

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 26 (1935)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Deux nouvelles installations d'éclairage routier avec lampes à décharge en atmosphère gazeuse, à Zurich  
**Autor:** Erb, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1058495>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.12.2024

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

# ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

# BULLETIN

## RÉDACTION:

Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens  
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

## EDITEUR ET ADMINISTRATION:

S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4  
Stauffacherquai 36/40

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXVI<sup>e</sup> Année

N<sup>o</sup> 25

Vendredi, 6 Décembre 1935

## Deux nouvelles installations d'éclairage routier avec lampes à décharge en atmosphère gazeuse, à Zurich.

Par E. Erb, Zurich.

628.971.6

L'auteur, chef de la section de l'éclairage public des Services électriques de la Ville de Zurich, décrit deux installations d'éclairage public utilisant pour la première fois en Suisse les nouvelles sources lumineuses mises au point au cours de ces dernières années: la lampe à vapeur de sodium et la lampe à vapeur de mercure, cette dernière en combinaison avec des lampes à incandescence ordinaires. Il s'agit de l'éclairage par lumière au sodium du tronçon de route de 2,2 km entre Altstetten et Schlieren, ainsi que de l'éclairage de la Bahnhofstrasse, à Zurich, avec lampes à vapeur de mercure et lampes à incandescence.

Der Autor, Sektionschef für öffentliche Beleuchtung des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich, beschreibt zwei interessante Strassenbeleuchtungsanlagen dieses Werkes, bei denen in den letzten Jahren entwickelte neue Lichtquellen, die Natriumdampf Lampe und die Quecksilberdampf Lampe, die zweite in Kombination mit gewöhnlichen Glühlampen, in der Schweiz erstmals Anwendung in grösserem Maßstab fanden. Es handelt sich um die Natriumlicht-Beleuchtung eines 2,2 km langen, geraden Strassenstückes zwischen Altstetten und Schlieren und um die Beleuchtung der Bahnhofstrasse in Zürich, die mit Quecksilber- und Glüh-Licht ausgeführt ist.

A la fin de septembre 1935, deux installations d'éclairage spécial ont été mises en service à Zurich. Ce sont les premières installations de ce genre en Suisse, aussi leur description présente-t-elle un réel intérêt.

### 1<sup>o</sup> Industriestrasse, Zurich 9 (Altstetten), lampes à vapeur de sodium.

#### 1<sup>o</sup> Introduction.

Cette route qui conduit de Zurich à Schlieren, Baden et Berne, est très fréquentée, même pendant la nuit et particulièrement en hiver. A l'occasion de la première Semaine zurichoise de la Lumière (du 1<sup>er</sup> au 9 octobre 1932) ce tronçon de route avait déjà été pourvu sur une longueur d'environ 900 m d'une installation d'éclairage d'essai avec lampes Philora à vapeur de sodium type 100 W courant continu.<sup>1)</sup> Cette installation présentait cependant certains désavantages (couplage en série, emploi de courants continu et alternatif, etc.), qui se firent désagréablement sentir lorsque le service dut être assuré par les Services électriques de la Ville de Zurich, dès le 1<sup>er</sup> janvier 1934, à la suite du fusionnement des communes suburbaines. Toutefois, grâce aux perfectionnements apportés entre temps à ces lampes à vapeur de sodium (couplage en parallèle, branchement sur courant alternatif 220 volts, augmentation de la durée) et à l'activité développée depuis par l'industrie suisse, la Direction de ces Services électriques a pu décider de monter à ses frais une installation définitive et d'en assurer le service. Les lampes utilisées sont des lampes Philora à vapeur de sodium, type SO 100 watts.

<sup>1)</sup> Bull. ASE 1932, No. 23, p. 630, et 1933, No. 14, p. 308.

### 2<sup>o</sup> Construction et fonctionnement de la lampe SO.

Cette lampe est constituée par un tube de verre L en forme d'U (fig. 1). Aux extrémités de ce tube sont soudées deux électrodes E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub>, recouvertes d'une couche d'oxyde de barium. L'air

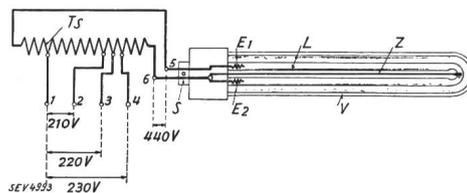


Fig. 1.

Lampe Philora à vapeur de sodium, type SO 100 W.

L Lampe, V Tube à vide, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> Electrodes principales, Z Electrode d'amorçage, Ts Transformateur à dispersion, S Culot à baïonnette (Swan).

du tube est évacué et remplacé par un gaz inerte (néon) et par une petite quantité de sodium métallique. Entre les deux bras du tube se trouve une électrode auxiliaire Z, reliée au fil d'amenée de courant à l'électrode E<sub>2</sub>. Cette lampe fonctionnant sans chauffage spécial des cathodes, le nombre des amenées de courant est réduit à 2, ce qui permet d'utiliser un culot normal de lampe à incandescence. On a prévu un culot à baïonnette S (culot Swan) en porcelaine, permettant de fixer exactement la position d'éclairage de la lampe. La température de service de la lampe est de 300° C environ. Afin d'atteindre aussi rapidement que possible cette température nécessaire, de réduire à un minimum les pertes de chaleur et de rendre la lampe aussi indépendante que possible de la tem-

pérature ambiante, le tube est isolé thermiquement par un tube V à double paroi, dans lequel on a fait le vide. Ce tube V est muni d'un anneau en porcelaine qui s'enfile sur le culot de la lampe et est fixé par une pointe à ressort. La lampe présentant une caractéristique négative, le courant doit être limité par un appareil auxiliaire; on prévoit à cet effet un autotransformateur à dispersion Ts, car l'allumage exige en outre une tension de 440 volts. Pour permettre de compenser la chute de tension dans la ligne, le primaire de ce transformateur est muni de 3 prises supplémentaires (210/220/230 volts).

À l'enclenchement du courant alternatif de 220 volts, 50 pér./s, l'électrode  $E_1$  d'une part et l'électrode  $E_2$  et l'électrode d'amorçage Z d'autre part sont soumises à la tension à vide de 440 volts du transformateur. Cette tension suffit pour ioniser le gaz de néon, c'est-à-dire pour le rendre conducteur, et pour amorcer le passage du courant à travers la colonne gazeuse. La dispersion du transformateur abaisse la tension dès que le courant traverse la lampe; cette tension atteint en service 165 à 170 volts. Après l'enclenchement, la lampe brille tout d'abord avec la couleur rouge caractéristique du néon. Peu à peu, elle s'échauffe, ainsi que les deux électrodes  $E_1$  et  $E_2$ , sous l'influence du courant de décharge. Cette chaleur liquéfie le sodium, puis le transforme peu à peu en vapeur nécessaire à la décharge. Au fur et à mesure que cette évaporation se poursuit, la couleur de la lumière passe du rouge à l'orange et au jaune.

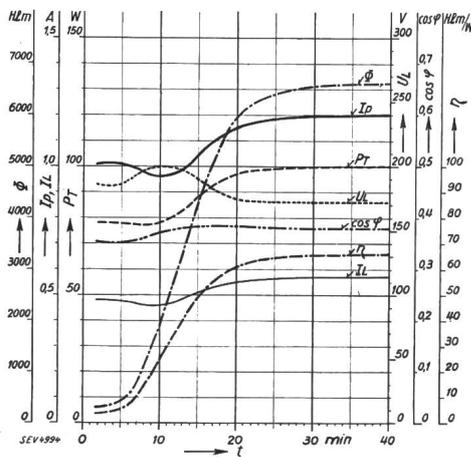


Fig. 2

Caractéristique d'amorçage de la lampe Philora à vapeur de sodium, type SO 100 W.

Lampe N° 4858, avec transformateur à dispersion FKE, N° 7673.  $I_p$  Courant primaire,  $P_T$  Puissance totale,  $U_L$  Tension à la lampe,  $I_L$  Courant de la lampe,  $\Phi$  Flux lumineux,  $\cos \varphi$  Facteur de puissance,  $\eta$  coefficient d'efficacité,  $f = 50/s$ .

La figure 2 montre cette caractéristique d'amorçage en fonction du temps. On a mesuré la puissance absorbée et le courant au primaire du transformateur, la tension et le courant de la lampe, ainsi que le flux lumineux obtenu. On a calculé le facteur de puissance rapporté au primaire et le coefficient d'efficacité. La courbe du flux lumineux  $\Phi$  confirme nettement le processus d'amor-

çage décrit ci-dessus. Les valeurs du début correspondent à la décharge dans le néon; le flux lumineux augmente rapidement à mesure que la vaporisation du sodium s'intensifie, puis atteint lentement sa valeur-limite à mesure que la saturation de la vapeur augmente. Les variations des courants  $I_p$  et  $I_L$

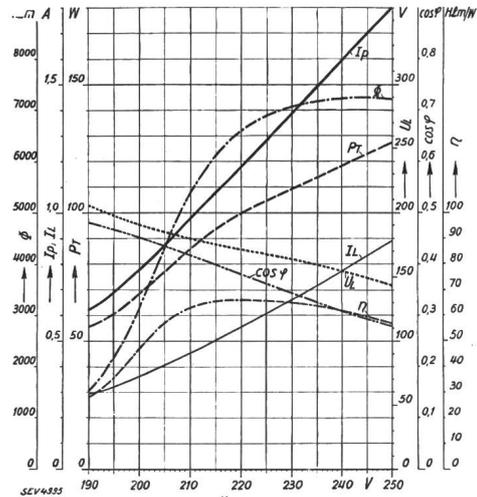


Fig. 3.

Caractéristique de service de la lampe Philora à vapeur de sodium, type SO 100 W.

Lampe N° 4858, avec transformateur à dispersion FKE N° 7673. (Mêmes désignations que pour la figure 2.)

et de la puissance absorbée  $P_T$  pendant la durée d'amorçage sont faibles. En service, la lampe présente les caractéristiques suivantes: Puissance totale (y compris les pertes du transformateur) 105 W, courant primaire 1,25 A,  $\cos \varphi$  0,38, puissance de la lampe 90 W, tension à la lampe 165 V, courant de la lampe 0,6 A, puissance absorbée par le transformateur à dispersion 15 W, flux lumineux 6050 Hlm<sup>2</sup>, coefficient d'efficacité 57,6 Hlm/W (valeurs moyennes).

