

§ 3. — *Conductibilité des diélectriques solides, sous l'influence du rayonnement du radium. Persistance temporaire de l'ionisation.*

Peu de temps après la découverte des rayons X, MM. Röntgen et J. J. Thomson ont étudié l'action de ces rayons sur des conducteurs électrisés noyés dans de la paraffine solide. M. Röntgen a observé un effet de décharge superficielle de l'isolant. M. J. J. Thomson a reconnu que, dans le cas de ses expériences, tout corps électrisé plongé dans un diélectrique solide ou liquide se déchargeait sous l'influence des rayons X qu'il employait. La paraffine solide a été l'objet d'expériences particulières, et l'auteur a conclu de ses observations que tous les corps, solides, liquides ou gazeux, deviennent conducteurs quand ils sont traversés par les rayons X.

A la même époque, à la suite de mes premières observations sur le rayonnement de l'uranium, j'avais reconnu comme on l'a vu plus haut, chapitre III, que les gaz rendus conducteurs par les rayons de l'uranium, conservent cette propriété pendant quelques instants après le moment où l'influence radiante a cessé d'agir.

En 1902 M. Curie a fait voir que sous l'influence des rayons du radium, les diélectriques liquides, et parmi ceux-ci, l'air liquide, deviennent conducteurs de l'électricité.

Je m'étais proposé, de mon côté, de rechercher si, sous l'influence du rayonnement du radium, la paraffine solide présente une conductibilité électrique appréciable. La question paraissait importante à élucider, car dans diverses expériences où l'on emploie la paraffine comme isolant électrique, on doit prendre en considération la conductibilité que cette matière peut acquérir quand elle est traversée par le rayonnement étudié.

J'ai constaté alors que la paraffine solide présentait une conductibilité notable quand elle était traversée par le rayonnement du radium, et j'ai reconnu en outre que la conductibilité ainsi acquise persistait pendant quelque temps après le moment où les radiations ont été supprimées.

J'ai appris depuis que des phénomènes de conductibilité résiduelle avaient été également observés par M^{me} Curie au cours de diverses expériences.

Voici le résumé des observations que j'ai eu l'occasion de faire sur cette question :

Le 20 février 1902, le dispositif suivant (fig. 33) avait été établi : dans un gros tube de verre vertical, de 3 centimètres de diamètre intérieur, fermé à sa partie inférieure, étaient placés deux cylindres métalliques concentriques, l'un formé d'une feuille de cuivre de 72 millimètres de hauteur, appliquée sur la paroi interne du tube, l'autre de 6 millimètres de diamètre, placé dans l'axe du tube et dépassant le bord supérieur ; ce cylindre était formé d'une feuille d'aluminium de 0^{mm},1 d'épaisseur ; à l'intérieur de ce cylindre d'aluminium était un petit tube de verre très mince étiré à la lampe, fermé à sa partie inférieure et

constituant une sorte d'entonnoir dans l'axe du système. Ce tube de verre était soutenu par le cylindre en aluminium, qui lui-même était supporté par une tige de cuivre fixée à un bloc de soufre de façon à être convenablement isolé. Le bloc de soufre était entouré de papier d'étain mis en communication avec le terre.

Le gros tube fut rempli de paraffine fondue bien pure, et on laissa le tout se solidifier.

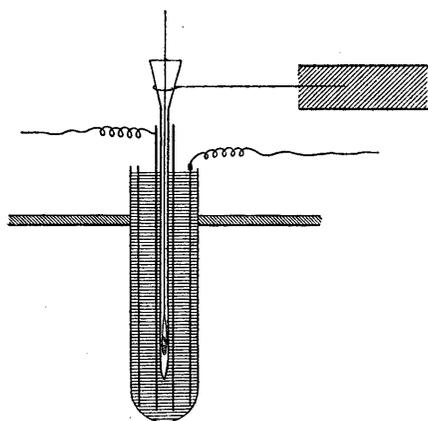


Fig. 33.

Le cylindre de cuivre extérieur pouvait être mis en communication avec une pile de 200 éléments à eau, et le cylindre d'aluminium isolé était en relation avec l'électromètre à feuille d'or.

A l'intérieur de la cavité formée par le tube mince

central, on pouvait descendre, dans l'axe de la masse cylindrique de paraffine, un petit tube de verre très mince ayant 1 millimètre de diamètre et contenant une petite quantité de chlorure de radium solide très actif. La matière occupait une longueur d'environ 6 millimètres. Ce petit tube était suspendu à un fil, de sorte qu'on pouvait à volonté, soit l'enfoncer à diverses profondeurs, soit le retirer de l'appareil.

Pendant son refroidissement la paraffine devenait très conductrice chaque fois que l'on introduisait dans le cylindre central la matière active. L'effet était produit par

le rayonnement qui avait traversé les deux parois de verre des deux tubes concentriques et la paroi de $0^{\text{mm}},1$ du cylindre d'aluminium ; à ce rayonnement pénétrant il faut joindre les rayons secondaires produits à la sortie des parois de verre et d'aluminium.

