



HAL
open science

Sur l'étalon absolu de lumière

J. Violle

► **To cite this version:**

J. Violle. Sur l'étalon absolu de lumière. J. Phys. Theor. Appl., 1884, 3 (1), pp.241-250.
10.1051/jphystap:018840030024101 . jpa-00238231

HAL Id: jpa-00238231

<https://hal.science/jpa-00238231>

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 L'ÉTALON ABSOLU DE LUMIÈRE ;

PAR M. J. VIOLLE.

L'étude de la radiation émise par l'argent fondu ⁽²⁾ avait essentiellement pour but de vérifier le principe de la méthode qui consiste à prendre comme étalon de lumière un métal à son point de fusion, suivant l'idée que j'avais formulée au Congrès international des électriciens en 1881.

Ces recherches préliminaires ayant établi la constance du rayonnement pendant toute la durée de la solidification, j'ai pu aborder avec sûreté la réalisation de l'étalon absolu.

(¹) Extrait du Rapport présenté à la seconde séance de la Conférence internationale des unités électriques, par M. Mascart, Président et Rapporteur de la Sous-Commission.

(²) Voir *Journal de Physique*, 2^e série, t. II, p. 366; 1883.

Si l'argent convient parfaitement pour des expériences de laboratoire, soit comme source directe, soit plutôt comme repère à côté d'une source usuelle (lampe à pétrole, par exemple), seul parmi les métaux usuels, le platine présente l'inaltérabilité et l'éclat que doit offrir l'étalon prototype.

I. — Définition et réalisation de l'unité absolue.

Je prends comme unité absolue de lumière *la radiation émise par une surface d'un centimètre carré de platine fondu à la température de solidification.*

Réalisation pratique. — Pour réaliser exactement les conditions de la définition, il est nécessaire d'observer certaines précautions qui doivent être indiquées.

La première condition est d'avoir du platine parfaitement pur; car non seulement la présence de corps étrangers pourrait altérer la température de fusion, mais encore et surtout une trace de métal oxydable amènerait à la surface du bain la formation d'un voile qui compromettrait les mesures. Heureusement, cette pureté indispensable n'est pas très difficile à obtenir et se conserve aisément, les opérations répétées, auxquelles on soumettra une même masse de platine, ne pouvant guère y introduire que des corps dont l'opération même de la fonte débarrasse à peu près complètement le métal à chaque fusion. Dans toutes les expériences rapportées plus loin, j'ai eu à ma disposition du platine irréprochable, que m'avait obligeamment fourni M. Matthey, et dont M. Debray avait bien voulu contrôler lui-même la purification.

La chaux étant encore aujourd'hui le seul corps dans lequel on puisse pratiquement fondre le platine, j'ai employé exclusivement l'appareil de MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray. Avec du platine pur, la surface du bain se présente toujours parfaitement nette et brillante (1).

Afin de limiter la surface éclairante, je fais usage d'un dia-

(1) Si, par accident, quelque poussière ou fragment de chaux vient la souiller, on l'ôte aisément avec un morceau de terre réfractaire ou de platine, qui, se ramollissant au voisinage du bain, permet de saisir et d'enlever le corps étranger.

phragme, constitué par une sorte de boîte en platine, à l'intérieur de laquelle passe de l'eau froide, et percé d'une ouverture rectangulaire de dimension déterminée. Il suffit de modifier cette ouverture pour obtenir tel multiple ou sous-multiple de l'unité que l'on désire (1).

Le diaphragme est noirci en entier et particulièrement sur sa face inférieure, de manière à éviter toute réflexion de lumière vers le platine.

Pour le même objet, le creuset est rempli à pleins bords, et la paroi antérieure du couvercle vient affleurer la surface du métal, laissant juste sur les coins une étroite ouverture destinée au passage des gaz.

Il est indispensable enfin, par un système d'écrans convenablement appropriés, de supprimer tous rayons autres que ceux qui sortent par l'ouverture du diaphragme.

Le métal étant bien fondu (ce qui n'offre aucune difficulté), on recule le couvercle de façon à découvrir à peu près la moitié du bain. On place le diaphragme au-dessus, à faible distance (le courant d'eau froide empêche tout échauffement appréciable de la boîte métallique).

