

Sur l'ionisation de l'air en présence de l'émanation du radium

William Duane

▶ To cite this version:

William Duane. Sur l'ionisation de l'air en présence de l'émanation du radium. J. Phys. Theor. Appl., 1905, 4 (1), pp.605-619. 10.1051/jphystap:019050040060500. jpa-00241038

HAL Id: jpa-00241038 https://hal.science/jpa-00241038

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.

DUANE. — IONISATION DE L'AIR PAR LE RADIUM 605

SUR L'IONISATION DE L'AIR EN PRÉSENCE DE L'ÉMANATION DU RADIUM;

Par M. WILLIAM DUANE.

1. Je décris dans cet article les expériences que j'ai faites dans le but de déterminer : 1° l'ionisation due à la présence d'une quantité connue d'émanation du radium dans un vase cylindrique rempli d'air de volume donné; 2° l'ionisation de l'air entre les plateaux parallèles d'un condensateur à anneau de garde sous l'influence d'une quantité connue d'émanation du radium et pour diverses distances des plateaux, et l'ionisation de l'air due seulement à la radio-activité induite sur les plateaux, du condensateur; 3° la volatilité de la première substance A de la radio-activité induite due au radium.



2. Les mesures ont d'abord été faites dans des vases cylindriques métalliques ABCD (fig. 1) constituant des condensateurs cylindriques.
— La paroi extérieure d'un vase ABCD (fig. 1) était portée à un potentiel de plusieurs centaines de volts au moyen d'une batterie d'ac-J. de Phys., 4° série, t. IV. (Septembre 1903.)

cumulateurs P dont un pôle était à terre. La tige métallique centrale EF constituait la deuxième armature du condensateur. Cette tige, constamment maintenue au potentiel zéro, était en relation avec un électromètre et un quartz piézo-électrique. On mesurait le courant traversant l'air du condensateur en maintenant EF au potentiel zéro en agissant sur le quartz piézo-électrique. L'anneau métallique GG, en relation avec la terre, servait de cylindre de garde contre toute conductibilité superficielle des bouchons isolants séparant les armatures. Les tubes munis de robinets tt' servaient à faire le vide ou à introduire l'air et l'émanation.

3. Si l'on introduit brusquement de l'air chargé d'émanation du radium dans un récipient disposé pour les mesures, le courant électrique de saturation que l'on peut faire passer à travers le gaz contenu dans ce récipient croît rapidement pendant les dix premières minutes, puis plus lentement, et atteint une valeur maximum au bout de trois heures environ. Théoriquement, la relation entre le courant et le temps t, compté à partir du moment où l'émanation a été introduite dans l'appareil, est de la forme :

(1)
$$i = \mathbf{A} + \mathbf{B}f(t).$$

Le premier terme est dû à l'émanation seule, le second terme correspond à l'apparition progressive de la radio-activité induite. A et B dépendent de la forme du récipient et de la quantité d'émanation; ils restent constants tant que l'émanation elle-même n'a pas diminué d'une manière appréciable. En employant pour f(t) l'expression donnée par MM. P. Curie et Danne (⁴), nous pouvons écrire :

(2)
$$i = i_0 \left\{ \alpha - \beta \left[\lambda e^{-at} - \mu \left(\frac{c}{b-c} \frac{a}{a-b} e^{-bt} - \frac{b}{b-c} \frac{a}{a-c} e^{-ct} \right) \right] \right\}$$

avec les conditions

$$\alpha - \beta \equiv 1$$
 et $\lambda - \mu \left(\frac{c}{b-c} \frac{a}{a-b} - \frac{b}{b-c} \frac{a}{a-c} \right) = 1.$

Les constantes *b* et *c* sont très exactement connues. Pour déterminer les deux rapports $\frac{\alpha}{\beta}$ et $\frac{\lambda}{\mu}$, on mesure les courants de saturation dans les récipients (décrits ci-dessus) de minute en minute pendant les dix premières minutes et moins fréquemment ensuite.

