

L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE D'ÉLECTRICITÉ

3, RUE RACINE, PARIS

DIRECTEUR SCIENTIFIQUE : J. BLONDIN

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION : G. PELLISSIER

A PROPOS

DE LA THÉORIE DE M. LARMOR

Cet article, comme ceux qui suivront, ne peut être regardé, ni comme un exposé, ni comme une critique du travail que M. Larmor a récemment présenté à la Société royale de Londres, sous le titre suivant : *A Dynamical Theory of the electric and luminiferous medium*⁽¹⁾. Il contiendra simplement le résumé des réflexions que m'a suggérées la lecture de cette importante communication et qui m'entraîneront souvent bien loin de la théorie de M. Larmor. C'est ce qui justifie le titre que j'ai choisi.

§ I. — THÉORIES OPTIQUES

Et d'abord je suis conduit, comme M. Larmor lui-même, à débiter par un résumé des diverses théories proposées par les savants qui se sont occupés d'optique. Les expériences sur l'optique physique ont mis en évidence l'importance de deux vecteurs que j'introduirai ici sans faire aucune hypothèse sur leur signification théorique. Dans les milieux isotropes, auxquels je me bornerai toujours, pour ne pas compliquer cette exposition, le premier de ces

vecteurs est perpendiculaire au plan de polarisation ; j'en désignerai les composantes par X, Y, et Z et je l'appellerai *vecteur de Fresnel*. Le second vecteur est perpendiculaire au rayon lumineux et parallèle au plan de polarisation ; je l'appellerai *vecteur de Neumann* et je le désignerai par L, M et N.

Il y a entre ces deux vecteurs, dans un milieu isotrope et transparent, des relations très simples. Si l'on désigne par A l'inverse de la vitesse de la lumière dans le vide et par ϵ le carré de l'indice de réfraction, on aura :

$$\begin{aligned} A \frac{dL}{dt} &= \frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz} \\ A \epsilon \frac{dX}{dt} &= \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy} \end{aligned}$$

et quatre autres équations analogues que l'on déduirait des premières en permutant circulairement, les lettres x, y et z ; X, Y et Z ; L, M et N, c'est à dire que la dérivée par rapport au temps de chacun des vecteurs est proportionnelle au « *curl* » de l'autre vecteur pour employer l'expression anglaise.

Il est aisé de voir que les équations (1) résument, pour ainsi dire, les principaux faits expérimentaux relatifs à l'optique et cela indépendamment de toute théorie.

C'est dans l'interprétation théorique que les divergences commencent. Pour Fresnel, la vitesse d'une molécule d'éther est représentée en grandeur, direction et sens, par le vecteur X, Y, Z ; pour Mac-Cullagh et Neumann, elle

(1) LARMOR. — *Proceedings of Royal Society* t. LIV, p. 438 (7 déc. 1893) ; *La Lum. Elect.* t. LII, p. 351.

est représentée par le vecteur L, M, N . En d'autres termes, pour Fresnel, la vibration est perpendiculaire au plan de polarisation, pour Neumann, elle est parallèle à ce plan.

Dans toutes les théories mécaniques de la lumière, les vibrations de l'éther sont attribuées à son élasticité ; mais on peut faire sur cette élasticité plusieurs hypothèses ; la plus simple est de la supposer analogue à celle des solides qui tendent à reprendre leur forme primitive, quand une force extérieure les en a écartés. Pour forcer les molécules d'éther à s'éloigner de leur situation d'équilibre, il faut donc dépenser un certain travail qui s'emmagasine dans le fluide et qu'il restitue, quand rendu à lui-même, il revient à l'équilibre. C'est ainsi qu'un ressort bandé est un réservoir d'énergie. Le travail ainsi emmagasiné est ce qu'on appelle l'énergie potentielle d'élasticité de l'éther.

