

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 9 (1866-1868)
Heft: 54

Artikel: Recherches sur les courants électriques terrestres
Autor: Dufour, L.
Kapitel: II: Influence perturbatrice des courants du télégraphe
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-255734>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

6. Lorsqu'on voulait entreprendre une observation, on s'assurait d'abord que la ligne directe n'était pas occupée par une communication télégraphique, puis le Bureau de Lausanne demandait à Berne de relier l'extrémité de la ligne avec le fil de la plaque de terre spéciale. Cette liaison se faisait dans le bureau même de Berne. Dès que j'étais avisé que la communication était établie, je mettais en relation le fil de la plaque de terre de Lausanne avec la ligne, le galvanomètre étant intercalé dans le circuit. — Le galvanomètre était ordinairement installé sur le bord intérieur et absolument fixe d'une fenêtre; la communication avec la ligne se faisait au para-foudre placé non loin de là.

Des observations comme celles dont il s'agit ici devraient être permanentes. Il ne pouvait malheureusement pas en être ainsi à cause des exigences du service télégraphique et ces observations se sont fait seulement à diverses heures de la journée.

Les jours et les heures avaient été fixés à l'avance, de concert avec l'administration des télégraphes. C'était, suivant les jours, de 4 h. à 5 $\frac{1}{2}$ h. ou de 6 h. à 6 $\frac{3}{4}$ h. du matin; de midi à midi et demi, de 9 h. ou de 9 $\frac{1}{2}$ à 10 h. ou 10 $\frac{1}{2}$ du soir.

II. Influence perturbatrice des courants du télégraphe.

7. Dès que le circuit est fermé, le galvanomètre présente une déviation plus ou moins prononcée dans un sens ou dans l'autre et accuse ainsi l'existence de courants dans la ligne. Mais cette déviation ne demeure guère constante et l'aiguille subit des mouvements divers.

Dès les premiers jours, il parut certain que l'aiguille présentait, par moments, des secousses en tout point semblables à celles qu'occasionnent les courants intermittents d'un télégramme et quelques essais ne laissèrent bientôt aucun doute sur l'influence télégraphique qui produisait cette agitation. Il se produisait, en effet, une déviation brusque de l'aiguille au moment où, dans le bureau de Lausanne, on lançait un courant dans certaines lignes aboutissant aussi à Berne, mais d'ailleurs parfaitement distinctes de celle qui était en expérience. La déviation pouvait être maintenue permanente; ce n'était donc point quelque phénomène d'induction, mais une dérivation qui se produisait d'une ligne à l'autre. — Ces dérivations pouvaient être attribuées à trois influences qu'il s'agissait d'examiner de près.

8. En premier lieu, le voisinage des fils à leur entrée dans les bureaux, soit à Lausanne, soit à Berne, pouvait être tel que l'isolement ne fût pas absolu et qu'un courant pût passer de l'un à l'autre. A Lausanne, un examen attentif des lieux montra qu'il ne pouvait sûrement pas y avoir là une communication; mais à Berne, les doutes étaient très légitimes. La plaque de terre, en effet, était reliée à un fil qui pénétrait dans le bureau, associé à plusieurs autres, dans une sorte de câble d'assez petite dimension. Ce câble, déjà ancien, ne paraissait guère présenter des garanties complètes d'isolement, attendu que les fils y étaient simplement enveloppés de coton, puis juxtaposés et assez fortement pressés. Il pouvait donc très bien se produire là des dérivations qui, quoique faibles, fussent sensibles à mon galvanomètre, et je dois à une observation de M. Lendi, Directeur adjoint des télégraphes, la certitude même que ces dérivations existaient. Dans ce câble se trouvait, entr'autres, le fil qui met habituellement le bureau de Berne en communication avec Paris, et M. Lendi, qui avait introduit un galvanomètre sur le trajet de ma plaque de terre, avait remarqué des soubresauts de l'aiguille toutes les fois que l'on télégraphiait dans la direction de Paris.

Il n'y avait donc plus de doutes à conserver et, par les soins de M. l'inspecteur des télégraphes de Berne, la plaque de terre fut mise en communication, le 28 avril, avec l'intérieur du bureau par un fil spécial, complètement distinct et éloigné de tous les autres.

Cette modification diminua sensiblement les mouvements irréguliers du galvanomètre qui pouvaient être attribués à une dérivation télégraphique; mais elle ne les fit cependant pas cesser complètement. — Une autre cause pouvait être soupçonnée et l'était très vivement même par MM. les télégraphistes, soit à Lausanne, soit à Berne.

