COMITÉ CONSULTATIF DE PHOTOMÉTRIE SESSION DE 4937.

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

RAPPORT ET ANNEXES.



PRÉSIDENT

du Comité international des Poids et Mesures :

M. LE SÉNATEUR V. VOLTERRA.

PRÉSIDENT ET MEMBRES

DU

COMITÉ CONSULTATIF DE PHOTOMETRIE

POUR LA SESSION DE 1937.

Président:

M. J. E. Sears, Superintendant de la Section de Métrologie du National Physical Laboratory.

Membres:

- Pour la Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Berlin: M. W. Dziobek, Membre de la Reichsanstalt.
- Pour le National Bureau of Standards, Washington:
 M. E. C. CRITTENDEN, Directeur-Adjoint du National
 Bureau of Standards.
- Pour le National Physical Laboratory, Teddington: M. J. W. T. Walsh, Membre du National Physical Laboratory.

- Pour le Laboratoire Central d'Électricité, *Paris*: M. R. Jouaust, Directeur du Laboratoire Central.
- Pour le Laboratoire Électrotechnique, Tokio: M. R. YONEDA, Membre du Laboratoire Électrotechnique.
- Pour l'Institut de Métrologie, Leningrad : M. P. Tikhodejev, Chef du Laboratoire photométrique de l'Institut de Métrologie (Absent).
- M. le Prof. U. Bordoni, 10, Viale Parioli, Rome.
- M. le Prof. Ch. Fabry, Membre de l'Institut de France, Directeur de l'Institut d'Optique théorique et appliquée, 3 et 5, boulevard Pasteur, Paris (15°).
- M. le Prof. M. Pirant, 24, Montpelier Rise, Wembley, Middlesex (Absent).
- M. le Prof. Zwikker, Julianalaan, 14, Delft.
- M. A. Pérard, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, Sèvres.

Invités:

- M. Ch.-Éd. Guillaume, Directeur honoraire du Bureau international des Poids et Mesures, 14, avenue de Bellevue, Sèvres.
- M. Ch. Volet, Adjoint du Bureau international des Poids et Mesures, Sèvres.
- M. M. Roux, Assistant du Bureau international des Poids et Mesures, Sèvres.

COMITÉ CONSULTATIF DE PHOTOMÉTRIE.

SESSION DE 1937.

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE,

tenue au pavillon de Breteuil, le mardi 15 juin 1937.

PRÉSIDENCE DE M. J. E. SEARS.

Sont présents: MM. Bordoni, Crittenden, Dziorek, Fabry, Jouaust, Pérard, Walsh, Yoneda, Zwikker, membres du Comité consultatif.

Assistent à la séance : MM. Guillaume, Volet et Roux, invités.

La séance est ouverte à 15h 10m.

M. le Président informe ses collègues que M. Volterra l'a prié de prendre la présidence du Comité, laissée vacante par le décès de M. Paul Janet.

Il rappelle que le Comité consultatif d'Électricité (et de Photométrie) a été scindé en deux Comités, et que c'est la première fois que le Comité consultatif de Photométrie se réunit séparément. Il est formé par les représentants des Laboratoires nationaux de six pays : Allemagne, États-Unis d'Amérique, France, Grande-Bretagne, Japon, U. R. S. S., et par des membres nominativement désignés par le Comité international : MM. Bordoni, Fabry, Pirani, Zwikker.

M. le Président rappelle que M. Jaeger, nommé dès le début Membre d'honneur de notre Comité, est décédé il y a environ un mois. C'était un physicien fort distingué, qui, tout en ne participant pas directement à nos travaux, les suivait de loin avec intérêt. Puis M. Sears évoque la grande perte de M. Paul Janet, qui se dévouait entièrement au Comité consultatif, dont il a présidé les réunions avec une compétence et une autorité auxquelles il est heureux de rendre hommage. M. le Président prie les membres du Comité de se lever en signe de deuil.

M. le Président souhaite ensuite la bienvenue à M. Ch.-Éd. Guillaume, qui prouve par sa présence tout l'intérêt qu'il n'a cessé de porter à nos délibérations.

L'ordre du jour appelant la nomination d'un Secrétaire et d'un Rapporteur, M. le Président propose de nommer MM. Volet et Bordoni pour remplir ces fonctions. Cette proposition est adoptée.

M. le Président donne la parole à M. Pérand pour la lecture de la liste des documents reçus, dont les copies ont été remises aux membres du Comité.

Examen de la proposition tendant a l'adoption d'une nouvelle définition de l'unité d'intensité lumineuse.

M. le Président met en discussion le Rapport présenté en commun par le National Bureau of Standards, le National Physical Laboratory et le Laboratoire Central d'Électricité, sous le titre : « Base proposée pour l'établissement d'une échelle de valeurs de grandeurs photométriques » (Annexe P 1, p. 243).

Le premier paragraphe de ce Rapport rappelle deux principes déjà établis par le Comité international des Poids et Mesures, et ne soulève aucune remarque.

Au sujet des paragraphes 2 et 3 dont il est donné lecture en séance, M. le Président rappelle que l'U.R.S.S. a fait, dans sa lettre du 2 juin 1937, une proposition analogue. D'après cette lettre on peut admettre que ce pays se rallie à la proposition des trois Laboratoires.

- M. Pérard appuie cette manière de voir, en précisant que la proposition de l'Institut de Métrologie, tout en concernant le flux lumineux, revient à l'adoption du facteur 60 pour la brillance du radiateur intégral.
- M. le Président demande s'il ne serait pas préférable de donner trois définitions pour le flux, l'intensité lumineuse et la brillance. Après un échange de vues auquel participent tous les membres du Comité, et au cours duquel on relève la difficulté de faire des mesures précises de flux et aussi l'intérêt qu'il y a à conserver une certaine continuité dans les définitions, M. Walsh propose que seule l'intensité lumineuse soit mentionnée dans la définition du nouveau système d'unités lumineuses.
- M. Dziobek précise ensuite la position de l'Allemagne à l'égard de cette proposition. Ce pays acceptera la nouvelle unité si l'ensemble des autres pays l'adopte.
- M. Yoneda remarque que les travaux sur cette question sont assez peu avancés, et qu'il serait peut-être plus opportun de remettre les décisions à 1940.
 - M. PÉRARD demande à M. Yoneda de faire valoir,

auprès de son Gouvernement, que plusieurs pays insistent pour une solution rapide.

M. Yoneda répond qu'il va immédiatement télégraphier au Japon.

Les autres délégués déclarent se rallier à la proposition.

M. Zwikker exprime la satisfaction des petites nations, qui se sont trouvées jusqu'ici gênées par l'absence d'une unité universellement acceptée.

Les représentants des Laboratoires sont priés de rédiger une résolution qui sera présentée au Comité international.

M. le Président indique qu'il convient maintenant de donner un nom à la nouvelle unité, et de proposer, s'il y a lieu, une abréviation pour l'usage international.

M. Fabry pense que deux possibilités se présentent : soit créer un nom dérivé du grec ou du latin, soit trouver un adjectif pour qualifier la nouvelle bougie.

La création d'un nom entièrement nouveau est tout d'abord écartée. On propose alors successivement les désignations : bougie universelle, bougie nouvelle, bougie 1937, bougie platine, bougie normale, bougie unifiée.

Finalement, le Comité se rallie à la proposition d'appeler « bougie nouvelle » l'unité qui vient d'être définie, avec traduction appropriée dans chaque langue.

Au sujet du choix d'une abréviation, M. Jouaust remarque qu'on ne peut guère espérer changer les noms usuels, comme : bougie, candle, kerze, candela. Il paraît donc difficile de trouver une lettre qui convienne à tous.

Après avoir pris connaissance des opinions des membres du Comité, M. le Président relève la difficulté qu'il y a à mettre tout le monde d'accord, et, d'un avis unanime, le

Comité estime qu'il n'y a pas lieu, pour le moment, de proposer une abréviation.

La discussion passe alors à l'examen des recommandations relatives aux étalons photométriques, et aux procédés à mettre en œuvre pour réaliser une échelle de valeurs de grandeurs photométriques.

- M. Walsh propose de prendre comme base de discussion le paragraphe 2 de la lettre du 2 juin 1937 de l'Institut de Métrologie de l'U.R.S.S. (Voir Annexe P 5, p. 277).
- M. Walsh attire l'attention sur le fait que la méthode des filtres n'est qu'un moyen, le meilleur actuellement connu; mais on pourrait en imaginer d'autres dans l'avenir.
- M. Crittenden appuie cette manière de voir et propose d'ajouter « présentement » dans le texte.
- M. Bordoni pense que ce texte serait meilleur si l'on précisait qu'il s'agit d'étalons à filament incandescent; mais il n'est pas actuellement sûr que cette méthode soit la meilleure dans tous les cas.
- M. Walsh pense qu'il n'est pas illogique de faire usage de cette méthode pour toutes les sources.
- M. Dziobek est d'avis qu'il vaut mieux spécifier qu'il s'agit d'étalons à filament incandescent.
- M. le Président relit alors le texte complété sous la forme suivante :
- « b. Pour assurer aux Instituts métrologiques des différents pays l'uniformité dans la transition du nouvel étalon primaire aux étalons secondaires à filament incandescent

présentant un rendement photométrique plus élevé, on adopte présentement la méthode des filtres bleus, qui, intercalés entre le photomètre et l'une des sources lumineuses à comparer, rétablissent la sensation de couleurs identiques sur les deux plages de l'écran photométrique. »

Pour la suite de ce texte, MM. FABRY et DZIOBEK pensent qu'il n'est pas nécessaire d'entrer dans les détails d'une méthode qui est bien connue.

M. le Président propose alors de supprimer le deuxième paragraphe 2b. Adopté.

Organisation d'échange de lampes entre les divers laboratoires.

M. le Président ouvre la discussion sur les suggestions présentées par le National Physical Laboratory.

M. Walsh informe le Comité que le National Physical Laboratory prépare en ce moment de nouvelles lampes destinées à servir comme étalons secondaires d'intensité à la température de 2360° K.

Le National Physical Laboratory propose que, dans chaque laboratoire, on prépare des lampes semblables, et que ces lampes soient comparées entre elles dans un même laboratoire.

- M. CRITTENDEN appuie cette proposition.
- M. Dziobek déclare qu'il enverra des lampes au laboratoire désigné.
- M. CRITTENDEN précise qu'il s'agit évidemment de lampes étalonnées dans la nouvelle unité.
 - M. Dziobek propose que ces lampes soient étalonnées à

deux températures de couleur : celle du corps noir étalon et 2360° K., afin de permettre d'interpréter les écarts éventuels entre les résultats.

- M. Walsh objecte qu'il est difficile d'avoir des lampes étalons fonctionnant à deux régimes.
- M. Dziobek signale cependant qu'il possède des lampes d'intensité encore suffisante à la plus basse de ces deux températures.
- M. Crittenden propose que chaque laboratoire établisse deux séries de lampes.
- M. CRITTENDEN pense qu'on pourrait étendre le principe des échanges d'étalons aux lampes à atmosphère gazeuse, surtout en raison de l'intérêt qu'il y aurait à fournir le plus tôt possible de nouveaux étalons à l'industrie de l'éclairage.
- M. Walsh fait remarquer que les lampes à 2800°K. sont des étalons de flux, dont l'étude ne ferait que retarder la solution du problème principal.
- M. Dziobek estime qu'il faudrait fixer une date avant laquelle les étalons à filament de carbone et de tungstène dans le vide devraient être envoyés au Laboratoire qui sera chargé de ces intercomparaisons.
- M. Crittenden insiste sur la nécessité de presser ces comparaisons, puisque le changement d'unités est attendu pour 1940.
- M. Jouaust est d'accord avec cette procédure, en remarquant encore que la comparaison des étalons de flux constitue un autre problème, qu'on aurait intérêt à séparer du premier.

M. Fabry pense que ce serait le rôle du Bureau international d'entreprendre les intercomparaisons.

M. Pérard répond que le Bureau est tout disposé à prendre en charge les comparaisons ultérieures des étalons photométriques, mais il ne sera pas en état de le faire avant un certain temps; la question devra d'ailleurs être discutée à nouveau.

Le principe de rassembler dans un même Laboratoire deux types de lampes à filament de carbone et de tungs-'tène dans le vide est adopté par tous les délégués.

M. CRITTENDEN déclare que le National Bureau of Standards, qui a fait des comparaisons de lampes à filament de carbone avec le corps noir étalon, est à même de préparer des étalons secondaires, et qu'un délai de deux mois lui suffirait pour cela.

Les autres délégués demandent un délai plus long.

M. le Président propose de fixer au commencement de 1938 la date des intercomparaisons projetées.

La prochaine séance est fixée au mercredi 16, à 15^h, au Laboratoire Central d'Électricité.

La séance est levée à 17^h5^m.

PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE,

TENUE AU LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRIGITÉ, le mercredi 16 juin 1937.

PRÉSIDENCE DE M. J. E. SEARS.

Sont présents: MM. Bordoni, Crittenden, Dziobek, Fabry, Jouaust, Pérard, Walsh, Yoneda, Zwikker.

Assistent à la séance : MM. Volet et Roux.

La séance est ouverte à 15h 10m.

M. le Président donne la parole au secrétaire pour la lecture du procès-verbal de la première séance. Après quelques modifications de détail demandées par MM. Bordoni, Pérard et Sears, le procès-verbal est adopté.

M. Pérand signale que le Comité international n'a pas établi un règlement spécial pour le Comité consultatif de Photométrie, et demande si l'on peut admettre que le règlement initial du Comité consultatif d'Électricité et de Photométrie doit lui être appliqué. Cette interprétation est admise par le Comité.

M. Péraro ajoute qu'il paraît indiqué, en l'absence du délégué de l'U.R.S.S., d'envoyer les procès-verbaux des séances à l'Institut de Métrologie de l'U.R.S.S., et de demander au Président de cet Institut s'il n'a pas d'objec-

tion à faire quant aux citations de documents envoyés par l'U. R. S. S. et à l'interprétation donnée aux propositions russes.

Le Comité approuve cette procédure.

L'ordre du jour appelle alors l'examen des projets de résolutions qui ont été rédigés par les représentants des Laboratoires nationaux dans une réunion tenue le matin.

M. le Président prie M. Volet de donner lecture du paragraphe 1 du projet de résolution I, concernant l'unité d'intensité lumineuse.

M. Péraro propose de préciser que le terme « bougie nouvelle » peut être traduit textuellement dans chaque langue.

M. Yoneda fait part du télégramme qu'il a reçu, par lequel M. Jimbo l'informe que le Japon acceptera la nouvelle unité sous certaines réserves. Celles-ci étant formulées dans le télégramme d'une façon trop brève, M. Yoneda, n'étant pas sûr d'interpréter fidèlement les intentions de son Gouvernement, déclare qu'il préfère s'abstenir. Dans l'échange de vues qui suit, M. Yoneda précise que son abstention n'a aucun caractère défavorable, bien au contraire.

Sous cette réserve, M. Sears met aux voix le paragraphe 1, qui est adopté à l'unanimité des votants.

M. Volet donne lecture du paragraphe 2a.

M. Jouaust explique qu'on a juxtaposé dans le texte les mots visibilité et luminosité, parce que le premier a été en général employé précédemment dans les Procès-Verbaux du Comité international, alors qu'il y a tendance actuellement, en particulier à la Commission de l'Éclairage, à adopter le second terme.

