L'ÉCLAIRAGE
UNE TECHNOLOGIE DE POINTE
TOUT LE SAVOIR-FAIRE
POUR LES PROFESSIONNELS
DES GARAGES

TOUT SUR LA TECHNOLOGIE D'ÉCLAIRAGE – EN 84 PAGES

HELLA est synonyme de compétence et d'expérience, et ce depuis plus de 100 ans. Une vaste expérience dont vous pouvez profiter. Nous mettons ici à votre disposition tout ce qu'il faut savoir en matière de technologie d'éclairage. Avec toutes les informations concentrées dans cette brochure, vous avez tout ce dont a besoin un garage professionnel. Notre savoir-faire au service de votre réussite.

SOMMAIRE

SOURCES LUMINEUSES

→ Notions de technologie d'éclairage 5
→ Facteurs d'influence sur une source lumineuse 7
→ Conseils de manipulation des sources lumineuses 11
→ Données techniques des lampes les plus courantes 12

PROJECTEURS

→ Composants de projecteurs 17
→ Conseils de manipulation des glaces de projecteurs en plastique 20
→ Concepts techniques d'éclairage 20
→ Systèmes de projecteurs 21
→ Technologie au xénon 25
→ Éclairage diurne 30
→ Correction de portée lumineuse 32
→ Éclairage de virage 39
→ Technologie à LED 41
→ Lave-projecteurs 56
→ Contrôle et réglage des projecteurs 60

FEUX DE SIGNALISATION

→ Structure d'un feu de signalisation dans un véhicule particulier 63
→ Conseils de manipulation des feux de signalisation 64
→ ASIGNIS® – Système de Signalisation Adaptable 65

SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE INTELLIGENTS

→ Système d'aide à la conduite 67

DISPOSITIONS LÉGALES + NUMÉROS D'HOMOLOGATION

→ Projecteurs (Véhicules légers et utilitaires) 73
→ Correction de portée lumineuse 77
→ Lave-projecteurs 78
→ Feux de signalisation 78

SOURCES LUMINEUSES

→ Notions de technologie d'éclairage 5
→ Facteurs d'influence sur une source lumineuse 7
→ Conseils de manipulation des sources lumineuses 11
→ Données techniques des lampes les plus courantes 12

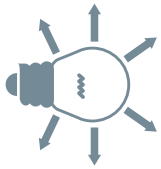
La visibilité constitue un élément primordial dans la sécurité routière. Elle peut hélas être altérée dans certaines circonstances, crépuscule, intempéries, vitres encrassées, etc. Dans de telles conditions, le risque d'accident est relativement élevé. Le parc roulant évolue et augmente constamment ce qui rend la circulation de plus en plus dense et augmente donc le nombre de dangers potentiels. Pour relever ces défis, un travail d'amélioration permanent est fait afin de développer les dispositifs techniques d'éclairage ceux qui équipent déjà nos véhicules, mais aussi ceux qui arriveront demain.

Cette brochure présente les différents systèmes d'éclairage et leurs composants, avec leurs caractéristiques et spécificités. Elle apporte également des précisions sur la mise en réseau de différents composants et sur les exigences légales auxquelles un dispositif d'éclairage doit répondre aujourd'hui.

L'éclairage dans les véhicules est de plus en plus complexe. Il y a longtemps que l'alternateur n'est plus le seul responsable de l'éclairage. De plus en plus de composants se greffent et communiquent entre eux via un réseau de bord. L'électronique gagne en importance dans l'éclairage, ce qui augmente les exigences vis-à-vis du garage. Cette brochure constitue donc également une vision de l'avenir et fournit des informations sur les technologies de demain.

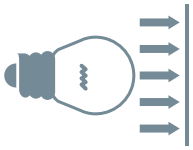
SOURCES LUMINEUSES Notions de technologie d'éclairage

Voici un aperçu des principales notions en matière de technologie d'éclairage et des unités de mesure correspondantes. Ceci afin d'évaluer les propriétés des lampes et des feux :



Flux lumineux Φ
Unité : Lumen [lm]
Le flux lumineux F désigne la puissance lumineuse totale émise par une source lumineuse.

Intensité lumineuse I
Unité : Candela [cd]
Partie du flux lumineux rayonnant dans une direction donnée



Éclairement lumineux E
Unité : Lux [lx]
L'éclairement E indique le rapport entre le flux lumineux et la surface éclairée. L'éclairement est de 1 lx lorsqu'un flux lumineux de 1 lm éclaire de manière régulière une surface de 1 m ^{2}.

Luminance L
Unité : Candela par mètre carré [cd/m^2]
La luminance L détermine l'impression de luminosité subjective que l'oeil a d'une surface éclairante ou éclairée.

Efficacité lumineuse η
Unité : Lumen par Watt [lm/W]
L'efficacité lumineuse h indique avec quel rendement la puissance électrique absorbée est transformée en lumière.

Température de couleur K
Unité : Kelvin [K]
L'unité de température de couleur est le Kelvin. Plus la température d'une source lumineuse est élevée, plus la composante bleue est grande et la composante rouge est petite dans le spectre de couleur. Une lampe à lumière blanche chaude correspond à une température de couleur d'environ 2700 K. Avec 4250 K, une lampe à décharge (D2S) diffuse en revanche une lumière blanche froide proche de la lumière du jour (environ 5600 K).

Sources lumineuses
Les sources lumineuses sont des corps thermo rayonnants qui génèrent de la lumière due à l'énergie thermique. Cela signifie que plus une source lumineuse est chauffée, plus l'intensité lumineuse est importante.

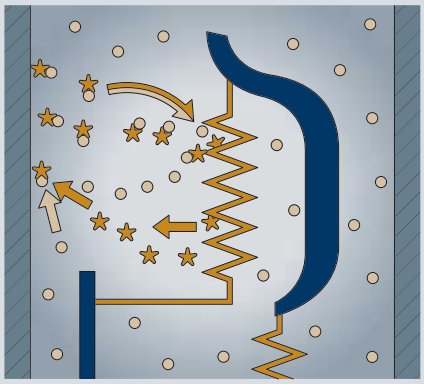
Par rapport aux lampes à décharge (28% de rayonnement lumineux), le petit rendement d'une ampoule à incandescence (8% de rayonnement lumineux) indique une efficacité lumineuse relativement faible. Depuis peu, les LED sont également utilisées comme sources lumineuses dans les projecteurs avant. Vous trouverez des informations plus précises à partir de la page 41.

Lampe à incandescence
Les lampes à incandescence (lampes à vide) font partie des corps thermo rayonnants, étant donné que le filament en tungstène est amené à incandescence par l'arrivée d'énergie électrique.

Comme expliqué, la puissance d'éclairage d'une lampe standard est faible. En outre, comme les particules de tungstène se volatilisent et noircissent l'ampoule de la lampe, toutes les valeurs d'éclairage sont réduites et la durée de vie est relativement faible.

Lampe halogène
La lampe halogène permet de remédier au problème. L'ajout de petites quantités d'atomes d'halogène, comme par exemple l'iode, permet de réduire le noircissement de la lampe.

Grâce au cycle dit «thermodynamique», les lampes halogènes peuvent fonctionner pour une même durée de vie, à des températures plus élevées et offrent par conséquent un meilleur rendement.



Le cycle thermodynamique dans une lampe halogène
L'arrivée d'énergie électrique permet de porter à incandescence le filament en tungstène. Dès lors, des particules métalliques s'évaporent. Un remplissage en gaz halogène (iode ou brome) dans la lampe permet d'augmenter les températures de filament jusqu'à proximité du point de fusion du tungstène (environ 3400°C).

On obtient ainsi une grande puissance d'éclairage. Le tungstène évaporé se combine au gaz de remplissage à proximité directe de l'ampoule chaude pour former un gaz transparent : l'halogénure de tungstène. Mais si le gaz se rapproche à nouveau du filament, il se décompose en raison de la température élevée du filament et forme une couche de tungstène régulière.

Pour que le cycle puisse continuer, la température extérieure de l'ampoule doit être de 300°C . L'ampoule en verre de quartz doit pour cela entourer le filament de très près.

Un autre avantage réside dans le fait qu'il est possible de travailler avec une pression de remplissage plus élevée et de limiter ainsi l'évaporation du tungstène.

