



**HAL**  
open science

# Comparaison des vitesses de propagation de la lumière et des ondes électromagnétiques le long des fils métalliques

C. Gutton

► **To cite this version:**

C. Gutton. Comparaison des vitesses de propagation de la lumière et des ondes électromagnétiques le long des fils métalliques. *J. Phys. Theor. Appl.*, 1912, 2 (1), pp.41-51. 10.1051/jphystap:01912002004100 . jpa-00241766

**HAL Id: jpa-00241766**

**<https://hal.science/jpa-00241766v1>**

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.

**COMPARAISON DES VITESSES DE PROPAGATION  
DE LA LUMIÈRE ET DES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES  
LE LONG DES FILS MÉTALLIQUES<sup>(1)</sup>;**

Par M. C. GUTTON.

Les mesures de vitesse de la lumière par les procédés de Fizeau et de Foucault, d'une part, celles de la vitesse de propagation des ondes hertziennes le long des fils métalliques par M. Blondlot et plusieurs physiciens américains, d'autre part, ont donné pour ces deux vitesses des nombres très voisins.

Or, d'une étude purement théorique, M. Sommerfeld<sup>(2)</sup> déduit que la vitesse de propagation des ondes électriques le long d'un fil doit être un peu plus petite que la vitesse de la lumière et que la différence doit dépendre du diamètre et de la nature du fil. Il conclut toutefois qu'« une preuve expérimentale de cette différence ne paraît pas se trouver dans les observations faites jusqu'ici et qu'il ne peut y avoir de doute que des expériences entreprises dans ce sens ne doivent rendre plus solides les bases de la théorie ».

Les expériences que je vais décrire ont pour objet de comparer directement à la vitesse de la lumière celle des ondes de Hertz le long d'une ligne de fils métalliques, de déterminer dans quelles limites de précision on peut considérer ces vitesses comme égales, puis de rechercher l'influence de la résistivité des fils sur la vitesse des ondes électriques qu'ils transmettent. MM. Abraham et Lemoine<sup>(3)</sup> ont émis l'opinion qu'en utilisant la biréfringence électrique du sulfure de carbone, on pourrait démontrer directement l'égalité des vitesses des ondes lumineuses et électriques. Je me suis, en effet, servi de cette biréfringence.

Bien que les procédés les plus délicats<sup>(4)</sup> n'aient pu mettre en évidence aucun défaut de simultanéité entre la charge d'un condensateur immergé dans le sulfure de carbone et la biréfringence de son diélectrique, je me suis attaché à employer une méthode dans

(1) Communication faite à la Société française de Physique: Séance du 15 décembre 1911.

(2) A. SOMMERFELD, *Wied. Ann.*, t. LXVIII, p. 233 (1899); G. MIE, *Wied. Ann.*, t. II, p. 201 (1900).

(3) H. ABRAHAM et J. LEMOINE, *J. de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. IX, p. 262 : 1900.

(4) R. BLONDLOT, *J. de Phys.*, 2<sup>e</sup> série, t. VII, p. 91 (1888); H. ABRAHAM et J. LEMOINE, *loc. cit.*; — J. JAMES, *Wied. Ann.*, t. XV, p. 954 (1904).

laquelle cette simultanéité n'est pas supposée et, après divers essais, je me suis arrêté à la disposition suivante.

Un excitateur circulaire de Blondlot E de 25 centimètres de diamètre est complètement immergé dans de l'huile de vaseline. Le cercle primaire est relié à l'enroulement en fil fin d'un transformateur de Tesla T; dans l'enroulement en gros fil, on envoie la

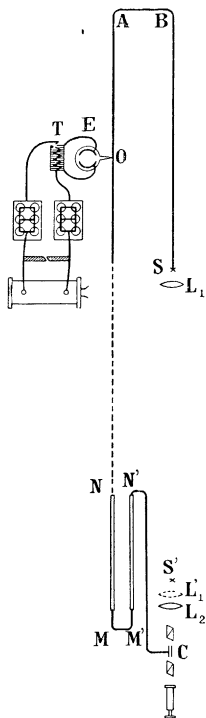


FIG. 1.

décharge des armatures externes de deux batteries de six jarres montées en cascade. Les armatures internes sont chargées par une grosse bobine de Rhumkorff alimentée par des courants alternatifs de fréquence 50 (30 volts, 12 ampères). L'étincelle de décharge des batteries jaillit entre deux charbons d'arc.

