

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](https://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment possible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Auteur(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Publication : Laboratoire d'essais
Adresse	Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 193.-195.
Nombre de volumes	125
Cote	CNAM-BIB P 1329-B et P 1329-C
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Note	La collection comporte des lacunes : n°24; n°58; n°63; n°67; n°76-n°77
Notice complète	https://www.sudoc.abes.fr/cbs//DB=2.1/SET=17/TTL=3/REL ?PPN=261820893&RELTYPE=NT
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-B_P1329-C
LISTE DES VOLUMES	
	N°25 (1936)
	N°26 (1937)
	N°27 (1937)
	N°28 (1937)
	N°29 (1938)
	N°30 (1939)
	N°31 (1936)
	N°32 (1938)
	N°33 (1938)
	N°34 (1938)
	N°35 (1938)
	N°36 (1938)
	N°37 (1938)
	N°38 (1938)
	N°39 (1938)
	N°40 (1939)
	N°41 (1939)
	N°42 (1939)
	N°43 (1939)
	N°44 (1939)
	N°45 (1938)
	N°46 (1940)
	N°47 (1940)
	N°48 (1940)
	N°49 (1940)
	N°50 (1940)
	N°51 (1941)
	N°52 (1941)
	N°53 (1941)
	N°54 (1941)
	N°55 (1942)
	N°56 (1942)
	N°57 (1942)
	N°59 (1942)

	N°60 (1941)
	N°61 (1942)
	N°62 (1943)
	N°64 (1943)
	N°65 (1943)
	N°66 (1943)
	N°68 (1943)
	N°69 (1943)
	N°70 (1943)
	N°71 (1943)
	N°72 (1944)
	N°73 (1943)
	N°74 (1944)
	N°75 (1944)
	N°78 (1944)
	N°79 (1944)
	N°80 (1944)
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	N°81 (1944)
	N°82 (1944)
	N°83 (1944)
	N°84 (1944)
	N°85 (1944)
	N°86 (1945)
	N°87 (1945)
	N°88 (1945)
	N°89 (1945)
	N°90 (1945)
	N°91 (1945)
	N°92 (1945)
	N°93 (1945)
	N°94 (1945)
	N°95 (1946)
	N°96 (1946)
	N°97 (1946)
	N°98 (1944)
	N°99 (1945)
	N°100 (1945)
	N°101 (1946)
	N°102 (1946)
	N°103 (1946)
	N°104 (1946)
	N°105 (1946)
	N°106 (1946)
	N°107 (1947)
	N°108 (1947)
	N°109 (1947)
	N°110 et 111 (1947)
	N° 112 (1947)
	N° 113 (1947)
	N° 114 (1947)
	N° 115 (1947)
	N° 116 (1947)
	N° 117 (1947)
	N° 118 (1948)
	N° 119 (1948)
	N° 120 (1948)
	N° 121 (1948)
	N° 122 (1947)

	N° 123 (1948)
	N° 124 (1948)
	N° 125 (1948)
	N° 126 (1948)
	N° 127 (1948)
	N° 128 (1948)
	N° 129 (1948)
	N° 130 (1949)
	N° 131 (1949)
	N° 132 (1949)
	N° 133 (1948)
	N° 134 (1949)
	N° 135 (1948)
	N° 136 (1949)
	N° 137 (1950)
	N° 138 (1950)
	N° 139 (1950)
	N° 140 (1950)
	N° 141 (1950)
	N° 142 (1948)
	N° 143 (1950)
	N° 144 (1950)
	N° 145 (1951)
	N° 146 (1951)
	N° 147 (1951)
	N° 148 (1951)
	N° 149 (1951)
	N° 150 (1951)
	N° 151 (1951)
	N° 152 (1951)
	N° 153 (1952)
	N° 154 (1952)
	N° 155 (1952)

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Publication : Laboratoire d'essais
Volume	N°81 (1944)
Adresse	Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 1944
Collation	1 vol. (p. [33-42]) : ill. ; 27 cm
Nombre de vues	16
Cote	CNAM-BIB P 1329-C (4)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Langue	Anglais Français
Date de mise en ligne	10/04/2025
Date de génération du PDF	07/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039014541
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-C.4

Note de présentation du

...

8^e Rue 108

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
LABORATOIRE D'ESSAIS



BULLETIN
DU
LABORATOIRE D'ESSAIS
1944 - N° 4

PUBLICATION N° 81



**CONTRIBUTION A LA SOLUTION
SPECTROPHOTOMÉTRIQUE DU
PROBLÈME DE LA MESURE DES COULEURS**

**CHAPITRE IV
RÉALISATION PRATIQUE (suite)**

3^o RÉCEPTEUR ET AMPLIFICATEUR

Le flux lumineux monochromatique venant de la fente de sortie est reçu par une cellule à vide du type représenté figure 19. Une pile maintient l'anode à une tension d'environ 3 volts très suffisante pour atteindre la saturation.

Nous avons montré qu'une telle cellule fournit un courant proportionnel à moins de 1/1000 près au flux monochromatique qu'elle reçoit. Ce courant est amplifié par un amplificateur à électromètre « MAZDA » du type étudié et décrit au chapitre III. Le schéma de montage est celui de la figure 26, à cela près que la résistance R_1 établie une fois pour toutes pour l'électromètre utilisé n'est pas réglable afin de simplifier la manœuvre de l'appareil. Elle est de 21,0 ω . La tension de polarisation de la grille de contrôle est assurée par une pile étalon au cadmium parfaitement isolée sur un bloc de plexiglass; son débit reste nul. Les autres tensions de polarisation qui interviennent sont fournies par des piles particulièrement stables. Seul le courant de chauffage est fourni par une batterie d'accu-

un appareil réalisant au mieux ces conditions. C'est un galvanomètre à cadre; une déviation de 1 mm sur une échelle à 1 mètre correspond à $4,5 \cdot 10^{-8}$ ampères. La période d'oscillation double est 0,4 seconde. La résistance d'amortissement est sensiblement celle du circuit extérieur, soit 1300 ω environ. La suspension du cadre permet un réglage sans la nécessité d'un calage préalable minutieux de tout l'appareil. Un réducteur potentiométrique permet de faire varier la sensibilité dans des rapports connus allant de 1 à 1000.

Le plus faible courant photoélectrique que nous avons pu mesurer (avec une résistance ρ de couplage de $6 \cdot 10^9$ ohms) a été de

$$7,5 \times 10^{-14} \text{ ampère}$$

ce qui, avec les cellules peu sensibles utilisées, correspond en lumière blanche à un flux lumineux inférieur à :

$$10^{-8} \text{ lumen.}$$

5^o ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE

1^o L'enregistrement se fait sur plaque de format 13 × 18 cm. La figure 31 en montre le dispositif. Les rayons tels que IJ réfléchis par le miroir du galvanomètre G tombent sur un miroir plan de forme rectangulaire allongée m. Le rayon IJ réfléchi par m vient rencontrer la plaque p au point K. La plaque est verticale.

Quand un courant passe dans le galvanomètre, le miroir G tourne autour d'un axe vertical yy' et le point K se déplace sensiblement sur une droite horizontale. Supposons le miroir G immobile. Si l'on fait tourner m autour d'un axe horizontal xx', le point K se déplace sensiblement suivant une droite verticale. Ce déplacement, grâce à un mécanisme convenable, est proportionnel aux longueurs d'onde des radiations admises sur la fente de monochromateur.

En toute rigueur, le point J ne se déplace pas sur une droite horizontale quand le miroir du galvanomètre tourne de l'angle α .

En effet, lorsque le plan du miroir du galvanomètre est parallèle au plan (supposé vertical) du miroir m, la normale IJ rencontre ce plan en O. Menons en O l'axe horizontal Ox et l'axe vertical Oy (fig. 31) et rapportons aux deux axes Ox, Oy les coordonnées de J, en désignant par α l'angle que fait la normale IN au miroir G, avec IO = l on trouve en posant OS = h :

$$x = l \operatorname{tg} 2\alpha$$

$$v = h \frac{l}{\cos 2\alpha}$$

Pratiquement, nous avons : $h = 20$ mm, $l = 600$ mm, 2α peut varier de 5° à 11° environ. Dans ces conditions, on peut écrire :

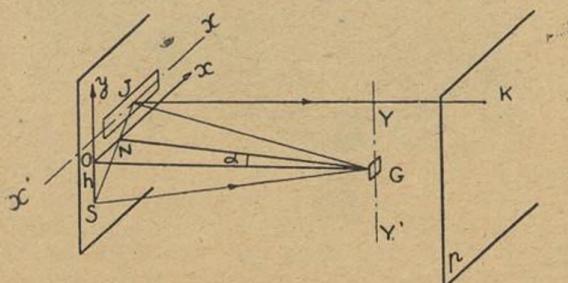


Fig. 31

cumulateurs au pomb de forte capacité et contrôlé par un milliampèremètre.