Il est important de constater de quelle manière la lampe à vapeur de sodium se comporte en cas de variations de la tension du réseau. La figure 3 montre cette caractéristique de service en fonction de la tension primaire. On constate que les courants  $I_p$  et  $I_L$ , ainsi que la puissance absorbée varient presque proportionnellement à la tension du réseau. Il n'en va pas de même pour le flux lumineux  $\Phi$ ; celui-ci augmente tout d'abord quand la tension s'accroît, mais diminue ensuite dès que la tension dépasse une certaine valeur. Le coefficient d'efficacité le plus favorable est atteint à la tension nominale. Quant au facteur de puissance et à la tension de la lampe, ils diminuent lorsque la tension primaire augmente.

### 3° Armature.

Quelques fabricants suisses de luminaires ont mis au point des armatures spéciales pour la lampe

<sup>2)</sup> Toutes les grandeurs d'éclairage se rapportent exceptionnellement à la bougie Hefner; la tendance actuelle est d'utiliser exclusivement la bougie internationale, voir la brochure «Die bisherigen Arbeiten der Internationalen Beleuchtungskommission» qui est distribuée par le Secrétariat général de l'ASE (prix 50 cts).

SO. Les armatures utilisées pour l'installation de l'Industriestrasse proviennent de la fabrique «Belmag» à Zurich. La figure 4a montre une armature dont le verre de protection et la lampe ont été enlevés et le couvercle ouvert. Le couvercle, en fonte d'alliage d'aluminium résistante à la corro-

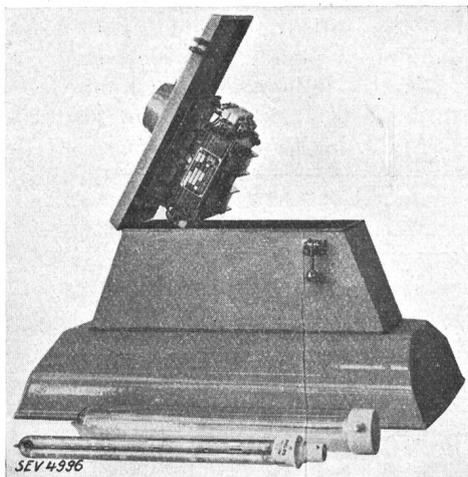


Fig. 4a.

Fig. 4.  
Réflecteur Belmag 22 150.  
A gauche: Avec verre de protection et lampe enlevés, couvercle ouvert.  
A droite: Vue de l'armature complète.

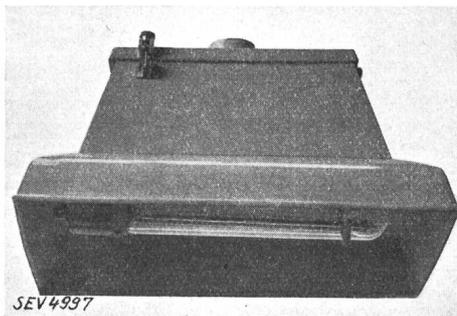


Fig. 4b.

sion, est vissé directement à l'extrémité du candélabre et assuré par une vis. Le transformateur à dispersion est monté à la partie inférieure du couvercle. La partie mobile est en tôle de cuivre et se fixe au couvercle par une charnière et deux vis de fermeture. Le réflecteur est en tôle de fer émaillée au feu en blanc à l'intérieur et en gris-clair à l'extérieur; il est vissé à la partie mobile. La

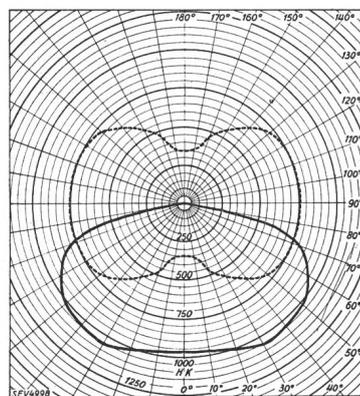


Fig. 5.  
Courbes des intensités lumineuses du réflecteur Belmag 22 150, avec lampe à vapeur de sodium, type SO 100 W.  
— Armature. - - - - Lampe seule.  
Flux lumineux Hlm    coeff. d'efficac.    Rendement %  
Armature    4540    43,2    75  
Lampe    6050    56,6

figure 4b montre une vue de l'armature fermée, avec lampe et verre de protection mis en place. En face de la douille est monté un support qui maintient l'extrémité libre du verre de protection. La douille est prévue de façon que les deux bras de la lampe soient perpendiculairement l'un au-dessus de l'autre. Il s'agit donc d'un éclairage en largeur. L'épanouissement lumineux maximum se fait dans un plan perpendiculaire à l'axe de la lampe passant par le centre du réflecteur. La répartition de la lumière dans ce plan est indiquée sur la figure 5. La courbe de répartition en traits pleins s'entend pour l'armature, tandis que la courbe en pointillés s'entend pour la lampe nue. Ces deux courbes se rapportent à un flux lumineux de 6050 Hlm. Le rendement de l'armature est de

75 %. La figure 6 montre les valeurs d'éclairage pour une hauteur de foyer de 10 m, calculées en partant de cette courbe des intensités lumineuses; le plan de mesurage se trouve à 1 m au-dessus du sol. Le maximum de l'éclairage horizontal est immédiatement en-dessous de la lampe, tandis que le maximum de l'éclairage vertical est à 6,5 m du pied de la lampe.

4° Description de l'installation.

Le tronçon de route éclairé par les lampes à vapeur de sodium a une longueur de 2190 m et est

parfaitement rectiligne (limite de la ville immédiatement en-dessous de l'Usine à Gaz de Schlieren — coude en-dessous de l'Altstetterstrasse). La largeur de la chaussée est de 9,75 m. Conformément

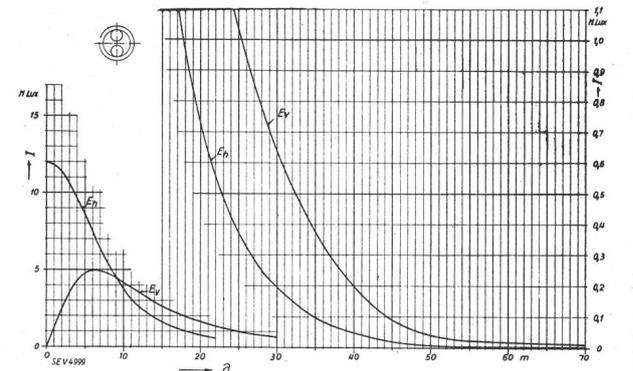


Fig. 6.  
Courbes des éclairages du réflecteur Belmag 22 150 avec lampe à vapeur de sodium, type SO 100 W, rapportées à un flux lumineux de 6050 Hlm, une hauteur de foyer de 10,0 m et un plan de mesure à 1 m au-dessus du sol. En haut à gauche: Disposition de la lampe SO.  
E<sub>h</sub> Eclairage horizontal. E<sub>v</sub> Eclairage vertical.  
a Distance du pied de la lampe.

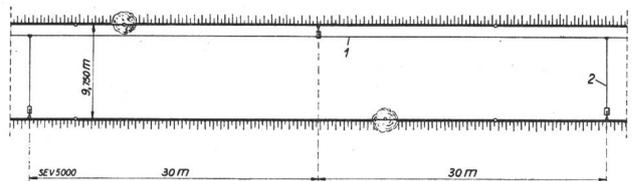


Fig. 7.  
Plan de situation de l'Industriestrasse.  
1 Câble 4 × 16 mm<sup>2</sup> dans fer de protection N° 4.  
2 Câble 4 × 1,5 mm<sup>2</sup> dans tuyau à gaz 1".

aux recommandations de la S. A. des Lampes Philips, les 73 lampes ont été disposées symétriquement en zig-zag des deux côtés de la chaussée. La hauteur du foyer a été fixée à 10 m et l'écartement des lampes à 30 m (zig-zag) ou 60 m (d'un seul

côté), ainsi que l'indiquent les figures 7 et 8. Ces écartements relativement faibles ont été choisis en vue d'obtenir un éclairage aussi régulier que pos-

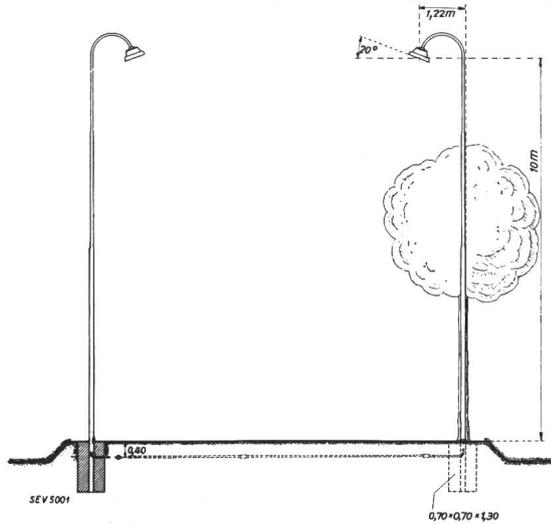


Fig. 8.

Profil transversal de l'Industriestrasse.

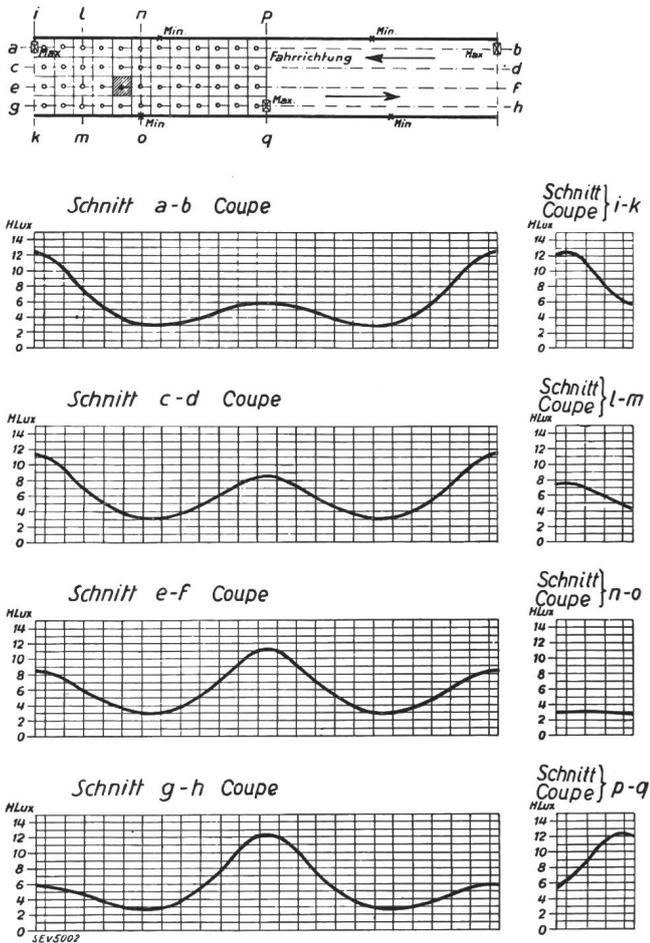


Fig. 9.