La décomposition du gaz dans l'ampoule a également une grande influence sur l'efficacité lumineuse. L'apport de petites quantités de gaz rares comme par exemple le xénon, permet de réduire l'évacuation de chaleur du filament.

Malgré la régénération à l'intérieur d'une lampe, le filament de tungstène se consomme peu à peu et limite ainsi la durée de vie de la lampe.

Facteurs d'influence négatifs

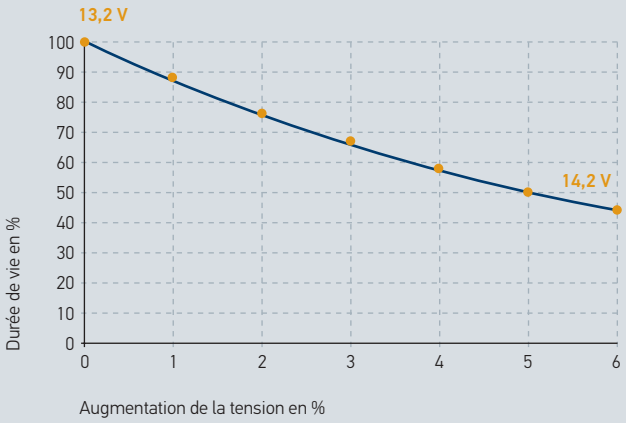
- → Sollicitations mécaniques dues aux chocs et aux vibrations
- → Températures élevées
- → Effet électrique transitoire
- → Pics de tension et tension de bord surélevée
- → Luminance élevée due à la densité extrême du filament

Facteurs d'influence positifs

- → Pression de remplissage
- → Gaz de remplissage

La durée de vie et l'efficacité lumineuse dépendent entre autres fortement de la tension d'alimentation présente.

Règle de base à retenir : si la tension d'alimentation d'une lampe est augmentée de 5%, le flux lumineux augmente de 20%, mais la durée de vie est en même temps divisée par deux.



C'est la raison pour laquelle des résistances série étaient utilisées sur certains véhicules, de manière à ce que la tension d'alimentation de 13,2 V ne soit pas dépassée. Sur les véhicules modernes d'aujourd'hui, une adaptation de la tension est obtenue par la modulation de largeur d'impulsions. En cas de sous-tension, due par exemple à un alternateur défectueux, le cas est inversé. La lumière présente alors une composante rouge beaucoup plus élevée et l'efficacité lumineuse est en conséquence plus faible.

Il existe deux types de lampes halogènes différents. Les lampes H1, H3, H7, H9, H11, HB3 n'ont qu'un seul filament. Elles sont utilisées pour l'éclairage code et l'éclairage route. La lampe H4 présente deux filaments, un pour l'éclairage route et un pour l'éclairage code.

Le filament pour l'éclairage code est doté d'un capot de protection. Celui-ci a pour objet de recouvrir la part de lumière éblouissante et de produire la coupure clair-obscur.

Les H1+30/50/90 et H4+30/50/90 sont des évolutions des lampes H1 et H4 classiques, avec un remplissage de gaz de protection.

Avantages / différences par rapport aux lampes standard

- → Filament plus fin
- → Possibilité de fonctionnement à des températures plus élevées
- → Luminance plus élevée, jusqu'à 30/50/90 % de plus entre 50 et 100 mètres devant le véhicule, et portée de l'éclairage de la chaussée pouvant atteindre jusqu'à 20 mètres de plus
- → Sécurité accrue de nuit et par mauvais temps

Par rapport aux lampes H1, les lampes H7 possèdent une luminance supérieure, une consommation plus faible et une meilleure qualité d'éclairage. Elles sont également disponibles en H7+30/50/90.

Depuis un certain temps, des lampes halogènes d'aspect bleu sont également disponibles.

Contrairement aux lampes halogènes traditionnelles, ces lampes ont une lumière blanche bleuâtre (jusqu'à 4000 K) et sont donc proches de la lumière du jour. Pour l'œil, la lumière apparaît plus claire et plus contrastée et elle doit permettre de conduire plus longtemps sans ressentir de fatigue. Cette impression est néanmoins subjective. Cependant, si vous souhaitez un maximum de puissance d'éclairage, les lampes +30/50/90 seront mieux adaptées.

Jusqu'à présent, des lampes à ampoule orange étaient utilisées pour les feux clignotants. Pour les conducteurs «tendance», il existe également les lampes de clignotants Magic Star. Non allumées, elles sont à peine discernables dans le réflecteur argenté. Mais une fois activées, elles génèrent cette lumière orange caractéristique d'une clarté constante. L'application de plusieurs couches d'interférences sur l'ampoule permet d'effacer certaines composantes du spectre de lumière qui sont émises par le filament. Seule la composante orange traverse les couches et est visible.

Lampes à décharge

Les lampes à décharge génèrent de la lumière d'après le principe physique de la décharge électrique.

Grâce à l'établissement d'une tension d'amorçage par un ballast (jusqu'à 23 KV pour la 3ème génération des ballasts HELLA), le gaz est ionisé entre les électrodes de la lampe (remplissage avec un gaz rare, le xénon, et un mélange de métaux et d'halogénures métalliques) et excité à l'aide d'un arc électrique pour produire la lumière.

Durant l'alimentation contrôlée en courant alternatif (environ 400 HZ), les substances liquides et solides s'évaporent en raison des températures élevées. La lampe atteint son niveau de luminosité total après quelques secondes seulement, lorsque tous les composants sont ionisés.

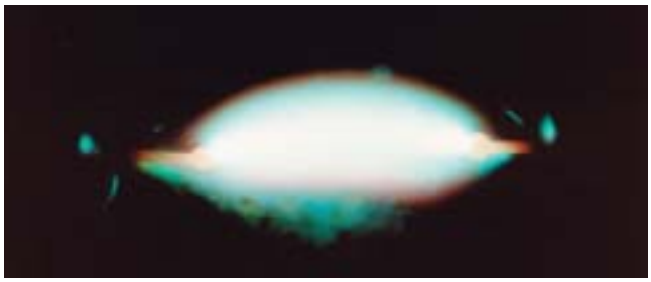
Afin d'éviter la détérioration de la lampe par l'augmentation incontrôlée du courant, celui-ci est limité à l'aide d'un ballast. Une fois que la puissance lumineuse maximale est atteinte, il ne faut plus qu'une tension de service (pas la tension d'amorçage) de 85 V pour maintenir l'éclairage.

Le flux lumineux, l'efficacité lumineuse, la luminance et la durée de vie sont nettement meilleurs que pour les lampes halogènes.

Les lampes à décharge sont classifiées d'après leur version de développement : D1, D2, D3 et D4. Le «D» désigne ici «Discharge», le mot anglais pour décharge. Les générations diffèrent parfois considérablement. Les lampes D1 - la première génération d'ampoules au xénon - disposent ainsi d'un élément d'amorçage intégré. Les lampes D2, en revanche, sont uniquement constituées de la lampe montée sur culot et, contrairement à tous les autres stades de développement des lampes à décharge de l'automobile, elles ne possèdent aucune ampoule en verre extérieure autour du tube à décharge. Tous les perfectionnements présentent une ampoule UV et une forme de construction sensiblement plus solide.

La vieille lampe D1 est souvent confondue avec l'actuelle lampe D1-S/R à module d'amorçage intégré. Les lampes D3 et D4, qui sont le perfectionnement des lampes D1 et D2, assurent aujourd'hui une meilleure compatibilité avec l'environnement car sans mercure. En raison de leurs paramètres électriques différents (42 V au lieu de 85 V de tension d'étincelle pour une même puissance), les lampes D3 et D4 ne peuvent pas être utilisées avec les calculateurs des lampes D1 ou D2.

