

en toute liberté dans le péritoine, qui est l'organe le plus sensible aux infections, parce qu'il est le milieu le plus propice, par ses sécrétions et sa contexture, à la dissémination et à la multiplication des microbes. Ainsi s'explique sans difficulté la fréquence et la gravité de l'appendicite.

» Tant que les phénomènes de l'appendicite restent cantonnés à cet organe et qu'ils n'ont pas entraîné de réaction péritonéale, tant que le péritoine n'est pas atteint, en un mot, on peut recourir à des purgatifs doux, sans crainte croyons-nous, s'il y a une indication tirée de l'état des voies digestives. Mais l'expérience apprend que les purgatifs aggravent souvent singulièrement la maladie dans les appendicites aiguës compliquées de péritonite, même limitée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action des rayons X sur de très petites étincelles électriques.*

Note de M. R. BLONDLOT.

« Lorsqu'on envoie des rayons X sur les boules d'un micromètre à étincelles, la distance explosive pour un potentiel donné augmente, ou, ce qui revient au même, le potentiel explosif pour une distance donnée des boules diminue. Cette propriété des rayons X a été découverte par M. Swyngedauw, en 1896.

» J'ai constaté une autre action de ces rayons sur l'étincelle, action analogue à la précédente, mais qui en est toutefois distincte. Faisons jaillir l'étincelle entre deux pièces de métal distantes d'une fraction de dixième de millimètre, la différence de potentiel employée étant un peu plus grande qu'il ne faut pour que l'étincelle éclate en l'absence de rayons X. Si alors on envoie ces rayons sur l'intervalle explosif, l'étincelle devient plus éclatante; si l'on supprime les rayons, l'étincelle reprend son aspect primitif.

» Cette expérience peut se faire très simplement de la manière suivante : Une tige de cuivre de 30<sup>cm</sup> de longueur est coupée en son milieu, les extrémités en regard de la coupure étant limées en forme de pointes mousses. Les deux moitiés de cette tige sont fixées à un support en bois qui permet de régler à volonté la distance des pointes.

» Cet appareil est disposé devant le tube de Crookes, et parallèlement à l'axe de celui-ci. Le tube étant actionné par une bobine d'induction, à chaque rupture du courant inducteur ses deux électrodes agissent par influence sur les deux moitiés de la tige de cuivre, et une petite étincelle jaillit à la coupure. Une lame de plomb étant interposée de façon à inter-

cepter les rayons X, on modifie l'écartement des pointes et la distance du tube jusqu'à ce que l'étincelle, tout en étant extrêmement petite, se produise d'une manière absolument régulière, sans jamais manquer; elle a alors l'aspect d'une petite lueur rougeâtre. On a eu soin d'envelopper le tube de papier noir afin d'obtenir une obscurité complète. Si alors on enlève la lame de plomb, l'étincelle devient instantanément plus éclatante et plus blanche; si l'on replace la lame, l'étincelle reprend son premier aspect; si l'on agite rapidement la lame de plomb, de manière à masquer et démasquer alternativement la coupure, la petite lueur prend un aspect scintillant.

» Je me suis assuré que ces variations de l'étincelle ne sont pas dues à une modification de l'influence électrique par l'interposition de la lame de plomb : pour cela, j'ai répété l'expérience en remplaçant la lame de plomb par une lame d'aluminium de mêmes dimensions, ou même par une lame beaucoup plus grande : je n'ai alors plus constaté aucune variation de l'éclat de l'étincelle. Du reste, avant d'employer l'appareil décrit ci-dessus, je produisais la petite étincelle à l'aide d'une bobine d'induction minuscule, actionnée par le même courant inducteur que celle qui fait fonctionner le tube : l'influence électrostatique des électrodes du tube de Crookes n'était alors pour rien dans la production de l'étincelle, et cependant les effets observés étaient les mêmes.

» Cette action des rayons X sur l'étincelle ne rentre pas dans le phénomène connu de l'accroissement de la distance explosive. Ces deux phénomènes ont toutefois, selon toute vraisemblance, une explication commune : la diminution, par l'action des rayons X, de la résistance que l'air offre au passage de l'électricité. Cette diminution accroît l'éclat de l'étincelle, parce qu'elle accroît la quantité d'énergie mise en jeu à la coupure, toutes choses égales d'ailleurs. Le mot *résistance* n'est pas pris ici dans le sens absolument précis qu'il possède actuellement.

» On conçoit que l'on ne puisse observer le phénomène qui fait l'objet de cette Note qu'en employant des étincelles extrêmement petites; si, en effet, l'étincelle est plus forte, et par conséquent plus chaude, la résistance de l'air est rendue très faible par l'étincelle elle-même, et la diminution que l'action des rayons X peut lui faire subir n'exerce plus qu'un effet inappréciable sur l'éclat de l'étincelle. »

essais de modèles munis d'hélices, tels qu'ils sont effectués actuellement, ne peuvent donc pas mettre en évidence le phénomène de la cavitation.

» Aussi, est-ce à tort que l'on a cru pouvoir déduire de ces essais les résultats que donnerait le navire même. Il ne faudrait pas en conclure qu'ils sont inutiles : ils peuvent, au contraire, fournir des renseignements précieux, à la condition de ne pas les faire servir à la détermination des dimensions des propulseurs; celle-ci doit être effectuée par des règles spéciales.

» De nombreuses formules, basées sur l'expérience, ont été proposées pour le calcul, *a priori*, de la vitesse des navires. Si la surface propulsive de quelques-uns des bâtiments dont les essais ont servi à les établir est assez faible pour que la cavitation ait pu se produire, il est probable que les formules sont inexactes aux vitesses extrêmes. »

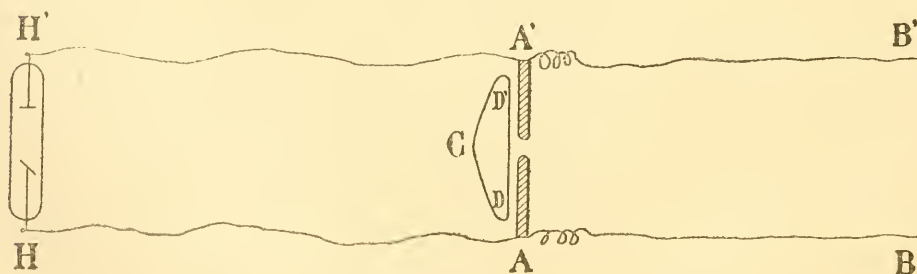
PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de propagation des rayons X.*

Note de M. R. BLONDLOT.

