

L'éclairage et la signalisation automobile : un mariage de l'art et de l'optique

Whilk GONÇALVES

PSA Peugeot Citroën

whilkmarcelino.goncalves@mpsa.com

Les organes d'éclairage et de signalisation d'un véhicule jouent un rôle esthétique essentiel, en définissant des signatures de style en modes éteint comme allumé. Ils doivent créer des distributions lumineuses bien précises, du point de vue réglementaire, en assurant le confort et la sécurité. Chaque constructeur peut laisser son empreinte lumineuse en y ajoutant des critères additionnels. Voici une révision des règles de conception techniques et réglementaires, leur motivation et les évolutions en cours ou à venir.

Lorsque l'on conduit la nuit, en regardant la route et les obstacles devant la voiture, on se demande rarement comment les organes d'éclairage et de signalisation sont conçus, quelles sont les règles à respecter et les niveaux de performance à atteindre. Et pourtant, ce sont des organes optiques qui jouent un rôle clé pour notre sécurité la nuit. En 2006, moins du tiers des accidents se sont produits la nuit occasionnant 44 % des tués alors que la circulation de nuit ne représente que 10 % de la circulation totale.

Les feux de croisement et de route (pleins phares)

La *figure 1* illustre un feu de croisement (ou code) en projection sur un mur à 10 mètres (faites l'expérience d'observer les feux de votre véhicule dans ce type de projection !). C'est dans ce type de représentation que l'opticien conçoit et optimise les distributions lumineuses souhaitées. La principale caractéristique du

faisceau code est son asymétrie, une ligne de coupure à gauche qui le rend non éblouissant, coupure qui remonte à droite pour mieux éclairer les panneaux de signalisation. Le point de concentration HC correspond à la portée du faisceau. La largeur de la distribution assure la visibilité et le confort du conducteur à moyenne distance. De plus, la distribution lumineuse doit être homogène et progressive, car les taches et traits lumineux fatiguent le conducteur.

Le feu de route apporte de la lumière au-dessus de la coupure du code et de la portée dans l'axe, une distribution lumineuse éminemment éblouissante pour les autres véhicules.

La réglementation et la forme des faisceaux

La réglementation impose des limites pour rendre conformes les faisceaux lumineux en établissant des points photométriques ou des zones de contrôle, liés à

l'éblouissement : concentration, largeur, position et netteté de la coupure. L'homogénéité n'est pas contrôlée par la réglementation, mais sera un critère de confort et de qualité très surveillé par les constructeurs automobiles. Il y a deux grands groupes réglementaires, l'un en Europe (ECE) et l'autre aux États-Unis. La *figure 2* illustre la distribution de points de contrôle photométriques classiques d'un feu de croisement ECE.

Des réflecteurs et des sources lumineuses

Afin de créer les deux faisceaux de base, le code et le route, une grande variété de projecteurs a vu le jour. Pendant des décennies, l'ingénieur opticien a utilisé des projecteurs paraboloidaux en tôle, avec des ampoules bi-filaments et une glace extérieure en verre strié : l'intérieur des projecteurs n'était guère visible. Deux évolutions technologiques ont fortement changé ce style classique : les projecteurs à réflecteur ellipsoïdal munis de lentilles de projection (beaucoup plus compacts et performants) et les projecteurs à surface complexe, des réflecteurs à facettes recouverts par des glaces transparentes (*figure 3*). Le projecteur automobile devient alors un organe pourvu de structure interne et de volume, avec des masques réfléchissants, des enjoliveurs, des sous-organes et des réflecteurs de formes et aspects variés. Les sources lumineuses

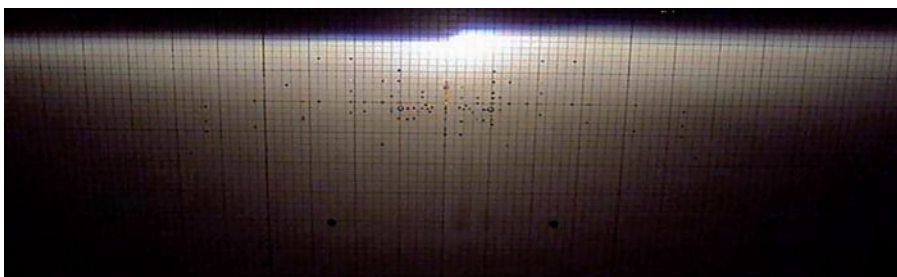


Figure 1. Projection d'un feu de croisement sur un mur, à une distance de 10 mètres.