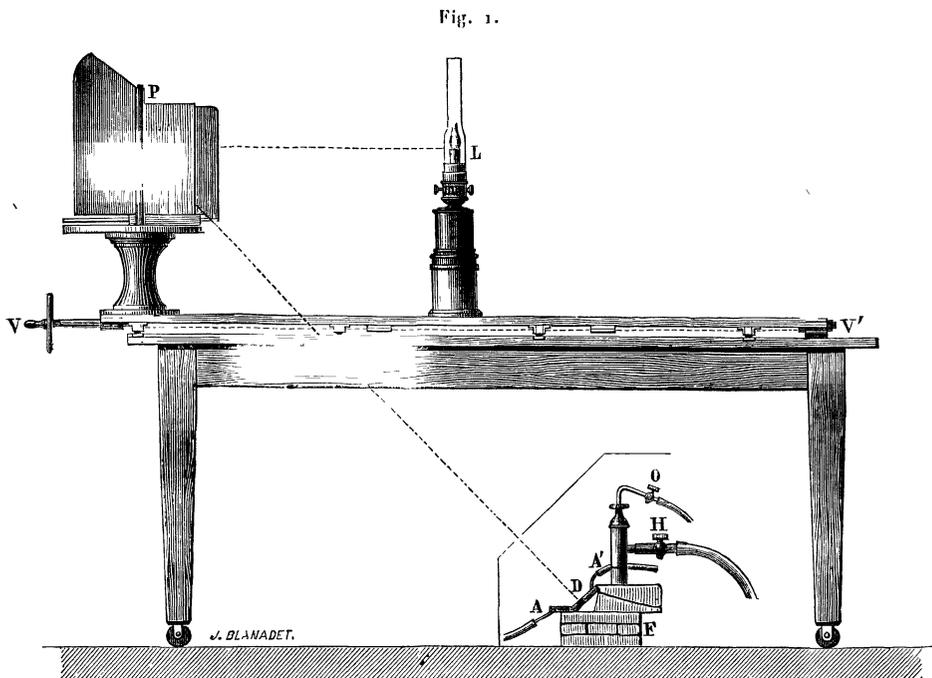
La mesure photométrique devant être prise à l'instant de la solidification, l'opération se fait comme il suit : on supprime les gaz et on laisse le métal liquide se refroidir librement ; l'intensité lumineuse diminue d'abord rapidement, puis de moins en moins vite, devient ensuite stationnaire, pour reprendre enfin, quelques instants plus tard et après un *éclair*, une marche de nouveau décroissante ; de sorte que le moment de la mesure se trouve ainsi bien déterminé. Si l'on tient à se donner plus de temps pour les observations, au lieu d'arrêter complètement les gaz, on en modérera l'arrivée de façon à prolonger autant que l'on désirera la solidification, une flamme très courte suffisant à maintenir le platine au point voulu sans altérer sensiblement la lumière émise. Mais le premier procédé a paru le plus facile à tous ceux qui ont répété mes expériences ; car, après deux ou trois épreuves, l'opérateur,

(1) M. Clément, qui m'a assisté avec beaucoup de zèle dans toutes ces expériences, m'a construit très habilement plusieurs diaphragmes en platine pur, soudés à la soudure autogène.

sans voir le platine, a parfaitement conscience de l'instant exact où il doit arrêter la mesure photométrique.

II. — Étalonnage de la lampe Carcel normale.

La lampe Carcel, type Dumas et Regnault, ayant été recom-



mandée par la Conférence comme étalon secondaire usuel, j'ai dû chercher en premier lieu à établir la valeur de cette lampe relativement à mon étalon prototype.

L'étalonnage de la lampe Carcel a été fait d'après deux méthodes différentes :

1° Par comparaison avec la radiation directe émanant du platine sous l'angle de 45° ;

2° Par comparaison avec la radiation émise normalement par le platine et réfléchi horizontalement sur un miroir à 45° .

1° *Comparaison de la lampe Carcel avec la lumière émise par le platine sous l'angle de 45°.* — J'ai employé le photomètre Rumford construit par MM. Sautter et Lemonnier pour le service des phares. Sur l'une des moitiés de l'écran translucide tombe la lumière de la lampe-unité placée sur un chariot que l'opérateur peut, au moyen d'une vis sans fin, avancer ou reculer, de façon à égaliser l'éclairement de la lampe avec celui de l'étalon. La deuxième moitié de l'écran reçoit sous l'angle de 45° la lumière émanant du platine sous ce même angle.

Par ce premier procédé on a trouvé, pour la valeur de la lampe Carcel normale C,

$$C = \frac{1}{2,118}.$$

2° *Comparaison de la lampe Carcel avec la lumière émise normalement par le platine et réfléchi sur un miroir à 45°.* — J'ai effectué par ce procédé deux groupes d'expériences.