Le lendemain 21 février 1902, la paraffine étant complètement refroidie, on constata qu'en portant le potentiel du cylindre de cuivre soit à 100 soit à 200 volts, l'électromètre était parfaitement isolé et la feuille d'or restait stable. Mais si l'on introduisait le radium, l'électromètre accusait un courant et la feuille d'or se déplaçait rapidement. La différence de potentiel n'était pas suffisante pour atteindre le courant de saturation avec une matière aussi active que l'était le chlorure de radium employé, et, d'autre part, une petite partie du courant pouvait provenir de l'action du radium sur l'air ambiant, action exercée soit par la partie libre très étroite du tube central, soit au travers de la paraffine, des métaux et du verre. Aussi donnerons-nous seulement à titre de renseignement les nombres observés.

Le cylindre de cuivre étant porté successivement à 200, puis à 101 volts, la vitesse avec laquelle l'électromètre se chargeait était de $0^{\text{v}},28$ par seconde dans le premier cas et de $0^{\text{v}},10$ à $0^{\text{v}},075$ environ dans le second. On enleva ensuite le radium, et la conductibilité acquise persista pendant quelque temps. Au bout d'un quart d'heure environ la vitesse de charge était encore de $0^{\text{v}},04$, le cylindre de cuivre étant au potentiel de 101 volts.

Cette expérience fut reprise le lendemain, 22 février, en notant plus exactement la durée pendant laquelle la paraf-

fine était soumise à l'action du rayonnement, et les heures auxquelles on observait les diverses intensités de conductibilité résiduelle. L'appareil étant parfaitement isolé et au repos quand le cylindre de cuivre était à 101 volts, on introduisit le radium à 3^h12^m; aussitôt on observa une charge de 0^v,14 environ par seconde, puis un ralentissement; la feuille d'or atteignit un maximum voisin de 3^v,6, puis la charge se mit à baisser régulièrement. On retira alors le radium à 3^h14^m, soit au bout de 2 minutes d'action et on observa les vitesses de charge suivantes :

h. m. s.	v.
3.16.27,5	0,0357
3.22.24,5	0,0178
3.37. 1,2	0,0088

Une seconde série de mesures fut reprise immédiatement en mettant à la terre les deux cylindres de cuivre et d'aluminium, pendant que l'on faisait agir le radium. La durée de l'action fut encore de 2 minutes (3 h. 42 m., à 3 h. 44 m.). On retira le radium, on mit le cylindre de cuivre à 101 volts et on obtint alors pour la vitesse de la charge de l'électromètre

$$3^{\text{h}}46^{\text{m}}26^{\text{s}},5, \quad 0^{\text{v}},0368.$$

Le cylindre de cuivre fut alors mis à la terre pendant deux minutes puis chargé de nouveau à 101 volts à 3^h49^m et on obtint

h. m. s.	v.
3.50.38	0,0256
3.57.41	0,0122
4.29. 8	0,0033

La paraffine est restée chargée, et si, après avoir mis à la terre les deux cylindres, on isole le cylindre d'aluminium et l'électromètre, celui-ci se charge en sens contraire. Ce courant peut être l'effet de la disparition progressive de la polarisation du diélectrique: il peut être dû également à une faible ionisation résiduelle qui ne se serait pas encore complètement détruite. La dissipation de la charge résiduelle se faisait avec une vitesse qui à $4^{\text{h}}51^{\text{m}}31^{\text{s}}$ était $0^{\text{v}},0039$.

Le cylindre de cuivre étant toujours à la terre, on a introduit de nouveau le radium à $5^{\text{h}}4^{\text{m}}$. Sous l'influence de la nouvelle ionisation, la charge résiduelle fournit un courant qui, mesuré six secondes après l'introduction du radium, est de $0^{\text{v}},05$; au bout de $26^{\text{s}},5$; le courant est moitié moindre, et quelques instants après, la charge inverse de l'électromètre est devenue extrêmement lente, indiquant que la majeure partie de la charge résiduelle de la paraffine a disparu.

Ces observations étaient relatives à une masse de paraffine qui venait d'être fondue et solidifiée. Il importait de reconnaître si la paraffine solidifiée depuis longtemps et ayant pris un état d'équilibre moléculaire stable se comportait de la même manière. Dans ce but, le dispositif décrit plus haut a été abandonné à lui-même pendant un an, en le préservant de la poussière. Au mois de décembre 1902 la partie supérieure de la couche de paraffine couverte d'un peu de poussière fut grattée, et l'appareil abandonné encore pendant deux mois. Les expériences furent reprises en mars 1903. L'appareil était alors dans des conditions excellentes d'isolement. Après une première

série d'essai, le 20 mars l'appareil manifesta un léger défaut d'isolement se traduisant, dans les conditions des expériences, par un courant de $0^v,00348$.