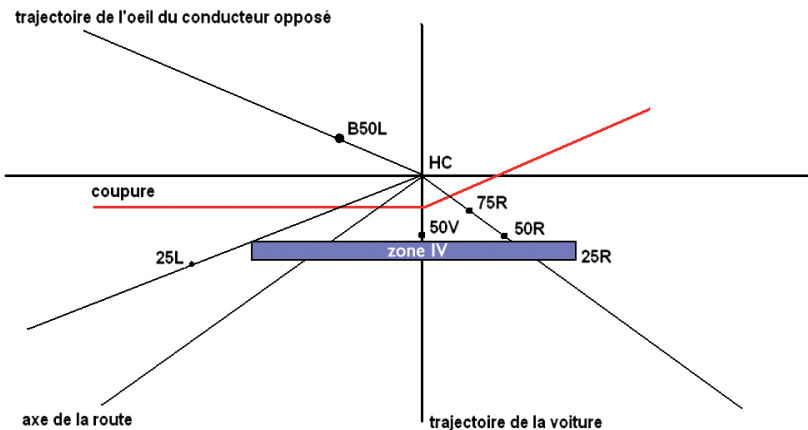


Figure 2. Distribution de points de contrôle photométriques classiques d'un feu de croisement ECE.

ont aussi évolué : des ampoules à incandescence, des lampes halogènes bi-filaments, des mono-filament, et finalement des lampes au xénon : deux fois plus de flux lumineux qu'une lampe halogène classique, moins de consommation (35 W au lieu de 55 W) et une température de couleur proche de la lumière du jour.

Des projecteurs dynamiques

En plus de l'amélioration de la qualité des distributions lumineuses, liée à la géométrie des réflecteurs et aux évolutions des sources lumineuses, l'éclairage automobile devient dynamique : les modules peuvent tourner en fonction de l'angle du



Figure 3. Les modules elliptiques (à gauche) et les réflecteurs à surface complexe (à droite) : la première révolution dans le monde de l'éclairage automobile.

Détecteurs Thermopile

Pour la détection de gaz et de température

- Détecteur de CO₂
T11722-01 - dual element 3.9 μm & 4.3 μm
- Analyse de gaz/température
T11262-01 - single element haute sensibilité 3-5 μm



HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

www.hamamatsu.fr
infos@hamamatsu.fr - Tél. +33 1 69 53 71 00

volant pour déplacer et mieux adapter l'éclairage lors des virages. Des modules additionnels activés lors du virage peuvent également augmenter la largeur d'un code dans ces conditions. Le réglage vertical de la position de la coupure se fait dynamiquement grâce à des capteurs d'assiette : cela permet d'assurer le contrôle de la portée et de réduire l'éblouissement lors de la conduite.

Plusieurs possibilités de distribution lumineuses viennent s'ajouter aux feux de croisement et route classiques : un code avec une portée améliorée pour une conduite sur autoroute, un code « pluie », un code pour la ville et les croisements. L'activation de ces nouvelles fonctions dépend de capteurs dans le véhicule et est engendrée soit par des organes optiques spécifiques, soit à l'aide de caches et d'occulteurs mobiles à l'intérieur des modules de projection. La réglementation a aussi évolué pour définir des nouvelles limites et exigences.

Les LEDs : miniaturisation et pluralité de sources

Les nouvelles LEDs blanches de haute puissance pour l'éclairage apportent dans un premier temps une multitude de réflecteurs et/ou des modules à lentilles, miniaturisés par rapport à leurs homologues halogènes ou au xénon : le faisceau principal, et ses variantes statiques ou dynamiques, sont désormais formés par la superposition de différentes fractions lumineuses. De nouvelles problématiques surgissent par rapport à la variabilité de couleur et de flux des LEDs, le remplacement des sources, la gestion thermique active ou passive, la détection des défaillances, etc. Même si les formes de base de la géométrie des réflecteurs restent similaires à leurs variantes classiques, leur miniaturisation impose des tolérances de fabrication beaucoup plus serrées : on rentre dans le champ de l'optique de précision, allié à l'électronique et à la mécanique. Avec l'augmentation ces dernières années de la performance des LEDs multi puces, le nombre de modules peut à nouveau être réduit.