Dans l'hypothèse de Fresnel, la force vive de l'éther a pour expression :

$$(2) \quad \frac{1}{8\pi} \int \epsilon (X^2 + Y^2 + Z^2) d\tau,$$

et son énergie potentielle :

$$(3) \quad \frac{1}{8\pi} \int (L^2 + M^2 + N^2) d\tau.$$

Les intégrations sont étendues à tous les éléments de volume $d\tau$ de l'espace. Cela revient à dire que la densité de l'éther est proportionnelle à ϵ ; la masse de l'élément $d\tau$ est alors proportionnelle à $\epsilon d\tau$; comme la vitesse, dans l'hypothèse de Fresnel, est représentée par le vecteur X, Y, Z , la force vive de l'élément $d\tau$ est proportionnelle à

$$\epsilon d\tau (X^2 + Y^2 + Z^2).$$

D'autre part, tout se passera comme si l'énergie potentielle localisée dans un élément $d\tau$ très petit, était proportionnelle au volume de cet élément multiplié par le carré du vecteur de Neumann.

Dans l'hypothèse de Neumann au contraire, c'est l'expression (2) qui représentera l'énergie

potentielle et l'expression (3) qui représentera la force vive.

Le carré de la vitesse est, dans cette hypothèse, $L^2 + M^2 + N^2$; l'expression de la force vive montre que la densité de l'éther est supposée constante.

Quant à l'énergie potentielle localisée dans un élément très petit de l'espace, elle est proportionnelle au carré du vecteur de Fresnel multiplié par le facteur ϵ qui représente alors l'élasticité de l'éther.

Dans l'hypothèse de Neumann, l'élasticité est donc variable et la densité constante ; c'est l'inverse dans la théorie de Fresnel.

Cette variabilité de l'élasticité donne lieu à une difficulté qui est spéciale à la théorie de Neumann et de Mac-Cullagh. La pression de l'éther dans l'état d'équilibre ne peut être nulle, ce que l'autre hypothèse aurait permis de supposer. Elle ne peut non plus être constante, elle doit dépendre de ϵ , et, par conséquent, elle n'est pas la même dans deux milieux différents. Pour que l'équilibre se maintienne malgré cette différence de pression, il faut admettre qu'à la surface de séparation de deux milieux, l'éther est soumis à une force particulière qui rappellerait dans une certaine mesure la capillarité des liquides. C'est ce qu'on appelle la « force de Kirchhoff. »

On peut échapper à cette hypothèse supplémentaire, qui n'est d'ailleurs pas très gênante, en adoptant les idées de lord Kelvin sur l'élasticité.

L'axe d'une toupie en rotation tend à rester dans la position verticale ; si on l'en écarte, il décrit un petit cône autour de la verticale, comme le fait le fil d'un pendule conique sous l'influence de la pesanteur qui tend à le ramener à sa position d'équilibre. Pour un observateur qui ignorerait son mouvement de rotation, la toupie semblerait obéir à une sorte de force élastique. On peut imaginer des appareils plus compliqués qui reproduisent plus exactement encore les propriétés des corps élastiques et c'est ce qu'a fait lord Kelvin. Supposons des systèmes articulés dont certaines pièces, jouant le rôle de gyrostats, sont animées d'une rota-

tion rapide. Dans ces systèmes, aucune force n'est en jeu ; et pourtant il se comporteront comme s'ils étaient doués d'élasticité. En apparence, on peut y emmagasiner de l'énergie potentielle ; mais ils ne possèdent, en réalité, que de l'énergie cinétique.

On peut donc se demander si l'éther n'est pas constitué de la sorte ; si un observateur, disposant de moyens assez puissants pour pénétrer toutes les délicatesses de sa structure intime, ne découvrirait pas que toute son énergie est due à la force vive des tourbillons infinitésimaux qui y sont renfermés. Son élasticité, que la théorie ordinaire explique par des attractions à distances s'exerçant entre les molécules, serait due alors à de simples forces apparentes d'inertie, analogues dans une certaine mesure à la force centrifuge.

Il y a toutefois une différence entre l'élasticité ordinaire, celle des solides, et « l'élasticité rotationnelle » de lord Kelvin. Quand on déforme un solide, son élasticité est mise en jeu ; mais elle ne l'est plus quand on le fait tourner en changeant son orientation dans l'espace, mais sans changer sa forme. Il n'en est pas ainsi des systèmes articulés de lord Kelvin.

On ne peut changer leur orientation sans avoir à vaincre une sorte de résistance élastique.

On peut donc, avec cette nouvelle manière de voir, supposer que les diverses parties de l'éther tendent à conserver leur orientation, qu'on ne peut les en écarter sans dépenser du travail, et qu'elles y reviennent quand la force extérieure cesse d'agir.