9. A Lausanne, l'un des pôles de la pile du télégraphe est en relation avec le sol par l'intermédiaire des tuyaux du gaz; à Berne, cette même communication se fait par une plaque de cuivre installée dans la cour des postes, à une faible distance de celle que j'avais fait établir. Or, si l'on admet que la terre fonctionne comme un conducteur ordinaire dans les relations télégraphiques, il paraissait évident qu'un courant allant de Berne à Lausanne, par un fil télégraphique, par exemple, puis revenant de Lausanne à Berne par le sol, pouvait choisir, comme moyen de retour: les tuyaux du gaz à Lausanne, la couche de terre comprise entre ces tuyaux et ma plaque près du grand Pont, le fil destiné à mes observations, puis rejoindre à Berne le pôle de la pile en passant par ma plaque de terre et traversant une mince couche du sol dans la cour des postes. Cette voie de dérivation

semblait très simplement expliquer les perturbations observées et pouvait paraître assez probable dès que l'on considère la terre comme jouant le rôle d'un conducteur. On sait que le véritable rôle de la terre dans les relations télégraphiques, a été l'objet de nombreuses discussions et d'expériences intéressantes. Quoique cette question me paraisse encore enveloppée de nombreuses obscurités, il est cependant très probable que le sol ne sert point comme conducteur ordinaire et on s'accorde généralement aujourd'hui à le considérer comme une sorte de vaste réservoir où les électricités s'écoulent à partir des deux pôles de la pile. — J'ai cru cependant devoir faire quelques essais pour enlever tous les doutes sur ce point-là.

En premier lieu, je me suis assuré que c'étaient seulement *certain*s courants de Lausanne à Berne qui donnaient lieu à une dérivation et non point *tous*. Ainsi, le 16 mai, des courants lancés sur la ligne Moudon-Payerne ne produisaient aucun effet, tandis que ceux lancés sur Romont-Fribourg donnaient lieu à une dérivation sur le fil direct. Or, ces deux courants arrivant à Berne à la même plaque de terre auraient dû produire la même perturbation si la dérivation s'était fait par l'intermédiaire du sol. Cette différence entre les effets de ces deux courants a été observée dans plusieurs autres occasions et elle est inexplicable dans l'hypothèse de la dérivation par la terre. — A Berne, la plaque de terre employée pour les courants télégraphiques n'était séparée de la mienne que par une couche de deux mètres de terre environ. C'était fort peu et on pouvait supposer qu'une si faible épaisseur devait se comporter comme un corps conducteur ordinaire. Sur ma demande, M. le chef de bureau des télégraphes, à Berne, a bien voulu mettre sa pile tantôt en communication avec les tuyaux du gaz, tantôt avec la plaque de terre. Les dérivations n'étaient en aucune façon plus nombreuses et plus prononcées dans ce second cas que dans le premier. Ainsi, le 18 mai, le bureau de Berne était relié avec sa plaque de terre et pendant la soirée on a télégraphié, à plusieurs reprises, sur la ligne Moudon-Morat, entre Lausanne et Berne et vice-versa. Pendant ces relations télégraphiques, l'aiguille du galvanomètre a été souvent parfaitement calme et aucune dérivation ne se produisait, tandis que, *dans la même soirée*, des dérivations très-fortes ont été observées (voir § 10) provenant de courants partis tantôt de la gare, tantôt du bureau de Lausanne et aboutissant seulement à Fribourg.

De ces faits et d'autres semblables, on peut conclure que le sol ne servait en aucune façon de conducteur intermédiaire, soit à Lausanne, soit à Berne, entre les conducteurs terrestres des bureaux télégraphiques et ceux que j'avais fait établir. Cette conclusion a peut-être même quelque intérêt puisque, à Berne, les deux plaques étaient séparées seulement par une faible épaisseur d'environ 2 mètres de terre.

10. Les dérivations observées pouvaient enfin se produire sur les poteaux en bois qui supportent les fils télégraphiques à cause d'un isolement insuffisant des cloches de verre. Quelques expériences ne tardèrent pas, en effet, à montrer que là était la source principale et très probablement unique de ces dérivations.

Le *fil direct* qui servait aux expériences quitte le bureau de Lausanne, tendu sur des poteaux avec 8 autres fils jusqu'à une faible distance, deux cents mètres à peu près. Là se fait une première séparation et trois lignes se dirigent du côté de la gare. Un peu plus loin, à 500 mètres environ du bureau, le fil direct aboutit au chemin de fer Lausanne-Fribourg-Berne et n'a plus pour voisins, sur les poteaux qui bordent la voie, que deux autres fils : celui de l'administration fédérale (ligne Romont-Fribourg) et celui de l'administration du chemin de fer. Près de Fribourg, et sur un faible trajet, un quatrième fil vient se joindre aux précédents; c'est celui qui relie Vevey et Bulle avec Fribourg et Berne.

