



HAL
open science

Étude des courants telluriques

E.-E. Blavier

► **To cite this version:**

E.-E. Blavier. Étude des courants telluriques. J. Phys. Theor. Appl., 1884, 3 (1), pp.157-165.
10.1051/jphystap:018840030015700 . jpa-00238203

HAL Id: jpa-00238203

<https://hal.science/jpa-00238203>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉTUDE DES COURANTS TELLURIQUES;

PAR M. E.-E. BLAVIER.

Le Congrès des électriciens, qui s'est tenu à Paris pendant l'Exposition internationale d'électricité de 1881, a appelé l'attention sur l'intérêt que peut offrir l'observation des courants électriques qui parcourent la surface de la terre et a renvoyé l'étude de cette question à la Conférence internationale pour la détermination des unités électriques, qui s'est réunie à Paris le 26 octobre 1882. Dans cette Conférence on a émis les vœux :

« 1° Que certaines lignes, même de petite longueur, indépendantes du service télégraphique général dans chaque pays, soient consacrées, d'une manière exclusive, à l'étude des courants terrestres;

» 2° Que les grandes lignes, particulièrement les lignes souterraines, soient utilisées le plus fréquemment possible pour des recherches de même nature, ces lignes étant dirigées de préférence du sud au nord et de l'est à l'ouest, les observations ayant lieu le même jour, par exemple le dimanche, dans les différents pays. »

Les courants telluriques n'ont pu jusqu'ici être étudiés d'une manière continue, par suite de l'impossibilité d'utiliser pour cet objet les fils télégraphiques, qui suffisent à peine au trafic. A la suite des grandes perturbations magnétiques seulement, on a pu, en relevant les observations faites par les employés dans les bureaux télégraphiques, dresser des Tableaux ou des courbes qui donnent une idée approximative de la direction et de l'intensité de ces courants à différents instants.

En France, par suite de la construction récente d'un certain nombre de lignes souterraines, plusieurs fils conducteurs se sont trouvés provisoirement disponibles; j'en ai profité pour demander à M. le Ministre des postes et des télégraphes l'autorisation de les utiliser pour l'étude et l'enregistrement automatique des courants terrestres. Cette autorisation m'ayant été accordée, j'ai fait construire, par M. Duboscq, un appareil enregistreur semblable à celui qu'emploie M. Mascart, à Saint-Maur, pour l'enregistrement simultané des trois composantes du magnétisme terrestre.

Cet appareil comprend une horloge qui fait descendre d'un mouvement uniforme, pendant vingt-quatre heures, un cadre sur lequel est fixée une feuille de papier préparé au gélatinobromure d'argent, de 0^m,26 de hauteur sur 0^m,21 de largeur. Cette feuille passe devant une fente étroite que traversent les rayons lumineux réfléchis par l'instrument dont on veut enregistrer les indications.

L'image est ensuite développée et fixée par une immersion de la feuille dans un bain d'oxalate de potasse et de sulfate de fer, puis dans un bain d'hyposulfite de soude.

Une lampe alimentée au gazogène est placée au-dessus de la fente et fournit la lumière; elle est entourée d'une enveloppe métallique ayant trois ouvertures munies de lentilles, dont l'une envoie les rayons lumineux normalement et les deux autres parallèlement à la surface du papier préparé.

Les rayons sont réfléchis par de petits miroirs fixés à la partie mobile des instruments d'observation et renvoyés sur la fente, directement pour l'un d'eux, et par l'intermédiaire de deux prismes pour les deux autres.

Sur la feuille de papier se trouvent marquées automatiquement, au milieu, sur une largeur de 0^m,07, les courbes qui correspondent à l'instrument placé en face, et, de chaque côté, sur une largeur égale, les courbes qui correspondent aux deux autres, convenablement placés.