On peut greffer l'hypothèse de lord Kelvin, soit sur la théorie de Fresnel, soit sur celle de Neumann. Dans l'un et l'autre cas, l'énergie totale est représentée par la somme des expressions 2 et 3 et elle est tout entière cinétique.

Seulement, dans l'hypothèse de Fresnel, l'expression 2 représente la force vive des vibrations de l'éther qui sont relativement des mouvements d'ensemble ; l'expression 3 représente la force vive de mouvements tourbillon-

naires beaucoup plus intimes encore (ou plutôt la partie variable de cette force vive).

Dans l'hypothèse de Neumann, c'est l'inverse ; on n'a plus d'ailleurs à supposer l'existence de la force de Kirchhoff.

Dans l'un et l'autre cas on peut appeler énergie potentielle apparente, la partie de l'énergie totale qui est due aux mouvements tourbillonnaires intimes.

On peut s'étonner qu'en partant de deux points de départ aussi différents, on arrive à la même expression de l'énergie. Dans la théorie ordinaire, une rotation sans déformation n'entraîne pas de résistance élastique, tandis que, dans la théorie de lord Kelvin elle en fait naître. Comment l'énergie totale a-t-elle même valeur dans les deux cas ? c'est ce qu'au premier abord on a quelque difficulté à s'expliquer.

On s'en rend compte en remarquant que l'éther est un milieu indéfini ; une perturbation ne peut atteindre qu'une partie finie de ce milieu, les parties les plus éloignées restant en repos. Il est aisé de se rendre compte que dans un pareil milieu une partie ne peut tourner sans se déformer, sans que d'autres parties subissent une déformation. Si l'on supposait par exemple un cylindre tournant autour de son axe tout d'une pièce pendant que le reste de l'éther demeure en repos, il y aurait là une discontinuité que l'on ne saurait admettre ; il faut supposer entre le cylindre qui tourne avec une vitesse angulaire uniforme et l'éther extérieur en repos, une couche de passage, qui pourra d'ailleurs être aussi mince qu'on le voudra, et où la vitesse ira en décroissant d'une manière continue quand on ira vers l'extérieur. Cette couche de passage serait dans tous les cas, le siège de déformations.

§ 2. — THÉORIES ÉLECTRIQUES

Les équations que résument les lois observées des phénomènes électriques présentent une remarquable analogie avec celles de l'optique ; Maxwell a le premier remarqué cette analogie et ce sera son éternel titre de gloire ;

mais l'analogie est peut-être plus frappante encore quand on adopte les notations de Hertz (*Wiedemann's Annalen*, t. LX, p. 577).

Désignons donc avec Hertz par X, Y, Z , les composantes de la force électrique, par L, M, N , celles de la force magnétique, par ϵ le pouvoir inducteur électrostatique du milieu.

Dans un milieu non magnétique et diélectrique, ces quantités seront liées par des équations identiques aux équations (1), le coefficient A ayant même valeur numérique dans les équations électriques optiques.

Dans un milieu magnétique et conducteur, les équations sont un peu plus compliquées et il faut y introduire deux autres paramètres ; à savoir le coefficient de perméabilité magnétique μ et le coefficient de conductibilité λ . Les équations prennent alors la forme suivante (voir Hertz, *loco cit.*)

$$\begin{aligned} A\mu \frac{dL}{dt} &= \frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz}, \\ A\epsilon \frac{dX}{dt} &= \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy} - 4\pi\lambda X. \end{aligned}$$

Les équations (4) contiennent les équations (1) comme cas particuliers, et on obtient ces dernières en faisant :

$$\mu = 1, \quad \lambda = 0.$$

Il nous sera permis, dans ce qui va suivre, de supposer $\mu = 1$. Nous pouvons, en effet, adopter l'hypothèse d'Ampère. Alors les milieux qui nous semblent magnétiques devraient, pour un observateur dont les sens seraient assez subtils, apparaître comme dénué de magnétisme, mais comme parcouru par un très grand nombre de courants particuliers.

L'identité de la lumière et de l'électricité semble hors de doute d'après ces considérations que des expériences récentes ont confirmées et on y a d'abord cherché une explication nouvelle des phénomènes optiques destinée à faire oublier les anciennes explications mécaniques.

