

**Zeitschrift:** Archives des sciences physiques et naturelles  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 5 (1923)  
  
**Artikel:** L'influence des rayons X dans l'étude de la décharge disruptive  
**Autor:** Hammershaimb, G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-741326>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.05.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# L'INFLUENCE DES RAYONS X

DANS

## L'ÉTUDE DE LA DÉCHARGE DISRUPTIVE <sup>1</sup>

PAR

**G. HAMMERSHAIMB**

---

I. — *Introduction et travaux antérieurs.* — L'emploi de sources ionisantes auxiliaires est d'un usage très général dans l'étude de la décharge disruptive. On sait que cette étude est presque impossible sans ionisation artificielle. Les premières étincelles passent souvent pour des tensions qui dépassent de plus de 10 % les tensions normales et le phénomène ne présente pas de régularité. L'ionisation artificielle régularise le potentiel disruptif qui est alors le même pour la première étincelle et pour les suivantes.

Pour l'étude du potentiel explosif, il faut avoir une intensité de la source ionisante telle que le retard disruptif soit évité sans abaisser le potentiel explosif. Le retard disruptif est surtout grand aux pressions élevées.

Warbourg <sup>2</sup> a trouvé que le retard disruptif est évité par les rayons ultraviolets, et n'a pas observé d'abaissement du potentiel explosif par les rayons lorsqu'il augmentait rapidement ou lentement la différence de potentiel entre les électrodes.

Herweg <sup>3</sup> a démontré que les conclusions de Warbourg sont exactes si l'ionisation produite par les rayons est relativement petite. Si on augmente l'intensité de la source ionisante (augmentation du nombre d'ions) on peut en tout cas abaisser le potentiel explosif. Herweg a trouvé les résultats suivants:

1. Dans le cas des rayons ultraviolets, l'abaissement n'est pas très grand, mais dépasse 5 % pour une distance explosive de 3 mm.

<sup>1</sup> Mémoire reçu en janvier 1922.

<sup>2</sup> WARBOURG, *Annalen der Physik*, t. 5, p. 881, 1901.

<sup>3</sup> HERWEG, J., *Physik. Zeitschrift*, p. 924, 1906.

2. Pour les rayons cathodiques, les valeurs des potentiels disruptifs sont environ la moitié des valeurs obtenues sans ionisation artificielle. Dans le cas des rayons cathodiques on peut être certain que ce n'est pas l'échauffement du gaz par les rayons qui provoque l'abaissement du potentiel explosif.

C. Muller<sup>1</sup> n'a pas trouvé que le potentiel disruptif soit abaissé par les rayons X, l'ionisation du radium et l'arc électrique. Ces différentes sortes de rayons donnent sensiblement les mêmes résultats. Muller en a tiré la conclusion que ces rayons évitent le retard disruptif sans abaisser le potentiel explosif.

Les valeurs des potentiels explosifs sont toujours plus élevées dans le cas du radium, par exemple:

| Distance explosive<br><i>d</i> (mm) | Potentiel disruptif (volts) |         |          |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------|----------|
|                                     | sans ionisation             | radium  | rayons X |
| 40                                  | 108.000                     | 105.000 | 104.000  |
| 10                                  | 32.200                      | 31.650  | 31.320   |

Hayashi<sup>2</sup> a travaillé avec l'arc électrique dont il a fait varier l'intensité, sans constater de différences dans les valeurs du potentiel explosif.

II. — *Expériences avec différentes sortes de sources ionisantes.*  
— Nous avons utilisé une cellule de radium, une petite ampoule à rayons X, donnant des rayons de dureté égale à 3° Benoît, et une lampe à mercure. Ces sources ionisantes ont donné sensiblement les mêmes potentiels explosifs. Le même résultat est atteint par une série d'étincelles qui se succèdent rapidement, les causes ionisantes extérieures étant supprimées. Un changement de l'intensité des rayons, obtenu en éloignant l'ampoule à rayons X n'a aucune influence sur le potentiel explosif, dans le cas de cette petite ampoule et des intensités relativement faibles. On peut donc être sûr qu'on évite le retard disruptif avec ces sources ionisantes sans abaisser le potentiel explosif.