- M. Walsh estime que le mot *luminosité* est préférable à visibilité.
- M. CRITTENDEN est du même avis, mais ne voit pas d'inconvénient à mettre les deux mots.

Le paragraphe 2b ne donnant lieu à aucune observation, l'ensemble du projet est adopté sous la forme suivante :

RESOLUTION I.

- « 1. A partir du 1^{et} janvier 1940, l'unité « d'intensité lumineuse sera telle que la brillance du « radiateur intégral à la température de solidification « du platine soit de 60 unités d'intensité par centi-« mètre carré.
- « Cette unité sera appelée la « bougie nouvelle », avec « traduction appropriée dans les autres langues.
- « 2a. Les valeurs des grandeurs photométriques « des sources lumineuses ayant une couleur autre que « celle de l'étalon primaire seront déterminées par un « procédé tenant compte de la courbe des facteurs de « visibilité (luminosité) adoptée par le Comité inter-
- « visitilite (iuminosite) adoptee par le Comite i
- « national des Poids et Mesures.
- « b. Pour assurer aux instituts métrologiques des « différents pays l'uniformité dans le procédé de
- « passage du nouvel étalon primaire aux étalons
- « secondaires à filament incandescent présentant un
- « rendement photométrique plus élevé, on adopte « présentement la méthode des filtres bleus qui,
- « intercalés entre le photomètre et l'une des sources
- « lumineuses à comparer, rétablissent la sensation de
- « couleur identique sur les deux plages de l'écran
- « couleur laentique sur les aeux plages de l'ecran
- « photométrique. »

Lecture est donnée du projet de résolution II.

M. Sears demande une légère modification de rédaction de façon à préciser la date à laquelle les étalons seront réunis. A propos de la désignation du N. P. L. pour effectuer ces intercomparaisons, il informe le Comité que les délégués de ce laboratoire n'ont pas reçu d'instructions pour accepter ce rôle, mais qu'il a écrit pour mettre M. le Directeur du N. P. L. au courant du désir exprimé par le Comité. M. Sears, en rappelant l'importance du travail à entreprendre, espère que le N. P. L. pourra néanmoins en assumer la charge.

M. Jouaust rend hommage au National Physical Laboratory qui, en 1910, a déjà prêté son concours au National Bureau of Standards et au Laboratoire Central d'Électricité, pour l'établissement de la bougie « internationale ».

Le texte mis au point est adopté sous la forme suivante :

RÉSOLUTION II.

Il est demandé aux Laboratoires nationaux de préparer deux groupes de 6 lampes, l'un des groupes fonctionnant à la température de couleur de solidification du platine, l'autre à la température de couleur de 2360°K., et dont les intensités lumineuses seront évaluées en fonction de la bougie nouvelle.

Il est demandé que ces lampes soient envoyées avant le 1^{er} avril 1938 au National Physical Laboratory en vue des comparaisons à exécuter entre elles.

On donne ensuite lecture du projet de résolution III.

M. Jouaust indique qu'en rédigeant ce texte, les représentants des Laboratoires ont un peu anticipé sur le travail qui leur était demandé.

- M. le Président remarque que le texte proposé ne fixe aucune date pour l'envoi au N. P. L. des lampes au tungstène dans le vide. Doit-on comprendre que la date est la même que pour les deux autres séries de lampes (1^{er} avril 1938), ou est-elle indéterminée?
- M. Dziobek répond que le délai n'a pas été indiqué, parce que le travail de préparation de ces trois lampes est moindre que celui nécessité par les deux groupes de six lampes.
- M. Péraro fait observer que des décisions à ce sujet ont déjà été prises en 1933 par le Comité international (voir *Procès-Verbaux*, p. 66 et p. 165), et que le Comité, dans la rédaction actuelle, ne doit pas les passer sous silence. Il propose une modification du projet dans ce sens.
- M. Zwikker demande si la décision de 1933 a été suivie d'un commencement d'exécution.
- M. Dziobek signale que la P.T.R. et le L.C.E. ont en effet échangé des lampes.
- M. Pérard espère qu'en désignant un laboratoire chargé de grouper les résultats, on obtiendra l'exécution des échanges plus régulièrement.
- M. Dziobek propose de demander l'envoi des lampes pour le 1et avril 1938. Il ajoute que cet échange est particulièrement important au point de vue pratique pour la diffusion des nouvelles unités d'intensité et de flux lumineux.
- M. le Président met aux voix le texte définitif, qui est adopté comme suit :

Résolution III.

Par une légère modification au troisième vœu voté par le Comité international dans sa session de 1933 (Procès-Verbaux, p. 66 et p. 165), le Comité consultatif demande aux Laboratoires nationaux de déterminer, pour trois lampes au tungstène dans le vide, le rapport entre l'intensité lumineuse dans une direction spécifiée et l'intensité moyenne sphérique, et il les prie d'envoyer ces lampes au National Physical Laboratory avant le 1^{er} avril 1938.

- M. le Paésident demande maintenant au Comité de donner son avis sur la date de la prochaine session.
- M. Pérard propose que l'on adopte la même époque que celle du Comité d'Électricité.
- M. le Président rappelle que l'avis du Comité consultatif n'est demandé qu'à titre de renseignement; c'est en effet le Comité international des Poids et Mesures qui décide en dernier ressort.

Avec cette réserve, le Comité exprime sa préférence pour fin mai 1939.

Documents à publier dans les « Procès-Verbaux ».

— M. Péraro désire savoir quels sont les documents que le Comité tient à faire paraître dans les Procès-Verbaux, soit in extenso, soit en résumé. Il rappelle qu'en principe, le Comité international désire n'insérer in extenso dans ses Procès-Verbaux que des documents inédits. On donne alors la liste des documents à insérer aux Procès-Verbaux.

M. le Président rappelle qu'il reste à examiner la lettre du Ministre des Affaires Économiques de Belgique (voir Annexe P6, p. 280), qui insiste sur l'importance d'une décision rapide, et conclut en demandant que le Bureau international commence prochainement à faire des comparaisons photométriques.

- M. Pérard en commentant cette lettre, signale que le Bureau fédéral des Poids et Mesures de Berne a rédigé une demande dans le même sens (voir Annexe P 6, p. 284). et qu'il a été informé officieusement d'autre part que la Hongrie allait formuler un désir analogue (voir Annexe P 6, p. 282). Tout en soulignant que la compétence administrative de notre Comité ne l'autorise pas à prendre une décision, M. Pérard pense que la grande autorité de ses membres lui permet d'émettre au moins un vœu.
- M. Bordoni estime qu'il serait utile que le Bureau international puisse procéder à de telles recherches, et que son action serait très efficace, comme elle a été pour les comparaisons électriques.
 - MM. CRITTENDEN et Yoneda ne font pas d'objections.
- M. Dziobek exprime l'avis que le rôle de coordination rempli par le Bureau international implique nécessairement qu'il doive posséder un laboratoire approprié aux mesures photométriques.
- M. Jouaust signale que certains pays lui ont déjà demandé des étalons français, et que dans l'état actuel, ces étalons peuvent différer légèrement d'étalons allemands ou anglais. Il y aurait donc avantage à ce que des déterminations puissent être faites par le Bureau international.
 - M. Walsh est d'accord avec ce point de vue.
- M. ZWIKKER en appuyant dans le même sens, déclare que les petites nations qui n'ont pas la possibilité d'avoir des laboratoires spécialisés verraient avec satisfaction la création d'un laboratoire de photométrie au Bureau international.
- M. le Président déclare qu'il est lui-même d'avis qu'un tel laboratoire serait très utile. Mais il se demande si

toutes ces activités nouvelles qu'on exige du Bureau international ne risquent pas, en dispersant ses efforts, de diminuer l'autorité que celui-ci s'est acquise dans le domaine de ses attributions primitives.

M. le Président remarque que les membres du Comité sont unanimes à trouver désirable la création d'un laboratoire de photométrie au Bureau international. Il n'estime pas nécessaire de rédiger sur ce point un projet de résolution. MM. les membres partagent cet avis.

M. Dziobek suggère qu'en raison de leur intérêt exceptionnel, les décisions prises par le Comité de Photométrie soient portées à la connaissance de tous les pays intéressés dès que le Comité international les aura examinées, et avant la publication définitive des *Procès-Verbaux*.

M. Pérard se propose de faire établir un résumé condensé comprenant les résolutions adoptées par les Comités consultatifs d'Électricité et de Photométrie, et de communiquer ce résumé aux intéressés le plus tôt possible.

L'ordre du jour de la session étant épuisé, le Comité décide de ne pas se réunir à nouveau, et délègue ses pouvoirs à son Président pour l'approbation du procèsverbal de la présente séance.

M. Fabry croit exprimer les sentiments unanimes de ses collègues en remerciant M. Sears, qui a présidé cette session de façon remarquable, et a permis au Comité d'arriver à un résultat important. Le Comité s'associe tout entier aux paroles de M. Fabry.

M. le Président remercie le Comité, et déclare la session close.

La séance est levée à 17h.

PREMIER RAPPORT

DU

COMITÉ CONSULTATIF DE PHOTOMÉTRIE

AU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Par M. U. BORDONI, Rapporteur.

Le Comité consultatif de Photométrie s'est réuni pour la première fois, à Paris, les 15 et 16 juin 1937. En plus du Président du Comité, M. J. E. Sears, étaient présents : MM. Bordoni, Crittenden, Dziobek, Fabry, Jouaust, Pérard, Walsh, Yoneda, Zwikker.

Étaient invités : MM. Guillaume, Volet, Roux.

Étaient absents : MM. Pirani, Tikhodejev.

M. Sears, ouvrant la première session du Comité, prononça une allocution, dans laquelle il déplora avec émotion le décès du Président du Comité, M. P. Janet, et
rappela les grands mérites de cet éminent savant, dont le
nom est lié si étroitement aux travaux du Comité consultatif d'Électricité et de Photométrie, et auquel il a succédé
sur invitation de M. le Sénateur Volterra, Président du
Comité international des Poids et Mesures. Il déplora
aussi le décès du très distingué physicien Jaeger, nommé
dès le début Membre d'honneur du Comité, souhaita la
bienvenue à M. Guillaume, qui prouve, par sa présence,
tout l'intérêt qu'il porte aux questions photométriques, et

proposa M. Volet comme Secrétaire (pour la rédaction des Procès-Verbaux), et M. Bordoni comme Rapporteur, à l'assentiment unanime des délégués.

Avant d'aborder la discussion des questions figurant à l'ordre du jour, M. le Président donna un court aperçu historique sur les événements qui ont conduit à l'institution du Comité consultatif de Photométrie — dont il rappela la composition — et signala l'importance et l'urgence des délibérations à prendre. Il donna ensuite la parole à M. Pérard pour la lecture de la liste des documents reçus par le Comité, dont des copies ont été remises aux Membres.

On aborda ensuite la discussion de la première question à l'ordre du jour :

Examen de la proposition tendant a l'adoption d'une nouvelle unité d'intensité lumineuse.

Sur cette question, le N. B. S., le N. P. L. et le L. C. E. avaient rédigé, d'un commun accord, les propositions suivantes (décembre 1936):

- « 1. Le Comité international des Poids et Mesures a « établi deux principes qu'il convient de suivre dans « l'établissement d'une échelle de valeurs de grandeurs « photométriques à partir d'un étalon primaire.
 - « Ces principes sont les suivants :
- « a. L'étalon primaire d'intensité de lumière est dérivé « de la brillance d'un radiateur intégral (corps noir) à la « température de solidification du platine.
- « b. Les valeurs des grandeurs photométriques des « sources lumineuses ayant une couleur autre que celle « de l'étalon primaire seront déterminées par un procédé

« tenant compte de la courbe des facteurs de visibilité « adoptée par le Comité.

« La fixation de la brillance du corps noir dans les « conditions spécifiées plus haut suffit donc maintenant « pour l'établissement d'une échelle de valeurs de gran-« deurs photométriques.

« 2. A priori, il semblerait naturel d'attribuer à la « brillance du radiateur intégral, dans les conditions « spécifiées, une valeur numérique choisie de manière « à conserver l'unité d'intensité lumineuse établie en 1909 « par la France, la Grande-Bretagne et les États-Unis « (unité maintenue depuis cette date au moyen de lampes « à filament de carbone) et qui avait été dénommée « bou- « gie internationale ».

« En fonction de cette unité, les déterminations déjà « effectuées de la brillance du radiateur intégral à la « température de solidification du platine conduisent à « la valeur de 58,9 bougies internationales par centimètre « carré.

« 3. Il semble qu'à l'heure actuelle tous les pays « seraient disposés à se rallier à un étalon commun « d'intensité lumineuse, déterminé d'après les principes « indiqués plus haut, si l'on renonçait à l'emploi de la « bougie internationale pour lui substituer une unité « nouvelle telle que la brillance du radiateur intégral, « dans les conditions indiquées, fût de 60 unités nouvelles « d'intensité par centimètre carré.

« Il est évident que cette décision imposerait aux labo-« ratoires de nombreuses comparaisons entre l'étalon « primaire et leurs étalons actuels pour leur permettre « de fixer la valeur de ces étalons en fonction de la nou« velle unité. Mais nous savons que plusieurs laboratoires « nationaux se sont mis en état d'effectuer ce travail.

« 4. C'est au Comité consultatif de Photométrie, institué « près le Comité international des Poids et Mesures, qu'il « incombe de formuler des recommandations relativement « aux étalons photométriques et aux procédés à mettre en « œuvre pour la réalisation d'une échelle de valeurs de « grandeurs photométriques.

« En attendant la prochaine réunion de ce Comité, qui « doit avoir lieu en 1937, les laboratoires nationaux « chargés de l'établissement et de la conservation des « unités présentent les propositions suivantes en deman-« dant qu'elles soient soumises par correspondance à tous « les membres du Comité consultatif pour qu'ils puissent « se préparer à donner leur avis à cette réunion.

Propositions :

« a. L'unité d'intensité lumineuse est telle que la « brillance du radiateur intégral à la température de « solidification du platine soit de 60 unités d'intensité « par centimètre carré.

« Cette unité est appelée la « bougie ».

« b. Les valeurs des grandeurs photométriques des « sources de lumière de couleur différente de celle de « l'étalon primaire sont déduites de celle de cet étalon « par l'utilisation de filtres qui, intercalés entre le photo- « mètre et l'une des sources lumineuses à comparer, réta- « blissent la sensation de couleurs identiques sur les deux » plages de l'écran photométrique.

« Le facteur de transmission de ces filtres doit être « déterminé en calculant le facteur de transmission « totale en fonction de la courbe de transmission spec« trale, en utilisant dans ce calcul la courbe des facteurs « de visibilité adoptée par le Comité international des « Poids et Mesures.

« Les observateurs devront être choisis de telle sorte « et les conditions d'observation devront être telles que la « moyenne des résultats représente ce qu'obtiendrait un « observateur dont l'œil serait identique à celui que « définit la courbe de facteurs de visibilité mentionnée « ci-dessus. »

Ces propositions donnèrent lieu à des observations, en date des 28 février 1937 et 2 juin 1937, adressées par l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S. au Président du Comité consultatif de Photométrie. Avec la seconde de ces deux communications, l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S. se ralliait, en principe, aux propositions rédigées par le N. B. S., le N. P. L. et le L. C. E., et suggérait de plus que le Comité consultatif de Photométrie saisît cette occasion pour reconstruire tout le système des grandeurs photométriques, en le basant non pas sur l'unité d'intensité lumineuse (la bougie), mais sur l'unité de flux lumineux (le lumen), pour laquelle il proposait la définition suivante : « l'unité de flux lumineux (le lumen) est le flux lumineux émis par un radiateur intégral, à la température de solidification du platine, d'une aire de 0,005305 centimètre carré (on a 0,005305 = $1/\pi$.60) ». Le même Institut précisait aussi que les conclusions communiquées étaient préliminaires et que son délégué au Comité consultatif aurait plein pouvoir de communiquer les conclusions définitives, après avoir pris connaissance de tous les détails de la question aux séances du Comité.

