

Eclairage des tunnels routiers: expériences avec un nouveau type de source lumineuse

Autor(en): **Benoît, Frédéric**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **120 (1994)**

Heft 25

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78358>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Eclairage des tunnels routiers

Expériences avec un nouveau type de source lumineuse

Par Frédéric Benoît,
Bonnard & Gardel,
Ingénieurs-conseils SA,
Lausanne

1. Introduction

Les nouvelles sources lumineuses à induction électromagnétique à haute fréquence ont fait leur apparition en 1990-91. Leur utilisation pour l'éclairage des tunnels routiers a paru intéressante sous le rapport coût-avantage, grâce surtout à leur grande longévité, de l'ordre de 60 000 heures. C'est pourquoi des essais ont été effectués dans le tunnel de Glion sur la RN9 dès 1992 (trois luminaires symétriques) et 1993 (deux luminaires asymétriques). Les résultats étant satisfaisants, il fut décidé de remplacer les luminaires d'origine du tube aval (côté lac) du tunnel du Flonzaley par un éclairage utilisant en partie ces nouvelles sources (fig. 1).

Les expériences quant à l'optique et au comportement montreront s'il convient de généraliser ce système, aussi bien pour les nouveaux tunnels que pour les remises à neuf d'ouvrages existants.

D'autres applications peuvent évidemment être envisagées pour ces sources lumineuses,

par exemple des éclairages extérieurs, des éclairages de halles industrielles ou de salles de gymnastique (locaux de grande hauteur); de premiers essais sont actuellement en cours.

2. Sources lumineuses à induction électromagnétique

Le luminaire est raccordé au réseau interne du tunnel (230 V, 50 Hz)¹. Il contient un générateur d'impulsions (2,65 MHz) et une ou plusieurs sources lumineuses, reliés par un câble coaxial. Un transformateur à noyau de ferrite est disposé à l'intérieur de la source lumineuse; le rayonnement dans le gaz (vapeur métallique) dû au courant induit se traduit par un rayonnement ultraviolet qui est transformé en lumière visible par une poudre fluorescente dé-

¹Les unités employées dans le présent texte sont celles du système international: tension en volts (V), fréquence en hertz (Hz), luminance en candelas par mètre carré (cd/m²), flux lumineux en lumens (lm), énergie en kilowatts heure (kWh), puissance en kilowatts (kW), température en kelvin (k).

posée à l'intérieur de l'enveloppe de la source.

Les caractéristiques principales de ce type de sources, développées par Philips sous le nom de lampes à induction «QL», sont les suivantes:

- durée de vie extrêmement élevée (60 000 heures) grâce à l'absence de tout filament ou électrode
- rendement quelque peu inférieur à celui d'une source au sodium haute pression (NAH)²: 6000 lm pour 85 W soit 70 lm/W
- constance temporelle du flux lumineux
- couleurs comparables aux tubes fluorescents de la série 80 blanc-jaune³
- position géométrique de la lampe indifférente
- pas d'effets stroboscopiques dus à la fréquence du courant
- allumage et réallumage instantanés
- puissance constante dans une large gamme de tension.

Il existe actuellement deux modèles, le QL 85 (85 W) et le QL 55 (55 W).

3. Eclairage d'un tunnel routier

3.1 Eclairage diurne

L'ensemble des sources lumineuses d'un tunnel routier est réparti tout au long de l'ouvrage en trois zones parcourues successivement par l'utilisateur:

- une zone d'adaptation et de transition avec décroissance continue⁴ de la luminance de la chaussée et des pieds-droits permettant à l'œil du conducteur de s'adapter à un milieu de plus en plus sombre par rapport à l'extérieur;

²C'est surtout pour les puissances importantes que le rendement des QL est inférieur à celui du NAH.

³Température de couleur: 3000 à 4000 K

⁴La loi de cette décroissance est fonction de la vitesse du conducteur; les tunnels des autoroutes sont calculés de ce point de vue pour 100 km/h.



Fig. 1. - Eclairage du tunnel du Flonzaley

- une zone centrale, où la luminance de la chaussée et des parois est constante sur toute sa longueur;
- une zone de sortie, où la luminance croît un peu pour permettre à l'œil du conducteur de s'adapter à nouveau à l'extérieur⁵.

