

L'EFFICACITÉ LUMINEUSE DES SIGNAUX ROUTIERS

Article Lux (1981) No. 112 (avril): 13-15

R-81-9

Dr. D.A. Schreuder

Voorburg, 1981

Fondation pour la recherche scientifique de la sécurité routière

SWOV, Pays-Bas

RESUME

Les signaux lumineux de contrôle de la circulation routière sont devenus un élément constitutif du trafic moderne, en particulier dans les zones urbaines. Beaucoup de recherches ont été effectuées dans ce domaine au cours des deux dernières décennies, de sorte que les exigences en cette matière ont fini par être connues et assez généralement acceptées.

Ces exigences peuvent être résumées comme suit:

- La couleur devra être choisie de telle façon que les observateurs, et en particulier les observateurs à vision anormale des couleurs, reçoivent autant d'information que possible. Il faudra alors choisir un rouge ressemblant à de l'orange, un jaune pur et un vert bleuâtre;
- L'intensité lumineuse de jour ne sera pas moindre que 200 cd dans le centre du faisceau. La valeur maximum ne sera pas aveuglante pour autant. La nuit l'éblouissement est évité et la visibilité assurée si l'intensité atteint 50 à 100 cd. Il faudra éviter la nuit des valeurs inférieures à 25 cd et supérieures à 200 cd;
- Dans des conditions de circulation urbaine normale, où, en particulier aux intersections compliquées, plus d'un signal lumineux fonctionne face à la route en même temps, la largeur du faisceau est en général adéquate si l'intensité lumineuse dépasse 100 cd dans un angle inférieur à 11° latéralement et à 8° vers le bas à partir du centre du faisceau;
- Les flèches de direction et les symboles utilisés seront lumineux sur un fond de couleur foncée;
- La visibilité des signaux est améliorée et la confusion possible avec d'autres signaux diminuée si les effets "fantôme" du soleil sont réduits dans la mesure du possible;
- L'emploi d'un écran de fond autour du signal est à recommander, en particulier si les signaux doivent être observés, la luminance du ciel ou le soleil servant habituellement de fond.

1. INTRODUCTION

Les signaux lumineux de contrôle de la circulation routière sont de plus en plus utilisés pour améliorer la circulation aux intersections très fréquentées. Bien que les temps d'attente individuels augmentent, il est généralement reconnu que la capacité des intersections s'accroît par l'utilisation de signaux lumineux de contrôle. Si la fonction essentielle de ces derniers est d'éliminer l'intersection des flots de circulation - n'est admis qu'un flot à la fois - on admet également que la sécurité routière en bénéficie, le nombre de conflits potentiels ayant été réduit. Cette assertion n'est toutefois pas encore étayée par les résultats de la recherche, en particulier du fait que les données statistiques relatives aux accidents de la route sont trop vagues pour signaler de tels effets avec la précision souhaitée. Par conséquent, ces données conviennent encore moins à déterminer le taux de réduction éventuel d'accidents que peuvent avoir les différents types de signaux lumineux de contrôle de la circulation routière. D'autre part, l'harmonisation internationale de l'industrie et de la circulation exige une certaine standardisation; de meilleures raisons faisant défaut, ces normes sont en général basées sur l'hypothèse acceptable que, pour améliorer la sécurité routière, les signaux lumineux de contrôle doivent être clairement visibles pour tous les usagers de la route. La "claire visibilité" n'est pas un concept qui se laisse définir avec précision, mais on pourrait l'interpréter comme: "bien au-delà du seuil de visibilité trouvé au laboratoire".

Cet article explique quelques-uns des principes sur lesquels une normalisation internationale pourrait être basée (1).

2. PRINCIPES

Le présent article voudrait rassembler les connaissances acquises en la matière et l'expérience actuelle; en plus, il voudrait faire quelques suggestions sur lesquelles de futures recommandations pourraient être basées. La portée de l'article se limite à ces aspects des signaux lumineux du contrôle de la circulation routière qui sont observés directement par les utilisateurs de la route et qui se rapportent directement à la fonction de signalisation. L'article concerne donc la circulation routière, l'accent étant mis sur la circulation motorisée sur les voies publiques normales et sur la circulation des piétons. Il ne traite pas d'autres aspects pourtant importants comme l'implantation des feux lumineux et leur couplage au sein des intersections et entre elles, la fonction de régularisation, y compris le nombre et la succession des couleurs du système ainsi que les obligations légales des autorités compétentes locales et de l'usager de la route; l'électrotechnique et la construction mécanique comprenant la standardisation et l'interchangeabilité.