Dans le mois de mai 1937, le Président du Comité consultatif de Photométrie avait reçu aussi du Laboratoire

Électrotechnique de Tokio (Ministère des Communications, Japon), des propositions dans lesquelles celui-ci exprimait le désir de voir retardées soit l'adoption de la nouvelle unité d'intensité lumineuse, soit la fixation définitive de la méthode de photométrie hétérochrome, attendu que les travaux sur ces questions n'étaient pas encore achevés dans quelques laboratoires.

Il faut remarquer que, en avril, le N. P. L. avait envoyé au Comité consultatif des mémoires scientifiques importants sur quelques points de la question de l'unité primaire d'intensité lumineuse, et que des notes scientifiques étaient annexées aussi à la lettre du 28 février 1937 de l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S. et aux communications du L. E. T. de Tokio.

En ouvrant la discussion, M. le Président rappela les propositions de l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S. (lettre du 2 juin 1937), et suggéra, avec l'assentiment unanime, que, en l'absence des délégués de ce pays, on pouvait admettre que ces propositions étaient définitives.

M. Dziobek précisa la position de l'Allemagne à l'égard de la question; ce pays acceptera la nouvelle unité d'intensité lumineuse si l'ensemble des autres pays l'adopte.

M. Yoneda, après avoir exprimé dans la première séance le désir de voir retarder les décisions jusqu'à 1940, et avoir ensuite télégraphié au Japon pour faire valoir, auprès de son Gouvernement, que plusieurs pays insistaient pour une solution rapide, déclara dans la deuxième séance que son pays accepterait la nouvelle unité d'intensité lumineuse sous certaines réserves; que toutefois il préférait s'abstenir de voter, attendu que les réserves étaient formulées d'une façon par trop brève dans le télégramme de réponse et qu'il n'était pas sûr d'interpréter fidèlement les intentions de son Gouvernement. M. Yoneda

précisa aussi que son abstention n'avait aucun caractère défavorable, bien au contraire.

Après avoir demandé leur avis aux autres délégués, M. le Président constata que, à part l'abstention de M. Yoneda, tout le monde était favorable à l'adoption de la nouvelle unité d'intensité lumineuse.

On discuta ensuite la dénomination de cette nouvelle unité, attendu que la nécessité d'éviter toute confusion empêche de conserver la dénomination ancienne de « bougie internationale » (et ses traductions dans chaque langue). Après avoir examiné plusieurs possibilités (MM. Fabry, Walsh, Pérard, Bordoni, Zwikker, Crittenden, Dziobek), on reconnut qu'il était préférable de conserver le mot « bougie » (et ses traductions), mais avec un adjectif caractéristique qui pourra être omis lorsque la crainte de toute confusion sera écartée; et l'on adopta, à l'unanimité, l'adjectif « nouvelle ».

M. le Président demanda encore l'avis des délégués sur la suggestion de l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S. de reconstruire le système des grandeurs photométriques en prenant comme point de départ l'unité de flux lumineux, définie, naturellement, en accord avec la définition de la « bougie nouvelle ».

La discussion (MM. Fabry, Pérard, Bordoni, Walsh, Crittenden, Dziobek) fit ressortir que la manière de voir de l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S. était parfaitement raisonnable au point de vue de l'enchaînement rationnel des grandeurs photométriques, et qu'elle avait été déjà exposée aussi par d'autres savants; que toutefois, à présent, il s'agissait essentiellement de la définition expérimentale d'une unité photométrique étalon, et que, au point de vue expérimental, la question de la définition de l'unité du flux apparaissait moins simple et pas encore aussi sùre que la définition de l'unité d'intensité lumi-

neuse. En conclusion, on décida de se borner momentanément à la définition de la nouvelle unité d'intensité lumineuse; et, bien considérés tous les détails de la question, la proposition de son adoption officielle à la datedu 1^{er} janvier 1940 obtint l'assentiment unanime.

A l'invitation de M. le Président, le Comité consultatif de Photométrie, dans la séance du 16 juin, prit donc à l'unanimité, avec l'abstention déjà mentionnée et expliquée de M. Yoneda, la résolution suivante :

1" A partir du 1^{er} janvier 1940, l'unité d'intensité lumineuse sera telle que la brillance du radiateur intégral, à la température de solidification du platine, soit de 60 unités d'intensité par centimètre varré.

Cette unité sera appelée la « bougie nouvelle » (avec traduction appropriée dans les autres langues).

Dès la première séance, M. le Président avait aussi invité le Comité consultatif à aborder la question des recommandations relatives aux étalons photométriques, et aux procédés à mettre en œuvre pour réaliser dans les laboratoires des différents pays l'uniformité dans la transition du nouvel étalon primaire aux étalons secondaires émettant une lumière d'une couleur différente.

La discussion fit ressortir que la méthode des filtres, suggérée par le N. B. S., le N. P. L. et le L. C. E., et acceptée par l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S. (dans la lettre du 2 juin 1937), recueillait aussi, en principe, l'assentiment des autres délégués; que toutefois (MM. Walsh, Bordoni, Crittenden, Fabry), cette méthode n'étant pas la seule méthode possible, si les recherches déjà accomplies avaient démontré que l'emploi des filtres est le meilleur moyen pratique actuellement connu dans le cas de la transition du nouvel étalon primaire aux étalons secondaires envisagés jusqu'ici (lampes électriques

à filament incandescent), il aurait été prématuré de généraliser cette conclusion en l'étendant sans réserve à tous les cas possibles; qu'il convenait, donc, de rédiger la résolution de manière à éviter les doutes.

A la suggestion de M. Walsh, M. le Président invita le Comité consultatif à prendre comme base de discussion la première partie du paragraphe 2 de la lettre du 2 juin de l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S.; car la seconde partie du paragraphe contenait des précisions que l'on pouvait (MM. Fabry, Dziobek) considérer comme non nécessaires.

Après avoir retouché le texte du paragraphe dans le sens mentionné, le Comité consultatif, à l'invitation de M. le Président, dans la séance du 16 juin, prit à l'unanimité la résolution suivante (qui complète la résolution déjà mentionnée):

- 2º a. Les valeurs des grandeurs photométriques des sources lumineuses ayant une couleur autre que celle de l'étalon primaire seront déterminées par un procédé tenant compte de la courbe des facteurs de visibilité (luminosité) adoptée par le Comité international des Poids et Mesures.
- b. Pour assurer aux Instituts métrologiques des différents pays l'uniformité dans le procédé de passage du nouvel étalon primaire aux étalons secondaires à filament incandescent présentant un rendement photométrique plus élevé, on adopte présentement la méthode des filtres bleus qui, intercalés entre le photomètre et l'une des sources lumineuses à comparer, rétablissent la sensation de couleur identique sur les deux plages de l'écran photométrique.

L'ensemble des deux résolutions adoptées par le Comité

consultatif, et se rapportant au point 1 de l'ordre du jour, forme la Résolution I.

M. Zwikker exprima la satisfaction des petites nations, qui se sont trouvées jusqu'ici particulièrement gênées par l'absence d'une unité photométrique universellement acceptée.

Le point 2 de l'ordre du jour était ainsi libellé :

2. « Organisation d'échange, entre les divers Labora-« toires, de lampes fonctionnant à 2360° K., étalonnées « en fonction de l'étalon primaire en utilisant les filtres

« bleus remis aux Laboratoires (demande du N. P. L.).

« Examen des résultats déjà acquis. »

A l'invitation de M. le Président, M. Walsh informa le Comité consultatif que le N. P. L. était en train de préparer des lampes destinées à servir d'étalons secondaires d'intensité à la température de 2360° K.; et qu'il proposait, d'accord avec M. Crittenden, que des lampes semblables fussent préparées et étalonnées, dans chaque Laboratoire, dans la nouvelle unité, puis envoyées toutes à un seul Laboratoire pour une comparaison entre elles.

M. Dziobek proposa l'étalonnage de chaque lampe à deux températures de couleur, celle du radiateur intégral étalon, et 2360°K., afin de faciliter l'interprétation des écarts éventuels entre les résultats.

Après l'observation (Walsh) qu'il était difficile d'avoir des lampes étalons fonctionnant à deux régimes, on adopta la suggestion de M. Crittenden de préparer deux séries de lampes pour l'étalonnage aux deux températures proposées par M. Dziobek; et l'on décida aussi de considérer momentanément comme prématurée l'extension du principe des échanges d'étalons aux lampes à atmo-

sphère gazeuse, extension dont l'utilité avait été signalée par M. Crittenden.

M. le Président ayant constaté l'accord entre tous les délégués sur le principe de rassembler dans un même Laboratoire les deux séries de lampes à comparer, proposa, à l'assentiment unanime, les premiers mois de 1938 comme une date convenable pour l'envoi des lampes. En présence de la tendance générale à inviter le N. P. L. à se charger des comparaisons, M. Sears informa le Comité consultatif que les délégués de ce laboratoire n'avaient pas reçu d'instructions pour accepter ce rôle, mais qu'il allait écrire au Directeur du N. P. L. et qu'il espérait une réponse affirmative.

A l'invitation de M. le Président, le Comité consultatif prit alors, à l'unanimité, dans la séance du 16 juin, la Résolution (II) suivante :

Il est demandé aux Laboratoires nationaux de préparer deux groupes de 6 lampes, l'un des groupes fonctionnant à la température de couleur de solidification du platine, l'autre à la température de couleur de 2360°K., et dont les intensités lumineuses seront évaluées en fonction de la bougie nouvelle.

Il est demandé que ces lampes soient envoyées avant le 1^{ec} avril 1938 au National Physical Laboratory en vue des comparaisons à exécuter entre elles.

Le point 3 de l'ordre du jour était ainsi libellé :

3. « Organisation d'échange, entre les laboratoires, de « lampes pour lesquelles on aurait déterminé le rapport « entre le flux lumineux et l'intensité dans une direction « donnée. Examen des résultats déjà acquis. »

Après une courte discussion sur ce point, ouverte à son invitation, M. le Président put constater que les

délégués étaient d'accord soit sur le principe de rassembler toutes les lampes dans un même laboratoire, en vue des comparaisons à exécuter, soit dans la tendance à inviter le N. P. L, à se charger aussi de ces comparaisons; et qu'ils considéraient convenable de substituer à la considération du flux lumineux celle de l'intensité lumineuse moyenne sphérique, et suffisant que chaque laboratoire prépare trois lampes au tungstène dans le vide en vue de l'envoi avant le 1^{er} avril 1938.

Le Comité consultatif prit alors, à l'unanimité, dans la séance du 16 juin, la Résolution (III) suivante :

Par une légère modification au troisième vœu voté par le Comité international dans sa session de 1933 (Procès-Verbaux, p. 66 et 165), le Comité consultatif demande aux Laboratoires nationaux de déterminer, pour trois lampes au tungstène dans le vide, le rapport entre l'intensité lumineuse dans une direction spécifiée et l'intensité moyenne sphérique, et il les prie d'envoyer ces lampes au National Physical Laboratory avant le 1^{er} avril 1938.

Dans la séance du 16 juin, M. le Président rappela qu'il restait à examiner la lettre du Ministre des Affaires Économiques de Belgique, qui, après avoir insisté sur l'importance d'une décision rapide, demandait que le Bureau international commence prochainement à faire des comparaisons photométriques.

M. Pérard signala que le Bureau fédéral des Poids et Mesures de Berne avait rédigé une demande dans le même sens et que la Hongrie allait formuler un désir analogue. Tout en soulignant que la compétence administrative du Comité consultatif ne l'autorisait pas à prendre des décisions en cette matière, M. Pérard exprima l'opinion que le Comité pouvait émettre au moins un vœu.

A l'invitation de M. le Président, tous les délégués exprimèrent alors leur avis sur la question; et l'on put constater qu'ils étaient unanimes à trouver désirable la création d'un laboratoire de photométrie au Bureau international des Poids et Mesures. M. le Président, se ralliant aussi à cet avis, et soulignant l'unanimité des opinions, estima toutefois, à l'assentiment des membres du Comité, qu'il n'était pas nécessaire de rédiger sur ce point un projet de résolution.

M. Dziobek suggéra qu'en raison de leur intérêt, les décisions prises par le Comité consultatif de Photométrie soient portées à la connaissance de tous les pays intéressés dès que le Comité international les aurait examinées, et avant la publication définitive des *Procés-Verbaux*.

A l'invitation de M. le Président, M. Pérard déclara alors qu'il se proposait de faire établir un résuiné comprenant les résolutions adoptées par les Comités consultatifs d'Électricité et de Photométrie, et de communiquer ce résumé aux intéressés le plus tôt possible; et le Comité manifesta son assentiment.

A la demande de M. Pérard, le Comité consultatif se prononça sur les documents à faire paraître dans les *Procès-Verbaux*, soit *in extenso*, soit en résumé.

M. le Président demanda ensuite au Comité de donner son avis sur la date de la prochaine session, rappelant toutefois que la décision définitive est du ressort du Comité international des Poids et Mesures.

Le Comité consultatif exprima sa préférence pour l'époque à laquelle se réunira le Comité consultatif d'Électricité, et souhaita que ce fût fin mai 1939.

L'ordre du jour de la session ayant été épuisé dans la

séance du 16 juin, le Comité décida de ne pas se réunir à nouveau.

M. Fabry, se faisant l'interprète des membres du Comité consultatif, exprima leurs remercîments à M. Sears, qui avait présidé la session d'une façon si remarquable et permis au Comité d'arriver à des résultats très importants.

M. le Président remercia le Comité et déclara la session close.

ANNEXE P1.

National Bureau of Standards, National Physical Laboratory et Laboratoire Central d'Électricité.

BASE PROPOSÉE

POUR

L'ÉTABLISSEMENT D'UNE ÉCHELLE DE VALEURS DE GRANDEURS PHOTOMÉTRIQUES.

PROPOSITION FAITE AU NOM DES TROIS LABORATOIRES (transmise par lettre du 14 décembre 1936).

1. Le Comité international des Poids et Mesures a établi deux principes qu'il convient de suivre dans l'établissement d'une échelle de valeurs de grandeurs photométriques à partir d'un étalon primaire.

Ces principes sont les suivants :

- a. L'étalon primaire d'intensité de lumière est dérivé de la brillance d'un radiateur intégral (corps noir) à la température de solidification du platine.
- b. Les valeurs des grandeurs photométriques des sources lumineuses ayant une couleur autre que celle de l'étalon primaire seront déterminées par un procédé tenant compte de la courbe des facteurs de visibilité adoptée par le Comité.

La fixation de la brillance du corps noir dans les conditions spécifiées plus haut suffit donc maintenant pour l'établissement d'une échelle de valeurs de grandeurs photométriques.

2. A priori il semblerait naturel d'attribuer à la brillance du radiateur intégral dans les conditions spécifiées une valeur

numérique choisie de manière à conserver l'unité d'intensité lumincuse établie en 1909 par la France, la Grande-Bretagne et les États-Unis (unité maintenue depuis cette date au moyen de lampes à filament de carbone) et qui avait été dénommée « bougie internationale ».

