

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 37 (1946)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Sources lumineuses d'aujourd'hui et de demain  
**Autor:** Guanter, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1057310>

### **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>**

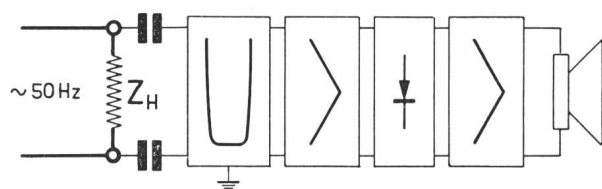


Fig. 13.  
Appareil de contrôle

ses, pouvoir contrôler rapidement et sûrement chacun des appareils traités et déterminer s'il est perturbateur ou non. Il y a naturellement bien des

moyens de le faire. L'un des plus simples est basé sur l'effet de Barkhausen dû à l'inversion de l'aimantation. Dans les conditions de service normales, ce phénomène produit une tension de souffle qui apparaît aux bornes du corps de chauffe; on peut facilement la mettre en évidence dans les ondes longues au moyen d'un récepteur de radio ordinaire (voir fig. 13).

#### Adresse des auteurs:

Dr. W. Gerber } Division des essais et recherches de la  
A. Werthmüller } direction générale des PTT à Berne.

## Sources lumineuses d'aujourd'hui et de demain

Conférence présentée à la journée de l'Eclairage, organisée par l'ASE le 22 novembre 1945 à Berne,  
par J. Guanter, Zurich

621.32

*Rétrospective du développement des lampes à incandescence et description des moyens aptes à améliorer toujours plus leur coefficient d'efficacité. Les matières utilisées jusqu'ici pour le filament incandescent ne permettent guère d'augmenter les valeurs actuelles. Le rendement de l'énergie électrique est sensiblement plus élevé dans le cas des lampes à décharge. M. Guanter traite en détail des lampes à vapeur de mercure à basse pression avec matière luminescente (lampes fluorescentes). Il mentionne également les modèles les plus récents de l'industrie américaine, anglaise et suédoise et décrit leur exécution, qui a tendance à se normaliser. Parmi les appareils auxiliaires, il signale notamment un nouveau produit suisse. Il termine son exposé en parlant d'une lampe à vapeur de mercure à très haute pression et du développement d'autres nouvelles sources lumineuses dans les grandes fabriques de lampes de l'étranger.*

*Der Autor wirft einen Rückblick auf die Entwicklung der Glühlampen und beschreibt Mittel und Wege, die Lichtausbeute weiter zu verbessern. Eine wesentliche Steigerung der heutigen Werte ist mit den bisher bekannten Leuchtdrahtmaterialien nicht zu erwarten. Wesentlich höher liegt der Ausnützungsgrad der elektrischen Energie bei den Entladungslampen, von denen die Niederdruck-Quecksilberdampflampen mit Leuchtstoffen (Fluoreszenzlampen) eingehender Betrachtung unterzogen werden. Die neuesten Produkte der amerikanischen, englischen und schwedischen Industrie werden erwähnt und deren Ausführung, die eine gewisse Normung anstrebt, beschrieben. Auf dem Gebiete der Zusatzgeräte wird auch ein neues Schweizerprodukt genannt. Zum Schluss ist noch die Rede von einer Quecksilber-Hochdrucklampe und der Entwicklung anderer neuer Lichtquellen in den grossen Lampenfabriken des Auslandes.*

(Traduction)

Durant la dernière guerre les recherches scientifiques ont surtout servi à perfectionner les armements et il a fallu interrompre ou ralentir les travaux se rapportant à la technique de l'éclairage. Mais ces recherches ont maintenant repris et l'on a mis au point de nouvelles sources lumineuses, qui seront bientôt introduites en Suisse également. Dans ce qui suit, nous parlerons principalement des lampes dont quelques types sont déjà bien connus et de certains nouveaux procédés de fabrication de sources lumineuses.

### I. Lampes à incandescence

La lampe à incandescence a fait l'objet d'incessantes recherches techniques et scientifiques. Son développement est caractérisé par l'emploi du tungstène, le remplissage gazeux et le boudinage du filament. Depuis que le physicien Lummer<sup>1)</sup> a découvert les lois du rayonnement du corps noir, les limites du rayonnement thermique ont été également précisées et les savants de nombreux pays se sont efforcés de réduire de plus en plus l'écart qui existe entre la pratique et la théorie. On a tout d'abord cherché à augmenter le coefficient d'efficacité de la lampe à incandescence et à rapprocher la couleur de sa lumière de celle de la lumière naturelle, en utilisant différentes matières pour le filament incandescent. De nos jours, on fait usage de tungstène dont la température de fusion est de 3660° K. Suivant le type de lampe, la

température de service est de 2700 à 3000° K et l'efficacité visuelle ou rendement atteint le 5 % environ de la puissance consommée.

Il existe des matières<sup>2)</sup> qui supportent une température plus élevée que le tungstène et ne fondent qu'à partir de 4000° K et plus, ce qui permettrait d'atteindre une efficacité visuelle de 8 %. Ces alliages (tableau I) ne se laissent toutefois que difficilement étirer et leur vitesse de vaporisation est élevée, de sorte qu'il n'est pratiquement pas possible de les porter à une plus haute température que le tungstène. On a donc cherché à améliorer d'une autre manière le coefficient d'efficacité, sans réduire la durée de vie.

Points de fusion d'alliages fondant à haute température  
Tableau I

Alliage	Point de fusion °K
Carbure de titane . . . .	3410
Carbure de zirconium . .	3805
Carbure de tantale . . .	4150
Carbure d'hafnium . . .	4160

} ± 30°

On obtient de bons résultats par un remplissage gazeux des lampes à incandescence, qui réduit la vitesse de vaporisation du tungstène, par rapport aux lampes à vide d'air. Oosterhuis<sup>3)</sup> et Fonda<sup>4)</sup> ont découvert que la vaporisation est d'autant plus faible que le gaz de remplissage est plus lourd, de

<sup>1)</sup> Otto Lummer: Grundlagen, Ziele und Grenzen der Leuchttechnik. Munich et Berlin, Verlag R. Oldenbourg, 1918.

