



**HAL**  
open science

## Sur la loi de Joule

P. Garbe

► **To cite this version:**

P. Garbe. Sur la loi de Joule. J. Phys. Theor. Appl., 1884, 3 (1), pp.195-199.  
10.1051/jphystap:018840030019500 . jpa-00238215

**HAL Id: jpa-00238215**

**<https://hal.science/jpa-00238215>**

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.

**SUR LA LOI DE JOULE;**

PAR M. P. GARBE.

La manière la plus directe de mesurer en unités de chaleur le rayonnement total d'une source est de l'enfermer dans un calorimètre métallique absolument clos et d'évaluer l'échauffement qu'elle y produit. Dans le cas où la source est un conducteur traversé par un courant, une lampe à incandescence par exemple, et où, par suite, le rayonnement est corrélatif d'une dépense d'énergie électrique, on peut, en vertu de la loi de Joule, substituer à la mesure directe de ce rayonnement celle de l'énergie dépensée. Cette substitution offre, au point de vue expérimental, des avantages évidents : la précision des mesures en est augmentée, et, en outre, il devient possible comme j'avais à le faire, d'étudier simultanément le rayonnement total et tout autre phénomène corrélatif de celui-là.

Toutefois, avant d'opérer cette substitution, et comme la graduation d'appareils en unités absolues est toujours chose assez délicate, je tenais à m'assurer que les nombres absolus fournis par mes appareils dans ces deux modes de détermination étaient concordants, et, en second lieu, que la loi de Joule s'appliquait aux températures si élevées auxquelles le charbon se trouve porté.

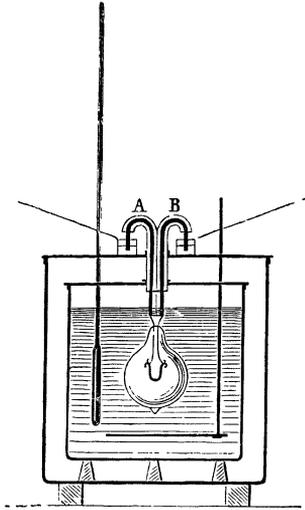
Je me suis servi du calorimètre de M. Berthelot. Deux excellents thermomètres Baudin, donnant le  $\frac{1}{50}$  de degré par division de 1<sup>mm</sup> environ, plongent, l'un dans l'enceinte extérieure, l'autre dans le calorimètre par l'ouverture rectangulaire du couvercle. La lampe à incandescence est suspendue au sein du liquide par deux gros fils de cuivre recouverts de gutta, qui traversent côte à côte les ouvertures centrales des couvercles et viennent plonger à leur sortie dans deux godets A, B (*fig. 1*) remplis de mercure, où aboutissent également les fils de l'électromètre. Deux autres godets, situés en face des premiers, reçoivent les fils qui amènent le courant et qui sont assez gros pour ne pas s'échauffer pendant l'expérience.

La mesure de l'intensité se faisait au moyen d'un galvanomètre de Weber, muni d'un shunt au  $\frac{1}{100}$  environ, et mis en dérivation

sur le courant principal. Ce galvanomètre, muni du shunt, avait été gradué en ampères par la décomposition du sulfate de cuivre, en partant des données de M. Mascart et en adoptant, pour le calcul, la variation de poids de la lame négative, laquelle était inférieure de  $0^{\text{mgr}},6$  à celle de la lame positive.

N'ayant pas à ma disposition d'électromètre Thomson, j'ai construit un électromètre ordinaire de M. Lippmann, dont j'ai déterminé la courbe. Au moyen d'éléments Daniell mis en opposition

Fig. 1.



et d'un commutateur, j'obtenais la différence de potentiel entre A et B par une indication de l'électromètre inférieure à  $0^{\text{dan}},5$ . La force électromotrice d'opposition de ces daniells fut déterminée au moyen du galvanomètre précédent, par la méthode indiquée par M. Crova dans ce Journal <sup>(1)</sup>.

La mesure des différences de potentiel en A et B, pendant la marche de la lampe, doit être faite avec soin. On sait, en effet, que la résistance du charbon diminue rapidement, à mesure que sa température s'élève, à tel point que, dans la lampe Maxim qui a servi à mes expériences, cette résistance, qui, à froid, est de

<sup>(1)</sup> *Journal de Physique*, 1<sup>re</sup> série, t. III, p. 278.

$5^{\text{ohms}}, 4$ , n'est plus que de  $3^{\text{ohms}}$  pour une intensité du courant égale à  $2^{\text{amp}}, 4$ .

Une première détermination, faite avec environ  $600^{\text{gr}}$  d'eau distillée dans le calorimètre, m'a donné :

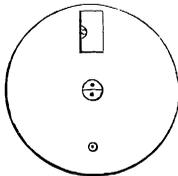
Intensité en ampères.	Travail électrique dépendé en $10^{\text{m}}$ .	Chaleur reçue par le calorimètre en $10^{\text{m}}$ .
0,926 . . . . .	430 <sup>cal</sup> ,9	430 <sup>cal</sup> ,7

l'équivalent mécanique de la chaleur étant pris égal à 0,428.