La visibilité des signaux lumineux dépend de nombreux facteurs dont les plus importants sont la couleur, l'intensité lumineuse et la répartition de l'intensité lumineuse des feux. Etant donné que la reconnaissance correcte d'un signal lumineux peut être gravement affectée par la lumière "fantôme" en provenance du soleil, ce problème est également traité. En outre, la reconnaissance rapide des figures "découpées" ou des symboles, utilisés avec les feux, est un problème important.

3. COULEURS

Dans tous les pays, les signaux lumineux de contrôle de la circulation routière comprennent trois unités séparées émettant une lumière rouge, jaune (ou ambre) et verte. Ces unités sont rondes (rondeau) ou portent des symboles si elles ont réservées pour certains groupes. Leurs couleurs sont toutefois les mêmes que celles utilisées pour les feux lumineux généraux. Le blanc complète ce groupe pour certaines applications spécifiques.

Ces couleurs ont été choisies en accord avec les pratiques générales de la Commission Internationale de l'Eclairage (2).

Quant à la circulation routière, tous les observateurs, également ceux qui ont une vision anormale des couleurs, peuvent y prendre part aussi bien en tant que piétons que comme conducteurs. C'est pourquoi même le vert "restreint" est encore considéré comme trop large et de nouvelles restrictions sont suggérées. Lors de la détermination des couleurs, les difficultés supplémentaires que rencontrent les personnes à vision anormale des couleurs ont pesé plus que la reconnaissance la plus facile des personnes dont la vision colorée est normale (3).

Le résultat est un vert plutôt bleuâtre, un jaune ambré et un rouge léger (qui tend vers l'orange). Tableau I.

Couleur du signal	Limites recommandées	Equations
Rouge	Violet*	$y = 0,990 - x$
	Jaune*	$y = 0,320$
	Rouge*	$y = 0,290$
Jaune	Rouge	$y = 0,382$
	Blanc	$y = 0,790 - 0,667x$
	Vert	$y = x - 0,120$
Vert	Jaune*	$y = 0,726 - 0,726x$
	Blanc	$x = 0,650y$
	Bleu	$y = 0,390 - 0,171x$
Blanc	Jaune*	$x = 0,440$
	Violet	$y = 0,047 + 0,762x$
	Bleu	$x = 0,285$
	Vert	$y = 0,150 + 0,640x$

* Limites "restreintes"

Tableau I. Limites colorimétriques recommandées pour signaux lumineux de contrôle de la circulation routière.

4. INTENSITÉ DE POINTE ET RÉPARTITION DE LA LUMIÈRE

Il a déjà été signalé que l'efficacité des signaux lumineux de contrôle de la circulation routière peut être décrite comme se trouvant dans la zone au-dessus du seuil de la perception lumineuse. Cette assertion découle directement de l'expérience pratique qui montre que des problèmes relatifs à la perception des signaux naissent en général au du premier moment où le signal aurait dû être reconnu. En d'autres termes, les signaux devront être tels qu'il est possible de les percevoir nettement et sans ambiguïté à partir d'une distance considérable. Cette observation nous mène à un certain nombre de considérations importantes.

En premier lieu, il importe de connaître la distance critique à partir de laquelle un signal devrait être visible "nettement". (Il a été prouvé qu'à ce moment la notion de "visible nettement" ne peut pas être définie avec plus de précision.) Cette distance découle d'un certain nombre de considérations se rapportant à la technique de la circulation. Mais cette distance ne peut pas être précisée à l'heure actuelle avec un nombre suffisant de paramètres quantitatifs. Dans la pratique, on a choisi empiriquement une distance de 100 mètres pour les routes normales et les zones urbaines.