Si les fils qui courent parallèlement sur une grande distance ne sont pas convenablement isolés par les cloches de verre, il peut évidemment y avoir de l'un à l'autre des dérivations qui acquerront d'autant plus d'importance que l'isolement sera plus imparfait et que les fils se suivent sur une plus grande étendue. Le courant lancé sur l'un d'eux passera partiellement à un voisin, par les poteaux, et reviendra par celui-ci à la station de départ. Cette dérivation, qui apparaît évidemment au premier abord comme très possible, doit être, en tout cas, faible puisqu'elle n'est jamais constatée, dans les conditions normales, avec les appareils télégraphiques ordinaires et qu'elle ne gêne en aucune façon le service. — Des essais divers me montrèrent que cette dérivation se produit réellement parfois et elle est suffisante pour affecter un galvanomètre comme celui dont je faisais usage. Voici quelques faits :

16 mai. A 9 h. 8 m. du soir, pendant que le galvanomètre est dans le circuit, on donne au bureau de Lausanne un courant constant pendant une minute sur la direction Moudon-Morat-Berne. — L'aiguille n'éprouve aucun mouvement, ni au début, ni à la fin de la minute.

A 8 heures 15 minutes, nouvel essai semblable, même résultat nul. — Il n'y a donc aucune dérivation de la part de cette ligne qui n'est voisine du fil direct que sur une petite distance, près de Lausanne et près de Berne.

A 9 heures 18 minutes, on lance du bureau de Lausanne un courant sur la ligne Romont-Fribourg. L'aiguille du galvanomètre, qui était vers 12° E., dévie brusquement à l'Ouest et après quelques oscillations se fixe sur 15 à 16° O.

A 9 heures 19 minutes, ce courant est interrompu et l'aiguille revient immédiatement à l'E

A 9 heures 22 minutes, cet essai est répété et donne le même résultat ; le mouvement de l'aiguille coïncide rigoureusement avec l'ouverture et la fermeture du circuit qui se faisait à un signal donné. La déviation demeurant permanente pendant que le courant passe, il y a bien une dérivation et non un phénomène d'induction.

A 9 heures 25 minutes, on donne des signes télégraphiques sur la ligne Romont-Fribourg, durant une minute, et pendant ce temps l'aiguille du galvanomètre subit des mouvements hésitants, saccadés et décelant de la façon la plus sûre des dérivations aussi intermittentes.

A 9 heures 28 minutes, on donne un courant constant sur la ligne Lausanne-Vevey-Bulle-Fribourg. — L'aiguille n'est pas influencée d'une façon sensible.

A 9 heures 29, nouveau courant sur Romont-Fribourg et nouvelle déviation très forte du galvanomètre.

Il n'y a donc aucun doute ; la dérivation se produit bien entre les deux lignes qui se suivent parallèlement sur une grande étendue.

1^{er} juillet. A 9 heures 39 minutes du soir, on donne un courant constant sur la ligne Romont-Fribourg et l'aiguille galvanométrique dévie immédiatement de 3 à 4° vers l'Ouest, puis revient vers l'Est au moment de la rupture. — A 9 h. 41 m., un nouvel essai donne le même résultat positif : 3° de déviation. — A 9 h. 50 minutes, troisième essai qui fournit encore 3° de déviation à l'aiguille. Comme le 16 mai, les mouvements de l'aiguille du galvanomètre se produisent dans un sens puis dans l'autre à l'instant précis où le télégraphiste lançait le courant dans la ligne ou l'interrompait.

Le même jour, diverses tentatives pour obtenir des dérivations provenant de courants lancés sur les lignes Lausanne-Moudon-Berne et Lausanne-Vevey-Bulle-Fribourg, n'ont donné aucun résultat.

La réalité d'un isolement insuffisant entre le fil direct et celui de la ligne Romont-Fribourg étant constaté, il importait de savoir si la troisième ligne, celle qui sert aux communications télégraphiques entre les stations du chemin de fer, ne pouvait pas donner lieu aussi à des dérivations. — Quelques essais furent entrepris pour résoudre cette question et ceux du 18 mai donnèrent un résultat très nettement affirmatif. — Grâce à l'obligeance de M. Cauderay, inspecteur des télégraphes du chemin de fer, il avait été convenu que l'on donnerait trois courants constants, de une minute chacun, à la gare de Lausanne, sur la ligne Fribourg.