« Après plusieurs années consacrées à des tentatives restées infructueuses pour déterminer la vitesse de propagation des rayons X, l'idée me vint qu'en appliquant un principe analogue à celui de la méthode de Römer pour mesurer la vitesse de la lumière, on pourrait arriver à reconnaître si la vitesse des rayons X est ou non comparable à celle des ondes électromagnétiques. Je fus ainsi amené à combiner l'expérience suivante.

» Des pôles B et B' d'une bobine d'induction (*fig. 1*) partent deux fils

Fig. 1.



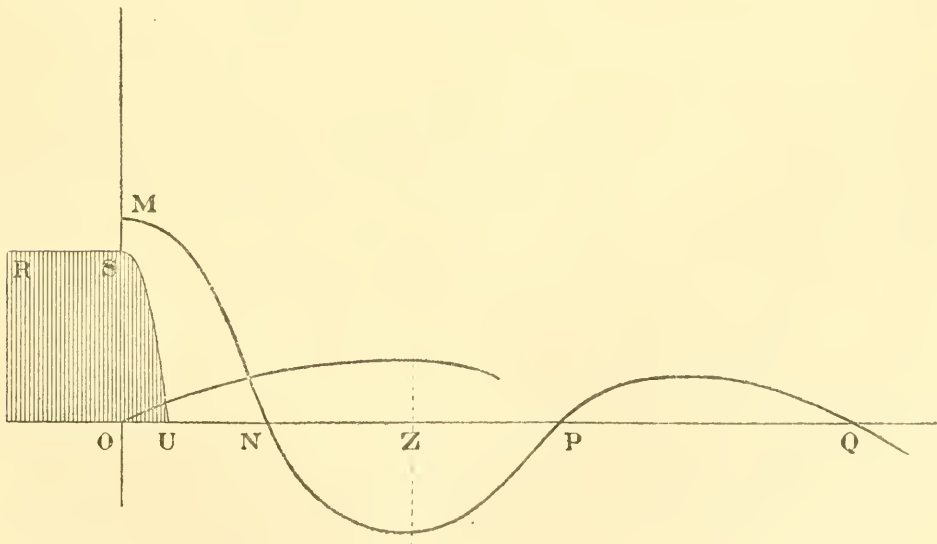
aboutissant aux électrodes H et H' d'un tube focus. Avant d'atteindre le tube, ces fils, tendus horizontalement et parallèlement l'un à l'autre, sont fixés respectivement aux deux moitiés d'un excitateur de Hertz formé de

deux cylindres de laiton, A et A', de 8<sup>cm</sup> de diamètre et de 6<sup>cm</sup> de longueur, assujettis horizontalement dans la paroi d'un flacon contenant de l'huile de vaseline; au-dessous de ce flacon (non représenté sur la figure), est disposé un résonateur formé d'une boucle de fil de cuivre DD'C (on a représenté le résonateur à côté de l'excitateur, mais, en réalité, sa partie rectiligne DD' est placée au-dessous même de AA'). La coupure C du résonateur est du côté du tube focus, de façon à en recevoir les rayons X; elle est protégée contre toute autre radiation par des écrans en papier noir et par une lame d'aluminium.

» En réglant convenablement la distance explosive de l'excitateur dans l'huile, on parvient à faire fonctionner simultanément le tube focus et l'excitateur. Voici alors ce qui se passe : à chaque courant de rupture de la bobine d'induction, la différence de potentiel entre H et H' atteint une valeur suffisante pour que le tube fonctionne; puis, cette différence de potentiel continuant à croître, l'étincelle éclate à l'excitateur : le tube, privé subitement d'alimentation, s'éteint, tandis que la décharge oscillatoire de l'excitateur se poursuit et s'achève.

» Supposons d'abord que l'on ait disposé le tube tout près de l'excitateur, les fils AH et A'H' étant aussi courts que possible (0<sup>m</sup>, 11). Portons en abscisses (*fig. 2*) les temps, comptés à partir du moment où l'étin-

Fig. 2.



celle éclate dans l'huile, et en ordonnées les différences de potentiel entre A et A'; nous avons ainsi, comme on sait, une sinusoïde rapidement

amortie MNPQ. . . . Une fois l'appareil réglé, le potentiel nécessaire pour faire fonctionner le tube n'est inférieur que de peu au potentiel explosif de l'excitateur: il suffit, en effet, de diminuer très peu la distance explosive de celui-ci pour que la décharge ne traverse plus le tube, mais passe entièrement par l'excitateur. Cette particularité a ici une importance capitale: il en résulte que le tube s'éteint dès que le potentiel a diminué un peu au début de la décharge oscillante, et, par suite, au bout d'un temps inférieur au quart de la période de l'excitateur; la courbe représentative de l'intensité des rayons X est donc formée d'une portion presque horizontale RS, antérieure à la décharge de l'excitateur, suivie d'une portion brusquement descendante SU. [La longueur d'onde de l'excitateur ayant été trouvée égale à  $1^m,14$ , sa période est  $\frac{114}{3 \times 10^{10}}$  sec., et, par conséquent,  $\overline{OU}$  est de beaucoup inférieur à  $\frac{114}{3 \times 10^{10} \times 4}$  sec.]

» Construisons la courbe ayant pour ordonnées la valeur de la force électrique produite à la coupure du résonateur par la décharge de l'excitateur. L'ordonnée de cette courbe est nulle tant que toute la décharge passe par le tube focus, par conséquent jusqu'à l'origine des temps sur le diagramme; elle n'atteint une valeur notable qu'à une époque où l'excitateur est déjà en partie déchargé, et le maximum de cette force électrique n'a lieu que lorsque l'excitateur s'est rechargé en sens contraire, c'est-à-dire au bout d'une demi-période, durée représentée par l'abscisse  $\overline{OZ}$ . Il suit de là que, quand le résonateur commence à osciller, les rayons X sont déjà éteints: par conséquent, il ne peut y avoir d'action du tube sur l'étincelle secondaire (1). C'est ce que l'expérience vérifie, car si l'on interpose une lame de plomb entre le tube et la coupure, de manière à intercepter les rayons X, l'étincelle ne change pas d'aspect.

» Laissant le tube focus à la même place, remplaçons les fils courts AH, A'H' par des fils de  $25^{\text{cm}}$ , repliés sans coudes brusques; cet allongement des fils, en retardant l'extinction des rayons X du temps que les ondes hertziennes emploient pour parcourir  $(25 - 11)^{\text{cm}} = 14^{\text{cm}}$ , va avoir pour effet de retarder d'autant la disparition des rayons X à la coupure et de laisser ainsi à ces rayons le temps d'agir sur l'étincelle: c'est en effet ce que l'on constate, car l'interposition d'une lame de plomb rend l'étincelle manifestement moins éclatante. Cette action des rayons X augmente si l'on aug-

(1) Voir, sur cette action, R. BLONDLOT, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1559.

mente la longueur des fils de transmission AH et A'H' : pour des longueurs de 33<sup>cm</sup>, de 80<sup>cm</sup>, de 130<sup>cm</sup>, elle est de plus en plus marquée.