La luminance des zones extérieures, à l'entrée et à la sortie, varie constamment en fonction de l'ensoleillement et de la nébulosité locale. Les luminances de la zone d'adaptation, et dans une moindre mesure de la zone de sortie, doivent donc être adaptées à celles de l'extérieur par un réglage automatique.

L'adaptation se fait dans la plupart des tunnels par échelons, avec allumage ou extinction d'un certain nombre de sources lumineuses; ces dernières sont donc groupées pour constituer différents régimes (2 à 6), le maximum étant employé par fort ensoleillement et le minimum par temps très sombre.

3.2 Eclairage nocturne

Par rapport à l'obscurité régnant à l'extérieur, il importe d'éviter un trop fort éclairage intérieur qui serait éblouissant; en général, la luminance est constante tout le long du tunnel (norme actuelle 1,5 cd/m²). Elle est inférieure d'un facteur 2 à 3 à celle existant de jour dans la zone centrale. Ce régime nocturne est également obtenu par extinction d'un certain nombre de luminaires, en particulier de tous ceux renforçant l'éclairage de l'entrée et de la sortie.

4. Caractéristiques après transformation du système d'éclairage du Flonzaley

4.0 Importance des travaux

Tous les luminaires ont été remplacés (fig. 2). Ceux néces-

saires au régime diurne minimal l'ont été par de nouvelles sources QL, alors que ceux nécessaires au renforcement des zones d'adaptation et de sortie sont des sources au sodium haute pression, de meilleur rendement énergétique, mais de durée de vie notablement plus réduite. Les luminaires équipés de sources QL contiennent chacun deux sources, l'une de 85 W, l'autre de 55 W utilisables simultanément ou

séparément. Il est ainsi possible d'obtenir trois sous-régimes, à savoir :

- un régime pour journée claire (en moyenne 2,7 cd/m², avec 2 sources, soit 140 W)
- un régime plus réduit pour jour sombre, (en moyenne 1,6 cd/m², avec 1 source de 85 W)
- un régime nocturne, encore plus faible, (en moyenne 1 cd/m² avec une source de 55 W).

4.1 Régime minimal diurne

Longueur d'un tube (3 zones)	700 m
Nouveaux luminaires symétriques type Travalux-GS	56
Tous équipés de 2 sources QL 85 W et 55 W	
Facteur de puissance (cos φ)	≥ 0,85
Fréquence	2,65 MHz
Durée de vie des sources	60 000 heures
Boîtier en acier inoxydable laqué gris ⁶ V 4 A	
Degré de protection, contrôle ASE	IP 65
Rendement de luminosité spécifique	2 $\frac{\text{cd/m}^2}{\text{W/m}^2}$
Puissance installée	
source QL 85 W	4,8 kW
source QL 55 W	3,1 kW
Total	7,9 kW

⁶Le luminaire peut être lavé au jet d'eau.

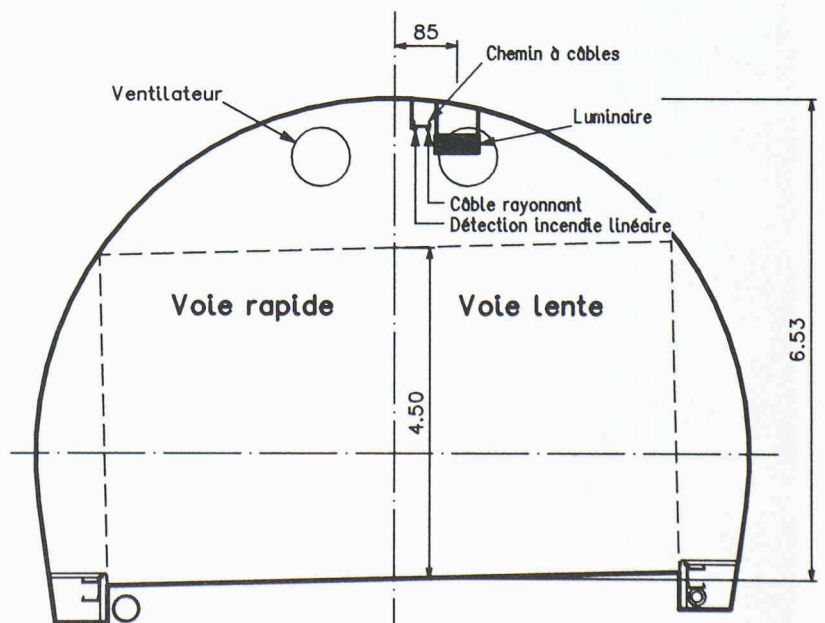


Fig. 2. - Coupe type

⁵Cette variation de luminance est également utile lorsque le tube est exceptionnellement utilisé en trafic bidirectionnel, à vitesse alors réduite.