En second lieu, à une distance de 100 mètres, une lentille de 30 cm, ou même une lentille de 20 cm, possède une taille suffisante pour être perçue. En outre, des expériences ont montré qu'en ce qui concerne les conditions pratiques de la perception en circulation routière - compte tenu de la vision périphérique notamment - la "puissance" du faisceau peut être décrite adéquatement en parlant d'intensité lumineuse seulement - donc en regardant le signal comme une source ponctuelle (4,5). Des recherches approfondies ont démontré qu'une valeur de pointe (valeur maintenue) de 200 cd assure une visibilité adéquate de jour (4,6,7). Dès que la luminance ambiante est moins forte, des intensités moins fortes suffiront. La pratique a prouvé

toutefois que deux niveaux d'intensité suffisent pour couvrir pratiquement toutes les luminances ambiantes qui se présentent. La nuit, par exemple, l'intensité devra se trouver entre 50 et 100 cd. Il faudrait éviter des intensités inférieures à 25 cd ou supérieures à 200 cd (8). Une autre conséquence il ne semble pas utile de préconiser des valeurs différentes pour les lentilles de 20 ou de 30 cm.

En dernier lieu, il s'ensuit que la zone d'observation la plus critique semble correspondre à un angle plutôt étroit. La répartition du faisceau peut donc être assez étroite. Une intensité d'au moins 100 cd devrait être fournie dans une zone faisant un angle de 11° latéralement et de 8° vers le bas à partir du centre du faisceau (5,9). D'autres recherches sont nécessaires pour définir s'il faut obtenir encore plus de précisions sur le faisceau et la répartition de la lumière. En établissant un rapport entre la répartition de l'intensité lumineuse et l'axe du faisceau, on admet en général que l'ajustement de la lanterne se fait en pratique sur place, en tenant compte des exigences de l'aménagement spécifique de la route et de la situation particulière de la circulation.

Il faut y ajouter que l'ensemble d'exigences en matière de couleur, intensité et répartition du faisceau a des conséquences importantes pour la conception optique et le type de lampe à utiliser. On peut satisfaire à ces exigences en utilisant des lampes à tension normale ou basse tension, ayant un réflecteur parabolique ainsi qu'une lentille spécialement construite pour former un système optique à images. De tels systèmes présentent toutefois le désavantage de réduire trop peu la lumière "fantôme" du soleil. Nous y reviendrons plus loin.

5. FORME DES SYMBOLES

Suivant la Convention de Vienne, les signaux et la signalisation routière porteront autant que possible des symboles non verbaux, les mots devant être évités. Quant aux feux lumineux de contrôle de la circulation routière, les aspects suivants sont importants:

- indication des manoeuvres spécifiques, en particulier de la direction: des flèches sont utilisées à cet effet;
- indications pour des groupes spécifiques d'usagers de la route: les feux lumineux généraux (ronds) concernent toutes les catégories des usagers de la route; certains feux spéciaux s'adressent aux conducteurs de bicyclettes ou aux piétons;
- indication des bandes de circulation. On utilise à cet effet, en général, des flèches vertes pour signaler qu'une bande de circulation est ouverte et des croix rouges pour signaler qu'il est défendu de l'utiliser. Mais ces signaux ne sont pas utilisés partout.

En tout état de cause, il faut recommander, sur les signaux, des figures lumineuses "découpées" sur un fond foncé (noir), plutôt qu'un symbole foncé sur un fond léger (10,11). Ce dernier est sujet à des irradiations de sorte que le signal à symbole peut aisément être confondu avec les signaux ronds sans symboles.

La Figure 1 présente quelques recommandations relatives aux dimensions et à la forme des différents symboles. Il importe, en outre, que la luminance des symboles soit raisonnablement uniforme.

Deux systèmes optiques différents sont utilisés. Le système le plus utilisé est celui à lampe/réflecteur/lentille, muni d'un cache qui permet d'identifier le symbole. L'autre concerne "l'optique des fibres". Les deux systèmes peuvent conduire à des solutions satisfaisantes.

