

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 27 (1936)
Heft: 5

Artikel: Poteaux et pylônes en béton armé : Système GRZ
Autor: Camenzind, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057490>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ten 500 V auf dem Potentiometer abgreifbar sind (Fig. 4).

Ueber den Widerstand r_2 verliert man $I_2 r_2$ an Spannung, d. h. in unserem Fall 650 V. In unserem Stabilisator von maximal 1500 V müsste die Primärspannung U_N 2150 V betragen. Arbeitet man aber für längere Zeit z. B. nur mit 500 V, so wäre es unvernünftig, 2150 V auf 500 abzudrosseln. Aus diesem Grunde wurde der Stabilisator für verschiedene Primärspannungen $U_N = 1150, 1650$ und 2150 V gebaut.

Das Neu-Abgleichen des Stabilisators beim Uebergang auf eine andere Primärspannung U_N , lässt sich in wenigen Minuten ausführen¹⁾. Wie man am ausgeführten Stabilisator sieht, braucht man blos U_B und r_3' sorgfältig einzuregulieren; für r_1' und r_2'' genügt eine grobe Verstellung und $r_3' + r_3''$ sowie r_2' können mit Vorteil konstant gelassen werden.

Zahlenbeispiel, entsprechend dem ausgeführten Stabilisator:

$$\frac{dU'_p}{dU_N} = -1,343 \quad (\text{Gl. IX});$$

$$\frac{dU'_p}{dU_N} = \frac{1 - r_1' \left\{ \frac{p_1'}{Z_s} \cdot \frac{1 - r_2'' \frac{p_1}{Z_{sg}}}{1 + r_2'' \frac{p_1'}{Z_{ss}}} + \frac{p_1}{Z_g} \right\}}{1 + r_1' \left\{ \frac{1}{Z_p} - \frac{r_2'' p_1'}{Z_s Z_{sp} \left(1 + r_2'' \frac{p_1'}{Z_{ss}} \right)} \right\}}$$

Als Steuerröhre wird eine Philips Pentode E 446 4·A·1 gewählt:

¹⁾ Kontrolle z. B. durch eine Kompensationsschaltung.

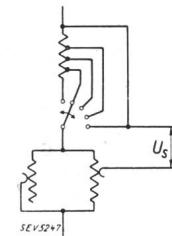


Fig. 4.

$$U_p' = 200 \text{ V}; U_s' = 100 \text{ V}; U_g' = -2,22 \text{ V}; I_1' = 3,03 \text{ mA}; I_2' = 1,35 \text{ mA}$$

und gesetzt

$$r_3' + r_3'' = 800\,000 \Omega; I_2' = (I_2' + I_s') - I_s' = 2,7 - 1,35 = 1,35 \text{ mA}; r_2' = \frac{U_s'}{I_2'} = 74\,000 \Omega$$

Die Röhrendaten sind

$$\frac{1}{Z_p} = 2,8 \cdot 10^{-7} \Omega^{-1}; \frac{1}{Z_s} = 6,66 \cdot 10^{-5} \Omega^{-1};$$

$$\frac{1}{Z_g} = 2,22 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1}; \frac{1}{Z_{sp}} = -2,18 \cdot 10^{-7} \Omega^{-1};$$

$$\frac{1}{Z_{ss}} = 3,68 \cdot 10^{-5} \Omega^{-1}; \frac{1}{Z_{sg}} = 9,56 \cdot 10^{-4} \Omega^{-1}$$

Als Unbekannte treten p_1 und U_B auf. Gl. (19) liefert p_1 und (17) die Gitterbatteriespannung U_B .

U_N V	$U_{s\max}$ V	r_1' Ω	r_2' Ω	r_3' Ω	U_B V
2150	1500	$6,44 \cdot 10^5$	$7,6 \cdot 10^5$	1923	7,4
1650	1000	$4,78 \cdot 10^5$	$5,74 \cdot 10^5$	2720	7,82
1150	500	$3,14 \cdot 10^5$	$3,89 \cdot 10^5$	3910	7,84

Da die Röhrendaten selbstredend nicht sehr genau bestimmbar sind, sind auch die Werte der Tabelle nur approximativ zu nehmen; die endgültige Einstellung erfolgt durch das Experiment.

