

# JOURNAL DE PHYSIQUE

## THÉORIQUE ET APPLIQUÉE.

---

**SUR LES LOIS THERMIQUES DE L'ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE DANS LES GAZ;**

PAR M. EMILIO VILLARI.

(EXTRAIT PAR L'AUTEUR.)

Plusieurs physiciens se sont occupés des différentes propriétés de l'étincelle électrique, et quelques-uns surtout, parmi lesquels je citerai Poggendorff, étudièrent ses propriétés thermiques, en cherchant par des thermomètres ordinaires à déterminer la différence de température dans ses points divers. J'ai entrepris, depuis l'année passée, une étude plus générale sur l'étincelle et j'ai voulu examiner quelles lois thermiques suit l'étincelle, lorsqu'elle se produit dans les gaz. Je vais exposer les points essentiels de mes recherches, déjà données dans un Mémoire ( <sup>1</sup> ) très étendu.

I. L'appareil dont je me suis servi pour ces recherches se compose principalement d'un *thermomètre à étincelle* que j'ai imaginé. Il est formé d'un ballon de verre ayant environ 1<sup>lit</sup> de capacité, avec quatre tubulures, deux horizontales et deux verticales.

Par les deux premières, grâce à des garnitures de laiton, des bouchons de liège et du mastic, pénètrent dans l'intérieur du ballon

---

(<sup>1</sup>) *Rendiconti dell' Accademia delle Scienze di Bologna*, 1879, et *Nuovo Cimento*, p. 161; 1879.

deux électrodes de laiton, terminées intérieurement par des fils de platine ou d'argent courts et pointus, et extérieurement par des petites boules de laiton. A la tubulure verticale supérieure est mastiqué un robinet, et l'inférieure porte un long tube de verre ayant environ  $0^m,003$  de diamètre intérieur. Celui-ci plonge dans une solution de 3 parties de glycérine et 1 d'eau distillée, et cette solution s'élève de quelques décimètres dans le tube et sert d'index. Le ballon est recouvert d'une couche de vernis d'une épaisseur de  $0^m,002$  et suspendu dans une caisse de bois dont les parois sont éloignées de quelques centimètres du ballon. Enfin les parois de la caisse qui correspondent aux électrodes sont d'ébonite et percées de manière que les électrodes ne les touchent pas, de sorte que le ballon est parfaitement isolé (chose d'une nécessité indispensable dans ces recherches) et garanti des irradiations perturbatrices.

Ce thermomètre était mis dans le circuit d'une batterie de bouteilles de Leyde, parfaitement isolée. Une bouteille électrométrique, introduite dans le circuit, mesurait les charges données à la batterie, et le circuit, gardé interrompu pendant la charge, pouvait se fermer en abaissant avec une baguette d'ébonite un bras de laiton, fait exprès, isolé sur une colonne de verre vernissée de la même manière. La décharge passait alors par le ballon, et l'abaissement de la glycérine dans le tube, mesuré avec une échelle divisée en millimètres, marquait le réchauffement du gaz parcouru par l'étincelle. La batterie était chargée par une machine de Holtz.

II. Mes premières recherches eurent pour but d'étudier la relation entre la quantité de chaleur développée par une étincelle électrique et la quantité d'électricité qui la produit. C'est pourquoi je chargeais une batterie de dix-huit bouteilles de Leyde avec une charge électrique qui variait de 16 à 56 unités (l'unité prise par moi est la décharge électrométrique gardée toujours constante). Ensuite je déchargeais la batterie à travers le ballon et je mesurais le réchauffement de celui-ci. Mes essais furent exécutés sur l'air, sur l'oxygène, sur l'azote, sur l'hydrogène et sur l'acide carbonique parfaitement secs, et de tous les résultats que j'ai obtenus je vais en enregistrer quelques-uns seulement.