Les courants seraient produits de 10 heures 26 minutes à 10 h. 27, de 29 m. à 30 m. et de 33 m. à 34 m. Entre 10 et 11 h., je demeurai en observation près du galvanomètre et je pus constater l'état de l'aiguille aux instants convenus. A 10 heures 25 minutes, l'aiguille était sur 21° E. et demeurait sensiblement immobile; à 26 m., il y eut un brusque mouvement vers l'Ouest, suivi de quelques oscillations, puis l'aiguille se fixa sur 12° E.; après une minute exactement, il y eut un retour brusque aussi vers 20 à 22° E. A 29 m., l'aiguille était sur 16° E., elle dévia violemment à l'O. et se fixa sur 9 à 10° E. puis revint vers 18° E. à 30 m. A 33 m. enfin, l'aiguille étant sur 16° se porta brusquement vers l'O. puis se fixa sur 11 à 13° et revint, au bout d'une minute précise, vers 18 à 20° E.— Ainsi, les déviations du galvanomètre s'étaient produites aux moments précis où le courant était établi et interrompu à la gare; ces déviations demeurant permanentes durant une minute, il y avait donc aussi une dérivation entre la ligne du chemin de fer et le fil direct.

J'ajouterai que le même jour, la ligne de l'administration fédérale essayée déjà le 16 mai, donna aussi une dérivation notable d'environ 10°.

II. La possibilité de dérivations par les poteaux étant mise hors de doute entre les trois fils qui courent parallèlement de Lausanne à Fribourg et Berne, il importait beaucoup de savoir si elles se produisent toujours ou si elles sont accidentelles et favorisées par les conditions météorologiques. Les 16 et 18 mai, il avait plu dans la journée; les cloches et les poteaux étaient donc mouillés et la couche de liquide recouvrant le verre et le bois entre les fils devait avoir favorisé les dérivations.— A cause de l'importance de cette question, j'ai fait un grand nombre de tentatives par des temps secs ou humides pour constater l'état des lignes, et j'ai pu m'assurer que, dans la plupart des jours, les fils sont convenablement isolés ou que, les dérivations, si elles se produisent, sont trop faibles pour affecter le galvanomètre dont j'ai fait usage.

23 mai. Les observations se faisaient le soir, après 9 heures et demie. Le temps était orageux; mais il n'avait pas plu dans la journée et c'est seulement vers 10 heures qu'une averse très abondante tomba à Lausanne. Cette averse paraissait dépendre d'un orage qui marchait du S.-O. au N.-E.

A 9 h. 48 m., on donna un courant constant sur la ligne Romont-Fribourg; le galvanomètre ne manifesta aucun mouvement particulier soit à la fermeture, soit à la rupture du courant, et les deux lignes étaient ainsi parfaitement isolées.

9 h. 51 m. Même essai; résultat nul.

9 h. 55 m. Même essai ; résultat nul.

9 h. 57 m. Même essai ; résultat nul.

10 h. 1 m. Courant constant sur la ligne Vevey-Bulle-Fribourg ; résultat nul.

10 h. 15 m. Courant constant sur Romont-Fribourg ; l'aiguille du galvanomètre paraît éprouver un léger mouvement vers l'O. au moment de la fermeture, puis un mouvement semblable et de sens inverse lors de la rupture. La déviation demeure toutefois un peu incertaine et ne dépasse pas $\frac{1}{2}^{\circ}$.

10 h. 17 m. — Même essai. Déviation très sensible du galvanomètre de 2 à 3° vers l'O., puis retour vers l'E. au moment de la rupture.

10 h. 19 m. Même essai. — Résultat positif ; l'aiguille dévie de 4° au moins.

10 h. 20 m. Courant sur la ligne Vevey-Bulle-Fribourg ; résultat nul.

10 h. 22 m. Courant sur Romont-Fribourg ; déviation de 4° au moins.

On aperçoit ainsi que dans cette soirée, où j'ai eu la bonne fortune de voir arriver la pluie durant les observations, les lignes étaient d'abord convenablement isolées, puisqu'elles ont fourni des dérivations très peu de temps après la chute de la pluie. Il est extrêmement probable que l'averse abondante tombée à Lausanne vers 10 h. et quelques minutes s'est propagée dans la direction du N.-E. et a mouillé les poteaux et les cloches sur une étendue assez considérable pour que des dérivations devinssent sensibles.

