



Thèse

1898

Open Access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Contributions expérimentales à l'étude des rayons Röntgen

Guggenheimer, Siegfried

How to cite

GUGGENHEIMER, Siegfried. Contributions expérimentales à l'étude des rayons Röntgen. Doctoral Thesis, 1898. doi: [10.13097/archive-ouverte/unige:27286](https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:27286)

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:27286>

Publication DOI: [10.13097/archive-ouverte/unige:27286](https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:27286)

CONTRIBUTIONS EXPÉRIMENTALES
A L'ÉTUDE DES
RAYONS RÖNTGEN

EXTRAIT D'UNE DISSERTATION
PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE
POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES

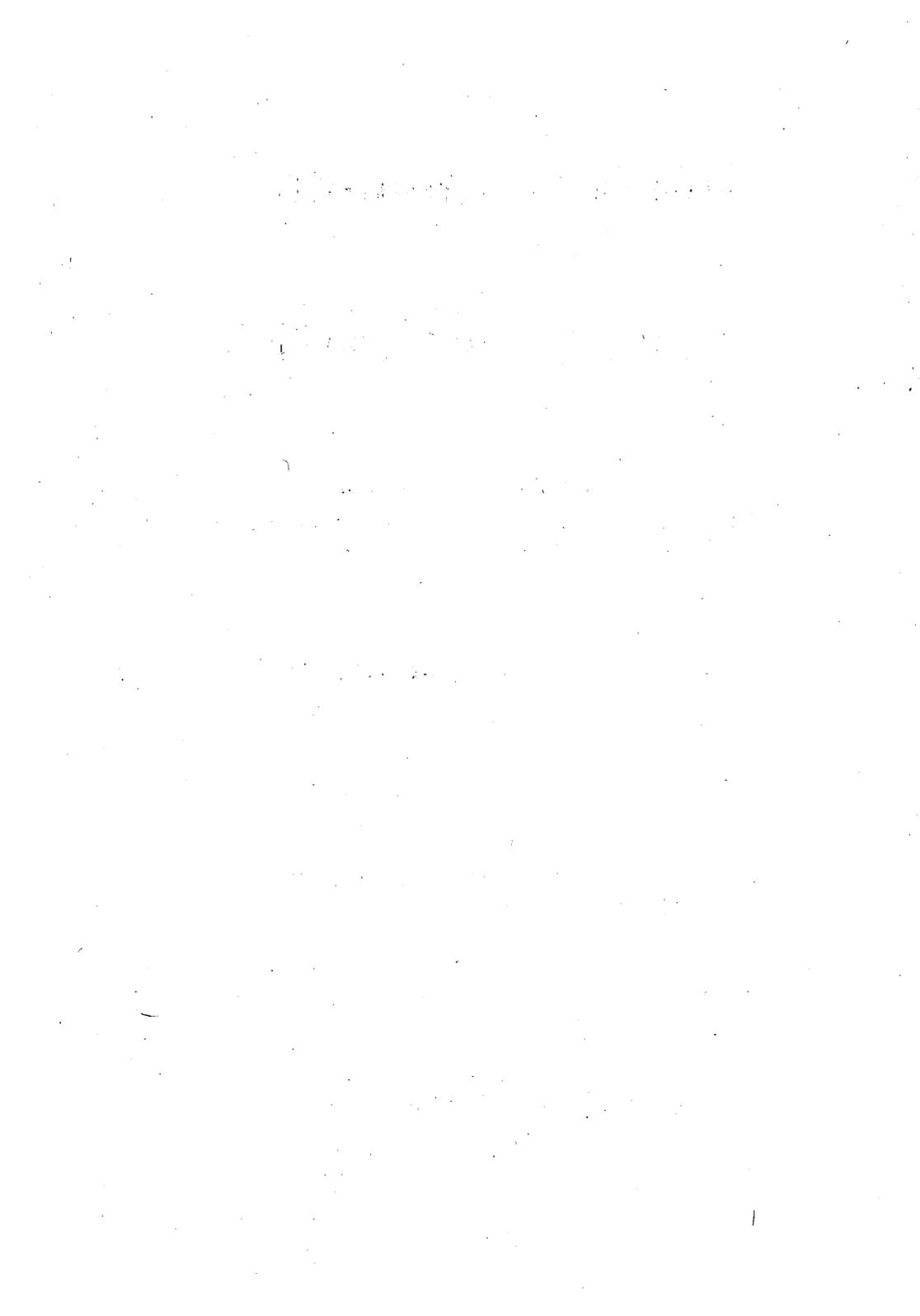
PAR

Siegfr. GUGGENHEIMER

de Nuremberg.

TIRÉ DES Archives des Sciences physiques et naturelles
Quatrième période, t. V. — Mars 1898.

GENÈVE
IMPRIMERIE REY & MALAVALLON
18, Pépissierie, 18.
1898



A

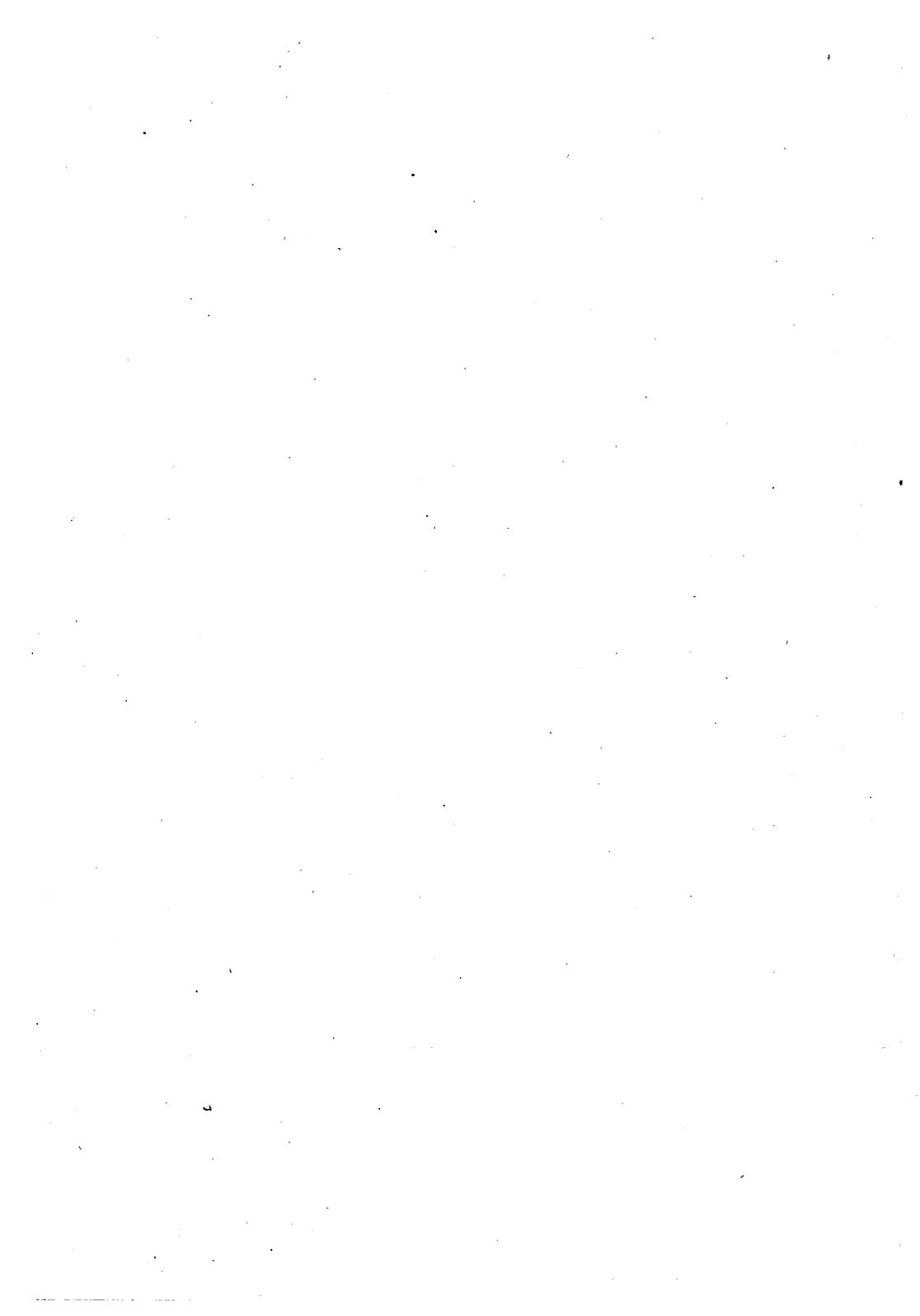
M. GABRIEL LIPPMANN

Membre de l'Institut de France,
Professeur à l'Université de Paris.