Puis on a cherché une explication mécanique commune de la lumière et de l'électricité, et alors l'idée la plus naturelle était de revenir

aux théories élastiques dont j'ai parlé plus haut et qui avaient si longtemps paru tout à fait satisfaisantes. Puisqu'elles rendaient compte de la lumière, il s'agissait de les adapter à l'explication de l'électricité.

L'adaptation aurait été immédiate, si les équations de l'électricité n'étaient, comme nous venons de le voir, plus générales que celles de l'optique. Malheureusement les équations (1) ne sont que des cas particuliers des équations (4).

Cette circonstance ne doit pas toutefois nous décourager ; prenons une quelconque des théories optiques, celle de Fresnel par exemple ; dans cette théorie, la vitesse de l'éther est représentée par le vecteur X, Y, Z ; supposons par conséquent que la vitesse de l'éther soit représentée par la force électrique. Reprenons les équations (4) et interprétons-les en conséquence ; elles exprimeront certaines propriétés de l'éther ; ce seront les propriétés qu'il faudra attribuer à ce fluide, si l'on veut conserver la théorie de Fresnel.

Au lieu d'appliquer ce procédé d'adaptation à la théorie de Fresnel, on peut l'appliquer à Neumann et Mac-Cullagh, et c'est ce qu'a fait M. Larmor.

Dans l'un et l'autre cas, on est conduit à attribuer à l'éther des propriétés assez étranges et faites pour nous surprendre au premier abord. Il convient en tout cas d'insister sur ces étrangetés, soit qu'on veuille familiariser les esprits avec elles, soit qu'on les regarde comme des obstacles insurmontables qui ne permettent pas d'adopter ces explications.

§ 3. — ADAPTATION DE LA THÉORIE DE FRESNEL

La théorie électromagnétique de la lumière, aujourd'hui confirmée par l'expérience, nous apprend que ce qu'on appelle en optique le vecteur de Fresnel n'est autre chose que la force électrique, et que le vecteur de Neumann est identique avec la force magnétique. Si donc nous voulons conserver la théorie de Fresnel, il faut que nous admettions que la vitesse de l'éther est représentée en gran-

deur, direction et sens par la force électrique.

Mais cette hypothèse entraîne des conséquences singulières.

Considérons une petite sphère électrisée ; la force électrique est partout dirigée suivant le rayon vecteur qui va au centre de la sphère ; telle devrait donc être aussi la direction de la vitesse de l'éther.

Il en résulterait qu'une sphère électrisée positivement, par exemple, absorberait constamment de l'éther et qu'une sphère électrisée négativement en émettrait constamment.

Et cette absorption ou cette émission devrait durer tant que la sphère conserverait sa charge.

En d'autres termes, les parties de l'espace où nous disons qu'il y a de l'électricité positive ou négative seraient celles où la densité de l'éther va constamment en augmentant, ou constamment en diminuant.

Cela semble bien difficile à admettre ; comment la densité de l'éther pourrait-elle varier si longtemps toujours dans le même sens, sans que les propriétés de cet éther en paraissent modifiées. Faudra-t-il donc supposer que la densité de cet éther est très grande et sa vitesse dans un champ électrique très petite, de sorte que, malgré la durée de l'électrisation, les variations relatives de la densité soient peu sensibles ?

Poursuivons néanmoins notre examen. Voyons si cette compressibilité indéfinie de l'éther n'est pas, sinon plus intelligible, au moins plus conforme aux hypothèses habituelles qu'il ne semble au premier abord.

Un gaz ne transmet pas les vibrations transversales ; cela tient à ce qu'un glissement intérieur entre les couches gazeuses ne provoque pas de résistance élastique ; si même le gaz était dépourvu de viscosité, un mouvement de glissement, une fois commencé se poursuivrait indéfiniment.

De même l'éther ne transmet pas les vibrations longitudinales ; et cela peut s'expliquer de deux manières ; on peut supposer qu'il est absolument incompressible. On peut encore imaginer, et c'est là l'hypothèse que Fresnel

est obligé de faire pour expliquer la réflexion, qu'il est au contraire incapable de résister à la compression.

La compression dans l'éther, de même que le glissement dans les gaz, ne doit donc pas provoquer de résistance élastique ; et alors quand une particule d'éther a commencé à se contracter ou à se dilater, cette contraction ou cette dilatation se poursuivra indéfiniment.