Eclairage horizontal de l'Industriestrasse.

Plan de mesure à 1 m au-dessus du sol.

$E_h$  moyen = 5,9 H Lux;  $E_h$  maximum = 12,4 H Lux;  
 $E_h$  minimum = 2,8 H Lux; Régularité = 1 : 4,4.

sible. Cette installation ayant un caractère définitif, les lampes sont supportées par des candélabres en tube d'acier sans soudure. La partie supérieure est

ployée en arc de cercle de  $160^\circ$  avec un rayon de courbure de 530 mm. L'extrémité de l'arc est filetée sur 20 mm au pas de gaz  $1\frac{3}{4}''$ , pour la fixation de l'armature. L'armature présente ainsi une inclinaison de  $20^\circ$  par rapport à l'horizontale, ce qui diminue les pertes d'éclairage par rayonnement hors de la chaussée. Les armatures sont montées de façon que le culot soit toujours le point le plus élevé de la lampe. La portée mesurée entre l'arête arrière du pylône et le centre de la lampe est de 1,22 m. Cette disposition est nettement visible sur

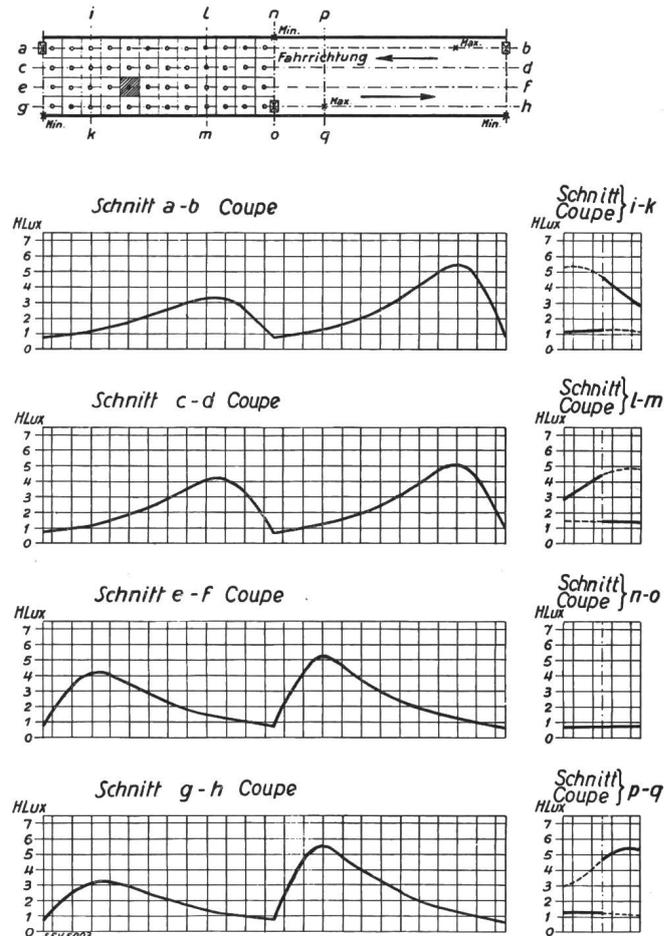


Fig. 10.

Eclairage vertical de l'Industriestrasse.

Plan de mesure à 1 m au-dessus du sol.

$E_v$  moyen = 2,5 H Lux;  $E_v$  maximum = 5,4 H Lux;  
 $E_v$  minimum = 0,7 H Lux; Régularité = 1 : 7,7.

la figure 8, qui représente le profil transversal de l'Industriestrasse. L'arête arrière des candélabres coïncide avec la limite de la chaussée, de sorte que ces candélabres sont entièrement sur le domaine public.

La figure 9 montre l'éclairage horizontal obtenu par les lampes disposées de cette manière. On a indiqué exactement les points où l'intensité lumineuse atteint un maximum ou un minimum. Les intensités lumineuses ont été calculées à l'aide du procédé par points, pour 48 points d'un champ lumineux. Pour chaque point, on a tenu compte de l'influence de 4 lampes. Le plan de mesure est supposé être à 1 m au-dessus du sol.

La figure 10 représente l'éclairage vertical. On a indiqué également les points d'éclairage minimum ou maximum. Le calcul a été effectué pour 48 points, en tenant compte pour chaque point de l'influence de 3 lampes. Le plan de mesure est également supposé être à 1 m au-dessus du sol.

Les caractéristiques de l'éclairage sont relevées dans le tableau I.

La figure 11a montre une photographie de l'Industriestrasse, prise de jour. Les minces pylônes gris-clair sont presque invisibles. La défiguration

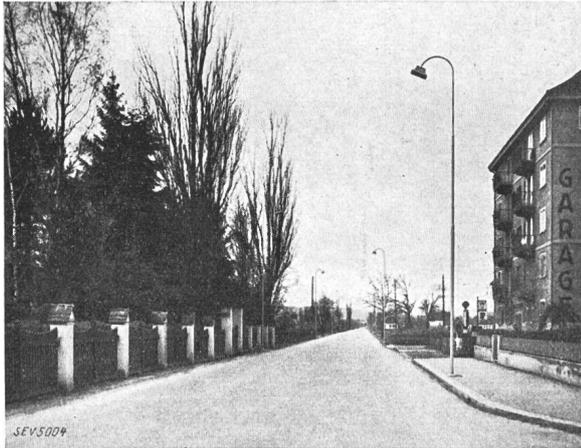


Fig. 11a.  
L'industriestrasse, vue de jour.

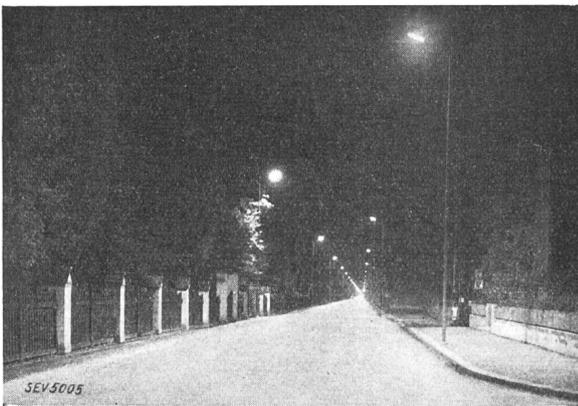


Fig. 11b.  
L'industriestrasse, vue de nuit.

du paysage est réduite à un minimum. La photographie prise de nuit (fig. 11b) confirme la régularité de l'éclairage.

Sur cette route pour automobiles, où passent peu de piétons, les avantages physiologiques<sup>3)</sup> de la lumière monochrome jaune du sodium sont mis en pleine valeur. L'impossibilité de distinguer les couleurs ne joue dans ce cas presque aucun rôle. Du fait de la faible brillance de ces lampes, cette installation ne provoque aucun éblouissement. Lorsque la chaussée est sèche, la visibilité est parfaite; par temps de pluie, elle est un peu réduite, mais est encore bonne. Dans cet état, on constate

<sup>3)</sup> Bull. ASE 1932, No. 23, p. 631.

également l'avantage d'une disposition des lampes de chaque côté de la chaussée, ce qui crée deux bandes lumineuses de part et d'autre. Les essais ont démontré qu'il est possible de circuler sur cette route à 80 km à l'heure en toute sécurité avec phares éteints.

Caractéristiques de l'éclairage de l'installation à vapeur de sodium de l'Industriestrasse. Tableau I.

Disposition des lampes . . .	En bordure alternativement d'un côté et de l'autre	
Hauteur du foyer . . . . .	10 m	
Armature . . . . .	Réflecteur Belmag 22 150	
Source lumineuse . . . . .	Lampe Philora à vapeur de sodium, type SO 100 W	
Puissance par lampe . . . . .	105 W	
Flux lumineux par lampe . . . . .	6050 Hlm	
Coefficient d'efficacité . . . . .	57,6 Hlm/W	
Ecartement entre lampes . . . . .	30 m, 60 m d'un seul côté	
Largeur de la chaussée . . . . .	9,75 m	
Surface éclairée par lampe . . . . .	293 m <sup>2</sup>	
Puissance spécifique . . . . .	0,358 W/m <sup>2</sup>	
Flux lumineux spécifique . . . . .	20,6 Hlm/m <sup>2</sup>	
	Eclairage horizontal	Eclairage vertical
moyen . . . . .	5,9 H Lux	2,5 H Lux
maximum . . . . .	12,4 H Lux	5,4 H Lux
minimum . . . . .	2,8 H Lux	0,7 H Lux
Régularité . . . . .	1 : 4,4	1 : 7,7
Flux lumineux utile . . . . .	1730 Hlm	733 Hlm
Rendement . . . . .	28,6 %	12,1 %
Coefficient d'efficacité utile	16,5 Hlm/W	7,0 Hlm/W

Par suite de l'encrassement des lampes et des armatures, et d'une faible diminution progressive du flux lumineux, il faut compter en service avec une réduction des valeurs mentionnées au tableau suivant et se rapportant à des lampes et à des réflecteurs neufs.