Les rhéostats R_2 et R_3 sont des rhéostats à plots à contacts très soignés, manœuvrés par des boutons fixés sur la paroi antérieure de l'appareil. Le circuit grille de contrôle est isolé avec un soin particulier. La cellule est fixée sur un support en plexiglass. Les extrémités des résistances de couplage ρ aboutissent à des plots noyés dans un bloc de plexiglass. Un commutateur manœuvré de l'extérieur par un bouton peut mettre successivement ces plots à la masse.

Le facteur d'amplification obtenu est voisin de 100.000 avec une résistance ρ de 1000 mégohms.

4^o GALVANOMÈTRE

Celui-ci doit être à la fois sensible, de courte période et de résistance interne pas trop grande par rapport à celle R_3 du circuit plaque. La maison A.O.I.P. nous a construit

$x = 2 l \alpha$ avec une erreur relative inférieure à 3/1000,
 $y = h$ avec une erreur absolue inférieure à 0,3 mm.

2° Mécanisme de commande de rotation du miroir m.
 — L'arbre ab de la roue dentée R (fig. 29) est prolongé jusqu'à l'extrémité de l'appareil à la verticale du miroir m. Sur cet arbre se trouve centré et calé un cylindre creux de même axe C qu'il entraîne dans sa rotation. Les génératrices de ce cylindre ont des longueurs variables l (fig. 32).

Un levier L peut tourner autour du même axe XY

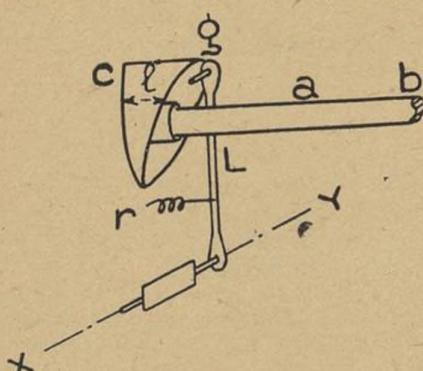


Fig. 32

que le miroir m en l'entraînant avec lui. Il vient s'appuyer par l'intermédiaire d'un petit galet g, et sous l'action d'un ressort de rappel r sur le bord du cylindre C.

Si la roue R tourne et par suite le cylindre C, on voit que le levier L et le miroir m tournent d'un angle toujours petit d'ailleurs et proportionnel à la variation de l . Or, la longueur l est une fonction de la longueur d'onde transmise qui ne dépend que de la façon dont on taillera le profil de la rampe C. Rien ne s'oppose à ce que la fonction $l = f(\lambda)$ soit linéaire.

A tout angle de rotation de l'axe ab correspond une position bien définie du prisme qui détermine la longueur d'onde transmise λ . Cette valeur de λ ne dépend que de la loi qui régit les variations d'épaisseur de la roue R avec l'angle ω dont on la fait tourner, et de la courbe de dispersion du prisme.

C'est ainsi que, si l'on règle l'appareil de façon que pour la radiation $\lambda_D = 589 \text{ m}\mu$, l'épaisseur $2 y$ de la roue entre les points de contact des porte-objectifs augmente de $2 \times 5,3 \text{ mm}$ à partir de sa valeur minima, on trouve alors pour x et y en fonction de ω les valeurs suivantes :

ω°	19° 49° 16' 74° 55' 104° 18' 117° 40' 137° 8' 149° 16' 180°
$\lambda (\text{m}\mu)$	405 434 486 589 656 768 852
y (mm)	0,231 1,177 3,144 5,3 6,223 7,366 7,9 8,5

On compte $\omega = 0$ quand $2 y$ est minimum, c'est-à-dire $2 y = 0$. De la courbe représentant $\lambda = f(\omega)$ on déduit graphiquement par interpolation les valeurs de λ pour ω variant de 5° en 5°. Les valeurs de l sont proportionnelles à λ et ne dépendent que des dimensions de l'appareil et du déplacement total vertical du spot que l'on veut obtenir sur la plaque. Pratiquement, l varie de 0 à 21 mm et le déplacement du spot sur la plaque est de 168 mm.

La rampe C, tout comme la roue dentée R, présente un plan de symétrie passant par l'axe ab. Pour un tour complet, le spot passe deux fois au même point pour une même valeur de la longueur d'onde.

Cette particularité permet, en traçant deux fois la courbe d'enregistrement dans le sens des longueurs d'onde croissantes, puis décroissantes, de vérifier qu'aucune perturbation anormale (dérive, variation d'intensité etc...) n'a troubé l'enregistrement.

6° MONTAGE D'ENSEMBLE DU SPECTROPHOTOMÈTRE.

Les divers organes du monochromateur sont fixés sur un solide plateau d'alpax moulé puis rectifié dont les dimensions sont : $650 \times 360 \text{ mm}$. Ce plateau porte en outre la cellule photoélectrique, le condenseur et des rouages démultiplicateurs entraînés par un moteur asynchrone synchronisé. Ce moteur, particulièrement souple et silencieux, est à l'extérieur de l'appareil. La roue dentée centrale qu'il entraîne fait un tour en deux minutes et demie. La photographie (fig. 33) montre les principaux organes.

Le plateau qui supporte le monochromateur forme le couvercle d'une boîte rectangulaire de $650 \times 360 \times 240 \text{ mm}$. Celle-ci, également très rigide, est formée d'une carcasse d'alpax moulé fermée sur toutes ses faces par des plaques de blindage en aluminium. Cette boîte contient l'amplificateur, le galvanomètre de mesure et le projecteur qui l'éclaire, le miroir mobile m et les différentes piles de polarisation. La plaque photographique et son châssis s'adaptent sur l'un des côtés de la boîte qui joue le rôle de chambre noire. L'amplificateur et le galvanomètre se règlent au moyen de boutons rassemblés sur la face antérieure. Le poids total de l'appareil en ordre de marche est de 16 kg environ.

La photographie de la figure 34 en donne une vue d'ensemble.

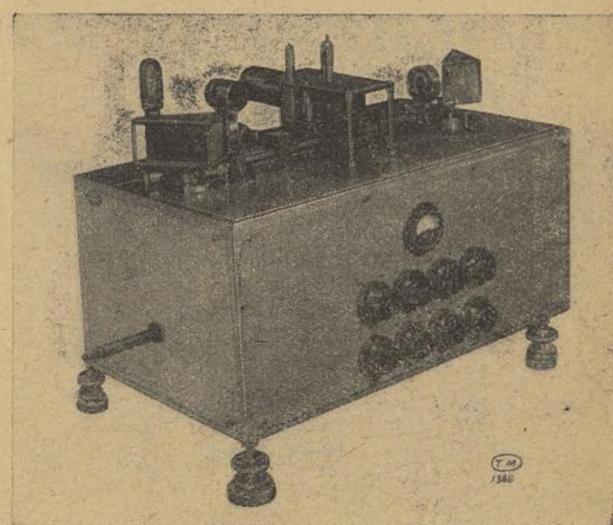


Fig. 33

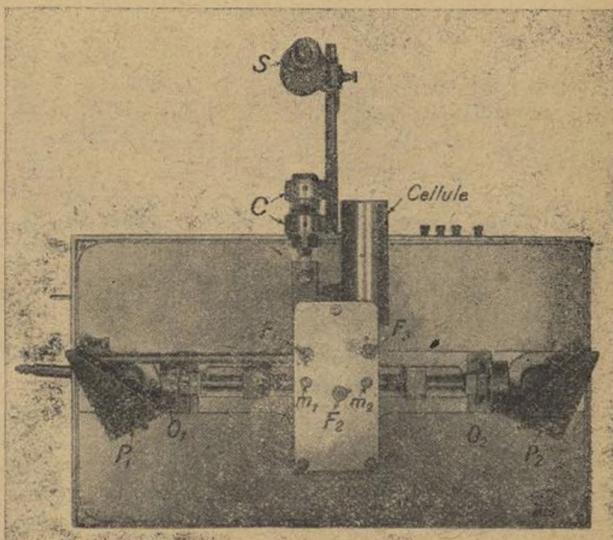


Fig. 34

CHAPITRE V
FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL : PRÉCISION
DES MESURES — EXEMPLES DE COURBES
SPECTROPHOTOMÉTRIQUES : INTERPRÉTATION

1^o MISE AU POINT.