<sup>2)</sup> Pirani et Summerer: Physikalische Energiebilanz — technische Ausnutzung und Bewertung unserer Lichtquellen. Die Lichttechnik t. 13 (1936), p. 1.

sorte que la température de service du filament de tungstène peut être augmentée. Il va de soi que cette propriété n'est avantageuse que si la conductibilité thermique des gaz utilisés est aussi faible que possible et si ces gaz n'attaquent pas le tungstène. La conductibilité thermique des gaz de remplissage les mieux appropriés diminue heureusement au fur et à mesure que le poids moléculaire augmente. C'est pourquoi l'azote fut bientôt remplacé par l'argon, puis en 1936 par le krypton. Fonda<sup>5)</sup> découvrit en outre que la perte de poids critique du tungstène augmente avec le poids moléculaire du gaz de remplissage. Dans les gaz lourds, il faut donc qu'une plus grande quantité de tungstène soit vaporisée avant que le filament ne fonde, ce qui permet une nouvelle augmentation de la température de service.

Lors de la fabrication des lampes à remplissage de krypton, les améliorations théoriquement possibles ne peuvent pas être entièrement réalisées, car le krypton est un gaz très cher, qui n'existe dans l'atmosphère qu'à raison de 1,5 litre par un million de litres d'air et dont l'extraction est fort coûteuse. On est de ce fait obligé d'utiliser des ampoules plus petites que celles remplies d'argon, de sorte que le filament est très rapproché de l'ampoule, ce qui occasionne une plus grande perte de lumière. En outre, du fait que le krypton, comme d'ailleurs l'argon, possède une conductivité électrique bien meilleure que l'azote, il y a danger de

Coefficient d'efficacité de lampes à incandescence sous 220 V

Tableau II

Type de lampe Dlm	Coefficient d'efficacité		
	Lampes à argon lm/W	Lampes à krypton lm/W	Gain %
25	9,6 <sup>1)</sup>	10,0	4
40	10,8	11,4	6
65	12,0	12,7	6
100	13,2	14,3	9
125	13,8	14,7	7
150	14,4	15,3	6

<sup>1)</sup> A vide d'air.

court-circuit. Pour diminuer ce danger, il est nécessaire d'ajouter de l'azote, ce qui augmente encore la perte. Le tableau II montre que le coefficient d'efficacité initial des lampes à krypton de 40 à 150 Dlm est néanmoins de 6 à 9 % plus élevé que celui des lampes à incandescence à remplissage d'argon. En ce qui concerne l'emploi des lampes à krypton, signalons que l'augmentation de la température de service de 15 à 30° seulement permet d'obtenir une couleur de lumière nettement différente, surtout pour les lampes de 25 Dlm, car les lampes ordinaires de ce type sont simplement à vide d'air, pour des raisons économiques. Enfin, les ampoules plus petites permettent de loger les lampes à krypton dans des écrans et des réflecteurs de dimensions plus réduites.

<sup>3)</sup> Oosterhuis: De half-Watt-Lamp. Chem. Weekbl. t. 14 (1917), p. 595.

<sup>4)</sup> Fonda: Evaporation characteristics of tungsten. Phys. Rev. t. 21 (1923), p. 343.

<sup>5)</sup> Fonda: Burn-out of incandescent lamps. Gen. Electr. Rev. t. 32 (1929), p. 206.

Dans chaque lampe à remplissage gazeux, le filament incandescent doit être boudiné, afin de réaliser des conditions physiques favorables, qui réduisent les pertes par convection dans le gaz de remplissage. Un nouveau perfectionnement dans ce domaine a été apporté par le double boudinage du filament de tungstène, après d'importantes études sur le boudinage des fils.

La pression de remplissage dans les lampes usuelles à incandescence à remplissage gazeux est d'environ 600 Torr; la pression du gaz atteint approximativement 1 kg/cm<sup>2</sup> lorsque la lampe fonctionne. On a constaté qu'une augmentation de la pression, tout comme l'emploi d'un gaz plus lourd, réduit la vitesse de vaporisation<sup>6)</sup> du tungstène et augmente en outre la perte de poids critique<sup>7)</sup>, de sorte qu'une augmentation de la température de service apporterait une nouvelle amélioration du coefficient d'efficacité, sans diminuer la durée de vie du filament. La figure 1 montre la relation qui existe entre le courant dans la lampe et le coefficient d'efficacité initial des lampes à argon et à krypton, pour une pression de remplissage de 600 et 1200 Torr, l'abscisse indiquant directement les puissances usuelles des lampes pour 110 et 220 V. Les deux gaz renferment une adjonction de 10 % d'azote. Les ampoules sont identiques et le coefficient d'effica-

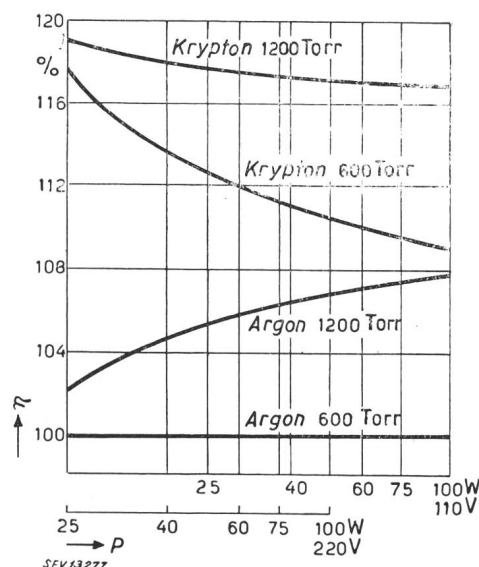


Fig. 1.

Coefficient d'efficacité des lampes à incandescence  $\eta$  en fonction de la puissance  $P$

Influence du gaz de remplissage pour une même durée de vie  $\eta$  Coefficient d'efficacité initial pour une même durée de vie en %

L'adjonction d'azote est dans chaque cas de 10 %

cité des lampes à argon sous pression de remplissage de 600 Torr est de 100 % pour tous les types. Cette comparaison montre que la meilleure solution pour tous les types est le choix du krypton, plus lourd, sous une pression de remplissage de 1200 Torr. Dans le cas des types plus petits, l'emploi

<sup>6)</sup> Reiter: Zur Physik und Technik der Kryptonlampe. ETZ t. 63 (1942), p. 553.