6. EFFETS "FANTÔMES"

Dès que des rayons de lumière pénètrent de l'extérieur dans une lanterne, ceux-ci peuvent être émis de la même façon - après réflexion et réfraction - que la lumière émise par un signal lumineux en fonctionnement. Ces effets sont appelés des effets "fantôme", ou, plus spécifiquement, la lumière "fantôme" du soleil; ils peuvent être perturbateurs, voire dangereux. Leur effet défavorable peut être réduit de plusieurs façons:

- réduction de la lumière qui tombe dans la lentille (par exemple au moyen de chapeaux, auvents, etc.);
- réduction de la lumière émise après réfraction (par une construction particulière de la lentille, ou du miroir par exemple ou par des lampes spéciales, des pare-lumière supplémentaires à l'intérieur, etc.);
- en prenant soin que les signaux en fonctionnement soient toujours beaucoup plus "vifs" que la lumière "fantôme" du soleil (par exemple, la valeur minimum de 200 cd);
- en limitant la confusion en doublant les signaux, et en les implantant dans une position moins vulnérable aux intersections.

La seconde solution est la plus utilisée. Il n'est pourtant pas possible de présenter des recommandations spécifiques directement applicables, du fait que les valeurs requises et l'organisation des mesures diffèrent d'un pays à l'autre. Il faudra des recherches plus approfondies à ce sujet, et ce d'autant plus qu'on ne sait pas actuellement quand l'effet "fantôme" commence réellement à gêner l'observation.

7. EQUIPEMENT SUPPLEMENTAIRE, EMBLACEMENT

La pièce la plus importante de l'équipement supplémentaire est, sans doute, l'écran de fond. Il contribue à identifier et à localiser le signal sur la route et, en réduisant l'éblouissement par l'environnement, il peut réduire l'intensité lumineuse de pointe exigée. Les écrans de fond sont considérés comme un élément essentiel de toutes les installations de feux lumineux de contrôle de la circulation routière (9). Dans certains pays des recommandations existent déjà, parfois conjointement aux recommandations concernant l'équipement des poteaux, etc.

L'emplacement des signaux aux intersections est, de toute évidence, un point important. Toutefois, comme les intersections diffèrent souvent beaucoup quant à leurs dimensions, leur forme, leur aménagement, etc., il est difficile de donner des règles générales. En outre, les législations en la matière diffèrent toujours d'un pays à l'autre.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Light signals for road traffic control. Technical Report (à paraître). Paris (1980) Commission Internationale de l'Eclairage CIE.
- (2) Colours of light signals. Publication 2-2. Paris (1975) Commission Internationale de l'Eclairage CIE.
- (3) Cole, B.L.; Brown, B. Optimum intensity of red road traffic signal lights for normal and protanopic observers. J. Opt. Soc. Amer. 56 (1966) No. 4.
- (4) Cole, B.L.; Brown, B. A specification of road traffic signal light intensity. Human Factors 10 (1968) No. 3.
- (5) Fisher, A.J.; Cole, B.L. The photometric requirements of vehicular traffic signal lanterns. Proc. Aust. Road Res. Bd. 7 (1954) No. 5.
- (6) Serres, A.M. La signalisation dans la conduite de nuit. Revue Générale des Routes et des Aérodrômes (1975) No. 511: 39-54.
- (7) Boissin, H.; Pagès, R. Détermination du seuil de perception des signaux routiers. Paper 63.10. Publication 11.D. Paris (1964) Commission Internationale de l'Eclairage CIE.
- (8) Schreuder, D.A. Fysiologische verblinding veroorzaakt door sportveldverlichting (Eblouissement physiologique par l'éclairage pour les stades sportifs). Polytechnisch Tijdschrift 34 (1979): 734-737.
- (9) Verkeerslichten. Toelichting op de norm NEN 3322 (Signaux routiers. Explications du Standard NEN 3322). Electrotechniek 51 (1973): 611-633.

(10) Jainiski, P. Über die Erkennbarkeit von Richtungspfeilen in Lichtsignalanlagen für den Strassenverkehr (La reconnaissance des flèches pour des signaux routiers). Strassenverkehrstechnik 7 (1963): 353-355.