21 mai. — Il n'avait pas plu depuis plus de 24 heures ; mais comme la pluie avait été assez abondante les jours précédents, il se pouvait que les lignes fussent encore mouillées. — A midi et vingt minutes un courant constant sur Romont-Fribourg ne produisit aucun effet au galvanomètre. Un second essai, quelques minutes plus tard, demeura également sans résultat.

25 mai. Temps beau et sec. — A 9 h. 54 m. du soir, courant constant sur la ligne Romont-Fribourg ; au moment de la fermeture, l'aiguille parut dévier de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}^{\circ}$ vers l'O., mais le mouvement inverse ne se produisit pas lors de la rupture. — A 9 h. 59 m., nouvel essai et nouvelle déviation apparente d'environ $\frac{1}{2}^{\circ}$ — A 10 h. 11, troisième essai ; l'aiguille se porte brusquement de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}^{\circ}$ vers l'O. lors de la fermeture et revient en sens inverse lors de la rupture.

Le même soir, à 10 h. 23 m., 10 h. 25 m. et 10 h. 29 m., par les soins obligeants de M. Cauderay, un courant fut lancé, à la gare de Lausanne, sur la ligne de l'administration du chemin de

fer. L'aiguille de mon galvanomètre ne présenta que des mouvements incertains de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}^{\circ}$ au plus. Ce jour-là donc il y avait une dérivation réelle, quoique très faible, provenant du fil de l'administration fédérale, et une dérivation nulle ou douteuse de la part du fil du chemin de fer.

30 mai. Temps sec et beau. — A 9 h. 50 m., courant constant sur la ligne Romont-Fribourg, effet nul au galvanomètre. — A 9 h. 55 m., nouvel essai ; résultat nul. — A 9 h. 58 m. troisième essai ; résultat nul. — L'isolement était donc complet avec la ligne de l'administration fédérale.

A 10 h. 23 m., on donna un courant constant de une minute, à la gare de Lausanne, sur le fil du chemin de fer ; rien de sensible ne se manifesta au galvanomètre. — A 10 h. 25 m., nouvel essai ; résultat nul. — A 10 h. 29 m., troisième essai ; résultat nul. L'isolement était donc satisfaisant aussi entre le fil direct et la ligne du chemin de fer.

Il est évident que lorsque les lignes n'étaient pas parfaitement isolées, il pouvait arriver des dérivations de toutes les stations de la ligne Lausanne-Romont-Fribourg-Berne. Inversément, lorsque les lignes paraissaient isolées pour des courants partant de Lausanne, elles l'étaient très probablement aussi pour les courants partant de toute autre station. Il m'a paru cependant utile d'en avoir la preuve directe en observant le galvanomètre pendant que l'on produisait un courant à Berne. — En outre, comme le fil direct, avant d'aboutir au bureau de Berne, court pendant quelque temps sur les mêmes poteaux que les lignes Neuchâtel-Berne ; Lausanne-Moudon-Berne ; Lausanne - Romont - Fribourg - Berne et Palais fédéral - Bureau de Berne, il m'a paru nécessaire aussi de constater s'il n'y avait pas peut-être quelque dérivation entre ces diverses lignes. Afin d'éclaircir ce point-là, des essais ont eu lieu le 7 juin, entre 10 heures et demie et 11 heures du soir, grâce à l'obligeance de M. le chef du bureau de Berne. — A diverses reprises, M. Frey a lancé, pendant une minute, un courant constant sur l'une ou l'autre de ces lignes. Nous nous étions donné l'heure quelques minutes auparavant et, au moment précis où les courants étaient donnés à Berne, j'observais l'aiguille. J'étais d'ailleurs informé de la fermeture du courant, pour deux des lignes au moins, par l'appareil télégraphique de Lausanne où le choc de l'ancre attiré coïncidait avec l'arrivée du courant de Berne.

A 10 h. 30 m., courant de Berne, sur Moudon-Lausanne ; effet absolument nul au galvanomètre. — A 10 h. 33 m., courant de Berne sur Neuchâtel, puis Lausanne ; effet nul.

A 10 h. 36 m., Berne-Fribourg-Romont-Lausanne ; effet nul.

A 10 h. 39 m. Bureau de Berne-Palais fédéral ; effet nul.

Ainsi, ce jour-là qui était beau et sec, il n'y avait sûrement aucune dérivation, sur le fil direct, par l'intermédiaire des poteaux voisins du bureau de Berne. — Quelques essais, faits le même soir, en lançant des courants de Lausanne sur la ligne Romont-Fribourg, montrèrent également un isolement complet.