» Ces expériences montrent que, dans mon appareil, les rayons X s'éteignent dès que la décharge électrique a cessé dans le tube. En effet, dans l'expérience avec les fils très courts (11<sup>cm</sup>), on n'a constaté aucune action, tandis qu'il a suffi de les allonger de 14<sup>cm</sup> pour obtenir une action visible; si, par conséquent, il existe une prolongation de l'émission des rayons X, ou encore une prolongation de leur action à la coupure après leur cessation, leur somme est très petite vis-à-vis de  $\frac{14}{3 \times 10^{10}}$  sec. (1).

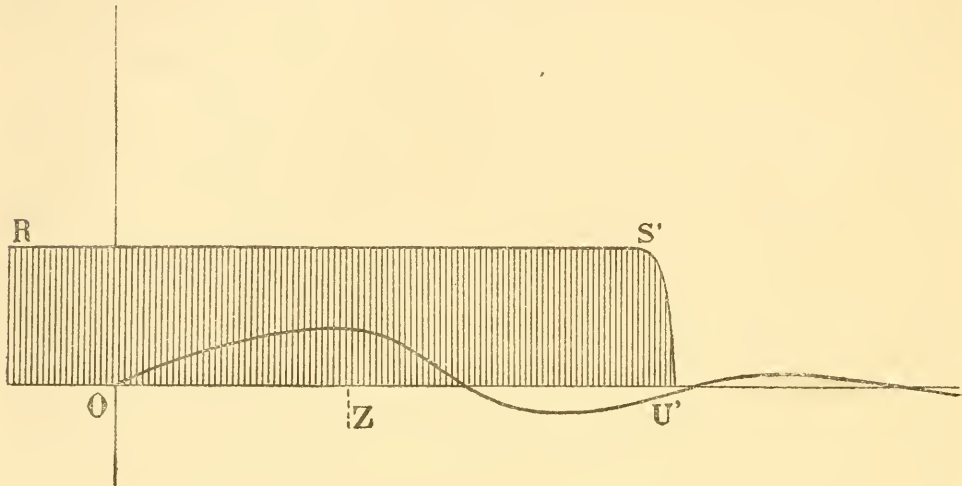
» Prenons des fils de transmission repliés, que nous laisserons d'une longueur invariable, 0<sup>m</sup>,50 par exemple, puis éloignons peu à peu le tube de la coupure; en vertu de cet éloignement, les rayons X éprouvent un retard égal au temps qu'ils mettent à franchir la distance du tube à la coupure; leur disparition à la coupure est retardée d'autant, et, si leur vitesse est comparable à celle des ondes hertziennes, l'effet de l'éloignement du tube va être analogue à celui d'un allongement des fils, c'est-à-dire une amélioration dans la coïncidence de l'époque où la force électrique existe à la coupure avec l'époque où les rayons X y sont présents, et, par suite, une augmentation de l'action de ces rayons sur l'étincelle. On est ainsi amené à cette prévision paradoxale : le tube devrait agir plus de loin que de près. A ma grande surprise, cette expérience réussit complètement : l'éclat de l'étincelle augmente à mesure que l'on éloigne le tube; c'est un fait certain et constant. L'augmentation est bien due aux rayons X, car, si l'on place un petit disque de plomb contre la lame d'aluminium interposée entre la coupure et le tube, l'effet disparaît : l'étincelle devient aussitôt plus faible et demeure invariable, quelle que soit la distance du tube. Ce fait surprenant est une première vérification de notre supposition initiale : la vitesse de propagation des rayons X est comparable à celle des ondes hertziennes.

---

(1) M. Colardeau avait déjà trouvé que la durée d'émission des rayons X est inférieure à  $\frac{1}{50000}$  de seconde, « et bien moindre que ne le feraient croire les expériences réalisées de prime abord ». (*Bulletin de la Société française de Physique*, 1901; 2<sup>e</sup> fascicule, p. 117.) Un échange de vues sur ce sujet a eu lieu entre MM. Brunhes et Colardeau, à la séance de la Société de Physique du 15 mars 1901 : le désaccord entre les résultats obtenus par ces deux physiciens tient à ce que les conditions de leurs expériences ne sont pas les mêmes. Les miennes se rapprochent de celles de M. Colardeau.

» Prenons maintenant des fils de transmission d'une plus grande longueur, 80<sup>cm</sup> par exemple. Quand on éloignera le tube, il arrivera, pour une certaine distance, que les rayons X posséderont à la coupure leur pleine intensité pendant tout le temps que la force électrique à la coupure conserve une valeur notable (*fig. 3*) : l'efficacité des rayons X sera alors aussi grande que le permet leur intensité.

Fig. 3.



» Si l'on continue à éloigner le tube, on n'améliorera plus la coïncidence entre la présence des rayons X et celle de la force électrique à la coupure, et l'on perdra de plus en plus comme intensité des rayons X; par conséquent, leur action aura passé par un maximum. C'est ce que l'on constate effectivement : l'étincelle passe par un maximum lorsque le tube est à environ 53<sup>cm</sup> de la coupure. Ce maximum est bien dû aux rayons X, car il disparaît par l'interposition d'un petit disque de plomb.

» Ainsi, la supposition que la vitesse des rayons X et celle des ondes hertziennes seraient de même ordre de grandeur nous a conduits à prévoir l'existence d'un maximum; cette prévision s'est trouvée vérifiée par l'expérience. Comme, d'ailleurs, il paraît impossible d'expliquer autrement ce phénomène paradoxal, on est amené à conclure que *la vitesse de propagation des rayons X est bien du même ordre de grandeur que celle des ondes hertziennes*. Je me propose d'expliquer incessamment comment l'étude de ce maximum m'a fourni le moyen de déterminer le rapport des deux vitesses. »

la phase de multiplication, des formes très différentes de celles qui existent dans le sang, cette phase terminée. J'ai écarté cette interprétation parce que l'accolement du centrosome au noyau ne s'observe jamais chez *Tr. Theileri*, même au moment de la division. Il serait facile de citer d'autres différences entre ces Trypanosomes (dimensions, variabilité des formes chez *Tr. transvaaliense*, altérations des hématies constantes dans un cas, faisant défaut dans l'autre, etc.); le caractère tiré de la situation des centrosomes par rapport aux noyaux me paraît suffire pour justifier la création de deux espèces.