Die Versuche mit diesem Gerät haben gezeigt, dass eine Stabilisierung bis zu $\frac{1}{500}$ der Primärspannung erreicht werden konnte.

Wir danken Herrn Prof. Dr. P. Scherrer für das Interesse, mit dem er unsere Arbeit förderte, und Herrn Dr. R. David für manchen wertvollen Ratsschlag.

Poteaux et pylônes en béton armé. Système GRZ.

Par E. Camenzind, Ennetbaden.

621.315.668.3

L'auteur décrit un procédé de fabrication de poteaux en béton armé de section creuse, polygonale. Il indique les matériaux utilisés, puis donne des détails sur l'exécution de l'armature et du bétonnage dans des moules en tôle de fer, à coffre et noyau, avec nouveau procédé par vibration. Pour terminer, il parle de l'emploi de ces poteaux, ainsi que du résultat d'essais de charge.

Der Autor beschreibt ein neues Verfahren zur Herstellung armierter Betonmaste mit hohlem, vieleckigem Querschnitt. Nach den Angaben über die verwendeten Baumittel wird über die Herstellung der Armierung und das Betonieren mit Mantel- und Kernform aus Eisenblech berichtet, bei welchem eine besondere Rüttelvorrichtung zur Anwendung kommt. Es wird ferner auf die Verwendungsmöglichkeiten dieses Mastes und auf die ausgeführten Belastungsversuche hingewiesen.

Les supports des lignes aériennes de transmission d'énergie électrique étaient autrefois presque exclusivement en bois ou en fer. On avait essayé à plusieurs reprises d'utiliser en Suisse des poteaux et pylônes en béton armé, mais ce type de construction n'avait pas eu beaucoup de succès, bien que les résultats obtenus aient été excellents¹⁾. Depuis quelques années toutefois, il semble que l'emploi

de ce genre de supports fasse de nouveaux progrès, grâce surtout à de nouveaux types capables de faire concurrence aux pylônes en fer. A l'Étranger, l'emploi des poteaux en béton est d'ailleurs déjà courant. Ainsi, une entreprise belge a fabriqué plus

¹⁾ Par exemple, la ligne de l'Albula installée en 1910 et comportant près de 4000 pylônes en béton, de différents types. Réd.

de 30 000 poteaux en béton, devant supporter parfois de très fortes contraintes. La S. A. Rüttimann Frères, à Zoug, qui a une longue expérience dans la construction des lignes électriques, a entrepris la fabrication de poteaux et de pylônes en béton armé. Avec la collaboration du Bureau technique Rudolf Dick, ingénieur-conseil, à Lucerne, elle a mis au point un type de poteau présentant d'in-

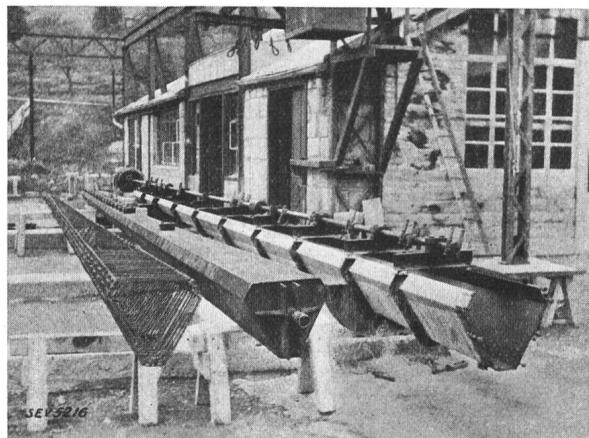


Fig. 1.

A gauche: Armature.
Au centre: Noyau.
A droite: Coffre avec dispositif de vibration (arbre entraîné par moteur électrique, visible à l'extrémité postérieure).

téressantes innovations au point de vue statique et constructif. La fabrication et les possibilités économiques et techniques de ces poteaux en béton armé font l'objet de cet article.