Comparaison filament (halogène) / arc lampe à décharge (xénon)



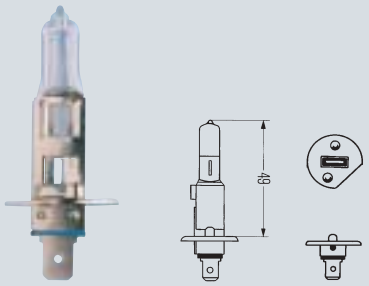
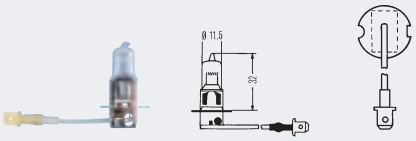
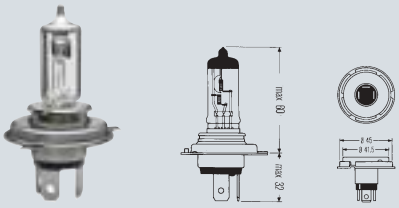
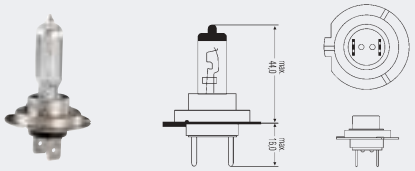
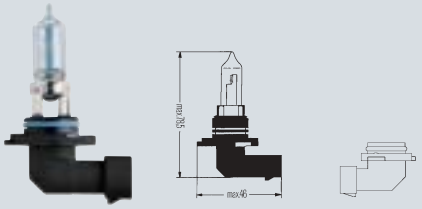
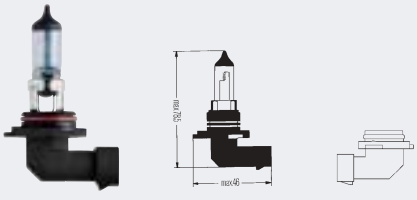
	Lampe halogène (H7)	Lampe à décharge
Source lumineuse	Filament	Arc électrique
Luminance	1450 cd/m²	3000 cd/m²
Puissance	55 W	35 W
Bilan énergétique	8% de rayonnement lumineux 92 % de rayonnement thermique	28% de rayonnement lumineux 58 % de rayonnement thermique 14 % de rayonnement UV
Durée de vie	Environ 500 h	2500 h
Résistance aux secousses	limitée	oui
Tension d'amorçage	non	oui 23 000 V (3ème génération)
Électronique de réglage	non	oui

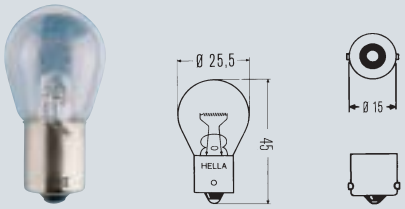
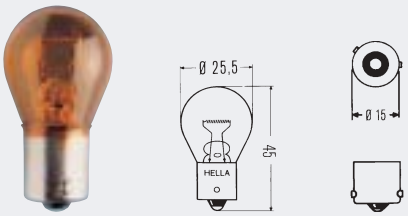
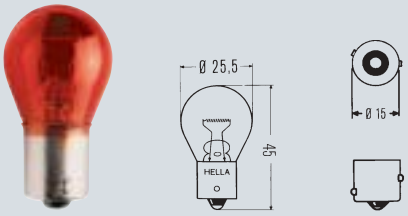
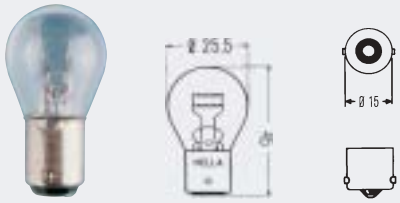
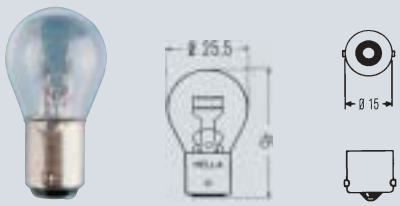
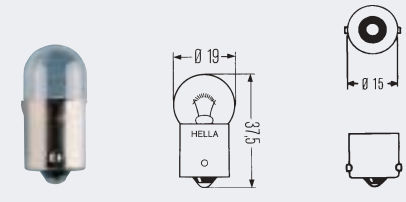
Les lampes de véhicules doivent obligatoirement avoir l'agrément ECE-R37 et R99. Ce qui rend le remplacement des lampes possible et évite ainsi toute confusion avec d'autres lampes.

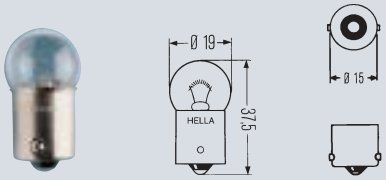
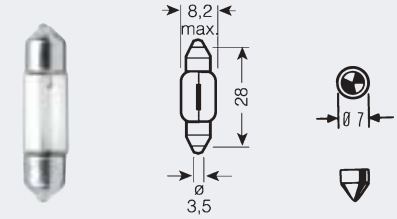
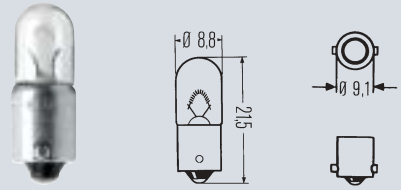
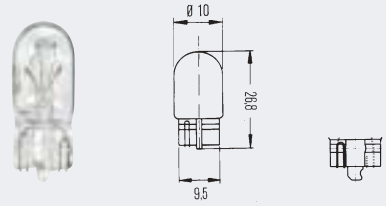
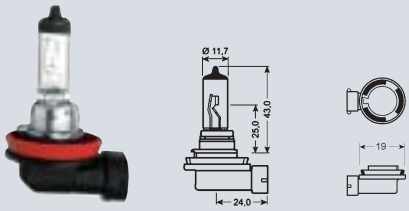
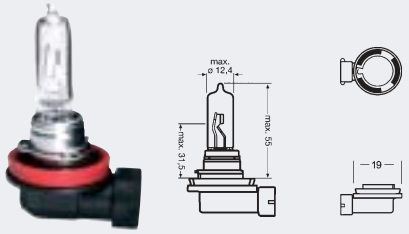
Les inscriptions suivantes figurent sur les lampes :

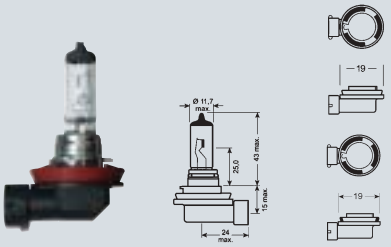
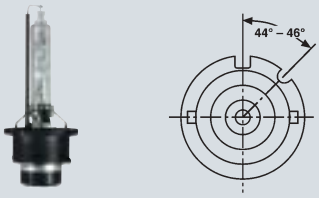
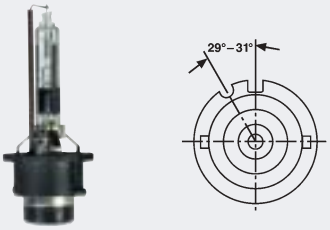
- → Nom du fabricant.
- → 6 ou 6 V, 12 ou 12 V, 24 ou 24 V correspond à la tension nominale conformément à la règlementation ECE 37.
- → H1, H4, H7, P21 W correspond à la désignation de catégorie internationale des lampes normalisées CEE, par exemple.
- → 55 W.
- → E1 indique dans quel pays la source lumineuse a été testée et homologuée. Le chiffre 1 correspond à l'Allemagne.
- → «DOT» signifie que la lampe est également homologuée pour le marché américain.
- → «U» correspond aux lampes à rayonnement ultraviolet réduit, suivant ECE. Ces lampes sont par exemple utilisées dans les projecteurs à verre en plastique.
- → La marque d'homologation délivrée par les autorités, par exemple E1 (Office Fédéral des Véhicules Motorisés de Flensburg) figure également sur la lampe et indique soit 37 R (E1) + un numéro à cinq chiffres ou seulement (E1) + un numéro à trois chiffres (également des caractères alphanumériques, voir photo).
- → La plupart des lampes ont une codification du fabricant. Ceci permet une traçabilité jusqu'au fabricant.
- → Comme les lampes n'ont pas toutes suffisamment de place pour l'identification, le législateur requiert seulement les informations suivantes : fabricant, puissance, marque de contrôle et marque d'homologation.