Les mesures du courant qui persistait après l'action du radium, lorsque le cylindre de cuivre était au potentiel de 200 volts, sont résumées dans le tableau suivant, dans lequel on a fait figurer les deux séries de 1902. Les nombres sont corrigés de la déperdition. Les temps sont comptés à partir du moment où le radium a été retiré de l'appareil.

22 FÉVRIER 1902.				21 MARS 1903.				26 MARS 1903.	
3 ^h 14 ^m		3 ^h 44 ^m		3 ^h 27 ^m DURÉE DE L'INFLUENCE : 5 MINUTES.		4 ^h 20 DURÉE DE L'INFLUENCE : 10 MINUTES.		DURÉE DE L'INFLUENCE 2 MINUTES.	
DURÉE DE L'INFLUENCE : 2 MINUTES.									
Heures.	Courant.	Heures.	Courant.	Heures.	Courant.	Heures.	Courant.	Heures.	Courant.
m s	v	m s	v	m s	v	m s	v	m s	v
»	»	»	»	0.12	0,0679	0.23	0,0845	»	»
»	»	»	»	»	»	0.39	0,0678	0.37,5	0,0618
»	»	»	»	1.19,4	0,0407	1.18	0,0520	1.48	0,0378
2.27,2	0,0357	2.26,5	0,0368	2.23,5	0,0336	»	»	»	»
»	»	6.38	0,0256	5. 2,5	0,0229	5.39,5	0,0286	4.25,5	0,0267
8.26,5	0,0178	»	»	8.45,5	0,0153	8.17,2	0,0235	7.51	0,0178
»	»	13.41	0,0122	»	»	12.19	0,0187	»	»
23. 1,2	0,0088	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	45. 8	0,0033	»	»	»	»	»	»

Les nombres obtenus à un an de distance sont tout à fait du même ordre de grandeur que ceux qui avaient été obtenus au moment où la paraffine venait d'être fondue. L'effet augmente avec la durée pendant laquelle la paraffine a été soumise à l'influence du rayonnement du radium.

On a observé également qu'après avoir introduit le radium, le potentiel qui augmentait rapidement d'abord, avec une vitesse de $0^{\text{v}},520$ par exemple, ne tardait pas à devenir constant, et se fixait à la valeur de 25 volts. Ce maximum montre que la partie du rayonnement du radium qui traverse toutes les enveloppes de l'appareil produit sur l'air entourant les conducteurs isolés une ionisation suffisante pour provoquer une déperdition; pour le potentiel de 25 volts cette déperdition compense le courant produit par l'ionisation de la paraffine entre le cylindre central et le cylindre de cuivre au potentiel de 200 volts. Si le potentiel de ce cylindre est moindre, le courant est également moindre, car ces potentiels sont inférieurs à ceux qui sont nécessaires pour obtenir le courant de saturation avec des matières très actives. Dans ce cas la déperdition provoquée à l'extérieur par le rayonnement du radium compense le courant pour un potentiel bien moindre ainsi que cela avait été observé dans les premières expériences.

Cette perturbation s'oppose à une mesure du courant de charge pendant que le radium est à l'intérieur de l'appareil; il eût fallu, en outre, comme il vient d'être dit plus haut, porter le potentiel du cylindre de cuivre à une valeur plus élevée pour créer un champ électrique capable d'atteindre le courant de saturation.

Lorsque le radium est retiré de l'appareil, la perturbation n'existe plus et le champ électrique est suffisant pour atteindre la saturation avec la faible ionisation persistante. L'expérience prouve que le courant est le même lorsque le cylindre extérieur est, soit à 100 volts, soit à 200 volts. Pour éviter toute action sur l'air ambiant, le

radium, dès qu'il était retiré de l'appareil, était transporté dans une autre pièce du laboratoire.

Les courbes qui représentent les nombres ci-dessus ont l'allure de branches d'hyperboles.

On sait que les lois théoriques et expérimentales de la mesure de la vitesse de recombinaison des ions gazeux conduisent à des formules représentées par des branches d'hyperboles. Les nombres du tableau précédent ne sont pas assez précis pour que l'on puisse en déduire des conséquences théoriques relatives aux propriétés de la paraffine ionisée. On peut cependant les considérer comme mettant nettement en évidence la conductibilité acquise par la paraffine sous l'influence du rayonnement pénétrant du radium. On devra tenir compte de cette conductibilité dans les expériences où la paraffine, employée comme isolant, est traversée par le rayonnement étudié.

L'analogie de ce phénomène avec celui que manifestent tous les diélectriques traversés par les rayons X, conduit à penser que le rayonnement du radium produit des effets du même ordre au travers de tous les diélectriques solides, comme au travers des diélectriques liquides et gazeux.