La concordance de ces nombres est parfaite et même inespérée ; car, bien que les conditions calorimétriques fussent excellentes, l'erreur possible de  $\frac{1}{200}$  de degré changerait de 3 unités le nombre de calories dégagées.

M'étant aperçu que, pour de fortes intensités, des traces d'électrolyse se manifestaient entre les fils si rapprochés de la lampe ; n'ayant plus, d'ailleurs, pour la vérification de la loi de Joule, à faire de mesures absolues, je remplaçai l'eau par de l'alcool à  $95^{\circ}$ . A ce titre, l'alcool, tout en isolant parfaitement, n'est pas assez hygrométrique pour troubler les expériences. D'ailleurs le calorimètre avait été fermé, comme l'indique la *fig.* 2, et cette condi-

Fig. 2.



tion est indispensable si l'on veut que les radiations de toute nature, émises par le charbon incandescent, soient retenues dans l'appareil.

D'après la nature du phénomène calorifique à mesurer, il semblait naturel d'appliquer la méthode de compensation de Rumford ; mais je n'ai pas tardé à m'apercevoir, ainsi que l'a montré M. Berthelot, que, même dans le cas actuel, ce mode de correction est illusoire. Il est assez difficile, en effet, de se représenter ce que peut être le rayonnement entre deux corps, tels que le calorimètre et l'enceinte, séparés l'un de l'autre par une double couche d'air et une cloison métallique.

D'ailleurs, la marche du calorimètre ne peut être réglée à volonté, et, ainsi qu'on le verra plus bas, sa température s'élève encore pendant quelques minutes après la rupture du courant. En se plaçant, au contraire, dans les conditions indiquées par M. Berthelot et en ayant soin que l'élévation de température du calorimètre ne dépasse pas  $2^{\circ}$ , la correction du rayonnement est insignifiante et le seul refroidissement qu'éprouve l'appareil est dû à l'évaporation de l'alcool. Pour tenir compte de ce refroidissement qui, bien que faible, n'est pas cependant négligeable, j'ai divisé la durée d'une expérience en deux périodes : l'une, d'échauffement rapide correspondant au passage du courant dans la lampe ; l'autre, d'échauffement lent suivi de refroidissement.

J'ai appliqué à la première période la moyenne des corrections initiale et finale, et à la seconde la correction finale, qui ne dépassait d'ailleurs jamais  $0^{\circ},006$  à la minute. Voici le détail d'une expérience :

Heure.	Calorimètre.		Galva- nomètre.	Électromètre ( $5^{\text{dan}} + \varepsilon$ ).	
	<sup>h</sup>	<sup>o</sup>			
	8.26	11.290	} correction	o	
Départ...	8.30	11.290	} initiale...	0,000	
	0.31	»		217,9	mm dan
				405,3	$\varepsilon = 0,228$
Arrêt ....	8.33	12.800		217,1	
	8.34	12.870			
	8.35	12.890			
	8.36	12.890			
	8.37	12.883			
	8.38	12.880			
	8.39	12.875			
	8.40	12.870	} correction		
	8.42	12.858	} finale.....	0,006	
			Correction moyenne pour 3 <sup>m</sup> ...	0,009	
			Correction finale pour 7 <sup>m</sup> .....	0,042	
				<u>0,051</u>	

Température corrigée à  $8^{\text{h}}40^{\text{m}}$  :  $12,87 + 0,051 = 12^{\circ},921$ .

Élévation de tempér. pour trois minutes de passage :  $12,921 - 11,29 = 1^{\circ},631$ ,

Élévation de température pour dix minutes de passage :  $0 = 5^{\circ},433$ ,

Déviatiion du galvanomètre :  $\delta = 405,3 - 217,5 = 187,8$ ,

Différence de potentiel :  $e = 5^{\text{dan}},228$ ,

$$\frac{\delta e}{\theta} = 180,7.$$

Le Tableau suivant donne les résultats obtenus :

Déviaton du galvanomètre = $\delta$ .	Différence de potentiel en daniells = $e$ .	Élévation de température rapportée à 10 <sup>m</sup> de passage = $\theta$ .	Rapport $\frac{\delta e}{\theta}$ .
39 .....	1,49	0,323	179,9
140,5.....	4,083	3,189	179,8
187,8.....	5,228	5,433	180,7
231,4.....	6,25	8,02	180,3

Si l'on se reporte aux nombres donnés par Lenz, on voit qu'ils présentent entre leurs extrêmes une différence de  $\frac{1}{11}$  environ de leur valeur, quoique cependant les fils, s'échauffant peu, restassent presque identiques à eux-mêmes, tant au point de vue de leur structure que de la nature des radiations qu'ils émettaient. La cause de ces divergences doit être sans doute cherchée dans l'imperfection de l'appareil calorimétrique employé. Les expériences précédentes, faites avec un appareil et dans des conditions qui permettent d'accorder toute confiance aux résultats, affirment donc l'exactitude de la loi de Joule dans le cas des corps solides et jusqu'aux températures les plus élevées auxquelles on puisse les porter.