- Les projecteurs au xénon ont besoin d'une tension élevée pour l'allumage ; il faut donc toujours débrancher le connecteur de l'alimentation du ballast avant toute intervention.
- Lors de la mise en place d'une nouvelle lampe, il ne faut pas toucher l'ampoule car les empreintes de doigts conduisent au ternissement de l'ampoule.
- Si une lampe au xénon devait se briser dans un espace fermé (un garage), l'aérer afin d'éviter tout risque pour la santé que pourraient générer les gaz toxiques. Les lampes au xénon D3 et D4 sont écologiques car elle ne contiennent plus de mercure.
- Les lampes à incandescence et halogènes standard ne contiennent aucune substance dangereuse pour l'environnement et peuvent donc être jetées aux ordures ménagères normales.
- Les lampes au xénon font partie des déchets spéciaux. Si la lampe est défectueuse mais que l'ampoule est intacte, elle doit être éliminée comme un déchet spécial car le mélange gaz / vapeur métallique contient du mercure et s'avère donc très toxique en cas d'inhalation. Si l'ampoule est cassée, par exemple suite à un accident, la lampe au xénon peut être jetée aux ordures normales car le mercure s'est volatilisé.
- Sur les lampes au xénon D3 et D4, le mercure a été remplacé par de l'iodure de zinc non toxique. Ces lampes peuvent être jetées aux ordures ménagères normales.
- Le code déchets pour l'élimination est le suivant : 060404.
- Il n'existe aucun conseil particulier concernant les LED étant donné qu'elles n'ont généralement pas à être remplacées.

Utilisation	Catégorie	Tension Valeur nominale V	Puissance Valeur nominale W	Flux lumineux Valeurs théoriques Lumen	Culot IEC	Illustration
Feux de brouillard, de route, de croisement Dans système à 4 projecteurs	H1	12 24	55 70	1550 1900	P 14,5 s	
Feux de brouillard, de route, Projecteurs de travail	H3	12 24	55 70	1450 1750	PK 22 s	
Feux de route / de croisement	H4	12 24	60/55 75/70	1650/1000 1900/1200	P 43 t-38	
Feux de route, de croisement Dans système à 4 projecteurs Pour fonction antibrouillard	H7	12/24	55	1500	PX 26 d	
Feux de route dans système à 4 projecteurs	HB3	12	60	1900	P 20 d	
Feux de croisement Dans système à 4 projecteurs	HB4	12	51	1100	P 22 d	

Utilisation	Catégorie	Tension Valeur nominale V	Puissance Valeur nominale W	Flux lumineux Valeurs théoriques Lumen	Culot IEC	Illustration
Feux de stop, clignotants, AR de brouillard, de recul	P 21 W	12/24	21	460	BA 15 s	
Feux clignotants	PY 21 W	12/24	21	280	BAU 15 s	
Feux de stop, AR de brouillard	PY 21 W	12	21	280	BAU 15 s	
Feux de stop, de position AR	P 21/5 W	12/24	21/51 21/51	440/35 440/40	BAY 15 d	
Feux de pos. AR, AR de brouillard	P 21/4 W	12 24	21/4 21/4	440/15 440/20	BAZ 15 d	
Feux de gabarit, de position AR	R 5 W	12 24	5 5	50 50	BA 15 s	

Utilisation	Catégorie	Tension Valeur nominale V	Puissance Valeur nominale W	Flux lumineux Valeurs théoriques Lumen	Culot IEC	Illustration
Feux de position AR	R 10 W	12 24	10 10	125 125	BA 15 s	
Éclaireurs de plaque, feux de position AR	C 5 W	12 24	5 5	45 45	SV 8,5	
Feux de gabarit	T 4 W	12 24	4 4	35 35	BA 9 S	
Feux de gabarit, éclaireurs de plaque	W 3 W W 5 W	12/24 12/24	3 5	22 50	W 2,1 x 9,5 d	
Feux de brouillard	H8	12	35	800	PGJ 19-1	
Feux de route Dans système à 4 projecteurs, Projecteurs de travail	H9	12	65	2100	PGJ 19-5	

Utilisation	Catégorie	Tension Valeur nominale V	Puissance Valeur nominale W	Flux lumineux Valeurs théoriques Lumen	Culot IEC	Illustration
Feux de croisement dans système à 4 projecteurs	H11	12	55	1350	PGJ 19-2	
Feux de croisement Dans système à 4 projecteurs, bi-xénon	D1S	12/24	35	3200	PK 32 d-2	
Feux de croisement Dans système à 4 projecteurs, Projecteurs de travail, bi-xénon	D2S	12/24	35	3200	PK 32 d-2	
Feux de croisement Dans système à 4 projecteurs	D2R	12/24	35	2800	P 32 d-3	
Feux de croisement Dans système à 4 projecteurs	D3	12/24	35	Jusqu'à 3200 Lumen	P32d-2	
Feux de croisement Dans système à 4 projecteurs	D4	12/24	35	Jusqu'à 3200 Lumen	P32d-5	

Les valeurs indiquées ont été déterminées à la tension de contrôle spécifiée.

PROJECTEURS

→ Composants de projecteurs 17
→ Conseils de manipulation des glaces de projecteurs en plastique 20
→ Concepts techniques d'éclairage 20
→ Systèmes de projecteurs 21
→ Technologie au xénon 25
→ Éclairage diurne 30
→ Correction de portée lumineuse 32
→ Éclairage de virage 39
→ Technologie à LED 41
→ Lave-projecteurs 56
→ Contrôle et réglage des projecteurs 60

Les projecteurs de véhicules ont pour principale mission d'assurer un éclairage optimal de la chaussée afin de permettre à l'automobiliste de conduire sans fatigue et en toute sécurité. Les projecteurs et leurs sources lumineuses constituent donc des pièces de véhicules essentielles à la sécurité qui nécessitent une approbation officielle et qui ne doivent faire l'objet d'aucune manipulation.

La qualité et le lieu de montage des fonctions d'éclairage sur le véhicule sont réglementés par la législation, ainsi que leur structure, leurs sources lumineuses, leurs couleurs et leurs valeurs photométriques.

PROJECTEURS Composants de projecteurs

Boîtier

- → Support de tous les composants du projecteur (câbles, réflecteur, etc.)
- → Fixation à la carrosserie du véhicule
- → Protection contre les influences extérieures (humidité, chaleur, etc.)
- → Réalisation en matière thermoplastique

Réflecteur

La fonction première du réflecteur est d'absorber la plus grande partie possible du flux lumineux délivré par la lampe et de la guider en direction de la chaussée. Afin de répondre à cette exigence de la manière la plus efficace possible, Il existe différents systèmes de réflecteurs (voir projecteurs et répartition lumineuse).

Choix de la matière pour les réflecteurs
Si la plupart des réflecteurs étaient autrefois réalisés en tôle, les exigences actuelles imposées aux projecteurs - comme les tolérances de fabrication, le design, la qualité de surface, le poids, etc. – font qu'ils sont désormais principalement en plastique (différentes matières thermoplastiques). Ces plastiques permettent une grande précision de forme.

Il est ainsi possible de réaliser des systèmes étagés et multi-chambres. Les réflecteurs sont ensuite peints afin d'obtenir la qualité de surface requise. Sur les systèmes de projecteurs fortement sollicités au niveau thermique, on utilise également des réflecteurs en aluminium ou en magnésium. L'étape suivante est la métallisation d'une couche de réflexion en aluminium, puis d'une couche de protection en silicium.

Modules de projection
En raison de leur trajectoire de faisceau nettement délimitée et de leur important flux lumineux, les modules de projection sont très couramment utilisés sur les projecteurs modernes. Proposant de multiples diamètres de lentilles, fonctions d'éclairage et possibilités de montage, ces modules peuvent être utilisés pour des concepts de projecteurs très personnalisés.

Glaces de projecteurs
Les glaces à effet optique ont pour mission de dévier, de répandre ou de focaliser le flux lumineux collecté par le réflecteur de manière à générer la répartition lumineuse souhaitée, par exemple la coupure clair-obscur. Ce concept standard a cependant été remplacé entièrement par des systèmes sans effet optique (glaces lisses).