Les ondes de Hertz, induites dans le cercle secondaire de l'excitateur E, sont conduites par deux fils jusqu'au point O, où elles se partagent entre deux lignes formées chacune de deux fils de cuivre de 0<sup>mm</sup>,98 de diamètre, tendus parallèlement l'un au-dessus de l'autre,

VITESSE DE LA LUMIÈRE ET DES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES 43  
à 5 centimètres de distance. Un seul de ces fils est indiqué sur la figure, qui représente un plan de l'appareil.

La première ligne OABS se termine en S par deux pointes de platine entre lesquelles jaillit, lors de l'arrivée des ondes, une petite étincelle oscillante S d'une fraction de millimètre de longueur. Les fils de la seconde ligne ONMM'N'C aboutissent aux armatures d'un petit condensateur C enfermé dans un tube de verre rempli de sulfure de carbone. Les armatures, dont les plans sont verticaux, ont 5 centimètres de longueur, 0<sup>cm</sup>,3 de hauteur, leur distance est de 0<sup>cm</sup>,15. Deux coulisses MN, M'N', analogues à celle des trombones, permettent de faire varier la longueur de la ligne et par suite de changer l'instant où les ondes électriques qui la parcourent atteignent le condensateur et rendent le sulfure de carbone biréfringent. Le condensateur est placé entre deux nicols à l'extinction, dont les sections principales font un angle de 45° avec les plans des armatures.

L'étincelle S sert de source de lumière. Elle est au foyer d'une lentille L<sub>1</sub> de 20 centimètres de distance focale ; le faisceau de lumière parallèle, qui en sort, est reçu sur une seconde lentille L<sub>2</sub> de 60 centimètres de distance focale, qui donne une image de l'étincelle entre les armatures du condensateur. Cette image est observée dans une lunette à travers le nicol analyseur.

Tout l'appareil était installé, au laboratoire de physique de la Faculté des sciences de Nancy, dans une longue galerie de 47 mètres de longueur et de 3<sup>m</sup>,80 de largeur. Pour éviter des coudes brusques des lignes, qui provoqueraient des réflexions des ondes hertziennes, les fils en AB ou N' ne sont pas pliés à angle droit, mais appliqués contre des quarts de cylindre en bois collés contre les poteaux qui soutiennent les lignes. Pour supprimer les sinuosités des fils sans être obligé d'avoir recours à des tensions qui les allongeraient, ceux-ci, d'abord recuits, ont tous été écrouis par une forte traction avant d'être mesurés, puis mis en place.

Si la lumière de l'étincelle S atteint le condensateur durant l'intervalle de temps pendant lequel les ondes rendent le sulfure de carbone biréfringent, on voit l'image de l'étincelle dans la lunette. Il en est ainsi lorsque la longueur de la ligne ONMM'N'C est voisine de la somme des longueurs de la ligne OABS et du trajet effectué par la lumière entre l'étincelle S et le condensateur C. Cette longueur totale était de 44 mètres, dont 36<sup>m</sup>,96 entre S et C.

L'expérience montre, d'autre part, que, si l'on tire ou si l'on enfonce d'une façon continue les coulisses, l'éclat de l'étincelle passe par une série de maxima et de minima ; la longueur des coulisses qui correspond à ces derniers peut être déterminée à 1 centimètre près environ. Ces variations d'intensité lumineuse s'expliquent par le fait que la lumière de l'étincelle et la charge du condensateur étant rapidement variables, il y a des longueurs de la ligne ONMM'N'C pour lesquelles les instants d'arrivée au condensateur des maxima d'intensité lumineuse coïncident avec les maxima de la charge électrique, tandis que pour d'autres, au contraire, ces maxima de charge se produisent lors de l'arrivée des minima de lumière.

