Zeitschrift: Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel

Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel

Band: 6 (1861-1864)

Artikel: Sur la vitesse de propagation des courants électriques dans la détermination télégraphique de longitude entre Genève et Neuchâtel

Autor: Hirsch

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-87975

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: 11.01.2026

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

SUR LA VITESSE DE PROPAGATION

DES COURANTS ÉLECTRIQUES

DANS LA DÉTERMINATION TÉLÉGRAPHIQUE DE LONGITUDE

entre Genève et Neuchâtel.

par M. le Dr HIRSCH.

(Voir les Bulletins , page 19.)

Messieurs,

Dans la dernière séance de ce printemps, j'ai commencé à vous rendre compte en général de l'opération télégraphique pour la détermination de la différence de longitude entre l'observatoire de Genève et le nôtre. Comme cette opération est maintenant terminée dans sa partie principale et en attendant que l'achèvement des calculs me permette de vous communiquer tout le travail, je me bornerai aujourd'hui à vous parler de la partie électrique de cette opération et des résultats intéressants qu'elle nous a indiqués sur la propagation des courants.

Vous le savez, messieurs, autrefois on envisageait l'action de l'électricité comme instantanée, ainsi qu'on le croyait auparavant de celle de la lumière et qu'on est forcé de l'admettre encore aujourd'hui pour l'attraction newtonienne. Depuis qu'Olaus Römer a calculé la vitesse de la lumière par les éclipses des satellites de Jupiter, et que les mesures de Fizeau et d'autres physiciens ont donné pour la vitesse de la lumière artificielle les mêmes nombres, la question de la vitesse de la

lumière peut être envisagée comme résolue. Il n'en est pas de même pour celle de la vitesse de l'électricité, où il y a encore beaucoup, pour ne pas dire tout à faire, comme vous le verrez par un aperçu rapide des travaux relatifs à ce sujet.

Après qu'au dernier siècle on eut cru établir que l'électricité se propage instantanément ou du moins que sa vitesse est incommensurable, en se basant sur l'expérience assez grossière qu'on sentait l'étincelle d'une bouteille de Leyden, qui avait parcouru une distance de 12000 pieds, au même moment qu'on la voyait s'échapper de l'armature de la bouteille, Wheatstone fut le premier qui étudia la question de plus près par la célèbre expérience à vous tous connue; il trouva par son travail ingénieux que l'espace de 1320 pieds anglais était parcouru en $\frac{1}{1\,152\,000}$ de seconde, ce qui donne pour la vitesse de l'électricité 460 800 *kilomètres* par seconde, donc plus grande de plus de la moitié que celle de la lumière. Cette vitesse était obtenue pour l'électricité statique et sans l'intervention d'un électro-aimant. Bientôt après des savants américains trouvaient pour les courants galvaniques, cheminant sur les lignes télégraphiques, une vitesse de beaucoup inférieure; M. Gould entre autres, profitant de l'immense circuit télégraphique de Washington à St-Louis, ne trouva même que 25 600 kilomètres. — Deux autres savants français, MM. Fizeau et Ganelle, se servant de toute une autre méthode (interruption simultanée du conducteur sur des points très-distants et effet produit sur le galvanomètre), ont obtenu de nouveau une vitesse plus considérable, 180 000 kilom. pour le fil de cuivre, et 100 000 pour le fil de fer; et ils croyaient en même temps établir que cette vitesse est indépendante de l'intensité du courant et de la section du conducteur, en accord sous ce rapport avec ce que M. Clark avait observé déjà, que les courants se propagent, quelle que soit leur intensité, avec la même vitesse.

