Mécanisme de la décharge des corps électrisés par les rayons de Röntgen

Jean Perrin

▶ **To cite this version:**

Jean Perrin. Mécanisme de la décharge des corps électrisés par les rayons de Röntgen. J. Phys. Theor. Appl., 1896, 5 (1), pp.350-357. 10.1051/jphystap:018960050035001 . jpa-00239906

HAL Id: jpa-00239906
https://hal.science/jpa-00239906

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.

MÉCANISME DE LA DÉCHARGE DES CORPS ÉLECTRISÉS PAR LES RAYONS DE RÖNTGEN;

Par M. JEAN PERRIN.

1. On sait que les rayons de Röntgen déchargent les corps électrisés qu'ils rencontrent. Préoccupé surtout de concilier ce fait avec le principe de la conservation de l'électricité, j'ai réalisé quelques expériences qui me semblent préciser un peu la nature du phénomène.

On peut, en particulier, obtenir la décharge en faisant pénétrer les rayons dans une enceinte métallique absolument close où se trouve un conducteur porté à un potentiel différent de celui de l'enceinte. C'est le cas, par exemple, pour un électroscope Hurmuzescu. J'ai repris l'expérience en liant à l'aiguille d'un électromètre la cage de l'électroscope maintenue isolée.

Pendant toute la durée de la décharge, l'aiguille reste immobile. Il n'est donc pas douteux, et, du reste, il était presque évident que les rayons dissipent non seulement l'électricité des feuilles d'or, mais aussi l'électricité de nom contraire qui lui correspond sur la paroi

Article published online by EDP Sciences and available at http://dx.doi.org/10.1051/jphystap:018960050035001

interne de la cage, en égalisant les potentiels de ces deux conducteurs.

II. Il serait cependant incorrect de supposer que les rayons X (ou l'air qu'ils ont rencontré) agissent comme un faisceau de fils conducteurs, ou comme un électrolyte ordinaire. L'expérience suivante prouve, en effet, qu'ils peuvent réunir deux corps de potentiels très différents, sans cependant égaliser ces potentiels.

Un pinceau de rayons, défini par deux ouvertures, traverse une feuille métallique mince F, portée, par rapport au sol, à un potentiel d'au moins 50000 volts. Puis il entre par une petite ouverture et sans effleurer les bords de cette ouverture, dans un cylindre de Faraday relié au sol et à la cage d'un électromètre. Il se termine dans ce cylindre sur un disque métallique lié à l'aiguille de l'électromètre et qui, d'abord, est au potentiel du sol. Ce pinceau de rayons réunit donc deux conducteurs dont les potentiels diffèrent de plus de 50000 volts, et il ne touche aucun autre conducteur; cependant, l'aiguille reste immobile, ou, du moins, si son potentiel varie, il ne varie pas de $\frac{1}{10}$ de volt.

L'efficacité de la protection électrique produite par le cylindre de Faraday doit être vérifiée à l'avance avec le plus grand soin. Quand cette protection est insuffisante, c'est-à-dire quand le disque et la feuille métallique F sont réunis par des lignes de force, les rayons X agissent très nettement. Cette action, qui sera expliquée plus loin, a pu faire illusion sur le résultat de l'expérience [1].

III. Les rayons X (ou l'air qu'ils ont traversé) peuvent donc, sans égaliser leurs potentiels, réunir des conducteurs dont les potentiels sont très différents, *pourvu seulement que ces conducteurs n'échangent pas de lignes de force*. On ne peut donc les assimiler même à des fils médiocrement conducteurs.

On peut montrer, d'autre part, qu'ils égalisent les potentiels de deux conducteurs, même sans les rencontrer, *s'ils rencontrent des lignes de force allant de l'un à l'autre*.

Pour établir cette propriété, je vais d'abord décrire l'expérience même qui me l'a fait entrevoir.

La bobine d'induction et le tube de Crookes sont enfermés dans

[1] M. Lafay a décrit dans les *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 837 et 926; 1896, une expérience identique, mais pour laquelle il donne un résultat contraire à celui que j'indique.

une grande caisse A (*fig.* 1) entièrement recouverte de papier d'étain. Une paroi de cette caisse est recouverte d'un épais blindage en tôle. A l'intérieur, et contre cette paroi, se trouve le tube de Crookes ; à l'extérieur est un électroscope dont les feuilles sont reliées à un conducteur isolé B. La cage de cet électroscope et la caisse A sont au sol. A cause du blindage, aucun rayon ne peut atteindre l'électroscope ou le conducteur B.