Voici, maintenant, comment cet appareil et les phénomènes que je viens de décrire m'ont servi à comparer à la vitesse de la lumière celle des ondes électriques le long de fils métalliques. Les positions qu'il faut donner à la coulisse pour observer dans la lunette les divers minima d'intensité lumineuse ayant été déterminées, on diminue la distance de l'étincelle S au condensateur de 36 mètres ; à cet effet, on transporte le micromètre à étincelles S et la lentille  $L_1$  en S' et  $L'_1$ , et on ajoute 36 mètres de fil à la ligne OABS. On a ainsi remplacé la plus grande partie du trajet de la lumière par un trajet égal des ondes électriques. On a soin de ne modifier en rien le reste de l'appareil et en particulier les longueurs de l'étincelle S et de l'étincelle oscillante de l'excitateur E. Afin de conserver le même nombre de soudures sur les fils, on avait mis d'avance sur la ligne SABC un fragment de fil de 0<sup>m</sup>,50 que l'on remplace par une longueur de 36<sup>m</sup>,50. Il n'y avait aucun support nouveau sur la partie de ligne ajoutée.

Dans ces conditions, si les vitesses de propagation de la lumière et des ondes électriques étaient rigoureusement égales, rien ne serait changé dans l'aspect des phénomènes ; or on constate que, pour retrouver chacun des minima d'éclat de l'image de l'étincelle, il faut augmenter la longueur des coulisses de quelques centimètres. Voici, comme exemple, les résultats obtenus dans une série d'expériences (1<sup>er</sup> juin 1911).

Pour les quatre minima observés, les nombres ci-dessous indiquent la longueur dont la partie mobile des coulisses était sortie des tubes.

VITESSE DE LA LUMIÈRE ET DES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES 45

	Étincelle éloignée	Étincelle rapprochée de 36 mètres	Différence
I.....	21 <sup>cm</sup> ,2	28 <sup>cm</sup> ,4	7 <sup>cm</sup> ,2
II.....	43 ,6	51 ,1	7 ,5
III.....	68 ,0	74 ,9	6 ,9
IV.....	90 ,5	98 ,5	8 ,0
Moyenne.....			<u>7<sup>cm</sup>,4</u>

L'allongement total de la ligne était le double de celui d'une des branches de la coulisse, soit en moyenne :

$$7,4 \times 2 = 14^{\text{cm}},8.$$

Soit  $V'$  la vitesse des ondes électriques, il a fallu retarder d'un temps  $\frac{14,8}{V'}$  l'arrivée des ondes au condensateur pour retrouver les minima. Ce temps est égal à la différence des temps employés par les ondes électriques et par la lumière pour parcourir 36 mètres. En appelant donc  $V$  la vitesse de la lumière :

$$\frac{14,8}{V'} = 3600 \left( \frac{1}{V'} - \frac{1}{V} \right).$$

d'où :

$$\frac{V - V'}{V} = \frac{14,8}{3600} = \frac{1}{243}.$$

Pour les mêmes fils de cuivre, dont le diamètre était 0<sup>mm</sup>,98, huit séries d'expériences faites de mai à novembre 1911 ont donné pour la différence relative des vitesses  $\frac{V - V'}{V}$  :

$$\frac{1}{254}, \quad \frac{1}{230}, \quad \frac{1}{243}, \quad \frac{1}{253}, \quad \frac{1}{223}, \quad \frac{1}{245}, \quad \frac{1}{210}, \quad \frac{1}{248}.$$

La comparaison de ces nombres entre eux permet de se faire une idée de la précision atteinte, leur moyenne est  $\frac{1}{238}$ . Les longueurs de l'étincelle S et de l'étincelle de l'excitateur n'étaient pas les mêmes lors de chacune de ces séries de mesures.