Le réglage mécanique et optique ayant été réalisé, les images de la fente d'entrée se font sur la fente médiane et sur la fente de sortie avec des écarts de mise au point qui ne dépassent pas 0,06 mm dans tout le spectre (fig. 48). Tout se passe comme si les objectifs étaient achromatisés pour trois radiations.

Les images monochromatiques sur la fente de sortie doivent rester fixes pendant la rotation des prismes. En fait, les faibles déplacements que l'on observe encore après réglage restent inférieurs à 0,04 mm quand on passe d'une

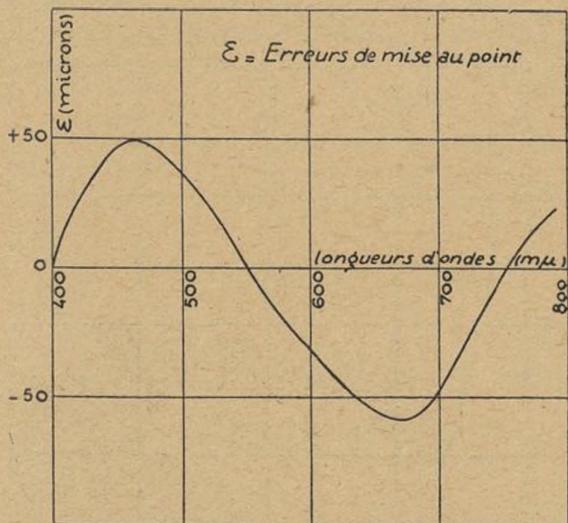


Fig. 35

extrémité à l'autre du spectre. On en tient compte en prenant pour la fente de sortie une largeur un peu supérieure à la largeur théorique.

Le principe suivi dans toute la construction du monochromateur a été d'assurer partout à l'aide de ressorts des contacts statiques parfaits; aucun jeu n'existe dans les organes et aucun déréglage n'est possible si ce n'est par suite de l'usure des contacts glissants. En fait, grâce au choix de la matière employée, cette usure ne peut avoir d'effet sensible qu'après un long usage. Elle se trouve pratiquement reportée sur deux pièces de bronze faciles à changer.

2^o ETALONNAGE DE L'APPAREIL EN LONGUEURS D'ONDE.

Nous avons vu qu'en principe le déplacement vertical du spot sur la plaque photographique doit être, par suite de la construction mécanique, proportionnel aux longueurs d'onde. Il suffirait donc, pour établir l'échelle des longueurs d'onde, de déterminer la position du spot pour deux d'entre elles.

Les conditions mécaniques n'étant pas remplies avec une approximation suffisante, il est bon d'établir l'appareil pour un plus grand nombre de longueurs d'onde.

La figure 36 montre l'enregistrement obtenu en éclairant la fente d'entrée avec un arc au mercure. On identifie aisément les radiations de longueurs d'onde suivantes : 405, 408, 436, 492, 546, 578, 691 et 708 mμ.

La mesure des déviations du spot pour chacune de ces radiations permet de construire la courbe d'établissement n° 2 représentée figure 36. On voit que cette courbe ne

s'écarte que très peu de la loi linéaire, au moins entre 400 et 650 mμ. Dans tous les cas, les interpolations sont faciles et sûres, et l'on peut fixer à un millimicron près la longueur d'onde de la radiation correspondant à un point quelconque d'une courbe d'enregistrement.

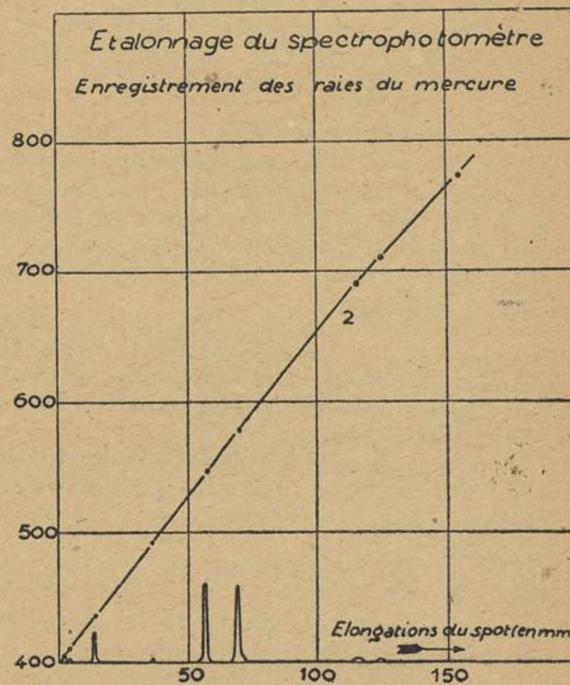


Fig. 36

3^o EFFET DE LARGEUR DE FENTE.

La figure 37 reproduit les enregistrements obtenus en éclairant la fente d'entrée de l'appareil avec la lumière d'un lampe à incandescence à ruban de tungstène filtrée par un verre au didyme. La fente d'entrée avait une largeur constante de 0,05 mm. La fente médiane a été prise avec des largeurs croissantes d'un enregistrement au suivant et ayant respectivement pour valeur 0,1 — 0,2 — 0,4 — 0,6 mm.

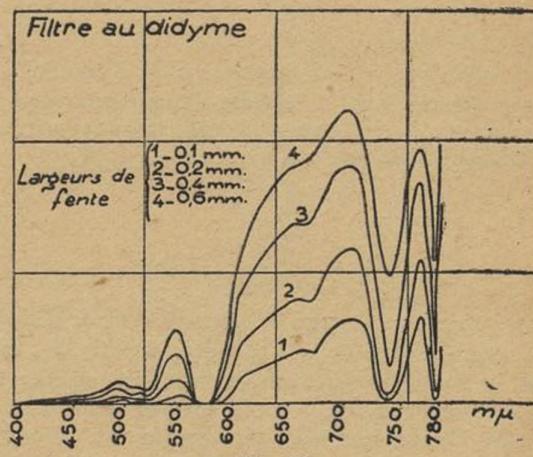


Fig. 37

Les rapports des ordonnées de ces courbes mesurées pour diverses longueurs d'onde sont indiqués dans le tableau suivant :

λ (m μ)	548	644	678	744
fente de 0,1 mm....	1	1	1	1
» 0,2 mm....	2,25	2,15	2,10	3
» 0,4 mm....	4,75	3,46	3,58	13,5
» 0,6 mm....	7,0	5,1	4,74	48

On constate que dans les régions où existent des bandes d'absorption étroites (744 m μ par ex.) la déformation de la courbe devient considérable avec des fentes très larges et ceci surtout pour les grandes longueurs d'onde, l'appareil étant peu dispersif dans cette région.

On peut pratiquement, sans que des corrections soient nécessaires, utiliser des fentes de largeur 0,1 mm dans le rouge et 0,5 mm dans le bleu et le violet.

4° PURETÉ DE LA LUMIÈRE TRANSMISE.

Avec une source de brillance élevée telle qu'une lampe à incandescence à ruban de tungstène, l'expérience montre qu'on peut obtenir des déviations du spot utilisant toute la largeur de la plaque sensible, dans la région des grandes longueurs d'onde, avec des fentes dont la largeur n'est que de 0,025 mm.

Même avec des fentes aussi étroites (les plus étroites qu'on ait à utiliser) la « pureté » du monochromateur est pratiquement égale à son pouvoir géométrique de résolution et varie par conséquent proportionnellement au pouvoir dispersif des prismes.

Le plus petit intervalle de longueur d'onde théorique $\Delta\lambda$ que l'instrument puisse séparer est donné pour diverses longueurs d'onde et pour des fentes de 0,025 mm dans le tableau suivant :

λ (m μ)	400	450	500	550	600	650	700	750	800
$\Delta\lambda$ (m μ)	0,22	0,30	0,42	0,59	0,79	1	1,25	1,50	1,80

L'expérience montre qu'on peut déceler l'existence d'un doublet pour la radiation jaune du mercure.

Par une augmentation progressive de la largeur de fente, du rouge au violet on pourrait obtenir une pureté constante de la lumière transmise et on effectuerait automatiquement dans l'enregistrement d'une courbe la correction de « dispersion ». C'est possible au prix d'une complication mécanique supplémentaire.