<sup>7)</sup> Schmidt: Zwei physikalische Probleme der Glühlampe. Das Licht t. 14 (1944), p. 19. Wosnessenskaja et Ssoustin, techn. Phys. t. 9 (1939), p. 399 (russe).

de crypton sous 600 Torr est plus avantageux, car une augmentation de la pression n'augmente guère le coefficient d'efficacité. Pour les lampes de grande puissance, c'est l'argon sous haute pression qui est préférable. Etant donné que la résistance à la perforation des gaz par décharge électrique grandit à mesure que la pression augmente, l'adjonction d'azote peut être réduite pour 1200 Torr, ce qui permet d'améliorer encore quelque peu le coefficient d'efficacité de ces lampes.

L'avenir montrera s'il est possible d'appliquer en pratique ces connaissances physiques de laboratoire. Le prix très élevé du crypton empêche toujours de fabriquer des lampes à pression de remplissage plus élevée, ce qui n'est pas le cas pour l'argon. Mais cela a moins d'importance pour les petits types, comme le montre la figure 1. On a déjà essayé de fabriquer des lampes à suppression. Les ampoules normales en verre sont capables de supporter une pression de 1200 Torr, mais on n'a pas encore fait suffisamment d'expériences au sujet de l'éclatement des ampoules. On sait cependant que les éclats de verre ne sont pas projetés plus loin que dans le cas des lampes à vide d'air en usage depuis plus de 60 ans.

Les améliorations apportées aux lampes à incandescence et celles qui sont en voie de réalisation, dont nous venons brièvement de parler, ne constituent qu'un progrès relativement modeste. Les lampes à incandescence de 40 à 300 Dlm servant aux installations d'éclairage normales ont un coefficient d'efficacité de 11,4 à 15,3 lm/W. Même si l'on tient compte des lampes alimentées sous tension réduite, dont le coefficient d'efficacité dépasse 18 lm/W ou des lampes de grande puissance avec un coefficient supérieure à 20 lm/W, voire même des lampes de projection supportant des charges élevées et dont le coefficient atteint 30 lm/W, le rendement n'est encore que le tiers de la valeur maximum théorique, qui est de 96 lm/W pour le corps noir idéal, à une température d'environ 6500° K et qui correspond à un rendement électrique de 14 %.

## II. Lampes à vapeur de mercure

Le rendement électrique a subi une amélioration bien plus nette dans le cas des lampes à décharge. Dans cette catégorie, ce sont les lampes à vapeur de mercure à basse pression avec substances lumineuses, dites lampes fluorescentes, pour courant alternatif à basse tension, qui présentent le plus grand intérêt. En Suisse, nous ne connaissons depuis 1940 que le type de 1 m de longueur et de 35 mm de diamètre, fournissant un flux lumineux de 1000 lm avec une puissance de 28 W (y compris les pertes dans la bobine de réactance) et une brillance d'environ 0,3 sb. Son coefficient d'efficacité est de 36 lm/W, soit 2,5 fois plus que celui de la lampe à crypton correspondante dont le coefficient d'efficacité est de 14 lm/W. En réalité, le gain est encore plus grand, car la faible brillance de la lampe lumineuse n'exige pas l'emploi d'un diffuseur, indispensable dans le cas d'une lampe à incandescence, de sorte que le coefficient d'efficacité est bien 3 fois supérieur.

La lampe fluorescente est une source lumineuse qui se compose de deux électrodes incandescentes, entre lesquelles se produit une décharge dans de la vapeur de mercure sous une pression de service d'environ 0,1 Torr. Par suite du choc des électrons sur les atomes de mercure, il se produit un rayonnement, dont le spectre est principalement constitué par la raie de l'ultraviolet 253,7 nm \*), tandis qu'un peu plus de 2 % de la puissance est rayonnée sous forme de lumière visible dont le spectre comporte les quatre raies bien connues du mercure (violet, bleu, vert, jaune). La substance lumineuse appliquée à la paroi interne du tube de décharge peut transformer le tiers environ des radiations invisibles en lumière visible à spectre continu. La composition de la substance lumineuse détermine la couleur de la lumière qui en résulte. La figure 2 montre le bilan énergétique d'une lampe fluorescente de construction américaine de 40 W. On notera tout particulièrement que la partie des radiations dans le spectre visible est beaucoup plus grande que dans le cas des lampes à incandescence. Le rendement dépend dans une très large mesure de la couleur de la lumière, qui dépend elle-même du choix de la substance lumineuse. Plus il y a de composantes vertes et jaunes, plus le rendement est élevé. L'œil étant flatté par la couleur de la lumière identique ou analogue à celle du jour, les sources lumineuses artificielles devraient avoir une composition qui se rapproche de celle de la lumière solaire. En pratique, les trois couleurs suivantes sont suffisantes: lumière du jour, lumière blanche jaunâtre comme celle des lampes à incandescence et lumière blanche rougeâtre. En raison de sa caractéristique courant-tension négative, chaque lampe à décharge doit être précédée d'une bobine de réactance, qui limite l'intensité du courant après l'allumage. Ces lampes nécessitent en outre un interrupteur automatique qui met la lampe en service en fermant le circuit de chauffage des électrodes et provoque l'allumage en introduisant brusquement une surtension de brève durée. Les lampes tubulaires sont fixées dans des douilles spéciales par leurs socles à fiche de leurs deux extrémités.

En Suisse n'existe qu'un seul type de lampes fluorescentes. Les Etats-Unis d'Amérique n'étant entrés en guerre que deux ans après les puissances européennes, ils ont pu poursuivre leurs travaux dans le domaine des lampes fluorescentes, de sorte que les questions fondamentales étaient mises au point à la fin de 1941. Au cours de la guerre, les perfectionnements n'ont intéressé que les procédés de fabrication, tels que l'augmentation du flux lumineux et de la durée de vie, ainsi que des extensions de couplages. Mais, dès la fin de 1944, on signalait déjà des produits d'après-guerre.