A

M. PHILIPPE-A. GUYE

Professeur à l'Université de Genève.



Le présent travail a été exécuté au laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne, à Paris. Je prie M. Lippmann, membre de l'Institut et directeur de ce laboratoire, de bien vouloir accepter l'expression de ma plus vive reconnaissance pour le bienveillant accueil qu'il m'a fait dans son laboratoire et pour les éminents conseils qu'il a bien voulu m'adresser. En même temps, j'exprime mes meilleurs remerciements à M. le prof. Charles Soret, professeur à l'Université de Genève, pour le bienveillant intérêt qu'il m'a témoigné au cours de mes études.

S. G.

Nuremberg, octobre 1897.

La Faculté des Sciences autorise l'impression de la présente thèse, sans énoncer d'opinion sur les propositions qui y sont contenues.

Genève, le 26 février 1898.

Le Doyen :

G. OLTRAMARE.

A MES PARENTS

CONTRIBUTIONS EXPÉRIMENTALES
A L'ÉTUDE DES
RAYONS RÖNTGEN

PAR

Siegfr. GUGGENHEIMER

de Nuremberg.

I^{re} PARTIE

DE L'INFLUENCE DES RAYONS RÖNTGEN SUR LA DISTANCE
EXPLOSIVE DE L'ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE.

Au cours de ses recherches sur la propagation de la force électrique, Hertz ¹ avait observé le premier que, si l'on fait jaillir une étincelle entre les deux sphères d'un micromètre, la distance explosive, pour la même différence de potentiel, est plus grande si le micromètre est sous l'influence d'une source de lumière, émettant des radiations ultraviolettes, que s'il se trouve à l'obscurité.

Il observait surtout que cet agrandissement de la distance explosive est très considérable si la lumière est fournie par une autre étincelle de décharge, que l'effet diminue avec la distance et qu'il est dû à des radiations d'une longueur d'onde plus petite que celle des dernières parties du spectre visible.

Le travail de Hertz, qui avait étudié le phénomène dans les conditions les plus variées, fut suivi peu de

¹ Hertz, *Œuvres*, t. II, p. 69. *Wied. Ann.*, t. 31, p. 983, 1887.

temps après par un travail de MM. Wiedemann et Ebert ¹ qui, tout en confirmant les expériences de Hertz, trouvèrent que l'action des rayons ultraviolets s'exerce exclusivement sur l'électrode négative.

Plus tard, M. Swyngedauw ² a repris ces mêmes expériences en étudiant surtout la différence de l'action des rayons ultraviolets sur les potentiels explosifs statiques et dynamiques. Il a constaté que les potentiels explosifs dynamiques sont beaucoup plus abaissés que les potentiels explosifs statiques. MM. Sella et Majorana ³ se sont aussi occupés de la question. J'aurai l'occasion de citer leur travail plus loin.

Il convient de mentionner encore un travail de M. E. Warburg ⁴, qui se rapporte à notre sujet. Après avoir décrit les expériences de Hertz, il cite des expériences de M. Jaumann où ce savant étudie le phénomène dit du « retard » et qui consiste dans le fait que si l'on donne à deux électrodes, se trouvant dans un gaz, un potentiel suffisamment élevé pour que la décharge puisse s'effectuer, celle-ci n'a pas lieu tout de suite, mais seulement après un certain temps. Or, M. Warburg démontre que l'effet de la lumière ultraviolette consiste surtout dans le raccourcissement de ce retard.

Dans une note ⁵ parue dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* j'avais émis l'opinion que c'étaient probablement les « Entladungsstrahlen » de

¹ Wiedemann et Ebert, *Wied. Ann.*, t. 33, p. 241, 1888.

² Swyngedauw, *C. R.*, t. 124, p. 131, 1896.

³ Sella et Majorana, *Rendic. R. Acc. dei Lincei*, 5 (5), p. 116, 1896.

⁴ E. Warburg, *Wied. Ann.*, t. 59, p. 1, 1896.

⁵ Guggenheimer, *C. R.*, t. 124, p. 359, 1897.

M. E. Wiedemann qui produisaient les effets signalés par Hertz. Pour appuyer cette hypothèse, je mentionnerai seulement, d'après Hertz, que si les étincelles éclatent dans l'hydrogène, l'action des rayons actifs est plus grande que si elles éclatent dans l'air, tandis que l'acide carbonique est plutôt défavorable à l'action des radiations actives. Or, M. Hoffmann¹ a trouvé récemment que, si une atmosphère d'hydrogène est très favorable à la formation des « Entladungsstrahlen, » l'acide carbonique au contraire les absorbe fortement.

Les premières recherches sur l'influence des rayons Röntgen sur la distance explosive furent faites par M. Swyngedaaw² et par MM. Sella et Majorana³. Je n'ai eu connaissance de ces recherches qu'après l'achèvement de la majeure partie des miennes ; j'ai d'ailleurs étudié le phénomène en me plaçant à un autre point de vue. Il résulte des expériences de MM. Sella et Majorana que c'est une propriété commune des rayons ultraviolets et des rayons Röntgen de provoquer une augmentation de la distance explosive pour de petites étincelles, si c'est l'électrode négative qui est frappée par les radiations actives. Si la distance explosive est grande, 38 mm. par exemple, comme dans une expérience des auteurs italiens, et si c'est l'électrode positive qui est exposée aux rayons, la distance explosive est diminuée par ces derniers.

Dans une première série d'expériences préliminaires j'ai employé un micromètre à boules fixes, j'ai ensuite approfondi l'étude du phénomène en utilisant un micromètre dont les boules pouvaient être changées.

¹ Hoffmann, *Wied. Ann.*, t. 60, p. 269.

² Swyngedaaw, *C. R.*, t. 122, p. 374.

³ Sella et Majorana, *loc. cit.*

En interposant devant le tube Crookes un large écran relié avec la terre, et formé d'une feuille d'aluminium de $\frac{12}{1000}$ de mm. et en mettant à la place du micromètre un électroscope Hurmuzescu, j'ai vérifié une fois pour toutes que c'étaient vraiment les rayons Röntgen qui causaient l'augmentation de la distance explosive.

Expériences préliminaires.

J'ai d'abord fait éclater les étincelles entre les sphères d'un micromètre dont les boules, fixées à une distance invariable, étaient en laiton et de 4 mm. de diamètre environ. Elles étaient toujours soigneusement polies avant les expériences. Les étincelles étaient fournies par une petite bobine Ruhmkorff, actionnée indépendamment de la grande bobine, et réglée de sorte que la distance explosive maxima fût de 2 mm. environ (sans l'action des rayons X).