Les déterminations télégraphiques de longitude qui commençaient alors en Amérique, ont fourni aussi des résultats différents, il est vrai, entre eux, mais tous de beaucoup inférieurs à la vitesse obtenue par Wheatstone ou même par Fizeau. Voici le tableau de ces déterminations, comme le donne M. De la Rive:

Wheatstone	fil de cuivre	(El. statique)	460 800	kilom.
Fizeau et Ganelle.	» »	(Méth. d'interrupt.)	180 000	»
» »	fil de fer	. . . . .	100 000	»
Mitchell	fil de fer	Méth. astron.	45 600	»
Walker	»	Méth. astron.	30 000	»
Gould	»	Méth. astron.	25 600	»
Airy (Greenwich, Edimbourg)	fil de cuivre		12 000	»
» (Greenw. Brux.),	fil de cuiv.,	(câble s.-marin)	4 300	»

Voilà donc des vitesses qui ne varient pas moins que dans la proportion de 1 : 100. On voit par ces nombres qu'on ne peut se représenter la propagation de l'électricité comme celle d'un fluide ou celle des agents rayonnants, enfin que le temps employé par le courant ne peut pas dépendre uniquement de la longueur du chemin qu'il parcourt comme on l'avait cru d'abord. Le grand physicien anglais Faraday a expliqué une partie des discordances que nous venons de citer, en montrant d'abord que les fils souterrains ou submergés, recouverts de gutta percha, constituent des espèces de bouteilles de Leyde, qui se chargent et se déchargent, et que cette induction latérale peut retarder l'effet du courant même de plusieurs secondes; expérience qui malheureusement a été répétée très en grand sur le câble transatlantique. Pour les fils aériens, ces perturbations par induction sont beaucoup plus faibles, cependant suffisantes pour expliquer, d'après Faraday, par l'état de la ligne, les différences constatées dans la vitesse avec laquelle le courant parcourt les fils.

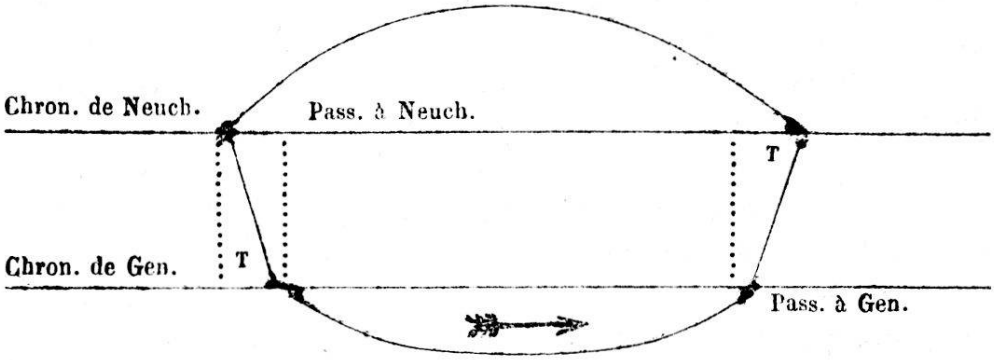
Une autre circonstance dont on n'a pas tenu compte et qui explique, selon nous, une grande partie des différences dont nous parlons, c'est le temps employé par les électro-aimants. On voit par le tableau des résultats, que la vitesse de propagation a été trouvée plus grande par les méthodes optiques (Wheatstone) et au moyen du galvanomètre (Fizeau) que lorsqu'on emploie des appareils dans lesquels entrent des électro-aimants. Et rien de plus naturel, car dans ce dernier cas la différence des moments des deux effets produits sur deux électro-aimants aux extrémités d'un fil, comprend d'abord la propagation du courant même et ensuite les temps d'attraction des deux ancres. D'après les recherches si importantes aussi

bien pour la pratique que pour la théorie, de notre collègue M. Hipp, ces temps d'attraction des ancres varient beaucoup, d'abord avec l'intensité des courants et ensuite avec leur nature, donnant des résultats très-différents pour les courants de fermeture et d'ouverture. Voilà donc une nouvelle raison pourquoi l'état de la ligne doit influencer la vitesse de transmission: car si l'isolation du fil est imparfaite, il y aura plus ou moins de dérivation de courant; par conséquent ce dernier sera plus faible à la station éloignée qu'à celle dont il part, et l'ancre de l'électro-aimant éloigné sera attirée avec moins de vitesse que l'autre.— M. Hipp avait déjà, il y a quelques années, fait des expériences qui tendaient à prouver qu'en effet la vitesse de propagation ne dépend pas seulement de la longueur du chemin parcouru, puisque M. Hipp l'a vu plus grande dans un long circuit que dans un autre beaucoup plus petit.