Glaces sans stries

Également appelées «glaces lisses et transparentes», elles ne possèdent pas d'éléments optiques. Elles servent uniquement à la protection contre l'encrassement et les intempéries. Elles ne sont utilisées que sur les systèmes de projecteurs suivants :

- → lentille intérieure (système DE), pour feux de croisement, de route (bi-xénon) et de brouillard
- → glace séparée à l'intérieur du projecteur, directement devant le réflecteur
- → projecteur FF (à surfaces libres), sans aucun élément optique supplémentaire

Choix de la matière pour les glaces

Les glaces traditionnelles sont généralement en verre. Celui-ci doit être exempt de stries et de soufflures. Mais en raison des exigences mentionnées précédemment, les glaces sont de plus en plus souvent réalisées en plastique (polycarbonate, PC). Le plastique est une alternative au verre présentant de nombreux avantages :

- → Très résistant aux chocs
- → Très léger
- → Possibilité de réduction des tolérances de fabrication
- → Plus grande liberté de conception
- → Surface avec revêtement spécial résistant aux éraflures suivant directives ECE et SAE

PROJECTEURS Conseils de manipulation des glaces de projecteurs en plastique

Conseils de manipulation des glaces de projecteurs en plastique

- → Ne jamais nettoyer des glaces en plastique à sec (risque de rayures) !
- → Avant d'ajouter un quelconque additif (comme par exemple un détergent ou un produit antigel) à l'eau du lave-projecteurs, lire attentivement les recommandations du guide d'utilisation du véhicule.
- → Des produits de nettoyage trop agressifs ou inadaptés peuvent détériorer les glaces de projecteurs en plastique.
- → Ne jamais utiliser de lampes à haut débit en watts non autorisées !
- → Utiliser uniquement des lampes avec filtre UV !

PROJECTEURS Concepts techniques d'éclairage

La répartition lumineuse sur la chaussée se base, dans les projecteurs d'aujourd'hui, sur deux concepts d'éclairage différents : la technique de réflexion et la technique de projection. Alors que les systèmes de réflexion se caractérisent par des réflecteurs à grande surface situés derrière une glace transparente ou à effet optique, les systèmes de projection possèdent une petite sortie de lumière avec une lentille caractéristique.

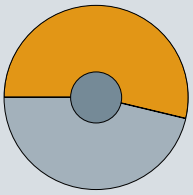
On distingue quatre systèmes de projecteurs types :

Projecteurs paraboliques,
par exemple feux de route et de croisement Audi 100

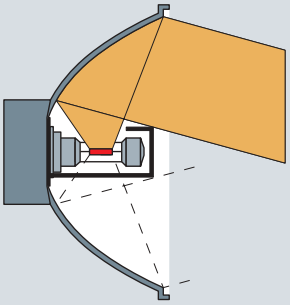
Projecteurs H4 FF,
par exemple VW Bora

Projecteurs FF (à surfaces libres),
par exemple Skoda Roomster

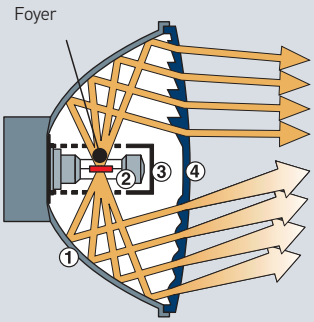
Projecteurs «Super-DE» (combinés avec projecteurs FF),
par exemple Skoda Superb



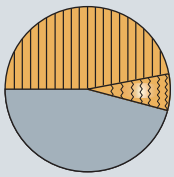
A Surface de réflecteur utilisée, vue de face



B Réflexion de la lumière sur la chaussée, vue latérale



C Déviation de la lumière par des prismes et dispersion de la lumière par des éléments optiques cylindriques dans la glace (vue de dessus).
Lumière exploitable env. 27 %.
1 Réflecteur, 2 Source lumineuse, 3 Occulteur, 4 Glace



D Répartition typique de l'éclairage code sur la glace d'un projecteur parabolique

Le système parabolique
Le réflecteur présente la surface d'un paraboloïde. Ceci constitue la plus ancienne technique utilisée sur les projecteurs pour la répartition lumineuse. Les réflecteurs paraboliques ne sont toutefois que très peu utilisés aujourd'hui. On ne les trouve plus que sporadiquement dans les projecteurs route et les grands projecteurs H4.

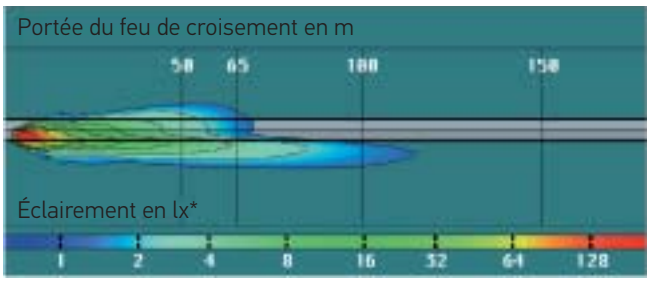
A Si l'on regarde le réflecteur de face, la partie supérieure du réflecteur est utilisée pour l'éclairage code.

B La source lumineuse est placée de telle sorte que la lumière émise vers le haut est réfléchie par le réflecteur vers le bas, par l'axe optique, sur la chaussée.

C Les éléments optiques de la glace produisent la répartition de la lumière, afin de satisfaire aux exigences légales. Deux formes d'éléments optiques sont utilisées à cette fin : des profilages verticaux cylindriques pour la répartition horizontale de la lumière et des structures prismatiques à hauteur de l'axe optique assurant une répartition lumineuse destinée à focaliser plus de lumière aux endroits les plus importants sur la chaussée.

D La glace d'un projecteur parabolique pour l'éclairage code est dotée d'éléments optiques visibles et fournit la répartition lumineuse typique.

E Répartition typique de l'éclairage code d'un projecteur parabolique sous forme de diagramme Isolux



* lx (unité de mesure pour l'éclairement – 1 lx donne juste assez de lumière pour lire un journal.)

Le système FF (à surfaces libres)
Les projecteurs FF présentent des surfaces de réflecteur formées librement dans l'espace (à surfaces libres). Elles ne peuvent être calculées et optimisées que par ordinateur. Dans l'exemple présenté ici, le réflecteur est divisé en segments qui éclairent différentes zones de la route et des environs.

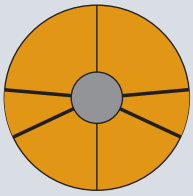
A Grâce à une conception spécifique, presque toutes les surfaces du réflecteur peuvent être utilisées pour l'éclairage code.

B Les surfaces sont orientées de telle sorte que la lumière est réfléchie vers le bas, sur la route, par tous les segments du réflecteur.

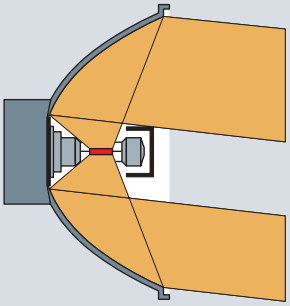
C La déviation des rayons lumineux et la dispersion de la lumière sont directement assurées par les surfaces du réflecteur. De cette manière, il est également possible d'utiliser des glaces lisses et transparentes, qui donnent une impression de brillant. La coupure clair-obscur et l'éclairage du bas-côté droit sont générés par les segments de réflecteur disposés horizontalement.

E La répartition lumineuse sur la chaussée peut être adaptée sans problème à des souhaits et des exigences spécifiques.

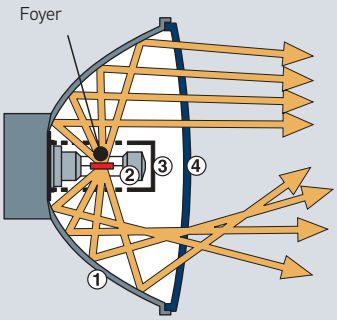
Presque tous les systèmes de réflexion modernes pour l'éclairage code sont dotés de réflecteurs à surfaces libres (FF).