Le tube employé était à cathode plane et mis en activité par la décharge d'une grande bobine (d'une longueur maxima d'étincelles d'environ 30 cm.). Le courant primaire était fourni par un certain nombre d'accumulateurs. Je réglais son intensité à l'aide d'un ampèremètre et d'une résistance liquide intercalée dans le circuit primaire.

La première série d'expériences m'a donné les résultats suivants :

Dist. Tube-microm.	Courant prim. de la grande bob.	Étincelles	
		sans rayons.	avec rayons.
7 cm.	2 $\frac{1}{2}$ amp.	1,8 mm.	2 mm.
7	3	1,9	2,3
7	4	1,8	3,3
7	5	1,8	3,7

Il résulte de ces chiffres que :

A distance égale et à différence de potentiel égale, l'augmentation de la distance explosive de l'étincelle passive croît avec l'intensité du courant primaire.

Dans une seconde série d'expériences, je maintenais constante l'intensité du courant primaire, mais je faisais varier la distance du micromètre au tube. (Dans ces expériences comme dans toutes celles qui suivront, cette distance est toujours celle qui sépare les boules du micromètre de la partie de la paroi du tube qui est située en face de la cathode). Voici les chiffres obtenus :

Dist. Tube-microm.	Courant prim. de grande bob.	Étincelles		Augmentation
		sans rayons,	avec rayons.	
1 mètre	4 amp.	1,75 mm.	2,5 mm.	0,75 mm.
80 cm.	4	1,8	2,7	0,9
50	4	1,8	2,9	1,1
7	4	1,8	3,3	1,5

On conclut de ces chiffres que :

A différence de potentiel égale (du micromètre) et à intensité égale des rayons X, l'augmentation de la distance explosive de l'étincelle passive est d'autant plus marquée que la distance du micromètre à la source des rayons Röntgen est plus petite.

L'interposition d'un écran fluorescent de platinocyanure de baryum, d'une lame de verre ou de quartz n'a pas changé sensiblement l'effet des radiations.

On sait par les expériences de MM. Wiedemann et Ebert, que l'action de la lumière ultraviolette s'exerce presque exclusivement sur le pôle négatif. Mais comme les rayons Röntgen — différents de la lumière ultraviolette qui décharge seulement les corps chargés négativement — agissent de la même manière sur les corps chargés positivement et négativement, il était intéressant

de voir si l'action de ces rayons était la même sur les deux pôles du micromètre. J'ai fait l'expérience en protégeant alternativement le pôle positif et le pôle négatif avec une plaque de verre, épaisse d'un centimètre, et recouverte des deux côtés d'une feuille de platine de 0,4 mm. d'épaisseur. J'ai observé alors que, si le pôle positif *seul* est protégé, l'effet des radiations est presque le même que sans l'écran verre-platine, mais si c'est le pôle négatif qui est protégé, l'effet des radiations est très sensiblement diminué; donc :

L'effet des radiations actives s'exerce principalement sur le pôle négatif du micromètre mais l'effet sur le pôle positif n'est pas absolument nul.

Expériences définitives.

Ces mesures préliminaires exécutées assez grossièrement comme on voit, permettent déjà de se faire une idée générale du phénomène.

Toutefois les chiffres trouvés révèlent un rapport entre l'intensité des rayons Röntgen (ou plutôt entre l'intensité du courant primaire actionnant la grande bobine) et leur distance du lieu d'origine, qui a besoin d'être confirmé; car, il est assez étonnant de voir que, si l'intensité du courant primaire double, l'augmentation de la distance explosive monte de 0,2 mm. à 1,9 mm.; tandis que, si la distance du tube au micromètre devient quatorze fois plus grande, l'augmentation de la distance explosive descend seulement de 1,5 mm. à 0,75 mm.

Le micromètre que j'ai employé pour les recherches détaillées était construit de sorte que les électrodes pouvaient être changées.

Il était assez précis pour permettre de mesurer exactement le $\frac{1}{1,00}$ et d'estimer le $\frac{1}{4,00}$ de millimètre.

J'ai tâché de vérifier en premier lieu la loi qui régit l'influence de l'intensité des rayons sur la distance explosive (à distance constante du tube au micromètre).

J'ai fait passer l'étincelle passive entre des électrodes de zinc, de cuivre, de fer et de laiton ayant la forme de petites boules d'environ 5 mm. de diamètre. Il est inutile d'ajouter qu'elles étaient soigneusement nettoyées avant chaque expérience; et j'ai admis que la distance maxima d'explosion était obtenue si, pendant une minute, il ne jaillissait pas d'étincelles entre les électrodes.

Pour augmenter la sensibilité, j'ai opéré dans la majeure partie des cas avec les très petites étincelles d'une petite bobine Ruhmkorff, alimentée par une pile Daniell.

Le tube employé était du système focus; il était actionné par une grande bobine d'induction qui fournissait des étincelles d'une longueur maxima de 18 cm. La source du courant était une batterie de 6 accumulateurs sur laquelle je prenais chaque fois la force électromotrice convenable.

Influence de la nature des boules du micromètre et de l'intensité du courant primaire.

A. Boules de zinc.

Distance tube-microm.	Courant prim. de grande bobine	Étincelle sans rayons	Étincelle avec rayons	Augmentation.
7 cm.	3,5 amp.	0,39 mm.	0,47 mm.	0,08mm.
7	3,5	0,26	0,325	0,065
7	5	0,28	0,46	0,18
7	5	0,285	0,45	0,165
7	7	0,28	0,65	0,37
7	7	0,265	0,62	0,35
7	9	0,32	0,63	0,31
7	9	0,28	0,60	0,32

B. Boules de cuivre.

Distance tube-microm.	Courant prim. de grande bobine	Étincelle sans rayons	Étincelle avec rayons	Augmentation.
7 cm.	3,5 amp.	0,22 mm.	0,31 mm.	0,09 mm.
7	3,5	0,23	0,30	0,07
7	4,5	0,27	0,39	0,12
7	4,5	0,285	0,42	0,135
7	7	0,17	0,54	0,37
7	7	0,15	0,53	0,38
7	9	0,19	0,56	0,37

Je n'ai fait cette dernière expérience qu'une fois pour ménager l'interrupteur de la bobine qui s'use très vite quand le courant qui y passe est intense.

C. Boules de laiton.

Distance tube-microm.	Courant prim. de grande bobine	Étincelle sans rayons	Étincelle avec rayons	Augmentation.
7 cm.	3,5 amp.	0,265 mm.	0,38 mm.	0,115 mm.
7	3,5	0,34	0,50	0,16
7	5,5	0,28	0,48	0,20
7	5,5	0,28	0,49	0,21
7	7	0,24	0,52	0,28
7	7	0,22	0,50	0,28
7	9	0,21	0,53	0,32
7	9	0,22	0,53	0,31

D. Boules de fer.

Dans son travail, Hertz avait aussi employé des électrodes de différents métaux, et il dit avoir trouvé pour tous les métaux à peu près la même sensibilité, sauf pour le fer qui semble un peu plus sensible que les autres. Mais dans mes expériences, comme on le verra d'ailleurs dans les chiffres qui suivront, les rayons Röntgen n'agissent pas comme les rayons ultraviolets, car si l'étincelle jaillit entre des boules de fer, leur influence sur

la distance explosive est plus petite et surtout beaucoup plus irrégulière que si l'étincelle jaillit entre des électrodes formées d'un autre métal.

Voici les chiffres obtenus.

Distance tube-microm.	Courant prim. de grande bobine	Étincelle sans rayons	Étincelle avec rayons	Augmentation.
7 cm.	3,5 amp.	0,25 mm.	0,30mm	0,05mm.
7	3,5	0,265	0,365	0,10
7	3,5	0,26	0,365	0,105
7	5,5	0,27	0,515	0,245
7	5,5	0,29	0,52	0,23
7	7	0,39	0,55	0,16
7	7	0,23	0,45	0,22
7	9	0,32	0,48	0,16
7	9	0,20	0,33	0,13

Cette irrégularité ne peut être attribuée à une défaillance subite du tube dont l'action sur l'écran phosphorescent n'avait pas diminué.