A. Dans le premier groupe on a encore employé le photomètre de MM. Sautter et Lemonnier, en disposant le bain sur le support à miroir joint à cet appareil en vue des mesures de foyers électriques sous divers angles.

On a opéré avec deux diaphragmes, dont les ouvertures respectives étaient 3^{es} et 6^{es}.

La moyenne de deux séries de mesures dans le premier cas fut

$$C = \frac{1}{2,079}.$$

Dans le deuxième cas, deux séries ont donné

$$C = \frac{1}{2,077}.$$

B. Les expériences du deuxième groupe ont été exécutées avec l'appareil construit par M. Deleuil (*fig. 2*) pour la vérification du pouvoir éclairant du gaz à Paris. Le photomètre est celui de Foucault. La lampe Carcel était la lampe n° 1 du Bureau central d'essai : elle a été obligeamment mise à ma disposition par M. Le Blanc, qui a bien voulu assister aux expériences et veiller aux mesures. La manipulation de la lampe et les lectures photométriques ont été confiées à l'un des vérificateurs municipaux, M. Coupaye.

Voici, par exemple, les résultats de la deuxième série.

En appelant

S la surface utile du platine;

D la distance de cette surface au photomètre;

d la distance de la lampe au photomètre;

p le poids d'huile brûlée par la lampe en une heure;

r le pouvoir réflecteur du miroir,

on eut

$$\begin{aligned} S &= 3^{\text{e}9}, 96, \\ D &= 3204^{\text{mm}}, \\ d &= 1246^{\text{mm}}, \\ p &= 43^{\text{gr}}, 4, \\ \frac{I}{r} &= 1,204, \end{aligned}$$

les valeurs observées pour d ayant été

1252
1238
1252
1241
1248

Moyenne... 1246

d'où

$$C = \frac{I}{2,077} \quad (1)$$

La première série ayant fourni un résultat identique, la moyenne de ces deux séries est

$$C = \frac{I}{2,077}.$$

En résumé, l'étalonnage de la lampe Carcel normale nous a donné :

| | |
|---|-------------------|
| Premier procédé (1 série)..... | $\frac{I}{2,118}$ |
| Deuxième procédé : 1° A (2 séries)..... | $\frac{I}{2,079}$ |
| » B (2 séries)..... | $\frac{I}{2,077}$ |
| » 2° (2 séries)..... | $\frac{I}{2,077}$ |

(1) Le rayonnement de la surface 3^e9,96 de platine, après réflexion sur le miroir, est donc 6,832 C.

La moyenne des sept séries est, par conséquent,

$$C = \frac{1}{2,08}.$$

Si nous admettons que la flamme de la lampe Carcel a normalement 35^{mm} de hauteur sur 15^{mm} de large, soit 5^{gr}, 25, une surface égale de platine fondant émettrait une lumière de 5,25 × 2,08 ou 10,92 carcels. *L'intensité intrinsèque de notre étalon est donc, à très peu près, 11 fois celle de la lampe Carcel.*

III. — Expériences sur les foyers électriques.

Les expériences sur les foyers électriques ont été faites au laboratoire de l'Association pour l'étude de l'Électricité, dont l'ingénieur, M. Monnier, m'a prêté l'aide la plus empressée, en dirigeant les mesures électriques et en vérifiant fréquemment les observations photométriques.

J'ai opéré successivement sur des lampes à arc, des bougies et des lampes à incandescence.

En ce qui concerne les deux premières sortes de foyers, je ne rapporterai aucun résultat numérique, les expériences ayant eu pour but, non de déterminer l'intensité de ces foyers, mais d'étudier la valeur pratique du nouvel étalon : à ce point de vue, elles ont été complètement satisfaisantes.

J'entrerai, au contraire, dans quelques détails sur les expériences avec les lampes à incandescence, dont la constance et la couleur rendent la comparaison avec mon étalon très facile et très sûre.

Pour effectuer cette comparaison, on s'est servi d'un photomètre Bunsen, que l'on pouvait déplacer entre les deux sources, séparées l'une de l'autre par une distance horizontale de 4^m. Les rayons émis verticalement par le platine étant rabattus horizontalement au moyen d'un miroir à 45°, la distance effective totale était de 4^m, 50 environ. Elle a été déterminée chaque fois exactement : nous la désignerons par Δ; nous appellerons toujours D la distance du platine au photomètre.