» On a vu que *Tr. Theileri* était spécial aux Bovidés; il y aura lieu d'étudier à ce point de vue *Tr. transvaaliense* et de rechercher s'il est inoculable à d'autres animaux. »

PHYSIQUE. — *Sur l'égalité de la vitesse de propagation des rayons X et de la vitesse de la lumière dans l'air.* Note de M. R. BLONDLOT.

» Reprenons l'appareil décrit dans une Note précédente (1), les fils de transmission ayant une longueur de 80<sup>cm</sup>; comme nous l'avons vu, l'étincelle du résonateur présente un maximum d'éclat lorsque le tube est à 53<sup>cm</sup> de la coupure. Nous laisserons de côté l'analyse théorique du phénomène pour ne retenir que le fait observé, admettant seulement, ce qui est indubitable, que le maximum est dû à ce qu'il y a une distance du tube pour laquelle les rayons X illuminent la coupure pendant l'existence de la force électrique à cette coupure avec plus d'intensité que pour les autres distances. Nous désignerons par  $V \frac{\text{cent.}}{\text{sec.}}$  et  $V' \frac{\text{cent.}}{\text{sec.}}$  les vitesses de propagation respectives des ondes hertziennes et des rayons X.

» Après avoir déterminé la position du tube donnant le maximum d'étincelle, allongeons les fils de transmission de  $\alpha$  centimètres : la cessation des rayons X à la coupure est ainsi retardée de  $\frac{\alpha}{V}$  sec.; il faudra donc, pour rétablir la coïncidence des temps et retrouver le maximum, diminuer la distance du tube à la coupure d'une longueur  $\beta$  telle que  $\frac{\beta}{V'} = \frac{\alpha}{V}$ . L'expérience donne  $\frac{\beta}{\alpha}$ , et par cela même, en vertu de l'égalité précédente,  $\frac{V}{V'}$ .

(1) Voir R. BLONDLOT, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 666.



» Des déterminations extrêmement nombreuses, dans lesquelles on a fait varier  $\alpha$  dans des limites aussi étendues que cela était possible, ont donné invariablement  $\beta = \alpha$ ; d'où il résulte que  $V = V'$  au degré d'approximation que comporte la détermination de la position du tube qui rend l'étincelle maximum.

» Le Tableau ci-dessous contient les résultats d'une série d'expériences : la première colonne donne les valeurs de  $\alpha$ ; la seconde les valeurs correspondantes de  $\beta$  déterminées par mon aide M. Vitz; la troisième les valeurs de  $\beta$  déterminées par moi; la quatrième les moyennes des valeurs précédentes de  $\beta$ . Chacun des nombres de la seconde et de la troisième colonne est la moyenne de cinq mesures.

$\alpha$ .	$\beta$ .		
	Vitz.	Blondlot.	Moyenne.
— 7	— 6,5	— 5,9	— 6,2
+ 9	+ 8,9	+ 10,5	+ 9,7
+ 12,5	+ 12,6	+ 12	+ 12,3
+ 15	+ 14,5	+ 15,1	+ 14,8
+ 25	+ 24,5	+ 25,3	+ 24,9
+ 30	+ 30	+ 31,0	+ 30,5
+ 40	+ 39,6	+ 39,3	+ 39,4
+ 25	+ 23,2	+ 24,6	+ 23,9

» On voit que les nombres de la quatrième colonne diffèrent assez peu des nombres correspondants de la première pour que les différences puissent être attribuées à l'impossibilité de déterminer d'une manière très précise la position du tube qui rend l'étincelle maximum. La série des expériences, au nombre de 80, résumées dans le Tableau précédent, donne le résultat définitif suivant : en remplaçant  $\alpha$  et  $\beta$  par les moyennes de leurs valeurs, on trouve  $\frac{V'}{V} = \frac{161,7}{163,5}$ . D'autres séries d'expériences ont donné  $\frac{138}{139}$ ,  $\frac{146}{144}$ , ... Ces quotients sont très voisins de l'unité : les mesures isolées présentent parfois des écarts assez notables, comme on peut le voir sur le Tableau ci-dessus, mais l'influence de ces écarts a toujours disparu dans les moyennes d'un grand nombre de déterminations. J'ai vérifié que les valeurs de  $\beta$  sont indépendantes de la grandeur et de la forme du résonateur.

» Voici maintenant un autre genre d'expériences : dans celles-ci, on compense encore le temps que les rayons X emploient pour franchir un certain espace par le temps que les ondes électromagnétiques emploient

pour parcourir une certaine longueur de fil ; mais ici ce ne sont plus les fils de transmission que l'on allonge ou raccourcit, c'est le fil du résonateur. Les extrémités du résonateur étant écartées l'une de l'autre d'environ  $0^{\text{cm}},3$ , on leur soude respectivement les deux fils d'une petite ligne de transmission ; à l'extrémité de cette ligne est adapté le micromètre à étincelles, la nouvelle coupure étant ramenée à la position de l'ancienne en repliant la petite ligne sur elle-même. L'action de l'excitateur sur le résonateur y produit une onde hertzienne qui doit parcourir une certaine longueur de fil pour aboutir à la coupure et y produire l'étincelle. Si donc on a allongé chaque moitié du résonateur de  $a$  centimètres, l'étincelle est retardée de  $\frac{a}{V}$  sec. et, pour obtenir le maximum d'étincelle, il faudra que la distance du tube à la coupure soit augmentée d'un nombre  $b$  de centimètres, tel que  $\frac{b}{V'} = \frac{a}{V}$ . La valeur observée de  $\frac{b}{a}$  donne celle de  $\frac{V'}{V}$ . On remplace dans ce calcul  $b$  et  $a$  par leurs valeurs moyennes dans les différentes expériences. Celles-ci, très nombreuses et concordantes, dans lesquelles on a fait varier  $a$  de  $0^{\text{cm}}$  à  $25^{\text{cm}}$ , ont donné  $\frac{V'}{V} = 0,93$ . Cette valeur s'accorde suffisamment avec les résultats de la première méthode, qui semble d'ailleurs plus précise, parce que le retard des ondes hertziennes y est mieux défini.

» L'ensemble des résultats expérimentaux obtenus, tant par l'une que par l'autre méthode, peut se résumer ainsi : si à la longueur des fils de transmission on ajoute la distance du tube à la coupure qui donne le maximum d'étincelle, et que l'on en retranche, s'il y a lieu, la longueur de la petite ligne ajoutée au résonateur, on obtient la longueur constante  $133^{\text{cm}}$ .