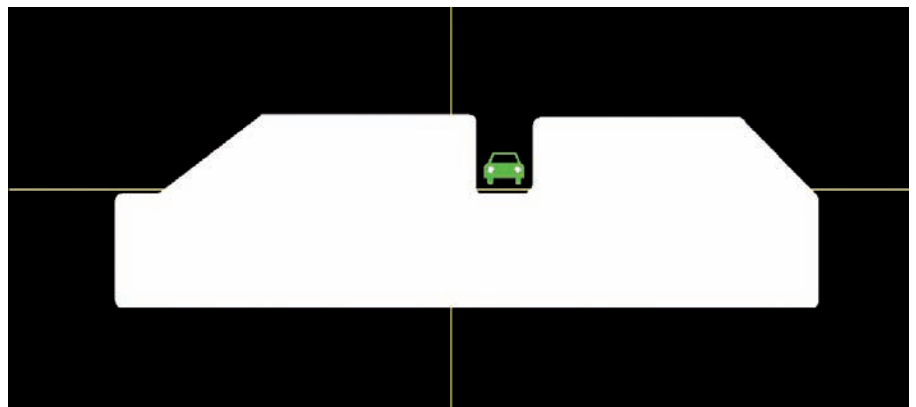


Figure 4. Le feu de route non-éblouissant (NGHB) sur une projection sur un mur. Une zone d'exclusion est placée sur la voiture suivie.

La caméra et la quête de l'éclairage parfaite

Le feu de route fournit au conducteur le meilleur éclairage de la route, en portée, largeur, volume et en sécurité. En revanche, comme ce faisceau est éblouissant, le conducteur ne pourra l'utiliser qu'assez rarement lors de la conduite nocturne. Le passage en feux de croisement représente une réduction très importante de visibilité de la scène et donc du pouvoir d'anticipation des obstacles à moyennes et longues distances (lors du passage du feu de route au feu de croisement, la portée est réduite d'environ 300 m à 120 m typiquement).

Une solution à ce problème a été trouvée avec l'apparition d'un nouvel acteur dans le théâtre de l'éclairage automobile : la caméra embarquée. Lorsqu'un autre véhicule est détecté par la caméra, un feu de route (dit « non-éblouissant » ou NGHB – *non-glaring high beam*) est modifié dynamiquement de telle sorte à envelopper le véhicule par une zone d'ombre, en conservant au maximum la forme originale du feu de route et ses principales caractéristiques et avantages pour le conducteur, sans éblouir (figure 4). En fonction de la distance et position des autres véhicules, le feu de route sélectif peut assumer plusieurs formes intermédiaires entre le plein phare et le feu de croisement. Optiquement, la fonction NGHB peut être créée par un ou plusieurs modules, avec des sources xénon ou LEDs. Les caméras munies d'algorithmes de

détection doivent permettre une reconnaissance rapide et précise du trafic et être sélectives face à des bruits tels que des lampadaires, des stations-service, etc. La densité du trafic doit aussi être prise en compte, pour éviter un trop grand nombre de transitions, car un éclairage « trop dynamique » peut aussi gêner le conducteur.

Dans le but de réduire la dynamique du faisceau, et offrir un éclairage du type NGHB encore plus stable, surgit l'éclairage pixélisé (encore en perfectionnement) : un faisceau route composé par une multitude de faisceaux partiels engendrés soit par des projecteurs à LED, soit par des projecteurs à LEDs multi puces en configuration matricielle. L'évolution du faisceau, dictée par la caméra, est alors créée par l'extinction ou l'allumage d'un module d'une puce (figure 5).

Le futur de l'éclairage

Dans un futur proche l'évolution actuelle des LEDs blanches pourrait amener à un remplacement progressif des sources classiques (halogènes et xénon), avec une réduction de la consommation d'énergie. Peut-être les diodes lasers finiront-elles par devenir aussi une option en plus pour amener de la compacité, de la performance et de nouvelles options au niveau du style : on pourrait alors penser à des sources lumineuses centralisées dans la voiture, où la lumière serait distribuée par un réseau de fibres optiques à des projecteurs extra-fins et compacts.