Voilà en peu de mots les données connues lorsque nous entreprîmes notre détermination télégraphique de longitude, qui devait nécessairement fournir une nouvelle donnée pour la vitesse du courant. Je vais vous communiquer les résultats que nous avons obtenus jusqu'à présent sous ce rapport, résultats qui augmentent les documents du procès sans toutefois le décider.

Je vais d'abord commencer par vous expliquer comment nous avons mesuré le temps de transmission de nos courants. Vous vous rappelez la méthode que nous avons employée pour la détermination de longitude; elle consiste à enregistrer les passages des mêmes étoiles aux deux méridiens sur les deux chronographes des deux stations; de cette manière on obtient la différence de longitude enregistrée deux fois, sur les deux chronographes. L'intervalle de temps, (quel qu'il soit d'ailleurs) devait être le même sur les deux chronographes pourvu que la transmission des signaux électriques fût instantanée; si au contraire le courant met du temps pour franchir l'espace entre les deux stations, ou qu'il attire l'ancre de l'électro-aimant éloigné plus lentement que celle qui est près de la pile, enfin s'il existe un temps de transmission quelconque, les intervalles des deux signaux donnés dans la direction inverse doivent paraître plus longs sur le chronographe de la

station orientale que sur celui de l'autre, comme on peut se convaincre facilement par la figure suivante, dans laquelle des points diamétralement opposés correspondent au même moment.



On voit immédiatement que la différence des deux chronographes est le double du temps de transmission. Et remarquez que les quantités 2 T, que l'on trouve ainsi par la comparaison des deux chronographes, sont tout-à-fait indépendantes de l'exactitude des observations astronomiques, de l'équation personnelle, etc. En effet on les obtiendrait de même, en donnant des signaux tout-à-fait arbitraires et à des intervalles quelconques aux deux stations en question. Ainsi l'exactitude avec laquelle on détermine ce temps de transmission dépend uniquement de celle des instruments enregistreurs employés; c'est-à-dire essentiellement de deux éléments, d'abord de la régularité avec laquelle les pendules sont enregistrées sur les chronographes et ensuite de l'exactitude avec laquelle on peut faire le relevé des signaux marqués sur le papier des chronographes.

Pour obtenir des résultats nets sur le temps de la transmission, il fallait déterminer les limites de l'influence de ces erreurs, et la méthode d'observation que nous avons employée permettait de le faire assez exactement.

Vous savez qu'on observe le passage des étoiles non pas au méridien même qui est une ligne fictive, mais à un certain nombre de fils; donc j'envoyai à chaque passage d'étoile 21 courants à Genève qui s'y marquaient aussi bien que chez moi; Genève, dont la lunette ne possède que 5 fils, nous envoyait

chaque fois cinq signaux. Si l'enregistrement de l'heure des deux pendules était absolument exact, et si l'on pouvait relever les traits d'encre marqués sur les chronographes sans erreur aucune, vous comprenez que l'intervalle des signaux comme il est fourni par les deux chronographes, devrait être le même pour chacun de ces signaux; de même le degré avec lequel cette égalité a lieu pour les différents signaux, est aussi la mesure des erreurs fortuites provenant de ces sources, ou bien la mesure de l'exactitude de l'enregistrement. De cette manière nous avons trouvé l'exactitude de l'enregistrement (et du relevé) d'un signal de Neuchâtel exprimé par l'erreur moyenne de $0^s,035$ et l'erreur moyenne d'un passage de Neuchâtel (consistant en 21 fils) égale $0^s,008$; les mêmes erreurs sont pour un signal de Genève $0^s,028$ et pour un passage de Genève $0^s,013$. Il s'ensuit que la différence des deux passages est affectée de l'erreur moyenne de $0^s,015$, en tant qu'elle se conclut des variations des signaux cheminant dans la même direction. Ces 15 millièmes de seconde expriment donc l'incertitude qui provient des pendules, de leurs courants, de la marche des chronographes et enfin du relevé.