L'influence de l'intensité du courant primaire est confirmée par ces quatre séries d'expériences.

Le rapport entre l'augmentation de l'intensité du courant primaire alimentant la bobine qui actionne le tube et l'augmentation de la distance explosive est (le cas des boules de fer exclus) de 2,5 à 4, ce qui semble être plus juste que celui qui avait été trouvé dans la première partie (2 : 9).

J'ai passé ensuite à la vérification de la loi qui régit l'influence de la distance du tube au micromètre sur la distance explosive de l'étincelle.

Influence de la distance.

A. Boules de zinc.

Distance tube-microm.	Courant prim. de grande bobine	Étincelle sans rayons	Étincelle avec rayons	Augmentation.
7 cm.	5 amp.	0,285 mm.	0,45 mm.	0,165 mm.
7	5	0,28	0,46	0,18
20	5	0,31	0,39	0,08
20	5	0,29	0,41	0,12
30	5	0,22	0,52	0,31
30	5	0,27	0,49	0,22
30	5	0,29	0,49	0,20
50	5	0,285	0,42	0,135
50	5	0,29	0,42	0,13
100	5	0,28	0,345	0,065
100	5	0,28	0,34	0,060

B. Boules de cuivre.

Distance tube-microm.	Courant prim. de grande bobine	Étincelle sans rayons	Étincelle avec rayons	Augmentation.
7 cm.	5 amp.	0,28	0,46	0,18
7	5	0,20	0,40	0,20
30	5	0,24	0,55	0,31
30	5	0,28	0,53	0,25
50	5	0,26	0,415	0,155
50	5	0,28	0,42	0,14
100	5	0,24	0,28	0,04
100	5	0,245	0,28	0,053

C. Boules de fer.

J'ai déjà mentionné plus haut le peu de sensibilité que montrent les étincelles éclatant entre des boules de fer par rapport aux rayons Röntgen. Dans ces expériences sur l'effet à distance variable, ce phénomène s'est manifesté encore à un plus haut degré; de sorte que déjà en portant à 20 centimètres la distance tube-micromètre, il n'y a plus aucune influence à constater.

On remarque, en étudiant les chiffres qui précèdent, un phénomène qui n'est pas moins singulier et qui, je crois, n'a pas encore été observé. L'augmentation de la distance explosive monte subitement d'une quantité relativement considérable, si l'on porte la distance du tube au micromètre à environ 30 cm. et elle descend ensuite rapidement si l'on éloigne davantage l'appareil. Ce fait étonnant ne pourrait s'expliquer, à mon avis, que par la supposition de la formation, sur *la paroi fluorescente* du tube, de rayons *convergens* dans une certaine direction et ayant leur zone de convergence à environ 30 cm. du tube (pour le cas du tube que j'ai employé dans ces expériences). Il me semble inadmissible que ces rayons partent du voisinage de la cathode (c'est-à-dire de l'intérieur du tube), car l'illumination du verre était uniforme. Pour la vérification de ce phénomène, j'ai songé d'abord à l'écran fluorescent en raisonnant de la manière suivante : Si les rayons convergent vraiment vers un point situé à une certaine distance du tube, je dois obtenir sur l'écran fluorescent une tache très claire, entourée d'une zone plus obscure, formant en quelque sorte ombre autour de la tache dont la fluorescence est particulièrement intense. Le résultat de cet essai a été négatif.

J'ai essayé alors une vérification par la méthode photographique.

Sur le couvercle du châssis qui contenait la plaque photographique, j'ai fixé, avec de la cire à cacheter, un petit étui en carton. Dans cet étui, j'ai mis une croix, coupée dans une feuille d'aluminium, d'une épaisseur de $\frac{1}{10}$ de millimètre. La pose, le développement des plaques, la copie des clichés ont eu lieu exactement dans les mêmes conditions pour les deux épreuves. Le temps de pose était de 5 minutes.

L'intensité de l'action lumineuse a été beaucoup plus considérable à 7 centimètres qu'à 30 centimètres. L'idée d'une convergence est donc absolument à rejeter et le phénomène de la grande augmentation de la distance explosive entre 20 et 30 centimètres, *dans le cas du tube employé*, reste sans explication.

J'ai donc répété l'expérience avec un autre tube focus et avec des boules de laiton :

Distance tube-microm.	Courant prim. de grande bobine	Étincelle sans rayons	Étincelle avec rayons	Augmentation.
7 cm.	5 amp.	0,25	0,43	0,18
7	5	0,22	0,42	0,20
20	5	0,23	0,35	0,12
20	5	0,26	0,37	0,11
50	5	0,20	0,27	0,07
50	5	0,23	0,32	0,09
100	5	0,27	0,31	0,04
100	5	0,255	0,30	0,045

Comme on le voit il n'y a plus d'anomalie avec ce second tube, le phénomène se produit comme on pouvait le prévoir *a priori*. On voit de plus que, si la distance du tube au micromètre devient 13 fois plus grande, l'augmentation de la distance explosive devient généralement 4 fois plus petite.

Influence de la forme des électrodes.

Dans son beau travail Hertz dit¹ que la sensibilité de l'étincelle passive pour la lumière ultraviolette dépend beaucoup de la forme des électrodes entre lesquelles l'étincelle jaillit. Entre des pointes, la sensibilité est nulle si l'étincelle est longue; elle est faible mais appréciable si

¹ Hertz, *loc. cit.*, p. 73.

l'étincelle est courte. Entre des boules, la sensibilité est plus grande surtout pour les étincelles courtes.

Pour la sensibilité des étincelles passant entre des pointes, Klemencic¹ est arrivé à un autre résultat que Hertz. Il a trouvé que cette sensibilité est même très grande mais que l'effet se manifeste dans le sens contraire ; c'est-à-dire que, si pendant que les électrodes, se trouvent sous l'influence de la lumière d'une décharge primaire, on les écarte au delà de la distance explosive maxima, les étincelles apparaissaient de nouveau, dès que la décharge primaire cesse.

Pour étudier l'influence de la forme des électrodes sur la sensibilité de l'étincelle pour les rayons Röntgen, j'ai fait jaillir l'étincelle entre des pointes, entre des boules et entre une pointe et un disque.

La distance du tube au micromètre était, pour toute la série d'expériences, de 10 centimètres, pendant que l'intensité du courant primaire de la grande bobine était de 4 ampères.

Les pointes, le disque et les boules étaient en laiton. Les boules étaient les mêmes que dans les expériences précédentes, le disque avait un diamètre d'environ un centimètre.

A). Les étincelles passent entre des pointes.

Étincelles		Augmentation
sans rayons	avec rayons	
0,13 mm.	0,28 mm.	0,15 mm.
0,17	0,20	0,03

Comme il résulte de ces chiffres et du résultat d'un certain nombre d'autres expériences que j'ai faites,

¹ Klemencic, *Wied. Ann.*, t. 59, p. 63, 1896.

l'augmentation de la distance explosive des étincelles passant entre des pointes n'est pas nulle, mais l'effet des rayons Röntgen s'exerce d'une manière très irrégulière.

B). Les étincelles passent entre le disque et la pointe.