» Remarquons que, dans l'une comme dans l'autre des méthodes décrites, le rapport  $\frac{V'}{V}$  est obtenu sans que l'on ait besoin de connaître le détail des phénomènes : ce sont des méthodes de *substitution*, analogues à la méthode de Borda pour les pesées. Il y a toutefois une complication : la position du tube qui donne le maximum d'étincelle est plus rapprochée de la coupure que si l'intensité des rayons X ne décroissait pas avec la distance ; la décroissance de l'intensité suffit en effet pour rendre décroissante une action qui sans cela ne croîtrait que très lentement avec la distance. Ce rapprochement est plus grand pour les petites distances que pour les grandes parce que la décroissance de l'intensité est plus rapide pour les petites distances. L'augmentation de  $b$  ou de  $\beta$  produite par cette cause ne

peut être calculée *a priori*, mais la concordance finale de tous les résultats indique qu'elle ne surpasse pas les erreurs d'expérience.

» Résumons le contenu de cette Note et de la précédente :

» En supposant *a priori* l'égalité des vitesses de propagation des rayons X et des ondes hertziennes, on a été conduit à prévoir que le renforcement produit par le tube sur l'étincelle devait passer par un maximum pour une certaine distance du tube. L'expérience a confirmé cette prévision. La même supposition a permis de calculer d'avance les déplacements que la position du tube correspondant à ce maximum devait éprouver, soit par l'allongement des fils de transmission, soit par l'annexion d'une petite ligne au détonateur : on devait, en effet, pouvoir compenser le temps que les ondes électriques emploient pour parcourir une certaine longueur de fil par le temps que les rayons X emploient pour franchir une distance égale. Cette compensation s'est produite en réalité : des deux méthodes employées l'une a donné pour le rapport des vitesses 0,97 <sup>(1)</sup>, l'autre 0,93. — D'autre part, il paraît impossible de donner une autre explication du maximum d'éclat de l'étincelle, de ses déplacements et des autres circonstances de ces phénomènes. L'ensemble de tous ces faits conduit donc à cette conclusion : *La vitesse de propagation des rayons X est égale à celle des ondes hertziennes ou de la lumière dans l'air.*

» Il me reste à indiquer certaines observations faites au cours de ces recherches, et à décrire quelques expériences qui en confirment les résultats. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les lueurs crépusculaires récentes.*

Note de M. **PERROTIN.**

« Les crépuscules rouges de ces jours derniers ont été vus à Nice dès le commencement de la semaine dernière : l'Observatoire Bischoffsheim les a notés le 27 octobre, au soir, pour la première fois, en dépit d'un ciel très nuageux qui ne permettait guère de distinguer le phénomène qu'à la faveur de rares éclaircies.

» Les 28 et 29 octobre, les conditions ne furent pas plus favorables et c'est seulement le 30, par un ciel découvert, qu'il fut possible de l'étudier dans ses phases successives.

---

(1) Après une correction relative au revêtement isolant des fils de transmission.

*fluide dont les coefficients de viscosité  $\lambda$  et  $\mu$  sont très petits, une quasi-onde dont l'épaisseur  $\varepsilon$  est très petite par rapport à  $\lambda$  et  $\mu$  ne peut se propager; les seules quasi-ondes qui puissent se propager sont celles dont l'épaisseur  $\varepsilon$  est du même ordre que  $\lambda$  et  $\mu$ .*

» La considération des quasi-ondes résout donc complètement la contradiction qui semblait exister entre l'expérience et la théorie.

» Cette considération conduit à une dernière remarque :

» Beaucoup d'esprits sont enclins à croire que toute action physique qui se propage, se propage nécessairement par ondes, avec une vitesse déterminée; ils répugnent à admettre que la propagation puisse, dans certains cas, dépendre de fonctions entièrement analytiques de  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $t$ , sans ondes ni vitesse de propagation. Il est curieux de constater que la propagation du son dans l'air, qui semble l'exemple le plus simple d'une propagation par ondes, possédant une vitesse déterminée, n'est telle qu'en apparence et par approximation; qu'en réalité cette propagation se fait par fonctions entièrement analytiques, sans ondes et sans vitesse de propagation. »

PHYSIQUE. — *Observations et expériences complémentaires relatives à la détermination de la vitesse des rayons X. Sur la nature de ces rayons.* Note de M. R. BLONDLOT.

« I. Dans les expériences que j'ai décrites récemment (1), il faut, pour que l'éclat de l'étincelle soit maximum, qu'il s'écoule entre le début de la décharge de l'excitateur et l'extinction du tube focus un temps égal à  $\frac{133}{V}$  sec. Comme la longueur d'onde de l'excitateur est égale à 114<sup>cm</sup>, cet intervalle de temps correspond à un peu plus de 3 elongations de l'excitateur. D'après la théorie que j'ai développée dans une Note antérieure, cela conduit à admettre que les trois premières elongations ont seules une amplitude notable. Il est intéressant de constater que cette conséquence est bien d'accord avec ce que l'on sait de l'amortissement dans les excitateurs.

» II. Lorsque l'on rapproche progressivement le tube focus de la coupure, à partir de la position qui donne le maximum d'étincelle jusqu'au tube lui-

(1) R. BLONDLOT, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 666 et p. 721.

même, on voit l'éclat de l'étincelle diminuer, passer par un minimum, puis augmenter. L'explication paraît être la suivante : quand le tube est très voisin de la coupure, celle-ci reçoit des rayons X extrêmement intenses, et alors la diminution de concordance dans le temps est compensée et au delà par l'intensité des radiations; de là une recrudescence d'action quand le tube est tout près et la production d'un minimum pour une distance un peu plus grande. Je me suis assuré que cette explication est mathématiquement possible; cet examen se fait aisément en portant en ordonnées les logarithmes des fonctions à étudier.

» III. Afin d'éviter les aigrettes, les fils de transmission étaient recouverts de gutta-percha et engagés dans des tubes de caoutchouc. Pour reconnaître si ce revêtement ne diminuait pas notablement la vitesse de propagation des ondes le long des fils électriques, j'ai comparé par une méthode d'interférences la vitesse de propagation de ces ondes le long de fils ainsi revêtus et le long de fils nus. La différence de ces vitesses s'est trouvée presque inappréciable, et, en tout cas, la perturbation qui en résulte ne peut causer une erreur relative de  $\frac{1,5}{100}$  sur les résultats définitifs.

» Je vais encore décrire quelques expériences qui, tout en étant seulement qualitatives, ont cependant un certain intérêt comme variantes, et dont les résultats, prévus grâce à la théorie que j'ai exposée précédemment, en apportent une nouvelle confirmation.

» 1° Les fils de transmission étant engagés dans des tubes de caoutchouc à vide, on les a rapprochés et liés ensemble sur une longueur de 40<sup>cm</sup>; la vitesse de la propagation des ondes devait être diminuée, puisqu'elle avait lieu principalement dans le caoutchouc : la position du tube donnant le maximum s'est, en effet, rapprochée de 11<sup>cm</sup> ou 12<sup>cm</sup>.