En fonction de cette unité, les déterminations déjà effectuées de la brillance du radiateur intégral à la température de solidification du platine conduisent à la valeur de 58,9 bougies internationales par centimètre carré.

3. Il semble qu'à l'heure actuelle tous les pays seraient disposés à se rallier à un étalon commun d'intensité lumineuse déterminé d'après les principes indiqués plus haut, si l'on renonçait à l'emploi de la bougie internationale, pour lui substituer une unité nouvelle, telle que la brillance du radiateur intégral, dans les conditions indiquées, fût de 60 unités nouvelles d'intensité par centimètre carré.

Il est évident que cette décision imposerait aux laboratoires de nombreuses comparaisons entre l'étalon primaire et leurs étalons actuels, pour leur permettre de fixer la valeur de ces étalons en fonction de la nouvelle unité. Mais nous savons que plusieurs des laboratoires nationaux se sont mis en état d'effectuer ce travail.

4. C'est au Comité consultatif de Photométrie, institué auprès du Comité international des Poids et Mesures, qu'il incombe de formuler des recommandations relativement aux étalons photométriques et aux procédés à mettre en œuvre pour la réalisation d'une échelle de valeurs de grandeurs photométriques.

En attendant la prochaine réunion de ce Comité, qui doit avoir lieu en 1937, les laboratoires nationaux chargés de l'établissement et de la conservation des unités présentent les propositions suivantes, en demandant qu'elles soient soumises par correspondance à tous les membres du Comité consultatif, pour qu'ils puissent se préparer à donner leur avis à cette réunion.

PROPOSITIONS.

a. L'unité d'intensité lumineuse est telle que la brillance du radiateur intégral à la température de solidification du platine soit de 60 unités d'intensité par centimètre carré.

Cette unité est appelée la « bougie ».

b. Les valeurs des grandeurs photométriques des sources de lumière de couleur différente de celle de l'étalon primaire sont déduites de celle de cet étalon par l'utilisation de filtres qui, intercalés entre le photomètre et l'une des sources lumineuses à comparer, rétablissent la sensation de couleurs identiques sur les deux plages de l'écran photométrique.

Le facteur de transmission de ces filtres doit être déterminé en calculant le facteur de transmission totale en fonction de la courbe de transmission spectrale, en utilisant dans ce calcul la courbe des facteurs de visibilité adoptée par le Comité international des Poids et Mesures.

Les observateurs devront être choisis de telle sorte et les conditions d'observation devront être telles que la moyenne des résultats représente ce qu'obtiendrait un observateur dont l'œil serait identique à celui que définit la courbe de facteurs de visibilité mentionnée ci-dessus.

ANNEXE P 2.

National Physical Laboratory.

SUGGESTIONS

CONCERNANT

L'ÉCHANGE D'ÉTALONS SECONDAIRES

D'INTENSITÉ LUMINEUSE

A LA TEMPÉRATURE DE COULBUR DE 2360°K.

- 1. Actuellement on prépare, au National Physical Laboratory, un nouveau groupe de lampes destinées à servir comme étalons secondaires d'intensité lumineuse à la température de couleur de 2360° K. Ces lampes seront mesurées par comparaisons : a. avec les anciennes lampes à filament de carbone, qui sont actuellement étalons secondaires, à la température de couleur de 2020° K (environ); b. avec des lampes à filament de tungstène, sous-voltées, qui ont été comparées avec l'étalon primaire. Pour ces deux comparaisons, on utilisera le verre bleu international.
- 2. Aussitôt que ces nouveaux étalons secondaires auront été mesurés, comme il est indiqué ci-dessus, on obtiendra les valeurs : a. de trois lampes à filament de tungstène reçues du Bureau of Standards en 1935; b. d'autres lampes que le Bureau of Standards a proposé d'envoyer dans le courant de la présente année.
- 3. On suggère que chaque laboratoire national prépare au moins six lampes, mesurées en fonction de ces étalons secondaires, à une température de couleur de 2360° K, et que toutes ces lampes soient comparées à un seul laboratoire désigné. Les résultats de ces comparaisons devraient être communiqués au Comité consultatif de Photométrie.

ANNEXE P3.

National Physical Laboratory.

. 1.

RÉSUMÉ DES RECHERCHES FAITES SUR L'ETALON PRIMAIRE DE LUMIÈRE

Par MM. H. BUCKLEY et W. BARNETT.

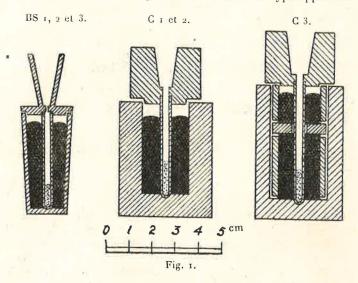
Un court résumé du travail essectué jusqu'en décembre 1932 au National Physical Laboratory sur le projet d'étalon primaire de lumière au platine a été publié dans les comptes rendus de la réunion de 1933 du Comité consultatif d'Électricité et de Photométrie (1) du Comité international des Poids et Mesures. Depuis décembre 1932 des mesures ultérieures ont été essectuées sur trois lingots de platine. Le présent rapport donne un résumé de l'ensemble des travaux depuis leur commencement en 1931.

Le travail expérimental comporte la détermination de la brillance d'un corps noir maintenu au point de solidification du platine. Le corps noir, conformément aux spécifications proposées par le Bureau of Standards, était constitué par un creuset de thorine contenant un lingot cylindrique de platine, le long de l'axe duquel se trouvait un tube de visée cylindrique en thorine, dont le diamètre intérieur était d'environ 2^{mm},5. Ce tube constituait le corps noir proprement dit dont on déterminait la brillance. On effectuait cette détermination en comparant l'éclairement de l'image de l'ouverture du corps noir, image

⁽¹⁾ Procès-Verbaux des séances du Comité international des Poids et Mesures, 2º série, t. 16, 1933, p. 256.

projetée sur un écran photométrique au moyen d'une lentille et d'un prisme à réflexion totale, à l'éclairement que produisaient sur le même écran des lampes étalons d'intensité connue.

Trois types dissérents de corps noir ont été utilisés. Ceux-ci sont représentés sur la figure 1. Les creusets du type appelé BS



ont été aimablement offerts par le National Bureau of Standards. Les creusets de type différent appelés Ci, C2 et C3 ont été faits au Laboratoire.

Le travail a été effectué en collaboration étroite avec le D' Schofield, de la section de physique; celui-ci s'occupait en même temps de la détermination du point de solidification du platine.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus. La brillance du corps noir au point de fusion du platine définit l'étalon primaire de lumière proposé. Les mesures ont été faites par quatre observateurs. La différence de couleur impliquée dans la mesure photométrique était celle qui existe entre un corps noir à la température de couleur 2046° K., légèrement modifiée par la lentille et le prisme d'une part, et des lampes étalons d'une température de couleur d'environ 2110° K., d'autre part. Deux lentilles et trois prismes ont été utilisés au cours du travail.

			Nombre		Brillance.			
Série.	Creuset.	Lentille.	Lentille, Prisme,		Fusion.	Solidifi- cation.	Différence	
1	BS 1	В	1	43	59,04	59,22	0,3	
9	BS 1	В	2	56	59,13	59,55	0,7	
3, , , , , , ,	BSI	G	3	32	58,93	59,71	1.3	
4		C	3	10	58,89	58,93	0,1	
5	BS 3	C	3	37	58,94	59.07	0,2	
6	Cı	В	I	25	58,95	59,06	0,2	
7	C 2	C	3	25	58,58	58,86	0,5	
8		C	3	20	58,69	58,79	0,2	

DISCUSSION DES RÉSULTATS.

Le lingot de platine du creuset BS 1 a été utilisé environ 100 fois pour un travail préliminaire relatif à des mesures de température et à des mesures de brillance, avant qu'aucun des résultats donnés ci-dessus n'ait été obtenu. Avant l'obtention des résultats de la série 3, le platine avait été fondu plus de 250 fois. On remarquera que la différence entre les valeurs de la brillance pour les fusions et les solidifications tend à croître avec le nombre de fusions du lingot. La brillance observée pendant la fusion paraît rester bien constante, tandis que la brillance observée pendant la solidification tend à s'élever. Cet effet est confirmé en partie par les déterminations de la température de solidification de Schofield (1). Celui-ci a trouvé une valeur de 1772º,7 C., valeur déduite de trois solidifications lorsque le lingot avait été fondu environ 75 fois, et 1774",3 C., valeur déduite de 22 solidifications après qu'il eut été fondu plus de 200 fois. Schofield a pu partager ces derniers résultats en deux groupes, selon que le platine en se solidifiant subissait ou non une surfusion considérable. Les résultats moyens de 13 solidifications avec de très faibles surfusions ont été 17750,0 C., tandis qu'on a obtenu 1773°, 5 C., comme résultat moyen de 12 solidifications accompagnées d'une grande surfusion.

Dans le travail résumé ici, on n'a observé aucune surfusion importante pendant l'usage ultérieur du lingot, de telle sorte

⁽¹⁾ Schofield, Proc. Roy. Soc., t. 146, 1934, p. 792.

que la valeur élevée de 59,73 bougies par centimètre carré s'accorde avec les observations de Schosield. La dissérence de 1°,5 observée par Schosield correspond à une dissérence de brillance juste supérieure à 1 pour 100.

Le travail de Schofield cependant ne confirme pas la constance de la valeur obtenue d'après les fusions. Les circonstances dans lesquelles on a déterminé la brillance et la température sont telles qu'on utilise une partie beaucoup plus grande des parois du corps noir proprement dit dans les déterminations de brillance que dans les déterminations de température, où l'on observe le fond du corps noir. Schofield a trouvé qu'avec ce lingot dans son état évolué la température de fusion était basse et différait de la température de solidification de 3°,9, ce qui correspond à une différence de brillance d'environ 2,2 pour 100, tandis qu'on a observé, lors des mesures de brillance, une différence de 1,3 pour 100.

Les différences dans la brillance à la fusion et à la solidification étaient de beaucoup inférieures à 1,3 pour 100 pour tous les autres lingots utilisés. Il paraît raisonnable de conclure que le lingot de ce premier creuset (BS 1) était affecté de quelque gradient de température dont l'influence était différente sur les fusions et sur les solidifications.

Le creuset BS 2 a donné une série très satisfaisante de 10 fusions et solidifications, dans lesquelles les fusions et les solidifications étaient vraiment en très bon accord. Il a été utilisé ensuite pour des mesures de température; et lorsqu'on l'a utilisé à nouveau pour des mesures de brillance, il est devenu hors d'usage, à cause de la contraction du tube de visée qui s'écartait de la position axiale.

Le creuset BS 3 a donné aussi des résultats satisfaisants. Après qu'on eût observé environ 40 fusions et solidifications, la qualité des courbes de solidification est devenue moins bonne et il n'a plus été possible d'obtenir de bonnes courbes, sans qu'il se produise une surfusion importante.

Le creuset C 1 a donné aussi des résultats très satisfaisants. Cependant, lors de la deuxième série de 12 fusions et solidifications, l'ouverture du tube de visée du corps noir commença à s'émietter légèrement, et quelques morceaux tombèrent à l'intérieur. Il est possible que, dans cette série, les parois du tube de visée aient été visibles sur une longueur plus grande qu'il n'aurait fallu.

Le creuset C 2 a donné lieu à des difficultés du fait que le tube de visée se contractait et s'écartait légèrement de la position axiale; un nouveau bout a été adapté; mais il fallait aligner très soigneusement l'assemblage et plusieurs résultats, évidemment trop bas, ont dû être rejetés. Le tube de visée avait le diamètre intérieur minimum. On avait pensé, d'après les résultats obtenus avec ce creuset, que le diamètre intérieur minimum, à savoir 2^{mm},3, recommandé dans les spécifications, était plutôt petit. Le diamètre intérieur maximum donné dans les spécifications est 2^{mm},7.

Le creuset C 3 comportait un double lingot, dans le but de réduire les pertes de chaleur du lingot inférieur. Les résultats obtenus avec ce lingot étaient très légèrement bas.

Afin de s'affranchir de la nécessité d'utiliser un prisme à réflexion totale, on a utilisé aussi des creusets horizontaux, mais sans succès.

FACTEUR DE TRANSMISSION DE LA LENTILLE ET DU PRISME.

Le facteur de transmission de la combinaison de la lentille et du prisme entre directement dans le calcul de la brillance du corps noir. On a utilisé plusieurs méthodes pour déterminer le facteur de transmission, à savoir :

- 1º Méthode de la brillance. Cette méthode comportait la détermination du rapport de la brillance d'une petite aire de la surface intérieure, uniformément éclairée, d'une sphère blanchie, lorsqu'on l'observait à travers la lentille et le prisme, et lorsqu'on l'observait directement.
- 2º Méthode de l'éclairement. Gette méthode comportait la détermination du rapport de l'éclairement produit par une aire déterminée d'une source de lumière à une distance fixe d'un photomètre, à l'éclairement produit lorsqu'une image de la même surface était projetée sur l'écran au moyen de la lentille et du prisme.
- * 3º Méthode pyrométrique. Cette méthode consiste à comparer la brillance d'un point d'une lampe à ruban de

tungstène incandescent à la brillance de l'image du même point formée au moyen de la lentille et du prisme. On utilisait le pyromètre optique sans le verre rouge ordinaire.

4º Méthode du produit. — On peut montrer que pendant l'utilisation effective de la lentille et du prisme avec le corps noir, seule la lumière qui passe toujours dans le même sens à travers ceux-ci produit un éclairement de l'écran photométrique. C'est-à-dire seule la lumière directement transmise est efficace; et la lumière qui a subi deux, quatre réflexions successives, ou davantage, sur la surface de la lentille et du prisme est sans effet. Douc la transmission de la combinaison est le produit des transmissions de chaque élément, lorsque chaque élément luimême est mesuré par une méthode où n'entre en jeu que la lumière directement transmise. Autrement dit, si les facteurs de transmission observés de chaque élément tiennent compte de cette lumière plusieurs fois réfléchie, il faut leur faire subir une correction de ce fait.

On a déterminé séparément le pouvoir de transmission de la lentille et du prisme en comparant la brillance d'une source étendue observée à travers chacun d'eux à la brillance observée directement. Lorsqu'on utilise soit la lentille, soit le prisme, la brillance observée est celle qui est due à la lumière directement transmise, et aussi à la lumière qui a subi deux réflexions successives sur les surfaces de la lentille ou du prisme. (L'effet d'un empilement de lames a été calculé par Stokes; le cas d'une seule lentille ou d'un seul prisme, à travers lequel on observe une surface éclairée étendue, n'en est qu'un cas particulier.)

On a obtenu les résultats suivants dans la mesure des facteurs de transmission :

	Facteur de t	ransmission.	
	Lentille B et prisme 1.	Lentille B	
	0/0	0/0	
Méthode de la brillance	78,82	78,54	
Méthode de l'éclairement	78,84	78,50	
Méthode pyrométrique	79,19	78,20	
Méthode du produit	78,85	78,25	*
Moyenne	78,92	78,37	

	Lentille C.	Prisme 3.
	0/6	0/0
	(a) 87,38	(a) 86,87
Méthode du produit (non	$\binom{(a)}{(b)}$ 87,38	(b) 86,69
corrigé)	(c) 86,68	
corrigé)	(d) 87,14	
Moyenne	87,07	86,78
(Corrigé des réflexions mul-		
tiples)	86,91	86,58

Transmission de l'ensemble = 75,24 pour 100.

