PASSAGE DE LA CANDELA A 2042°K A LA CANDELA A 2353°K ET DU LUMEN A 2353°K AU LUMEN A 2788°K PAR LA METHODE SPECTROPHOTOMETRIQUE ET PAR LA METHODE DE LA LONGUEUR D'ONDE DE CROVA

Par N. OOBA et M. SUZUKI

SOMMAIRE

On a effectué, au cours de mesures de photométrie hétérochrome par la méthode spectrophotométrique, le passage de la candela à 2042°K à la candela à 2353°K et du lumen à 2353°K au lumen à 2788°K. Les écarts trouvés entre les valeurs photométrique et spectrophotométrique, 0.3% pour la candela à 2353°K et 1.7% pour le lumen à 2788°K, confirment ceux qui ont été obtenus antérieurement au Bureau International des Poids et Mesures. Il semble que la méthode de la longueur d'onde de Crova, peut-être plus simple, donne les mêmes résultats que la méthode spectrophotométrique.

I. - Passage par la méthode spectrophotométrique.

On a poursuivi la méthode spectrophotométrique proposée par le Bureau International des Poids et Mesures (1) pour le passage de la candela à 2042°K à la candela à 2353°K et du lumen à 2353°K au lumen à 2788°K.

A/ Comparaison des candelas à 2042°K et 2353°K

Deux lampes étalons d'intensité lumineuse, marquées BI5413 et 5418, ont été réglées aux températures de couleur de 2042°K et 2353°K d'après l' "Echelle B.I.P.M. 1951" par la méthode du rapport rouge/bleu. Chaque lampe a été placée ensuite à 1 mètre environ de la fente d'entrée du monochromateur double. La disposition du système optique est telle que la cellule photoémissive reçoive une image de la fente de sortie du monochromateur, et que chaque point éclairé de la cellule reçoive bien de la lumière de la lampe entière. La linéarité de la cellule avec une forte résistance de charge était vérifiée à une exactitude de 0.1%.

Les rapports des luminances monochromatiques $R_\lambda = J_{1\lambda}/J_{2\lambda}$ entre les deux régimes de la lampe ont été mesurés à huit longueurs d'onde dans le spectre visible. Le logarithme des rapports mesurés ($\log R_\lambda$) et l'inverse de la longueur d'onde ($1/\lambda$) satisfont l'équation $\log R_\lambda = a/\lambda + b$ avec une bonne approximation, et l'interpolation permet de connaître les rapports, pour les longueurs d'onde de 10 en 10 m μ .

Le rapport des intensités lumineuses entre les deux régimes de la lampe $\Sigma R_\lambda J_{2\lambda} V_\lambda d\lambda / \Sigma J_{2\lambda} V_\lambda d\lambda$ a été calculé en admettant que la répartition spectrale relative $J_{2\lambda}$ de la lampe à la température de couleur de 2042°K est identique à celle du corps noir à cette température. Les résultats sont donnés dans la deuxième colonne du Tableau I.

Le même rapport, déterminé par la comparaison de ces lampes aux étalons secondaires de l' E. T. L. dont les intensités lumineuses sont exprimées en "unité moyenne 1952" est donné dans la troisième colonne.

Tableau I

Lampe N°	Rapport mesuré par spectrophotométrie	Rapport d'après les étalons de l' E. T. L.	Différence(%)
BI 5413	5.130	5.140	0.2
5418	5.062	5.078	0.3

B/ Comparaison des lumens à 2353°K et 2788°K.

Deux lampes étalons de flux lumineux, marqués DST 6089 et 6094, ont été réglées aux températures de couleur de 2353°K et 2804°K d'après l'Echelle B.I.P.M. 1951⁹ par la méthode du rapport rouge/bleu. La température de couleur de 2804°K n'a été choisie que par une circonstance expérimentale. La lampe était allumée dans une sphère de 1.5 mètre de diamètre. La fente d'entrée du monochromateur double était éclairée, soit à l'aide d'une lentille, par l'écran placé entre la lampe et la fenêtre sans verre diffusant, soit par une petite région circulaire de la paroi de la sphère dont on formait l'image sur la fente d'entrée par un miroir sphérique aluminé fixé dans la sphère et une lentille. Ces deux procédés ont conduit aux mêmes résultats expérimentaux.