Les hypothèses anciennement admises entraînaient donc déjà cette conséquence que nous jugeons invraisemblable ; on les acceptait pourtant parce qu'on croyait qu'elles n'étaient qu'approchées ; pour adapter la théorie de Fresnel aux phénomènes électriques, il faut au contraire les supposer très près d'être rigoureusement réalisées, et c'est de là que vient la difficulté.

Je ne chercherai pas à la lever ; mais je ne puis passer sous silence l'analogie entre les considérations qui précèdent et les sphères pulsantes de Bjerknes. Pendant que l'une de ces sphères se contracte, le mouvement dans le liquide environnant est tout à fait pareil à celui que la théorie précédente attribue à l'éther dans le voisinage d'une charge électrique positive. Quand cette sphère se dilate, elle est au contraire assimilable à une masse électrique négative.

On sait que la représentation des phénomènes électrostatiques par les sphères de Bjerknes n'est qu'imparfaite et cela pour deux raisons. La première sur laquelle on a surtout insisté, c'est que le signe des phénomènes est changé.

La seconde n'est pas moins importante. Bjerknes fait agir l'une sur l'autre deux sphères dont les pulsations ont même période ; de plus, les pulsations ont toujours même phase, ou bien phase opposée, de telle façon que la différence de phase est toujours égale à 0 ou à π .

En se restreignant ainsi, il représente les phénomènes électriques au signe près ; il serait arrivé sans cela à des lois beaucoup plus compliquées ; supposons, par exemple, trois sphères pulsantes A, B et C ayant même période, mais ayant respectivement pour

phase 0, $\frac{\pi}{2}$ et π ; A n'agirait pas sur B, ni B sur C; mais A agirait sur C. On n'a plus du tout la reproduction des lois de l'électrostatique.

Or, si l'on admet que l'électricité est due à de semblables oscillations, on pourra supposer à la rigueur que ces oscillations aient toujours même période; mais il n'y a aucune raison pour que la différence de phase soit toujours 0 ou π .

Bjerknes était bien forcé de donner à ses sphères un mouvement alternatif, mais l'éther indéfiniment compressible de la théorie de Fresnel adaptée, nous donne l'image de sphères pulsantes dont la contraction ou la dilatation durerait indéfiniment et pour ainsi dire de sphères pulsantes de période infinie.

Les attractions électrostatiques seraient donc immédiatement expliquées, s'il ne restait la difficulté du changement de signe. Elle n'est pas insurmontable, nous y reviendrons.

Voici maintenant la signification des équations (4); adoptant l'hypothèse d'Ampère, je suppose $\mu = 1$. D'où provient le terme en λ qui s'introduit dans les milieux conducteurs? L'interprétation en est aisée; dans les conducteurs qui sont le siège d'un courant voltaïque, il y a réellement un courant continu d'éther; il y en a un aussi à travers les diélectriques dans un champ électrique ainsi que je l'ai dit plus haut; mais tandis que l'éther pourrait se déplacer à travers les diélectriques sans subir aucun frottement, il froterait sur la matière des conducteurs, et ce serait la force vive détruite par ce frottement qui se transformerait en chaleur et qui échaufferait le circuit voltaïque.

Parmi les mouvements dont l'éther peut être le siège, il y en a qui ne provoquent aucune résistance élastique; ce sont des mouvements de cette sorte qui se produisent dans le voisinage d'un circuit parcouru par un courant voltaïque permanent. Mais on ne peut directement passer du repos à un semblable mouvement ou inversement; il y a nécessairement une phase transitoire où d'autres mou-

vements se produisent, qui eux sont transversaux et doivent mettre en jeu l'élasticité de l'éther. Ce serait cette réaction élastique qui produirait les phénomènes d'induction.

Nous reviendrons plus loin en détail sur tous ces points.

§ 4. — THÉORIE DE LARMOR

La théorie de M. Larmor n'est autre chose que l'adaptation de la théorie de Neumann. La vitesse de l'éther est alors représentée en grandeur, direction et sens par le vecteur de Neumann, c'est-à-dire par la force magnétique.

Comme nous supposons $\mu = 1$, on a partout

$$\frac{dL}{dx} + \frac{dM}{dy} + \frac{dN}{dz} = 0$$

et l'éther apparaît comme incompressible.