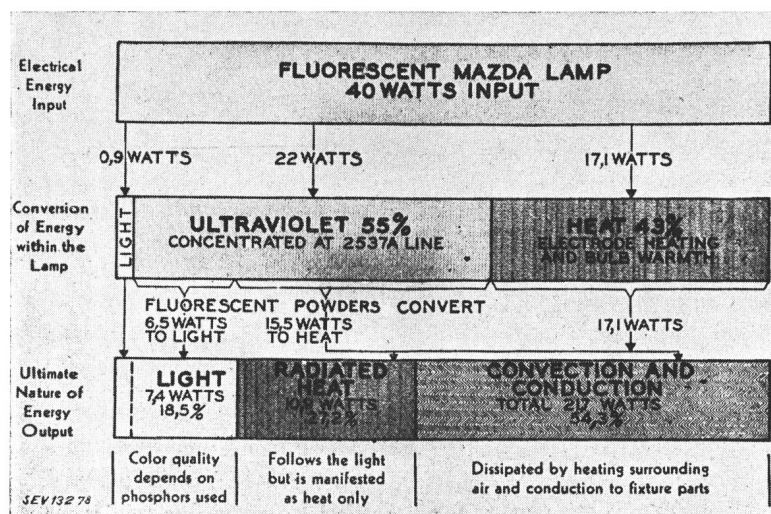
D'après un catalogue de la General Electric Company de décembre 1944, le programme américain pour les applications normales de l'éclairage comportait 9 types de lampes (fig. 3) d'une puissance de 6 à 100 W. Les longueurs vont de 9 à 60 pouces (23 à 150 cm), les diamètres de  $\frac{5}{8}$  à  $2\frac{1}{4}$  pouces (16 à 54 mm). Tous ces types peuvent s'obtenir en

\*) 1 nm (nanomètre) =  $10^{-9}$  m



couleur du jour et en couleur blanche jaunâtre (température de couleur de 3500° K), le flux lumineux pour la lumière du jour étant de 155 à 2700 lm et, pour la lumière blanche jaunâtre, de 180 à

4200 lm. La brillance est maintenue entre 0,35 et 0,9 sb. Le type le plus économique et le plus employé est celui de 40 W, d'une longueur de 120 cm et d'un diamètre de 38 mm, avec un coefficient



Puissance absorbée  
40 W

Puissance transformée dans la lampe  
0,9 W en lumière  
22 W en radiations ultraviolettes  
17,1 W en chaleur.

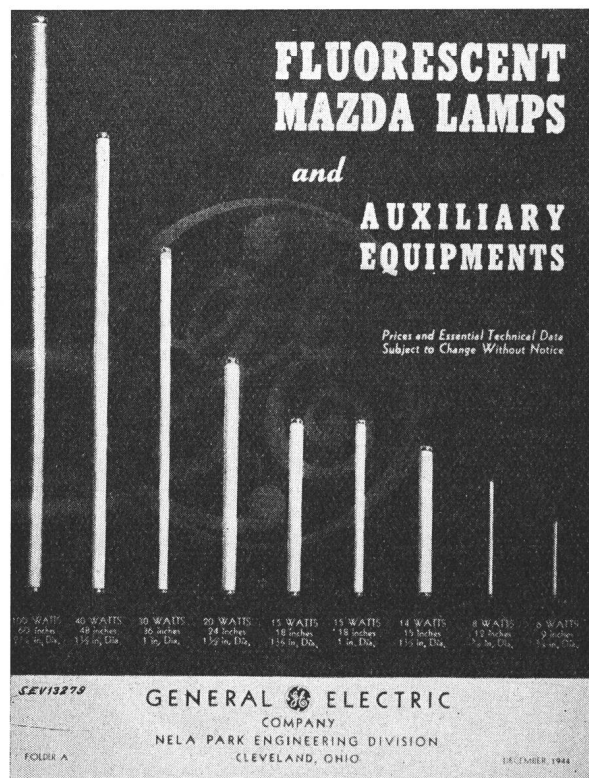
Des 22 W du rayonnement ultraviolet sont transformés dans la couche fluorescente  
6,5 W en lumière  
15,5 W en chaleur.

Fig. 2.

Bilan énergétique d'une lampe fluorescente

Puissance débitée			
	Lumière	7,4 W	18,5 %
Rayonnement calorifique		10,9 W	27,2 %
Convection et conduction thermiques		21,7 W	54,3 %
En somme		40 W	100 %

La couleur dépend de la nature du phosphore. Transmis comme la lumière, mais ne se manifeste que sous forme de chaleur. Se manifeste par un échauffement de l'air ambiant et par transmission à des parties solides.



Puissance absorbée W	100	40	30	20	15	15	14	8	6
Longueur cm	150	120	90	60	46	46	38	30	23
Diamètre mm	54	38	25	38	38	25	38	16	9

Fig. 3.

Lampes fluorescentes américaines (1944)

d'efficacité de 45 lm/W pour la lumière du jour et de 52 lm/W pour la lumière blanche jaunâtre. En 1940, c'était le type le plus courant<sup>8)</sup> et il est vraisemblable qu'il en est encore de même actuellement. Quelques types fournissent une lumière blanche rougeâtre ou même colorée, mais leur emploi est très limité. Ce programme de fabrication fort varié comprend également des exécutions spéciales, par exemple une lampe de 40 W à allumage instantané et une lampe pour applications à des températures inférieures à 0° C, pour les installations en plein air et pour l'éclairage des chambres frigorifiques, ainsi qu'un type de 85 W, 4000 lm, pour alimentation par courant alternatif redressé, dans les couleurs «blanc bleuâtre» et «blanc industrie», pour exploitations industrielles.