Des expériences faites avec des fils de cuivre de différents diamètres, avec des fils de laiton, de zinc, de cuivre étamé, reprises ensuite avec les ondes électriques plus courtes d'un excitateur Blondlot de 8 centimètres de diamètre, ont donné, pour la différence relative des vitesses  $\frac{V - V'}{V}$ , les valeurs suivantes :

*Excitateur de 25 centimètres de diamètre.*

Fil de cuivre 0 <sup>mm</sup> ,98.....	}	$\frac{1}{254}$	$\frac{1}{230}$	$\frac{1}{243}$	$\frac{1}{253}$	}	moyenne $\frac{1}{238}$
		$\frac{1}{223}$	$\frac{1}{245}$	$\frac{1}{210}$	$\frac{1}{248}$		
— 0 <sup>mm</sup> ,50.....		$\frac{1}{155}$	$\frac{1}{150}$				— $\frac{1}{152}$
— 1 <sup>mm</sup> ,50.....		$\frac{1}{375}$	$\frac{1}{418}$				— $\frac{1}{396}$
Fil de laiton 0 <sup>mm</sup> ,99.....		$\frac{1}{185}$	$\frac{1}{173}$				— $\frac{1}{176}$
Fil de zinc 0 <sup>mm</sup> ,96.....		$\frac{1}{200}$					— $\frac{1}{200}$
Fil de cuivre étamé 1 <sup>mm</sup> ,00...		$\frac{1}{174}$	$\frac{1}{281}$				— $\frac{1}{175}$

*Excitateur de 8 centimètres de diamètre.*

Fil de cuivre 0 <sup>mm</sup> ,98.....	$\frac{1}{272}$	$\frac{1}{281}$	$\frac{1}{273}$	moyenne $\frac{1}{275}$
— 0 <sup>mm</sup> ,50.....	$\frac{1}{208}$	$\frac{1}{248}$		— $\frac{1}{228}$
— 1 <sup>mm</sup> ,50.....	$\frac{1}{480}$	$\frac{1}{386}$		— $\frac{1}{433}$
Fil de laiton 0 <sup>mm</sup> ,99.....	$\frac{1}{205}$	$\frac{1}{220}$		— $\frac{1}{213}$
Fil de cuivre étamé.....	$\frac{1}{260}$	$\frac{1}{216}$		— $\frac{1}{238}$

Ce tableau montre qu'entre la vitesse de la lumière et celle des ondes électromagnétiques le long des fils, il existe une petite différence, d'autant plus importante que le fil est plus fin et la fréquence des oscillations électriques plus faible.

Le long des fils de laiton ou de zinc, la vitesse de propagation des ondes de Hertz est plus petite que le long des fils de cuivre de même diamètre, c'est donc à la résistivité du métal dont est fait le fil qu'il faut attribuer l'existence d'une différence entre la vitesse de la lumière et celle des ondes électriques (1). Les rapports des résistances des fils de laiton et de zinc à la résistance des fils de cuivre de 0<sup>mm</sup>,98 de diamètre, mesuré au pont de Wheatstone, sont 3,96 et 3,76.

---

(1) Je n'ai pas fait de mesures avec des alliages très résistants, parce qu'ils contiennent des métaux magnétiques.

Les expériences avec les fils de cuivre étamé prouvent que la vitesse des ondes le long des fils est diminuée lorsqu'on recouvre ceux-ci d'une mince couche d'un métal plus résistant. Ce résultat est d'accord avec le fait que les ondes de Hertz ne pénètrent que dans une couche très mince de la surface des conducteurs.

Toutes les différences trouvées entre la vitesse de propagation des ondes électriques le long des fils et la vitesse de la lumière, quoique petites, dépassent beaucoup celles qu'on déduit de la théorie de M. Sommerfeld, qui, pour des fils de cuivre de 1 millimètre de diamètre, indique des différences de l'ordre de  $10^{-4}$ . Il peut exister des causes de diminution de vitesse dont la théorie ne tient pas compte. La résistance spécifique de la couche superficielle d'un fil métallique intervient seule ici ; il est possible, par exemple, que cette résistance, même pour un fil dont la surface a été nettoyée à la toile d'émeri soit supérieure à celle des couches profondes ; M. Vincent <sup>(1)</sup> a trouvé une telle augmentation par des mesures de résistances de dépôts d'argent.