1. Le disque est employé comme *pôle négatif*.

Étincelles		Augmentation
sans rayons	avec rayons	
0,43 mm.	0,50 mm.	0,07 mm.
0,30	0,41	0,11
0,20	0,36	0,16
0,42	0,58	0,16

2. Le disque est employé comme *pôle positif*.

Étincelles		Augmentation
sans rayons	avec rayons	
0,43 mm.	0,925 mm.	0,495 mm.
0,35	0,65	0,30
0,35	0,64	0,29

Ce qu'il y a de remarquable dans ces chiffres c'est surtout le fait que l'effet des rayons Röntgen est beaucoup plus fort si c'est la pointe qui est le pôle négatif que si c'est le disque; résultat d'autant plus surprenant que nous savons, d'après ce que j'ai établi précédemment, que l'effet des rayons Röntgen s'exerce surtout sur le pôle négatif. Les expériences de M. Perrin¹ sur la décharge des corps électrisés par les rayons Röntgen auraient, d'après sa théorie sur l'effet métal et la ionisation superficielle, feraient plutôt supposer que l'effet des rayons serait plus fort pour le disque comme pôle négatif que pour la pointe. Il semble donc que la *densité* de l'électricité, qui se trouve sur le conducteur en contact avec l'air, joue aussi un certain rôle dans le phénomène que

¹ Perrin, *Thèse*, p 47 et suiv. (Gauthier-Villars, Paris), 1897.

M. Perrin appelle « ionisation superficielle. » Car il me semble que l'on ne peut se passer de cette ionisation pour l'explication de ceux des effets des rayons Röntgen qui font l'objet de cette étude.

C). Les étincelles passent entre des boules.

sans rayons	Étincelles avec rayons	Augmentation
0,15 mm.	0,27 mm.	0,12 mm.
0,14	0,26	0,12

La question de l'influence des électrodes sur la grandeur de l'effet est donc résolue par la constatation que la plus grande *augmentation absolue* de la distance explosive se manifeste quand l'étendue jaillit entre un disque et une pointe, avec la pointe comme pôle négatif.

On connaît le travail de MM. Winkelmann et Straubel¹ et leur découverte des « Flusspathstrahlen. » J'ai jugé intéressant de voir d'abord si ces « Flusspathstrahlen » exercent aussi une influence sur la distance explosive de l'étincelle électrique, et, dans le cas d'un résultat affirmatif, d'étudier quantitativement leur effet comparé à celui des rayons Röntgen. Comme MM. Winkelmann et Straubel disent expressément qu'il ne s'agit pas d'un effet de réflexion, il en résulte que ces rayons se propagent dans toute les directions. Pour examiner en même temps cette circonstance, j'ai disposé mon expérience de telle manière que les rayons Röntgen subissent la transformation avant de rencontrer le micromètre². Dans les expériences de MM. Winkelmann et Straubel, les rayons traversaient la couche sensible de la plaque photographique avant de rencontrer la fluorine.

¹ Winkelmann et Straubel, *Jenaisch. Zeitsch. f. Naturwissensch.*, 1896.

² Voir Guillaume, *Rayons X*, 2^{me} édition, pp. 136 et 137.

J'ai exécuté ces expériences de la manière suivante : Une plaque de quartz, épaisse de 0,5 mm. et recouverte d'une couche mince de poudre de fluorine fut placée à 0,1 mm. au-dessus des boules du micromètre. Les rayons Röntgen¹, venant d'en haut, traversaient donc d'abord la poudre de fluorine, puis avec les rayons transformés le quartz et arrivaient ensuite aux boules du micromètre. L'épaisseur de la couche de poudre était d'environ 0,3 mm. La poudre elle-même était assez fine. La fluorine employée était incolore.

Comme dans les expériences précédentes, la distance du tube au micromètre était de 10 cm. et l'intensité du courant primaire de la grande bobine était de 4 ampères.

Étincelles		Augmentation	
sans rayons	avec rayons		
0,30 mm.	0,42 mm.	0,12 mm.	sans fluorine
0,28	0,46	0,18	avec fluorine
0,20	0,28	0,08	sans fluorine
0,20	0,34	0,14	avec fluorine

Ces résultats confirment donc indirectement les expériences de MM. Winkelmann et Straubel. On voit aussi que l'action des rayons, transformés par la fluorine *est plus forte* que celle des rayons Röntgen non transformés. De plus il est acquis que les rayons découverts par les savants de Jena se propagent dans toutes les directions et qu'ils peuvent traverser des couches minces de quartz et d'air.

Dans la description des expériences préliminaires j'avais déjà dit que l'interposition d'un écran fluorescent entre le tube et le micromètre ne changeait pas sensiblement l'effet des radiations. J'ai répété cette expérience en changeant les dispositions expérimentales, de sorte que

¹ Röntgen. *Sitz. Berichte d. Berliner Acad.*, mai 1897, p. 395.

le micromètre était entre le tube Crookes et l'écran fluorescent de platinocyanure de baryum. Le côté de l'écran qui était reconvert du sel, était tourné vers le micromètre tandis que l'autre côté était adossé à une couche de mercure. Le mercure avait été purifié et nettoyé de sorte qu'il était bien miroitant. Je supposais donc que, les rayons invisibles qui partent du sel phosphorescent ayant une longueur d'onde bien supérieure à celle des rayons Röntgen, seraient susceptibles d'être réfléchis régulièrement et, qu'il se produirait ainsi un renforcement comme c'est le cas pour les rayons lumineux dans les photographies de M. Lippmann. Je m'attendais donc à ce que l'augmentation de la distance explosive fût plus grande en employant l'écran muni de son miroir qu'en employant le tube seul. Comme on verra par les chiffres qui suivent, cette prévision ne s'est pas confirmée : l'effet était identique dans les deux cas.

J'ai employé des boules de cuivre.

Dist. Tube-microm.	Intensité du courant de grande bobine	Étincelles	
		sans rayons	avec rayons
40 cm.	5 amp.	0,16	0,28 sans écran et miroir.
40 cm.	5 amp.	0,155	0,28 avec écran et miroir.

On voit donc que l'augmentation de la distance explosive est la même dans les deux cas. Peut-être la méthode n'est-elle pas assez sensible pour déceler l'augmentation de l'intensité du rayonnement, qui doit avoir lieu entre le tube et l'écran-miroir.

Comme d'après celles de leurs propriétés que l'on connaît jusqu'à maintenant, les rayons Becquerel semblent être des radiations ultraviolettes de courte longueur

d'onde, j'ai fait quelques essais pour voir s'ils exercent aussi une influence sur la distance explosive de l'étincelle électrique. J'ai employé dans ce but le sulfate double d'uranium et de potassium et le fluorure d'uranium et d'ammonium. J'ai exécuté l'expérience en étalant une certaine quantité du sel dans une capsule assez plate et en mettant la capsule aussi près que possible du micromètre. Dans tous les essais que j'ai faits, je n'ai pu constater aucune influence des radiations, émanant de ces sels, sur la distance explosive de l'étincelle. Ce résultat négatif s'explique probablement par la faible intensité des rayons employés.

II^me PARTIE

SUR LES EFFETS ACTINOÉLECTRIQUES DES RAYONS RÖNTGEN

Vers 1840 l'expérience suivante fut faite par Edmond Becquerel : Deux plaques d'argent, après avoir été chlorées superficiellement et chauffées à 150°, furent plongées dans de l'acide sulfurique très étendu, et reliées par des fils de même métal avec un galvanomètre. L'acide se trouvait dans un récipient muni d'une ouverture que l'on pouvait ouvrir ou fermer à volonté. En laissant tomber la lumière sur une des plaques, on constatait par la déviation de l'aiguille du galvanomètre l'existence d'un courant qui allait de la plaque exposée à la lumière à l'autre, en passant par le liquide, tandis que le courant allait dans le sens opposé si les électrodes n'avaient pas été chauffées avant l'expérience. Becquerel étendit aussi ses expériences à d'autres électrodes cou-

¹ E. Becquerel. *Traité de l'Electricité*, t. 6, p. 56, 1840.

vertes de matières sensibles à la lumière, et trouva finalement que cette dernière condition n'est pas indispensable pour la production du courant par le rayonnement. En effet, il suffisait de mettre deux plaques identiques dans un vase divisé, par une paroi semi-perméable, en deux compartiments contenant des liquides différents, pour observer la formation d'un courant si l'un des compartiments était exposé à la lumière. Si le liquide dans lequel se trouvait la plaque était un acide étendu, la plaque exposée prenait une charge d'électricité positive, tandis que la charge était négative si le liquide était une solution alcaline. Dans ces expériences avec des plaques de platine, l'effet était maximum pour la lumière blanche du soleil ($4^{\circ},5$), puis diminuait avec la lumière violette ($1^{\circ},5$), et la bleue (1°). Le jaune et le rouge ne donnaient plus aucune déviation.