A Surface de réflecteur utilisée, divisée en segments, d'un projecteur FF



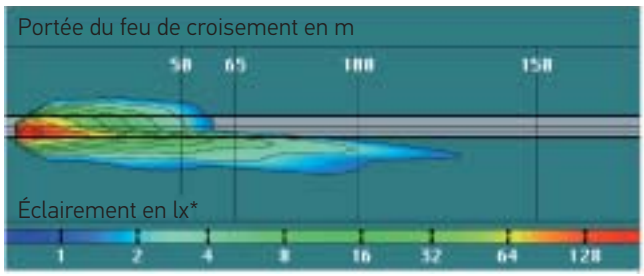
B Réflexion de la lumière sur la chaussée, vue latérale



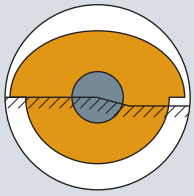
C Déviation et dispersion de la lumière directement par la surface du réflecteur. Lumière exploitable environ 45%
1 Réflecteur, 2 Source lumineuse, 3 Occulteur, 4 Glace

D Exemple de répartition lumineuse sur une glace d'un projecteur FF

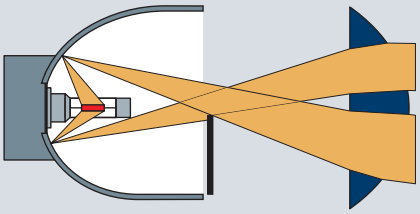
E Répartition typique de l'éclairage code d'un projecteur FF sous forme de diagramme Isolux



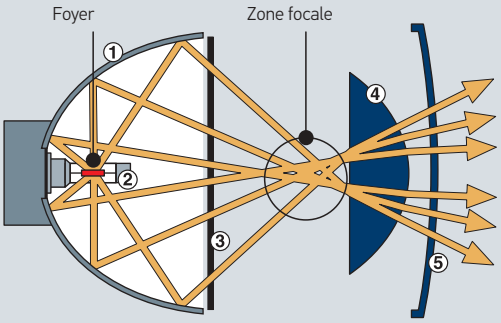
* lx (unité de mesure pour l'éclairement – 1 lx donne juste assez de lumière pour lire un journal.)



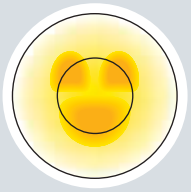
A Surface de réflecteur utilisée et forme d'occulteur (vue de face)



B Génération de la coupure clair-obscur et faible obscurcissement provoqué par l'occulteur (vue latérale)



C Trajectoire de faisceau et concentration de lumière dans la zone focale (vue de dessus). Lumière exploitable environ 52%
1 Réflecteur, 2 Source lumineuse, 3 Occulteur, 4 Lentille, 5 Glace



D Répartition typique de l'éclairage code d'un projecteur Super DE sur la glace

Le système «Super-DE» (combiné avec FF)
Les projecteurs Super DE sont, comme les projecteurs DE, des systèmes de projection et leur principe de fonctionnement est le même. Les surfaces de réflecteur sont ici conçues par le biais de la technologie à surfaces libres (FF). Le principe de fonctionnement est le suivant :

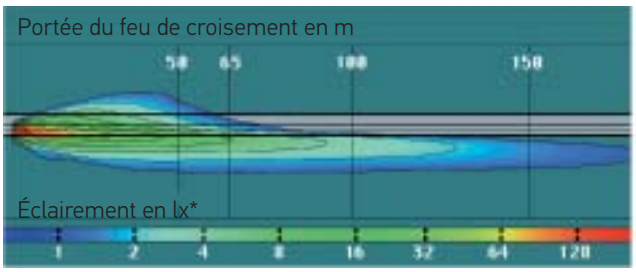
A Le réflecteur saisit le plus de lumière possible de la lampe.

B La lumière «collectée» est dirigée de manière à ce qu'une quantité maximum passe l'occulteur et atteigne la lentille.

C La lumière est dirigée de telle sorte par le réflecteur que la répartition lumineuse soit générée au niveau de l'occulteur, **E** et projetée sur la chaussée par la lentille.

La technologie à surfaces libres permet une plus grande dispersion et un meilleur éclairage des accotements. La lumière peut être concentrée à proximité de la coupure clair-obscur, ce qui permet d'avoir une plus grande portée lumineuse et de conduire de façon détendue la nuit. Presque tous les nouveaux systèmes de projection pour l'éclairage code sont aujourd'hui équipés de réflecteurs à surfaces libres (FF). Des lentilles d'un diamètre allant de 40 à 80 mm sont utilisées. Plus les lentilles sont grandes, plus la puissance d'éclairage est élevée, mais plus le poids est important aussi.

E Répartition typique de l'éclairage code d'un projecteur Super DE sous forme de diagramme Isolux



* lx (unité de mesure pour l'éclairement – 1 lx donne juste assez de lumière pour lire un journal.)

Étapes de développement des ballasts électroniques de lampes au xénon fabriqués par HELLA.

2008

Xenius
- → Lampe D1/D3
- → Système entièrement blindé
- → Boîtier soudé au laser
- → Communication LIN

2006

5ème génération
- → Lampe D1
- → Système entièrement blindé
- → Boîtier soudé au laser
- → Toutes les fonctions AFS sont intégrées (remplace UCE AFS)

2004

Génération 4.1.
- → Lampe D1
- → Système entièrement blindé
- → Boîtier soudé au laser

2001

4ème génération
- → Lampe D2
- → Amorceur externe
- → Version filtrée et blindée
- → Câble plus long possible
- → Fiabilité d'amorçage améliorée

1997

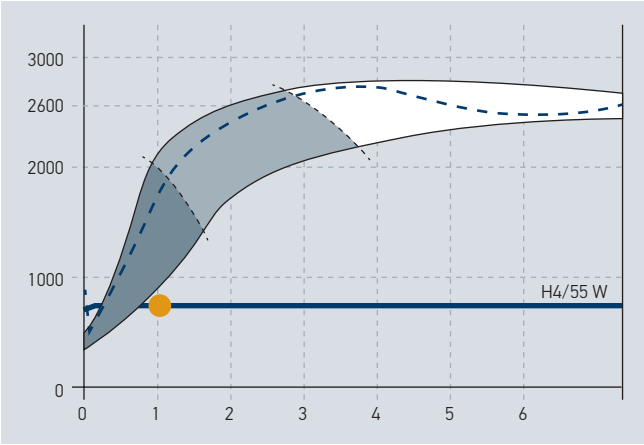
3ème génération
- → Lampe D2
- → Amorceur interne

1995

2ème génération
- → Lampe D2
- → Amorceur externe
- → Miniaturisation

1992

1ère génération



Effet électrique transitoire d'une lampe à décharge

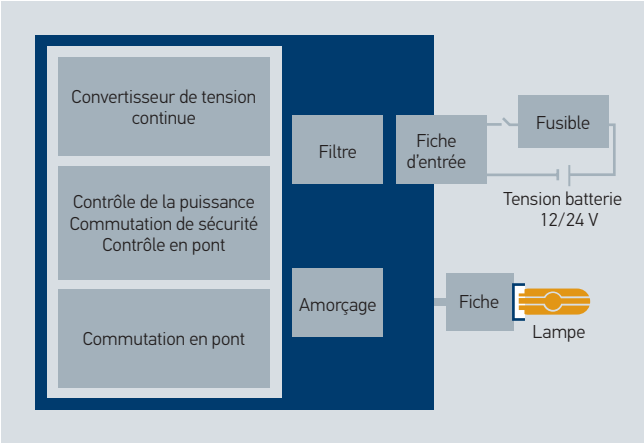


Diagramme synoptique d'un ballast électronique

Structure et fonction du ballast électronique (EVG)
Le ballast électronique (E) allume le mélange de gaz rare dans la lampe par une impulsion haute tension de 30 kV maxi (4ème génération) grâce à laquelle une étincelle jaillit entre les électrodes de la lampe. Il commande le démarrage de la lampe pour que celle-ci atteigne rapidement sa phase opérationnelle et régule ensuite la lampe à une puissance constante de 35 W (voir illustration).

Un convertisseur continu/continu génère les tensions nécessaires pour l'électronique et la lampe à partir du réseau de bord du véhicule. Le montage en pont fournit une tension alternative de 300 Hz afin de faire fonctionner les lampes au xénon.

Plusieurs circuits de contrôle et de sécurité sont intégrés dans le ballast.

Une coupure du système en moins de 0,2 seconde se produit dans les cas suivants :
- → lampe manquante ou défectueuse
- → faisceau ou lampe endommagé(e)
- → courant différentiel résiduel (courant de fuite) de plus de 30 mA ; le temps de coupure diminue à mesure que le courant différentiel résiduel augmente

Pour protéger l'électronique de ballast, un circuit de comptage veille à ce qu'une lampe défectueuse ne soit amorcée que sept fois. La coupure intervient ensuite.