⁽¹⁾ C. R., 14 mars 1904.

Dans la table suivante, la première ligne contient le temps en minutes compté à partir du moment où l'on introduit l'émanation dans le récipient; la seconde ligne contient les moyennes de douze séries de mesures distinctes du courant (la valeur maximum du courant étant prise comme égale à 100):

Table I.

2 5 6 7 30 180 1 4 8 9 10 20t 3 Courant 50,3 56,4 60,5 63,9 66,6 68,6 70,4 71,8 72,9 73,8 77,7 80,9 100 observé. Courant 50,3 55,9 60,3 63,6 66,4 68,7 70,4 71,7 72,9 73,8 78,3 80,8 calculé.

et la troisième ligne contient les courants calculés par la formule (2) avec les valeurs ci-dessous des constantes :

 $\begin{array}{lll} a \equiv 0,00401 & b \equiv 0,000538 & c \equiv 0,000413 & i_0 \equiv 43,1 \\ \alpha \equiv 2,37 & \beta \equiv 1,37 & \lambda \equiv 0,570 & \mu \equiv 0,438 \end{array}$

La seconde est l'unité de temps. On voit que la formule représente les valeurs observées avec beaucoup d'exactitude. On pourrait croire que cela résulte du grand nombre des constantes employé dans la formule; mais, quoiqu'il y ait huit constantes dans la formule, l'une d'elles, i_0 , est arbitraire et dépend des unités employées pour mesurer les courants; deux d'entre elles, b et c, sont données dans un travail antérieur; et les conditions données ci-dessus entre les constantes en rendent deux dépendantes des autres, de sorte qu'il ne reste que trois constantes à déterminer par les expériences actuelles,

savoir α et les rapports $\frac{\alpha}{\beta}$ et $\frac{\lambda}{\mu}$.

4. i_0 , dans l'équation (2), est la valeur de *i* quand t = 0, et nous supposerons dans ce qui suit que i_0 représente le courant de saturation dù à l'émanation seule. β est approximativement égal au rapport des courants dus respectivement à l'activité induite et à l'émanation quand elles sont en équilibre radio-actif, et $\frac{\lambda}{\mu}$ est sensiblement égal au rapport des courants dus au premier et au troisième des composants successifs de la radio-activité induite (dans la théorie des transformations).

Les constantes α , β , λ et μ sont fonction des dimensions de l'appareil. Cependant elles varient peu quand on n'emploie que des vases larges, comme dans les expériences dont il est question ici. Lorsque

le maximum est atteint, environ 42 0/0 du courant total est dû à l'émanation, 33 0/0 au premier et 25 0/0 au troisième des composants de la radio-activité induite.

Quoique les constantes α , β , λ et μ soient presque les mêmes pour tous les récipients décrits ci-dessous, il est cependant possible de construire un récipient pour lequel α et β sont tout à fait différents. Par exemple, si l'électrode négative est une feuille très mince d'aluminium, le courant maximum est plus grand que dans le cas où l'électrode est épaisse. On peut expliquer ce fait en admettant que quelques-uns des rayons dus à l'activité induite sur l'électrode négative passent au travers de la feuille mince et déterminent une production d'ions dans l'air, tandis que d'ordinaire, avec une électrode épaisse ces rayons sont absorbés par la lame. Avec un récipient métallique dans lequel l'une des électrodes était constituée par les parois du vase et l'autre par une feuille mince d'aluminium battu placée au centre, il suffisait de renverser le sens des pôles de la batterie pour obtenir une différence de 12 0/0 dans la valeur du courant maximum. La radio-activité induite se porte toujours, en effet, sur le pôle négatif, c'est-à-dire sur les parois ou sur la lame mince suivant le sens de la tension. Avec deux électrodes épaisses, le courant est sensiblement le même pour les deux sens de la différence de potentiel.

Cette expérience donne une preuve expérimentale que les rayons peu pénétrants de la radio-activité induite à la surface d'une lame se produisent dans toutes les directions.