Dans le tableau précédent, la plus petite différence entre les vitesses de propagation de la lumière et des ondes électriques est relative à des fils de cuivre de 1<sup>mm</sup>,50 de diamètre et aux ondes d'un excitateur Blondlot de 8 centimètres de rayon, elle est 1 : 430. Cette petite différence s'annulerait-elle, si les ondes électromagnétiques planes se propageaient dans l'air sans être guidées par des fils ? Puisqu'une comparaison directe à la vitesse de la lumière est possible par la méthode que je viens de décrire, il faudrait, pour résoudre cette question, comparer avec une précision suffisante, soit, comme l'ont fait MM. Sarasin et de la Rive <sup>(2)</sup>, les longueurs d'ondes d'un même résonateur lorsque les ondes se propagent d'abord dans l'air puis le long de fils métalliques, soit les vitesses de propagation le long des fils et entre deux miroirs paraboliques de Hertz. J'ai fait autrefois de telles expériences <sup>(3)</sup>. Elles m'ont permis de constater que les vitesses des ondes électriques dans l'air et le long de fils de cuivre de 1 millimètre différaient de moins de  $\frac{1}{200}$ . Il faudrait obtenir une plus grande précision, car, pour des ondes aussi courtes que celles dont il était fait usage, la différence entre la vitesse de la lumière et

(1) G. VINCENT, *J. de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. IX, p. 78 : 1900.

(2) E. SARAZIN et DE LA RIVE, *Archives de Genève* t. XXIX, p. 358 (1893).

(3) C. GUTTON, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1508 (1899).



celle des ondes le long des fils est, d'après les expériences actuelles, plus petite que  $\frac{1}{200}$ .

*Expériences de vérification.* — J'ai réalisé diverses expériences destinées à contrôler celles que je viens de décrire.

Pour m'assurer que l'allongement de la ligne ONMM'N'C qui fait retrouver les minima d'intensité lumineuse, était bien dû à une différence entre les vitesses de propagation de la lumière et des ondes électriques, j'ai recommencé les mêmes expériences en diminuant de 18 mètres seulement la distance de l'étincelle au condensateur et en remplaçant par 18 mètres de ligne le trajet supprimé pour la lumière. L'allongement de la ligne ONMM'N'C qui rétablit les minima a bien été trouvé deux fois moindre que pour un parcours de 36 mètres. Dans une série d'expériences (31 mai 1914), j'ai trouvé pour 18 mètres un allongement de 7<sup>cm</sup>,6 et pour 36 mètres de 15<sup>cm</sup>,6. Ces nombres sont les moyennes des valeurs mesurées pour quatre minima.

J'ai fait aussi des mesures par un second procédé un peu différent. L'étincelle étant d'abord dans la position S la plus éloignée, on détermine encore les longueurs de coulisse qui correspondent aux minima. On rapproche ensuite l'étincelle du condensateur de 36 mètres; mais, au lieu d'ajouter 36 mètres de fil à la ligne OABS, on en enlève 36 mètres sur la ligne ON et on transporte de la même longueur toute la portion OABS de l'appareil, y compris l'excitateur, le transformateur de Tesla, la bobine de Rhumkorff, on cherche à nouveau les minima et on observe que, pour les retrouver, il faut allonger la ligne ONMM'N'C de la même longueur que lors de la première manière d'opérer. Voici, par exemple, les longueurs dont il faut augmenter la ligne pour les quatre minima dans deux séries d'expériences faites successivement par les deux procédés.