Quatre types d'après-guerre, dénommés «lignes sveltes», sont annoncés; leurs caractéristiques optiques et électriques sont déjà connues. Les longueurs iront de 42 à 96 pouces (110 à 250 cm), les diamètres de 3/4 à 1 pouce (19 à 25 mm). Le courant de service peut être modifié entre 0,1 et 0,2 A, de sorte que ces lampes peuvent fournir des flux lumineux différents. Le coefficient d'efficacité atteint au maximum 44 lm/W, y compris les pertes dans les appareils auxiliaires. Ces nouvelles lampes possèdent à chaque extrémité un socle à fiche unique. Des appareils peuvent être prévus pour une seule lampe ou pour plusieurs lampes; ils peuvent être également couplés en série avec un transformateur à haute tension. Ces lampes sont destinées à l'éclairage de grands locaux et peuvent être montées

<sup>8)</sup> Cf. Bull. ASE 1945, No. 8, p. 251.

dans des corniches creuses pour l'éclairage indirect, étant donné que leur diamètre est très réduit.

Une autre nouveauté est la lampe fluorescente de forme circulaire, dite «Circline», qui sera fabriquée en trois types d'un diamètre extérieur de  $8\frac{1}{2}$ , 12 et 16 pouces (22, 30 et 40 cm). C'est là une première tentative d'utiliser les lampes fluorescentes pour l'éclairage des appartements et l'éclairage décoratif, ainsi que de rendre possible la fabrication de tubes cintrés normaux.

La durée de vie des lampes fluorescentes normales américaines diffère selon les types. Elle dépend du nombre des enclenchements, qui provoquent peu à peu l'usure des électrodes. Pour les lampes d'un diamètre de  $1\frac{1}{2}$  pouces, par exemple, la durée de vie est de 2500 heures lorsque la lampe fonctionne pendant 3 heures environ après chaque enclenchement, de 4000 heures lorsqu'elle fonctionne chaque fois pendant 6 heures et de 6000 heures, lorsqu'elle fonctionne 12 heures de suite.

Ce qui distingue nettement les lampes américaines de nos lampes, ce sont leurs socles à deux fiches prévus à chaque extrémité et qui existent en 3 grandeurs selon le type de lampe. Les lampes sont introduites dans les douilles, puis fixées en les faisant tourner d'un quart de tour.

En ce qui concerne les accessoires des lampes américaines, nous mentionnerons brièvement les appareils auxiliaires et les dispositifs d'allumage. Ces appareils ont été séparés dès le début, l'interrupteur d'allumage étant logé dans le socle de l'une des douilles. Chaque lampe nécessite une bobine de réactance, mais il existe pour le branchement de plusieurs lampes des appareils qui ont un seul noyau de fer et plusieurs enroulement. Le couplage par paires, très fréquent aux Etats-Unis, consiste — pour les réseaux monophasés — à monter dans un même luminaire deux lampes dont les tensions sont déphasées l'une par rapport à l'autre, ce qui supprime pour ainsi dire presque totalement le papillotement et par conséquent les phénomènes stroboscopiques. En outre, ce couplage permet d'atteindre un facteur de puissance de 0,95 et plus. On a mis au point des appareils pour le branchement de 3 et 4 lampes fluorescentes identiques dans le même luminaire. Lorsqu'il s'agit de 3 lampes, deux d'entre elles fonctionnent avec une résistance inductive et la troisième avec une résistance capacitive. Le facteur de puissance est de l'ordre de 0,85. Le couplage à 4 lampes est analogue au couplage par paires, sauf que les lampes sont couplées deux par deux en série.

Les interrupteurs servant à l'allumage sont de deux genres. Le dispositif d'allumage qui travaille en fonction de la tension est d'une exécution analogue à celle dont nous nous servons en Suisse. Celui qui dépend du courant est fermé en position de repos. Une lame bimétallique ouvre le contact de sectionnement sous l'effet de la chaleur d'une spire de résistance qui est en série avec l'une des électrodes de la lampe fluorescente. Ce dispositif d'allumage fonctionne un peu plus vite et s'utilise dans les installations où la température ambiante est relativement basse.

Vers la fin de leur vie, les lampes fluorescentes enclenchent et déclenchent constamment, ce qui sollicite exagérément le dispositif d'allumage et risque de l'endommager. Pour éviter cet inconvénient, les américains ont mis au point un dispositif d'allumage, appelé «Watch Dog», qui se compose d'une électrode d'allumage et d'un sectionneur. Dès que la lampe commence à scintiller, ce dispositif interrompt le circuit et il ne peut être remis en service, en appuyant sur un bouton-poussoir, que lorsque la lampe usée a été remplacée.

Un nouveau dispositif d'allumage suisse<sup>9)</sup> est également basé sur le principe de la dépendance du courant et utilise le champ magnétique des bobines de réactance. Un noyau aimanté, fixé à un ressort de contact, est attiré lorsque le courant circule, ce qui provoque l'ouverture du circuit maintenu fermé par le ressort à la position de repos. Un condensateur en parallèle avec les électrodes fait office de condensateur d'allumage et provoque une mise en service très rapide de la lampe. Ce dispositif d'allumage connecté à la bobine de réactance sera encore essayé, afin de se rendre notamment compte s'il influence défavorablement ou non la durée de vie des électrodes des lampes.

En Angleterre, on utilise une lampe fluorescente<sup>10)</sup> émettant une lumière de couleur blanche jaunâtre. Sa puissance est de 80 W et son flux lumineux de 2800 lm. Elle est longue de 60 pouces (150 cm), présente un diamètre de  $1\frac{1}{2}$  pouces (38 mm) et est pourvue de socles à deux fiches.

En Suède<sup>11)</sup>, il existe 3 types de lampes, l'un d'une longueur de 1 m comme en Suisse, l'autre d'une longueur de 60 cm et d'un diamètre de 39 mm et de 20, resp. 25 W, y compris la perte dans la bobine de réactance, le troisième d'une longueur de 120 cm, d'un diamètre de 39 mm et d'une puissance de 40, resp. 48 W. Le flux lumineux de la lampe courte est de 800 lm, celui de la lampe longue de 2000 lm. Ces trois types sont fabriqués pour les trois couleurs de lumière usuelles. A partir de janvier 1946, ces lampes pourront être obtenues avec des socles à deux fiches, comme les lampes fluorescentes américaines.