5. Les constantes que je donne plus loin peuvent servir à déterminer la quantité de radium contenue dans une solution en fonction du courant initial que l'on ne peut déterminer directement. Comme la formule (2) est un peu compliquée, je donne ci-dessous les valeurs du courant i' calculé avec (2) pour les dix premières minutes, en supposant le courant initial i_0 égal à 1. Il est donc seulement nécessaire de diviser la valeur observée du courant au temps t par la valeur correspondante de i' pour obtenir la valeur du courant initial i_0 , et en déduire la quantité de radium, en tenant compte de la dimension du récipient et des constantes que nous avons déterminées.

Courant i'.... t = 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 1,165 1,29 1,40 1,48 1,54 1,59 1,63 1,66 1,685 1,71

6. La quantité d'émanation émise par une solution d'un sel de

radium est proportionnelle à la masse du sel et au temps. Nous prendrons comme *unité de quantité d'émanation* celle émise pendant une seconde dans un grand volume d'air par une solution de faible volume contenant 1 gramme de bromure de radium. Si le temps pendant lequel on laisse s'accumuler l'émanation n'est pas court, il faut faire une correction qui tient compte de la destruction de l'émanation pendant ce temps.

7. Il est important de connaître l'ionisation produite par une quantité d'émanation unité dans des conditions données. Si l'émanation est enfermée dans un récipient, une partie de sa radiation est absorbée par les parois.

Pour déterminer l'effet produit par ces parois, on construisit trois récipients cylindriques de zinc portant suivant leur axe une tige de zinc isolée servant d'électrode (cylindre analogue à ceux déjà décrits, § 2). On mesurait dans ces appareils les courants de saturation à divers moments après l'introduction d'une quantité connue d'émanation, et l'on calculait l'intensité initiale du courant en utilisant l'éguation (2).

La table suivante contient les dimensions des récipients cylindriques et les courants de saturation en unités électrostatiques correspondants lorsque chacun contient l'unité d'émanation. Dans la cinquième colonne, on a donné pour chaque récipient le rapport de la surface au volume. Dans la sixième colonne, on a donné les courants initiaux i_0 , et dans la septième les courants maximum au bout de trois heures. Ces courants sont chacun la moyenne des résultats obtenus dans plusieurs séries d'expériences.

Table II.

			Longueur (cm)	Diamètre du cylindre	Diamètre de l'électrode	(5)	(6)	(7)	(8)
\mathbf{Grand}	cylin	dre	58,6	33,4	0,60	0,153	0,583	1,35	0,580
Moyen))	••	23,9	10,83	0,45	0,471	0,472	1,12	0,476
Petit))	• •	12,6	6,70	0,34	0,786	0,377	0,865	0,374

On autilisé, pour obtenir les valeurs ci-dessus, l'émanation fournie en deux heures par une solution de 0^{gr},0001096 de bromure de radium, c'est-à-dire environ 0,79 unité. Le volume de la solution était d'environ 1 centimètre cube et celui du réservoir de verre qui la contenait d'environ 30 centimètres cubes. Pour établir un régime permanent, on prenait la précaution de balayer plusieurs fois ce ré-

servoir avec de l'air, à des intervalles de deux heures, avant de recueillir l'émanation.

Même en prenant cette précaution, la cause d'erreur principale dans les mesures est due aux variations dans la quantité d'émanation retirée de la solution. Les différences de cette provenance s'élèvent à environ 5 0/0 en recommençant plusieurs fois la même mesure. La valeur absolue du courant pour une quantité connue d'émanation n'est donc pas connue d'une façon bien précise pour chacun des récipients étudiés. Mais j'ai pu déterminer avec une exactitude beaucoup plus grande le rapport des intensités des courants obtenus dans chacun des récipients pour une même quantité d'émanation. J'ai pour cela recueilli dans une éprouvette graduée, sur le mercure, 100 centimètres cubes d'air chargé d'émanation. Le mélange d'air et d'émanation étant bien uniforme, le gaz a été divisé en trois parties exactement mesurées et introduites chacune respectivement dans un des récipients.