» 2° Un condensateur formé de deux plaques de clinquant d'environ 100<sup>cm<sup>2</sup></sup> de surface, séparées par une lame d'ébonite de 0<sup>cm</sup>,8 d'épaisseur, fut placé en dérivation sur la ligne de transmission; cette fois, le retard devait être encore plus grand, et, en effet, on constata que le maximum avait disparu et que l'étincelle diminuait constamment d'éclat à mesure que l'on éloignait le tube.

» 3° Les fils de transmission, longs primitivement de 80<sup>cm</sup>, ayant été allongés de 57<sup>cm</sup>, longueur supérieure de 4<sup>cm</sup> à la distance de la coupure à la position du tube qui donne le maximum dans le cas de fils de 80<sup>cm</sup>, on constata que l'étincelle diminuait constamment lorsqu'on éloignait le tube.

» 4° La longueur totale des fils étant réduite à 64<sup>cm</sup>, l'étincelle augmentait au contraire au fur et à mesure que l'on éloignait le tube, à partir de la position donnant le minimum, jusqu'à ce que les fils fussent tendus. Même résultat avec des fils plus courts.

» Toutes ces observations sont bien conformes aux prévisions.

» En terminant l'exposé de ces recherches sur la vitesse de propagation des rayons X, j'adresse mes remerciements à M. Vartz, mécanicien à la Faculté des Sciences de Nancy, qui a répété avec le plus grand soin toutes les expériences, et, en particulier, les déterminations si délicates des distances du tube qui donnent à l'étincelle le maximum d'éclat (1).

» Il résulte immédiatement de l'égalité des vitesses de propagation des rayons X et de la lumière dans l'air que les rayons X doivent être rapprochés des radiations spectrales. Des hypothèses qui ont été émises relativement à leur nature, deux seulement peuvent subsister : 1° celle qui les considère comme des radiations de très petites longueurs d'onde ; 2° la théorie proposée par E. Wiechert (2) et par Sir George Stokes (3) et dont voici le principe : les rayons Röntgen consistent en une succession de pulsations indépendantes partant des points où les molécules projetées de la cathode rencontrent l'anticathode, et commencent à l'instant même de cette rencontre ; ces pulsations sont transversales et se propagent dans l'éther comme les vibrations de la lumière et avec la même vitesse. Ce qui distingue les rayons Röntgen des radiations spectrales, c'est qu'ils consistent, non en vibrations continues de l'éther, mais en pulsations isolées extrêmement brèves. Sir George Stokes a développé cette théorie dans une Conférence à la « Manchester literary and philosophical Society (4) ». De cette Conférence j'extraits le passage suivant : « Supposons qu'une pluie » de molécules tombe sur l'anticathode et que, après avoir duré quelque » temps, elle cesse brusquement. Suivant les vues que je viens d'exposer » sur la nature des rayons Röntgen, ces rayons commencent à prendre » naissance en même temps que la pluie de molécules, continuent à se

(1) Je publierai ailleurs une série d'indications relatives à l'exécution de ces expériences, afin d'épargner aux personnes désireuses de les répéter les longs tâtonnements après lesquels seulement j'ai pu obtenir des résultats bien visibles et certains.

(2) *Abh. der phys.-ekon. Gesellschaft zu Königsberg et Wied. Ann.*, Bd. 59, 1896.

(3) *Proceedings of the Cambridge phil. Soc.*, t. IX, 1896, p. 215.

(4) *Memoirs and Proceedings of the Manchester lit. and philosophical Society*, t. XLI, 1897.

» produire tant que celle-ci dure et cessent en même temps qu'elle ». Comme, d'autre part, les rayons cathodiques ont la même durée que le courant qui traverse le tube de Crookes, puisqu'ils forment eux-mêmes un segment de ce courant, il s'ensuit que les rayons X doivent s'éteindre dès que la décharge a cessé dans le tube. Or, c'est précisément ce que j'ai constaté (1).

» Dans la même Conférence, Sir George Stokes montre que son hypothèse fournit l'explication des propriétés caractéristiques des rayons X : absence de réflexion et de réfraction, etc.

» M. A. Sommerfeld a fondé sur cette hypothèse une théorie de la diffraction des rayons X qui rend compte des curieuses expériences de MM. Haga et Wind relatives à cette diffraction (2).

» Enfin, en partant des mêmes idées, le professeur J.-J. Thomson a relié théoriquement les rayons cathodiques et les rayons Röntgen (3).

» En résumé, l'hypothèse de E. Wiechert et Sir George Stokes rend compte de tous les faits connus jusqu'à présent. »

#### MÉTÉOROLOGIE. — *Étude sur le climat de Toulouse de 1863 à 1900.*

Note de M. B. BAILLAUD.

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie du Tome V des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*, consacré à une *Étude du climat de Toulouse*, que j'ai récemment terminée avec le concours de calculateurs auxiliaires, et qui résume les observations météorologiques faites à l'Observatoire de Toulouse de 1863 à 1900. Je demande la permission de communiquer ici les résultats principaux.

» Je me bornerai aux moyennes générales relatives aux divers mois de l'année.

##### *Baromètre.*

Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
747,6	47,0	44,0	43,7	44,4	46,1	46,4	46,1	46,4	45,1	45,9	47,0	45,81

##### *Thermomètre.*

4°,9	6,6	8,5	11,9	15,5	19,1	21,7	21,5	18,7	13,4	8,7	5,2	12,96
------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	-------

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 669.

(2) *Zeitschrift für Math. u. Physik*, Bd. 46, 1901, p. 11.

(3) *Phil. Mag.*, 5<sup>e</sup> série, t. XLV, 1898, p. 172.

ou non-newtoniennes, qui dérivent d'une fonction potentielle; sa surface terminale est soumise à une pression uniforme et constante;

» 2° Le fluide est homogène, compressible, soumis à une pression uniforme et constante, et soustrait à toute autre action extérieure; à partir de l'état d'équilibre, il se meut de telle sorte que l'entropie spécifique soit une fonction de la température ou une constante, *la même en tous les points de la masse fluide.*

» Ces cas sont précisément ceux où la méthode de Lagrange et de Lejeune-Dirichlet permet de fixer complètement les conditions qui assurent la stabilité de l'équilibre; ces conditions *suffisantes* ne sont pas les conditions reconnues *nécessaires* par la méthode que nous venons d'esquisser. La détermination des conditions *à la fois nécessaires et suffisantes* est loin d'être achevée. »

**ÉLECTRICITÉ.** — *Sur la vitesse avec laquelle les différentes variétés de rayons X se propagent dans l'air et dans différents milieux.* Note de M. R. BLONDLOT.