Si le connecteur de câble est débranché pendant le fonctionnement, les connecteurs de tension sont pratiquement mis hors tension (< 34 V) en moins de 0,5 seconde, ce qui permet d'éliminer tout risque immédiat de choc électrique même en cas de non observation de l'avertissement.

Caractéristiques et différences de la 3ème / 4ème génération par rapport à la 5ème/6ème génération

Caractéristiques	3ème génération	4ème génération	5ème génération	6ème génération (Xenius)
Lampe	D2	D2	D1	D1/D3
Amorceur interne	X			
Amorceur externe		X		
Version filtrée et blindée		X		
Système entièrement blindé			X	X
Câble plus long possible		X		
Fiabilité d'amorçage améliorée		X		
Boîtier soudé au laser			X	X
Toutes les fonctions AFS intégrées			X	
Communication LIN				X

Blindé

Filtré

Module d'amorçage

- → Les différentes versions respectent entre autres les valeurs limites en matière de compatibilité électromagnétique.
- → Les principales différences entre la 3ème et la 4ème génération «xénon» résident dans le dispositif d'amorçage avec ou sans blindage métallique et dans le groupe de câbles entre le ballast et le dispositif d'amorçage, qui est réalisé avec ou sans blindage.

Conseils de manipulation du ballast électronique

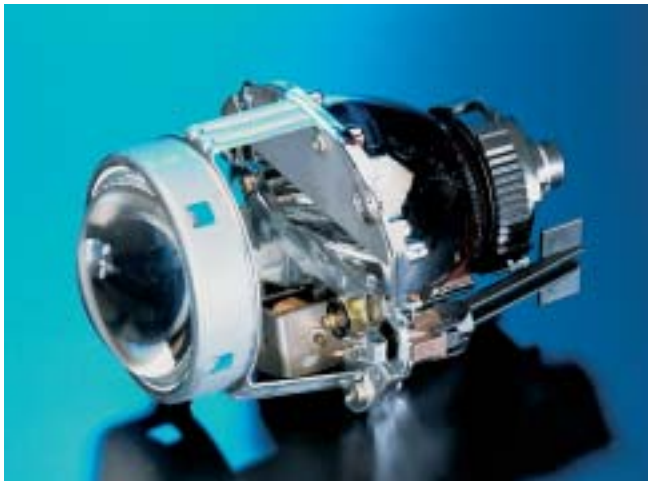
Conséquences en cas de défaillance

Un ballast défectueux conduit à la panne totale du projecteur. Les causes d'une défaillance du ballast sont les suivantes :

- → absence d'alimentation en tension
- → absence de mise à la masse
- → électronique défectueuse dans le ballast
- → courts-circuits internes

Diagnostic des défauts

- → Vérifier si le ballast effectue des tentatives d'amorçage de la lampe après activation de l'éclairage. Les tentatives d'amorçage sont nettement audibles à proximité du projecteur. Si les tentatives d'amorçage ne sont pas concluantes, contrôler la lampe au xénon en la remplaçant par la lampe de l'autre projecteur.
- → Si aucune tentative d'amorçage n'est réalisée, contrôler le fusible.
- → Si le fusible est OK, contrôler l'alimentation en tension et de mise à la masse directement sur le ballast. La tension doit être de 9 V minimum.
- → Si l'alimentation en tension et de mise à la masse et la lampe au xénon sont OK, la cause du défaut est un ballast défectueux.



Module bi-xénon

Bi-xénon

Bi-xénon signifie que l'éclairage route et code est assuré par un seul module de projection. Celui-ci présente l'avantage de ne nécessiter qu'un ballast. Deux répartitions de lumière avec un grand flux lumineux sont ainsi réalisées dans un espace très réduit.

Éclairage produit par un bon projecteur route

Éclairage produit par un projecteur route bi-xénon

Fonction

L'utilisation d'un occulteur mobile permet de commuter de façon purement mécanique entre les répartitions de lumière pour l'éclairage route et l'éclairage code. De cette manière, seul le mécanisme de commande de l'occulteur est nécessaire. Il remplace un projecteur séparé avec sa propre électronique de commande. En outre, l'éclairage route porte davantage et les accotements de la chaussée sont nettement mieux éclairés.

Informations relatives au post-équipement illégal d'éclairage au xénon

On achète un kit comprenant des câbles, une source lumineuse au xénon et un ballast, on enlève la lampe halogène du projecteur, on perce un trou dans le capot de protection AR, on insère la lampe au xénon dans le réflecteur, on relie le ballast électronique au réseau de bord et le tour est joué : on a un projecteur au xénon. Cette pratique illégale met en danger les autres usagers de la route car elle génère un éblouissement extrême. L'autorisation d'exploitation du véhicule est annulée et la couverture de l'assurance est limitée. Seuls des kits de projecteurs au xénon complets et homologués avec correction automatique de la portée lumineuse et lave-projecteurs sont légaux.

Bases réglementaires

En Europe, seuls des systèmes de projecteurs xénon complets sont autorisés en post-équipement. Ils comprennent un ensemble de projecteurs homologués (par exemple avec le marquage E1 sur la glace), un système automatique de correction de la portée lumineuse et un lave-projecteurs (spécifications suivant règlement ECE R48, et respect des dispositions nationales).

Chaque projecteur reçoit son homologation uniquement avec la source lumineuse (halogène ou xénon) avec laquelle il fonctionne. Si la source lumineuse est remplacée par une source qui n'a été ni homologuée, ni prévue pour l'homologation du projecteur, cette homologation est annulée de même que l'autorisation d'exploitation du véhicule (§ 19 du règlement allemand sur la mise en circulation des véhicules – StVZO – alinéa 2, phrase 2, n°1). Conduire sans autorisation d'exploitation entraîne des restrictions au niveau de la couverture de l'assurance (§ 5, alinéa 1, n° 3 du décret allemand sur l'assurance obligatoire des véhicules - KfzPflVV). Par ailleurs, toute personne vendant des systèmes d'éclairage non homologués s'expose à des demandes de dommages et intérêts de la part de l'acheteur. Car en vendant ces pièces, le vendeur se porte non seulement garant de leur utilisation aux fins prévues mais supporte aussi sans restriction les risques d'un éventuel dommage.

Raisons techniques

- → Valeurs d'éblouissement élevées : des mesures en laboratoire ont permis de constater que la répartition lumineuse active d'un projecteur qui a été mis au point pour des lampes halogènes et qui est exploité de façon illégale avec une source lumineuse au xénon n'est plus du tout en rapport avec les valeurs déterminées à l'origine.
- → Sur les systèmes de réflexion, des valeurs d'éblouissement dépassant jusqu'à 100 fois les valeurs limites admissibles ont été mesurées.
- → Les projecteurs de ces véhicules ne présentent plus de coupure clair-obscur et ne peuvent plus être réglés. Les valeurs d'éblouissement équivalent à celles de projecteurs route. Ceci met sérieusement en danger les autres usagers de la route.

Que ce soit dans les magazines automobiles, les brochures de tuning ou sur Internet : l'éclairage diurne est un véritable sujet d'actualité, dont on loue les atouts de toutes parts. En plus des équipements en option disponibles d'origine sur les nouveaux véhicules, il existe une multitude de solutions de post-équipement sur le marché de la Rechange Indépendante. Mais attention ! Car parmi cette multitude de fournisseurs, on trouve aussi bien évidemment des kits non conformes à la législation. Il est donc très important de se pencher très précisément sur le sujet.

Pourquoi l'éclairage diurne et quels avantages offre-t-il ?

- → Meilleure perception du véhicule par les autres usagers de la route
- → Davantage de temps pour réagir pour les autres usagers de la route
- → L'éclairage diurne s'allume automatiquement

L'éclairage diurne a pour fonction première de mieux rendre visible un véhicule pour les autres usagers de la route. Ceci est notamment particulièrement important dans les situations où les conditions de luminosité changent, par exemple lors d'un passage en forêt.

Autre avantage : le gain en temps de réaction des autres usagers de la route, qui peuvent apercevoir un véhicule plus rapidement et de façon plus distincte. L'activation automatique des feux diurnes à la mise du contact apporte également un plus en matière de confort. Tout oubli involontaire est donc exclu.