Si l'on considère un fil rectiligne parcouru par un courant voltaïque; dans le voisinage de ce fil, l'éther est en rotation; chaque molécule décrivant une circonférence qui a pour axe l'axe même du fil; la vitesse angulaire de rotation est en raison inverse du carré du rayon de cette circonférence.

Les phénomènes d'induction électromagnétique sont dus simplement à l'inertie de l'éther.

L'éther est doué de l'élasticité rotationnelle telle que la comprend lord Kelvin; on ne peut donc écarter une particule d'éther de son orientation primitive sans avoir à dépenser du travail. Mais cette résistance n'est pas toujours de même nature.

Dans les diélectriques, c'est une résistance élastique, et une particule d'éther, écartée de son orientation primitive, y revient dès qu'on l'abandonne à elle-même; dans les conducteurs, c'est une résistance analogue à la viscosité des liquides, cette particule ne tend pas à revenir d'elle-même à son orientation primitive, et tout le travail dépensé pour l'en écarter a été transformé en chaleur.

Les choses malheureusement ne sont pas aussi simples que cela, et il y a une difficulté

(au moins pour celles qui ont été traversées par de l'électricité pendant la charge) de celle qu'elle possédait avant l'électrisation. Les particules étant solidaires les unes des autres, les orientations qu'elles tendent à prendre sont en général incompatibles. Il se produit alors un équilibre où chacune de ces particules est comparable à un petit ressort tendu. Le travail des forces électrostatiques n'est autre chose que l'énergie emmagasinée dans ces petits ressorts.

Cette explication ne me satisfait pas encore complètement, parce que nous n'avons envisagé que la décharge disruptive, et que nous avons laissé de côté le cas où, pour modifier les charges de deux conducteurs, on les met en communication à l'aide d'un fil métallique. pour les isoler ensuite de nouveau en écartant le fil.

Mais là on a affaire à des corps en mouvement, et la difficulté est plus grande. Au lieu des équations (4) qui sont celles de Hertz (*Grundgleichungen der Elektrodynamik für ruhende Körper*, *Wiedemann's, Ann.*, 40, p. 577) ⁽¹⁾, il faut considérer les équations beaucoup plus compliquées du second mémoire de Hertz sur les corps en mouvement (*Grundgleichungen der Elektrodynamik für bewegte Körper*, *Wied. Ann.*, 41) ⁽²⁾. J'étudierai ces équations dans un prochain article et je chercherai quelle est leur signification quand on les interprète soit dans le langage de la théorie de Fresnel adaptée, soit dans le langage de la théorie de Larmor.

J'aurai ainsi, du même coup, l'explication dans l'une et l'autre théorie, des phénomènes mécaniques dont un champ électromagnétique est le siège, c'est-à-dire des attractions électrostatiques et des actions mutuelles des courants.

Pour achever de tracer le programme des questions que je veux traiter dans les articles qui suivront, j'attirerai encore l'attention sur deux autres difficultés que nous aurons à exa-

miner en détail. Généralement dans les recherches sur l'élasticité, on admet que les déformations des corps élastiques sont très petites; ici une semblable hypothèse n'est plus permise; dans un champ magnétique constant, la vitesse de l'éther est également constante d'après l'hypothèse de Larmor, et toujours dans le même sens. Au bout d'un certain temps, les molécules d'éther doivent avoir éprouvé des déplacements sensibles, et cela même en supposant cette vitesse constante très petite; car dans les corps magnétiques, il faut supposer l'existence de courants particuliers permanents qui doivent durer depuis l'origine du monde, bien qu'ils ne se manifestent que quand le corps est « magnétisé », c'est-à-dire quand tous ces petits courants sont ramenés par une cause extérieure à une orientation commune. Quelque petite que soit la vitesse de l'éther, un mouvement qui se produit toujours dans le même sens depuis l'origine du monde, a nécessairement produit des déplacements considérables.

En second lieu, dans un champ magnétique, l'éther est supposé en mouvement et il devrait entraîner les ondes lumineuses.

M. Larmor dit à ce sujet à la fin de son travail :

« Le professeur O. Lodge a bien voulu examiner l'effet d'un champ magnétique sur la vitesse de la lumière; mais n'a pu en déceler aucun, bien que les moyens qu'il employait fussent extrêmement délicats; il en résulterait, dans notre théorie, que le mouvement dans un champ magnétique est très lent, et par conséquent la densité du milieu très grande. »

Ainsi ce mouvement était si lent que les expériences de M. Lodge, quoique très précises, ne l'étaient pas encore assez pour le mettre en évidence. Pour dire toute ma pensée, j'estime que, ces expériences eussent-elles été cent ou mille fois plus précises, le résultat aurait encore été négatif.