Les calculs tiennent compte des Ordonnances fédérales sur les installations à faible et à fort courant, ainsi que des Normes pour constructions en acier, en béton ordinaire et en béton armé, du 14 mai 1935.

La liaison des matériaux est assurée par du ciment Portland, fabrication Holderbank spécial. Pour les poteaux fabriqués dans le chantier de Cully, le sable et le gravier fin proviennent de l'embouchure du Rhône dans le Lac Léman. La grosseur des matériaux dépend de l'épaisseur des parois du poteau et de l'espace disponible entre les mailles de l'armature, dans lesquelles le béton est coulé. La pureté et la dureté des matériaux employés sont soigneusement examinées au point de vue chimique et minéralogique, et on détermine leur composition granulométrique la plus favorable (diagrammes de Fuller), afin d'obtenir un béton aussi compact et résistant que possible. Pour la fabrication en série de poteaux à une grande distance du chantier actuel, on prévoit l'installation d'un chantier à proximité du lieu de montage et l'utilisation de matériaux appropriés provenant de la région.

L'armature est constituée par des fers ronds normaux pour béton; pour les pylônes qui doivent supporter de très fortes contraintes, l'armature est en acier. Avant le bétonnage proprement-dit, on

procède à la confection de l'armature complète, constituée par quatre enroulements en hélice se croisant et entre lesquels l'armature longitudinale principale est fixée par des points de soudure. La borne de terre, les raccordements pour la mise à la terre et les armatures des bras de support sont également soudés, de sorte que toute l'armature peut servir de ligne de terre. Cette construction spéciale de l'armature constitue un bâti rigide en fers ronds, qui conserve sa forme et se place toujours dans une position correcte par rapport aux parois. On assure ainsi un enrobage parfait de toutes les parties métalliques.

Le bétonnage des poteaux creux triangulaires a lieu dans un moule à coffre et noyau en fer. Le béton, mélangé à la machine, est coulé avec le minimum d'eau, de façon à obtenir une masse bien plastique. Un vibrage intensif assure une structure absolument compacte et sans pores. Le remplissage se fait par l'une des faces du poteau, placé horizontalement, et que l'on plane ensuite. On place dans cette paroi des formes en bois dur, afin d'obtenir des ouvertures permettant l'ascension du poteau. Le dispositif de vibration d'un nouveau genre présente la particularité d'être actionné par un moteur électrique, et non pas à l'air comprimé, comme dans les systèmes habituels. Le moteur attaque un arbre qui court tout le long du poteau et est muni de contrepoids excentrés; ses paliers sont reliés au coffre et au noyau. Tournant à 720 t/min, cet arbre non équilibré fait vibrer la masse de béton de telle sorte qu'en peu de temps il ne renferme plus aucun pore, et que la surface supérieure nue du béton présente presque l'aspect d'une masse en ébullition.

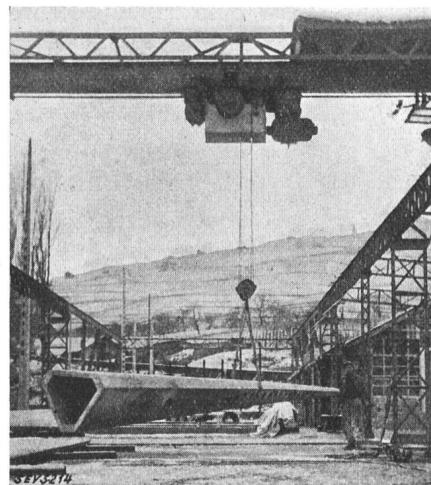


Fig. 2.
Le poteau peut être soulevé par un seul câble placé au centre de gravité, sans subir de déformation appréciable.

Relativement peu de temps après, on sort le noyau et, le jour suivant, on enlève le coffre. Dans ce but, le coffre est muni de couronnes à l'aide desquelles on tourne le poteau de 180°, de façon que la face nue du béton se trouve en-dessous et puisse être calée par des pièces de bois. On démonte alors

le coffre en deux pièces et on laisse durcir le poteau, tout en l'humectant soigneusement pendant cette période. Le poteau ne subit pas d'autre traitement.