<sup>1</sup> MULLER, C., *Annalen der Physik*, t. 28, p. 585, 1909.

<sup>2</sup> HAYASHI, F., *Annalen der Physik*, t. 45, p. 431, 1914.

Les conditions sont changées si on considère les rayons X d'une intensité plus grande. En utilisant un grand tube de dureté égale à 5° Benoît et d'une grande intensité, nous avons noté un abaissement du potentiel explosif jusqu'à 8 % comparativement au potentiel explosif observé en ionisant avec les sources ionisantes précédentes. Si on augmente la distance de l'ampoule, l'effet des rayons s'atténue et on arrive au potentiel disruptif que les autres sortes d'ionisation ont donné.

III. *Expériences avec des rayons X de grande intensité.* — Le courant alternatif, un interrupteur Wehnelt, une bobine d'induction et deux résistances ont été employées pour actionner le tube à rayons X. La description des autres appareils se trouve dans un travail précédent<sup>1</sup> sur la décharge disruptive. L'interrupteur Wehnelt n'est pas un instrument de précision, la pointe de platine s'use et par suite l'intensité des rayons X varie. Pour remédier à ce défaut, notre interrupteur Wehnelt est réglable, le fil de platine de 0,8 mm passe par un tube de verre sans être soudé, il est fixé dans un bouchon de liège, et peut être facilement avancé ou retiré. Ce dispositif nous a permis d'obtenir, selon notre désir, une intensité des rayons X à peu près constante.

Les résultats obtenus sont consignés dans la table 1 où  $d$  représente la distance explosive en mm,  $p$  la pression du gaz en atmosphère *abs.*,  $V_1$  le potentiel explosif de la première étincelle,  $V$  le potentiel disruptif en volts obtenu en ionisant avec des sources faibles,  $V_x$  le potentiel explosif abaissé par les rayons X. Nous avons utilisé dans ces expériences de petites électrodes hémisphériques en cuivre de 7,5 mm de rayons de courbure. Les mesures étaient faites dans l'azote comprimé.

Au moment où on ferme le circuit des rayons X, le potentiel explosif baisse à (23,3 =) 54900 volts, dès que les rayons cessent, il monte à (24,3 =) 56600 volts, comme pour une succession rapide d'étincelles. Pour les rayons X de grande intensité, ce phénomène se répète très régulièrement, mais pour les rayons X de faible intensité, le potentiel explosif reste à 56600 volts, depuis la première étincelle, le retard disruptif est donc évité.

<sup>1</sup> *Arch.*, 1921, p. 360.

TABLE I

*Abaissement du potentiel disruptif par les rayons X.*

| Dis tance explosive | Pression    | Première étincelle | Potentiel disruptif | Pot. disrupt. abaissé | Différences des potentiels explos. |                          |
|---------------------|-------------|--------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------|
| $d$<br>mm           | $p$<br>atm. | $V_1$<br>Volts     | $V$<br>Volts        | $V_x$<br>Volts        | $V - V_x$<br>Volts                 | $\frac{V - V_x}{V}$<br>% |
| 0,5                 | 20          | 32900              | 29800               | 29800                 | —                                  | —                        |
| 0,5                 | 25          | 37800              | 36400               | 36050                 | 350                                | 0,96                     |
| 0,5                 | 30          | 44400              | 43200               | 42550                 | 650                                | 1,50                     |
| 0,5                 | 35          | 51600              | 49700               | 49100                 | 600                                | 1,21                     |
| 0,5                 | 40          | —                  | 55900               | 55600                 | 300                                | 0,54                     |
| 0,5                 | 45          | 67100              | 61200               | 61000                 | 200                                | 0,32                     |
| 0,5                 | 50          | 72000              | 67000               | 66850                 | 150                                | 0,20                     |
| 1,0                 | 10          | 32800              | 31500               | 30850                 | 650                                | 2,06                     |
| 1,0                 | 15          | 46000              | 44400               | 43500                 | 900                                | 2,03                     |
| 1,0                 | 20          | —                  | 56500               | 55400                 | 1100                               | 1,95                     |
| 1,0                 | 25          | 69600              | 67500               | 66500                 | 1000                               | 1,48                     |
| 1,0                 | 30          | 80000              | 76900               | 76400                 | 500                                | 0,74                     |
| 1,5                 | 10          | 47500              | 44800               | 43700                 | 1100                               | 2,52                     |
| 1,5                 | 15          | —                  | 62500               | 61000                 | 1500                               | 2,46                     |
| 1,5                 | 20          | —                  | 77400               | 76600                 | 800                                | 1,03                     |
| 2,0                 | 6,23        | 39100              | 38300               | 37650                 | 650                                | 1,70                     |
| 2,0                 | 10          | 59100              | 56600               | 54900                 | 1700                               | 3,00                     |
| 2,0                 | 15          | —                  | 77350               | 76950                 | 400                                | 0,52                     |
| 2,5                 | 10          | —                  | 68700               | 66800                 | 1900                               | 2,77                     |