On charge ce conducteur, puis on s'assure que la protection électrique est excellente en excitant la bobine seule, et non le tube. Ceci fait, on excite ce dernier. Aussitôt les feuilles d'or se rapprochent, jusqu'à décharge totale.

Si donc des rayons ont agi, ce sont ceux qui traversent le bois, puis le papier d'étain des faces non blindées, et cela, quoique les rayons les plus rapprochés passent à plus de 40 centimètres du système B. Si, en effet, on recouvre ces faces par de grandes lames de tôle, toute action disparaît.

Sans ajouter ces lames de tôle, on peut encore empêcher toute action en plaçant l'électroscope et le conducteur B dans une deuxième caisse entourée de papier d'étain, de manière à ramasser dans la région protégée par le blindage de la première face toutes les lignes de force issues du conducteur B.

J'ai été ainsi amené, pour toutes les expériences décrites dans ce travail, à recouvrir par des lames de tôle, épaisse de 2 millimètres environ, toutes les faces de la caisse A. Sur un point seulement, j'ai fait dans cette tôle un trou rond de 1 centimètre, toujours fermé par du papier d'étain, et j'ai adapté sur ce trou un tube de laiton ayant 10 centimètres de long sur 1 centimètre de large. J'avais ainsi des rayons X le long d'une direction bien définie, *et seulement le long de cette direction*. Je pense qu'en opérant autrement on s'exposerait à de graves erreurs, et peut-être il ne serait pas difficile d'expliquer ainsi les résultats contradictoires obtenus par divers physiciens.

IV. Dans les expériences faites avec un blindage incomplet, les rayons déchargeaient le conducteur B sans le rencontrer, mais ils rencontraient les charges de signes contraires développées par influence sur la caisse A et sur les murs de la salle. Ceci même est inutile, et l'on peut montrer, comme je l'ai dit plus haut, qu'ils amènent l'égalisation des potentiels entre deux conducteurs, sans rencontrer aucun de ces deux conducteurs, pourvu seulement qu'ils rencontrent des lignes de force allant de l'un à l'autre.

Je m'en suis assuré en faisant passer un pinceau de rayons X défini comme je viens de le dire entre deux plaques métalliques, formant condensateur, dont l'une était liée à l'aiguille d'un électromètre. Les rayons n'effleuraient absolument pas ces plaques. Au sortir du condensateur, ils se terminaient contre le fond d'un cylindre de Faraday lié à la caisse A. Ils cheminaient donc dans une région complètement connue, et sans rencontrer aucune charge électrique, même à leur point de départ et à leur point d'arrivée, tous les deux situés au fond de cylindres protecteurs (1).

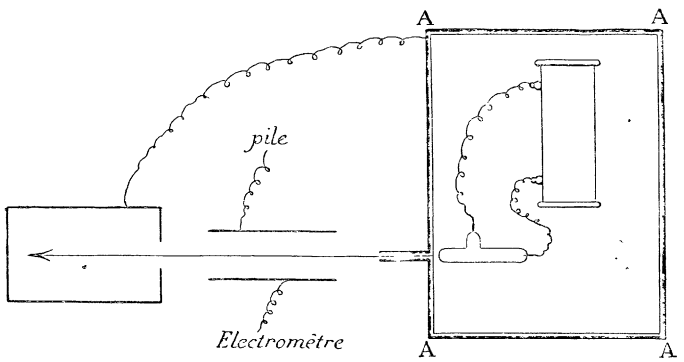

FIG. 1.

Plus de cinquante expériences concordantes, dans lesquelles j'ai de mon mieux varié les conditions, m'ont prouvé qu'il y avait passage d'électricité d'une plaque sur l'autre. La distance des deux plaques a varié entre 3 et 10 centimètres; leur différence de potentiel, entre 2 et 200 volts.

Incidemment, on se rend compte dès à présent que, même en supposant que leurs actions électriques définissent clairement une intensité pour les rayons X, il serait illusoire de chercher à vérifier la loi de l'inverse du carré des distances en comptant ces distances à partir du tube de Crookes jusqu'au corps déchargé, puisque, en effet, ce corps peut n'être pas touché.

(1) La cage de l'électromètre était reliée à la caisse A. Au début de l'expérience, elle était aussi reliée à l'aiguille, et l'on coupait cette communication seulement quand la plaque reliée à cette aiguille s'était chargée par influence en présence de la deuxième plaque. L'aiguille partait ainsi d'un potentiel égal à celui de la cage, et l'on pouvait mesurer, en utilisant toute la sensibilité compatible avec l'instrument, les variations ultérieures de son potentiel. Une disposition analogue a été employée chaque fois que j'ai eu recours à l'électromètre.