Le poteau ainsi fabriqué a la forme d'un corps triangulaire à angles chanfreinés, allant en diminuant de la base au sommet. Cette section hexagonale à trois côtés larges et trois côtés étroits donne l'impression d'être beaucoup plus mince qu'une sec-

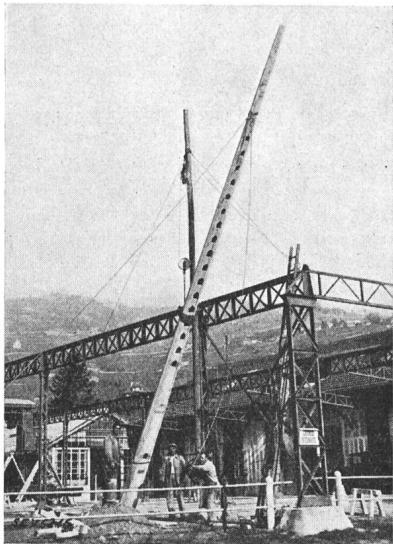


Fig. 3.
Erection d'un poteau.

tion circulaire équivalente, aussi ces poteaux méritent-ils la préférence partout où des considérations d'ordre esthétique l'exigent. Les poteaux et pylônes peuvent être également bouchardés ou colorés en différentes teintes par adjonction de sables appropriés. Il y a toutefois lieu de remarquer qu'un traitement de la surface de ces poteaux n'est pas nécessaire, car au sortir du moule, les surfaces et les angles sont tous parfaitement lisses. De même, les faces intérieures sont dans le même état et peuvent être contrôlées par les ouvertures servant de marches.

Ces poteaux et pylônes permettent les applications les plus variées. Ainsi, ils peuvent être prévus avec trois bras de support d'un seul côté ou de deux côtés, pour les lignes à haute tension. Ces bras de support sont liés au poteau de telle sorte qu'aucune partie métallique n'est visible, sauf le maillon destiné à supporter l'isolateur et qui est relié directement à l'armature. Les efforts exercés sur les bras de support par la charge de la ligne sont transmis uniquement par l'armature et non pas par le béton.

S'il s'agit de poteaux de distribution pour réseaux secondaires ou de points de départ de câbles, on peut visser directement des supports d'isolateurs dans les six pans de la tête du poteau ou y placer des ferrures pour les traverses.

Ces poteaux s'adaptent également aux exigences les plus variées au point de vue statique, en ce qui concerne l'ordre de grandeur de la sollicitation au

flambage; l'économie augmente même avec l'accroissement de l'épaisseur du poteau. Ce nouveau type de poteau, qui résiste en outre à de fortes torsions, s'utilise également pour les lignes à haute tension à 3 ou 6 conducteurs à portées virtuelles de 100 à 180 mètres, comme poteau d'angle lorsque les charges ne sont pas trop exceptionnelles et comme poteau pour applications spéciales. Le poids d'un poteau de 13 mètres étant de 1300 à 1800 kg, le transport et le montage n'offrent aucune difficulté. Ces poteaux peuvent être soulevés par leur centre de gravité sans aucun inconvénient.

Le 1^{er} octobre 1935, on a procédé à plusieurs essais de charge. Dans ce but, des poteaux fixés horizontalement et dont les couples de flexion dus au poids propre étaient compensés par des galets, ont été soumis à l'action d'une charge unique appliquée à l'endroit où s'exerce la traction totale due aux efforts des conducteurs et à l'action du vent. Sous une charge correspondant à la charge maximum pour portées virtuelles de 120 mètres et trois conducteurs (plus une ligne de terre) selon le calcul statique déterminant le dimensionnement du poteau, celui-ci fut chargé et déchargé à plusieurs reprises, et l'on a constaté qu'il se comportait d'une façon parfaitement élastique. Comme le calcul le faisait prévoir, des déformations permanentes se sont produites lorsque la limite d'élasticité fut atteinte aux très fortes charges, tandis que la rupture n'a eu lieu qu'après dépassement du coefficient de sécurité prescrit. Les avaries du béton et de l'armature se sont présentées à plusieurs endroits presque simultanément, ce qui prouve une utilisation ration-