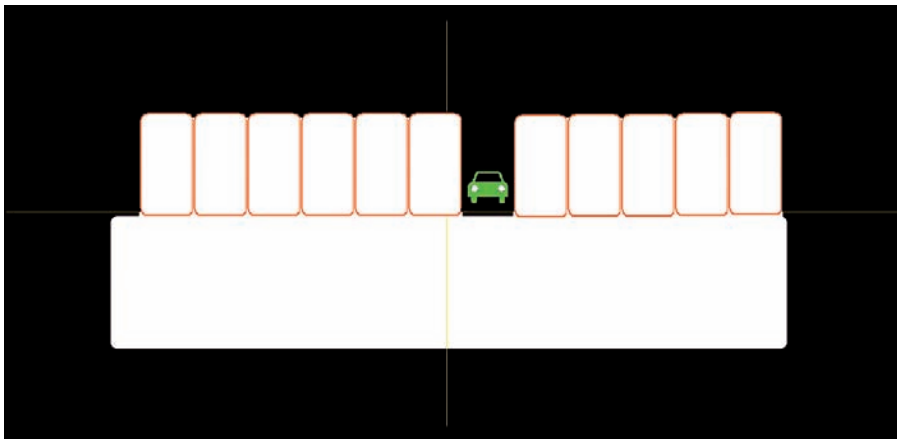


Figure 5. L'éclairage pixelisé ou matriciel, projeté sur un mur. Chaque portion de la zone éclairée représentée par un rectangle peut être allumée ou éteinte indépendamment.

Du même que la caméra, de nouveaux capteurs de distance et de conditions de trafic et climatiques apporteront aux conducteurs de nouvelles possibilités de contrôle de la forme des distributions lumineuses : dans des conditions de trafic intense, dans des bouchons, dans le

brouillard, etc., les intensités des fonctions d'éclairage et de signalisation pourront être adaptées, ce qui représentera une réduction de la gêne et de la consommation d'énergie. Des solutions déjà exploitées d'utilisation de l'infra-rouge (proche et lointain) qui facilitent la détec-

tion de certains obstacles, notamment les piétons et les animaux, pourront être améliorées.

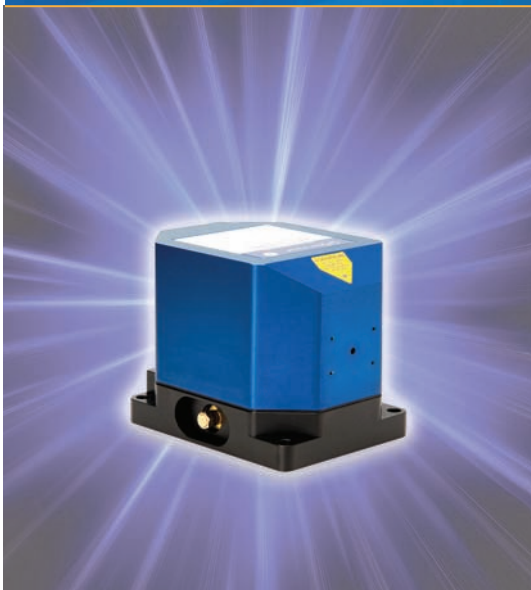
Des optiques de plus en plus complexes

S'il y a 30 ans l'opticien-concepteur des optiques automobiles passait des semaines dans une chambre noire, à prototyper des prismes sur une glace en verre, aujourd'hui les organes d'éclairage et de signalisation automobiles sont un amalgame d'optique, de mécanique et d'électronique de précision, essentiels pour les signatures en style du véhicule. Les systèmes d'éclairage modernes font évoluer considérablement le confort et la sécurité lors de la conduite nocturne.

Référence

<http://en.wikipedia.org/wiki/Headlamp>

Nouveau laser accordable bleu Vortex™ Plus



Le **Vortex™ Plus** est le tout nouveau laser à diode directe accordable de **New Focus™** fonctionnant dans les longueurs d'onde des lasers bleus. La nouvelle tête laser Vortex Plus fournit une largeur spectrale plus étroite et allie haute stabilité et réel fonctionnement en régime continu, sans sauts de mode. Pour encore plus de flexibilité, ce laser est équipé d'un port SMA afin d'assurer une modulation haute vitesse à diode directe. Facile à utiliser et très performant, le Vortex Plus est une solution de choix pour remplacer les systèmes SHG (génération de second harmonique) résonnants, complexes et coûteux.

Pour de plus amples renseignements, contactez notre service commercial ou consultez la page Internet www.newport.com/VortexPlus

Venez nous rencontrer à
OPTO 2010
du 23 au 25 octobre
Paris Expo
Porte de Versailles
Hall 1 - Stand J12

[V] New Focus™
une marque de Newport Corporation

MICRO-CONTROLE Spectra-Physics S.A.S

9, rue du Bois Sauvage
91055 Évry CEDEX

Tél. : 01.60.91.68.68

Fax: 01.60.91.68.69

e-mail: france@newport.com

© 2012 Newport Corporation.