PURETÉ DU PLATINE.

Il est spécifié que le platine doit être d'une pureté telle que le rapport entre sa résistance électrique à 100°C. et sa résistance à 0° ne doit pas être inférieur à 1,390.

Les résultats obtenus pour ce rapport sont les suivants :

	Rapport.			
Lingot,	Avant usage. Après usage.			
BS 1	1,3904			
BS 2	1,3913			
BS 3	- 1,3916			
G r				
G 2				
C 3	1,3895 1,3887			

Donc la purcté prescrite a été maintenue, sauf pour le lingot C 3. L'effet d'une légère impureté sur le point de fusion et sur le point de solidification n'est pas connu avec certitude.

Conclusions.

Les résultats d'où l'on doit déduire la valeur de la brillance du corps noir au point de solidification du platine sont les suivants:

Série.	Creuset.	Nombre d'observations.	5 I	Brillance.
1	BSI	43	59,22	bougies/cm2
2,	BSI	56	59,55	, »
3	BSI	32	59,71	>>
4	BS 2	10	58,93))
5	BS 3	37	59,07	>>
6		25	59,06	>>
7	C 2	25	58,86))
8	C 3	20	58,79	>>

La moyenne de toutes les séries de mesures, affectées du poids correspondant au nombre des observations, est 59,24 bougies par centimètre carré. Il paraît raisonnable de négliger complètement les résultats obtenus avec le lingot BS 1, qui a donné des résultats anormaux, aussi bien dans les mesures de brillance que dans les mesures de température.

La moyenne pondérée de toutes les autres séries comprenant 117 solidifications est 58,96 bougies par centimètre carré. On n'obtient pas de résultats très différents par tout autre choix raisonnable des résultats à faire entrer dans la moyenne. Si l'on fait abstraction des résultats obtenus avec le creuset C 3, puisque ce creuset n'était pas tout à fait de la forme détaillée dans les spécifications, et que le platine était légèrement contaminé, la moyenne est 59,00 bougies par centimètre carré.

Nous pensons que les résultats ne doivent pas être entachés d'une erreur supérieure à 0,25 pour 100 du fait des erreurs dans la détermination des facteurs de transmission, ni d'une erreur supérieure à 0,25 pour 100 du fait des erreurs tans la photométrie et des mesures de longueur, et que le résultat de 58,96 bougies par centimètre carré est exact avec une approximation d'environ un tiers d'unité pour 100. La valeur de la brillance du corps noir au point de solidification du platine est par conséquent 59,0 ± 0,20 bougies par centimètre carré. Ces résultats sont à comparer à l'a valeur de 58,86 bougies par centimètre carré obtenue par Wensel, Roeser, Barbrow et Caldwell (1) au Natiqual Bureau of Standards, et de 58,78 bou-

⁽¹⁾ WENSEL, ROESER, BARBROW et CALDWELL, B. Stand., Journ. Res., t. 6, 1931, p. 1103.

Procès-Verbaux des séances du Comité international des Poids et Mesures, 2º série, t. 14, 1931, p. 249.

gies par centimètre carré obtenue par Ribaud (1) à l'Université de Strasbourg.

Les auteurs désirent remercier leurs collègues MM. Brookes et Hale, pour leur précieuse coopération et leur aide tout au long de ces recherches.

II.

PRÉPARATION D'ÉTALONS SECONDAIRES

DE

FLUX LUMINEUX.

On a construit au National Physical Laboratory un nouvel appareil rotatif, qui permet de faire des mesures sur des lampes à vide spécialement construites en vue de déterminer leur intensité lumineuse dans toutes les directions de l'espace, et, de là, leur émission lumineuse totale en lumens. Les lampes ont des filaments en spirale, de telle sorte qu'elles donnent approximativement la même distribution de lumière que les lampes ordinaires à atmosphère gazeuse du commerce. A une température de couleur de 2360°K, elles consomment environ 0,65 ampère sous 65 volts et donnent environ 300 lumens.

L'appareil rotatif a été conçu de façon à remplir les conditions suivantes:

1º Il doit être possible de déterminer l'intensité lumineuse de la lampe pendant la rotation à un angle quelconque, depuis l'axe géométrique (côté de la pointe) jusqu'à la position à laquelle l'intensité lumineuse devient très petite à cause de l'interception de la lumière par le culot de la lampe elle-même.

⁽¹⁾ RIBAUD, Rev. d'Opt., t. 12, 1933, p. 289.

Procès-Verbaux des séances du Comité international des Poids et Mesures, 2° série, t. 16, 1933, p. 261.

2º Il doit être possible d'ajuster la position et l'orientation de la lampe de telle sorte (a) que l'axe géométrique de la lampe coïncide avec l'axe de rotation, et (b) que le centre lumineux de la lampe se trouve sur l'axe vertical autour duquel tourne l'appareil: cet axe coupe l'axe horizontal du banc photométrique utilisé pour les mesures d'intensité.

3º Il doit être possible de mesurer le voltage aux bornes de la lampe au moyen de deux conducteurs distincts de ceux qu'on utilise pour fournir le courant à la lampe. Le dispositif employé pour amener le courant ne doit pas être affecté par la vitesse de rotation de la lampe.

On fait tourner la lampe en maintenant son axe horizontal, et les mesures d'intensité lumineuse sont faites dans un grand nombre de directions différentes dans le plan horizontal qui contient cet axe. Il est alors possible de tracer le diagramme de Rousseau pour chaque lampe, et de déduire ainsi le flux lumineux qu'elle émet.

III.

UTILISATION

DE FILTRES BLEUS

POUR

LA DÉTERMINATION

D'ÉTALONS DÉRIVÉS D'INTENSITÉ LUMINEUSE

Par M. H. BUCKLEY.

Plusieurs laboratoires nationaux s'occupent actuellement de la détermination d'étalons d'intensité lumineuse de température de couleur 2360° K, à partir d'étalons de température de couleur 2045° K, au moyen de certains verres bleus. La courbe de transmission spectrale de ces verres jointe aux facteurs de visibilité de la C. I. E. servent à déterminer le rapport de transmission totale des verres pour la lumière de température de couleur 2045° K.

On suppose que l'introduction des facteurs de visibilité de la C. I. E. dans le calcul du rapport de transmission totale des verres donnera la certitude que les étalons de température de couleur plus élevée ainsi déduits seront en accord avec l'échelle photométrique définie par les facteurs de visibilité.

L'utilisation de verres bleus élimine la différence de couleur que l'on rencontrerait autrement dans la déduction d'étalons de température de couleur plus élevée. L'identité de couleur obtenue dans les conditions expérimentales n'est pas accompagnée par une identité d'énergie; car la courbe de transmission spectrale des verres est fort éloignée de la courbe idéale. Il est par conséquent possible que les conditions de dimension du champ utilisé affectent les valeurs assignées aux étalons dérivés.

L'article résumé ici discute l'effet possible des conditions de dimension du champ, lorsque celui-ci est compris entre 2º et 10º. La base expérimentale est le fait suivant : dans la photométrie des lampes à mercure à haute pression par la méthode des filtres de couleur, même pour des éclairements de l'ordre de 15 footcandle (161 lux), le résultat est plus élevé d'environ 7 pour 100 avec un champ petit, de 2º, qu'avec un champ grand, de 10º. On montre que ce fait est en accord avec l'hypothèse que la courbe de visibilité pour un grand champ a la même forme que dans le cas d'un champ petit, mais se trouve déplacée de 100 angströms dans la direction des courtes longueurs d'onde. On montre que l'effet de ce déplacement, lorsqu'on utilise des verres bleus pour déterminer des étalons dérivés de température de couleur 2360° K à partir d'étalons de température de couleur 2045° K, est d'environ 0,5 pour 100. Comme les facteurs de visibilité de la C. I. E. ont été déterminés pour un champ visuel petit (3°), il semblerait très important que, à défaut de preuve du contraire, on emploie un champ visuel petit pour la détermination de ces étalons.

D'autres méthodes, pour établir l'unité d'intensité lumineuse pour des lumières de différentes températures de couleur en accord avec les facteurs de visibilité de la C. I. E. et sans utilisation de verres bleus, sont envisagées.

Get article est publié en entier dans le Philosophical Magazine (Vol. 24, p. 1059, Déc. 1937).

ANNEXE P 4.

Ministère des Communications de Tokio, Laboratoire Électrotechnique.

PROPOSITIONS

DU

GOUVERNEMENT JAPONAIS.

Le Laboratoire Électrotechuique remet à la réunion du Gomité consultatif de Photométrie les propositions suivantes concernant les Propositions nos 1 et 2 de la Grande-Bretagne, des États-Unis et de la France, communiquées le 14 décembre 1936 par le Président du Comité consultatif de Photométrie.

PROPOSITIONS.

1. A l'heure actuelle, on reconnaît bien que pour l'étalon primaire d'intensité lumineuse devra être employé un radiateur intégral (corps noir) à la température de solidification du platine. Cependant, le Laboratoire Électrotechnique pense que l'adoption d'une nouvelle unité d'intensité lumineuse 60 par centimètre carré pour la brillance de ce radiateur intégral devra être déterminée en considérant les résultats des mesures des trois laboratoires de la Grande-Bretagne, des États-Unis et de la France, ainsi que ceux de quelques autres laboratoires qui auront terminé bientôt leurs travaux et en considérant aussi la reproductibilité des résultats de mesures des divers laboratoires. Par conséquent, il exprime le désir que le Comité consultatif de 1937 remette à plus tard l'adoption de la nouvelle unité.

2. En ce qui concerne la deuxième proposition, qui a trait à la photométrie hétérochrome, et d'après laquelle les filtres doivent être employés et la courbe des facteurs de visibilité déjà adoptée doit être utilisée dans le calcul des facteurs de transmission de ces filtres, le Laboratoire Électrotechnique n'oserait exprimer aucune objection à l'adoption provisoire de cette courbe s'il s'agit de déduire une nouvelle unité matérialisée par un étalon secondaire incandescent. Cependant, pour ce qui concerne la détermination définitive de la méthode de photométrie hétérochrome, il considère nécessaire que les divers laboratoires l'examinent d'une façon plus minutieuse.

Annexe I. - Mémorandum sur la Photométrie hétérochroms.

En ce qui concerne une des propositions des États-Unis, de la Grande-Bretagne et de la France, relative à la photométrie hétérochrome, et d'après laquelle les filtres doivent être employés et la courbe des facteurs de visibilité déjà adoptée doit être utilisée dans le calcul des facteurs de transmission de ces filtres, le Laboratoire Électrotechnique n'oserait exprimer aucune objection à l'adoption provisoire de cette courbe, s'il s'agit de déduire une nouvelle unité pour l'étalon secondaire incandescent. Cependant, il considère que la détermination définitive de la méthode de photométrie hétérochrome doit être examinée d'une façon plus minutieuse par les divers laboratoires.

Et en ce qui concerne l'échelle actuelle des unités lumineuses dont la couleur est différente de celle de l'étalon primaire de lumière, échelle réalisée dans chaque laboratoire, et dont on ne peut dire qu'il n'y a pas de question pendante, il ne devra pas être recommandé de déterminer une nouvelle échelle qui ne soit pas voisine de cette échelle; car elle est appliquée depuis longtemps dans divers laboratoires.

En considérant par exemple qu'il y a une plus ou moins grande différence entre la nouvelle échelle et l'échelle actuelle pour une lumière de haute température, comme l'a déjà dit le National Bureau of Standards, les divers laboratoires devront faire de plus en plus les études sur la nouvelle échelle.

On peut dire, au sujet du principe de détermination de la nouvelle échelle de la lumière de couleur différente de celle de l'étalon primaire dans la deuxième proposition, qu'il est un peu moins rigoureux que la définition rigoureuse de l'étalon primaire dans la première proposition.

La valeur numérique de la courbe des facteurs de visibilité adoptée d'une façon internationale est donnée par intervalles de 10^{mg} et sa précision n'est pas uniforme. Par conséquent, selon les diverses sortes de facteurs de transmission spectrale, la précision de l'échelle peut ne pas être quelquefois si bonne que celle de la photométrie; et de plus une valeur déterminée ne pourra être obtenue ni pour une même source ni pour un même filtre, si l'on ne définit pas la méthode de calcul des facteurs de transmission du filtre.

Dans ces conditions, le Laboratoire Électrotechnique n'oserait exprimer aucune objection à l'adoption provisoire de la deuxième proposition s'il s'agit de déduire une nouvelle unité pour l'étalon secondaire incandescent; et il propose comme nécessaire que les divers laboratoires examinent, d'une façon plus minutieuse, la détermination définitive de la méthode de photométrie hétérochrome.

Annexe II. — Sur le calcul du facteur de transmission du filtre.

Par M. Z. YAMAUTI.

Dans le calcul des facteurs de transmission du filtre, il va saits dire que l'on devra prendre en considération les questions suivantes: 1º Détermination de la distribution spectrale du rayonnement de la lumière originale; 2º Détermination des facteurs de transmission spectrale du filtre; 3º Détermination de la courbe des facteurs de visibilité; 4º Calcul du facteur de transmission totale du filtre.

1. Détermination de la distribution spectrale du rayonnement de la lumière originale. — Il est très difficile de procéder aux mesures de la distribution spectrale du rayonnement comme il faudrait le faire, c'est-à-dire en employant comme source incandescente la source pour laquelle est employé un filtre, et l'on emploie en général le rayonnement théorique du corps noir représenté par une température de couleur. Dans l'emploi de ce rayonnement, le plus raisonnable est d'adopter, pour valeur de la constante C2, celle de 14320 micron-degrés fixée d'une façon internationale pour les mesures des hautes températures. Les valeurs numériques de la distribution spectrale du rayonnement du corps noir en fonction d'une formule de Planck peuvent être facilement obtenues au moyen des valeurs insérées dans deux tableaux (1) déjà parus.

- 2. Détermination des facteurs de transmission spectrale du filtre. l'our mesurer les facteurs de transmission spectrale du filtre, il faut déterminer les intervalles de longueur d'onde, en considérant la distribution spectrale du rayonnement lumineux et la courbe des facteurs de visibilité spectrale. En ce qui concerne le filtre, destiné à élever la température de couleur de la source secondaire incandescente, il peut être mesuré à des intervalles d'environ 10^{mµ}. Mais, s'il s'agit d'un filtre dont la transmission varie d'une façon très irrégulière dans un domaine où la luminosité spectrale est grande, pour établir sa courbe des facteurs de transmission spectrale, il faudra déterminer des intervalles de longueur d'onde plus étroits dans ce domaine.
- 3. Détermination de la courbe des facteurs de visibilité. Pour la courbe des facteurs de visibilité adoptée d'une façon internationale, les valeurs numériques sont données de 10 en 10^{mp}. Nous sommes entièrement d'accord avec les opinions de M. D. B. Judd (2) concernant la détermination universelle de la méthode d'interpolation et elle devra être étudiée davantage. En employant les valeurs des logarithmes de la courbe des facteurs de visibilité adoptée d'une façon internationale comme nous les avons déjà publiées (3), nous avons utilisé la méthode d'interpolation osculatrice, pour laquelle ont été adoptées des différences de troisième ordre, ce qui a donné des résultats tout à fait excellents.
- 4. Calcul du facteur de transmission totale du filtre. Dans le calcul du facteur de transmission totale du filtre, il faudra examiner la méthode de calcul.