La dernière colonne (8) de la table 11 contient les courants initiaux calculés par la formule:

$$I = C - k \frac{S}{V},$$

où S est la surface et V le volume du récipient, C et k sont deux constantes avec

$$C = 0,63, \quad k = 0,326;$$

les courants calculés sont les mêmes que ceux mesurés (colonne 6)

L'équation (3) peut s'interpréter de la manière suivante : on peut supposer que la radiation absorbée par les parois et la radiation secondaire qui peut en résulter sont proportionnelles à la surface et à la quantité d'émanation contenue par unité de volume d'air. Si chaque récipient contient la même quantité totale d'émanation, la quantité contenue par unité de volume est inversement proportionnelle au volume total. L'effet dû aux parois est donc proportionnel au rapport de S à V. La quantité C, dans l'équation (3), est le courant qui serait produit par la quantité d'émanation unité, si tout son rayonnement était absorbé par l'air.

La constante h est positive, ce qui indique que l'effet du rayonnement absorbé est plus grand que celui de la radiation secondaire qui peut prendre naissance.

J'ai fait deux autres séries de mesures en utilisant deux autres

solutions contenant respectivement 0^{gr} ,000140 et 0^{gr} ,0000127 de bromure de radium dissous dans 5 centimètres cubes d'eau. J'ai trouvé pour C les valeurs 0,61 et 0,60 et pour h les valeurs 0,316 et 0,311. Ces résultats sont très voisins de ceux qui précèdent. Toutefois les résultats étaient plus réguliers en dissolvant le bromure de radium dans une moins grande quantité d'eau, comme dans la première série de mesures.

8. On peut tirer diverses conséquences de cette valeur de C :

1° Si l'on admet que la charge d'un ion est $e = 3, .10^{-10}$ unités électrostatiques, on trouve que le nombre maximum d'ions de chaque signe produits en une seconde par l'unité d'émanation est 0.63

 $\frac{0.63}{\dot{e}} = 2.1 \cdot 10^9$, quand toute la radiation est absorbée par l'air;

2° Si l'énergie nécessaire pour ioniser une molécule d'air est égale à 3.10^{-14} ergs (Stark et Langevin), l'énergie d'ionisation que peut produire l'unité d'émanation pendant sa vie est au total égale à $3,13.10^4$ ergs. Cette énergie pour l'émanation dégagée par 1 gramme de bromure de radium pendant une heure correspond à 2,7 petites calories, soit environ $\frac{1}{20}$ de la chaleur dégagée par le bromure de radium pendant le même temps;

3° Si l'émanation en équilibre au bout d'un temps prolongé avec 1 gramme de bromure de radium est égale à celle qui occupe 0^{cm3},00088 à l'état gazeux à 0° et 760 millimètres de pression (Ramsay et Soddy), et si le nombre de molécules dans chaque centimètre cube multiplié par la charge d'un ion est égal à $1,24 \times 10^{10}$ (Townsend), on peut en conclure qu'une molécule d'émanation produit en se détruisant 14500 ions de chaque signe. L'énergie utilisée en pro-

duisant ces ions est égale à $4, 4.10^{-7}$ ergs, soit environ $\frac{1}{13}$ de l'éner-

gie d'une particule a trouvée par Rutherford.

9. Dans une nouvelle étude faite avec un condensateur à plateaux, j'ai pu vérifier l'exactitude des résultats qui précèdent, et j'ai pu, de plus, évaluer la loi d'absorption par l'air des rayons dus à l'émanation et à la radio-activité induite.