Toutes ces lampes tubulaires sont prévues pour la basse tension et sont des types normaux interchangeables, ce qui est important pour les applications courantes.

Il est encore difficile de dire quelles seront, parmi les nombreux types dont nous venons de parler, les lampes fluorescentes qui seront prochainement introduites en Suisse. Il se peut que les lampes d'un mètre de long, d'une puissance de 22,5 W soient remplacées par des lampes de 25 W, 1200 lm, et complétées par un modèle de 40 W, 2000 lm, d'une longueur d'environ 120 cm. Les socles à deux fiches, qui permettent un meilleur contact et sont plus robustes, se substitueront probablement aux socles actuels. Enfin, il se peut que le dispositif

<sup>9)</sup> Fabricant: F. Knobel, Ennenda.

<sup>10)</sup> Cf. Bull. ASE 1945, No. 10, p. 325.

<sup>11)</sup> Siljeholm: Nagra nyheter inom lysrörsområdet. Tidsskrift för Ljuskultur t. 16(1944), p. 61.

d'allumage soit conservé, mais monté dans l'une des douilles et non plus dans l'appareil auxiliaire.

Dans les grandes installations d'éclairage, des tubes fluorescents à haute tension entrent également en ligne de compte, notamment pour les ré-

sion de vapeur de 1 kg/cm<sup>2</sup> le coefficient d'efficacité atteint 30 à 40 lm/W. Cette lumière émanant purement du mercure ne renferme pratiquement aucune radiation rouge, de sorte qu'il faut lui adjoindre de la lumière à incandescence, soit à l'aide

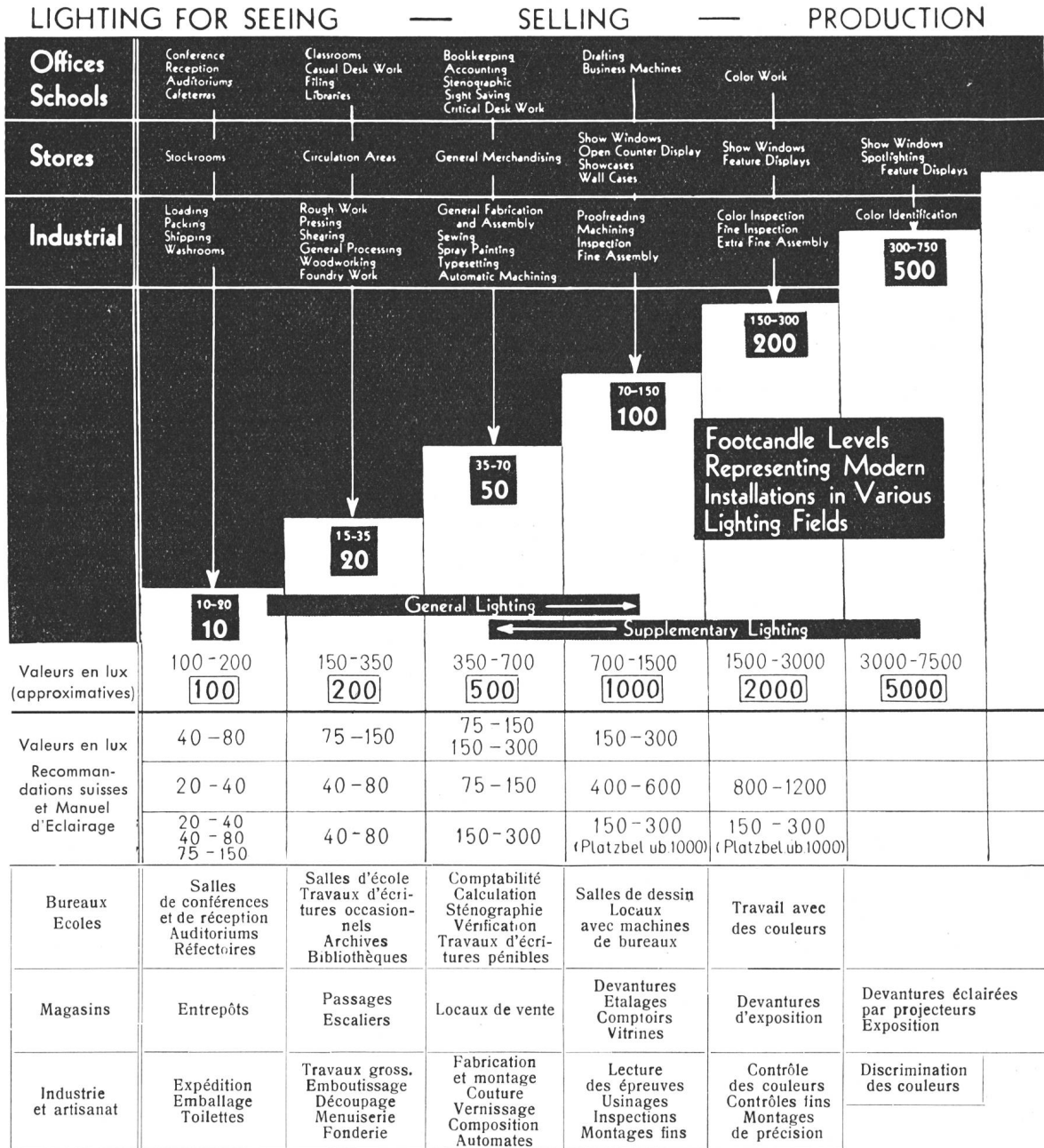


Fig. 4.

Eclairages recommandés pour les installations américaines modernes  
Eclairage de travail, de vente et de fabrication

clames lumineuses, car les tubes de verre peuvent prendre facilement les formes voulues et être ainsi adaptés aux exigences architecturales et graphiques. Ces tubes doivent toutefois être fabriqués sur demande. Leur montage et leur remplacement ne peuvent être exécutés que par des spécialistes.