En tout cas, si l'on désire un enregistrement plus précis dans la région des faibles longueurs d'onde où la cellule de l'appareil est moins sensible, on peut sans inconvénient utiliser pour cette région des fentes plus larges. Il y aurait probablement avantage à remplacer pour cette région la cellule actuelle au césum par une cellule au potassium.

5° TRANSPARENCE DE L'APPAREIL ET SENSIBILITÉ SPECTRALE DE LA CELLULE.

Rappelons que si l'on désigne par I_λ l'intensité énergétique des radiations à la fente d'entrée pour une longueur d'onde λ , le courant photoélectrique et par suite la déviation horizontale du spot sont de la forme :

$$x_\lambda = [T_\lambda S_\lambda I_\lambda \Delta\lambda]$$

d'où

$$\left[I_\lambda = \frac{x_\lambda}{T_\lambda S_\lambda \Delta\lambda} \right] = k_\lambda x_\lambda$$

T_λ représente le facteur de transmission de l'appareil tout entier et varie avec la longueur d'onde; S_λ caractérise la sensibilité spectrale de la cellule utilisée; $\Delta\lambda$, intervalle des longueurs d'onde admises varie, pour des fentes de largeur invariable, en raison inverse du pouvoir dispersif des prismes. On pourrait déterminer par des mesures absolues les valeurs de S_λ et de T_λ pour chaque longueur d'onde. Ces mesures ne peuvent atteindre une grande précision et, de plus, devraient être reprises fréquemment car S_λ et T_λ peuvent varier avec le temps.

Il est préférable de déterminer les valeurs de k_λ de la manière suivante : on enregistre avec l'appareil la courbe $x_\lambda = f(\lambda)$ en éclairant la fente d'entrée avec une lumière dont la répartition spectrale de l'énergie $I_\lambda = \varphi(\lambda)$ est bien connue. On se sert par exemple de la lumière fournie par une lampe à incandescence à ruban de tungstène fonctionnant à une température de couleur connue. Les données précises sur le rayonnement du tungstène publiées par W.-E. FORSYTHE (43) permettent de construire la courbe $I_\lambda = \varphi(\lambda)$.

Les rapports des ordonnées des courbes I_λ et x_λ donnent pour chaque longueur d'onde des valeurs relatives de k_λ . A partir de ces valeurs, on passera aisément de la courbe expérimentale enregistrée à la courbe normale de distribution d'énergie dans le flux étudié lorsque la connaissance de celle-ci est indispensable.

La courbe 1 de la figure 38 donne, à titre d'exemple, les valeurs de k_λ trouvées au cours de l'une de nos expé-

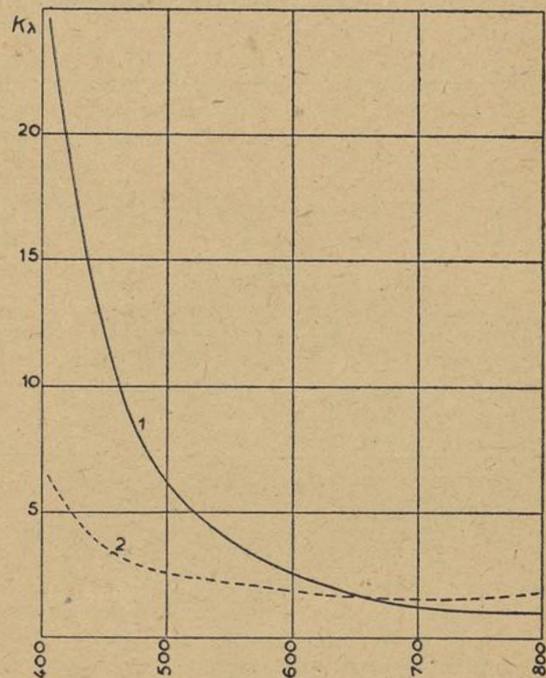


Fig. 38

riences. Les mesures de k_λ sont donc relativement aisées et peuvent être reprises pour chaque série d'expériences.

La courbe 1 correspond à une largeur fixe des fentes. Si l'on adoptait des fentes variables, de telle sorte que l'intervalle $\Delta\lambda$ reste constant, les valeurs de k_λ seraient représentées par la courbe 2 du même graphique. Comme le facteur T_λ varie peu avec λ , cette dernière courbe caractérise approximativement la sensibilité spectrale à énergie constante de la cellule.

La valeur absolue du flux monochromatique nécessaire pour obtenir une déviation sensible du spot (soit 0,25 mm) n'a pas été déterminée de façon précise. Il est toutefois de l'ordre de $2 \cdot 10^{-8}$ lumen avec la lumière jaune monochromatique d'une lampe au sodium, quand on utilise le maximum de sensibilité de l'appareil.

Nous espérons pouvoir remplacer la cellule actuelle par une autre cinq à six fois plus sensible.

6° PRINCIPE DES MESURES. — PRÉCISION.

1. — Le spectrophotomètre peut servir soit à la détermination longueur d'onde par longueur d'onde des facteurs de transmission d'un corps transparent ou des facteurs de diffusion ou de réflexion d'un matériau, soit à

la détermination de la courbe de répartition d'énergie dans le spectre de la lumière émise par une source quelconque.

Dans le premier cas, l'appareil enregistre une première courbe obtenue avec une source quelconque à spectre continu, puis une deuxième courbe avec la même lumière après passage à travers le filtre étudié. Quels que soient la sensibilité S_λ de la cellule et le facteur de transparence Z_λ de l'instrument pour chaque longueur d'onde, le rapport des ordonnées des deux courbes donne pour toutes les radiations le facteur de transmission cherché. On obtiendrait de manière analogue des facteurs de diffusion en enregistrant les courbes obtenues successivement après diffusion de la lumière sur un écran blanc standard puis sur le matériau étudié.

Dans le deuxième cas, l'appareil enregistre une première courbe avec la lumière de la source qu'on veut étudier et une deuxième courbe avec la lumière d'une source de comparaison à spectre continu dont la courbe d'intensité spectrale énergétique $I''_\lambda = f(\lambda)$ est bien connue. Soit, pour une valeur quelconque de λ , y'_λ l'ordonnée de la première courbe et y''_λ celle de la deuxième. Les intensités énergétiques spectrales I'_λ de la source étudiée sont données en valeur relative par la relation :

$$I'_\lambda = I''_\lambda \frac{y'_\lambda}{y''_\lambda}$$

Les valeurs trouvées ne dépendent ni de la sensibilité spectrale de la cellule utilisée, ni du facteur de transmission de l'appareil.

Dans les deux cas, le résultat cherché s'obtient finalement en effectuant les quotients des ordonnées des deux courbes enregistrées par l'appareil.

2. Précision des mesures. — La précision sur le résultat dépend des erreurs commises par l'appareil au cours de l'enregistrement et de l'erreur résultant du calcul des quotients.

Nous avons montré que la cellule donnait en lumière monochromatique des réponses proportionnelles aux flux lumineux reçus à moins de 1/1000 près. Dans les conditions normales d'utilisation de l'appareil, l'amplification n'introduit pas d'erreurs supérieures à 4/1000; on tient compte de l'approximation faite en admettant que les déviations sur la plaque sont proportionnelles aux courants qui traversent le galvanomètre.

Nous savons aussi que l'appareil enregistre deux fois la même courbe et qu'une perturbation accidentelle due par exemple à la dérive se trouve décelée par la non-superposition des deux courbes. Si les écarts sont faibles, on peut prendre la moyenne des ordonnées. Dans le cas contraire, l'enregistrement serait à rejeter.

Une autre cause d'erreur réside dans une variation possible de l'intensité de la source lumineuse dans l'enregistrement des deux courbes.

Si la source est une lampe à incandescence à ruban de tungstène alimentée sous 15 ampères à la température de couleur de 2800°K, une variation de l'intensité du courant d'alimentation de 0,01 ampère, soit en valeur relative 1/5000, produit une variation relative de la déviation du spot égale à 3/1000. Il faudra donc maintenir constante à 0,01 ampère près l'intensité du courant qui alimente la source si l'on ne veut pas introduire des erreurs supérieures à 3/1000.

Toutes ces causes d'erreurs s'ajoutant, l'erreur maxima qui peut en résulter sur une ordonnée quelconque de l'une des courbes enregistrées ne dépassera pas 8/1000 en valeur relative.