Les lampes sont alimentées par le poste de transformation «Industrie» à 11.000/380/220 volts des Services électriques de la Ville de Zurich, situé à une distance de 60 m du tronçon en question. Le tronçon de la route entre le poste de transformation et la limite de la ville est de 1371 m, celui entre ce poste et l'extrémité de l'installation côté ville est de 819 m. De la barre omnibus 380/220 V part une ligne sous câble 3×25+16 mm<sup>2</sup> allant jusqu'au poste de distribution et de couplage pour l'éclairage public. La figure 12 montre le schéma des connexions de ce poste. La figure 13 en montre une photographie. Au bas de la figure, on aperçoit les 3 bacs de la batterie de condensateurs. Les 73 lampes Philora à vapeur de sodium sont réparties comme suit sur les 3 phases du réseau unifié: Phase R 25 lampes, phase S 24 lampes et phase T 24 lampes. L'enclenchement des lampes se fait automatiquement par un interrupteur horaire Ghilmetti, type Z G 2 M A 60 A. En parallèle avec cet interrupteur automatique se trouvent 3 interrupteurs à main H S qui permettent de shunter l'interrupteur horaire en cas de perturbation, et d'enclencher l'installation de jour pour procéder à la vérification des lampes. L'interrupteur automatique exécute les couplages suivants: Position I, enclen-

chement astronomique le soir (au coucher du soleil) des phases R, S et T; position 2, déclenchement des phases S et T à 00.30 h; position 3, enclenchement des phases S et T à 05.00 h; position 0, déclenchement astronomique le matin (au

en zig-zag. L'Industriestrasse étant une artère principale où les véhicules ont la priorité de passage, la distribution des lampes ne tient pas compte des embranchements latéraux et se poursuit symétriquement en zig-zag. Entre 00.30 h et 05.00 h, l'é-

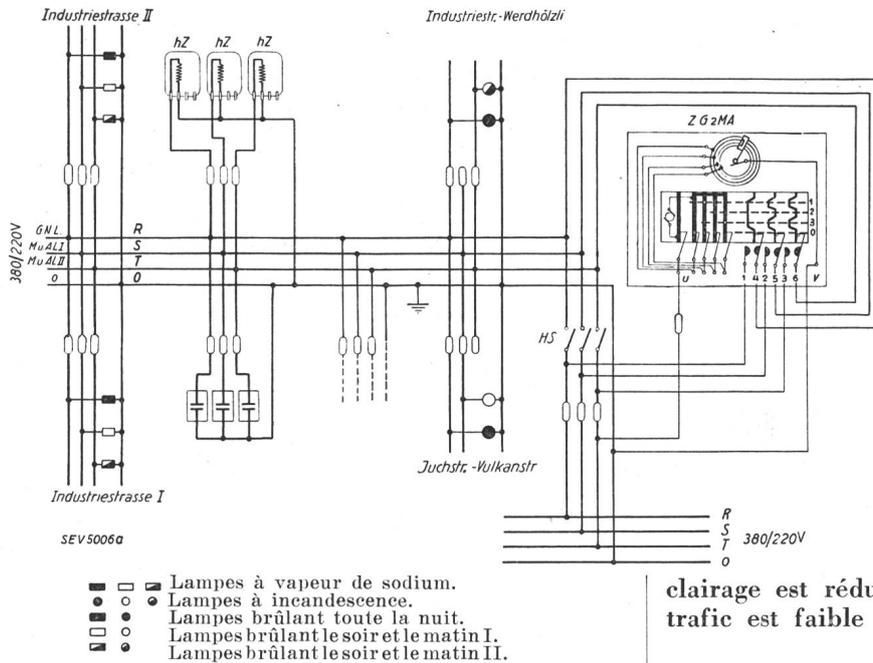


Fig. 12.

Schéma des connexions du poste de couplage et de distribution pour l'éclairage public dans le poste de transformation «Industrie».

ZG<sub>2</sub>MA Interrupteur horaire pour 3 circuits: 1 pour lampes brûlant toute la nuit; 2 pour lampes brûlant le soir et le matin. Avec enclenchement astronomique le soir. Avec déclenchement astronomique le matin.

hZ Compteur d'heures de service.

HS Interrupteur à main.

lever du soleil) des phases R, S et T. On distingue donc entre les lampes de nuit (phase R), les lampes de matin et soir I (phase S) et les lampes de matin et soir II (phase T). La S. A. des lampes Philips garantissant une durée de 3000 heures pour la moyenne de toutes les lampes SO, des compteurs d'heures de service (hZ) ont été insérés dans les 3 phases. En observant le compteur au moment du montage et du démontage d'une lampe, on peut donc déterminer exactement sa durée. Pour améliorer le facteur de puissance, on a monté une batterie de condensateurs «Xamax». La capacité est de 400 microfarads par phase. Un câble sous plomb isolé au papier, de  $4 \times 16 \text{ mm}^2$ , part du poste de distribution en remontant l'Industriestrasse et un câble identique la descend. Ces lignes d'alimentation sont logées dans des fers à câbles enfouis à 40 cm au-dessous de la chaussée, à 1 m de distance du bord sud-ouest. Les raccordements aux candélabres sont effectués par des câbles sous plomb isolés au papier, de  $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$ , logés dans des tuyaux à gaz de 1". Ces lignes se trouvant dans la zone de gel, on a veillé soigneusement à ce que les tuyaux à gaz aient une pente de 2 % entre candélabre et ligne d'alimentation (voir également figures 7 et 8). La boîte d'extrémité de câble et le coupe-circuit pour la lampe se trouvent dans le corps du candélabre, à 1,5 m au-dessus du sol. Le câble sous plomb isolé au caoutchouc entre le coupe-circuit et la lampe présente une section de  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ ; il est logé à l'intérieur du candélabre.

La figure 14 montre le schéma des connexions des lampes; on remarque également la disposition

clairage est réduit au tiers, car la fréquence du trafic est faible à ce moment-là. Il est d'ailleurs

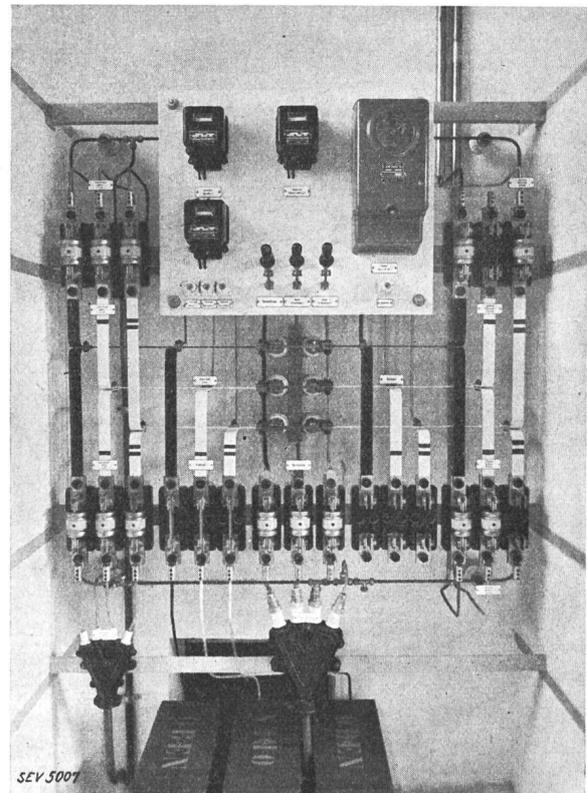


Fig. 13.

Poste de couplage et de distribution pour l'éclairage public dans le poste de transformation «Industrie».

facile de se rendre compte que cet éclairage réduit est encore suffisant.

Une mesure de la charge effectuée dans le poste de transformation a donné pour cette installation les valeurs suivantes:

Tableau II.

Phase	Puissance kW	Tension V	Intensité A	Cos $\varphi$
Sans condensateurs				
R, nuit . . . .	2,950	230	29,25	0,435 ind.
S, matin/soir I	2 830	230	28,05	0,438 "
T, matin/soir II	2,830	230	28,05	0,438 "
Avec condensateurs				
R, nuit . . . .	2,970	230	15,00	0,921 capac.
S, matin/soir I	2,850	230	13,35	0,929 "
T, matin/soir II	2,850	230	13,35	0,929 "
Total	8,670			

La surcompensation a été prévue de façon à n'avoir pas besoin de changer la batterie de condensateurs en cas d'extension de l'installation.

La puissance totale de 8,670 kW se décompose comme suit: 6,570 kW (= 75,8 %) puissance absorbée par les lampes, 1,090 kW (= 12,6 %) pertes dans les transformateurs à dispersion, 0,950 kW

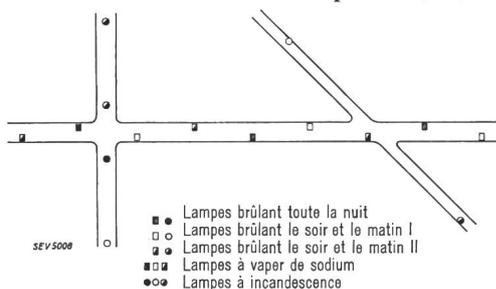


Fig. 14.

Schéma des connexions de l'Industriestrasse.

(= 10,9 %) pertes dans la ligne et 0,060 kW (= 0,7 %) pertes dans les condensateurs. La puissance brute par km de route est de 3,960 kW.

Cette installation a été mise en service le 30 septembre 1935. Son établissement a exigé 17 jours de travail. Les travaux de canalisation et la mise en place des candélabres ont été effectués à la tâche par l'entreprise A. Cavadini-Burger Fils, à Zurich. La pose des câbles, y compris les épissures, le montage des armatures et l'installation du poste de couplage et de distribution ont été effectués par le personnel des Services électriques.

## II<sup>e</sup> Bahnhofstrasse Zurich, lampes à vapeur de mercure et lampes à incandescence.

### 1<sup>o</sup> Introduction.

En 1898 déjà, l'éclairage au gaz de la Bahnhofstrasse, l'une des principales artères de la ville de Zurich, a été remplacé par 42 lampes à arc d'environ 600 W chacune. Parmi ces lampes à arc, 14 étaient suspendues à des câbles au-dessus du centre de la rue, 26 au-dessus des trottoirs, fixées

les unes aux maisons, les autres à des candélabres en fonte entre les rangées d'arbres, et 2 autres montées sur des candélabres en fonte à la Paradeplatz. Ces lampes à arcs étaient branchées 6 par 6 en série. En 1912/13, les lampes à arc des trottoirs ont été remplacées par des lampes à incandescence. En 1925 seulement, les dernières lampes à arc au-dessus de la chaussée ont été remplacées par des lampes à incandescence, le nombre des lampes suspendues passant de 14 à 28.