V. On peut se demander si, du moins, quelque phénomène particulier se manifeste, lorsque les rayons rencontrent le corps qu'ils déchargent. Pour le voir, j'ai déplacé d'une manière continue, en le soulevant ou en l'abaissant, le système des deux plaques précédemment défini et j'ai constaté seulement que l'action décroissait à mesure qu'une plus grande partie des rayons cessait de passer entre les deux plaques. Je n'ai pas étudié le cas où les rayons tombent normalement sur le corps déchargé.

Dans le même ordre d'idées, j'ai recherché si, comme le dit M. Righi, un conducteur exposé aux rayons X acquiert une charge positive.

J'ai donc fait tomber le rayon sur un disque de cuivre, lié à l'aiguille d'un électromètre, et dont le diamètre était juste assez grand pour utiliser tout le faisceau de rayons X. Le disque était protégé électriquement, en sorte qu'il n'émettait pas de ligne de force, et cependant il était assez loin de tout conducteur pour que sa capacité fût petite. Une charge positive, même faible, aurait donc pu être décelée. Pourtant je n'ai observé aucune variation du potentiel, et je pense que, s'il y en a eu, elle est restée inférieure à $\frac{1}{20}$ de volt.

VI. Les expériences qui précèdent prouvent le rôle que la disposition des lignes de force joue dans la décharge par les rayons X. D'autre part, on sait maintenant comment intervient la nature du diélectrique traversé par ces lignes de force.

La décharge se produit dans les gaz, plus rapidement quand le gaz est plus dense (1) et paraît ne se produire que dans les gaz. A la vérité, M. J.-J. Thomson a annoncé qu'elle se produit dans tous les diélectriques, mais le résultat contraire paraît bien établi par les expériences de M. Righi et celles de M. Röntgen. En ce qui concerne les diélectriques *solides*, j'ai, d'ailleurs, vérifié leurs conclusions.

On sait, enfin, que J.-J. Thomson, puis Röntgen ont prouvé que de l'air, préalablement traversé par des rayons X, garde quelque temps la propriété de décharger les corps électrisés.

VII. Il pourra donc paraître naturel d'admettre que, transporté par convection ou par diffusion au voisinage des surfaces électrisées,

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 916, séance du 2 avril 1896. Note de MM. Benoit et Hurmuzescu. Le résultat a été aussi indiqué par Rontgen.

l'air d'abord traversé par les rayons X vient produire les effets que j'ai signalés.

Je crois pourtant que cette explication est incomplète, et qu'on ne peut se dispenser d'admettre que, par le fait qu'ils sont placés dans un champ électrique, et même s'ils sont loin de toute surface électrisée, les gaz traversés par les rayons X acquièrent de nouvelles propriétés.

J'ai fait à ce sujet deux expériences qui, je crois, montrent que l'action de l'air n'est pas due à un simple effet de diffusion.

J'ai de nouveau fait passer un pinceau de rayons entre deux plaques formant condensateur. Seulement, cette fois, ces plaques étaient en toile métallique. L'armature liée à l'aiguille était entourée d'un anneau de garde également en toile métallique, en sorte que la face qui ne regardait pas l'autre armature ne pouvait émettre de lignes de force. Le condensateur était enfermé dans une caisse métallique où la convection proprement dite me semble improbable. En tout cas, elle eût été la même entre les armatures du condensateur et hors de ces armatures. De même, la diffusion n'eût probablement pas été arrêtée par le grillage qui les forme. Cependant l'action des rayons, énergique lorsqu'ils passaient entre les armatures, devenait insensible lorsqu'ils passaient à l'extérieur. La différence de potentiel entre les deux armatures était 200 volts ; leur distance, 5 centimètres.

On pourrait craindre que la toile métallique gênât la diffusion. L'expérience suivante, plus démonstrative, n'est plus sujette à cette critique.

J'employais un condensateur PQ (*fig.* 2) formé par deux plaques de laiton ayant 20 centimètres sur 25 centimètres, écartées de 5 centimètres. Un sillon rectangulaire découpait dans la plaque P une plaque P′ ayant 5 centimètres sur 10 centimètres, qui était reliée à l'aiguille d'un électromètre. Le reste de la plaque P était relié à la cage de cet électromètre et aussi, au début, à la plaque P′.

On établissait entre P et Q une différence de potentiel ; puis, on coupait la communication entre la cage et l'aiguille de l'électromètre. La plaque P′ se trouvait alors isolée, et cependant au même potentiel que le reste de la plaque P, qui jouait dès lors le rôle d'anneau de garde. On faisait alors passer les rayons.