Les galvanomètres dont je me suis servi pour l'enregistrement des courants telluriques sont des galvanomètres apériodiques de MM. Marcel Deprez et d'Arsonval. Chacun d'eux comprend un aimant fixe entre les branches duquel se meut un petit cadre; autour de ce dernier est enroulé le fil conducteur qui forme environ 50 tours. Ce cadre est maintenu par deux fils d'argent verticaux, fixés l'un à la partie supérieure et l'autre à la partie inférieure, qui lui permettent d'osciller. Un petit miroir, qui renvoie la lumière sur la fente de l'enregistreur, est collé sur le fil supérieur.

Les oscillations du cadre au moment des variations d'intensité du courant sont à peu près nulles par suite de l'effet d'induction qui se produit dans le conducteur lorsque les bornes sont réunies

par un fil de dérivation offrant une faible résistance, avantage précieux pour le genre d'expériences que j'avais à faire.

Les heures sont marquées photographiquement sur les marges de la feuille de papier. A cet effet, cette feuille est maintenue entre deux glaces de verre dont l'une, transparente, est exposée aux rayons lumineux réfléchis par les miroirs, tandis que l'autre, noircie, porte sur le bord des découpures également espacées, correspondant aux vingt-quatre heures de la journée. Il suffit de présenter pendant un instant cette dernière glace à la lumière, pendant que l'épreuve photographique se trouve encore au-dessous, pour que les découpures se reproduisent sur le papier, et de noter l'heure du commencement du mouvement.

Ce qu'il importait de mesurer, c'était non l'intensité du courant tellurique, qui varie suivant la résistance du circuit, mais la force électromotrice existant à chaque instant entre les deux points du sol en relation avec le fil télégraphique. Dans ce but, j'ai rendu, dans toutes les expériences, la résistance totale du circuit constante par l'addition de bobines et de rhéostats convenablement choisis. Cette résistance constante a été fixée à 10 000 ohms (1000^{km} de fil de fer à 4^{mm}), résistance considérable qui a l'avantage d'éliminer les effets secondaires, induction et dérivation des fils voisins, variation de la température, effet de l'électricité atmosphérique, polarisation, etc.

Il était, en outre, nécessaire de déterminer fréquemment la constante des galvanomètres qui pouvait changer par suite des variations de tension du fil qui supporte les cadres.

Chaque matin on prend cette constante en remplaçant pendant un instant le circuit soumis à l'expérience par un circuit local, toujours le même, de 20 000 ohms de résistance et comprenant 1 élément Daniell.

Un premier trait donné sur le papier par le galvanomètre correspond au cas où aucun courant ne passe; un second correspond au cas où le courant d'essai est envoyé dans un sens, et un troisième au cas où ce courant est envoyé en sens opposé.

L'intensité du courant qui produit les deux dernières marques est d'environ $\frac{1 \text{ volt}}{20\,000 \text{ ohms}}$, soit $\frac{1}{20\,000}$ d'ampère.

Une ligne droite, parallèle au mouvement du papier, menée par le point qui correspond à l'absence de tout courant, peut servir d'axe. Les résistances du circuit d'essai et du circuit soumis aux expériences étant dans le rapport de 2 à 1, la force électromotrice du courant tellurique, à chaque moment, est donnée en volts par le rapport entre le double de l'ordonnée correspondante de la courbe et l'ordonnée du point marqué par le courant d'essai.

Quant aux fils de dérivation (ou shunts) employés pour les galvanomètres, leur résistance varie, suivant la longueur des lignes soumises aux expériences, de $\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{5}$ de la résistance du fil enroulé sur le cadre. On règle cette résistance de façon que les courbes ne dépassent pas, autant que possible, les limites de la portion de la feuille qui est consacrée à l'enregistrement.

La constante de chaque instrument étant prise avec son shunt, on n'a pas à se préoccuper de la résistance de ce dernier pour l'interprétation des courbes.