A l'occasion de la transformation de la Bürkliplatz, la partie supérieure de la Bahnhofstrasse jusqu'à la Paradeplatz a été équipée en été 1932 d'une installation d'éclairage latéral uniforme; en novembre 1933, ce fut le tour de la partie allant de la Paradeplatz à la Schützengasse (à environ 70 m de la place de la Gare). On a installé au total 102 candélabres en béton dans les deux rangées d'arbres bordant l'avenue. On a également profité de l'occasion pour augmenter à 31 le nombre des lampes suspendues au milieu de la chaussée. A la fin d'avril 1934, à l'instigation de la S. A. Osram à Zurich, 12 des lampes centrales à incandescence de la partie supérieure de la Bahnhofstrasse (Bürkliplatz-Paradeplatz) ont été remplacées à titre d'essai par des lampes à vapeur de mercure du type Hg H 1000, 275 W.<sup>4)</sup> Par suite du meilleur coefficient d'efficacité de ces lampes, on a pu obtenir la même intensité d'éclairage qu'auparavant, tout en économisant 2,7 kW pour ces 12 lampes. La durée moyenne des 12 premières lampes à vapeur de mercure a été de 2740 heures d'éclairage; il faut noter à ce sujet que, sur la demande de la S. A. Osram, quelques-unes de ces lampes encore en bon état ont été démontées pour permettre de procéder à des mesures du flux lumineux. Ces résultats favorables et l'approbation générale du public ont incité la Direction des Services électriques de la ville de Zurich à remplacer définitivement toutes les 31 lampes centrales par des lampes à vapeur de mercure du type Hg H 1000, pour 220 V, 50 pér./s. La mise en service des nouvelles lampes a eu lieu le 28 septembre 1935.

### 2<sup>o</sup> Construction et fonctionnement des lampes à vapeur de mercure.

Ces lampes sont principalement constituées par un tube à décharge L (fig. 15) en verre, aux extrémités duquel se trouvent les deux électrodes  $E_1$  et  $E_2$ , ainsi que l'électrode d'amorçage Z. Outre un gaz rare, l'argon, ce tube de verre renferme un peu de mercure. Pour ces lampes à décharge, la composition chimique des surfaces d'électrodes (alliages de barium) a une très grande importance. L'électrode d'amorçage Z est reliée à l'amenée de courant de l'électrode opposée  $E_2$  par une forte résistance ohmique R. Afin de le protéger contre toute déprédation et de permettre le montage d'un seul culot, le tube à décharge est logé dans une ampoule en verre. Le centrage et le maintien du tube dans l'ampoule est assuré par deux anneaux en

<sup>4)</sup> Bull. ASE 1934, No. 11, p. 276.

boudin disposés aux deux extrémités du tube à décharge (fig. 18a). L'espace entre le tube et l'ampoule est vide d'air et assure un bon isolement thermique. La température de service du tube à décharge est d'environ 400° C. Le chauffage des électrodes se faisant par le courant de décharge,

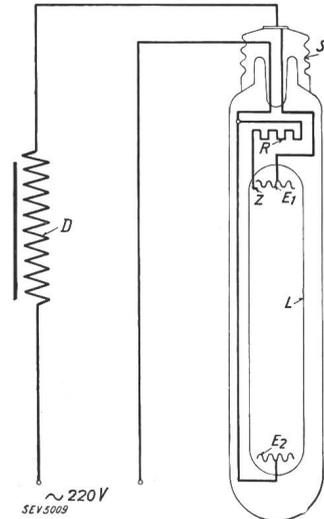


Fig. 15.

Lampe Osram à vapeur de mercure, type Hg H 1000.

- L Lampe.
- $E_1, E_2$  Electrodes principales.
- R Résistance additionnelle.
- Z Electrode d'amorçage.
- D Bobine de self.
- S Culot Goliath.

la lampe n'exige que deux amenées de courant et peut donc être munie d'un culot Goliath normal S. La limitation de courant, nécessaire à cause de la caractéristique négative, peut être assurée par une bobine de self D, car la tension d'amorçage est inférieure à la tension du réseau à 220 V.

A l'enclenchement de la lampe, la pleine tension du réseau est appliquée entre l'électrode d'amor-

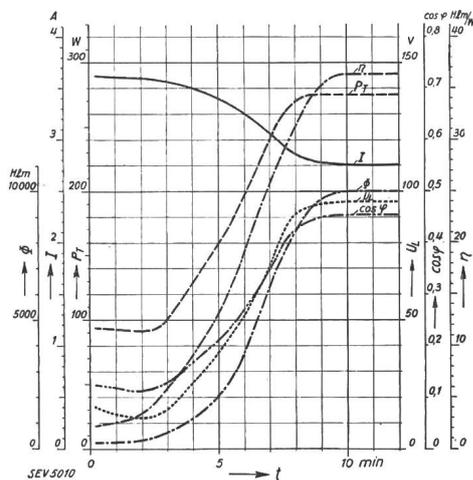


Fig. 16.

Caractéristique d'amorçage de la lampe Osram à vapeur de mercure, type Hg H 1000.

- Lampe N° G 2769, bobine de self Osram S N° W 4964 E.
- I Courant;  $P_T$  Puissance totale absorbée;  $\Phi$  Flux lumineux.
- $U_L$  Tension à la lampe;  $\cos \varphi$  Facteur de puissance;
- $\eta$  Coefficient d'efficacité,  $f = 50/s$ .

çage Z et l'électrode principale  $E_1$ , ce qui provoque une faible décharge luminescente. La colonne d'argon entre les deux électrodes se ionise et permet la formation d'une décharge. Dans cet état, le tube à décharge brille avec la couleur bleu-pâle caractéristique de l'argon. A mesure que la décharge

augmente, le mercure commence à se vaporiser, jusqu'à ce que tout le métal soit transformé en vapeur et que la lampe fournisse sa pleine puissance lumineuse. Le tube est alors le siège d'une colonne de décharge d'environ 6 mm d'épaisseur. La lumière est d'un blanc bleuâtre. Le spectre du mercure renferme surtout de la lumière jaune, verte et bleue. Au fur et à mesure que la pression de la vapeur de mercure augmente, la tension d'amorçage du tube augmente; en service normal, elle dépasse la tension du réseau. En cas d'interruption du courant, la lampe ne peut donc pas se réamorcer immédiatement. Toutefois, lorsque la lampe se refroidit, la pression de la vapeur diminue de même que la tension d'amorçage. Le réamorçage se produit dès que la tension d'amorçage s'est abaissée à la valeur de la tension du réseau. Cette durée est de 5 à 8 minutes, selon la température ambiante.

La figure 16 indique le processus d'amorçage en fonction du temps. La tension à la lampe  $U_L$ , qui atteint au premier instant 220 volts, diminue

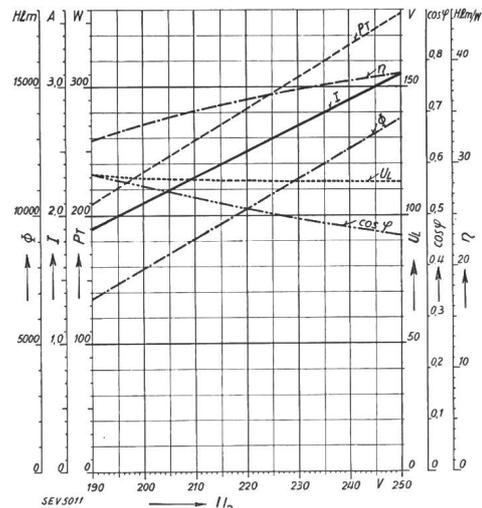


Fig. 17.

Caractéristique de service de la lampe Osram à vapeur de mercure, type Hg H 1000.

- Lampe N° 5635, bobine de self ELZ N° 18b.
- (Mêmes désignations que pour la figure 16.)

immédiatement, puis augmente avec la pression de la vapeur. La puissance absorbée  $P_T$ , le flux lumineux  $\Phi$ , le coefficient d'efficacité  $\eta$  et le facteur de puissance  $\cos \varphi$  augmentent également avec la vaporisation du mercure. Par contre, le courant I diminue. La lampe Osram à vapeur de mercure type Hg H 1000 présente les caractéristiques de service suivantes: Puissance totale 275 W, puissance de la lampe 250 W, intensité 2,6 A, tension à la lampe 115 V, flux lumineux 10 000 Hlm, coefficient d'efficacité 36,4 Hlm/W,  $\cos \varphi = 0,48$  (valeurs moyennes).

La figure 17 montre de quelle manière la lampe se comporte en service en cas de variation de la tension. Le courant I et la puissance  $P_T$ , le flux lumineux  $\Phi$  et le coefficient d'efficacité  $\eta$  augmentent avec la tension primaire. La tension à la

lampe  $U_L$  et le facteur de puissance  $\cos \varphi$  diminuent lorsque la tension primaire augmente.

Les candélabres sont munis de lampes à incandescence 220 V, 300 W, à ampoule dépolie inté-

de protection d'une part et entre cette calotte et le couvercle d'autre part. La douille de lampe réglable a été réglée de façon que l'électrode inférieure de la lampe à vapeur de mercure soit à la



Fig. 18a.

Fig. 18.

Réflecteur Belmag 9001, avec bobine de self.

A gauche: Sans verre, ni calotte de protection.

A droite: Armature complète.

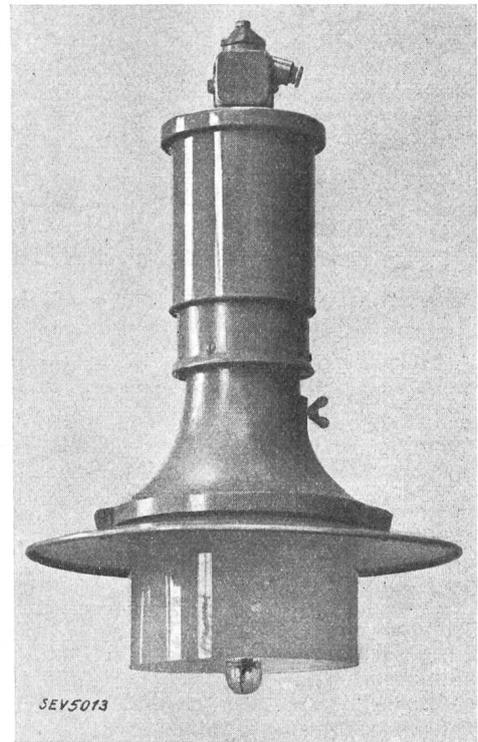


Fig. 18b.

rieurement. Le flux lumineux de ces lampes est de 5250 Hlm et le coefficient d'efficacité de 17,5 Hlm/W.

3° Armatures.