Les recherches de Becquerel furent reprises plus tard par Hankel¹; entre autres expériences, il opérait avec deux plaques de cuivre identiques dont l'une se trouvait dans un vase poreux plongé à son tour dans une cuvette remplie d'eau. Une ouverture était disposée de manière qu'on pût facilement changer le verre qui la fermait. Le galvanomètre montrait ordinairement, déjà avant l'accès de la lumière, une petite déviation qui disparaissait bientôt et provenait d'une légère différence des surfaces des deux électrodes. Par suite de l'existence de ce courant, des phénomènes de polarisation n'étaient donc pas absolument exclus. Hankel expérimenta aussi avec des plaques de cuivre plus ou moins oxydées et il observa que, tandis que le cuivre métallique devient tout de suite

¹ Hankel. *Wied. Ann.*, t. 1, p. 402.

électriquement négatif, l'oxyde de cuivre subit deux transformations ; l'une, ayant lieu plus vite et lui donnant une charge positive et une seconde plus forte mais lente qui lui donne une charge négative. On voit donc, pourvu que l'oxydation ne soit pas trop prononcée, l'aiguille déviée dans un sens revenir au zéro et montrer finalement un courant passant dans le sens inverse. Contrairement aux autres observateurs, Hankel trouva que l'action de la lumière violette est plus faible que celle de la lumière bleue et verte ; il constata aussi que le signe de la charge diffère suivant les radiations qui ont frappé l'électrode ; qu'il est positif pour les radiations de grandes longueurs d'onde et négatif pour celles de petites longueurs d'onde.

Les expériences de Paccinotti¹ ne sont en somme que des variantes de celles de Becquerel et de Hankel. Il en est de même de celles de M. Pellat², dont les expériences se rapprochent beaucoup de celles de Hankel. Citons aussi M. Maréchal³ qui, dans des recherches analogues, a eu surtout pour but d'établir une nouvelle méthode photométrique.

Becquerel n'avait pas indiqué s'il n'y avait pas au commencement de ses expériences un faible courant provoqué par une petite inégalité des électrodes, courant qui disparaissait ensuite par la polarisation. Or, il est démontré par les expériences de Grove⁴, que l'effet photo-électrique de la lumière peut aussi consister dans une diminution de cette polarisation, lorsque la lumière

¹ Paccinotti. *Cimento*, t. 18, p. 373, 1864.

² Pellat. *C. R.*, t. 89, p. 277, 1879.

³ Maréchal. *Eclairage électrique*, 1896, p. 444.

⁴ Grove. *Phil. Mag.*, (4), t. 16, p. 426, 1858.

tombe sur l'une des deux plaques identiques en apparence. Peut-être, dans les expériences de Hankel, la lumière a-t-elle aussi contribué à la diminution de cette polarisation, car ce physicien a constaté qu'il se formait, lorsqu'il plongeait les électrodes dans le bain, un faible courant qui disparaissait assez vite. Quoi qu'il en soit, il est certain que l'effet de la lumière ne consiste pas uniquement dans cette diminution de la polarisation.

Les premières expériences quantitatives dans ce domaine ont été faites par Jegorow¹. Il trouva que la force électromotrice de l'effet photo-électrique peut être évaluée à la quinzième partie de celle d'une pile Daniell. Un autre actinomètre photo-chimique a été indiqué par Gouy et Rigollot². Il repose aussi sur le principe des expériences de Hankel.

On explique³ les expériences de Becquerel par le fait que, sous l'influence de la lumière, l'iodure d'argent par exemple se décompose. L'argent métallique se dépose sur la plaque exposée au rayonnement, tandis que des ions d'iode entrent en solution. A l'autre électrode, de l'argent métallique est dissous, pourvu qu'il n'y ait pas des ions d'iode dans la solution. En conséquence, l'électrode illuminée agit comme cathode et l'électrode restée à l'obscurité devient anode. Cette théorie a reçu un appui par les expériences de Griveaux⁴ qui démontrent que la force électromotrice produite par l'effet photo-chimique peut être compensée en ajoutant de l'iode libre au liquide dans le voisinage de l'électrode exposée. La concentration

¹ Jegorow. Voir *Ostwald Lehrb.*, II, 1041.

² Gouy et Rigollot. *C. R.*, t. 106, 1470.

³ Ostwald. *Lehrb. d. allg. Chemie*, II, 1042.

⁴ Griveaux. *C. R.*, t. 107, p. 837.

de l'iode ajouté doit être proportionnelle à l'intensité de la lumière.

Le dernier travail paru sur le sujet est celui de M. Luggin¹. Il a pour but une étude quantitative du phénomène et procède d'une manière très différente de celle choisie par les physiciens qui l'ont précédé. Le principe de ses expériences est le suivant: Une électrode de platine, plongée dans un électrolyte, est recouverte d'une combinaison d'un halogène avec l'argent. Dans le bain se trouve une seconde plaque d'argent recouverte de la même combinaison. On communique à cette électrode I, par des forces électro-motrices extérieures des potentiels différents. S'il faut, pour maintenir constant le potentiel V de l'électrode, *dans l'obscurité* un courant d'intensité J , et *à la lumière* un courant d'intensité $J + i$, on doit le courant i à l'action de la lumière.

Les relations entre le potentiel V de l'électrode et l'intensité i du courant photo-électrique peuvent être exprimés, d'après M. Luggin par l'équation

$$v - V = ib$$

où v et b sont des constantes dépendant de l'intensité de la lumière, v indiquant la valeur du potentiel pour laquelle l'intensité du courant photo-électrique devient égale à zéro. Je ne peux pas entrer dans les détails des expériences et des considérations théoriques contenues dans le travail de M. Luggin et je me bornerai à mentionner encore le phénomène qu'il désigne sous le nom de « solarisation photo-électrique. »

Il l'a observé en faisant tomber la lumière sur une électrode qu'il avait portée à un potentiel dont la valeur

Luggin. *Zeitschr. f. phys. Chemie*, t. 23, 577, 1897.

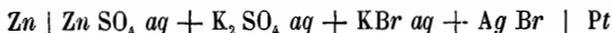
était plus élevée que celle de v , déterminée auparavant. Dans les premières minutes après l'exposition, il observait le courant photo-électrique normal (positif). Peu à peu ce courant diminuait et faisait place à un courant de sens contraire (négatif) dont l'intensité était souvent beaucoup plus forte que celle du courant normal.

Lorsqu'il remettait l'électrode dans l'obscurité, ce courant négatif ne disparaissait que peu à peu, tandis que le courant normal positif cessait avec l'extinction de la lumière.

M. Luggin ajoute que les courants de solarisation les plus intenses ont été observés avec des électrodes qui n'avaient jamais été élevées à un haut potentiel. D'après M. Luggin la décomposition normale du bromure d'argent ne cesse pas pendant l'exposition à la lumière, mais il s'y joint une oxydation qui produit un courant de sens contraire, lequel constitue précisément le courant de solarisation.

Nous verrons plus loin un phénomène qui n'est pas sans analogie avec celui qu'a observé M. Luggin.