Il faut ajouter l'erreur qui provient de la mesure même des ordonnées et qu'on peut évaluer à 0,25 mm environ en valeur absolue. Finalement, l'erreur absolue sur la mesure d'une ordonnée restera inférieure à 1 mm pour 100 mm et de l'ordre de 0,3 mm pour les faibles valeurs de ces ordonnées (10 mm par exemple).

Soit ϵ' l'erreur sur l'ordonnée y' , ϵ'' l'erreur sur l'ordonnée y'' ($y'' < y'$). L'erreur absolue sur le rapport $r = y''/y'$ aura pour limite supérieure :

$$\Delta r = r \left(\frac{\epsilon'}{y'} + \frac{\epsilon''}{y''} \right)$$

Soit par exemple :

$$y'' = 100 \text{ mm à 1 mm près,}$$

$$y' = 10 \text{ mm à 0,3 mm près.}$$

Le rapport $r = 0,100$ est connu à 0,004 près.

Avec la cellule au césum utilisée, on atteint en général facilement cette précision dans la région des grandes et moyennes longueurs d'onde. Pour la région du bleu et du violet, il peut y avoir intérêt à substituer à cette cellule une cellule au potassium.

7^e EXEMPLE DE DÉTERMINATION DES FACTEURS DE TRANSMISSION D'UN FILTRE COLORÉ.

La figure 39 reproduit les enregistrements obtenus en éclairant d'abord la fente d'entrée avec une lampe à ruban

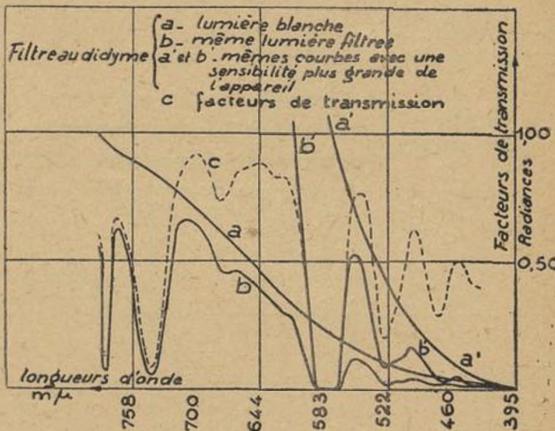


Fig. 39

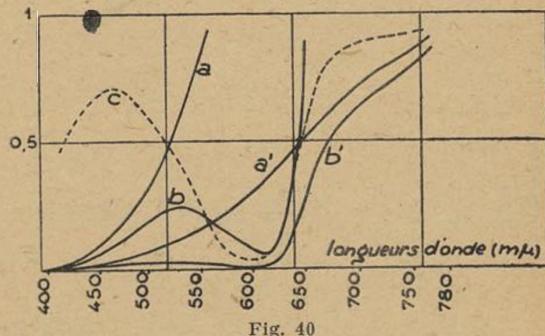


Fig. 40

de tungstène (courbes a et a') puis avec la même source après interposition d'un filtre au didyme (courbes b et b').

Les courbes b' et a' sont obtenues en utilisant l'appareil avec une sensibilité plus grande permettant une étude plus précise de la région des faibles longueurs d'onde.

La courbe c obtenue en effectuant pour diverses longueurs d'onde les quotients des ordonnées des courbes a et b, et a' et b', donne avec la précision indiquée plus haut la courbe des facteurs de transmission du filtre. La position des bandes d'absorption étant bien connue peut être utilisée pour l'étalonnage de l'appareil en longueurs d'onde (44).

La figure 40 montre un autre exemple de détermination analogue faite sur un filtre de teinte bleue en plexiglass coloré par du « turquoise méthylène » et de 3 mm d'épaisseur.

Les courbes a et a' correspondent à la lumière blanche et les courbes b et b' à la lumière filtrée. La courbe c donne les facteurs de transmission. On voit combien un tel filtre, malgré sa teinte bleue, reste transparent aux radiations rouges.

Dans une telle détermination, il faut veiller à ce que le filtre, formé d'une glace ou d'une cuve à faces parallèles, soit placé dans une région où le faisceau incident soit un faisceau parallèle, et que son plan soit normal au faisceau. L'expérience montre d'ailleurs qu'une erreur de 2 ou 3° dans l'orientation ne produit qu'une déviation négligeable du spot.

Nous avons pu tracer par cette méthode des courbes de facteurs de transmission pour plus de cinquante matières colorantes et commencer ainsi un catalogue pour les matières colorantes fabriquées en Europe. Les courbes obtenues sont assez précises pour mettre en évidence les faibles variations de nuance que l'œil peut observer d'un échantillon à l'autre d'une même matière colorante.

8° EXEMPLE D'ÉTUDE COLORIMÉTRIQUE D'UNE SOURCE.

La figure 41 montre les courbes obtenues en prenant comme source :

1° Une lampe à incandescence à ruban de tungstène

courbes expérimentales

a. lampe Claude dite "lumière du jour"
b. tungstène à la température de couleur 2820°K
c. courbe d'énergie normale du tungstène à 2820°K

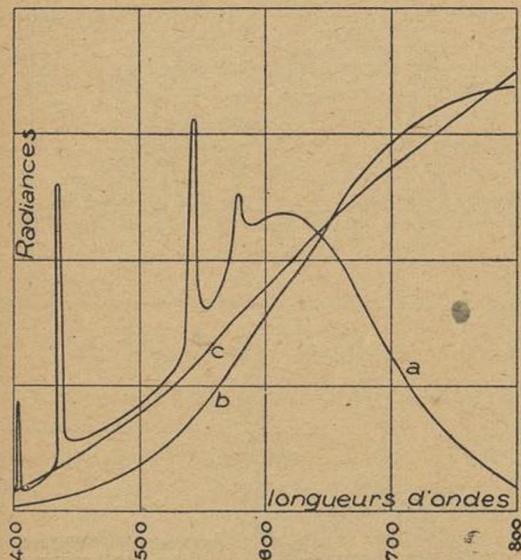


Fig. 41

dont la température de couleur déterminée à l'aide d'un pyromètre RIBAUD était de 2820°K.

2° Un tube à décharge à enduit luminescent fonctionnant sous 110 volts et émettant une lumière qualifiée « lumière du jour ». Sur le même graphique, nous avons construit à une échelle arbitraire la courbe normale de distribution spectrale de la lumière émise par la première source. Nous avons utilisé pour cela les données sur le tungstène publiées par M. E. FORSYTHE (23).

A partir de ces courbes, une détermination graphique dont le principe a été exposé plus haut nous a fourni la courbe d donnant en valeurs relatives la répartition normale d'énergie spectrale de la source étudiée (fig. 41 bis).

Sur la même figure, nous avons construit à titre de comparaison la courbe c relative à l'étoile C de la C.I.E. On reconnaît facilement sur la courbe d les raies du mercure qui se superposent à un fond continu.

9° COEFFICIENTS TRICROMATIQUES DE LA SOURCE.

A partir de la courbe d de distribution spectrale de la source, on sait (1) que l'on peut calculer les coefficients trichromatiques de la source à l'aide des coefficients de distribution pour des excitations de même énergie relatifs aux diverses radiations simples du spectre. Ces derniers coefficients sont ceux adoptés par la C.I.E.

Nous avons fait ces calculs dans le système standard XYZ de la C.I.E. Le tableau suivant les résume pour des longueurs d'onde variant de 20 en 20 mμ.

(Voir page suivante.)

\bar{x} , \bar{y} , \bar{z} sont les coefficients de distribution de la C.I.E. dans le système XYZ.

E représente en valeurs relatives les ordonnées de la courbe d. Il a été tenu compte par des corrections conve-

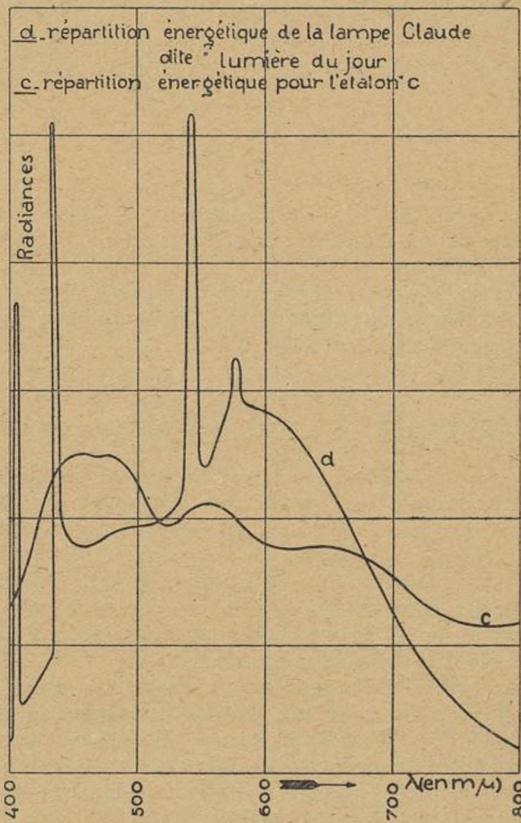


Fig. 41 bis

nables, dans le calcul des valeurs de E, des points de la courbe correspondant aux raies du mercure.