Voici comment nous procédions pour les mesures.

Pression  $p = 10$  atm. Distance explosive  $d = 2,00$  mm.

Electrodes hémisphériques 7,5 mm rayon de courbure.

|                                                                          | Divisions de l'électromètre | Potentiel explosif en Volts |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Première étincelle obtenue en augmentant lentement le potentiel. . . . . | 26,6                        | 59900                       |
| Seconde étincelle (après 1 minute . . . . .                              | 26,0                        | 59000                       |
| Troisième étincelle (après 15 secondes) . . . . .                        | 24,8                        | 57500                       |
| Quatrième étincelle. . . . .                                             | 24,4                        | 56800                       |
| Succession d'étincelles. . . . .                                         | 24,3                        | 56600                       |
| Avec sources ionisantes faibles . . . . .                                | 24,3                        | 56600                       |
| Avec rayons X de grande intensité . . . . .                              | 23,3                        | 54900                       |
| Aussitôt après l'interruption des rayons X. . . . .                      | 24,3                        | 56600                       |

Comme on le voit par ce tableau, le potentiel disruptif est notablement abaissé par les rayons X de grande intensité. Pour ces mesures, l'ampoule à rayons X était placée directement devant la fenêtre de quartz de l'appareil à décharge.

Il est intéressant de voir quel est l'effet produit sur le potentiel explosif lorsque l'on éloigne plus ou moins la source de rayons X. Nous avons fait varier la distance entre l'ampoule et l'appareil à décharge en conservant la même pression du gaz et la même distance explosive.

| Distance entre le tube à rayons X et la fenêtre de quartz (cm). | Divisions de l'électromètre (cm) | Potentiel disruptif (volts) |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| 0                                                               | 23,3                             | 54900                       |
| 5,0                                                             | 23,5                             | 55200                       |
| 10                                                              | 23,65                            | 55500                       |
| 15                                                              | 23,80                            | 55800                       |
| 25                                                              | 23,9                             | 56000                       |
| 50                                                              | 24,2                             | 56400                       |
| 100                                                             | 24,3                             | 56600                       |

Pour chaque distance, dès que les rayons X ont cessé, le potentiel explosif monte à 56600 volts, il est très régulier aussi pour une série d'étincelles. Pour chaque distance nous avons fait 6 mesures, en changeant le gaz dans l'appareil à décharge. Nous n'avons pas constaté d'importantes différences.

Dans une seconde série d'expériences, nous avons intercalé des feuilles d'aluminium entre le tube à gaz et l'ampoule à rayons X.

Pression de l'azote 10 atm, distance explosive 2,0 mm.

| Epaisseur de la feuille d'aluminium (mm) | Divisions de l'électromètre (cm) | Potentiel explosif (volts) |
|------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 0                                        | 23,30                            | 54900                      |
| sans rayons X                            | 24,3                             | 56600                      |
| 0,5                                      | 23,4                             | 55100                      |
| 1,0                                      | 23,4                             | 55100                      |
| 1,5                                      | 23,45                            | 55200                      |
| 3,0                                      | 23,6                             | 55450                      |
| 6,0                                      | 23,9                             | 56000                      |

Après tous les essais, le potentiel explosif monte à 56600 volts au moment où les rayons X cessent.