4.2 Autres régimes, zone d'adaptation

Longueur de la zone	240 m
Luminaire NAH, puissance unitaire	250 W
nombre	49
Luminaire NAH, puissance unitaire	150 W
nombre	5
Luminaire NAH, puissance unitaire	100 W
nombre	5
Luminaire, nombre total	59
Fonctionnement annuel	700 à 2200 heures selon le régime
Durée de vie des sources	18 000 heures
Puissance installée (avec ballast)	15 kW

4.3 Autres régimes, zone de sortie

Longueur de la zone	50 m
Luminaire NAH, puissance unitaire	250 W
nombre	5
Luminaire NAH, puissance unitaire	150 W
nombre	5
Luminaire, nombre total	10
Fonctionnement annuel	200 heures
Durée de vie des sources	18 000 heures
Puissance installée (avec ballast)	2,2 kW

4.4 Aspect énergétique

Puissance installée pour un tube de 700 m	0,025 MW
Puissance installée par km	
2 tubes unidirectionnels ⁷	0,072 MW/km
Consommation annuelle pour un tube de 700 m	80 MWh (3200 h/a)
Consommation annuelle par km 2 tubes unidirectionnels ⁸	230 MWh/km (3200 h/a)

⁷Extrapolations de 700 m à 1000 m

⁸Extrapolations de 700 m à 1000 m

5. Intervenants

Maître de l'ouvrage et exploitant

Etat de Vaud, Département des travaux publics, de l'aménagement et des transports, service des routes et des autoroutes: division des routes nationales, division d'entretien et division trafic

Mandataire

Bonnard & Gardel Ingénieurs-conseils SA, Lausanne

Fabricant des sources lumineuses QL

Philips SA, Département Lumière, Gland

Entrepreneurs

Consortium ADALUX
– fabricant des luminaires: Translumen-BAG SA
– installateurs: Arnold Ecublens SA, Duvoisin, Groux & C^{ie} SA

6. Conclusion

L'éclairage de la chaussée est excellent, sans éblouissement et avec un bon rendu des couleurs; la répartition longitudinale et latérale de l'éclairage est conforme aux normes.

Sur le plan financier, la solution est intéressante, la longue durée de vie des sources minimisant les travaux d'entretien.

Note de lecture

La protection du paysage en Suisse

On sait que les termes «environnement» ou «écologie» sont souvent perçus de façon très différentes. Les uns y voient les instruments d'un complot machiavélique destiné à torpiller notre société, d'autres les maîtres-mots d'une doctrine visant à ramener l'humanité dans un jardin d'Eden intact. Entre ces deux «écoles», c'est l'indifférence ou, au mieux, un intérêt aussi fugace que poli.

Heureusement, il y a des gens qui non seulement veulent attirer notre attention sur la nécessité de ménager notre cadre de vie, mais s'activent à proposer des solutions aux problèmes qu'ils soulèvent.

La Fondation suisse pour la protection et l'aménagement¹ du paysage (FSPAP), présidée par la conseillère nationale Lili Nabholz-Haidegger, a été créée par la Ligue suisse pour la protection de la

nature, la Ligue suisse du patrimoine national, le Club Alpin Suisse, l'Association suisse pour l'aménagement national (ASPAN) et la Fédération suisse du tourisme.

Elle publie chaque année un rapport circonstancié en allemand et en français sur ses multiples activités². On ne saurait que recommander à chacun de lire de l'édition 1993, richement illustrée, qui s'ouvre sur une question pertinente: «La protection du paysage – un luxe?». La réponse est bien sûr évidente, mais cela ne fait pas de mal d'y réfléchir – ce rapport nous y incite.

¹C'est nous qui mettons en évidence, afin de souligner que le but de la FSPAP n'est pas l'immobilisme, mais bel et bien une harmonie entre le paysage et les hommes qui l'habitent. (Réd.)

²Disponible au secrétariat de la FSPAP, Hirschengraben 11, 3011 Berne, fax 031/312 57 81