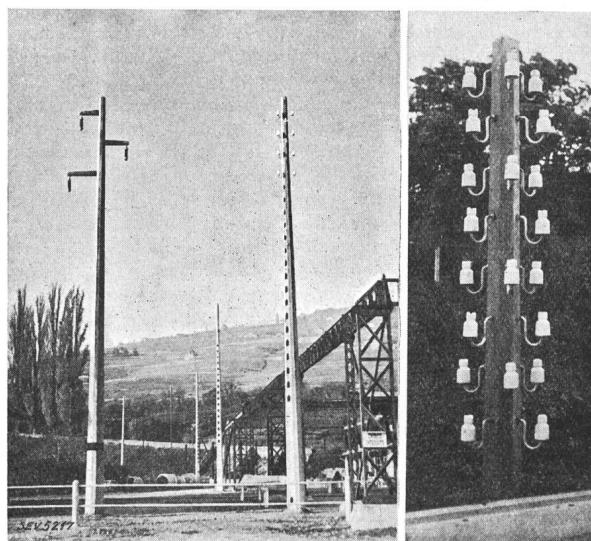


Fig. 4.
Différents types de poteaux.

nelle des matériaux. Ces essais ont montré que la résistance de ces poteaux est conforme aux prescriptions.

Les principaux avantages de ces poteaux sont les suivants:
1^o Grande économie: Le prix d'achat sur chantier est probablement de 20 à 25 % inférieur à celui de poteaux en

- fer de même capacité de charge. A cette économie s'ajoutent celles indiquées sous 2°, 3° et 4°.
- 2° Fondations peu coûteuses. Dans les terrains favorables, il n'est pas nécessaire de prévoir des fondations, mais simplement un coinçage normal. Dans les mauvais terrains, il suffit de prévoir une couronne en béton au pied et une autre à 30 cm au-dessous du sol.
- 3° Aucun entretien.
- 4° Encombrement minimum dans les terrains cultivés, par suite de la suppression des socles en béton dépassant le niveau du sol.
- 5° Aspect élégant et léger.

6° Ouvertures ne commençant qu'à 2,5 m au-dessus du sol, empêchant l'ascension par des personnes non autorisées.

7° Construction robuste supportant sans inconvénient le transport et le montage.

8° Fabrication suisse, en matériaux suisses.

En résumé, les poteaux et pylônes en béton armé GRZ constituent une solution offrant de grands avantages pour l'établissement économique et d'aspect agréable de nos lignes de distribution aériennes.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Les cellules photoélectriques dites à «couche d'arrêt».

621.383.5

Les cellules à couche d'arrêt sont constituées, comme le montre la fig. 1, d'une plaque de cuivre recouverte d'une mince pellicule d'oxydure de cuivre et d'une contre-électrode transparente pressée contre celle-ci. Lorsqu'elle est éclairée une force électromotrice se produit entre le semi-conducteur (Cu_2O) et le conducteur (plaqué de cuivre); cette limite re-

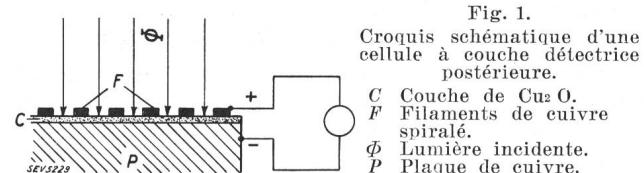


Fig. 1.
Croquis schématique d'une cellule à couche détectrice postérieure.
C Couche de Cu_2O .
F Filaments de cuivre spiralé.
 ϕ Lumière incidente.
P Plaque de cuivre.

présente donc une «couche d'arrêt» dans laquelle, les électrons qui la traversent, doivent vaincre une résistance en passant du semi-conducteur au conducteur.

Au point de vue du mode de construction, on distingue les cellules à couche d'arrêt postérieure et antérieure selon qu'en suivant le rayon lumineux, l'effet de barrage se produit avant ou après le semi-conducteur.