Un autre genre de production de lumière par décharge du courant électrique dans la vapeur de mercure est basé sur le fait qu'à partir d'une pres-

de lampes différentes logées dans un même luminaire, soit à l'aide de lampes à lumière mixte qui renferment un petit tube à vapeur de mercure et un filament boudiné de tungstène. Il existe des lampes à lumière mixte couplées en série, à mélange invariable, où le filament de tungstène sert également de résistance auxiliaire pour la décharge. Le coefficient d'efficacité élevé de la décharge à vapeur de mercure est de ce fait sensiblement ré-

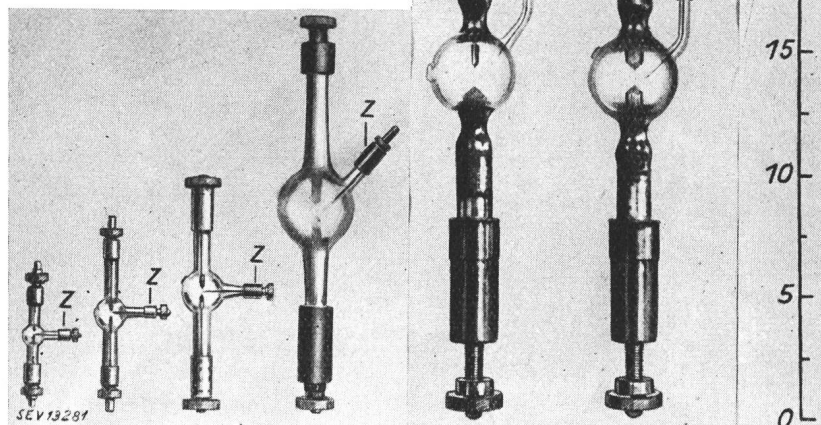


duit, mais il atteint encore 19 à 20 lm/W. Dans d'autres types de lampes à lumière mixte, le tube à décharge et le filament de tungstène sont couplés en parallèle. Ces lampes exigent un transformateur à dispersion, utilisé également pour fournir au filament une tension réduite. On peut varier le rapport des flux lumineux des deux genres de lumières, mais le coefficient d'efficacité est d'autant plus faible que la quantité de lumière à incandescence

dépend naturellement du prix des lampes et des accessoires. Quand on pourra éclairer trois fois mieux qu'aujourd'hui, avec les mêmes dépenses, les exigences relatives à la puissance des lampes augmenteront en conséquence. La figure 4 indique les valeurs qui sont recommandées, aux Etats-Unis, pour les installations d'éclairage modernes. Les valeurs indiquées dans les Recommandations suisses et le Manuel d'Eclairage de l'office suisse d'éclairagisme sont nettement inférieures. Du point de vue de l'hygiène, il serait souhaitable que les nouvelles sources lumineuses nous permettent de travailler sous un éclairage électrique dans les mêmes conditions de visibilité qu'en plein jour.

Pour terminer, nous signalerons également un type de lampe dont le principe est déjà bien établi, mais dont les applications ne sont pas encore nombreuses. Il s'agit des lampes à vapeur de mercure à très haute pression<sup>12)</sup>, où la pression de service atteint 20 à 70 kg/cm<sup>2</sup>. Contrairement aux lampes capillaires à refroidissement par liquide<sup>13)</sup> 14), ces lampes ont une ampoule de décharge en quartz et fonctionnent sans refroidissement spécial (fig. 5). Les électrodes ne sont distantes que de quelques mm, de sorte qu'une décharge se produit déjà sous une faible tension de 50 à 100 V dans la lampe et

Fig. 5.  
Lampes à vapeur de mercure  
à très haute pression  
pour courants continu et alternatif  
Z Electrode d'allumage



est plus grande. Pour les types où le rapport de mélange est d'environ 1 : 1, ce coefficient est d'environ 20 lm/W, du moins d'après les indications des fabricants.

Les domaines d'application de la lumière mixte à vapeur de mercure vont probablement se restreindre de plus en plus, depuis que les lampes fluorescentes tubulaires à basse pression permettent, grâce à l'emploi de bobines de réactance spéciales, de grouper 2 à 4 lampes dans un luminaire de manière à fournir 4000 à 16 000 lm, avec une brillance, un coefficient d'efficacité et une durée de vie plus favorables que ceux des lampes à lumière mixte. Ces dernières demeureront toutefois utiles pour les éclairages extérieurs et l'éclairage de locaux de très grande hauteur qui exigent des sources lumineuses avec corps lumineux concentré de grande brillance, ainsi que pour l'éclairage indirect par réflecteurs en forme de coupe pour le montage de lampes à vapeur de mercure et à incandescence ou de lampes à lumière mixte. Mais dans ce domaine également, il est probable que les dispositifs à lumière mixte seront supplantés par les lampes fluorescentes circulaires, dès qu'il en existera des types plus puissants.

Ces nouvelles sources de lumière exerceront une grande influence sur la pratique de l'éclairage lorsqu'elles se seront suffisamment introduites, ce qui

que l'alimentation de ces lampes peut se faire à la tension normale des réseaux de distribution. La chambre de décharge de forme sphérique favorable, dont la surface peut être fortement chargée, permet de fournir à l'arc une grande puissance et d'atteindre une brillance de 55 000 sb. Le coefficient d'efficacité est de 40 à 50 lm/W. Des lampes de ce type ont déjà été construites pour 100 à 2000 W. Le rayonnement est constitué par les larges raies du mercure et par un spectre continu s'étendant sur toute la gamme des radiations visibles, de sorte que la part des radiations rouges est de 4 à 6 % et que ces lampes entrent déjà en ligne de compte pour l'éclairage des rues et des halles. Les applications les plus importantes de ces lampes concernent l'optique et la projection, d'autant plus que leur réallumage peut s'effectuer à la pression de service immédiatement après le déclenchement, grâce à un appareil à inducteur. Il existe des modèles pour alimentation en courant alternatif et en courant continu, quelques types pouvant même fonctionner indifféremment avec ces deux genres de courant.

<sup>12)</sup> Rompe et Thouret: Die kugelförmigen Quecksilber-Höchstdrucklampen. Das Licht t. 14(1944), p. 73.