⁽¹⁾ Z. Yamauti et M. Okamatu, Tables of Planck's Formula of Radiation (I), Researches of Electrotechnical Laboratory, n. 395, 1936; Tables of Planck's Formula of Radiation (II); Tables for Specified Wave-length, Resentectrotech. Lab., n. 402, 1936.

⁽²⁾ D. B. Judd, J. O. S. A, vol. 21, nº 5, 1931, p. 267.

⁽²⁾ Z. YAMAUTI et M. OKAMATU, Res. Electrotech. Lab., nº 388, 1935.

Par exemple, sur le facteur de transmission totale du filtre R 3-28 dans le rapport de M. K. S. Gibson (1), pour le rayonnement du corps noir à 2080° K, ont été obtenus les résultats suivants:

D'abord, pour plus de commodité dans les comparaisons, si l'on calcule ce facteur en déterminant les valeurs de mµ, en mµ, sa valeur calculée est 0,5237, et aussi 0,5237 la valeur calculée par la méthode de sommation ou trapézoïdale dans les limites des longueurs d'onde de 400mµ à 760mµ en utilisant les valeurs données de 10 en 10mµ. Toutéfois, la valeur calculée par la méthode de Simpson est 0,5232.

Les valeurs de la luminosité à 400m et 770m pouvant être négligées, les limites du calcul intégral une fois changées ne devraient exercer aucune influence sur les valeurs calculées. En tenant compte de ce fait, nous avons obtenu la valeur de 0,5243, en utilisant des intervalles de 10m a 770m, et la valeur de 0,5243 au moyen de la méthode de Simpson dans les limites de 410m à 770m, et la valeur de 0,5237 au moyen de la méthode de sommation ou trapézoïdale. Il eu résulte qu'il n'est pas juste de dire que la méthode de Simpson donne de meilleurs résultats que la méthode de sommation ou trapézoïdale, dans un tel calcul, comme on le dit ordinairement. A en juger par les expériences subies dans l'intégrale similaire, nous nous sommes rendu compte de ce que la méthode de sommation ou trapézoïdale est de beaucoup supérieure à celle de Simpson, dans ce calcul utilisant la courbe des facteurs de visibilité.

⁽¹⁾ K. S. Gibson, Procès-Verbaux du Comité international, 1933, p. 320.

ANNEXE P5

Institut de Métrologie de l'U.R.S.S.

LETTRES DE M. ZALUTZKY

Directeur-Adjoint de l'Institut de Métrologie

AU PRÉSIDENT DU COMITÉ CONSULTATIF DE PHOTOMÉTRIE

I.

Léningrad, le 28 février 1937.

Monsieur le Président.

J'ai étudié votre lettre du 14 décembre 1936, concernant les propositions présentées au Comité consultatif de Photométrie au nom du Bureau of Standards, du National Physical Laboratory et du Laboratoire Central d'Électricité, ainsi que la Note jointe à cette lettre, dans laquelle ces propositions sont détaillées.

Nous avons examiné minutieusement les propositions avec nos métrologistes travaillant dans le domaine de la photométrie, et à présent j'ai l'honneur de vous faire connaître les conclusions auxquelles nous sommes arrivés.

1. En étudiant la première proposition, qui doit signifier la réduction de la valeur actuelle de l'unité d'intensité lumineuse de 1,87 pour 100, nous avons tout d'abord remarqué que cette proposition n'est point accompagnée d'un exposé de fondements scientifiques ou pratiques. Cet exposé serait pourtant pour nous d'une grande importance; car ce n'est qu'ayant des raisons sérieuses que nous pourrions recommander à notre gouvernement de faire des changements quelconques au système de grandeurs

photométriques décrété dans l'U. R. S. S. Dans le cas présent, nous ne voyons pas de pareilles raisons.

On attribue en U. R. S. S. une grande importance à l'immutabilité des grandeurs photométriques. Lorsqu'en 1925 on délibérait en U.R.S.S. sur la question de passer au système international de grandeurs photométriques. les arguments décisifs en faveur de ce système furent précisément les travaux métrologiques des Instituts des État-Unis, de la France et de l'Angleterre, qui ont démontré que l'unité d'intensité lumineuse est reproduite à l'aide de lampes photométriques à incandescence avec une précision plus grande qu'à l'aide des lampes de Hefner. Pourtant la décision définitive de la question délibérée fut prise sous la forte influence du fait que les Institutions ci-dessus citées, en établissant en 1909 la valeur de la bougie internationale, avaient convenu de conserver cette valeur immuable. En outre, on tint aussi compte de ce que cette unité d'intensité lumineuse fut dans la suite, à savoir en 1921, confirmée par la Commission internationale de l'Éclairage.

En nous basant sur l'expérience du laboratoire photométrique de l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S., nous pouvons signaler que la valeur actuelle de la bougie internationale ne trouve de notre part aucune objection. Également nous ne connaissons pas de faits qui auraient pu prouver des inconvénients quelconques de la valeur choisie de la bougie internationale pour la pratique photométrique dans l'U. R. S. S., non plus que dans un autre pays quelconque. C'est pourquoi la proposition de changer la valeur de la bougie internationale fut pour nous tout à fait inattendue.

En outre, cette proposition n'est pas conforme aux résolutions internationales antérieures. Au contraire, dans la session du Comité consultatif d'Électricité du 24 juin 1930, on avait adopté, comme on le sait, la résolution suivante :

« Le Comité consultatif estime qu'il ne serait pas pratique de changer l'unité employée communément dans plusieurs pays depuis 1909 et adoptée par la Commission internationale de l'Éclairage ».

En considérant tout ce qui vient d'être dit et ayant en vue : que la valeur de la bougie internationale s'est conservée avec. un grand degré de précision au cours des 10 années d'existence du laboratoire photométrique de l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S.;

que l'introduction dans la pratique des grandeurs photométriques internationales a demandé, depuis 1925, beaucoup de travail et de grandes dépenses (une quantité considérable de lampes photométriques-étalons et de luxmètres en usage dans le pays, vérifiés conformément aux valeurs décrétées des grandeurs photométriques);

que chaque changement de l'unité d'intensité lumineuse serait inévitablement accompagné de la nécessité de surmonter de grandes difficultés pratiques, non compensées par des avantages quelconques de caractère technique ou économique;

et qu'enfin, un pareil changement soulèverait sans doute des observations de la part des photométristes de l'U.R.S.S.;

Je dois annoncer, au nom de l'Institut de Métrologie, que, selon notre opinion, il n'y a pour le moment aucune raison de se départir de la valeur actuelle de la bougie internationale adoptée dans la plupart des pays.

En annonçant cela, je vondrais en même temps faire une réserve : bien que nous considérions nécessaire de ne pas renoncer à la valeur actuelle de la bougie internationale, cette valeur étant conservée avec une précision suffisante pour la pratique, à l'aide des lampes photométriques à incandescence, néanmoins nous partageons l'opinion générale, que l'étalon primaire photométrique doit être perfectionné. A cet égard nous considérons comme complètement juste la voie qu'a suivie jusqu'à présent le Comité international des Poids et Mesures, en recommandant aux Instituts métrologiques d'établir un nouvel étalon photométrique fondamental constitué par un corps noir. Le laboratoire photométrique de l'Institut de Métrologie de l'U.R.S.S. travaille aussi dans cette direction.

2. Nous considérons comme tout à fait juste et opportune la proposition du Bureau of Standards et du National Physical Laboratory, ainsi que du Laboratoire Central d'Électricité, d'adopter la nouvelle définition de l'unité d'intensité lumineuse, tant qu'il ne s'agit que de cherèher à remplacer l'étalon photométrique fondamental actuel, constitué par trois groupes de lampes électriques à incandescence, par un nouvel étalon primaire constitué par un radiateur intégral (corps noir), qui

reproduit, comme on a coutume d'admettre, la brillance de la surface rayonnante du corps noir à la température de solidification du platine. Gependant nous ne pouvons pas être d'accord sur la définition proposée de l'unité d'intensité lumineuse. Nous estimons que le Comité consultatif de Photométrie devrait, en établissant le nouvel étalon de lumière, saisir cette occasion pour reconstruire tout le système de grandeurs photométriques, en le basant non pas sur l'unité d'intensité lumineuse (la bougie internationale), mais sur l'unité de flux lumineux (le lumen). Du point de vue de la métrologie, ce serait plus juste; car l'intensité lumineuse, n'est qu'une caractéristique du flux lumineux. Ces conditions étant données, la définition de l'unité d'intensité lumineuse se présenterait sous une forme nouvelle.

En vertu de ces considérations, nous présentons au Comité consultatif de Photométrie nos propositions sur la définition des grandeurs photométriques, données en annexe à cette lettre.

- 3. Quant aux mesures photométriques hétérochromes, nous estimons plus juste de nous borner à un exposé général de leurs principes ayant trait à l'emploi de la visibilité relative internationale, comme cela, a été fait dans le paragraphe 1 b de la Note jointe à votre lettre, à savoir :
- « Les valeurs des grandeurs photométriques des sources lumineuses ayant une couleur autre que celle de l'étalon primaire, seront déterminées par un procédé tenant compte de la courbe des facteurs de visibilité adoptée par le Comité. »

En effet, cette thèse fondamentale est la base de toute la photométrie hétérochrome. Elle est tout à fait juste et ne donne lieu à aucune objection. Par contre, les suggestions complémentaires ayant trait à la photométrie des champs de différentes couleurs ne sont que des indications techniques auxiliaires, qui devraient être données non pas dans la décision même, mais comme recommandation facultative. En outre, la différence des couleurs devant être évaluée d'après la sensation (ainsi que le recommandent les propositions examinées), cette méthode introduit dans les mesures une certaine approximation et, par cela même, n'est pas parfaite.

Dans l'exposé qui précède, j'ai trouvé nécessaire de ne citer que les conclusions principales auxquelles nous sommes arrivés à l'Institut de Métrologie, après avoir étudié votre lettre. C'est pourquoi je considère qu'il est utile de joindre à ma lettre un mémorandum spécial du Professeur P. M. Tikhodéjev, qui, à ma prière, a pris la peine de motiver nos conclusions plus en détail.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments de haute considération et de sincère dévoyement.

L. ZALUTZKY.

- Annexe I. Propositions de l'Institut de Métrologie de l'U.R.S.S. ayant trait à la définition des grandeurs photométriques.
- a. L'unité du flux lumineux, le lumen, est le flux lumineux émis par un radiateur intégral, à la température de solidification du platine, d'une aire de o^{em2},005404 (1).
- Note. La construction du corps noir et les conditions des mesures sont définies par la spécification adoptée par le Comité international des Poids et Mesures.
- b. L'unité d'énergie lumineuse, le lumen-seconde, est l'énergie lumineuse dépensée au cours d'une seconde, le flux lumineux étant d'un lumen.
- c. L'unité de radiance, le radphot, est la radiance d'une surface plane rayonnant uniformément en tous ses points, qui émet d'un côté un flux lumineux d'un lumen par aire d'un centimètre carré.
- d. L'unité d'éclairement, le phot, est l'éclairement d'une surface, qui reçoit par centimètre carré de surface un flux lumineux d'un lumen, uniformément réparti.
- Note. Pour la mesure de l'éclairement on admet aussi l'emploi de l'unité « lux », égale à un dix-millième du phot (0,0001 ph).
- e. L'unité de quantité d'éclairement, le phot-seconde, est la quantité d'éclairement reçue par une surface, au cours d'une seconde, lors de son éclairement d'un phot.

^{(1) 0,005404 =} $\frac{1}{\pi 58.9}$; la valeur définitive sera établie par le Comité international des Poids et Mesures.

f. L'unité d'intensité lumineuse, la bougie internationale, est l'intensité lumineuse d'une source lumineuse ponctuelle dans les directions dans lesquelles elle émet un flux lumineux d'un lumen réparti uniformément dans un angle solide d'un stéradian.

g. L'unité de brillance, le stilb, est la brillance d'une surface rayonnant uniformément en tous ses points, dans une direction qui lui est perpendiculaire, cette surface ayant dans la même direction une intensité lumineuse d'une bougie internationale par centimètre carré.

L. ZALUTZKY.

Annexe II. — Sur la Proposition des trois laboratoires concernant le changement de la valeur de l'unité d'intensité lumineuse;

Par le Professeur P. M. Tikhodéjev.

L'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S. a reçu à la fin du mois de décembre 1936, de la part du Président du Comité consultatif de Photométrie; M. le Professeur Paul Janet, les propositions pour le changement de la valeur actuelle de l'unité d'intensité lumineuse (voir Annexe P 1), la bougie internationale, à l'occasion de l'adoption d'un nouvel étalon photométrique, le corps noir. En même temps, on proposait d'établir une méthode définie de mesures photométriques des sources de lumière de différentes couleurs. Une proposition analogue avait été reçue, au mois de novembre 1936, de la part de la Commission internationale de l'Éclairage. Le texte des propositions est le suivant:

a. L'unité d'intensité lumineuse est telle que la brillance du radiateur intégral, à la température de solidification du platine, soit de 60 unités d'intensité par centimètre carré.

Cette unité est appelée la « bougie ».

b. Les valeurs des grandeurs photométriques des sources de lumière de couleur différente de celle de l'étalon primaire sont déduites de celle de cet étalon par l'utilisation de filtres qui, intercalés entre le photomètre et l'une des sources lumineuses à comparer, rétablissent la sensation de couleurs identiques sur les deux plages de l'écran photométrique.

Le facteur de transmission de ces filtres doit être déterminé

en calculant le facteur de transmission totale en fonction de la courbe de transmission spectrale, en utilisant dans ce calcul la courbe des facteurs de visibilité adoptée par le Comité international des Poids et Mesures.

Les observateurs devront être choisis de telle sorte et les conditions d'observation devront être telles que la moyenne des résultats représente ce qu'obtiendrait un observateur dont l'œil serait identique à celui que définit la courbe de facteurs de visibilité mentionnée ci-dessus.

On ne saurait être d'accord sur la première proposition pour les raisons suivantes :

1. Inconvenients du changement de la valeur des unités photométriques. - Comme on le sait, la brillance du corps noir à la température de solidification du platine est déterminée à 58,9 stilbs, ce qui représente la moyenne des mesures du NBS, du NPL et du LCE. On propose pourtant d'attribuer à la brillance la valeur de 60 stilbs et de changer conformément les valeurs actuelles des grandeurs photométriques internationales, par conséquent, de les réduire de 1,87 pour 100. Pourtant la proposition de changer ces valeurs, en particulier celle de la bougie internationale, qui est à l'ordinaire considérée (par la Commission internationale de l'Éclairage) comme unité photométrique fondamentale, n'est pas accompagnée d'un exposé des raisons qui ont donné lieu à la proposition même de changer l'unité d'intensité lumineuse et de choisir pour ce changement la valeur arbitraire de 1,87 pour 100. La considération de la question en est rendue difficile. Pourtant, tout ce qui se trouve publié dans la littérature internationale dont l'auteur a pu disposer, lui permet d'affirmer que ce changement n'a pas de base scientifique.