	Premier procédé	Deuxième procédé
I .....	13 <sup>cm</sup> ,8	15 <sup>cm</sup> ,6
II .....	15 ,2	15 ,8
III .....	14 ,2	13 ,4
IV .....	13 ,6	13 ,6
Moyenne.....	<u>14<sup>cm</sup>,2</u>	<u>14<sup>cm</sup>,6</u>

*Sur l'observation des minima d'intensité lumineuse.* — Pour observer les minima d'intensité lumineuse de l'image de l'étincelle, il est avantageux de ne pas opérer dans l'obscurité complète, afin de voir toujours le champ de la lunette légèrement éclairé. Il est alors beau-

coup plus facile de maintenir l'œil constamment sur le faisceau étroit qui sort de la lunette ; on laissait une lampe allumée dans la longue galerie où se faisait l'expérience. Comme les minima ne correspondent pas à une extinction complète, on peut, en réglant l'éclairement du champ de la lunette, faire en sorte que l'image de l'étincelle devienne invisible lors de ses minima d'éclat. Si l'intensité de l'image rétablie par la biréfringence du sulfure de carbone est trop grande, ce qui était le cas pour les expériences avec l'excitateur de 23 centimètres de diamètre, on diminue l'intensité de la lumière en interposant des verres bleus entre le nicol analyseur et l'objectif de la lunette.

Un verre rouge supprime presque complètement la lumière de l'étincelle, qui émet surtout de la lumière bleue ; on peut augmenter la lumière rouge en mouillant les pointes du micromètre à étincelles avec une solution de chlorure de lithium, mais alors on n'observe pas de maxima et de minima d'éclat en tirant la coulisse ; cela tient à ce que la lumière rouge émise par les vapeurs de lithium dans l'étincelle oscillante, ne suit pas comme la lumière bleue de l'étincelle les très rapides oscillations du courant ; sans doute parce qu'elle commence à être émise à une température plus basse.

*Sur la forme des ondes électriques produites par l'excitateur.* — Si la forme des ondes électriques était exactement sinusoïdale, la longueur dont il faudrait allonger la ligne ONMM'N'C pour passer d'un minimum d'éclat de l'image de l'étincelle au suivant serait une demi-longueur d'onde ; or, on trouve des allongements beaucoup moindres. Les nombres donnés page 43 correspondent, pour passer d'un minimum au suivant, à des allongements de la coulisse de 22<sup>cm</sup>,4 ; 24<sup>cm</sup>,4 ; 22<sup>cm</sup>,5, ou pour la ligne elle-même 44<sup>cm</sup>,8 ; 48<sup>cm</sup>,8 ; 45<sup>cm</sup>,0 ; la demi-longueur d'onde de l'oscillateur est environ 135 centimètres. Les minima sont donc dus non à la vibration principale de l'excitateur, mais à des vibrations d'ordre supérieur.

Pour m'assurer de l'existence de ces dernières, j'ai réuni par un pont les extrémités de deux fils parallèles d'une longue ligne et j'ai déplacé un second pont en avant de celui-ci ; un tube à gaz raréfié sans électrodes maintenu au milieu de l'intervalle entre les deux ponts indique, par un maximum de luminosité, la résonance du circuit fermé formé par les ponts et la portion des fils de ligne qu'ils comprennent. On trouve des résonances pour des longueurs d'ondes beaucoup plus courtes que celle de l'oscillation principale.

L'amortissement des oscillations est très grand, car pour obtenir des ondes intenses, on enlève par le cercle secondaire à chaque oscillation la majeure partie de l'énergie du primaire. La longueur d'onde principale est par suite alors difficile à mesurer; j'en ai obtenu la valeur approchée, 135 centimètres, en approchant les deux fils d'une ligne jusqu'à ce qu'il jaillisse des aigrettes entre eux et constaté qu'on commence à les apercevoir à une distance de 65 à 70 centimètres d'un pont qui réunit les extrémités des fils.

Pour l'excitateur de 8 centimètres de diamètre, la demi-longueur d'onde était d'environ 45 centimètres et les allongements de la ligne qui font passer d'un minimum au suivant étaient en moyenne de 20 centimètres.

En résumé, l'excitateur fournit des ondes très intenses, de forme complexe et très amorties analogues aux ondes acoustiques produites par une corde sur laquelle on aurait donné un fort coup de marteau.