Lorsque la lumière tombe sur la cellule, des électrons optiques sont libérés dans le système Cu — Cu_2O . Ces électrons qui, par suite de l'énergie cinétique acquise, s'efforcent d'une part de traverser la couche limite dans la direction barrée, peuvent d'autre part être extraits dans un circuit extérieur et créer un courant. Le fait qu'ils choisissent l'un ou l'autre chemin dépend de la valeur de la résistance du circuit extérieur. Si cette résistance est nulle, le circuit extérieur est traversé par tous les électrons libérés (courant de court-circuit). Si elle devient infiniment grande, tous les électrons se propagent dans la direction du courant; la force électromotrice entre les deux électrodes représente alors la tension à vide de la cellule.

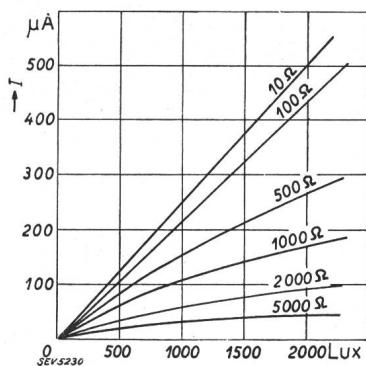


Fig. 2.
Courbes du courant photoélectrique (I) en fonction de l'éclairement (ϕ) pour diverses valeurs de la résistance du circuit extérieur.

Lorsque la résistance du circuit extérieur est faible, le courant photoélectrique varie proportionnellement à l'éclairement (fig. 2). Lorsque cette résistance augmente, il n'est plus proportionnel à l'éclairement.

La tension à vide, mesurée par une méthode d'opposition pour que la résistance extérieure soit infinie devant celle de la cellule, croît très rapidement avec l'éclairage, puis de moins en moins vite et semble atteindre une valeur limite (fig. 3).

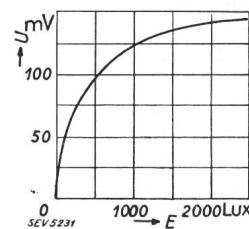


Fig. 3.

Courbe de la différence de potentiel (U) en circuit ouvert en fonction de l'éclairage (E) d'une cellule au sélénium.

La sensibilité des cellules varie avec la longueur d'onde de la lumière. Celles à oxydure de cuivre sont surtout sensibles dans les régions de grandes longueurs d'onde. Celles au sélénium présentent une courbe de sensibilité qui se rapproche de celle de l'œil, ce qui les rend particulièrement propres aux applications photométriques.

La figure 4 montre l'influence de la température sur le courant et la tension d'une cellule à couche postérieure. Sur les cellules à couche antérieure et sur celles à couche d'arrêt au sélénium cette influence est moins importante et pratiquement négligeable pendant la durée de l'essai.

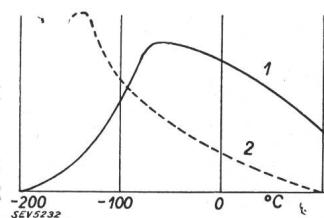


Fig. 4.

Courbes relatives à une cellule à l'oxyde de cuivre donnant, en fonction de la température, les variations:
1 du courant;
2 de la tension.

Le grand avantage de ces cellules sur celles d'autres types est qu' étant donné la valeur relativement élevée du courant photoélectrique, on peut souvent les utiliser sans dispositif d'amplification et sans différence de potentiel accélératrice. On les utilise¹⁾ en les mettant directement en série avec un galvanomètre ou un milli-ampèremètre à faible résistance, pour faire des mesures photométriques qui se ramènent à des mesures de rapports d'intensité lumineuse, de brillance ou d'éclairages. Enfin, elles peuvent dans beaucoup de cas agir sur des relais dont les caractéristiques de sensibilité de résistance leur permettent d'être actionnées directement par ces cellules. — (M. Cohu. Rev. Gén. Électricité, t. 38 [1935], No. 4.)

P. M.

Amerikanische Spezifikation für eine «Study and Reading Lamp».

389.6: 628.95(73)

Die amerikanische Illuminating Engineering Society a établi une Spécification pour une lampe de lecture portable,

¹⁾ Voir sur les applications des cellules photoélectriques Bull. ASE 1935, N° 10, p. 263.