Les coefficients trichromatiques calculés à partir des nombres de ce tableau sont :

$$x = \frac{\Sigma E_x}{\Sigma E_x + \Sigma E_y + \Sigma E_z} = 0,348 \text{ à } \pm 0,005 \text{ près}$$

$$y = \frac{\Sigma E_y}{\Sigma E_x + \Sigma E_y + \Sigma E_z} = 0,350 \text{ à } \pm 0,005 \text{ près}$$

$$z = \frac{\Sigma E_z}{\Sigma E_x + \Sigma E_y + \Sigma E_z} = 0,302 \text{ à } \pm 0,005 \text{ près}$$

En coordonnées cartésiennes le point figuratif est en J (fig. 42). Sur le même graphique, nous avons tracé le lieu Σ des points figuratifs des coordonnées trichromati-

λ	\bar{x}	\bar{y}	\bar{z}	E	$E\bar{x}$	$E\bar{y}$	$E\bar{z}$
400	0,0143	0,0004	0,0679	45,5	0,916	0,0182	3,089
420	0,1344	0,0040	0,0456	34,9	4,689	0,0140	22,525
440	0,3483	0,0230	1,7471	138	48,065	3,174	241,2
460	0,2908	0,0600	1,6692	89,5	26,026	5,37	149,4
480	0,0956	0,1300	0,8130	95,3	9,111	13,247	77,48
500	0,0049	0,3230	0,2720	93,75	0,457	30,28	25,5
520	0,0633	0,7100	0,0782	99,10	6,273	70,36	77,496
540	0,2904	0,9540	0,0203	159,2	46,237	151,876	3,232
560	0,5945	0,9950	0,0039	125	74,312	124,37	0,488
580	0,9163	0,8700	0,0017	150	137,44	130,5	0,255
600	1,0622	0,6310	0,0008	141,3	150,01	89,16	0,113
620	9,8544	0,3810	0,0002	134	114,53	51,073	0,0268
640	0,4479	0,1750	0	120,4	53,904	21,06	0
660	0,1649	0,0610	0	103	17,001	6,280	0
680	0,0468	0,0170	0	80,2	3,755	1,364	0
700	0,0114	0,0041	0	62,5	0,713	0,256	0
720	0,0029	0,0010	0	45,8	0,133	0,0458	0
740	0,0007	0,0003	0	33,3	0,021	0,010	0
760	0,0002	0,0001	0	26,3	0,0052	0,0026	0
780	0	0	0	16,2	0	0	0
800	0	0	0	0	0	0	0
					693,63	698,47	600,80
					$= \Sigma E\bar{x}$	$= \Sigma E\bar{y}$	$= \Sigma E\bar{z}$

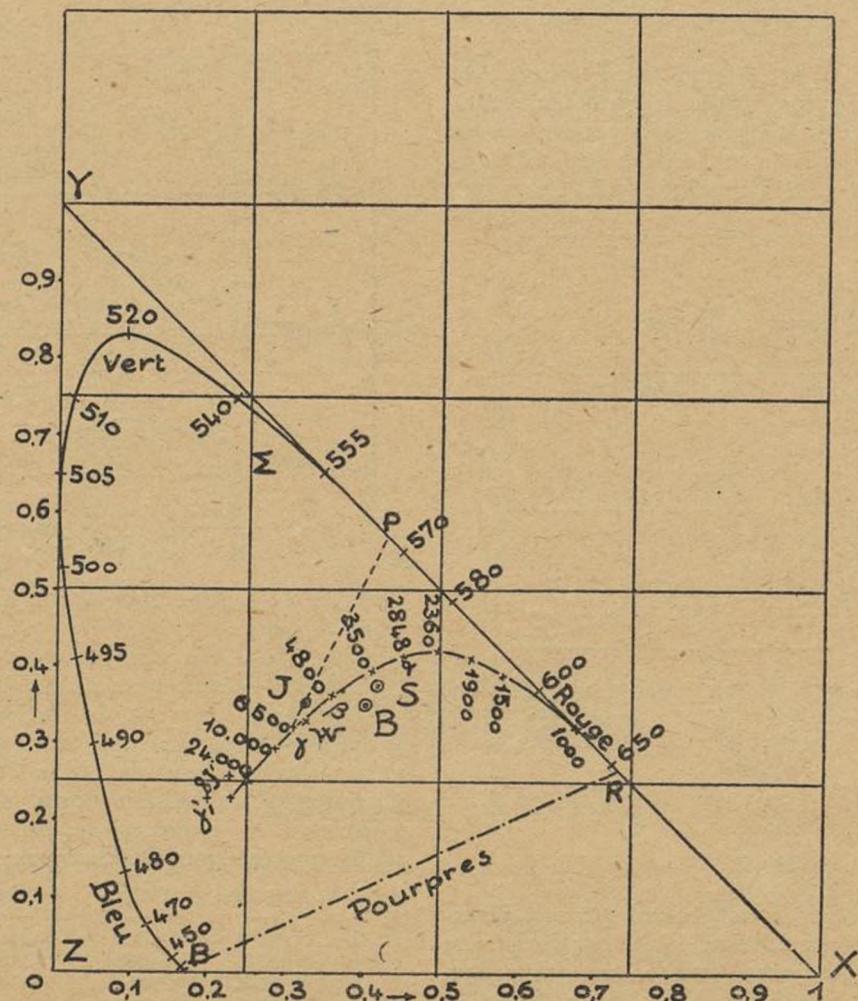


Fig. 42

ques des radiations simples et celui des points figuratifs du corps noir pris à diverses températures.

Les points α , β , γ représentent les trois étalons A, B, C de la C.I.E. et le point W est le point figuratif du spectre d'égale énergie.

On voit qu'au point de vue colorimétrique, la source étudiée est intermédiaire entre les étalons B et C et se rapproche du corps noir à 6000° K. On peut déterminer graphiquement la longueur d'onde dominante (par rapport à l'étalon C) et le facteur de pureté.

Joignons les points γ et J et prolongeons la droite γJ jusqu'au point de rencontre P avec Σ . Les coordonnées trichromatiques du point P sont celles de la longueur d'onde dominante, soit :

$$x = 0,426 \quad y = 0,565 \quad z = 0,009$$

La longueur d'onde dominante est

$$\lambda = 0,568 \mu \quad \text{à } 0,002 \mu \text{ près}$$

et le facteur de pureté est :

$$p = \frac{J\gamma}{P\gamma} = 0,120 \text{ à } 0,003 \text{ près}$$

La lumière étudiée est donc celle de l'étalon C légèrement teintée de jaune.

Tout comme les méthodes colorimétriques ordinaires, la courbe spectrophotométrique fournie par l'appareil permet donc de déterminer les coefficients trichromatiques de la source et cela sans qu'il soit nécessaire de connaître ni le facteur de transparence du spectrophotomètre, ni la sensibilité spectrale de la cellule employée.

Mais elle possède de plus un avantage considérable. Elle permet de prévoir la teinte d'un objet quelconque éclairé par la source étudiée pourvu que l'on détermine au préalable les facteurs de transmission ou de diffusion de cet objet.

Considérons, par exemple, le filtre étudié plus haut (fig. 40). En multipliant pour chaque longueur les ordonnées des courbes c et d de la figure 41 bis par les valeurs correspondantes des facteurs de transmission du filtre, nous obtenons les courbes c' et d' de la figure 43; elles repré-

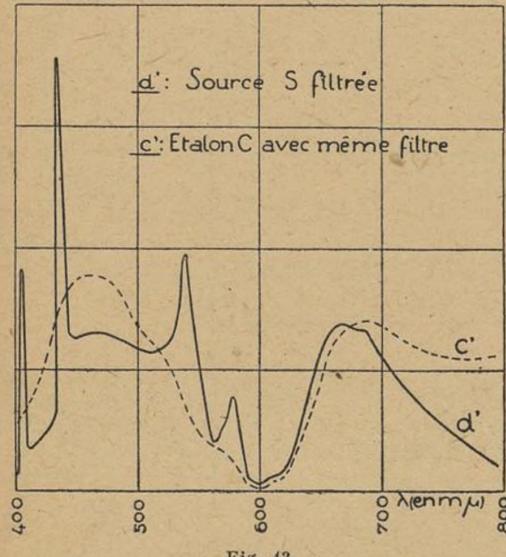


Fig. 43

sentent en valeurs relatives la composition spectrale d'énergie des flux transmis par le filtre éclairé par la lumière de l'étalon C et par la source étudiée. Les points figuratifs dans le diagramme des couleurs de la figure 42 sont respectivement en J' , et γ' .