L'étude actuelle a été faite avec un condensateur à plateaux avec anneau de garde situé dans une cloche dans laquelle on pouvait introduire de l'air chargé d'une quantité connue d'émanation. On établissait une différence de potentiel de plusieurs centaines de volts

entre les plateaux de condensateur, et l'on mesurait le courant correspondant à la partie centrale par la méthode du quartz piézo-électrique. On pouvait facilement changer la distance des plateaux et effectuer la mesure pour toutes les distances. On prenait les précautions déjà décrites (§ 7) pour avoir sous la cloche des quantités bien connues d'émanation ; on contrôle du reste la quantité d'émanation introduite en observant vingt heures après l'introduction le courant électrique pour une distance constante de 1 centimètre entre les plateaux.

L'appareil est représenté par la figure 2.



F16. 2.

Les dimensions sont les suivantes :

Volume d	l'air renfermé dans la cloche	267	$\mathrm{cm^3}$
Diamètre	externe de l'anneau de garde et plateaux AB et CD	7,91	cm.
	du trou dans l'anneau de garde EF	2,45	cm.
	de l'électrode circulaire en cuivre GH	2,335	cm.

10. J'ai déterminé pour diverses distances des plateaux : 1° le courant initial au moment où l'on vient d'introduire l'émanation (⁴) ; 2° le courant maximum au bout de trois heures quand un état de régime est établi dans l'appareil ; ce courant est dû à l'émanation et à la radio-activité induite ; 3° le courant que l'on obtient avec la radio-activité induite seule en renouvelant l'air de l'appareil pour chasser l'émanation. Cette mesure a été faite une demi-heure après avoir

⁽¹⁾ Ce courant n'est pas déterminé directement, mais déduit par extrapolation du courant observé dans les premières minutes, ainsi que je l'ai expliqué (§ 5).

retiré l'émanation, de telle sorte que le rayonnement est uniquement dû à la troisième substance C de la radio-activité induite.

11. La table III ci-après contient les résultats obtenus pour les courants dus à l'émanation seule. Tous les courants sont exprimés en unités électrostatiques. La première colonne contient la distance d entre les plateaux; la deuxième colonne, les courants initiaux calculés par la formule (2) et déduits par extrapolation de dix mesures faites après chaque minute pendant les dix premières minutes après le moment où l'émanation a été introduite dans l'appareil. La troisième colonne donne la valeur des courants mesurés le lendemain pour une distance constante, 4 centimètre, entre les plateaux. La mesure est faite vingt heures après l'introduction de l'émanation dans le récipient et dix-sept heures après le moment où on a réglé la distance des plateaux à 1 centimètre. Les nombres de cette colonne sont chacun la moyenne de dix mesures, et ils donnent très exactement les valeurs relatives de la quantité d'émanation utilisée dans les diverses expériences. La quatrième colonne contient les courants initiaux pour l'unité de surface, 1 centimètre carré des plateaux courants calculés pour le cas où l'unité de volume d'air, 1 centimètre cube, contiendrait l'unité d'émanation. Les nombres de cette colonne sont corrigés (d'après les indications de la troisième colonne) des erreurs provenant des petites différences obtenues dans la quantité d'émanation introduite dans les diverses opérations. L'émanation utilisée était celle produite pendant vingt-quatre heures dans un flacon contenant une solution de bromure de radium. On a tenu compte de la destruction spontanée de l'émanation pendant vingt-quatre heures, et pour cela on a calculé la guantité d'émanation accumulée par la formule

$$q = rac{\Delta}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t}), \quad ext{avec } \lambda = 2.02 imes 10^{-6},$$

 Δ étant la quantité d'émanation produite par seconde. La cinquième colonne contient les courants calculés par la formule (4) :

$$= 0.63 [d - (1 - e^{-d})].$$

I

Table III.						
(2)	(3)	(4)	(5)			
0,0101	0,0743	0,068	0,067			
0,0362	0,0748	0,240	0,233			
0,0692	0,0706	0,489	0,458			
0,112	0,0763	0,754	0,721			
0,142	0,0736	0,958	0,999			
	(2) 0,0101 0,0362 0,0692 0,112 0,142	$\begin{array}{cccc} Table & III. \\ (2) & (3) \\ 0,0101 & 0,0743 \\ 0,0362 & 0,0748 \\ 0,0692 & 0,0706 \\ 0,112 & 0,0763 \\ 0,142 & 0,0736 \end{array}$	$\begin{array}{c ccccc} Table & III. \\ (2) & (3) & (4) \\ 0,0101 & 0,0743 & 0,068 \\ 0,0362 & 0,0748 & 0,240 \\ 0,0692 & 0,0706 & 0,489 \\ 0,112 & 0,0763 & 0,754 \\ 0,142 & 0,0736 & 0,958 \end{array}$			