Je n'ai à donner à l'appui de cette opinion que des raisons de sentiment; si le résultat avait été positif, on aurait pu mesurer la densité de l'éther et, si le lecteur veut bien me

⁽¹⁾ *La Lumière électrique*, t. XXXVII, p. 137, 188, 239.

⁽²⁾ *Idem.*, t. XXXVIII, p. 488 et 542.

pardonner la vulgarité de cette expression, il me répugne de penser que l'éther soit si arrivé que cela.

(A suivre.)

H. POINCARÉ,
de l'Institut,
Professeur de physique mathématique
à la Sorbonne.

APPLICATIONS MÉCANIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ ⁽¹⁾

Parmi les applications mécaniques, en fait innombrables, de l'électricité, l'une des plus importantes est assurément la *commande des machines-outils*, et, plus généralement, la commande des ateliers quelconques : ateliers de construction, chantiers de navires, filatures, imprimeries, etc., partout, en un mot, où il s'agit d'animer un grand nombre d'outils ou de mécanismes dont le travail total varie dans des proportions considérables d'un moment à l'autre, ainsi que leur travail individuel.

On connaît la solution habituelle de ce problème : un seul moteur à vapeur commande tout un ensemble de machines au moyen de transmissions par arbres et courrois, tournant toujours à la même vitesse, avec à très peu près la même résistance propre, quel que soit le nombre des machines qu'elles entraînent ou leur rendement effectif. La vitesse du moteur ne changeant pas, sa détente s'adapte aux variations du travail ; c'est vrai, mais la chaudière,

et par conséquent le foyer et la dépense de combustible, est loin de suivre ces variations avec une sensibilité suffisante, de sorte, qu'en somme, dans bien des cas, dans les ateliers de construction surtout, ou de machines-outils proprement dites, c'est véritablement un procédé barbare, une perte désastreuse que ces transmissions absorbant d'une part environ 50 p. 100, et parfois jusqu'à 70 p. 100 de la puissance totale du moteur, sans compter, ce qui n'a jamais été estimé, la perte résultant du défaut de concordance forcée entre l'allure du foyer de la chaudière et la régularisation immédiate du moteur ⁽²⁾.

La question de la commande des machines-outils par des moteurs électriques est depuis longtemps — depuis 1889 au moins (Exposition Ducommun) — à l'ordre du jour en Europe, et a été en France, en Allemagne, en Angleterre, en Belgique, l'objet de nombreuses applications, trop connues de nos lecteurs pour y revenir ici. Je m'attacherai donc principalement à signaler quelques installations américaines, récentes et encore peu connues chez nous.

On a essayé d'évaluer, dans un grand nombre d'ateliers des États-Unis, le travail constamment absorbé par les transmissions en fonction du travail des machines-outils menées par elles ou du travail réellement utile, et l'on est arrivé, comme le montre le tableau suivant, à des résultats véritablement désastreux ⁽³⁾.

		PUISANCE EN CHEVAUX		
		Totale	Absorbée par les transmissions	Tant p. 100 absorbé par les transmissions
J. A. Fay and Co	Machines à bois	100	15	15
Union Iron Works	Machines de mines	400	95	23
Frontier Iron and Brass Works	Machines marines, etc.	25	8	32
Baldwin locomotive Works	Ateliers de construction	2500	2000	80
W. Sellers and Co	Atelier de construction	409	102	40
Pond machine Co	Id.	180	75	41
Yale and Town Co	Grues, etc.	135	67	49
Ferracut machine Co	Presses étampeuses, etc.	35	»	31
Bridgeport Forge Co	Machines à forger	150	75	50
Hartford machine Scren Co	Fabrication mécanique de vis	400	100	25

⁽¹⁾ *L'Eclairage électrique*, 5 janvier 1895, p. 3.

⁽²⁾ Cette concordance existe avec les moteurs à gaz.

⁽³⁾ *Engineering Magazine*, janvier, 1895, et J. FLATHER, *Dynamometers and Measurement of Powers*.