On voit qu'après avoir traversé 6 mm d'aluminium, les rayons X intenses sont encore capables d'abaisser le potentiel disruptif de plus de 1 %.

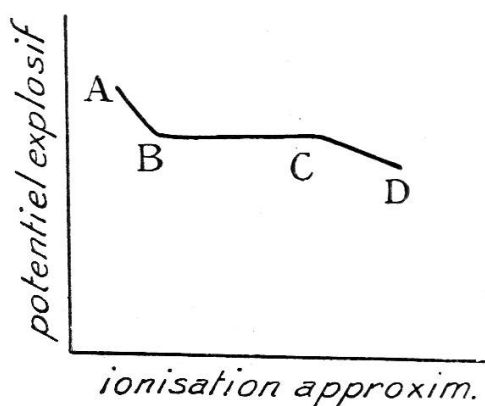


Fig. 1.

Ces expériences nous ont démontré l'intérêt qu'il y aurait à construire exactement pour des conditions déterminées la courbe du potentiel disruptif en fonction de l'intensité d'ionisation autrement dit du nombre d'ions produits dans le gaz par la source ionisante. Cette courbe présente l'allure générale suivante (Fig. 1), la pression et la distance explosive étant constantes.

A-B correspond à un petit nombre d'ions dans le gaz. Les premières étincelles sans ionisation artificielle se trouvent dans cette branche.

B-C correspond au potentiel explosif du gaz pour une pression  $p$  et une distance explosive  $d$ . Le gaz est ionisé par des sources ionisantes relativement faibles ou par une succession rapide d'étincelles.

C-D correspond au potentiel explosif abaissé par des rayons X de grande intensité. Plus le nombre d'ions produits par les rayons dans le gaz est grand, plus le potentiel disruptif est abaissé.

IV. CONCLUSIONS. — Avant de tirer des conclusions définitives il serait nécessaire de faire de très nombreux essais en employant une source de rayons X parfaitement constante et en déterminant quantitativement le degré d'ionisation du gaz sous l'action des rayons pour chaque pression du gaz considéré. Cependant nous croyons bon de résumer ici les résultats précédents obtenus entre électrodes hémisphériques de 7,5 mm de rayon de courbure dans les limites de pression de 10 à 50 atm. d'azote et de distance explosive de 0,5 à 2,5 mm.

1. L'abaissement relatif du potentiel disruptif par les rayons X de grande intensité semble d'autant plus marqué que la distance explosive est plus grande.

2. Pour une même distance explosive l'abaissement relatif du potentiel explosif produit par les rayons diminue à mesure que la pression augmente.

3. A pression et distance constante la courbe du potentiel disruptif en fonction de l'intensité d'ionisation affecte l'allure de la Fig. 1 c'est-à-dire présente un palier. Autrement dit entre certaines limites d'ionisation le potentiel disruptif reste sensiblement constant<sup>1</sup>.

4. Au delà de cette limite et au fur et à mesure que la dureté et l'intensité des rayons X augmente le potentiel disruptif subit un abaissement de plus en plus considérable.

5. Réciproquement si cette étude était suffisamment avancée il serait possible de déterminer la dureté et l'intensité des rayons X en connaissant l'abaissement qu'ils produisent sur le potentiel disruptif.

Je tiens à remercier sincèrement M. P. Mercier des précieux conseils qu'il m'a donnés pendant ces recherches.

Genève. — Laboratoire de Physique de l'Université.

---

<sup>1</sup> Dans leurs expériences, effectuées postérieurement aux nôtres, M. C.-E. Guye et H. Weigle ont aussi trouvé dans l'azote un palier, mais la partie descendante de la courbe aux très fortes ionisations était beaucoup moins accentuée dans leurs expériences. Il y a là une divergence non encore expliquée.