Les expériences ont commencé à la fin du mois de juillet dernier et durent encore; elles n'ont subi que quelques interruptions partielles, dues à la nécessité où nous nous sommes quelquefois trouvés de rendre au service les fils qui avaient été mis à notre disposition.

J'ai été secondé dans cette étude par M. Henry Terral, agent spécial attaché à l'École supérieure de Télégraphie, qui est parvenu promptement à obtenir des épreuves très nettes et a eu l'idée de les reproduire par les procédés photographiques ordinaires.

Les lignes qui ont été soumises jusqu'ici aux expériences sont celles de Paris à Nancy, Lille, Lyon, le Havre, et celles du poste central de Paris (103, rue de Grenelle) aux guérites de coupures des fils, à la porte de Flandres et à la porte de Vincennes. Je vais indiquer les principaux résultats obtenus jusqu'à ce jour.

Un des faits importants qui ressortent de la comparaison des courbes est que la direction et l'intensité des courants telluriques dépendent uniquement de la différence de potentiel entre les deux points où le fil conducteur est en communication avec la terre et sont indépendantes de son trajet. Ainsi, de Paris à Nancy, deux

fil, l'un aérien, passant par Châlons, et l'autre souterrain, passant par Reims, fournissent toujours des courbes absolument identiques.

On peut en conclure, contrairement à une opinion généralement admise, que les lignes souterraines ne sont pas plus influencées que les lignes aériennes par les courants terrestres. Si ces courants troublent un peu plus la transmission sur les lignes souterraines, cela tient à ce que leurs conducteurs en cuivre offrent moins de résistance et à ce qu'on emploie pour les desservir des piles plus faibles et des appareils plus sensibles.

Non seulement les courants telluriques sont identiques sur deux fils qui aboutissent aux deux mêmes points, mais encore ils sont très sensiblement les mêmes sur deux fils de même longueur qui ont à peu près la même direction, de Paris à Reims et de Paris à Châlons par exemple.

Pour deux lignes de longueurs différentes, mais qui ont la même direction, par exemple de Paris à Nancy et de Paris à Châlons, les courants qui parcourent les fils suivent exactement les mêmes phases, mais leur intensité est en raison de la distance des points extrêmes, la résistance totale étant, bien entendu, la même dans les deux cas.

En augmentant la résistance de la dérivation entre les bornes du galvanomètre en relation avec le fil le plus court, en la doublant par exemple, pour le galvanomètre du fil de Paris à Châlons, on retrouve identiquement les mêmes courbes que pour le fil le plus long, Paris-Nancy.

Le résultat est le même lorsqu'on compare les courbes que donnent deux grandes lignes situées des deux côtés de Paris et sur le prolongement l'une de l'autre, telles que les lignes Paris-Lille et Paris-Lyon. Mais les courants sur la ligne de Paris-Lyon sont naturellement plus intenses et indiquent toujours une différence de potentiels proportionnelle à la distance des points extrêmes.

Cette loi se vérifie même lorsqu'on compare une grande ligne, comme celle de Paris à Châlons, avec une ligne très courte, de 8^{km} à 10^{km} de longueur, allant du poste central de Paris (103, rue de Grenelle) à la caserne située près de la porte de Flandres, ou à la guérite télégraphique qui se trouve à la porte de Vincennes.

En conservant, pour l'observation des courants sur ces deux dernières lignes, la résistance totale de 10 000 ohms, on n'obtient que des variations insignifiantes d'intensité; mais, en réduisant cette résistance à 1 000 ohms, on retrouve les mêmes variations que sur la ligne de Paris à Châlons, avec une légère différence toutefois pour la ligne de la porte de Flandres, tenant à ce que sa direction n'est pas absolument la même que celle de Paris à Châlons.