Quant aux phénomènes actino-électriques qui peuvent être produits par les rayons Röntgen comme radiations actives, je n'ai trouvé qu'une seule expérience faite par M. Streintz¹. Ce savant a constaté que la force électromotrice d'une pile



diminue de 0,017 Volt quant le bromure d'argent est exposé pendant 45 minutes aux rayons Röntgen.

L'absence d'une étude systématique de ces phénomènes m'a déterminé à reprendre les expériences de Becquerel et

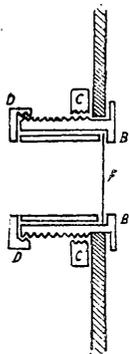
¹ Streintz. *Wiener Anzeiger*, n° 4, p. 26, 1896.

de Hankel en les modifiant de manière à pouvoir me servir d'un tube de Crookes comme source de radiations actives.

Les rayons Röntgen étaient fournis par un tube focus bi-anodique. Le tube était actionné par une bobine Ruhmkorff donnant 18 cm. d'étincelles avec un courant primaire de 7 ampères.

Le liquide et les électrodes étaient contenus dans un verre de 15 cm. de long, 20 cm. de haut et de 6 cm. de large. Dans la partie supérieure gauche d'une des parois du vase je perçai un trou de 30 mm. de diamètre, contre lequel, dans une première série d'expériences, fut appliquée avec de l'arcanson, une plaque d'aluminium de $\frac{12}{100}$ de mm. d'épaisseur. Le reste du vase fut recouvert soigneusement de papier noir. Dans une seconde série d'expériences, et pour pouvoir changer plus facilement la plaque de métal servant d'obturateur à la fenêtre, j'ai employé le dispositif suivant :

Dans l'ouverture circulaire du vase est monté un petit tube en ébonite, ouvert des deux bouts, d'une longueur de 25 mm. et d'un diamètre égal.



En B, à la hauteur de la paroi de verre, se trouve un petit rebord contre lequel est appuyé une plaque métallique, servant d'obturateur, ordinairement une plaque d'aluminium F de $\frac{12}{100}$ de mm. d'épaisseur. Un tube en laiton dont le diamètre extérieur est égal au diamètre intérieur du tube en ébonite est serré contre la plaque métallique à l'aide d'un anneau D, formant écrou sur le tube en ébonite. En outre, un anneau métallique C, serre tout le système contre le verre. L'étan-

chéité est maintenue par de nombreuses pièces en caoutchouc intercalées entre le métal, le verre et l'ébonite. Tout le vase, qui d'ailleurs était peint extérieurement avec un vernis noir, se trouvait dans une boîte qui ne laissait libre que la partie formant fenêtre. Le vase ainsi emboîté était recouvert au sommet par un couvercle s'adaptant exactement à la boîte et muni de deux fentes pour le passage des électrodes.

Les électrodes une fois fixées, tout le système était absolument opaque pour la lumière ordinaire. Comme électrodes (qui se trouvaient à 5 mm. derrière la plaque d'aluminium), j'ai employé des plaques d'argent couvertes d'une couche mince de chlorure, bromure ou iodure d'argent, quelquefois aussi de cuivre métallique ou d'oxyde cuivreux ou cuivrique.

Le liquide consistait en une solution très étendue d'acide sulfurique à $\frac{1}{2}$ ‰, en une solution de sulfate de cuivre à 10 ‰, ou en eau ordinaire.

Pour la préparation des plaques d'argent chlorées, bromées et iodées, j'ai employé la méthode électrolytique en travaillant à l'obscurité. Dans ce but j'ai fait passer, en employant comme anode la plaque à préparer, un courant de 4 ampères pendant 35 à 50 secondes dans une solution de 10 ‰ d'acide chlorhydrique ou dans une solution de pareille concentration de bromure ou de iodure de potassium. Les électrodes ainsi préparées, étaient mises directement dans le vase sans les chauffer préalablement. Pour avoir des électrodes aussi homogènes que possible on ne doit pas dépasser la durée d'électrolyse indiquée, car, si l'on fait passer le courant plus longtemps, les deux plaques diffèrent d'abord beaucoup et il faut attendre longtemps pour que le galvanomètre indique en

revenant à zéro que l'on peut recommencer les expériences. Souvent même, quand l'halogénéisation est trop avancée, il s'établit un courant permanent et il faut recommencer l'opération.

Pour préparer les électrodes d'oxyde de cuivre je chauffais des lames de cuivre soigneusement nettoyées sur la flamme non éclairante d'un bec de Bunsen jusqu'à ce que la plaque entière devint rouge. En la retirant à ce moment j'obtenais des plaques d'aspect bleuâtre couvertes d'une couche très homogène.

Le galvanomètre que j'ai employé (Nobili à 2 bobines), avait une sensibilité telle que $7,5 \cdot 10^{-7}$ ampères donnaient une déviation de 18 divisions de l'échelle; je le plaçais hors du champ d'action magnétique du tube Crookes et de la bobine Ruhmkorff.

Immédiatement devant la fenêtre métallique je plaçais un large écran, formé d'une feuille d'aluminium de $\frac{12}{100}$ mm. d'épaisseur et de 30×35 cm. de surface, relié à la terre. Pour éviter une action des rayons Röntgen sur la seconde électrode, je l'ai protégée par un écran de laiton de 1 cm. d'épaisseur relié aussi à la terre.

La distance des deux électrodes était toujours de 11 centimètres.

I. *Expériences avec des plaques d'argent couvertes d'une couche mince de chlorure d'argent.*

Dist. Tube-Electrode: 5 cm. Entre les deux, interposition d'un verre épais de 3 cm.

Déviations de 2 div. dans le sens positif.

Par sens positif (+), j'entends le sens du courant qui va de l'électrode exposée aux rayons Röntgen à l'autre électrode, en passant par le circuit extérieur.

Dist. Tube-Electr. 5 cm.	Interpos. d'une plaque de laiton épaisse de 2 1/2 cm., déviation (courant) de 3 div. +
» » »	» Interpos. d'une plaque de verre épaisse de 2 1/2 cm., déviation (courant) de 3 div. +
» » »	» Interpos. d'une plaque de laiton épaisse de 1 cm., déviation (courant) de 4 div. +
» » »	» Sans interpos., déviation de 11 div. +
» » »	1 cm. Sans interpos., déviation de 40 div. +

Cette déviation de 40 divisions dans le sens positif avait lieu immédiatement; mais en prolongeant la durée de l'exposition à cet intense rayonnement, il se produisait une seconde modification des plaques sous l'influence des rayons, modification plus profonde que la première et provoquant un courant dans le sens contraire, de sorte que l'aiguille du galvanomètre repassait au bout d'un certain temps par le zéro et indiquait finalement un courant relativement fort (80 divisions), allant de la plaque restée à l'obscurité à la plaque exposée. Ce phénomène montre donc beaucoup d'analogie avec celui de la « solarisation » de M. Luggin; peut-être les causes en sont-elles identiques.

II. *Expériences avec des plaques d'argent couvertes d'une couche mince de bromure d'argent.*

Dist. Tube-électr. : 5 cm.	Interpos. d'une plaque de laiton épaisse de 2 1/2 cm., déviation de 2 div. +
» » »	Interpos. d'une plaque de verre épaisse de 2 1/2 cm., déviation de 2 1/2 div. +

- Dist. Tube-électr. : 5 cm. Sans interposition, déviation de 40 div. +
 » » 1 cm. Sans interposition, déviation de 30 div. +

Ici aussi j'observais que la forte déviation de 30 divisions avait lieu presque immédiatement et qu'ensuite le courant changeait peu à peu de sens.

