



Sur la conductibilité électrique de l'éther de pétrole sous l'action du radium

George Jaffé

► To cite this version:

George Jaffé. Sur la conductibilité électrique de l'éther de pétrole sous l'action du radium. J. Phys. Theor. Appl., 1906, 5 (1), pp.263-270. 10.1051/jphystap:019060050026301 . jpa-00241108

HAL Id: jpa-00241108

<https://hal.science/jpa-00241108>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**SUR LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DE L'ÉTHER DE PÉTROLE
SOUS L'ACTION DU RADIUM ;**

Par M. GEORGE JAFFÉ.

M. Curie ⁽¹⁾ a montré que les rayons du radium agissent sur les diélectriques liquides comme sur l'air en leur communiquant une certaine conductibilité électrique. Quant à la nature de cette conductibilité, M. Curie a reconnu que le courant dû au rayonnement augmente plus lentement que la force électromotrice pour des champs assez forts ; cependant il n'a pas décidé s'il y avait bien, pour des champs encore plus forts, un courant de saturation comme dans le cas des gaz. Les expériences décrites dans cette note furent entreprises pour éclaircir ce point dans le cas de l'éther de pétrole.

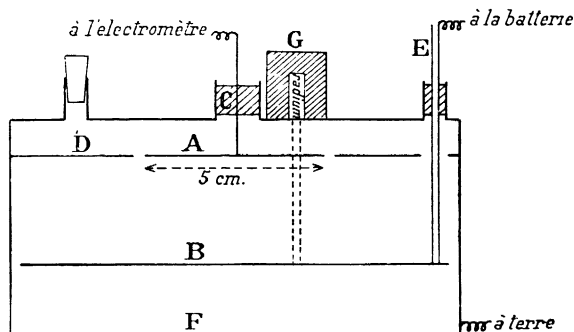


FIG. 1.

Les expériences définitives furent exécutées à l'aide d'un condensateur de laiton à plateaux parallèles, qui est représenté *fig. 1*. L'une des électrodes, A (de 5 centimètres de diamètre), était fixée dans le bouchon d'ébonite C, l'autre pouvait être portée à des dis-

⁽¹⁾ P. CURIE. — *R.*, 434, 420 ; 1902.

tances connues au moyen de la tige E. L'anneau de garde D servait à maintenir le champ perpendiculaire sur les électrodes. La boîte extérieure F et l'anneau de garde étaient toujours au potentiel zéro, le plateau B était en communication avec une batterie d'accumulateurs et le plateau A avec l'électromètre et le quartz piézoélectrique qui servaient à mesurer le courant. Le radium était placé sur la boîte (en G, enfermé dans un étroit cylindre de plomb d'un centimètre d'épaisseur qui ne laissait échapper qu'un faisceau de rayons vers le bas. L'avantage de ce dispositif est que l'intensité de la radiation reste la même pour différentes distances des électrodes. Mais il présente l'inconvénient que les rayons frappent l'électrode isolée et peuvent lui communiquer une charge. Cependant on peut prévoir que l'erreur due à cette cause ne sera certainement pas considérable. Car les rayons, avant de frapper le plateau A, ont à traverser 1 millimètre de verre, 1 millimètre de laiton et 8 millimètres de pétrole. Donc il s'agira surtout des rayons γ , qui ne portent pas de charge. En effet, le courant mesuré était sensiblement le même, soit que l'électrode B fût positive, soit qu'elle fût négative, ce qui ne serait pas le cas si la radiation directe donnait une charge appréciable au plateau isolé. Pour la même raison, on peut négliger les charges qui pourraient être communiquées aux fils de communication par les rayons du radium qui ont traversé le cylindre de plomb. Une autre source d'erreur possible peut être également négligée, c'est la conductibilité donnée à l'air par le radium, parce que toutes les parties de l'appareil étaient soigneusement protégées et parce que la méthode de mesure était une méthode à zéro.

La conductibilité de l'éther de pétrole employé (densité : 0,63 environ) sous l'action du radium n'était pas bien définie. Quand on venait de verser le liquide dans l'appareil, le courant était assez appréciable ; toutefois il diminuait constamment et, après deux ou trois jours, la conductibilité spontanée était négligeable auprès de celle qui est due à l'action du radium.