Le 2 mai, quelques expériences, sous une forme différente, ont eu également pour but de s'assurer du degré d'isolement des lignes. Au bureau de Berne, on a, à un moment donné, interrompu la communication, avec le sol, de la ligne directe et de sa voisine Lausanne-Moudon-Berne. Pendant ce temps, à Lausanne, je mettais en communication l'un des pôles de la grande pile du télégraphe (30 éléments) avec l'extrémité de la ligne directe et l'autre pôle avec l'extrémité de la ligne de Moudon; le galvanomètre était d'ailleurs introduit dans le circuit. — On avait ainsi un circuit ouvert à Berne et comprenant les deux lignes dont on voulait éprouver l'isolement. Un courant ne pouvait évidemment passer que si ces deux lignes communiquaient dans le trajet par l'intermédiaire des poteaux. L'essai se prolongea de 10 h. 20 m. à 10 h. 23 m. et l'aiguille du galvanomètre demeura rigoureusement sur 0°. — La même opération fut répétée ensuite pour la ligne directe et la ligne Lausanne-Vevey-Bulle-Fribourg-Berne. Les relations avec la pile furent maintenues de 10 h. 26 m. à 10 h. 29 m. et l'aiguille ne fournit aucune déviation. — La ligne Lausanne-Romont-Fribourg et la ligne directe furent enfin éprouvées de la même façon et le résultat fut absolument nul.

On peut donc affirmer que, ce jour-là encore, les lignes étaient très-convenablement isolées, et il est à remarquer que la méthode employée dans cette expérience aurait pu signaler des communications, même bien minimes, entre les lignes. — Le 2 mai avait été un jour beau, sec et calme.

12. Il résulte des détails précédents que les lignes présentent donc parfois un isolement insuffisant et que le courant, lancé sur l'une d'elles, peut dériver partiellement sur les voisines. Quant à l'intensité de cette dérivation, elle varie naturellement suivant l'imperfection plus ou moins grande de l'isolement et elle peut s'évaluer, au moins d'une manière approximative, pour les soirées du 16, du 18 et du 25 mai, dont il a été fait mention plus haut.

Le 16 mai, l'aiguille du galvanomètre éprouva, sous l'influence de la dérivation, un déplacement de 15° E. à 12° O., soit 27°. Si l'on se reporte aux tables de graduation des § 4 et 5 et si l'on admet que le courant lancé à Lausanne, dans la ligne Romont-Fribourg, avait l'intensité normale des courants télégraphiques (30°), on trouve que la dérivation était à peu près de 0,037 ou $\frac{1}{27}$ du courant primitif.

Pour le 18 mai, où l'on constata une déviation d'environ 7 à 8°

produite par le courant de la gare, les tables de graduation montrent facilement que la dérivation était d'à peu près 0,01 du courant télégraphique normal.

La dérivation du 25 mai, qui ne produisait pas une déviation supérieure à $\frac{1}{2}^{\circ}$ au galvanomètre, ne dépassait donc pas 0,0007 du courant normal.

Il est à remarquer que des dérivations pareilles doivent devenir plus importantes lorsque les fils qui courent parallèlement sur les mêmes poteaux sont très nombreux; elles doivent augmenter aussi avec la distance sur laquelle le parallélisme se maintient. Il est évident, en outre, que ce qui est une perte pour un des fils peut devenir l'analogie d'une perte également pour la ligne sur laquelle la dérivation se porte; car si cette ligne est aussi parcourue par des courants, ces courants peuvent être affaiblis par un dérivé marchant en sens inverse.

Tous les essais qui ont été entrepris pour constater ces dérivations d'un fil à l'autre montrent que cet accident ne se produit pas toujours; *il est au contraire exceptionnel* et — avec le degré de sensibilité, du moins, du galvanomètre employé — ce n'est que dans les jours de pluie et lorsque la ligne a été mouillée qu'il peut être aperçu.

Les expériences du 23 mai, entr'autres, montrent très bien que l'isolement, encore complet à 10 h. du soir, a cessé en quelques minutes après une chute abondante de pluie. — Mais si l'on ne peut mettre en doute la cause du défaut d'isolement, il est malheureusement beaucoup plus difficile de dire pendant combien de temps peut se prolonger cet isolement incomplet. Après que la pluie est tombée, les cloches demeurent mouillées quelque temps; le bois des poteaux se conserve humide et il est bien certain que les dérivations doivent se prolonger pendant un temps variable suivant l'état d'humidité de l'air, son état de repos ou d'agitation, etc. On voit, par exemple, que le 25 mai il y avait encore une très légère dérivation, quoique la pluie eût cessé depuis plus de 24 heures. — On ne peut guère douter, d'après tout ce qui précède, que les dérivations ne se fussent prolongées plus longtemps et n'eussent été plus importantes si ces observations avaient été faites en hiver.