Les largeurs des fentes du monochromateur étaient de 0.3 mm ce qui laissait passer des bandes spectrales de 11 m μ à la longueurs d'onde de 550 m μ et 24 m μ à 700 m μ . Le calcul de corrections dues aux bandes spectrales utilisées indique qu'elles sont négligeables.

L'autre mode opératoire est tout-à-fait analogue au cas précédent. Les résultats sont donnés dans le Tableau II.

Tableau II

Lampe N°	Rapport mesuré par spectrophotométrie	Rapport d'après les étalons de l'E. T. L.	Différence(%)
DST6089	5.538	5.634	1.7
6094	5.545	5.633	1.6

II. - Passage par la méthode de la longueur d'onde de Crova.

Il existe une valeur particulière de longueur d'onde pour laquelle on a $(J_{\lambda T}/J_{\lambda T'}) = L/L'$, ou $J_{\lambda T}$ et $J_{\lambda T'}$ sont les luminances monochromatiques énergétiques du corps noir aux températures T et T'. L et L' sont les intensités lumineuses ou les flux lumineux. Cette longueur d'onde, à laquelle on peut effectuer la mesure du rapport des intensités lumineuses ou des flux lumineux du corps noir fonctionnant aux deux températures différentes, est appelée la longueur d'onde de Crova. Elle est fonction des deux températures choisies.

La longueur d'onde limite de Crova est la longueur d'onde à la température limite où les deux températures se confondent. Nous avons obtenu par le calcul, en utilisant la formule de Planck et les efficacités lumineuses relatives, la formule qui donne la longueur d'onde limite à une température quelconque entre 2042°K et 2854°K :

$$\lambda_{\text{limite}} (\text{m}\mu) = -138,035 \times 10^5 (1/T)^2 + 841,574 \times 10^2 (1/T) + 541,507$$

La vérification par le calcul a montré que la longueur d'onde de Crova entre les deux températures est donnée, à 0.01 m μ près, par la moyenne arithmétique des deux longueurs d'onde limites à ces températures. Les longueurs d'onde de Crova ainsi calculées, entre 2042 et 2353°K et entre 2353 et 2804°K, sont données dans la troisième colonne du Tableau III.

Tableau III

	Lampe N°	Longueur d'onde de Crova (m μ)	Rapport mesuré par	
			Crova	spectrophotométrie
Intensité	BI5413	577.09	5,131	5,130
lumineuse	BI5418	577.09	5,063	5,062
Flux	DST6089	572.27	5,537	5,538
lumineux	DST6094	572.27	5,549	5,545

Les rapports des luminances monochromatiques mesurés à nouveau aux longueurs d'onde de Crova pour les mêmes régimes que précédemment en A/ et B/ sont donnés dans la quatrième colonne du Tableau. La concordance entre les résultats obtenus par cette méthode et la méthode spectrophotométrique est remarquable.

Le Tableau IV donne les longueurs d'onde de Crova pour certains intervalles de température ainsi que les incertitudes qui entraînent une erreur de $\pm 0.1\%$ sur le rapport de l'intensité lumineuse ou du flux lumineux.

Tableau IV

Intervalle de température choisi	Longueur d'onde de Crova(m μ)	Tolérance sur la longueur d'onde(m μ)
2042—2353°K	577.09	± 0.36
2353—2600°K	573.31	± 0.56
2600—2854°K	570.57	± 0.66
2353—2804°K	572.27	± 0.33

Ces tolérances (0.3—0.7m μ) en longueur d'onde ne sont pas sévères pour un monochromateur bien construit.

La température de couleur des lampes peut aussi n'être connue qu'avec une tolérance assez large puisque la longueur d'onde de Crova varie lentement avec l'élargissement de l'intervalle de température.

Ces expériences suggèrent la possibilité de remplacer la méthode spectrophotométrique par la méthode de la longueur d'onde de Crova pour la photométrie hétérochrome des lampes incandescentes ayant des ampoules bien claires.

III. - Conclusion

D'après nos expériences, l'unité moyenne 1952° de la candela à 2353°K est plus petite de 0.3% que l'unité moyenne 1952° de la candela à 2042°K, tandis que l'unité moyenne 1952° du lumen à 2788°K est plus petite de 1.7% que l'unité moyenne 1952° du lumen à 2353°K.

On se souvient que des différences à peu près analogues ont été trouvées au Bureau International des Poids et Mesures.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Procès-Verbaux C. I. P. M., 1952, 23-B, Annexe P8, p, P 124.