Ce point établi, nous avons calculé le temps de transmission résultant de la comparaison de l'intervalle entre le passage de Neuchâtel et de Genève, comme ils sont marqués sur les deux chronographes. Voici ce que nous avons trouvé pour les différents jours:

JOURS.	Nomb. d'étoiles	2 T.	μ (*) Erreur moyenne.	m_1 Erreur moy. d'un résultat d'une étoile.	m Erreur. instrument
		s.	s.	s.	s.
19 septembre	5	0,028	± 0,015	0,034	0,015
20 »	12	0,019	± 0,012	0,040	0,017
29 »	19	0,020	± 0,005	0,022	0,015
3 octobre	15	0,025	± 0,003	0,012	0,016
5 »	16	0,005	± 0,004	0,016	0,014
Moyenne	67	0,0179	± 0,0062	0,0224	0,0153

(*) Les nombres μ se concluent par la comparaison entre eux des nombres 2 T, obtenus par les différentes étoiles d'un même jour, tandis que les m sont conclus de l'accord qui existe entre les fils d'une même station.

Tous ces résultats sont obtenus par les courants d'induction; au printemps nous avions employé des courants ordinaires et nous avions trouvé:

JOURS.	Nomb. d'étoiles	2 T.	μ	m
20 mai	15	0,054	± 0,003	0,011
21 »	14	0,018	± 0,004	0,015
Moyenne	29	0,0366	± 0,0035	0,013

On peut rattacher à ces chiffres quelques considérations intéressantes.

D'abord ce qui regarde la vitesse de propagation même, comme la distance des deux observatoires est mesurée, sur la ligne télégraphique, égale à 132, 6 kilom., l'on trouve le temps de transmission

pour les courants induits = 14983 kilom. par seconde
courants ordinaires = 7245 » » »

et l'on voit ainsi que la vitesse des courants d'induction est à peu près double de celle des courants ordinaires. Si vous consultez le tableau que je vous ai rappelé au commencement, vous verrez que ces vitesses sont pareilles à celles que les astronomes anglais ont trouvées par des opérations analogues.

Mais ce qui m'a frappé surtout, c'est la grande variation que le temps de transmission montre d'un jour à l'autre et même dans le même jour d'une étoile à l'autre, distante en moyenne de six minutes. Ainsi nous avons trouvé avec les courants ordinaires le temps de transmission trois fois plus grand un jour que le jour suivant, et cette grande différence était justement le motif qui nous a engagé de recommencer l'opération avec des courants d'induction, pour lesquels tout faisait supposer non seulement une vitesse, mais aussi une constance plus grande, ou bien une plus grande indépendance de l'état de la ligne. Mais les chiffres que vous avez sous les yeux apprennent le contraire; car tandis que le 5 octobre le temps de transmission n'est que de 0,005, il était le 19 septembre de 0,028 et tandis que le 3 octobre l'erreur moyenne d'une détermination (pour une étoile) est de 0,012, elle est de 0,040 pour le 20 septembre. Si l'on examine le tableau détaillé des observations, on trouve des différences plus fortes encore pour le même jour.

A quoi peuvent tenir ces irrégularités?

Certainement en premier lieu à l'état variable de la ligne; pour me procurer des données sur ce point, j'ai réclamé à l'administration fédérale des télégraphes les régistres des courants pour les jours en question.

L'examen de ces régistres a en effet relevé un mauvais état de la ligne entre Genève et Lausanne pour le 20 septembre, où l'irrégularité de nos résultats est la plus grande.

Mais ils sont loin d'expliquer les grandes différences que nous avons constatées toujours. Une seconde cause importante de variation gît très-probablement dans les temps d'attraction et de relâchement des ancres et dans la force pas tout-à-fait constante, variant plutôt avec la température, des ressorts antagonistes.

En tout cas c'est une question encore passablement obscure et qu'il faudrait étudier davantage. Si mon collègue M. Plantamour veut s'y prêter, et si l'administration fédérale, comme je l'espère, veut nous permettre l'emploi de ses lignes, j'espère prochainement faire une série d'autres expériences dans le but de relever l'influence qu'ont sur la transmission des courants, la résistance de la ligne, l'intensité et la nature des courants, etc.

Mais dès aujourd'hui je crois pouvoir émettre l'opinion que le temps de transmission ne peut pas dépendre uniquement de la longueur du circuit, et par conséquent qu'on ne peut pas parler *de la vitesse de l'électricité comme de quelque chose de constant.*