Charges	Chaleur développée	Rapport
Q.	C.	Q : C.
12	3,2	3,75
15	4,9	3,75
18	5,3	3,40
21	5,6	3,06
24	6,1	3,93
28	9,7	2,89
32	11,0	2,91
36	10,8	3,33
40	11,5	3,74
44	12,6	3,49
48	14,4	3,34
52	15,5	3,35
Moyenne...		3,41

Les rapports indiqués dans la troisième colonne oscillent tout près de la moyenne, quoique les charges employées aient beaucoup varié. On peut énoncer la loi suivante.

*Première loi.* — Le calorique développé par l'étincelle électrique dans les gaz est directement proportionnel à la quantité d'électricité qui la produit.

Avant d'aller plus loin, il est bon de faire remarquer que le rapport  $Q : C$  peut nous donner une idée de la conductibilité des différents gaz, car, lorsque la conductibilité augmente,  $C$  diminue et la valeur de  $Q : C$  augmente. Pour les différents gaz examinés par moi, elle est la suivante :

Noms des gaz.	Rapport moyen $Q : C$ ou conductibilité.
Hydrogène.....	3,200
Azote.....	2,095
Air.....	2,090
Oxygène.....	2,000
Acide carbonique.....	1,950

Par les nombres précédents on s'aperçoit que la conductibilité de l'air est comprise, comme c'est naturel, entre celle de l'oxygène et celle de l'azote, que l'acide carbonique est parmi tous le moins

conducteur et que l'hydrogène est le plus conducteur, et ce dernier résultat concorde avec quelques essais de M. Becquerel, exécutés par une méthode tout à fait différente.

III. Après avoir démontré cette première loi, que j'appellerai *loi des quantités*, je cherchai à déterminer l'effet de la longueur de l'étincelle sur la chaleur développée. Cependant, pour résoudre ce problème, je dus trouver une manière pour mesurer la quantité d'électricité qui passait dans la décharge lorsqu'elle produisait des étincelles de longueur différente, et pour le faire je me servis d'un galvanomètre de Wiedemann avec une ou deux bobines de fil de cuivre recouvert de gutta-percha. Par cet appareil, les déviations produites par la décharge d'une batterie étaient très régulières et les mesures galvanométriques pouvaient se faire avec facilité, exactitude, et sans aucun de ces artifices reconnus comme indispensables par M. Colladon, Faraday et autres <sup>(1)</sup>.

D'après tous les essais que j'ai faits avec le galvanomètre, j'ai pu confirmer, même dans ce cas, que les déviations galvanométriques produites par les décharges d'un même condensateur sont indépendantes de la longueur de l'étincelle qui se produit dans le circuit interrompu dans un point donné.

En outre, pour mieux établir cette loi capitale, dans mes recherches ultérieures j'ai mesuré, avec deux méthodes tout à fait rigoureuses et différentes, la charge résiduelle de la batterie après la production de chaque décharge, et j'ai trouvé ce résidu toujours constant pour des étincelles qui variaient de 0<sup>m</sup>, 001 à 0<sup>m</sup>, 030, en supposant la charge initiale toujours la même.

IV. Cela établi, j'ai étudié l'influence de la longueur de l'étincelle sur la chaleur dégagée. Je me servis des bouteilles ordinaires et j'introduisis dans leur circuit le thermomètre à étincelle que j'ai déjà décrit. Après, je chargeai la batterie avec une charge toujours constante; ensuite je la déchargeai à travers le thermomètre et j'en observai les déviations. Je m'aperçus, après plusieurs essais, qu'à cause des trop grandes longueurs de l'étincelle dans le ballon une partie de l'électricité se dissipait à la surface et par les sup-

---

(1) Voir MASCART, *Électricité*, §§ 239 et suiv. Paris, 1879.

ports ; c'est pourquoi je dus tout isoler de la manière la plus parfaite, et je le fis comme j'ai dit plus haut. Je fis ensuite beaucoup d'essais avec des étincelles de longueurs différentes, et j'inscris dans le Tableau suivant quelques-uns des résultats moyens que j'ai obtenus :