La lampe à incandescence (système Swan) était alimentée par une batterie de trente accumulateurs de Kabath. Une boîte de

résistance intercalée dans le circuit permettait de faire varier le régime. Toutes les minutes, un observateur notait l'intensité i du courant et la chute de potentiel e entre les bornes de la lampe. Il suffisait donc de relever l'instant de chaque mesure photométrique pour connaître le régime correspondant de la lampe et, par suite, son pouvoir éclairant E en carcels. Des expériences spéciales effectuées au commencement et à la fin de chaque séance ayant établi ce pouvoir éclairant pour différentes valeurs de ie , une interpolation par exponentielle ⁽¹⁾ donnait les valeurs de E correspondant aux valeurs intermédiaires de ie , indépendamment de toute variation de la carcel.

Dans une première séance, trois observateurs différents ont fait chacun six mesures. Des dix-huit déterminations ainsi obtenues, on peut déduire autant de valeurs de l'expression $\frac{ED^2}{(\Delta - D)^2}$, représentant l'intensité, en carcels, de la lumière que réfléchit le miroir placé au-dessus du platine. Relativement aux observateurs, ces valeurs se partagent en trois groupes, dont les moyennes respectives sont :

| | |
|------------|-------|
| G..... | 7,018 |
| M.. | 7,016 |
| V..... | 7,035 |
| Moyenne... | 7,023 |

Relativement au régime de la lampe, elles se divisent encore en trois groupes :

| i . | e . | ie . | E . | D . | $\frac{D^2}{(\Delta - D)^2}$. | $\frac{ED^2}{(\Delta - D)^2}$. | |
|-------|-------|--------|-------|--------------|--------------------------------|---------------------------------|----------|
| 0,88 | 48,2 | 42,4 | 1,64 | 3060 | 4,275 | 7,011 | (7 exp.) |
| » | 48,5 | 42,7 | 1,75 | 3033 | 4,067 | 7,066 | (3 ») |
| » | 48,4 | 42,6 | 1,71 | 3040 | 4,108 | 7,023 | (8 ») |
| | | | | Moyenne..... | | 7,023 | |

Dans une deuxième séance, on fit varier beaucoup plus le régime de la lampe; le Tableau suivant résume les observations.

(1) Pour faire cette interpolation, on posait $E = k(ie)^n$, k étant un coefficient constant et n un exposant, dont on déterminait chaque fois la valeur exacte d'après les expériences mêmes.

| <i>i.</i> | <i>e.</i> | <i>æ.</i> | <i>E.</i> | <i>D.</i> | $\frac{D^2}{(\Delta - D)^2}$ | $\frac{ED^2}{(\Delta - D)^2}$ | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|-------------------------------|----------|
| 0,86 | 47,7 | 41 | 1,35 | 3140 | 5,177 | 6,989 | (3 exp.) |
| » | 47,9 | 41,2 | 1,37 | 3130 | 5,071 | 6,947 | (2 ») |
| » | 48 | 41,3 | 1,38 | 3130 | 5,071 | 6,998 | (2 ») |
| 0,89 | 49,3 | 43,9 | 1,70 | 3030 | 4,135 | 7,029 | (3 ») |
| 0,90 | 49,5 | 44,6 | 1,80 | 2995 | 3,857 | 6,943 | (2 ») |
| Moyenne..... | | | | | | 6,986 | |

Les mesures photométriques s'accordent bien avec les mesures électriques.

La moyenne générale des valeurs de $\frac{ED^2}{(\Delta - D)^2}$ résultant de ces expériences est 7,008. La lampe Carcel, qui a servi aux mesures de *E*, valant seulement 0,968 de la lampe Carcel normale *C*, l'intensité de la lumière émise par le platine à travers l'ouverture de 3^{es},96 serait ainsi, après réflexion sur le miroir, 6,804 *C*; il en résulterait

$$C = \frac{1}{2,069},$$

valeur remarquablement concordante avec celle que nous avons obtenue directement.

En résumé, le platine fondu à son point de solidification remplit toutes les conditions que l'on doit exiger d'un étalon absolu de lumière : il met en jeu un phénomène physique parfaitement défini et constant; il présente le même éclat en tous les points de sa surface, et, par la qualité comme par l'intensité de sa radiation, il constitue un terme de comparaison pratique avec les étalons usuels, soit que l'on se contente d'une évaluation de l'intensité totale, soit que l'on procède rigoureusement à la mesure de la quantité de lumière correspondant à chacune des régions du spectre.

Prenant en considération l'ensemble de ces faits, la Conférence internationale des unités électriques a pris la résolution suivante :

L'unité de chaque lumière simple est la quantité de lumière de même espèce émise en direction normale par un centimètre carré de surface de platine fondu, à la température de solidification.

L'unité pratique de lumière blanche est la quantité de lumière émise normalement par la même source.