Le courant qui passait sous l'influence de la radiation n'était pas tout à fait constant non plus ; il variait un peu d'un échantillon de pétrole à l'autre. Ceci s'explique aisément, étant donné que l'éther de pétrole n'est pas un corps bien défini. Il semble que, moins un échantillon est conducteur par lui-même (c'est-à-dire plus il est pur), plus il est sensible au rayonnement. L'action du radium sur la même quantité de pétrole ne restait pas constante non plus ; toujours le cou-

rant allait en augmentant lentement ⁽¹⁾. La variation maximum observée était de 13 0 0 en treize jours. Peut-être cet accroissement est-il

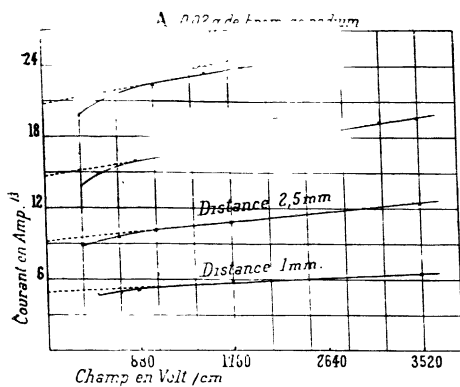


FIG. 2.

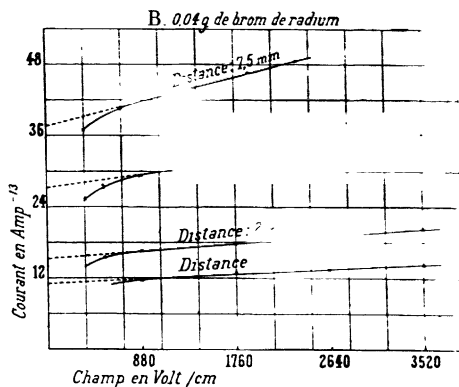


FIG. 3.

causé par la purification successive due au courant même. — Dans tous les cas, la valeur mesurée était assez bien définie pour une

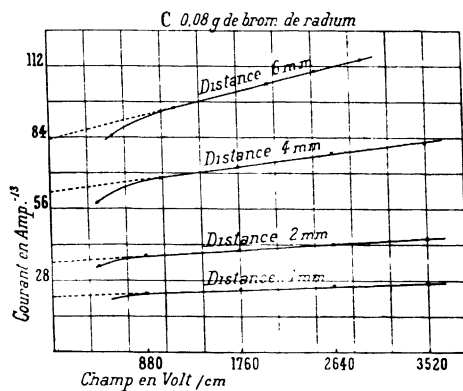


FIG. 4.

quantité donnée d'éther de pétrole et dans un espace de temps assez limité. Cette valeur devient constante en une ou deux minutes quand on a mis le champ et elle est mesurable à quelques pour cent près.

(1) M. Curie a observé le même effet pour l'air liquide (*loc. citato*).

Les résultats de trois séries d'observations sont représentés dans les tableaux et les diagrammes ci-joints.

Les trois séries correspondent à différentes intensités de la radiation, c'est-à-dire à environ $0^{\text{sr}},02$, $0^{\text{sr}},04$, $0^{\text{sr}},08$ de bromure de radium pur. Les nombres sont des moyennes de cinq observations ou plus chacun ; ils sont donnés en amp^{-13} et indiquent les courants qui passaient par une colonne d'un centimètre carré de section. Les différentes courbes du même diagramme correspondent aux distances des électrodes inscrites.

A. — $0^{\text{sr}},02$ DE BROMURE DE RADIUM.

I. — Distance des électrodes : 1 millimètre.

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	880	1760	2640	3520
Courant en amp^{-13}	5,2	5,8	6,0	6,4
$f(e)_{\text{max}} + c.e.$	5,3	5,7	6,0	6,4
$f(e)_{\text{max}} = 5,0$		$c = 0,00038$		

II. — Distance des électrodes : $2^{\text{mm}},5$.

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	352	704	1056	1760	3520
Courant en amp^{-13}	8,9	9,6	10,1	10,9	12,4
$f(e)_{\text{max}} + c.e.$	—	—	10,2	10,9	12,5
$f(e)_{\text{max}} = 9,2$		$c = 0,00094$			