Un calcul analogue au précédent fournit les coefficients trichromatiques qui sont : avec la source S :

$$\begin{aligned} x &= 0,224 \\ y &= 0,256 \quad \text{à } 0,005 \text{ près} \\ z &= 0,520 \end{aligned}$$

et pour la source C avec le même filtre :

$$\begin{aligned} x &= 0,198 \\ y &= 0,227 \quad \text{à } 0,005 \text{ près} \\ z &= 0,575 \end{aligned}$$

Les longueurs d'onde dominantes et les facteurs de pureté sont respectivement :

$$\begin{aligned} \text{avec la source S: } \lambda &= 0,482 \mu & p &= 0,375 \\ \text{avec la source C: } \lambda &= 0,481 \mu & p &= 0,518 \end{aligned}$$

On voit que non seulement la teinte de la source S est voisine pour l'œil de celle de la source C, mais que le filtre conserve lui aussi une teinte à peu près identique suivant qu'on l'éclaire avec la source S ou bien avec la source C. La teinte dominante est la même mais un peu plus saturée avec la source C.

Un tel résultat que vérifie l'expérience ne pouvait être prévu par les méthodes colorimétriques ordinaires. Les conséquences pratiques sont pourtant d'une importance bien évidente et la méthode spectrophotométrique seule est donc capable de définir complètement les propriétés colorimétriques d'une source lumineuse.

10° AUTRES EXEMPLES.

La figure 44 est la reproduction des courbes enregistrées dans les mêmes conditions pour les trois sources suivantes :

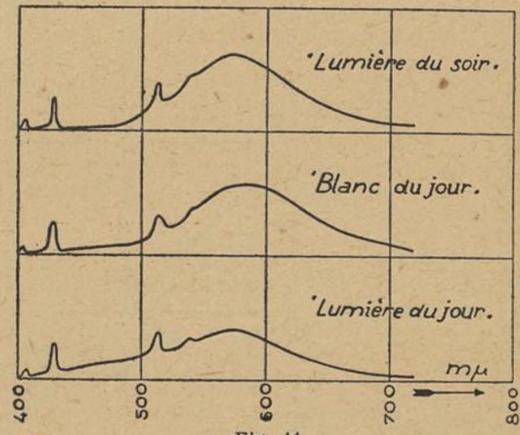


Fig. 44

courbe A — Tube luminescent précédent qualifié « lumière du jour »,

courbe B — Tube analogue qualifié « blanc du jour »,
courbe C — Autre tube qualifié « lumière du soir ».

La simple comparaison de ces courbes montre que les proportions des radiations de courte longueur d'onde diminuent progressivement du 1^{er} au 2^{er} et au 3^{er} tube.

Les coefficients trichromatiques, la longueur d'onde dominante λ et le facteur de pureté p , calculés comme précédemment, sont respectivement :

	1 ^{er} tube	2 ^{er} tube	3 ^{er} tube	
x	0,348	0,413	0,406	
y	0,350	0,386	0,348	
z	0,302	0,201	0,246	
λ	0,568 μ	0,584 μ	0,592 μ	à 0,002 près
p	0,120	0,444	0,33	à 0,005 près

On voit que, par rapport à l'étoile C, la teinte de la lumière fournie est de plus en plus jaune quand on passe du 1^{er} au 2^{er} puis au 3^{er} tube, ce dernier étant presque orangé. Ces teintes sont beaucoup plus saturées pour les deux derniers tubes. Les points figuratifs dans le diagramme des couleurs de la figure 42 se situent respectivement en J, S et B.

Le deuxième tube est intermédiaire entre les étoiles A et B de la C.I.E. et correspond approximativement au corps noir à 3500° K.

CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons montré qu'une cellule photoémissive, construite de telle sorte que les courants photoélectriques fournis soient proportionnels aux flux monochromatiques reçus et pour laquelle la saturation est atteinte sous une tension anodique très faible, pouvait être associée à un amplificateur de courant continu donnant une amplification linéaire dans des conditions satisfaisantes de stabilité.

L'ensemble cellule-amplificateur joint à un monochromateur suffisamment lumineux et à un dispositif enregistreur

du courant amplifié constitue un spectrophotomètre enregistreur relativement simple capable de fournir en quelques minutes une courbe de répartition spectrale d'énergie d'un flux lumineux.

Ces courbes permettent de calculer facilement les facteurs de transmission d'un corps transparent ou, à l'aide d'un dispositif que nous nous proposons de construire ultérieurement, les facteurs de diffusion d'un matériau diffusant.

Elles permettent aussi, en passant à la courbe vraie de distribution spectrale, de résoudre complètement le problème de la couleur d'une source lumineuse et d'apporter une contribution intéressante au problème de la photométrie hétérochrome.

L'appareil est assez simple et d'un prix de revient suffisamment accessible pour en faire un appareil industriel.

Nous espérons qu'un tel instrument est susceptible de contribuer aux perfectionnements des sources industrielles d'éclairage, en particulier des sources luminescentes dont l'intérêt économique est si évident et de rendre service aux industries des pigments et des matières colorantes.

J. GILLOD.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) RIBAUD. — *Revue d'optique*, p. 161, T. 15, 1936.
- (2) W.E. FORSYTHE. — *Measurement of Radiant Energy*, 1937.
- (3) W.E. FORSYTHE et A.G. WORTHING. — The properties of tungsten and the characteristics of tungsten lamps, *Astr. Phys. J.*, 51, p. 146, 1925.
- (4) John WALSH. — *Photometry*, London, 1926.
- (5) MARTENS et GRÜNDBAUM. — Über eine Neukonstruktion des Königschen Spectralphotometers, *Ann. Physik*, 12, 1903, p. 984.
- (6) SMIDT et HAENSCH. — Catalog. II, pp. 13-21, oct. 1930.
- (7) BAUSCH et LOMB. — Microscopes and other scientific instruments, pp. 232-245, 1929.
- (8) J.H. DOWELL. — A new polarizing system for spectrophotometers, *Journ. Sc. Instr.* 8, 1931, p. 382; *Journ. Sc. Instr.* 10, 1933, p. 153.
- (9) C.W. KEUPPEL. — A direct reading spectrophotometer, *J. Opt. Soc. Am.* 11, 1925, p. 403.
- (10) LUMMER et BRODHUN. — Photometrische Untersuchungen. Über eine neues spectralphotometer, *Zeitschr. Instrum.* 12, 1892, p. 132.
- (11) J. GUILD. — An equipment for visual spectrophotometry, *Trans. Opt. Soc.* 26, 1924-25, p. 74.
- (12) BUCKLEY et BROOKES. — A new type of spectrophotometer, *Journ. Sc. Instr.* 7, 1930, p. 305.
- (13) WHINTER. — *Zeit für Electrochem.* 19, 1913, p. 389.
- (14) GOUFFÉ. — Rapport à la C.I.E., *R.G.E.* 38, 1935, p. 355.
- (15) GIBSON. — *J.O.S.A.* 7, 1923, p. 693.
- (16) Von HALBAN et SIEDENTOPT. — *Zeits. f. phys. Chem.* 100, 1922, p. 208.
- (17) TARDY. — *Revue d'Optique* 7, 1928, p. 189.
- (18) PERFECT. — Photocells and their applications, *Phys. Soc.* 1930, p. 174.
- (19) FOLLET. — *Proc. Phys. Soc.* 46, 1934, p. 499.
- (20) P. FLEURY. — Recherches de photométrie et spectrophotométrie photoélectrique, *Revue d'Optique* 11, 1932, p. 385.
- (21) HARRISON et BENTLEY. — Spectrophotomètre enregistreur perfectionné à grande rapidité, *J.O.S.A.* 30, 1940, p. 290.
- (22) HARDY. — New recording spectrophotometer, *J.O.S.A.* 25, 1935, p. 305; *J.O.S.A.* 28, 1938, p. 360.
- (23) HULBERT. — *Astrophys. Jour.* 41, 1915, p. 205.
- (24) Von HALBAN et GEIGEL. — *Zeits. f. phys. Chem.* 96, 1920, p. 214.
- (25) G.-A. BOUTRY. — Un nouveau type de cellule photoélectrique, *C.R.* 204, 1937, p. 120.
- (26) A. SCHUSTER. — Theory of Optics, 3^e édit., p. 159; *Astroph. Journ.* 21, 1905, p. 197.
- (27) P.M. VAN CITTERT. — *Zeitsch. Phys.* 65, 1930, p. 547; *Zeitsch. Phys.* 73, 1931, p. 252.
- (28) F. BENFORD. — *J.O.S.A.* 26, 1936, p. 99.
- (29) Wied. Ann. T. 60, 1897, p. 712.
- (30) PRESTON et M. DERMOTT. — *Proc. Phys. Soc.* 46, 1934, p. 256.
- (31) ELSTER et GEITEL. — *Phys. Zeit.*, T. 14, 1913, p. 141; T. 15, 1914, p. 610; T. 17, 1916, p. 268.
- (32) FLEISCHER et TEICHMANN. — Die Lichtelektrische Zelle, Dresden, 1932, p. 21.
- (33) G.-A. BOUTRY. — *C.R.* 204, 1937, p. 120.
- (34) G.-A. BOUTRY et J. GILLOD. — *Phil. Mag.* 18, 1929, p. 163.
- (35) P. FLEURY. — *C.R.* 190, 1934, p. 195.
- (36) CURSTERS. — Thèse de l'Université d'Utrecht.
- (37) LEJAY. — *Onde électr.* 192, 1931, p. 190.
- (38) MILLER. — *Techn. Pap. Bur. Stand.*, 11 juin 1919.
- (39) G.-A. BOUTRY. — Les phénomènes photoélectriques et leurs applications, Paris, 1936.
- (40) André BAYLE. — *Revue d'Optique*, 1933, T. 12, p. 124.
- (41) RIBAUD et PEYCHES. — *Revue d'Optique*, 1932, T. 11, p. 241.
- (42) GRIVET. — *Annales de phys.*, 11^e série, T. 17, p. 72.
- (43) W.E. FORSYTHE. — *R.G.E.*, 1926, p. 313.
- (44) J.-L. MICHELSON. — *J.O.S.A.* 28, 1938, p. 365.