Le pinceau de rayons, employé pour cette expérience, avait dans sa partie la plus large $0^{cm},5$, pénombre comprise.

Quand ces rayons, supposés perpendiculaires au plan de figure, coupaient les lignes de force issues de la plaque P′, il y avait décharge, la même sensiblement lorsqu'ils passaient en A et lorsqu'ils passaient en A′.

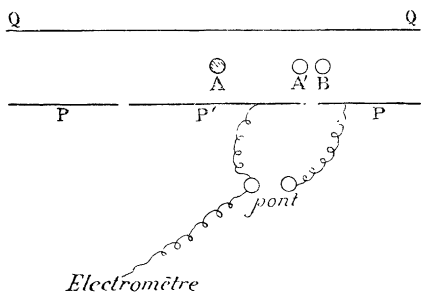

FIG. 2.

Quand ils cessaient de les couper, de manière à passer en B (un déplacement latéral de $0^{cm},5$ suffisait pour cela), il n'y avait plus de décharge sensible. Pourtant leur position, relativement à la plaque P′, était peu modifiée, et nul obstacle ne les séparait des lignes de force émanées de P′.

On peut ainsi regarder comme démontré qu'une atmosphère soumise à l'action des rayons X, mais laissée en repos, amène la décharge d'un corps électrisé *seulement quand elle est traversée par des forces emanées de ce corps*, la diffusion de cette atmosphère jouant un rôle pratiquement nulle.

VIII. En définitive, je pense que les faits précédents sont reliés simplement de la manière suivante :

Les rayons de Röntgen, indépendamment de l'existence même d'un champ électrique, altèrent la nature du gaz qu'ils traversent. Cette altération est définie par le fait que, si, par la suite, cette masse gazeuse est située sur le trajet d'un tube de force, les masses électriques situées aux extrémités du tube disparaissent quand le tube de force est en entier contenu dans le gaz. Quand une partie du tube de force est située dans un diélectrique solide ou liquide, il n'y a plus de décharge complète, mais simplement un effet de condensation *dont l'effet ultime est le même que si la portion du tube de force contenu dans le gaz était devenue conductrice.*

Cet énoncé est exempt d'hypothèses et donne une règle pratique

assez commode pour savoir si, dans tel ou tel cas, on aura ou on n'aura pas de décharge.

A la condition de faire quelques hypothèses, on pourra pénétrer plus avant dans la nature probable du phénomène. On pourra supposer que l'altération subie par un gaz le long d'un rayon de Röntgen consiste en ceci : que des charges positives et négatives sont développées en quantités égales, tout le long du rayon. En l'absence de tout champ électrique, l'ensemble de ces charges constitue un fluide neutre se diffusant de proche en proche avec une vitesse inconnue, mais faible. Si, au contraire, il existe un champ électrique, les charges positives acquerront une vitesse moyenne plus grande dans la direction de la force électrique, les charges négatives, une vitesse plus grande dans la direction opposée. Le résultat final sera que les deux systèmes filtreront l'un au travers de l'autre le long des tubes de force, jusqu'à ce qu'ils rencontrent des charges de nom contraire ou un obstacle mécanique, tel qu'un solide ou un liquide. La façon dont l'électricité s'écoulerait le long des tubes de force différerait ainsi profondément de l'électrolyse ordinaire et de la diffusion proprement dite.

IX. Au point de vue qualitatif, on sait donc dans quel cas les rayons X provoquent la décharge. Il reste, au point de vue quantitatif, à donner un moyen pour trouver, dans chaque cas, la valeur du débit.

Je pense qu'on peut y arriver en remarquant que, si de l'électricité neutre est dissociée le long d'un rayon X, il doit être possible de la mesurer et de vérifier que, pour un rayonnement donné, c'est une constante indépendante du champ électrique qui permet de la déceler, et capable de caractériser ce rayonnement. Je crois avoir réussi à faire cette mesure et à vérifier cette constance, et je rendrai compte ultérieurement des expériences que j'ai tentées dans ce sens.

Enfin, il pourra être intéressant, à la condition qu'on s'aperçoive qu'on fait de nouvelles hypothèses, d'exprimer la théorie qui précède en disant que, sur leur passage, les rayons de Röntgen brisent certaines molécules en morceaux, en ions, qui, suivant un postulat fondamental de la théorie des ions, sont électrisés par le fait même de leur séparation, et qui chemineraient dans un champ électrique suivant le mécanisme précédemment décrit. Grâce à cette nouvelle illustration, on pourra prévoir que ces gaz chargés d'ions seront chimiquement plus actifs que des gaz non soumis à l'action des rayons de Röntgen.