<sup>13)</sup> Bol, Elenbaas et de Groot: De Ingenieur t. 50(1935).

<sup>14)</sup> Kern: Eine flüssigkeitsgekühlte Quecksilberlampe hoher Leuchtdichte. Z. f. tech. Phys. t. 23(1942), p. 108.



Les lampes à vapeur de mercure contribueront dans une très large mesure au développement de l'éclairage, car la décharge dans la vapeur de mercure possède les nombreuses qualités exigées d'une source lumineuse parfaite.

### Remarque terminale

Dans ce qui précède, nous n'avons considéré qu'une partie des lampes actuelles et futures, qui sont d'un intérêt général et seront probablement introduites en Suisse dans un proche avenir.

Les récentes publications de l'étranger montrent toutefois que les grandes fabriques de lampes mettent au point ou fabriquent déjà d'autres sources lumineuses, entre autre:

Des lampes pour automobiles, qui sont à la fois des lampes à incandescence et des projecteurs.

Des lampes fluorescentes, qui ne sont pas reliées directement à un réseau électrique, mais sont alimentées par une transmission à haute fréquence.

Des types de fluorescence sous d'autres formes que les tubes exécutés jusqu'ici.

Des lampes tubulaires à vapeur de mercure à haute pression à forte brillance, pour des puissances atteignant 10 000 W, pour l'éclairage des pistes d'envol et d'atterrissage.

Signalons en outre quelques sources rayonnantes qui ne servent pas à l'éclairage, ou du moins pas exclusivement, par exemple:

Des lampes tubulaires à vapeur de mercure à basse pression pour les applications de la lumière noire, avec une substance luminescente spéciale, dont le rayonnement maximum se présente à 365...366,5 nm<sup>\*</sup>) et permet également la reproduction héliographique.

Des lampes tubulaires à vapeur de mercure à basse pression, en verre spécial ou en quartz, qui laisse passer la radiation de 253,7 nm<sup>\*</sup>) et possède un pouvoir bactéricide et stérilisateur. Ces lampes germicides, comme on les appelle, ont un champ d'applications entièrement nouveau et très étendu.

Des tubes à décharge spiralés en quartz, pour la production de l'ozone.

Des sources rayonnantes pour applications en médecine et en cosmétique, soit uniquement à vapeur de mercure, soit combinées avec un radiateur lumineux et thermique.

Des sources rayonnantes émettant principalement des radiations infrarouges avec un maximum vers 1 μm<sup>\*\*</sup>), dénommées lampes infrarouges, pour séchages de tous genres en technique et dans la branche alimentaire, voire même probablement pour le séchage de l'herbe.

<sup>\*</sup>) 1 nm (nanomètre) = 10<sup>-9</sup> m

<sup>\*\*</sup>) 1 μm (micromètre) = 10<sup>-6</sup> m

Adresse de l'auteur:

J. Guanter, ingénieur diplômé, Osram S. A., Limmatquai 3, Zurich.

## Le patinage des véhicules à traction électrique sur rails

Par P. Gaibrois, Genève

621.335.1

*Le patinage des roues motrices des véhicules à traction électrique est un phénomène redouté qui entraîne parfois des conséquences fort désagréables. Il dépend de nombreux facteurs qui peuvent se rencontrer simultanément et qu'il n'est pas toujours possible d'éviter. On le combat de différentes manières soit dans ses causes, soit lorsque celles-ci ne peuvent être éliminées, à l'aide de dispositifs qui permettent d'en limiter le développement.*

*Das Gleiten der Räder elektrischer Triebfahrzeuge auf den Schienen ist eine Erscheinung, deren Folgen für Triebmotoren und Fahrzeug gefährlich werden können. Verschiedene Faktoren, welche im ungünstigsten Falle gleichzeitig auftreten, sind die Ursachen davon, und es ist nicht immer möglich, sie zu unterdrücken. Das Gleiten wird bekämpft, indem man in erster Linie seine Ursachen zu beseitigen sucht. Weil dies nicht immer gelingt, sorgt man durch geeignete Alarmanrichtungen dafür, dass es nach seiner Entstehung keine gefährlichen Formen annehmen kann.*

### Considérations générales

On utilise en traction électrique à courant continu et à courant monophasé des *moteurs à collecteur à caractéristique série* dont le couple diminue fortement lorsque la vitesse augmente; celle-ci varie dans de grandes proportions et n'a théoriquement pas de limite supérieure.

Ces moteurs sont susceptibles de développer un couple maximum qui est un multiple du couple normal unihoraire; le couple maximum n'est pratiquement limité en ce qui concerne le moteur lui-même que par la commutation, la résistance mécanique de l'arbre et des engrenages et par l'échauffement.

On rencontre, en ce qui concerne le couple, des conditions semblables quoique moins extrêmes en traction triphasée, le moteur asynchrone ayant un couple maximum bien déterminé pour une valeur donnée de la tension, maximum compris normalement entre deux et trois fois le couple normal. Mais la caractéristique du moteur asynchrone triphasé utilisé en traction est une caractéristique shunt et ce type de moteur ne peut dépasser de lui-même

sa vitesse de synchronisme fixée par le nombre de pôles de ses enroulements et la fréquence du réseau.

Si les moteurs à courants monophasé et continu sont capables de développer un couple maximum très élevé, l'adhérence entre la roue et le rail ne permet pas d'utiliser ce couple, car au-dessus d'un certain effort à la jante les roues commencent à patiner.

De très nombreux essais et études ont été effectués pour déterminer l'effort maximum que peut développer une roue sans glisser sur le rail; cet effort est de la forme:

$$F = G \mu \quad (1)$$

c'est-à-dire proportionnel à la charge de  $G$  kg sur la roue et à un coefficient de frottement de roulement  $\mu$ .

Il est difficile de tirer une conclusion précise de ces diverses études, mais on peut toutefois considérer les points suivants comme acquis:

a) L'adhérence a une valeur maximum qui se rencontre dans le cas de rails secs et propres, valeur qui est pratiquement  $\mu_0 = 0,33$ ; cette valeur peut être atteinte normalement par l'action du sablage lorsque les rails sont humides.