*Hydrogène. — Ballon B.*

Numéro d'ordre.	Charge Q.	Longueur de l'étincelle	Chaleur C.	Rapport C : L.
		L.		
1.....	45	16,5	12,2	0,74
2.....	»	22,5	15,9	0,71
3.....	»	24,6	17,03	0,69
4.....	»	28,4	19,53	0,69
5.....	»	33,2	21,73	0,65
6.....	»	37,0	25,66	0,69
7.....	»	42,8	29,33	0,68
8.....	»	45,8	30,95	0,67
9.....	»	51,0	37,00	0,72
10.....	»	55,4	41,16	0,74
Moyenne.....				0,70

Dans ce Tableau sont donnés les résultats relatifs à l'hydrogène, et de ceux-ci on s'aperçoit que, la longueur de l'étincelle ayant varié de 16,5, à 55,4, c'est-à-dire comme 1 : 3,4, le rapport C : L entre la chaleur développée par l'étincelle et sa longueur reste presque absolument constant, comme on le voit dans la dernière colonne de la Table précédente. Voilà pourquoi nous pouvons énoncer la loi suivante.

*Deuxième loi.* — La quantité de chaleur développée par l'étincelle électrique dans un gaz augmente en proportion de sa longueur.

Cette loi, qui est analogue à celle trouvée par Riess pour les métaux traversés par la décharge, nous mène à deux conclusions importantes. La première, c'est que la température de l'étincelle dans ses points divers est indépendante de sa longueur. La seconde, c'est que, comme pour les métaux, la quantité de chaleur développée est proportionnelle à la longueur du fil ou bien à sa résistance ;

ainsi, même dans les gaz, la chaleur développée étant proportionnelle à la longueur de la couche parcourue, la résistance du gaz doit être proportionnelle à sa longueur. D'après cela, nous pouvons énoncer les corollaires suivants :

*a.* La température de l'étincelle électrique en différents points est indépendante de sa longueur.

*b.* La résistance électrique des gaz est proportionnelle à l'épaisseur de la couche gazeuse.

V. Après de telles recherches, je voulus déterminer l'influence qu'exerce la surface de la batterie sur les phénomènes thermiques et galvanométriques. Dans ce but, j'introduisis dans le circuit de la batterie isolée, dont je pouvais facilement augmenter ou diminuer le nombre des bouteilles, le galvanomètre et le thermomètre à étincelle. Je communiquai ensuite une charge constante à la batterie, et, après, je déchargeai la batterie à travers le galvanomètre et le thermomètre. Chaque expérience fut répétée au moins trois fois, et quelques-uns des résultats moyens sont donnés dans le Tableau suivant :

*Ballon B. — Électrodes d'argent.*

Número d'ordre.	Nombre des bouteilles.	Chaleur.	Déviation galvanométriques.
1 . . . . .	12	10,0	42
2 . . . . .	18	9,6	43
3 . . . . .	24	10,7	42
4 . . . . .	30	9,5	41
5 . . . . .	36	9,5	42

Dans le Tableau précédent, on a indiqué le nombre des bouteilles, la chaleur dégagée et les déviations galvanométriques produites par la décharge, et de ce Tableau on relève, comme tout à fait certaine, la loi suivante.

*Troisième loi.* — La chaleur ainsi que les déviations galvanométriques produites par la décharge d'un condensateur sont indépendantes de sa surface :

Pour achever ce rapide abrégé de mes essais sur l'étincelle, je dirai que j'ai fait quelques observations pour montrer l'influence

qu'exerce la variation du circuit extérieur sur les phénomènes thermiques de l'étincelle.

Les résultats moyens que j'obtins de différentes mesures démontrèrent que le réchauffement du thermomètre par une décharge donnée diminue lorsque la résistance du circuit extérieur augmente, et les déviations galvanométriques en sont indépendantes. Enfin j'ai étudié encore l'influence de la direction de la décharge dans le ballon quand elle avait lieu entre un disque et une pointe qui terminaient les électrodes, et il ne me fut jamais possible d'apercevoir aucune influence de la direction de l'étincelle sur la chaleur qu'elle produit.

---