La lampe à vapeur de mercure étant munie d'un culot Goliath normal et sa longueur totale correspondant approximativement à celle des lampes à incandescence, on peut en général utiliser les mêmes armatures que pour les lampes à incandescence. Les armatures les mieux appropriées sont celles à rayonnement libre. Pour cette installation, on a choisi les armatures Belmag 9001. La bobine de self est logée dans un adossement spécial. La partie supérieure de l'armature est en fonte d'aluminium résistante à la corrosion. La lampe est protégée par un manchon cylindrique en verre opalin, suspendu dans le réflecteur extérieur à charnière. Les réflecteurs intérieur et extérieur sont émaillés blanc du côté lumière et gris-clair du côté opposé. La suspension est constituée par un arceau en fer plat qui relie l'armature à la boîte de raccordement. La bobine de self est fixée dans cet arceau. Entre l'arceau et la boîte de raccordement est serré un plateau en cuivre, auquel est fixée à l'aide de 3 vis la calotte de protection, en tôle de cuivre également. Pour le raccordement ou la vérification de la bobine de self, cette calotte de protection peut être sortie par dessus la partie supérieure de l'armature. La ventilation se fait par les interstices ménagés entre la tête de l'armature et la calotte

hauteur du rebord inférieur du manchon de protection en verre. La figure 18a représente l'armature sans manchon, ni calotte de protection, tandis que la figure 18b représente l'armature complète. Cette armature est symétrique par rapport à son axe, c'est-à-dire que les courbes des intensités lumineuses sont

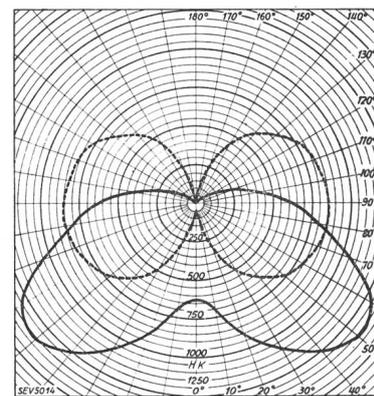


Fig. 19. Courbes des intensités lumineuses du réflecteur Belmag 9001, avec lampe à vapeur de mercure, type Hg H 1000. — Armature. - - - - Lampe seule.

	Flux 'umin. Hlm	Coeff. d'efficac. Hlm/W	Rendement %
Lampe	10 000	36,4	
Armature	8 860	32,2	88,6

lumineuses sont identiques dans tous les plans passant par l'axe vertical du luminaire. Cette courbe des intensités lumineuses est reproduite sur la figure 18. La courbe en traits pleins correspond à l'armature, celle en traits pointillés à la lampe. Ces deux courbes se rapportent à un flux lumineux de 10.000 Hlm. Le rendement de l'armature est de 88,6 %. La figure 20 montre les courbes des éclairagements calculés en partant de la courbe des intensités lumineuses, pour un plan de mesure à 1 m au-dessus du

sol et une hauteur de foyer de 10 m. Le maximum d'éclairage horizontal est à une distance de 3,5 m du pied de la lampe, celui de l'éclairage vertical à 7,5 m.

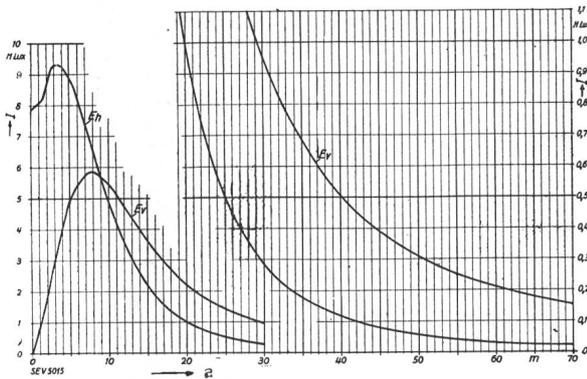


Fig. 20.

Courbes des éclairagements du réflecteur Belmag, avec lampe à vapeur de mercure, type Hg H 1000, rapportées à un flux lumineux de 10 000 Hlm, une hauteur de foyer de 10,0 m et un plan de mesure à 1 m au-dessus du sol.

$E_h$  Eclairage horizontal.  $E_v$  Eclairage vertical.  
a Distance du pied de la lampe.

Les candélabres sont munis du luminaire, type Plaza 7265, construit par la BAG, à Turgi, selon nos propositions (fig. 21). Le support du cône de verre et de la douille présente la forme d'une coupe à huit pans; il est en fonte grise. Il se visse directement au tube à gaz en saillie au-dessus du candélabre. Le cône en verre opalin sert de diffuseur. Au-dessus se trouve un réflecteur émaillé, protégé lui-même par un chapeau en cuivre. La douille n'est pas réglable. Le luminaire est symétrique par rapport à son axe. La figure 22 indique les courbes des intensités lumineuses du luminaire «Plaza», rapportées à un flux lumineux de 5250 Hlm.

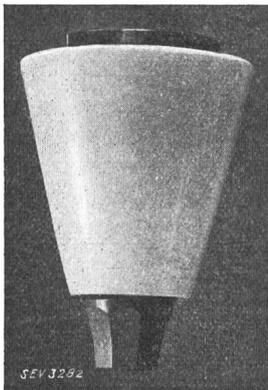


Fig. 21.  
Luminaire BAG «Plaza» 7265.

La courbe en traits pleins correspond à l'armature, celle en traits pointillés à la lampe à incandescence dépolie. Le rendement de l'armature est de 70,1 %. La figure 23 indique les courbes d'éclairage calculées en partant de la courbe des intensités lumineuses, pour un plan de mesure à 1 m au-dessus du sol et une hauteur de foyer de 3,8 m. Le maximum d'éclairage horizontal est à une distance de 1 m du pied de la lampe, celui de l'éclairage vertical à 2,5 m.

4° Description de l'installation.

La Bahnhofstrasse a une longueur de 1200 m entre la place de la Gare et la Bürkliplatz. La chaussée de 10 m est complétée par 2 trottoirs de 7 m chacun, de sorte que la largeur totale atteint 24 m. Les deux trottoirs sont agrémentés d'un rangée d'arbres à 1 m de distance du rebord. Les arbres

sont espacés en moyenne d'environ 7 m. L'espace moyen des lampes centrales est de 40 m, leur foyer est à une hauteur de 10 m. Le câble de support se compose de 7 fils en bronze de 2 mm. Il

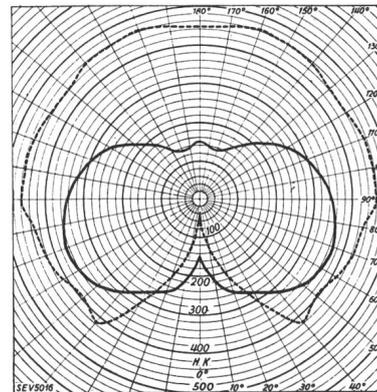


Fig. 22.

Courbes des intensités lumineuses du luminaire BAG «Plaza» 7265, avec lampe à incandescence 220 V, 300 W, dépolie intérieurement.

	Flux lumin. Hlm	Coeff. d'efficac. Hlm/W	Rendement %
Lampe	5250	17,5	
Armature	3680	12,3	70,1

est fixé à la façade des maisons par des crochets zingués au feu; sa flèche est de 35 cm. L'alimentation est prévue par un câble sous plomb isolé au papier de  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  branché sur un câble réservé à l'éclairage. La boîte d'extrémité du câble, ainsi que le coupe-circuit de la lampe, sont logés dans un coffret encastré au pied du mur de la maison. De là, un câble sous plomb isolé au caoutchouc de 1,5

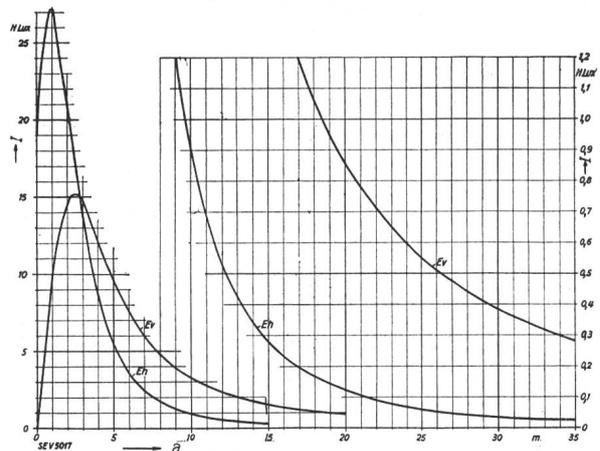


Fig. 23.

Courbes des éclairagements du luminaire BAG «Plaza» 7265, avec lampe à incandescence 220 V, 300 W, dépolie intérieurement, pour un flux lumineux de 5250 Hlm, une hauteur de foyer de 3,8 m et un plan de mesure à 1 m au-dessus du sol.

$E_h$  Eclairage horizontal.  $E_v$  Eclairage vertical.  
a Distance du pied de la lampe.

$\text{mm}^2$  est conduit par un tube galvanisé jusqu'au crochet fixé dans le mur, puis le long du câble de support jusqu'à la boîte de raccordement de l'armature. Le conducteur neutre est un fil sous gaine de caoutchouc partant du coffret à coupe-circuit et passant dans le tube galvanisé jusqu'au crochet fixé dans le mur; là, il est relié au câble de bronze. Le

câble de support sert donc également de neutre. La boîte de raccordement en anticorodal est fixée perpendiculaire à l'axe de la chaussée au câble de suspension à l'aide d'un serre-câble, utilisé également pour la connexion du neutre. Selon que le coupe-circuit est relié au conducteur extérieur de droite ou de gauche, la lampe brûle toute la nuit ou seule-

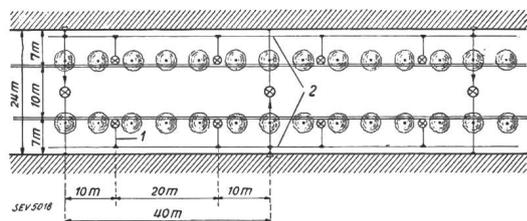


Fig. 24.

Plan de situation de la Bahnhofstrasse.