Lorsque la résistance totale est réduite à 1 000 ohms, on constate une légère force électromotrice, due à la différence d'action chimique des plaques de terre, qui a pour résultat de déplacer les courbes par rapport à l'axe correspondant à l'absence de tout courant; mais ce déplacement ne gêne en rien l'observation; il suffit, en effet, d'orienter convenablement le miroir supporté par le fil de suspension pour que les traces laissées par la lumière se trouvent dans l'espace consacré à l'enregistrement.

Il paraît donc probable qu'on pourra arriver à étudier complètement les variations du courant tellurique au moyen d'un certain nombre de fils de faible longueur rayonnant d'un point central.

J'ai voulu m'assurer que les courbes du courant tellurique ne sont pas troublées par l'effet des transmissions télégraphiques du poste central, dont nous empruntons le fil de terre. Dans ce but, nous avons pris d'abord une seconde communication avec le sol, située à une trentaine de mètres de celle qui sert aux transmissions, et nous avons employé un des deux fils de terre pour un des conducteurs de Paris à Nancy et le second pour l'autre conducteur; les courbes ont été identiques. Nous avons ensuite pris la terre à Viroflay pour un des conducteurs et à la station centrale pour l'autre; nous avons obtenu les mêmes résultats. Enfin, nous avons comparé un fil de Paris à Nancy avec un fil allant de Châlons-sur-Marne à Viroflay; nous avons encore eu les mêmes courbes, modifiées seulement par la variation de distance des points extrêmes.

En réglant convenablement les shunts des galvanomètres, on peut, presque toujours, obtenir avec des fils qui ont une même direction, mais des longueurs différentes, des courbes qui peuvent se superposer.

Les courants telluriques varient constamment de sens et d'intensité; parfois, au milieu d'une période relativement assez calme, on observe un courant qui s'accroît rapidement pendant une heure ou deux, puis décroît et change de sens. La force électromotrice sur une ligne de 350^{km}, comme celle de Paris à Nancy, atteint souvent 2, 3 et 4 volts.

Pendant les orages magnétiques, et il s'en est manifesté plusieurs pendant la durée de nos expériences, la force électromotrice atteint des valeurs beaucoup plus considérables et change rapidement de sens. L'image du point lumineux, réfléchi par le miroir du cadre, sort à chaque instant de l'espace consacré à l'enregistrement.

Pour deux lignes qui sont situées dans le prolongement l'une de l'autre, les courbes sont semblables, mais de sens opposé naturellement. On constate seulement quelques différences lorsque les lignes sont très longues, comme celles de Paris à Lille et de Paris à Dijon ou à Lyon, et encore ces différences peuvent-elles tenir à ce que les lignes n'ont pas absolument la même direction.