III. — Distance des électrodes : 3 millimètres.

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	328	880	1760	2112	2640	3168	3520
Courant en amp^{-13}	14,9	16,0	17,1	17,7	18,2	19,2	19,6
$f(e)_{\text{max}} + c.e.$	—	15,9	17,1	17,6	18,3	19,0	19,5
$f(e)_{\text{max}} = 14,7$		$c = 0,00136$					

IV. — Distance des électrodes : $7^{\text{mm}},5$.

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	352	587	1056	1525	1877	2347
Courant en amp^{-13}	19,8	21,2	22,4	23,4	23,9	24,5
$f(e)_{\text{max}} + c.e.$	—	—	22,5	23,3	23,8	24,6
$f(e)_{\text{max}} = 20,8$		$c = 0,00162$				

B. — $0^{\text{sr}},04$ DE BROMURE DE RADIUM.

I. — Distance des électrodes : 1 millimètre.

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	880	1760	2640	3520
Courant en amp^{-13}	11,9	12,3	13,4	14,3
$f(e)_{\text{max}} + c.e.$	12,0	12,7	13,5	14,3
$f(e)_{\text{max}} = 11,2$		$c = 0,00087$		

II. — *Des* *codes : 2 millimètres.*

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	440	880	1760	2640	3520
Courant en amp ⁻¹³	15,7	16,6	17,8	19,1	20,3
$f(e)_{\text{max}} + c.e$	—	16,6	17,9	19,1	20,3
$f(e)_{\text{max}} = 15,4$			$c = 0,00140$		

III. — *Distance des électrodes : 5 millimètres.*

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	352	528	880	1584	2112	2816	3520
Courant en amp ⁻¹³	25,2	27,6	29,3	31,5	32,7	34,4	36,4
$f(e)_{\text{max}} + c.e$	—	—	29,6	31	32,8	34,6	36,4
$f(e)_{\text{max}} = 27,3$				$c =$			

IV. — *Distance des électrodes : 7mm,5.*

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	352	704	1408	1877	2347
Courant en amp ⁻¹³ ...	36,9	40,7	44,2	46,5	48,4
$f(e)_{\text{max}} + c.e$	—	40,9	44,2	46,4	48,6
$f(e)_{\text{max}} = 37,6$			$c = 0,00466$		

C. — 0^{gr},08 DE BROMURE DE RADIUM.

I. — *Distance des électrodes : 1 millimetre.*

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	880	1760	2640	3520
Courant en amp ⁻¹³ ...	23	24,5	25,7	26,9
$f(e)_{\text{max}} + c.e$	23,2	24,5	25,7	26,9
$f(e)_{\text{max}} = 22,0$			$c = 0,00140$	

II. — *Distance des électrodes : 2 millimètres.*

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	440	880	1760	2640	3520
Courant en amp ⁻¹³	33,6	37,0	40,9	44,5	48,5
$f(e)_{\text{max}} + c.e$	—	37,5	40,9	44,5	48,5
$f(e)_{\text{max}} = 33,1$			$c = 0,00269$		

III. — *Distance des électrodes : 4 millimètres.*

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	440	880	1760	2640	3520
Courant en amp ⁻¹³	38,7	42	45,5	48,5	51
$f(e)_{\text{max}} + c.e$	—	42	45,5	48,5	51
$f(e)_{\text{max}} = 32,5$			$c = 0,00560$		

IV. — Distance des électrodes : 6 millimètres.

Champ en $\frac{\text{volt}}{\text{cm}}$	557	1114	2053	2493	2933
Courant en amp ⁻¹³	84,9	95,6	105,1	109,9	114,6
$f(e)_{\text{max}} + c.e$	—	95,4	105,3	109,9	114,5
$f(e)_{\text{max}} = 83,7$			$c = 0,01049$		

On voit facilement que les courbes sont analogues à celles qui représentent le même phénomène dans l'air; le courant s'accroît moins rapidement que le champ et augmente avec la distance des électrodes. Mais, dans aucun des cas observés, une saturation complète ne fut atteinte. Il est vrai que, à partir d'un champ de $900 \frac{\text{volt}}{\text{cm}}$ environ, la variation du courant en fonction du champ est représentée très exactement par une ligne droite, mais les lignes droites ne sont pas parallèles à l'axe des X. Il s'ensuit qu'on peut représenter la relation entre le *courant* i et le *champ* e par une expression de la forme suivante :

$$i = f(e) + c.e,$$

où $f(e)$ reste constant à partir d'une certaine valeur de e . Le premier terme représente un courant saturable tout à fait analogue à ceux qu'on observe dans l'air sous l'action d'une radiation, tandis que le second terme indique un courant qui suit la loi d'Ohm dans les limites examinées.