(11) Horeman, H.W.; Zwart, M.J. Richtingaanduidingen op verkeerslichten (Indication de direction sur signaux routiers). Verkeers-
techniek 16 (1965): 234-239.

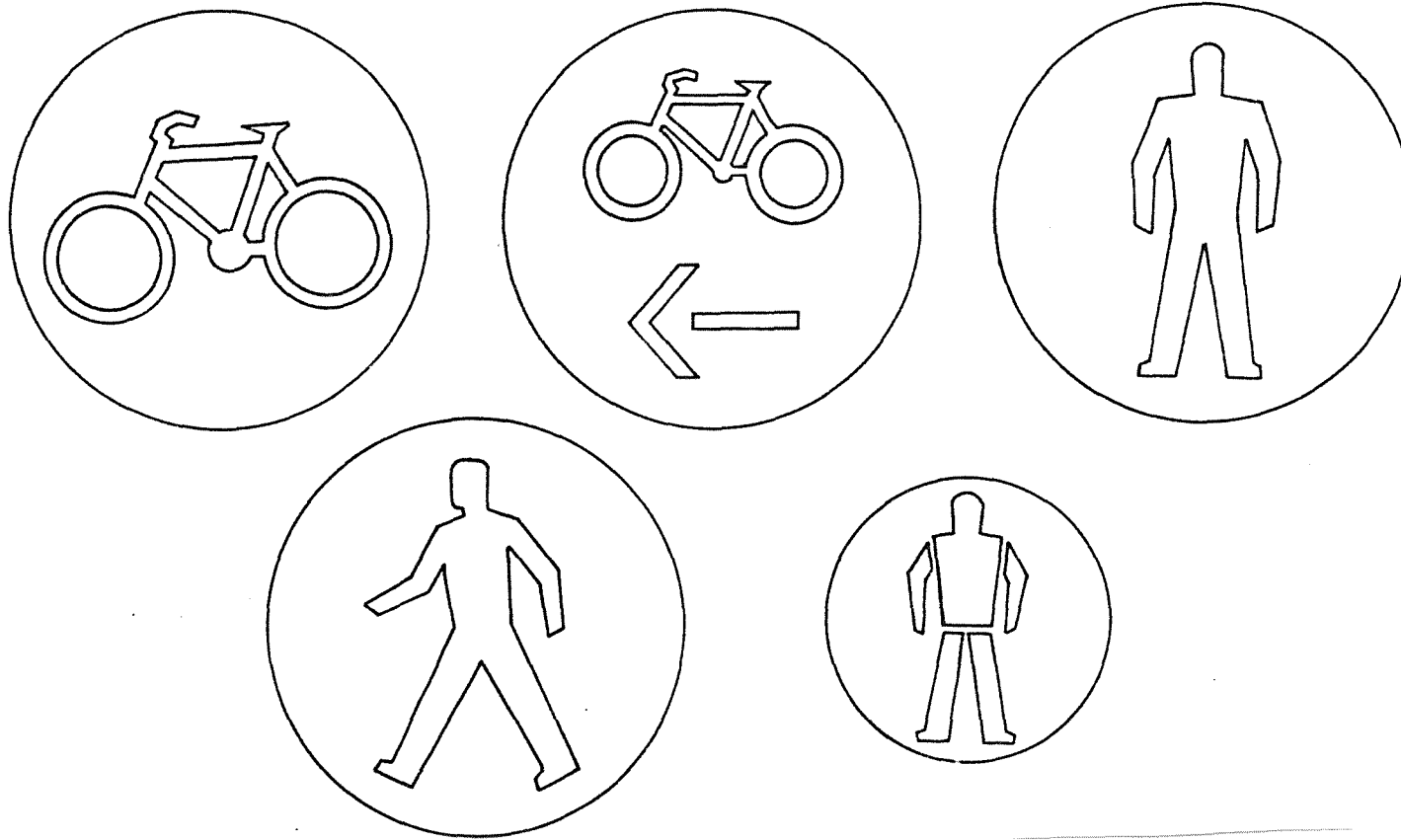


Figure 1. Quelques recommandations relatives aux dimensions et à la forme des différents symboles.