- 1 Câble  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  dans tube à gaz 1''.
- 2 Lignes sous câbles  $2 \times 25 \text{ mm}^2$  dans caniveau en terre cuite.

ment le matin et le soir. Les lampes latérales sont supportées par des candélabres en béton armé à 8 pans, qui peuvent être entièrement fabriqués en Suisse. Leur entretien est presque nul, tandis que les candélabres exécutés en tube d'acier occasionnent des frais de peinture assez importants. Un câble sous plomb isolé au papier, de  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ , logé dans un tube à gaz, relie le câble d'alimentation au coffret de coupe-circuit placé dans le pied du candélabre. De ce coffret partent deux fils sous caoutchouc vers la douille de la lampe. Ces candé-

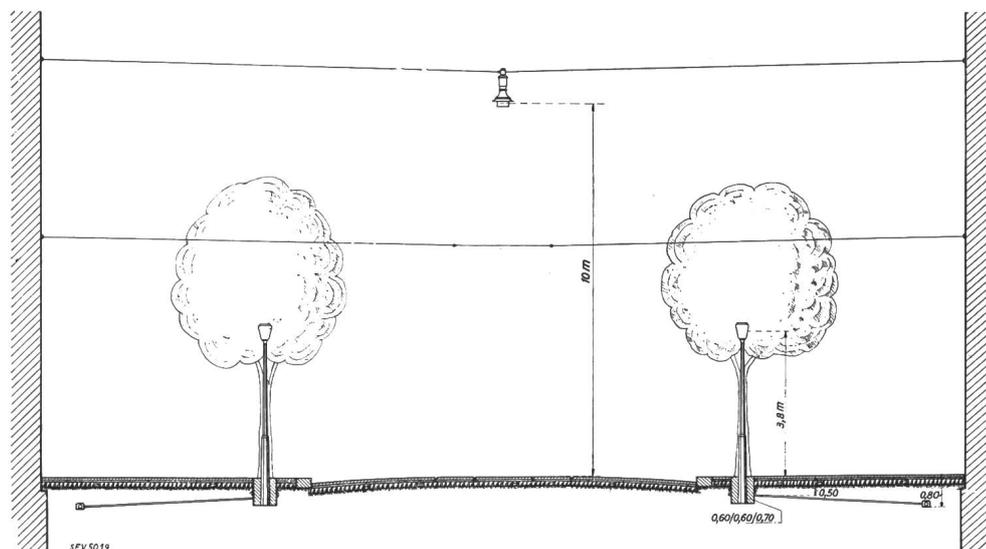


Fig. 25.

Profil transversal de la Bahnhofstrasse.

labres sont installés dans les rangées d'arbres et sont en face les uns des autres. La distance entre les lampes est de 20 m dans le sens de l'avenue, tandis que leur distance transversale est de 12 m. Leur hauteur de foyer est de 3,8 m; cette hauteur est volontairement peu élevée, afin de réaliser un éclairage aussi parfait que possible des surfaces verticales des obstacles. Les caractéristiques d'éclairage de cette installation prouvent précisément qu'il est possible de doubler le rapport entre la

composante verticale et la composante horizontale d'éclairage par l'emploi de lampes dont le foyer est moins élevé. Par temps de brouillard, l'absorption atmosphérique est moins grande que dans le cas de lampes élevées. Cette lampe de candélabre n'est pas une simple imitation des anciennes lanternes à gaz, mais elle en conserve les avantages, tout en réalisant un progrès technique. Grâce à la propriété de diffusion du cône en verre opalin, il a été possible de réduire la brillance et, par suite, l'éblouissement à  $1/10$  par rapport à celle d'une lanterne à gaz à bec Auer vertical, ceci malgré une puissance de la source lumineuse électrique 4 fois supérieure (lampes de 300 W). L'intensité d'éclairage qui détermine le degré de visibilité est ainsi 4 fois supérieure pour une même disposition des lampes.

Tableau III.

	Lanterne à gaz à bec Auer vertical	Candélabre avec lampe à incandescence dépolie de 300 W
Flux lumineux Hlm/lampe . . . .	1260	5250
Brillance de la source lumineuse bH/cm <sup>2</sup> .	3,2 à 5,7	0,2 à 0,5

Cette disposition des lampes est indiquée sur la figure 24 (plan de situation de la Bahnhofstrasse) et sur la figure 25 (profil transversal de la Bahnhofstrasse).

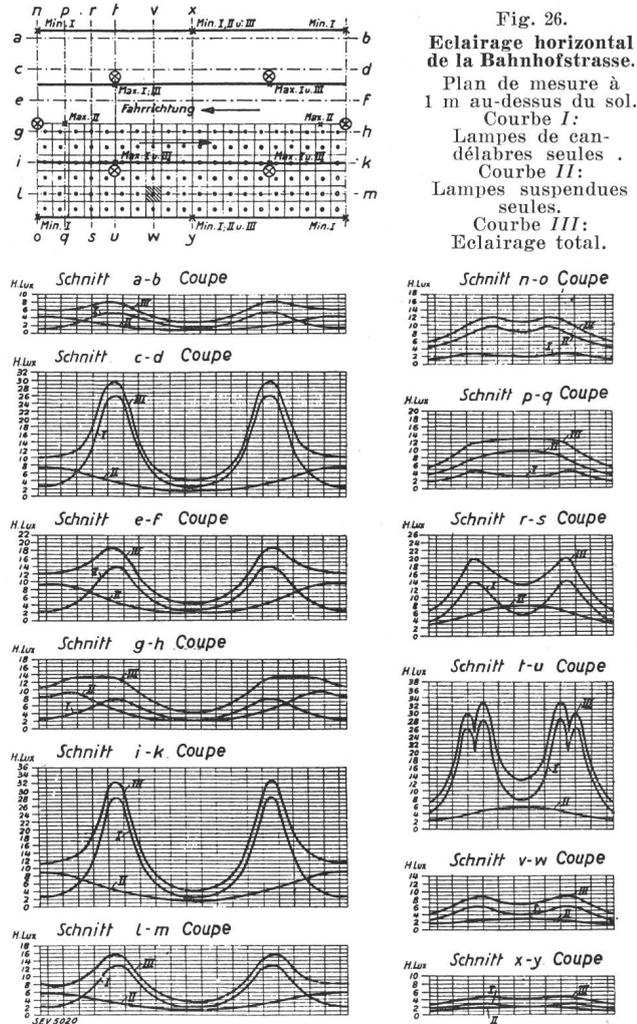
Les deux sources lumineuses contribuent ensemble à fournir un éclairage dont le spectre est semblable à celui de la lumière solaire. La lumière émise par les lampes à vapeur de mercure complète les radiations bleues qui manquent dans celle des lampes à incandescence. Le rapport du mélange entre la lumière à incandescence et celle à vapeur de mercure varie à chaque endroit. Il est d'environ 2 : 1 par rapport au flux lu-

mineux, d'environ 1,5 : 1 pour l'éclairage horizontal et d'environ 1,9 : 1 pour l'éclairage vertical. Sur les trottoirs, la part de la lumière à incandescence est plus grande que sur la chaussée. On a constaté que cette répartition non homogène n'est pas désagréable pour l'œil humain.

La figure 26 montre les courbes d'éclairage horizontal, mesurées à 1 m au-dessus du sol. La courbe I correspond aux lampes des candélabres, la courbe II aux lampes suspendues et la courbe III à

l'éclairage résultant. Le calcul s'est fait selon le procédé par points avec 120 points de mesure, en tenant compte pour chaque point de l'influence de 8 lampes de candélabres et de 4 lampes suspendues. La disposition des points de mesure et des points où l'intensité d'éclairement est maximum ou minimum est indiquée sur le plan de situation.

La figure 27 montre les courbes d'éclairage vertical, calculées également à 1 m au-dessus du sol.



La courbe I correspond aux lampes des candélabres, la courbe II aux lampes suspendues et la courbe III à l'éclairage résultant. Le calcul s'est fait selon le même procédé que pour l'éclairage horizontal. Le plan de situation indique les points de mesure et ceux où l'intensité d'éclairement est maximum ou minimum.

Dans les deux cas, on n'a pas tenu compte de l'influence des arbres. Les valeurs calculées ne sont donc valables qu'aux endroits où il n'y a point d'arbres, par exemple pour le tronçon Börsenstrasse-Bürkliplatz.

Les caractéristiques de l'éclairage sont relevées dans le tableau IV. Elles s'entendent pour lampes neuves et réflecteurs et verres de protection propres.

Au point de vue physiologique, l'éclairage peut être considéré comme excellent lorsque la chaussée

est sèche. Les lampes des candélabres ne troublent aucunement le trafic, car leur brillance est faible et

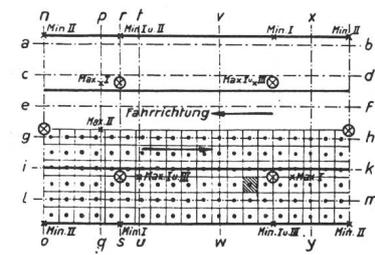


Fig. 27.  
Eclairage vertical de la Bahnhofstrasse.  
Plan de mesure à 1 m au-dessus du sol. (Mêmes désignations que pour la fig 26.)

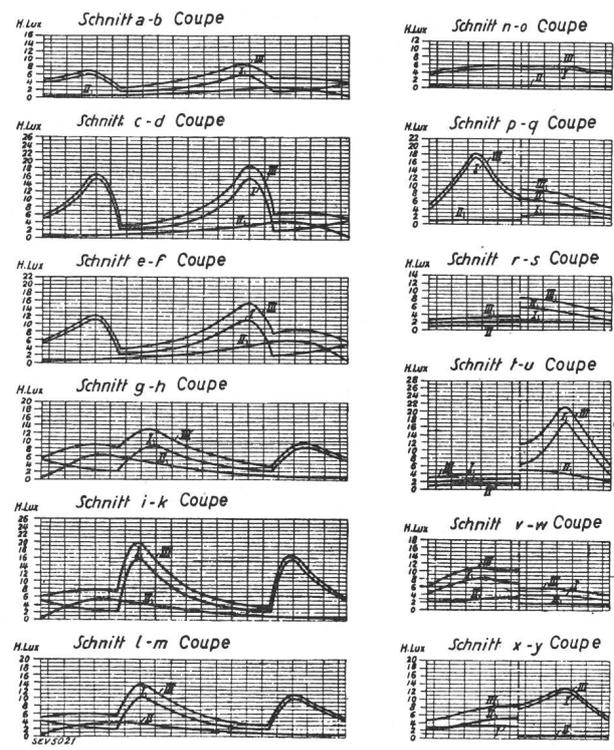


Fig. 28.  
Vue de nuit de la Bahnhofstrasse.

l'intensité d'éclairement de la chaussée est relativement élevée. Par temps de pluie, l'éclairage est quelque peu diminué du fait de la surface noire et

Relevé des caractéristiques d'éclairage de l'installation de lampes à vapeur de mercure et de lampes à incandescence de la Bahnhofstrasse, à Zurich.

Tableau IV.