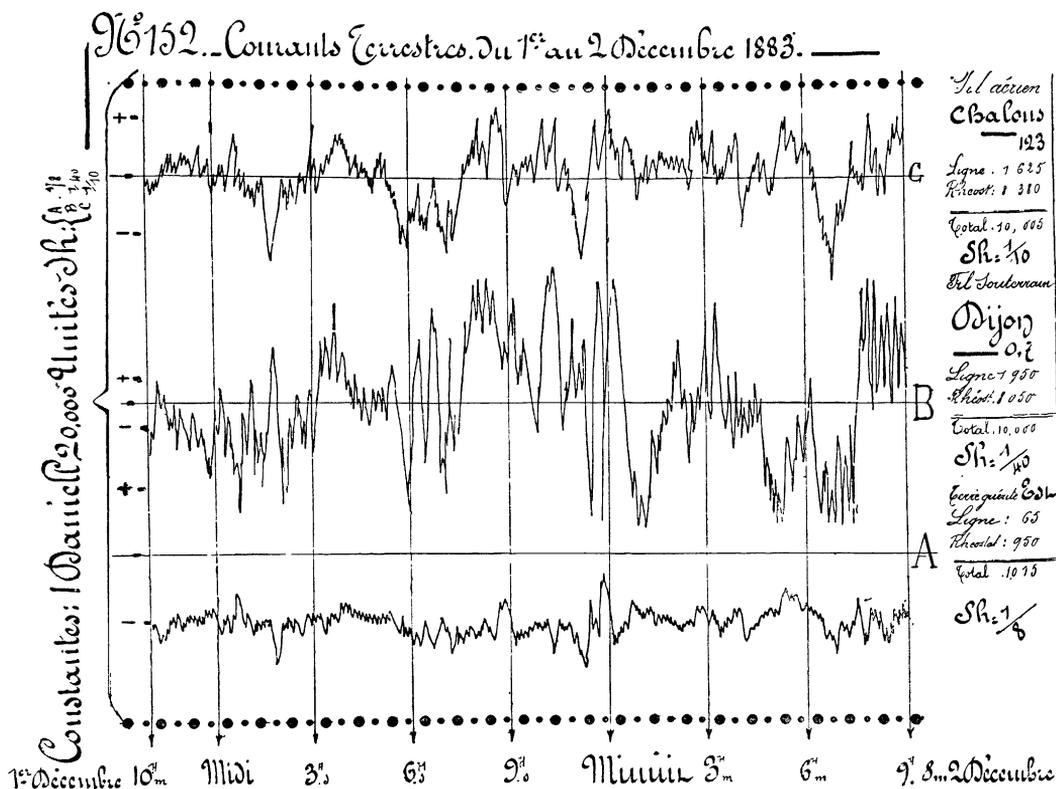
On peut déduire des courbes obtenues sur deux lignes ayant des directions différentes, comme celle de Paris à Nancy et celle de Paris à Dijon, la véritable direction du courant tellurique à chaque instant. En effet, la différence de potentiel étant proportionnelle à la distance des points extrêmes sur une même ligne droite, on peut facilement trouver sur les deux lignes deux points dont le potentiel est le même; la droite qui passe par ces deux points est une courbe équipotentielle, et la normale à cette ligne représente la direction du courant tellurique.

Les courants circulent généralement dans la direction du nord-ouest au sud-est, et réciproquement; mais souvent leur direction change, et ils vont quelquefois du nord au sud, du nord-est au sud-ouest, de l'est à l'ouest et réciproquement.

Il est encore impossible de donner la loi générale de ces courants, si tant est qu'on puisse y parvenir. Toutefois il résulte, de la comparaison des courbes obtenues pendant plusieurs mois, qu'en France, tous les matins de 9^h à midi, le courant marche du nord

au sud ou plutôt du nord-nord-est au sud-sud-ouest et atteint son maximum d'intensité vers 10^h 30^m.

Les courants telluriques ont évidemment une liaison intime avec les variations du magnétisme de la terre. Ils en peuvent être la cause principale ou l'effet; cette question ne pourra être résolue que par une comparaison des courbes électriques et des courbes magnétiques. L'étude attentive des premières permettra également



de décider si les mouvements du Soleil et de la Lune ont une influence inductrice, comme le pensent quelques savants.

La figure ci-jointe est la reproduction par la photogravure des courbes obtenues pendant une journée assez agitée (du 1^{er} décembre 10^h du matin au 2 décembre 9^h 8^m du matin). A gauche sont marqués les traits qui donnent les courants des trois galvano-

mètres et correspondent, ainsi qu'il a été dit plus haut à $\frac{1}{20000}$ d'ampère.

Les courbes C et B sont fournies par les lignes de Paris à Châlons et de Paris à Dijon (fils 123 et 07).

La résistance totale est de 10 015 ohms pour le premier circuit et de 10 000 ohms pour le second; les shunts des deux galvanomètres sont $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{40}$.

La troisième courbe, A, est fournie par une ligne de 9^{km} à 10^{km} allant du poste central de Paris à la guérite de l'est (porte de Flandres). La résistance totale du circuit est seulement de 1015 ohms, et le shunt du galvanomètre de $\frac{1}{40}$.