Il ne faut pas s'étonner que les minima d'intensité de la lumière rétablie par la biréfringence du sulfure de carbone, qui sont dus aux oscillations électriques d'ordre supérieur, soient aussi marqués et ne puissent être distingués de ceux qui se rapportent à l'oscillation principale. En effet, dans le phénomène de Kerr, la différence de phase entre les deux composantes de la vibration lumineuse parallèle et perpendiculaire aux lignes de force électrique, est proportionnelle au carré de l'intensité de la force électrique. L'amplitude de la vibration qui peut traverser l'analyseur est elle-même proportionnelle au sinus de cette différence de phase et par suite, pour les faibles biréfringences, à cette différence de phase elle-même. L'intensité lumineuse, rétablie par la biréfringence qui est représentée par le carré de l'amplitude, est donc proportionnelle à la 4<sup>e</sup> puissance de la force électrique entre les armatures du condensateur. La présence d'oscillations d'ordre supérieur dans la vibration électrique de l'excitateur produit, sur la courbe qui représente la force électrique en fonction du temps, des sinuosités. Si on imagine qu'on trace la courbe qui représenterait l'intensité lumineuse rétablie par la biréfringence du sulfure de carbone, celle-ci a ses ordonnées proportionnelles à la 4<sup>e</sup> puissance de celles de la première courbe. Les sinuosités dues aux vibrations d'ordre supérieur deviennent alors d'amplitude beaucoup plus grande et assez considérable pour devenir du même ordre de grandeur que les variations provoquées par la vibration électrique principale.

La présence, dans le train d'ondes émis par l'excitateur, d'ondulations d'ordre supérieur est avantageuse, et il faudrait se garder de chercher à s'en débarrasser; ce sont elles, en effet, qui permettent d'opérer sur des oscillations de courte période, quoique très intenses, qui donnent naissance à des minima bien définis.

*Sur l'instantanéité du phénomène de Kerr.* — Quoique l'objet principal des expériences que je viens de décrire ait été la comparaison des vitesses de la lumière et des ondes électriques et que le procédé employé ne suppose pas que la biréfringence du sulfure de carbone apparaît et disparaît exactement à l'instant où le condensateur se charge ou se décharge, j'ai cherché si l'appareil dont je disposais pouvait donner des indications sur la simultanéité des phénomènes optique et électrique.

Si le train d'ondes émis par l'excitateur est très court, l'étincelle éclairante et la charge du condensateur durent très peu de temps; si la biréfringence du sulfure de carbone dure elle-même un instant très court, on ne pourra apercevoir la lumière dans la lunette que pour des longueurs de la ligne ONMM'N'C, comprises entre deux limites très rapprochées et voisines de la longueur pour laquelle les deux chemins OABSC et OMM'N'C du point O au condensateur sont égaux. Lorsqu'on emploie les excitateurs de 25 centimètres ou de 8 centimètres de diamètre qui ont servi aux mesures précédentes, les trains d'ondes sont trop longs. J'ai alors essayé un excitateur de 4<sup>cm</sup>,5 de diamètre; les ondes qu'il émet, à condition de rendre l'étincelle excitatrice aussi longue que possible, sont encore assez intenses pour que la biréfringence du sulfure de carbone rétablisse de la lumière. L'étincelle étant dans sa position S' la plus rapprochée du condensateur, le trajet total OABS'C était de 44 mètres, y compris le faible parcours de la lumière entre S' et C; j'ai constaté que la lumière rétablie par le phénomène de Kerr n'était visible que pour des longueurs de la ligne ONMM'N'C comprises entre 43<sup>m</sup>,70 et 44<sup>m</sup>,10.

Un retard possible de la biréfringence du sulfure de carbone sur la charge du condensateur serait donc au plus le temps que la lumière met à parcourir un demi-mètre environ.

Je n'ai pu réduire cette valeur limite, qui est de l'ordre de grandeur que les expériences antérieures avaient déjà permis de fixer, car les ondes plus courtes ne sont plus assez intenses.