« Les rayons X sont, comme on sait, plus ou moins pénétrants, selon qu'ils sont émis par des tubes où le vide est plus ou moins avancé. Je me suis proposé de rechercher si ces différentes variétés de rayons X se propagent dans l'air avec la même vitesse.

» Ayant pris d'abord un tube très mou, donnant sur l'écran une ombre de la main où l'on ne pouvait aucunement distinguer les os, je déterminai par la méthode que j'ai décrite précédemment (1) le rapport de la vitesse des rayons X émis par ce tube à celle des ondes électriques; l'allongement donné aux fils de transmission étant de 30<sup>cm</sup>, ce rapport fut trouvé égal à  $\frac{31,2}{30} = 1,04$ . Antérieurement, avec un tube de dureté moyenne, dont les rayons, non seulement faisaient voir les os dans l'ombre de la main, mais même traversaient tant soit peu ces os, j'avais, en donnant aux fils de transmission les mêmes longueurs, obtenu pour le rapport des vitesses le nombre  $\frac{30,6}{30} = 1,02$ .

» J'interposai ensuite sur le trajet des rayons X une plaque d'aluminium épaisse de 2<sup>mm</sup> : à peine pouvait-on alors apercevoir sur l'écran une faible

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 666 et 721.



fluorescence, et, de cette façon, il ne passait que des rayons extrêmement pénétrants. L'action sur l'étincelle était très faible, mais encore visible, et je parvins à déterminer, sans beaucoup de précision toutefois, la position du tube correspondant au minimum d'étincelle pour une longueur des fils de transmission égale à  $110^{\text{cm}}$  : la distance du tube à la coupure était alors environ  $23^{\text{cm}}, 7$ . Sans l'interposition de l'aluminium, elle était de  $21^{\text{cm}}, 3$ .

» Avec le plus dur de tous les tubes pouvant fonctionner dans mon appareil sans donner d'étincelles latérales, tube dont les rayons traversaient manifestement les os de la main, j'ai obtenu la distance  $22^{\text{cm}}, 3$ .

» Toutes ces observations montrent que, au degré d'approximation des mesures, les vitesses de propagation des rayons émis par tous mes tubes sont les mêmes.

» Déjà, d'après mes expériences antérieures, on pouvait s'attendre à cette égalité de vitesse des différentes variétés de rayons X : dans ces expériences, en effet, j'avais employé un tube de dureté moyenne, émettant par conséquent des rayons X de pénétrations diverses; or, il est clair que si ces rayons avaient des vitesses de propagation différentes, il n'y aurait pas eu de maximum de l'étincelle, puisque, chacune des radiations tendant à en faire naître un à une distance différente, la superposition n'eût donné qu'un résultat confus.

» L'absence de réfraction des rayons X indique que leur vitesse est indépendante des milieux où ils se propagent. Il m'a, néanmoins, paru intéressant de comparer directement ces vitesses. Pour cela, ayant donné aux fils de transmission une longueur arbitraire mais constante, j'ai déterminé la position du tube correspondant au minimum d'étincelle; puis, après avoir interposé entre le tube et l'étincelle la substance dans laquelle je voulais étudier la propagation, je répétais la détermination. Toujours la position du tube s'est retrouvée la même, aux erreurs d'expérience près. Voici quelques valeurs de la distance du tube (de dureté moyenne), correspondant au maximum d'étincelle.

» Propagation à travers :

L'air.....	21,3
Un bloc de hêtre de $6^{\text{cm}}$ .....	20
» paraffine de $5^{\text{cm}}$ .....	21,3
Une colonne d'essence de térébenthine de $6^{\text{cm}}, 5$ ....	22,4
» d'huile de vaseline de $6^{\text{cm}}, 5$ .....	21,7

» Avec le plus dur de mes tubes, la distance correspondant au mi-

nimum 22<sup>cm</sup>,3, resta exactement la même après l'interposition d'un bloc de paraffine épais de 9<sup>cm</sup>,5.

» La conclusion définitive des observations rapportées dans la présente Note est que, dans les limites des conditions et des erreurs des expériences décrites, la vitesse de propagation des différentes variétés de rayons X dans les différents milieux est égale à celle de la lumière dans l'air. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le pouvoir germinatif des graines exposées à la lumière solaire.* Note de M. EMILE LAURENT.

« Les rayons solaires, surtout les plus réfrangibles, ont une action nuisible, souvent mortelle, sur les cellules vivantes des organismes inférieurs : les cellules végétatives des Bactéries et des Levures ainsi que les spores des Bactéries, des moisissures et du charbon des céréales, exposées au soleil en présence d'oxygène, sont tuées au bout de quelques heures.

» Cette action paraît être en relation avec les phénomènes d'oxydation de diverses substances organiques étudiés par M. Duclaux.

» Il y a déjà longtemps que je me suis demandé si les graines des plantes supérieures, à l'état de repos, sont également sensibles aux rayons solaires. Les expériences actuelles remontent à l'année 1895. Depuis lors M. Tine Tammes (1) a fait des essais analogues aux miens, mais qui ont donné des résultats négatifs. Plus récemment encore, M. V. Jodin (2) a repris cette étude et a conclu que, pour les graines non desséchées de Cresson alénois, la résistance à la radiation paraît dépendre beaucoup plus de l'action calorifique que de l'action lumineuse.

» Mes expériences ont été faites pendant une période de vive insolation (fin mai à commencement de juillet 1895) sous un ciel presque toujours très clair et par un soleil ardent.

» Le 29 mai de cette année, des graines de diverses espèces furent exposées en couche mince au soleil dans des tubes à essais soigneusement nettoyés. Ceux-ci sont disposés en plein soleil, presque horizontalement sur une planchette recouverte d'un papier blanc et sont fermés par un tampon de coton.

(1) *Landwirt. Jahrbücher*, Bd. XXIX, 1900, p. 467.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 443.

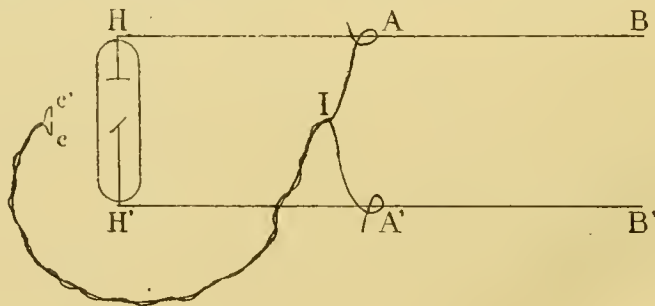
OPTIQUE. — *Sur la polarisation des rayons X.*

Note de M. R. BLONDLOT.