NOTES & INFORMATIONS

SOUTENANCE DE THÈSE

Le 14 janvier 1944, M. J. GILLOD, agrégé de l'Université, chargé de recherches à la Section de Photométrie du LABORATOIRE D'ESSAIS, a présenté à la Sorbonne, en vue de l'obtention du Doctorat ès Sciences, un mémoire intitulé *Contribution à la solution spectrophotométrique de la Mesure des Couleurs*. Le jury, présidé par M. HACKS-

PILL (MM. CABANNES et VASSY, assesseurs), a décerné à M. GILLOD le grade de docteur ès Sciences avec la mention Très Honorable.

Le travail de M. GILLOD a été publié dans les numéros de février, mars et avril 1944 du *Bulletin du Laboratoire d'Essais*.

LAMPES ÉTALONS D'INTENSITÉ LUMINEUSE

Un appel à l'industrie française.

L'étalon primaire d'intensité lumineuse est, on le sait, représenté en France par un groupe de lampes étalons à filament de carbone, construites selon des spécifications précises. Ces lampes sont soumises à des intercomparaisons périodiques au cours desquelles toute lampe dont l'intensité lumineuse subit des variations gênantes est éliminée du groupe et remplacée par un étalon nouveau. Les circonstances actuelles risquent de rendre ce remplacement impossible dans un bref délai et créent, de ce chef, une situation dangereuse. La Compagnie des Lampes, malgré la bienveillance et la bonne volonté dont elle a toujours fait preuve vis-à-vis des services du Laboratoire d'Essais, a dû renoncer à tenter actuellement la fabrication difficile des lampes étalons à filament de carbone. Cette fabrication, presque entièrement manuelle, exige une main-d'œuvre habile et très entraînée, mais restreinte. Dans l'impossibilité de les toucher tous directement, le Laboratoire d'Essais adresse, par l'intermédiaire

de son bulletin, un appel aux ateliers français spécialisés dans la construction et la rénovation des lampes à incandescence. Tout industriel français désireux de tenter la fabrication des lampes étalons recevra au Laboratoire d'Essais les renseignements utiles et l'aide la plus complète que pourront lui apporter ses services.

Le radiateur intégral à la température de solidification du platine, dont l'emploi comme étalon primaire d'intensité lumineuse évitera tout retour à l'inquiétante situation actuelle, ne pourra être adopté définitivement comme étalon international qu'après la fin des hostilités. Le Laboratoire d'Essais en poursuit néanmoins aussi activement que possible la réalisation française. Nous sommes heureux de remercier, à ce propos, la Société Chimique des Terres Rares qui a récemment mis à notre disposition une quantité importante de thorine, produit indispensable pour la préparation des pièces réfractaires entrant dans la construction du radiateur intégral.

LA VÉRIFICATION LÉGALE DES THERMOMÈTRES MÉDICAUX

Réformes et perfectionnements.

Un décret du 3 mars 1919 a défini, en application de la loi du 14 août 1918, les règles à suivre pour la construction et la vérification des thermomètres médicaux fabriqués ou importés en France. Certaines des dispositions de ce texte, rédigées de façon un peu étroites, risquent de gêner des perfectionnements de la fabrication, ou l'admission de modèles nouveaux. C'est pourquoi, en plein accord avec le Comité d'Organisation compétent et avec le service des Poids et Mesures du Ministère de la Production Industrielle, le Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers a mis à l'étude un texte nouveau dont toutes les dispositions tendent à encourager l'amélioration de la qualité des instruments vendus en France.

Parallèlement, en profitant de l'expérience acquise dans la vérification des thermomètres de haute précision, le perfectionnement des méthodes de vérification se pour-

suit au Laboratoire. Un nouveau modèle de thermostat de très faible inertie et de très grande sensibilité a été mis au point; il permet d'assurer la constance de la température des bains de vérification à $\pm 0,01^\circ \text{C}$, sans aucune intervention d'un opérateur, pendant des temps très longs, et même dans des salles où la température subit des variations de l'ordre de $\pm 10^\circ \text{C}$. Les études qui ont conduit à la mise au point de cet appareil seront publiées dans le Bulletin du Laboratoire.

Le remplacement complet de l'ancien matériel de vérification à contrôle manuel par les nouveaux thermostats devrait être réalisé à la fin de la présente année. Il pose un délicat problème d'organisation industrielle, qu'on mesurera sans peine si l'on note que, dans une année normale, 1.500.000 à 2.000.000 de thermomètres médicaux sont présentés au Contrôle.

UN ATLAS DE SPECTRES D'ABSORPTION

La mise en service régulier du nouveau spectrophotomètre enregistreur du LABORATOIRE D'ESSAIS permet d'envisager la constitution d'un atlas de spectres d'absorption des matières colorantes fabriquées en France. L'ouvrage envisagé comprendrait deux parties :

1^o Matières colorantes pures en solution; filtres et verres colorés par transparence.

2^o Pigments, teintures, enduits de toute nature examinés par réflexion diffuse.

Les produits dont les propriétés pourront être décrites dans l'Atlas projeté doivent vérifier les conditions suivantes, destinées à faire de l'ouvrage un document de référence vraiment utile :

a) Matières colorantes examinées en solution; produits purs, reproductibles par leur fabricant, exempts de nuancage;

b) Filtres colorés examinés par transparence : filtres

reproductibles livrés sous forme de lames à faces planes et parallèles de bonne qualité optique;

c) Peintures et enduits : préparés avec des pigments ou des mélanges de pigments complètement déterminés; la composition (solvants, véhicules, etc.), le mode d'application, le support, doivent être précisés;

d) Teintures sur papier ou sur tissu : réalisées à l'aide de colorants purs, reproductibles, sans nuancage. Le support, les procédés de mordantage et de teinture utilisés doivent être précisés.

Le LABORATOIRE D'ESSAIS du Conservatoire National des Arts et Métiers fait appel à tous les industriels intéressés pour l'aider dans la préparation de cet ouvrage en fournant des échantillons de leurs fabrications correspondant aux conditions ci-dessus. L'aire utilisable de chaque échantillon, circulaire, doit avoir au moins 400 mm de diamètre.