Genre de lampe	Lampes de candélabres	Lampes suspendues	Total par champ
Disposition des lampes . . . . .	En bordure, en face les unes des autres (dans les rangées d'arbres)	Au-dessus de l'axe de l'avenue	Par champ: 4 lampes de candélabres et 1 lampe suspendue
Hauteur de foyer . . . . .	3,8 m	10,0 m	
Armature . . . . .	BAG Plaza — 7265	Belmag 9001	
Source lumineuse . . . . .	Lampe à incandescence, dépolie intérieurement	Lampe à vapeur de mercure Osram, type Hg H 1000	
Puissance par lampe . . . . . W	300	275	1475
Flux lumineux par lampe Hlm	5250	10 000	31 000
Coefficient d'efficacité Hlm/W	17,5	36,4	21,0
Distance des lampes . . . . . m	20,0	40,0	
Largeur de l'avenue . . . . . m	2×7,0+10,0	2×7,0+10,0	24,0
Surface éclairée par lampe . . m <sup>2</sup>	240	960	960
Puissance spécifique . . . . . W/m <sup>2</sup>	1,25	0,286	1,536
Flux lumineux spécifique Hlm/m <sup>2</sup>	21,9	10,4	32,3
<i>Eclairage horizontal</i>			
moyen . . . . . H Lux	6,6	4,4	11,0
maximum . . . . . H Lux	28,3	9,5	32,9
minimum . . . . . H Lux	1,5	1,3	2,8
Régularité . . . . .	1 : 18,9	1 : 7,3	1 : 11,7
Flux lumineux utile . . . . . Hlm	1584	4220	10 566
Rendement . . . . . %	30,2	42,2	34,1
Coefficient d'efficacité utile Hlm/W	5,3	15,3	7,2
<i>Eclairage vertical</i>			
moyen . . . . . H Lux	5,6	2,3	7,9
maximum . . . . . H Lux	17,3	6,3	21,3
minimum . . . . . H Lux	1,8	0,6	2,8
Régularité . . . . .	1 : 9,6	1 : 10,5	1 : 7,6
Flux lumineux utile . . . . . Hlm	1344	2210	7586
Rendement . . . . . %	25,6	22,1	24,4
Coefficient d'efficacité utile Hlm/W	4,5	8,0	5,1

brillante du macadam. Il serait donc désirable que les Services des travaux publics tiennent mieux compte de ce fait, lors de l'établissement des revêtements des chaussées.

L'alimentation des lampes est assurée par des réseaux sous câbles spécialement réservés à cet effet et alimentés eux-mêmes par 6 postes de transformation 2000/2×220 V courant monophasé, 50 pér./s. Les lignes d'alimentation tripolaires logées sous les deux trottoirs sont couplées pour chaque tronçon de l'avenue de telle sorte que les câbles opposés sont toujours branchés à des postes différents. Les lampes suspendues étant raccordées alternativement à la ligne sous câble de droite et à celle de gauche, il est impossible qu'un tronçon de l'avenue soit complètement sombre, en cas d'avarie d'un poste de transformation ou d'un câble. Une perturbation sur la ligne de transmission à haute tension est sans effet, car le réseau à 2 kV est muni d'une batterie de réserve. Le maintien de l'éclairage de cette principale avenue de Zurich est donc assuré avec le maximum de certitude.

La figure 29 représente le schéma des connexions d'un poste de couplage et de transformation. De la barre omnibus 2000 V, une liaison bipolaire se dirige par des coupe-circuit à un commutateur bipolaire haute tension, et de là par trois conducteurs au transformateur. Ce dernier est équipé, au primaire, d'un enroulement supplémentaire pour 350 V, qui peut être couplé en série avec l'enroulement

normal à 2000 V. La tension secondaire est ainsi abaissée de 2×220 V à environ 2×190 V, c'est-à-dire d'environ 13,5 %. L'enroulement secondaire est muni d'une prise supplémentaire médiane, mise normalement à la terre. La tension entre conducteurs est de 440 V, celle entre neutre et conducteur de 220 V. L'un des conducteurs est relié directement à un commutateur bipolaire à main, tandis que l'autre passe par un interrupteur à basse tension. En position I (position normale) de ce commutateur, le courant est dirigé par les coupe-circuit principaux aux barres omnibus d'éclairage public. Lorsque le commutateur est en position II, les lampes reçoivent directement la tension du réseau secondaire d'éclairage. Ce couplage est utilisé pendant le jour pour le contrôle des nouvelles lampes et en cas de perturbation dans l'appareil de couplage ou dans le transformateur. L'enclenchement et le déclenchement des lampes se font automatiquement à l'aide d'un groupe à haute tension de la Société SAIA, Berne. La commande des appareils de couplage proprement-dits est assurée par un interrupteur horaire, type DDC, exécutant les couplages suivants: Position I, enclenchement astronomique (le soir) de l'interrupteur haute tension, type HFOUT (et ainsi enclenchement du transformateur à l'enroulement 2000 V) et de l'interrupteur basse tension, type FO; position 2 (00.30 h.), commutation de l'interrupteur haute tension (et ainsi du transformateur à l'enroulement 2350 V) et dé-

clenchement de l'interrupteur basse tension; position 3 (à 05.00 h.), commutation de l'interrupteur haute tension (et ainsi du transformateur à l'enroulement 2000 V) et enclenchement de l'interrupteur basse tension; position 0, déclenchement astronomique (le matin) de l'interrupteur haute tension

Du poste de distribution partent différents câbles tripolaires sous plomb isolés au papier, servant à l'alimentation du secteur d'éclairage correspondant à ce poste. Ces câbles sont logés généralement à 80 cm de profondeur dans les caniveaux en terre cuite déjà prévus pour le réseau d'éclairage.

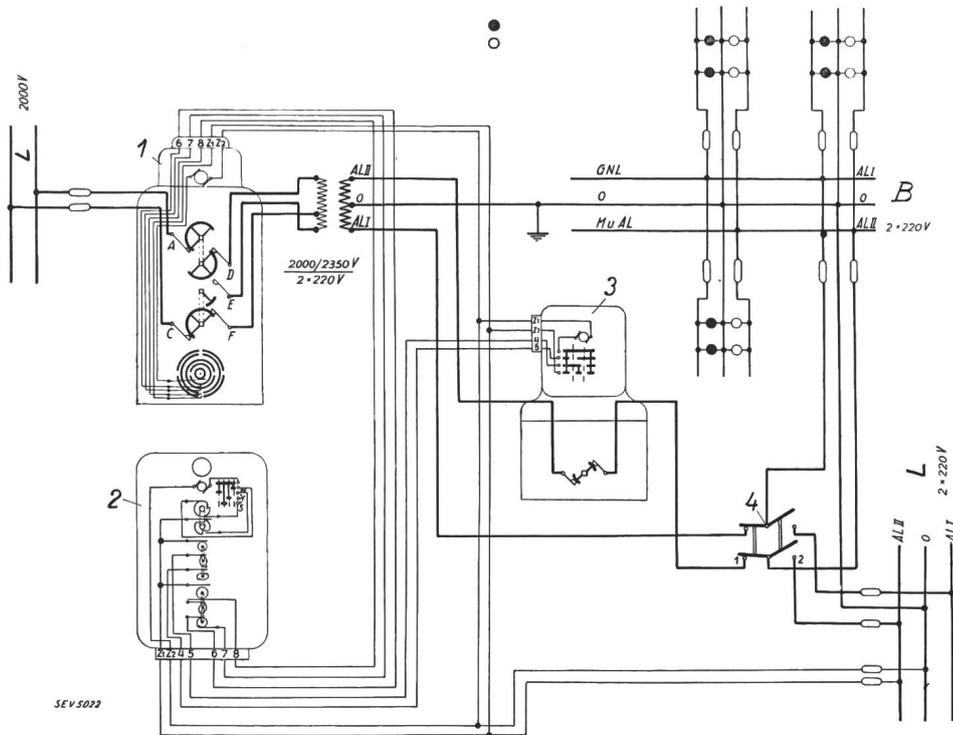


Fig. 29.

Schéma des connexions d'un poste de couplage de transformation et de distribution pour l'éclairage public dans un poste de transformation pour l'éclairage 2000/2 x 220 V.

- L Barre omnibus du réseau d'éclairage.
- B Barre omnibus pour l'éclairage public.
- 1 Interrupteur haute tension, type HFOUT.
- 2 Horloge de commande, type DDe.
- 3 Interrupteur à distance, type FO.
- 4 Commutateur à main.
- Lampes brûlant toute la nuit
- Lampes brûlant le soir et le matin.

(et ainsi du transformateur) et de l'interrupteur basse tension. Ces couplages ont les effets suivants: Conducteur I: Soir, enclenché 220 V; 00.30 h., commuté 190 V; 05.00 h., commuté 220 V; matin, déclenché. Conducteur II: Soir, enclenché 220 V; 00.30 h., déclenché; 05.00 h., enclenché 220 V; ma-

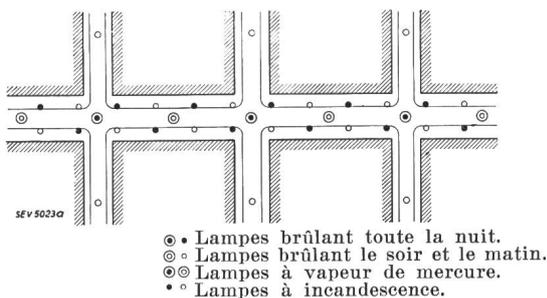


Fig. 30.

Schéma des connexions de la Bahnhofstrasse.

tin, déclenché. On distingue donc entre les lampes brûlant toute la nuit (conducteur I) et les lampes qui ne brûlent que le matin et le soir (conducteur II).

La figure 30 indique le schéma des connexions des lampes. Au-dessus des croisements de rues ou là où débouche une rue latérale, on prévoit toujours une lampe brûlant toute la nuit. Les lampes intermédiaires ne brûlent alors que le soir et le matin. Chaque seconde lampe de candélabre brûle toute la nuit, tandis que celle du candélabre opposé ne brûle que le soir et le matin. Entre 00.30 h. et 05.00 h. le nombre des lampes en fonction est réduit de moitié; ces lampes subissent une réduction de tension de 13,5 %, ce qui prolonge leur durée. Cet éclairage réduit est amplement suffisant, car le trafic est très faible à ce moment. Ce principe de couplage a été introduit depuis plusieurs années et n'a jamais donné lieu à des réclamations pour éclairage insuffisant après minuit.

Les caractéristiques d'amorçage et de service des lampes à décharge en atmosphère gazeuse, ainsi que les courbes des intensités lumineuses (sauf celles des luminaires «Plaza») publiées dans cet article ont été relevées par les soins de la Station d'Essai des Matériaux de l'Association Suisse des Electriciens, à la demande des Services électriques de la Ville de Zurich.