On voit que la formule (4) donne approximativement les valeurs des courants initiaux.

12. On peut établir théoriquement une relation entre le courant initial et la distance des plateaux à l'aide d'un raisonnement analogue à celui employé par Rutherford (*Radio-Activité*, p. 56, etc.). On suppose que l'émanation répandue dans le gaz émet une radiation facilement absorbée par l'air. De plus, on suppose que l'énergie de la radiation absorbée par une mince couche d'air parallèle aux plateaux est proportionnelle à la quantité d'énergie qui traverse cette couche et à l'épaisseur de la couche; on trouve alors l'équation :

(5)
$$I = C \left[d - \frac{1}{\alpha} \left(1 - e^{-\alpha d} \right) \right],$$

dans laquelle C est la constante déterminée du paragraphe 7 et α est une autre constante qui caractérise l'absorption des rayons de l'émanation par l'air.

Si on suppose enfin que le rayonnement de l'émanation en tombant sur les plateaux donne naissance à des rayons secondaires facilement absorbés par l'air et y produisant des ions, on doit ajouter à l'équation un terme proportionnel à $(1 - e^{-\alpha a})$, ce qui donne :

(6)
$$\mathbf{I} = \mathbf{C} \left[d - k \left(1 - e^{-\alpha d} \right) \right].$$

La comparaison de la formule théorique (6) à la formule (4) qui donne les résultats de l'expérience montre que la formule (6) est satisfaite pour

$$C = 0,63$$
 et $k = \frac{1}{2} = 1$.

La formule (6) avec $\alpha = 1$ est donc suffisante pour représenter les phénomènes; par conséquent, l'ionisation due au rayonnement secondaire (s'il existe) est petite comparée à celle du rayonnement direct de l'émanation.

On peut rappeler ici la remarque déjà faite par Rutherford que les coefficients d'absorption relatifs aux expériences faites avec des plateaux parallèles ne sont pas les mêmes que ceux relatifs aux expériences faites avec des rayons qui partent d'un point.

13. J'ai mesuré aussi les courants maximum trois heures après l'introduction de l'émanation pour chaque distance entre les plateaux. A l'aide de ces courants et des courants initiaux, on peut par diffé-

4

rence calculer les courants dus à l'activité induite. Dans la table ci-après, la première colonne contient les distances d; la deuxième colonne, les courants maximum mesurés; la troisième colonne, les rapports des courants initiaux, et la quatrième colonne, les courants par unité de surface des plateaux dus à l'activité induite, calculés pour le cas où l'unité de volume d'air contiendrait l'unité d'émanation. Quand on a calculé ces dernières valeurs, on a fait les corrections mentionnées au paragraphe 9, et aussi la correction due à ce que la quantité d'émanation diminue spontanément dans l'appareil au bout des trois heures qui séparent l'introduction de l'émanation et le moment où on a fait les mesures du courant maximum.

Table IV.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0,5	0,0240	2,37	0,095	0,095
1,0	0,0841	2,32	0,323	0,324
1,5	$0,\!159$	2,28	0,638	0,624
2,0	0,257	2,29	0,988	0,962
2.5	0,334	2,34	1,30	1,31

Les courants dus à la radio-activité induite sont bien représentés pour diverses distances d des plateaux par la formule (7):

(7) avec

$$\mathbf{I} = \mathbf{C}_{\mathbf{I}} \ d \left(\mathbf{I} - e^{-\beta d}\right)$$

 $C_4 = 0,63$ et $\beta = 0,72$.