13. On peut se représenter que, sur chaque poteau, un faible courant dérivé part du fil, se propage à travers la couche liquide qui mouille la face supérieure de la cloche de verre, continue sous la cloche grâce à l'humidité qui y est adhérente et aboutit au bois du poteau pour gagner, par un chemin semblable, le fil voisin. Ce circuit offrira une résistance très grande pendant les temps secs; mais si la pluie a duré longtemps, si elle a été violemment chassée de telle façon que la face inférieure des cloches a pu être

mouillée, si peut-être le brouillard règne, cette résistance diminuera et la dérivation pourra se produire plus ou moins intense. — La face inférieure des cloches en verre n'est point aussi isolante qu'on peut se l'imaginer. A la longue, il s'y forme souvent un léger dépôt de suie provenant de la fumée des locomotives. Cette faible couche devient facilement humide par les temps de brouillard ou de pluie et elle offre évidemment un passage trop facile aux dérivations ⁽⁸⁾.

Sur la ligne Lausanne-Fribourg, ce défaut d'isolement des

⁽⁸⁾ Le genre d'isolateurs employé sur les lignes suisses est, je crois, moins propre que d'autres à prévenir les pertes de courant et les dérivations. Les cloches en verre présentent seulement leur face inférieure comme résistance dès que la pluie tombe, et parfois cette surface est notablement réduite par les ruptures plus ou moins considérables que présentent les bords de la cloche. — On sait que les isolateurs adoptés dans les divers pays de l'Europe diffèrent fort les uns des autres; mais partout où l'on a voulu perfectionner l'isolement, on a reconnu la nécessité d'*augmenter l'étendue de la surface non conductrice que l'eau de la pluie ne peut pas mouiller directement*. Il est impossible d'éviter que cette surface inférieure ne devienne humide parfois, qu'elle ne se recouvre de poussières plus ou moins conductrices, et le seul moyen de diminuer les pertes provoquées ainsi, c'est de rendre plus long le trajet que doit parcourir le courant pour passer du fil au poteau.

Les isolateurs employés sur les lignes prussiennes, hanovriennes, danoises, russes, autrichiennes, etc. ont une première cloche en fonte dans l'intérieur de laquelle se trouve une deuxième cloche isolante en porcelaine, et c'est au centre de cette cloche intérieure que se trouve fixé le support sur lequel s'appuie le fil. Dans ce système, donc, les deux faces de la cloche isolante sont protégées contre la pluie. La *Compagnie du télégraphe électrique*, en Angleterre, emploie des isolateurs plus compliqués encore, mais très efficaces. Ils se composent de deux cloches concentriques de matière isolante. La surface inférieure de la cloche extérieure ne touche pas la face supérieure de la cloche qui est dedans. En outre, tout le système est supporté, suivant son axe, par une tige en fer recouverte de caoutchouc vulcanisé qui vient se fixer à un support horizontal en bois. Le fil de la ligne est attaché latéralement à la cloche supérieure. Il est évident qu'ici les surfaces inférieures et protégées présentent une grande étendue et le courant rencontre une résistance considérable pour passer du fil au poteau. Aussi l'isolement est-il très complet.

Les lignes établies près de l'observatoire de Greenwich, par M. Airy, pour l'étude des courants terrestres, et dont il sera question plus loin (§ 35), s'appuient sur des isolateurs très perfectionnés. Il y a d'abord une grande cloche extérieure en porcelaine au centre de laquelle est fixée, par un ciment, une cloche en ébonite. Cette seconde cloche est en quelque sorte double et c'est dans son intérieur que vient se planter, séparé par un ciment, le support en fer qui attache tout le système au poteau. Entre le bord inférieur de la cloche en porcelaine et le support en fer, il y a donc trois surfaces concentriques protégées contre la pluie et qui doivent offrir une très grande résistance aux dérivations.

On peut ajouter que la façon suivant laquelle le fil est fixé à l'isolateur n'est point indifférente. S'il enveloppe la cloche en verre d'un certain nombre de tours, comme c'est le cas en Suisse, il y aura une surface de contact, entre le métal et le verre mouillé, bien plus considérable que si le fil passe simplement dans une sorte d'anneau, comme c'est le cas dans les isolateurs prussiens, par exemple.