Il est nécessaire de noter qu'on avait déjà exprimé un certain manque de certitude de la constance de la bougie internationale au cours de sa conservation (depuis 1906). On trouve des réflexions à ce sujet dans la communication de la P. T. R. (à Berlin) présentée en 1933 au Comité consultatif d'Électricité et de Photométrie (Comité international des Poids et Mesures, Procès-Verbaux des séances, t. XVI, 1933, p. 240-242 et 293-295). Il s'agit du rapport de la bougie internationale à la bougie Hefner, qui fut initialement (1906-1909) déterminé sur la base des mesures comme étant 1, 111; tandis que les mesures de 1931 et de 1932 ont

donné le rapport 1,129. Cependant il ne faut pas oublier que la précision de la reproduction de la bougie Hefner est de ± 1 pour 100 environ. En outre, la comparaison de la bougie Hefner à la bougie internationale se fait dans le photomètre avec des plages de comparaison de couleur différente. La différence des couleurs est très considérable. Jusqu'à ces derniers temps, on donnait peu d'attention au choix des observateurs qui effectuaient les mesures photométriques. C'est pourquoi les mesures de 1906 peuvent difficilement être considérées comme tout aussi précises et aussi parfaitement sûres que celles de 1932. En rapprochant cette circonstance des résultats de l'intercomparaison des lampes étalons des États-Unis, de Grande-Bretagne et de France, qui ont montré une coïncidence complètement satisfaisante, des valeurs relatives des unités d'intensité lumineuse conservées dans chacun de ces pays, nous avons dejà au moins quelque raison solide pour affirmer que la bougie internationale ne doit pas avoir changé d'une manière sensible au cours de sa conservation. Mais admettons que la bougie internationale ait subi quelque changement pendant cette période. Tout de même à chaque remplacement de l'étalon photométrique fondamental par un autre étalon. on devrait établir ce nouvel étalon de manière qu'il puisse reproduire précisément la valeur de l'unité photométrique conservée au moment de la substitution. C'est ainsi qu'on doit agir lors de la substitution du corps noir aux lampes à incandescence étalons. L'importance des travaux scientifiques et pratiques fondés sur les mesures photométriques croît rapidement d'année en année. C'est pourquoi il y aurait plus de raison de conserver pour l'avenir la valeur actuelle des unités photométriques, plutôt que celle dont on s'était servi antérieurement.

Du point de vue de la métrologie, il faut séparer la question de la grandeur des étalons photométriques des conditions de leur reproduction. Le système des grandeurs photométriques doit être construit conformément à ses propres besoins et non pas aux conditions de la reproduction de ces grandeurs.

A mesure des progrès ultérieurs dans le développement de la science et de la technique, l'étalon de lumière pourra être remplacé de temps en temps par un étalon plus parfait. L'étalon de lumière sous forme de corps noir, nouvellement proposé par le Bureau of Standards, et dont la brillance est mesurée à la température de solidification du platine, n'est pas assez parfait pour qu'il ne soit pas nécessaire de chercher dès maintenant un étalon qui convienne

mieux (1). Et l'on ne peut qu'exprimer le vœu que cet autre étalon plus parfait soit trouvé.

Mais il ne s'ensuit pas du tout qu'à chaque remplacement de l'étalon de lumière on doive ou puisse changer la grandeur des unités photométriques qu'il reproduit. Il ne peut y avoir aucune nécessité scientifique de changer cette grandeur : il s'agit donc d'une valeur conventionnelle (arbitraire) ou d'un nombre conventionnel.

D'autre part, chaque changement des unités de mesure en usage dans un pays est accompagné de grandes difficultés et de pertes de ressources et de temps. Il ne suffit pas de changer la valeur des appareils de mesure utilisés dans un pays. Il est nécessaire d'être en état de tenir compte du changement des unités à chaque comparaison des grandeurs mesurées en unités nouvelles avec leurs valeurs en unités anciennes. Lorsqu'en 1925 l'U. R. S. S.

⁽¹⁾ Voir P. M. TIKHODÉJEV, L'état actuel de l'établissement d'un nouvel étalon de lumière (en cours de publication dans les Travaux du Comité photométrique de l'Académie des Sciences).

Dans cet article, l'auteur analyse les imperfections du nouvel étalon photométrique; il signale entre autres :

r° Le changement peu accentué de la brillance lors du passage du platine de l'état liquide à l'état solide, ce qui limite la précision de la détermination de la température à l'aquelle il convient de mesurer la brillance. A cause de cela, le nouvel étalon a une précision de reproduction limitée.

²º Un éclairement faible sur l'écran du photomètre (10-11 lux), qui n'est pas le plus favorable aux mesures photométriques.

^{. 3}º La présence du système optique (de la lentille et du prisme), qui fait baisser deux fois environ la précision des mesures, à cause de la nécessité d'une détermination spéciale de son facteur de transmission.

⁴º La distribution relative défavorable de l'énergie dans le spectre; le côté du spectre des grandes longueurs d'onde surpasse cent fois environ d'après sa puissance le côté des courtes longueurs d'onde. La couleur de l'étalon diffère beaucoup de celle qu'on a dans les sources lumineuses employées dans la pratique, à cause de quoi la précision des mesures photométriques, ordinairement exigée par la science et la pratique, se trouve diminuée.

^{5°} Le mode d'emploi du corps noir, et, en particulier, la présence du système optique rend difficile l'emploi des mesures énergétiques objectives. Ces mesures sont aussi rendues plus compliquées à cause de la difficulté de conserver longtemps l'étalon à une température stable, correspondant à la solidification du platine.

décréta la bougie internationale au lieu de la bougie Hefner. employée auparavant dans la pratique, on avait tenu compte de ce que la bougie internationale n'avait pas encore d'étalon sùrement établi. Mais on avait manifesté une confiance dans les ententes scientifiques internationales. Le document ayant trait à l'établissement de la bougie internationale en 1909, d'après une entente entre le Bureau of Standards des États-Unis, le National Physical Laboratory d'Angleterre et le Laboratoire Central d'Électricité (à Paris), contient l'indication que ces Instituts métrologiques conserveront immuable leur unité photométrique commune. (Commission internationale de l'Éclairage : Recueil des Travaux, session 1921, p. 42-44). La Commission internationale de l'Éclairage a adopté cette unité en 1921 en qualité d'unité internationale (loc. cit., p. 40-41). C'est précisément en se basant sur ces décisions que l'U. R. S. S. a décrété sans hésiter le système international des grandeurs photométriques.

Il serait extrêmement regrettable de déroger aux ententes internationales, sans avoir des motifs scientifiques et pratiques tout à fait incontestables.

Dans tout le pays de l'U. R. S. S., se trouve en usage une grande quantité de lampes photométriques étalons, ainsi que de luxmètres, étalonnés d'après la valeur légale des grandeurs photométriques. On peut se représenter combien il peut y avoir de malentendus fondés sur le changement des grandeurs photométriques.

Il est important de noter que les lampes étalons ont comme grandeur photométrique une valeur qui n'est pas exprimée par un nombre rond.

L'arrondissement de la valeur de brillance de 58,9 à 60 stilbs ne donne par lui-même aucun avantage pratique; car il n'y a que les Instituts de Métrologie qui se servent de ces nombres, et cela même dans des cas bien rares.

2. La dénomination de l'unité d'intensité lumineuse. — Les propositions destinées à être présentées au Comité consultatif de Photométrie contiennent aussi la nouvelle dénomination de l'unité d'intensité lumineuse : « bougie » au lieu de « bougie internationale ».

Dans l'U. R. S. S. l'unité actuelle est ordinairement nommée « bougie ». Aux États-Unis, en Angleterre et en France la définition « internationale » est aussi souvent omise. C'est pourquoi la

conservation de l'ancienne dénomination pour la valeur modifiée de l'unité d'intensité lumineuse peut introduire une confusion. Il faut se rappeler à cette occasion que dans le système des grandeurs photométriques il n'y a que l'unité d'intensité lumineuse, « la bougic », qui soit ainsi nommée pour des raisons historiques, et, d'ailleurs, assez mal à propos à cause de l'emploi très répandu de ce mot dans la vie commune dans son sens original (un certain genre de source de lumière). Il est donc naturel d'établir à présent une dénomination convenable, la même pour tous les pays. A. Blondel a proposé en 1928 à la Commission internationale de l'Éclairage d'adopter la dénomination « pyr » (Proceed. Internat. Congress of Illumination, 1928, p. 776) (¹). Pour la langue russe ce mot ne convient pas complètement à cause de l'existence du même mot dans un tout autre sens. Mais jusqu'à présent il n'y a pas d'autres propositions, quoiqu'il eût été bien utile d'en faire.

3. Définitions du lumen, du stilb et de l'unité d'intensité lumineuse. — Dans les propositions examinées, la définition de l'unité d'intensité lumineuse se distingue par sa construction des définitions des unités dérivées généralement adoptées. Est-il nécessaire de se départir ainsi des autres définitions?

Il est le plus conforme au but d'agir comme cela a été fait dans les normes de l'U, R. S. S. ayant trait aux grandeurs photométriques. A savoir, on considère comme unité fondamentale, dans le système des grandeurs photométriques, l'unité de flux lumineux, le lumen, pour la raison que c'est le flux lumineux qui est la grandeur photométrique fondamentale. Toutes les autres unités sont dérivées du flux lumineux par corrélations physiques et mathématiques. Quant au lumen lui-mème, il est défini d'après l'étalon de lumière fondamental. Notamment, il faut adopter la définition:

« Le lumen est le flux lumineux émis par une aire de ocm²,005404 (²) du corps noir, à la température de solidification du platine ».

Note. - La construction du corps noir et les conditions des

⁽¹⁾ Il avait déjà fait une proposition analogue en 1896.

⁽²⁾ $0.005404 = \frac{1}{\pi \cdot 58.9}$. Le nombre définitif est à établir par le Comité consultatif de Photométrie.

mesures sont définies par la spécification adoptée par le Comité international des Poids et Mesures.

Le projet de spécification en instance (1) propose à première vue de mesurer la brillance. En réalité, la brillance n'est pas mesurée; mais elle est calculée d'après l'éclairement mesuré. C'est pourquoi on dira plus strictement que l'étalon de lumière reproduit l'unité d'éclairement. Mais, comme l'éclairement est toujours observé sur une surface définie, on a pleinement raison de parler de la reproduction simultanée du flux lumineux. En général, les unités photométriques n'étant jamais reproduites séparément, on ne peut reproduire une grandeur photométrique sans produire le flux lumineux. Certes, tout dépend de ce que l'on considère en premier lieu. C'est pourquoi on est justifié de parler directement de la reproduction du lumen dans sa définition théorique, qui est tout à fait précise et qui ne provoque aucune contradiction; car cette définition théorique est à un certain degré conventionnelle, vu qu'elle n'est pas destinée à remplacer la spécification de l'étalon.

La définition de l'unité d'intensité lumineuse devient alors la suivante : c'est l'intensité lumineuse d'une source ponctuelle, dans les directions où elle émet un flux lumineux d'un lumen uniformément réparti dans l'angle solide unité (stéradian). Dans la définition de l'unité de brillance, le stilb, on ne doit plus s'en rapporter à l'étalon, mais il faut définir le stilb à l'aide de l'unité d'intensité lumineuse : c'est la brillance d'une surface plane présentant un rayonnement uniforme en tous ses points, dans une direction perpendiculaire à cette surface et ayant dans cette direction une intensité égale à une bougie internationale par centimètre carré.

4. Sur les mesures photométriques des sources de lumière de différentes couleurs. — Dans les propositions examinées, on trouve ailleurs : « Les valeurs des grandeurs photométriques des sources lumineuses ayant une couleur autre que celle de l'étalon » primaire seront déterminées par un procédé tenant compte de la courbe des facteurs de visibilité adoptée par le Comité ».

Cette thèse établit une base de départ tout à fait précise pour

⁽¹⁾ Comité international des Poids et Mesures. Procès-Verbaux des séances, t. XII. 1931, p. 249-257.

toutes les méthodes possibles de mesures photométriques des sources de lumière de différentes couleurs. Par soi-même elle suffit complètement. Pourtant la seconde proposition (voir au commencement de l'article, b) a déjà trait aux détails techniques. Elle établit, comme méthode normale pour les mesures des sources de lumière de différentes couleurs, la méthode des filtres colorés.

L'emploi d'un tel procédé exige, comme on le sait : 1º une détermination de la distribution spectrale relative de l'intensité lumineuse pour la source lumineuse, auprès de laquelle on se sert du siltre coloré et, 2º une détermination des facteurs de transmission spectrale du filtre. Ces deux déterminations doivent être faites expérimentalement (pour les travaux métrologiques dans lesquels on veut obtenir une précision maxima). Les mesures spectrophotométriques, particulièrement celles qui se rapportent à la distribution relative de la puissance de rayonnement, présentent toujours certaines difficultés. Leur précision n'est pas très grande. Le choix des observateurs pour les mesures photométriques comprend obligatoirement la détermination de la sensibilité relative de chacun d'eux aux couleurs spectrales. Les mesures photométriques des sources de lumière de différentes couleurs, effectuées conjointement par plusieurs observateurs choisis de telle sorte que leur sensibilité moyenne aux couleurs spectrales soit précisément égale à la visibilité relative internationale adoptée, garantissent un résultat correct lors du changement de la couleur des grandeurs photométriques à déterminer en général et lors de la comparaison directe des grandeurs de différentes couleurs (par exemple quand on emploie un photomètre à contraste) sans qu'on se serve d'un filtre coloré. Ce dernier représente un moyen technique auxiliaire, très commode dans certains cas de mesures. Il n'est pourtant pas certain qu'on doive s'en servir dans toutes les circonstances sans exception.

Admettons qu'il s'agisse d'établir un étalon secondaire constitué par des lampes au tungstène à incandescence à vide à la température de couleur de l'ordre de 2300° K. Pour le comparer à l'étalon primaire constitué par un corps noir à la température de solidification du platine, on se sert d'une lampe de comparaison. Admettons aussi que sa couleur (et à un certain degré sa distribution relative de la puissance de rayonnement) est la même que celle de l'étalon primaire. Alors, suivant la proposition, nous avons à nous servir, pendant les mesures de l'étalon secondaire.

d'un siltre bleu placé du côté de la lampe de comparaison. Par conséquent, il faut faire les mesures suivantes : 1° mesure de la distribution spectrale relative de la puissance de rayonnement de la lampe de comparaison; 2° mesure des facteurs de transmission spectrale du siltre coloré; 3° comparaison de la lampe de comparaison avec l'étalon primaire; 4° comparaison de l'étalon secondaire avec la lampe de comparaison. Outre cela, lors du choix des observateurs on fait les mesures (1): 5° de la distribution relative de la puissance de rayonnement dans le spectre de la lumière émise par une certaine lampe (puissante), et 6° les mesures spectrophotométriques relatives des différentes régions du spectre de cette dernière lampe par plusieurs observateurs choisis pour les mesures d'après les paragraphes 3 et 4.

Il est difficile de dire à l'avance si cette méthode de mesure se trouvera être plus précise que la comparaison directe de l'étalon secondaire avec la lampe de comparaison sans filtre, dans le cas où un nombre suffisant d'observateurs expérimentés est choisi; car on se passe de la première et de la deuxième série de mesures, dont la précision, comme nous l'avons déjà signalé, est moins élevée.

Mais, si 1°, l'on compare spectrophotométriquement l'étalon secondaire avec la lampe de comparaison, et 2°, si l'on détermine pour l'une de ces lampes la distribution relative de la puissance de rayonnement, dans le spectre, on pourra calculer d'après ces deux séries de mesures la valeur de la grandeur photométrique correspondante pour l'étalon secondaire. Dans cette méthode de mesure, il est facile d'exclure l'influence des propriétés des yeux de l'observateur individuel (2). En outre, toutes les mesures (à l'exception de la comparaison de la lampe de comparaison avec l'étalon primaire) peuvent être effectuées par des procédés objectifs (sans que l'aide de l'œil participe aux mesures photométriques). Cette méthode de mesure a, dans certains cas, des avantages sensibles sur la méthode des filtres, et l'on ne devrait pas y renoncer.