La cinquième colonne du tableau IV donne les nombres ainsi calculés.

44. Le courant du tableau IV mesure l'ionisation produite par un mélange des rayons produits par ceux dus au radium A et au radium C que l'on suppose déposés sur les parois des corps activés. Pour obtenir les courants uniquement dus aux rayons du radium C, on a produit l'activité induite sur le plateau mobile chargé négativement, en laissant l'émanation agir pendant un temps très long, puis l'air chargé d'émanations a été enlevé rapidement, et on a fait rentrer de l'air inactif. Trente minutes plus tard, après la complète disparition du radium A, on a mesuré le courant de saturation pour diverses distances des plateaux. On faisait les mesures pour les distances successives :

en intercalant une mesure de courant pour une certaine distance ddes plateaux entre deux mesures de comparaison faites une minute avant et une minute après pour une distance, toujours la même, de 1 centimètre. En prenant le rapport de la mesure faite à une distance d à la moyenne des deux autres mesures, on peut admettre que l'on élimine l'erreur provenant de la diminution de l'activité induite en fonction du temps.

Dans le tableau V se trouvent les valeurs des courants obtenus pour diverses distances des plateaux en prenant comme unité le courant relatif à une distance de 1 centimètre.

Table V.

Distance d	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Courants observés	0,64 0,65 0,58 0,59 0 59	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0	1,28 1,29 1,26 1,29 1,29	1,44 1,48 1,49 1,48 1,48	1,49 1,53 1,56 1,55 1,53
Courants moyens observés. Courants calculés	0,603 0,610	1,0 1,0 1,0	1,28 1,27	1,46	1,53

Les valeurs de la dernière ligne sont calculées par la formule :

$$i \equiv i_0 \ (1 - e^{-\gamma d}),$$

avec

$$k_0 = 1,71$$
 et $\gamma = 0,85$.

Le coefficient γ caractérise la loi d'absorption moyenne du rayonnement émis par la substance C de la radio-activité induite par le radium.

15. En supposant que la moitié des rayons de l'activité induite est absorbée par le métal sur lequel l'activité est déposée, nous pouvons conclure que la puissance totale de l'ionisation due aux rayons de l'émanation, à ceux du radium C et à ceux du radium A est grossièrement proportionnelle aux nombres 42, 50 et 66 (voyez § 4). Il est intéressant de remarquer que l'absorption des rayons des trois substances suit l'ordre inverse. Les coefficients sont respectivement 1, 0,85 et moins de 0,72.

16. Miss Gates (1) a montré qu'en chauffant un corps solide activé,

⁽¹⁾ Physical Review, p. 300; 1903.

l'activité induite se volatilise et va ensuite se déposer sur les corps froids environnants. MM. P. Curie et Danne(⁴) ont étudié les particularités de ce phénomène; ils ont montré que la substance radium B est volatilisée beaucoup plus facilement que le radium C. J'ai exécuté des expériences dans le but d'étudier la volatilité du radium A.

17. Un fil de platine chargé négativement jusqu'à un potentiel de 175 volts était laissé pendant trente minutes dans un vase rempli d'émanations du radium. Les parois métalliques de ce récipient étaient reliées à la terre. Au bout de trente minutes, le fil était rapidement retiré et placé dans un des récipients cylindriques en zinc qui servaient dans les mesures d'ionisation de l'air, l'un de ceux utilisés dans les expériences décrites au paragraphe 7. Là le fil activé était chauffé par un courant électrique pendant trente secondes. La température du fil était évaluée par la mesure de sa résistance. Le fil était ensuite retiré, et on balayait le réservoir par un fort courant d'air pour chasser la petite quantité d'émanation dégagée par le fil pendant qu'on le chauffait. On appliquait ensuite une force électrométrique de 475 volts au récipient et on mesurait le courant de saturation entre les parois et l'électrode centrale du condensateur cylindrique. On faisait ensuite simultanément deux séries de mesures, l'une avec le fil de platine dans le flacon (le fil étant relié métalliquement aux parois) et l'autre sous le fil de platine; les deux espèces de mesures se faisaient alternativement de minute en minute. Les mesures de la première série sont proportionnelles à l'activité totale déposée par l'émanation sur le fil, et celles de la deuxième série sont proportionnelles à la partie de l'activité qui s'est échappée du fil quand il était chauffé.