cloches en verre se manifeste entr'autres très vivement dans les tunnels de Grandvaux, la Cornallaz et Vauderens⁽⁹⁾. Là, en effet, la fumée des locomotives persiste longtemps et la couche de suie qui vient tapisser la surface des cloches est plus considérable. En outre, dès que la pluie a persisté quelque temps, les infiltrations d'eau sont assez abondantes et les gouttelettes venant atteindre les supports en fer qui soutiennent les cloches, il y a un rejaillissement du liquide qui mouille la face inférieure du verre. Cette circonstance donne lieu à des pertes souvent notables de courant et M. Cauderay m'a donné à ce sujet des informations intéressantes. Il arrive souvent que la communication télégraphique entre les stations du chemin de fer de Lausanne à Fribourg est presque interrompue par cette influence des trois tunnels. M. Cauderay a vu le courant, lancé de Lausanne, donner 30° à la boussole ordinaire, quoique la ligne fût coupée à Fribourg ; le circuit se complétait donc uniquement par les pertes additionnées des supports et surtout par le défaut d'isolement dans les tunnels. D'autres fois, le courant de Lausanne est encore fort aux stations qui précèdent les tunnels de Grandvaux et de la Cornallaz ; puis il est très faible à la station de Chexbres, immédiatement au-delà de la Cornallaz. — M. Cauderay fait de temps en temps laver les faces supérieures et inférieures des cloches en verre dans le parcours des tunnels pour ne pas avoir à souffrir de ces pertes trop considérables du courant.

Les deux lignes de l'administration fédérale qui marchent parallèlement à celle du chemin de fer doivent naturellement subir un sort analogue ; je ne sache pas cependant que ces lignes présentent, dans les tunnels, des pertes aussi fortes que celles dont je viens de parler. Il me paraît même certain que le défaut d'isolement n'y est pas très grave, au moins dans les temps secs, puisque j'ai constaté un grand nombre de fois l'absence complète de dérivations sur la ligne directe.

14. D'autres causes peuvent encore accidentellement mettre en communication deux lignes parallèles. Si les fils ne sont pas suffisamment tendus, ils subissent des flexions d'un poteau à l'autre et ces flexions étant inégales, les fils risquent de se trouver fort rapprochés. Ce fait se produit entr'autres souvent entre Fribourg et Berne où les poteaux sont en fer et ne permettent pas, paraît-il, une grande tension des fils. Il arrive, en plusieurs points, que les deux lignes sont écartées de quelques centimètres seulement et la moindre feuille, le moindre brin de chaume emporté par le vent peut s'arrêter en touchant simultanément les deux fils.

⁽⁹⁾ La ligne Lausanne-Berne compte cinq tunnels présentant une longueur totale de 3400^m environ.

Si ce corps intermédiaire est sec, l'inconvénient n'est pas grand ; mais s'il est mouillé par la pluie, il concourt évidemment à produire des dérivations comme celles qui sont signalées dans les expériences décrites plus haut.

III. Observations.

13. Les renseignements rapportés plus haut montrent que les indications du galvanomètre pouvaient quelquefois provenir des dérivations télégraphiques ou du moins être modifiées par elles. La part due à cette influence-là sera examinée et discutée plus tard (§ 17).

Afin de ne pas trop prolonger, je donnerai ici les résultats d'une partie seulement des jours d'observations en indiquant, d'une façon un peu brève, la marche de l'aiguille galvanométrique. — L'instrument était introduit dans la ligne de telle sorte que *l'aiguille déviait à l'Est pour un courant allant de Berne à Lausanne, par le fil, et par conséquent à l'Ouest pour un courant marchant de Lausanne à Berne.*

25 avril 1865.

Ciel d'apparence orageuse dans l'après-midi ; temps clair et calme le soir.

9 heures 35 minutes du soir. Déviation à 15° E., puis lents mouvements de 15 à 10°, puis 5°. L'aiguille est plusieurs secondes calme sur 8° E., puis mouvements vers 20, 25° et 30°. — Plusieurs secondes de calme sur 12 à 13° E.

9 h. 46 m. Lente oscillation de 10 à 15°.

47 m. Retour assez brusque à 0°, puis progression à 10° E.

49 m. Mouvements de 10° E. à 5° O.

57 m. Presque calme absolu sur 5 à 6° E ; faibles et lentes oscillations.

10 h. 1 m. ; 4 à 5° O., puis lent mouvement vers 10° E.

2 m. Grande, mais lente oscillation de 15° E. à 25° O.

10 m. Calme sur 5° E.

11 m. Pendant plus de 1 minute, calme absolu sur 5° E. ; puis accroissement lent jusqu'à 8°. Ce mouvement de 5 à 8° dure au moins 5 minutes.

17 m. Le calme sur 8° se maintient, puis quelques mouvements brusques surviennent et l'aiguille revient sur 7 à 8° E.