Si l'on se sert de champs de plus en plus élevés, on arrive à un certain point où l'on ne peut plus effectuer des mesures : le courant devient beaucoup trop fort et irrégulier. Évidemment il s'agit là de phénomènes de convection précédant la décharge disruptive. Le point où la discontinuité arrive varie selon la manière dont on augmente le potentiel. On peut aller plus loin, si l'on accroît lentement la tension, mais généralement un champ de $4.000 \frac{\text{volt}}{\text{cm}}$ est la limite.

Dans un cas, il fut possible de pousser le champ jusqu'à $6.600 \frac{\text{volt}}{\text{cm}}$ sans que la loi linéaire se trouvât démentie.

On peut se rendre compte des résultats des expériences en supposant que les rayons du radium exercent une action double sur le liquide; d'abord ils l'ionisent, comme ils ionisent l'air en formant des ions mobiles, ce qui expliquerait la partie saturable du courant;

d'autre part, ils dissocient le liquide à un très faible degré en formant des ions qui seraient trop peu mobiles ou trop vite réformés pour donner un courant saturable dans les limites étudiées.

Ceci n'est qu'une hypothèse, mais en tout cas la partie ohmique de la conductibilité est due à l'action du radium, parce qu'elle augmente avec l'intensité de la radiation. Par exemple, les électrodes étant distantes d'un millimètre, la résistance (c'est-à-dire $\frac{1}{c}$) diminue de 26×10^{13} ohms à $3,3 \times 10^{13}$ ohms, quand on augmente la quantité de radium de $0^{\text{sr}},02$ à $0^{\text{sr}},2$. Il n'y a qu'une difficulté, c'est que les constantes c ne sont pas les mêmes pour différentes distances des plateaux, la quantité radiante restant la même. Ces constantes augmentent fortement en fonction de la distance des électrodes. Donc il faudrait admettre que la dissociation supposée n'est pas homogène dans le liquide, mais plus considérable au milieu des plateaux que près d'eux, ce qui est difficile à concevoir.

Pour éviter cette difficulté, M. Curie propose l'hypothèse que l'ionisation créée par les rayons du radium est une fonction du champ; elle se composerait de deux parties: 1° une ionisation constante, qui est celle provoquée par le radium quand le champ n'existe pas; 2° une ionisation supplémentaire proportionnelle au champ. On pourrait admettre dans cette hypothèse que l'on a déjà le courant de saturation pour tous les ions pour tous les champs un peu intenses.

On peut voir d'après les mesures que $f(e)_{\text{max}}$ et c varient tous deux en première approximation grossière d'une façon analogue en fonction de l'épaisseur ou de l'intensité de la radiation.

On pourrait supposer que $f(e)_{\text{max}}$ et c sont proportionnelles en chaque point au rayonnement.

La valeur maximum de $f(e)$ pour une distance donnée des électrodes représente la totalité de la première partie de l'ionisation, elle constitue une mesure de la radiation absorbée entre les plateaux. On obtient cette valeur maximum en prolongeant la ligne droite jusqu'à l'axe des y . On voit que le premier millimètre absorbe beaucoup plus que les suivants, ce qui est dû à la présence d'une radiation secondaire facilement absorbée. Dès le second millimètre les quantités absorbées restent à peu près les mêmes, ce qui confirme qu'il s'agit d'une radiation très pénétrante ¹.

¹ Deux millimètres de plomb placés entre le radium et la boîte ne coupaient pas l'effet.

Reste à savoir si le type de conductibilité de l'éther de pétrole sous l'action du radium se retrouve dans d'autres diélectriques liquides.

Les expériences décrites furent exécutées dans le laboratoire de M. Curie, à qui je tiens à exprimer ici ma sincère gratitude.