18. On peut tirer certaines conclusions de l'examen des courbes qui donnent la loi de décroissance des courants pendant la première heure. A une température un peu supérieure à 300° , l'activité qui échappe du fil est seulement une faible fraction de l'activité totale; mais cette activité volatilisée est formée principalement par la substance radium d. On le reconnaît facilement d'après la loi de diminution des courants en fonction du temps, qui donne une chute rapide initiale pendant les premières minutes, suivie d'un palier. Quand on chauffe le fil à une température plus élevée, la proportion d'activité expulsée

⁽¹⁾ C. R., 21 mars 1904.

618 DUANE. — IONISATION DE L'AIR PAR LE RADIUM

du fil s'accroît lentement jusqu'à ce que le fil soit porté au rouge. Au-dessous de cette température (60° environ), la fraction volatilisée s'accroît avec plus de rapidité en fonction de la température, mais le radium A domine toujours dans la partie distillée. A une température encore plus élevée (700° ou 800°), la proportion volatilisée du radium B s'accroît considérablement. Ainsi il semble que le radium A est chassé du fil par chauffage avec plus de facilité que le radium B.

19. Si la température à laquelle le fil est chauffé est au-dessous de 150°, les courbes du courant indiquent qu'une très petite quantité d'activité a distillé; mais la plus grande partie est formée de radium C. En effet, le courant dans le flacon immédiatement après l'enlèvement du fil est excessivement petit, mais le courant croît et passe par un maximum après trente-cinq minutes et s'affaiblit ensuite. Ce sont les caractères du courant quand on a à l'état initial le radium B. Seulement j'ai remarqué certaines particularités dans ces phénomènes. Si, au lieu de chauffer le fil immédiatement après l'avoir retiré de l'émanation, on attend pendant trois ou quatre minutes avant de le chauffer, la quantité de la substance B qui distille est beaucoup plus faible. De plus, si on attend vingt minutes avant de chauffer le fil à 150°, le radium B ne distille plus à cette température, et dans ce cas on ne recueille plus par distillation aucune activité sensible, le courant est extrêmement petit. Or, après vingt minutes, le radium A a disparu spontanément, presque complètement, mais le radium B n'est pas disparu.

Il paraît donc que la présence sur le fil du radium A soit nécessaire pour que le radium B puisse être chassé par distillation à des températures qui ne sontpas élevées. Peut-être que, pendant la transformation du radium A en radium B, les particules sont attachées au fil avec moins de force qu'avant et après.

J'ai observé le phénomène que je viens de décrire en utilisant des fils de platine, de cuivre et de fer ; cependant, si la surface du fer est enduite d'une couche épaisse d'oxyde, les faibles courants correspondant aux distillations après avoir chauffé à 150° sont à peu près supprimés. Si le fil de fer n'est pas recouvert d'oxyde, on a les mêmes courants que dans le cas du cuivreet du platine. Je donnerai quelques autres détails sur ces expériences lorsque j'aurai complétécette étude.

Quelques-uns des résultats de ce travail ont été présentés à l'Académie des Sciences le 27 février et le 20 mars 1905. Les expéVILLARD. — ACTIONS CHIMIQUES DE LA LUMIÈRE 619 riences ont été faites au laboratoire du radium de la Faculté des sciences de la Sorbonne, et j'ai beaucoup de plaisir à remercier M. le professeur P. Curie pour l'intérêt qu'il a pris à mon travail et pour l'hospitalité qu'il m'a donnée dans son laboratoire.

.