Comme nous n'avons pas encore jusqu'à présent de données

⁽¹⁾ Comme, par exemple, cela fut fait par Gibson et Tyndall au Bureau of Standards des États-Unis (en 1923), lors de la détermination de la visibilité relative adoptée internationalement.

⁽²⁾ Si les mesures spectrophotométriques sont effectuées au moyen de l'œil.

qui permettraient de préférer sans hésiter l'une des méthodes de mesures photométriques des sources de lumière de différentes couleurs aux autres méthodes, il serait rationnel, au point de vue de la métrologie générale, d'effectuer ces mesures par différentes méthodes; ce qui ne ferait que rehausser la précision et la sûreté des résultats.

Voilà pourquoi il faut considérer comme fondamental dans les résolutions du Comité consultatif de Photométrie sur les mesures des sources de lumière de différentes couleurs, l'emploi de la visibilité relative adoptée déjà sur l'échelle internationale. Quant à la méthode des filtres colorés, elle peut être recommandée séparément comme une des méthodes commodes dans la pratique.

(Sur les filtres colorés et leurs mesures internationales voir les rapports : Comité international des Poids et Mesures, Procès-Verbaux, t. XVI, 1933, p. 296-325).

II.

Léningrad, le 2 juin 1937.

Monsieur le Président,

Comme suite à notre lettre du 28 février, nous avons l'honneur de vous communiquer que nous avons reçu du Bureau of Standards des documents contenant quelques explications de caractère scientifique, relatives aux raisons qui ont provoqué la proposition de modifier la valeur de la bougie internationale. Jusqu'alors nous n'avions pas connu ces raisons.

Dans l'U. R. S. S., le système des unités photométriques est basé sur l'étalon fondamental sous forme d'un groupe de lampes électriques à incandescence, portées à une température de couleur de 2350° K environ. Pour cette raison, la proposition de modifier la valeur de l'unité d'intensité lumineuse reproduite par les lampes-étalons à incandescence à filament de carbone ne touche pas l'U. R. S. S., pour autant qu'on a en vue de conserver précisément les valeurs des unités photométriques reproduites par les lampes-étalons aux températures de 2360-2800° K.

Les champs de comparaison dans les photomètres, employés au laboratoire photométrique de l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S., ont une dimension angulaire de 4° environ, ce qui est comparativement proche des conditions de la définition de la visibilité relative adoptée internationalement (K. S. GIBSON

et E. P. T. TYNDALL. Visibility of radiant energy, Scient. Pap. Bur. of St., 1923, p. 133). En outre, l'Institut de Métrologie a pris en considération le fait de la coïncidence assez satisfaisante des résultats des mesures hétérochromes à l'aide d'un champ de comparaison à contraste de dimension considérable avec les calculs d'après la visibilité relative internationale, dans notre pratique, ainsi que dans celle des Instituts métrologiques des autres pays (Comité International des Poids et Mesures, Procès-Verbaux des séances, 1933, 2º série, t. XVI; p. 296-303; 304-322. Journal of Research of the National Bureau of Standards, vol. 43, 1934, N2, p. 161-168).

Comme résultat de l'étude de cette question, l'Institut de Métrologie est arrivé à la même conclusion que les autres organisations photométriques compétentes de l'U. R. S. S., à savoir :

1º L'unité du flux lumineux, le lumen, est le flux lumineux émis par un radiateur intégral à la température de solidification du platine d'une aire de o^{em²},005305 (¹).

Note. — La construction du corps noir et les conditions des mesures sont définies par la spécification adoptée par le Comité international des Poids et Mesures.

- 2º a. Les valeurs des grandeurs photométriques des sources lumineuses ayant une couleur autre que celle de l'étalon primaire seront déterminées par un procédé tenant compte de la courbe des facteurs de visibilité adoptée par le Comité.
- b. Pour assurer aux Instituts métrologiques des différents pays l'uniformité dans le procédé de transition du nouvel étalon primaire aux étalons secondaires présentant un rendement photométrique plus élevé, on adopte la méthode des filtres bleus, qui intercalés entre le photomètre et l'une des sources lumineuses à comparer, rétablissent la sensation de couleurs identiques sur les deux plages de l'écran photométrique.

Le facteur de transmission de ces filtres doit être déterminé en calculant le facteur de transmission totale en fonction de la courbe de transmission spectrale, en utilisant dans ce calcul la courbe des facteurs de visibilité adoptée par le Comité international des Poids et Mesures. Les observateurs devront être choisis de telle

 $[\]binom{1}{7,60} = 0,005305.$

sorte et les conditions d'observation devront être telles que la moyenne des résultats représente ce qu'obtiendrait un observateur dont l'œil serait identique à celui que définit la courbe de facteurs de visibilité mentionnée ci-dessus.

En vous faisant part de nos conclusions, nous vous prions, M. le Président, de les considérer comme préliminaires. Nous donnons pleins pouvoirs à notre délégué au Comité consultatif de Photométrie de vous communiquer, après avoir pris connaissance de tous les détails de la question aux séances de ce Comité, la conclusion définitive.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma haute considération et de mes sentiments dévoués.

L. ZALUTZKY.

ANNEXE P 6.

1.

LETTRE

DE M. LE MINISTRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES
DE BELGIQUE

AU PRÉSIDENT DU COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Bruxelles, le 24 mai 1937.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

A différentes reprises dans le cours de ces dernières années, mon Département a été saisi de demandes ayant pour objet de voir légaliser les unités photométriques, lesquelles constituent le fondement indispensable de toute réglementation dans les divers domaines où ces unités interviennent.

Sur avis conforme des organismes nationaux consultés, il a été répondu à ces demandes que le système d'unités et d'étalons photométriques à légaliser en Belgique ne pouvait pas être contraire aux décisions de la Conférence générale des Poids et Mesures ou des organismes dûment mandatés par elle et qu'étant donné, par ailleurs, que ces décisions semblaient devoir intervenir dans un délai assez rapproché, il convenait d'attendre que ces Hautes Institutions se soient d'éfinitivement prononcées.

Faisant suite à un examen de la question ainsi précisée, le Comité national belge de l'Éclairage vient de m'adresser, sous la date du 15 avril dernier, une communication dont je crois devoir porter ci-après les principaux passages à votre counaissance :

« Dans son assemblée générale du 10 courant, le Comité

national belge de l'Éclairage a émis le vœu que, lors de sa prochaine réunion, qui doit avoir lieu en juin prochain à Paris, le Comité international des Poids et Mesures prenne une décision définitive au sujet des unités et des étalons photométriques. Cette mesure permettrait aux nombreux pays qui n'ont pas encore pu le faire, et en particulier à la Belgique, de réglementer efficacement le marché des lampes électriques.

« En émettant ce vœu, et en se permettant d'insister à ce sujet d'une manière particulièrement pressante, le Comité national belge de l'Éclairage reste entièrement d'accord avec l'Association belge de Standardisation et le Comité Électrotechnique belge, c'est-à-dire avec les organismes conjointement avec lesquels le Comité national a eu déjà précédemment l'honneur d'attirer votre bienveillante attention sur l'importance de cette question et sur la nécessité de la résoudre sans retard.

« Il scrait dès lors extrêmement souhaitable, à notre avis commun, qu'immédiatement après la réunion de Paris, votre Département veuille bien prendre toutes les dispositions utiles pour atteindre le but que nous venons de rappeler. »

La 8º Conférence générale, ayant par sa résolution nº 11, du 6 octobre 1933, délégué ses pouvoirs en ce domaine au Comité international, je me permets d'insister auprès de celui-ci, au nom du Gouvernement belge, pour que soient prises le plus tôt qu'il sera possible les dispositions permettant de donner satisfaction, par une solution internationale, aux vœux émis par les Associations techniques intéressées.

D'autre part, si par la suite, le Bureau international des Poids et Mesures pouvait être à même de déterminer ou vérisier certains étalons photométriques appartenant aux pays adhérents à la Convention du Mètre, cette extension de l'activité du Bureau international serait vue en Belgique d'un œil très favorable et ne pourrait, me semble-t-il, que contribuer à l'unisication internationale de l'importante grandeur physique qu'est l'unité de lumière.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma haute considération.

Le Ministre, Ph. Van Isacken.

11.

LETTRE

DE M. LE MINISTRE DE HONGRIE EN FRANCE

AU DIRECTEUR DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Paris, le 17 juin 1937.

Monsieur le Directeur,

La VIIIe Réunion Internationale des Poids et Mesures. du 3-10 octobre 1933, a pris une résolution concernant l'établissement d'un étalon de lumière et a donné au Comité international des Poids et Mesures les pouvoirs nécessaires pour fixer. au moment convenable et après avis du Comité consultatif, les spécifications ayant trait à l'étalon de lumière, et prendre toutes les mesures d'exécution convenables. La VIIIe Réunion des Poids et Mesures a pris la résolution en question, c'est du moins dans ce sens que la Légation a été informée, dans le but de hâter l'établissement de la définition exacte de l'unité sur une nouvelle base et en a chargé le Comité international des Poids et Mesures, sans attendre la réunion prochaine, qui n'est prévue que dans six ans. On peut donc espérer que la nouvelle unité se fera dans les deux ans. Après quoi, il est vraisemblable que même les États qui jusqu'à présent n'utilisaient que les bougies Hefner accepteront la nouvelle unité.

Par ordre de mon Gouvernement, j'ai l'honneur de porter à votre connaissance qu'il considère comme utile et verrait avec plaisir toutes les mesures qui pourraient être prises par le Comité des Poids et Mesures, en vue de l'établissement d'un service régulier au Bureau International des Poids et Mesures, qui serait chargé de la révision et du contrôle des étalons photométriques. Le Gouvernement hongrois désirerait également que la nouvelle unité, dont il est question plus haut, soit définic au plus tôt.

En vous transmettant ces désiderata, je vous prie, Monsieur le Directeur, de vouloir bien les soumettre au Comité International des Poids et Mesures. D'autre part, je vous serais très reconnaissant si vous vouliez bien m'informer, en son temps, de la suite qui aura été donnée à la demande du Gouvernement hongrois.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

> KHUBN-HÉDERVARY, Ministre de Hongrie.

111.

EXTRAIT D'UNE LETTRE

ADRESSÉE PAR M. LE DIRECTEUR

DU BUREAU FÉDÉRAL DES POIDS ET MESURES DE BERNE

AU DIRECTEUR DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Berne, le 12 juin 1937.

Quant à la création d'un Comité consultatif de Photométrie, ainsi que l'extension de l'activité du B. I. P. M. dans ce domaine, nous pouvons vous dire que nous soutenons vivement cette initiative.

Non seulement la détermination d'une nouvelle unité-lumière, mais aussi des directives internationales concernant les méthodes de mesures sont absolument nécessaires. En outre, il serait désirable qu'aux États qui ne sont pas à même d'exécuter eux-mêmes des mesures absolucs, des étalons normaux secondaires fussent fournis par le B. I. P. M.

A cette occasion je me permets de vous demander si le B. I. P. M. est disposé à exécuter pour les États faisant partie de la Convention du Mètre des vérifications de résistances normales et d'éléments normaux, comme cela a été jusqu'à présent le cas pour les mesures de longueur et les poids. De plus, il nous intéresserait de savoir si, après la détermination des valeurs des unités absolues, la délivrance d'unités, par exemple ohm-étalon, aux États adhérents à la Convention du Mètre est envisagée. Pour autant que nous l'avons pu constater, un tel procédé serait bien accueilli par un certain nombre d'États et donnerait suite à leur attente quant à l'extension de l'activité du B. I. P. M.

Le Directeur,
F. Buchmuller.

	Pag	05.
nationaux de force électromotrice (janv fév. 1937); par MM. M. Romanowski et M. Roux	200	
E 16. Bureau international des Poids et Mesures. — Valeurs des étalons nationaux en fonction des unités absolues de l'ohm et du volt	208	
COMITÉ CONSULTATIF DE PHOTOMÉTR PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES, RAPPORT ET		XES.
Liste des Membres du Comité consultatif de Photo- métrie	211	
Procès-verbal de la première séance, mardi 15 juin 1937		213-220
Présidence de ce Comité	213	
Hommage à la mémoire de MM, Jaeger et Paul Janet.	214	
Secrétaire et rapporteur	214	
Examen de la proposition tendant à l'adoption d'une nouvelle définition de l'unité d'intensité lumi-		
neuse	214	
Organisation d'échange de lampes entre les divers laboratoires	318	
Procès-verbal de la deuxième séance, mercredi 16 juin 1937		221-228
Interprétation admise pour le Règlement du Comité consultatif de Photométrie	221	
Examen des projets de Résolutions, et texte de ces		
Résolutions	222	
Date approximative de la prochaine session	226	
Liste des documents à insérer aux Procès-Verbaux.	226	
Question de la création d'un laboratoire de photo- métrie au Bureau international	226	
Premier Rapport du Comité consultatif de Fhoto- métrie au Comité international des Poids et Mesures; par M. U. Bordoni		229-242
Annexes des Procès-Verbaux du Comité consultatif de Photométrie		243-284
P 1. NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, NATIONAL PHYSICAL LABORATORY ET LABORATORE CEN-		

				ã
		TRAL D'ÉLECTRICITÉ. — Base proposée pour l'établissement d'une échelle de valeurs de grandeurs photométriques	243	
P	2.	NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — Suggestions concernant l'échange d'étalons secondaires d'intensité lumineuse à la température de couleur de 2360° K	246	
Р	3.	NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — I. Résumé des recherches faites sur l'étalon primaire de lumière; par MM. H. Buckley		
		et W. Barnett II. Préparation d'étalons secondaires de flux lumineux	247	
		III. Utilisation de filtres bleus pour la détermination d'étalons dérivés d'intensité		
		lumineuse; par M. H. Buckley	256	
Р	4.	Laboratoire Électrotechnique de Tokio. — Propositions du Gouvernement Japonais:		
		Propositions Annexe I. — Mémorandum sur la photo-	258	
		metrie hé:érochrome	259	
P	5.	transmission du filtre; par M.Z. Yamauti. INSTITUT DE MÉTROLOGIE DE L'U. R. S. S. — Lettres de M. Zalutzky, Directeur-Adjoint de l'Institut de Métrologie:	260	
		I. Lettre du 28 février 1937	263	
		triques	267	
		Annexe II. — Sur la proposition des trois Laboratoires concernant le chan- gement de la valeur de l'unité d'in- tensité lumineuse; par M. le Prof.		
		P. M. Tikhodéjev	268	
		II. Lettre du 2 juin 1937	277	
P	6.	I. Lettre de M. le Ministre des Assaires Éco- nomiques de Belgique	280	
		II. Lettre de M. le Ministre de Hongrie en	200	
		France	282	

		Pages.	
III. Extrait d'une lettre adressée par M. le Directeur du Bureau Fédéral des Poids et Mesures de Berne	284		
Notices nécrologiques		287-299	
John Cunningham Mc Lennan; par M. M. Dehalu.	287		
Louis Bodola de Zagon; par M. Z. Rauszer	290		
Leonardo Torres y Quevedo; par M. B. Cabrera	293		
Paul Janet; par M. Ch. Fabry	296		
Table des Matières.	30 r		

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS
107077 Quai des Grands-Augustins, 55