III. *Expériences avec des plaques couvertes d'une couche mince d'iodure d'argent.*

- Dist. Tube-électr. : 5 cm. Avec interpos. d'une plaque de laiton épaisse de $1\frac{1}{2}$ cm., déviation de 3 div. +
 » » » Interpos. d'une plaque de verre épaisse de $2\frac{1}{2}$ cm., déviation de 3 div. +
 » » » Sans interpos., déviation de 9 divisions. +
 » » 1 cm. Sans interpos., déviation de 30 divisions. +

Dans ce cas j'observais aussi que la déviation positive de 30 divisions faisait bientôt place à une déviation négative d'environ 60 divisions, qui s'établissait peu à peu.

Il est à remarquer que l'action des rayons produisant le changement du sens du courant fourni par la première transformation des plaques, n'a lieu que si le rayonnement est intense, c'est-à-dire si la source se trouve assez rapprochée de l'électrode.

Une expérience faite avec une plaque d'argent fortement iodée m'a donné une déviation de 15 divisions pour une distance de $2\frac{1}{2}$ cm.

IV. *Expériences avec des plaques de cuivre métallique.*

- Dist. Tube-électr. : 3 $\frac{1}{2}$ cm. Interpos. d'une plaque de verre
épaisse de 2 $\frac{1}{2}$ cm., déviation
de 4 div. +
- » » » Sans interpos., déviation de 15
divisions.
- » » 5 cm. Interpos. d'une plaque de verre
épaisse de 2 $\frac{1}{2}$ cm., déviation
de 1 div. +
- » » » Sans interpos., déviation de
12 div. +

Dans toutes les expériences précédentes le liquide employé était de l'acide sulfurique très étendu (solution de $\frac{1}{2}$ %).

V. *Expériences avec des plaques de cuivre couvertes
d'une couche mince d'oxyde de cuivre.*

a) Le liquide employé était de l'eau ordinaire.

- Dist. Tube-électr. : 5 cm. Interpos. d'une plaque de laiton
épaisse de 2 $\frac{1}{2}$ cm., déviation
de 3 div. +
- » » » Interpos. d'une plaque de verre
épaisse de 2 $\frac{1}{2}$ cm., déviation de
2 div. +
- » » » Interpos. d'une plaque de laiton
épaisse de 1 cm., déviation de
4 div. +
- » » » Sans interpos., déviation de 12
divisions. +
- » » 6 cm. Sans interpos., déviation de 10
divisions. +

b) Le liquide employé était une solution de sulfate de cuivre de 10 %.

- Dist. Tube-électr. : 3 cm. Sans interpos. d'un objet, déviation
de 6 div. +
- » » 6 cm. Sans interpos. d'un objet., déviation
de 2 div. +

Je crois que la faible déviation observée dans ce cas s'explique par une très forte absorption des rayons Röntgen par la solution du sulfate de cuivre. Dans toutes les expériences précédentes, la fenêtre était fermée par une plaque d'aluminium de $\frac{12}{100}$ de millimètres d'épaisseur. Dans les expériences qui suivent, j'ai remplacé cette plaque par une série d'autres ayant un pouvoir d'absorption différent pour les rayons Röntgen. La distance du tube à l'électrode était de $3 \frac{1}{2}$ centimètres et je n'avais pas interposé d'objet absorbant fortement les rayons.

1. La fenêtre était une plaque d'Al. de $\frac{12}{100}$ mm d'épaisseur, déviation de 15 div. (avec changement de sens lorsque la durée de l'exposition était prolongée). +
2. » » » une plaque d'Al. de $\frac{108}{100}$ mm d'épaisseur, déviation de 10 div. +
3. » » » de Ni de $\frac{85}{100}$ mm d'épaisseur, déviation de 8 div. +
4. » » » de Cu de $\frac{95}{100}$ mm d'épaisseur, déviation 7 div. +

} plus de changement de sens

On voit donc aussi par cette expérience que l'intensité du courant produit par les effets actino-électriques des rayons Röntgen dépend de l'intensité du rayonnement auquel la plaque est exposée. Or, nous savons par les expériences de Roiti, de Hurmuzescu et Benoist et de quelques autres physiciens que les rayons Röntgen sont de nature complexe. Il serait donc intéressant de savoir si cette diminution de l'intensité, telle qu'elle a lieu dans les expériences qui précèdent, est provoquée par une absorption, c'est-à-dire un affaiblissement général du spectre des rayons Röntgen, ou si ce n'est qu'une partie des rayons d'une certaine longueur d'onde, par ex. les longueurs d'ondes les plus réfringibles (donc d'après la

théorie de Helmholtz les λ . les plus grands) qui sont absorbés. Différentes circonstances m'ont malheureusement empêché d'exécuter ces expériences, mais je crois que leur réalisation pourrait se faire de la façon suivante : Admettons que la distance maxima d'illumination d'un écran fluorescent de platinocyanure de baryum soit la même pour deux tubes Crookes et égale à a mètres. Après avoir interposé entre chacun des tubes et l'écran une plaque d'aluminium de 1 mm. d'épaisseur, on trouvera pour le tube I une distance maxima d'illumination égale à b mètres et pour le tube II une distance maxima égale à c mètres. Supposons encore que nous trouvions b plus grand que c . On en conclura que les rayons Röntgen fournis par le tube I sont de longueur d'onde plus petite que ceux fournis par le tube II. Si donc on trouve, en répétant l'expérience avec l'appareil actino-électrique, que les effets du tube I sont plus forts ou plus faibles que ceux du tube II (en prenant comme pour la fenêtre la plaque d'aluminium ou un autre corps absorbant interposé auparavant entre le tube et l'écran), on sera renseigné sur la nature de la diminution de l'intensité du rayonnement.

En général, le courant photo-électrique cesse très rapidement après l'interruption du courant actionnant la grande bobine. Il n'y a d'exception qu'avec le courant secondaire de sens négatif, qui prend naissance quand le rayonnement est très fort, et qui disparaît plus lentement.

Les plaques d'argent recouvertes de leurs combinaisons halogénées s'épuisent assez vite, ce qui est en contradiction avec une observation de Becquerel qui trouvait que les plaques d'argent recouvertes de chlorure d'argent donnent assez longtemps un courant d'égale intensité quand on expose l'une des électrodes à la lumière.

En résumé : Il résulte de mes expériences que si l'on plonge deux électrodes identiques dans un liquide et si l'on expose l'une de ces électrodes à l'action des rayons Röntgen, il se produit un courant électrique, qui va généralement de l'électrode exposée aux rayons X à l'autre électrode en passant par le circuit extérieur. L'intensité de ce courant augmente avec l'intensité du rayonnement qui frappe l'électrode.

Si le rayonnement est assez intense, l'électrode exposée subit deux modifications (dans le cas des chlorures, bromures et iodures d'argent); l'une plus rapide, produit d'abord un courant de sens positif; la seconde plus lente, mais plus forte, provoque finalement un courant allant dans le sens opposé.

Quant à l'explication de ces effets des rayons Röntgen je ne crois pas qu'il s'agisse d'une simple dépolarisation des électrodes, polarisées par le faible courant qui se montre souvent au début et qui provient d'une très légère inégalité des électrodes; car généralement le sens de ce courant est opposé au sens du courant produit par l'effet actinique et dans d'autres cas, plus rares, il est de même sens, mais d'intensité plus faible. Je crois plutôt qu'il s'agit d'une transformation chimique des surfaces frappées (dans le cas de la lumière, on observe que l'effet des rayons bleus et violets est plus fort que celui des rayons jaunes). Il semble certain aussi que les rayons Röntgen agissent sur les couches gazeuses qui ont été absorbées par l'électrode. On peut supposer qu'ils les ionisent et dès lors il ne serait pas impossible que ces ions communiquassent directement une charge électrique à l'électrode sur laquelle ils prennent naissance.
