la même divergence dans les lames que si le zinc eût immédiatement touché le cuivre du plateau. Donc, dans la plaque double, après des années de contact, la force agit encore entre le zinc et le cuivre, comme

si ces deux métaux venaient de se toucher à l'instant.

394. *De la force électromotrice.* — Cette force nouvelle, qui s'exerce entre les substances hétérogènes, est ce qu'on appelle la *force électromotrice*; elle naît du contact, elle réside à la surface de jonction; et là, elle agit pour décomposer l'électricité naturelle, séparant sans cesse les deux fluides, faisant passer le vitré sur l'un des corps et le résineux sur l'autre. Ainsi, la plaque double (*Fig. 118*) étant isolée, il est impossible qu'elle soit jamais à l'état naturel. Voici les principaux caractères de cette force :

Elle produit la décomposition des fluides naturels et empêche leur recombinaison; par le premier effet, le fluide vitré est poussé sur le zinc, se disperse sur toute son étendue en vertu de sa répulsion propre, tandis que le fluide résineux est pareillement poussé et dispersé sur le cuivre; par le second effet, ces fluides contraires sont maintenus en présence, l'un à droite, l'autre à gauche de la surface de contact, sans pouvoir franchir cette surface et se recomposer en vertu de leur attraction mutuelle. Pour avoir une idée plus précise de cette résistance, on peut concevoir un moment qu'il n'y ait pas de décomposition au contact, et que l'on donne artificiellement un peu de fluide vitré au zinc; alors ce fluide ne passerait pas sur le cuivre, la force électromotrice serait comme un obstacle pour l'arrêter; si, au contraire, on donnait au zinc un peu de fluide résineux, il est probable que ce fluide passerait en *totalité* sur le cuivre: on aurait les phénomènes inverses en électrisant le cuivre, résineusement ou vitreusement.

Comme obstacle à la recombinaison, la force électromotrice a une limite; c'est-à-dire qu'elle n'est pas capable d'arrêter des charges quelconques de fluide vitré sur le zinc, ou de fluide résineux sur le cuivre; dès que ces charges, acquises naturellement par le contact ou données artificiellement, atteignent une certaine tension, elles peuvent franchir la surface de jonction pour se répandre au

large ou pour se recombinaer; mais, dans ce cas, la force électromotrice arrête encore tout ce qu'elle peut arrêter. On admet qu'en représentant, en général, par $+t$ la tension du fluide vitré qui se trouve sur le zinc, et par $-t'$ la tension du fluide résineux qui se trouve sur le cuivre, la différence $t+t'$ des deux tensions est une quantité constante, quelles que soient les charges de fluide vitré ou résineux. Si le cuivre était chargé de vitré comme le zinc, sa tension serait alors représentée par $+t'$, et la différence $t-t'$ serait encore la même. C'est cette différence des deux tensions que l'on appelle *tension maximum*, parce qu'elle est en effet le maximum de ce que la force électromotrice peut arrêter et retenir pour empêcher l'équilibre ordinaire.

Comme cause de décomposition, la force électromotrice est instantanée et permanente : permanente, parce qu'elle est toujours prête à agir dès que la tension n'est pas ce qu'elle doit être pour l'équilibre galvanique; et instantanée, parce qu'il ne lui faut qu'un instant inappréciable pour porter cette tension à son maximum. On reconnaît que cette tension est très-faible, parce qu'une lame de zinc ne charge pas le condensateur lorsqu'elle est isolée, tandis qu'elle le charge en un instant lorsqu'elle communique au sol.

Les tensions électriques, développées et retenues par la force électromotrice, ne sont pas les mêmes au contact de tous les corps. Les métaux sont bons *électromoteurs*, bien que l'on observe entre eux des différences très-marquées; et l'on dit, en général, que les autres substances ne sont point électromotrices, parce qu'en effet elles ne produisent au moyen du condensateur que des résultats insensibles; mais, lorsqu'on les éprouve avec des instrumens plus délicats, on reconnaît qu'elles développent aussi de l'électricité par le contact; seulement, les tensions qu'elles produisent sont incomparablement plus faibles que celles des métaux.

Ainsi, la force électromotrice découverte par Volta est une force universelle qui s'exerce au contact de toutes les molécules des substances hétérogènes, qui décompose sans cesse les fluides électriques, et qui donne naissance à des forces nouvelles, dont les effets se font sentir à la matière pondérable. Or, les élémens qui composent la terre, soit à sa surface, soit à diverses profondeurs, sont mêlés et confondus de telle sorte qu'il y a partout hétérogénéité entre les parcelles qui se touchent : combien de substances diverses sont mises en contact dans les plus petits des êtres organisés, et combien de réactions électriques s'y doivent développer ! La terre végétale, les pierres, les roches, les laves, les couches géologiques, sont-elles autre chose qu'une agrégation de principes différens, entre lesquels la force électromotrice doit agir aussi avec plus ou moins d'intensité ? On aperçoit, d'une seule vue, tout ce qu'il y a de fécond dans cette découverte, et nous verrons que les premiers observateurs n'ont pas été trompés dans leurs espérances, quand ils ont cru que les principes du galvanisme deviendraient la clef d'une foule de phénomènes.