« Les tentatives faites jusqu'ici pour polariser les rayons X sont demeurées infructueuses. Je me suis demandé si les rayons X émis par un tube focus ne serait pas déjà polarisés dès leur émission.

» J'ai été conduit à me poser cette question en considérant que les conditions de dissymétrie nécessaires pour que ces rayons puissent être polarisés sont précisément remplies. En effet, chacun des rayons X naît d'un rayon cathodique; ces deux rayons déterminent un plan, et ainsi, par chacun des rayons X émis par le tube passe un plan dans lequel (ou normalement auquel) ce rayon peut avoir des propriétés particulières : c'est bien la dissymétrie qui correspond à la polarisation.

» Maintenant, si cette polarisation existe, comment la reconnaître? Il m'est venu à la pensée qu'une petite étincelle, telle que celles dont je me suis servi dans mes recherches sur la vitesse de propagation des rayons X, pourrait peut-être jouer ici le rôle d'analyseur, attendu que les propriétés d'une étincelle peuvent être différentes dans la direction de sa longueur, d'une part, qui est aussi celle de la force électrique qui la produit, et suivant les directions normales à cette longueur, d'autre part. Partant de là, je disposai un appareil d'après le diagramme ci-dessous, afin d'obtenir une petite étincelle pendant l'émission des rayons X.



» Un tube focus est relié à une bobine d'induction par les fils BH, B'H', recouverts de gutta-percha. Deux autres fils, également recouverts de gutta-percha, AAc et A'Ic', sont terminés en A et A' par deux boucles qui entourent respectivement BH et B'H'; un bout de tube de verre, non

représenté sur la figure, maintient chacune des boucles séparée du fil qu'elle entoure. Les fils AI, A'I sont ensuite enroulés l'un sur l'autre et leurs extrémités  $c$  et  $c'$ , terminées en pointe, sont maintenues en regard l'une de l'autre à une très petite distance réglable à volonté, de manière à former un petit excitateur à étincelles. En vertu de cette disposition, l'influence électrostatique exercée par les fils BH et B'H' sur les boucles A et A' produit, à chaque courant de rapturé de la bobine, une petite étincelle à la coupure  $cc'$ , en même temps que des rayons X sont émis par le tube. Grâce à la flexibilité des fils AIc, A'Ic', on peut orienter d'une manière quelconque la droite  $cc'$ , suivant laquelle l'étincelle jaillit. Une feuille carrée d'aluminium, ayant  $0^m,40$  de côté, est interposée entre le tube et l'étincelle, de façon à empêcher toute influence directe des électrodes du tube sur  $cc'$ .

» Afin de définir aisément les positions relatives du tube et de l'étincelle  $cc'$ , prenons trois axes rectangulaires dont l'un, OZ, est vertical.

» Assujettissons le tube focus de façon que sa longueur, et par conséquent aussi le faisceau cathodique, coïncide avec OY, l'anticathode étant placée vers l'origine et envoyant des rayons X sur les  $x$  positifs.

» Plaçons la coupure  $cc'$  en un point de la partie positive de l'axe OX, de façon que sa direction soit parallèle à OY. L'étincelle étant convenablement réglée, on constate que les rayons X agissent sur elle en augmentant son éclat, car l'interposition d'une lame de plomb ou de verre la diminue manifestement.

» Maintenant, sans changer la coupure de place, faisons-la tourner de façon à la rendre parallèle à OZ, c'est-à-dire normale aux rayons cathodiques. On constate alors que l'action des rayons X sur l'étincelle a disparu : le plomb ou le verre interposés n'en diminuent plus l'éclat.

» Les rayons X ont donc un *plan d'action*, qui est celui qui passe par chaque rayon X et le rayon cathodique générateur. Si l'on donne à la coupure des orientations intermédiaires entre les deux précédentes, on voit l'action diminuer depuis la position horizontale jusqu'à la verticale.

» Voici une autre expérience, plus frappante encore :

» Si l'on fait tourner l'étincelle autour de OX comme axe, parallèlement au plan YOZ, on voit l'étincelle passer d'un maximum d'éclat, quand elle est horizontale, à un maximum d'éclat, quand elle est verticale. Ces variations d'éclat sont pareilles à celles que l'on voit en observant un faisceau de lumière polarisée à travers un nicol que l'on fait tourner : la petite

étincelle joue le rôle d'analyseur. Le faisceau de rayons X a la même dissymétrie qu'un faisceau de lumière polarisée : il a, suivant l'expression de Newton, des côtés différents les uns des autres; autrement dit, il est *polarisé*, en prenant ce mot dans son acception la plus large.

» Le phénomène est aisément observable quand l'étincelle est bien réglée : il faut, pour cela, qu'elle soit extrêmement courte et faible.

» Si l'on fait tourner le tube focus autour de son axe, lequel est parallèle aux rayons cathodiques, les phénomènes observés ne changent pas (tant que des rayons X atteignent la coupure). Le plan d'action est donc indépendant de l'orientation de l'anticathode : c'est toujours le plan qui passe par le rayon X et le rayon cathodique générateur.

» L'étincelle étant disposée dans ce plan d'action, si l'on change son orientation dans ce plan, on constate que l'action qu'elle reçoit des rayons X est maximum quand elle leur est normale, et nulle quand elle leur est parallèle (ou presque parallèle).

» Maintenant, un rayon X et son rayon cathodique générateur ne définissent un plan que si leurs directions sont différentes. Or, parmi les rayons X émis, il y en a dont la direction est la même à peu de chose près que celle des rayons cathodiques : ce sont ceux qui rasant la cathode. On doit s'attendre à les trouver très incomplètement polarisés; c'est, en effet, ce que j'ai reconnu à l'aide de la petite étincelle.

» J'ai constaté plusieurs faits importants, que je ne ferai toutefois que mentionner aujourd'hui. Le quartz et le sucre en morceaux font tourner le plan de polarisation des rayons X dans le même sens que celui de la lumière; j'ai obtenu des rotations de  $40^\circ$ .

» Les rayons secondaires, dits *rayons  $\delta$* , sont également polarisés. Les substances actives font tourner leur plan de polarisation en sens contraire de celui de la lumière; j'ai observé des rotations de  $18^\circ$ .

» Il est extrêmement probable que la rotation magnétique existe aussi, tant pour les rayons X que pour les rayons  $\delta$ . On peut penser également que les propriétés de ces rayons, relatives à la polarisation, s'étendent aux rayons tertiaires, etc.

» J'ai l'intention d'exposer incessamment les résultats auxquels je suis déjà parvenu, concernant ces différents points. »

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** informe l'Académie que, d'après une Lettre qu'il vient de recevoir de la Faculté des Sciences de Marseille, M. *Reboul*,