La Golf VI avec les feux diurnes allumés

Quels sont les inconvénients à utiliser l'éclairage code normal par rapport à l'éclairage diurne ?

- → Une consommation de carburant accrue, étant donné que l'ensemble des projecteurs et des feux sont toujours allumés : l'éclairage coûte plus cher, car les projecteurs et les feux arrière ont besoin de courant et consomment par conséquent du carburant ! Sur un véhicule particulier classique à moteur essence, cela équivaut à environ 0,207 litre de consommation en plus tous les 100 kilomètres lorsque l'éclairage est activé. En prenant pour base un kilométrage de 30 000 km par an, le surplus de consommation cumulé atteint donc plus de 60 litres. Conséquence : les émissions de gaz d'échappement augmentent bien évidemment elles aussi.
- → Le taux de remplacement des lampes augmente considérablement : des feux allumés en permanence accroissent l'usure des lampes. Sur les modèles standard des lampes halogènes H7 et H4 (pas de lampes + 50 % ou Long-Life), la durée de vie se situe entre 550 et 700 heures. Si les lampes fonctionnaient en continu, le taux de remplacement augmenterait sensiblement. Un feu diurne à LED présente en revanche une durée de vie de 10 000 heures et tient généralement pendant tout le cycle de vie d'une voiture.
- → En plus de coûts du matériel, il en résulte parfois des coûts non négligeables de remplacement des lampes : car changer obligatoirement une lampe implique, pour certains véhicules, des dépenses considérables dans la mesure où il faut déposer la batterie, le boîtier de filtre à air, le projecteur, etc.
- → L'effet de signalisation des feux de croisement est moindre que celui des feux diurnes spécifiques. La caractéristique des feux de croisement est que la chaussée est éclairée de façon optimale dans l'obscurité. La lumière émise «tombe» de façon uniforme afin que les véhicules circulant en sens inverse ne soient pas éblouis. En revanche, l'éclairage diurne est conçu de façon à obtenir une perception optimale et précoce du véhicule de jour. L'intensité lumineuse est ici limitée (2 Lux à une distance de 25 m), afin que la lumière émise ne soit pas ressentie comme un éblouissement.

Sur le marché, on propose des kits de comprenant un système électronique qui n'active que les feux de croisement. Est-ce une alternative à l'éclairage diurne ?
Par rapport à une conduite sans feux, il s'agit certes d'un pas dans la bonne direction. Toutefois, comme expliqué sur la page précédente, les feux diurnes sont nettement supérieurs en termes de perceptibilité et de bilan énergétique. Avec la plupart de ces systèmes électroniques, l'intensité des feux de croisement est en outre abaissée, même d'environ 50% chez un fabricant. Cela signifie que le flux lumineux, c'est-à-dire la puissance lumineuse totale dispensée par une source lumineuse, est si réduit qu'il se situe en dessous de la valeur minimale prescrite. Ce qui n'est pas autorisé par la loi.

La raison : un projecteur est homologué pour sa forme, son moyen d'éclairage et sa fonction. L'éclairage diurne, qui est généré à l'aide d'un système électronique, constitue une fonction d'éclairage supplémentaire qui n'a donc pas été prise en compte lors de l'homologation. Le projecteur perd de ce fait automatiquement son agrément !

Avec des feux diurnes, à quoi faut-il prendre garde ?
Un feu diurne doit généralement posséder un agrément pour la circulation routière. Pour l'obtenir, il doit répondre aux spécifications suivant ECE-R87. Si le feu a satisfait à ce qu'il est convenu d'appeler l'essai de type, une homologation est délivrée. Le numéro d'homologation est généralement visible sur la glace ou le boîtier.

2578 Numéro de l'homologation
E1 Marquage suivant ECE «E». Le «E» est suivi de l'indicatif du pays qui a délivré l'homologation.
(Dans le cas présent, elle a été délivrée en Allemagne.)
RL Marquage pour feu diurne
Certains fournisseurs tentent de vendre leurs feux à LED de forme oblongue, de conception généralement très petite, en tant que feux diurnes. Et c'est uniquement dans les clauses en petits caractères qu'ils indiquent que les feux n'ont pas l'agrément en tant que feu diurne selon le règlement ECE-R87.
Causes possibles :
- → surface éclairante inférieure à 25 cm^2
- → indices d'intensité lumineuse trop faibles (au niveau d'un feu de position)

Ces feux ne doivent en aucun cas être activés en tant que feux diurnes. Ils peuvent tout au plus être utilisés en tant que feux de position – dans la mesure où ils disposent de l'agrément correspondant.

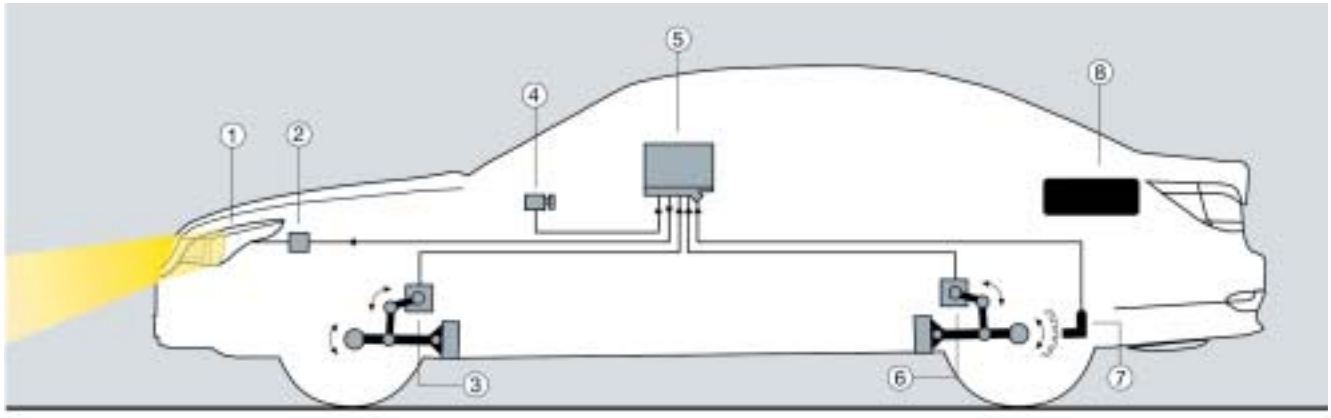
Vous trouverez des informations supplémentaires sur Internet à l'adresse www.daytime-running-light.com.

Une conduite sûre dans l'obscurité n'est possible qu'avec des projecteurs dont les angles d'inclinaison sont toujours correctement ajustés. Avec le réglage manuel de la portée lumineuse aujourd'hui imposé par la législation européenne pour les projecteurs aux halogènes, le conducteur a la possibilité d'adapter l'inclinaison des projecteurs à l'état de chargement du véhicule à l'aide d'un commutateur sur la planche de bord. Le réglage de l'inclinaison est généralement effectué via des actionneurs à moteur électrique. Les systèmes automatiques de correction de portée lumineuse développés par la suite adaptent l'angle d'inclinaison des projecteurs à la garde au sol du véhicule, sans que le conducteur ait à intervenir. Les systèmes de ce type sont aujourd'hui imposés par le législateur pour les projecteurs xénon.

Régulation manuelle
Avec ce système, le conducteur doit lui-même régler l'inclinaison des projecteurs à l'aide d'un commutateur. Il existe des systèmes pneumatiques et électriques.

Le problème se posant ici est que de nombreux véhicules chargés éblouissent les autres usagers de la route, étant donné que les automobilistes ne sont pas suffisamment informés des possibilités de réglage et du fonctionnement de ce réglage dans leur véhicule.

Régulation automatique / Structure d'un système automatique de correction de portée lumineuse



1 Projecteur
2 Actionneur
3 Capteur de train avant
4 Commutateur d'éclairage
5 Calculateur
6 Capteur de train arrière
7 Capteur de vitesse
8 Chargement

Ces systèmes de correction de portée lumineuse remplissent leur fonction sans que le conducteur ait à agir. On distingue deux types de systèmes :
la correction quasi-statique et la correction dynamique.

Capteur et calculateur d'un système de correction de portée lumineuse

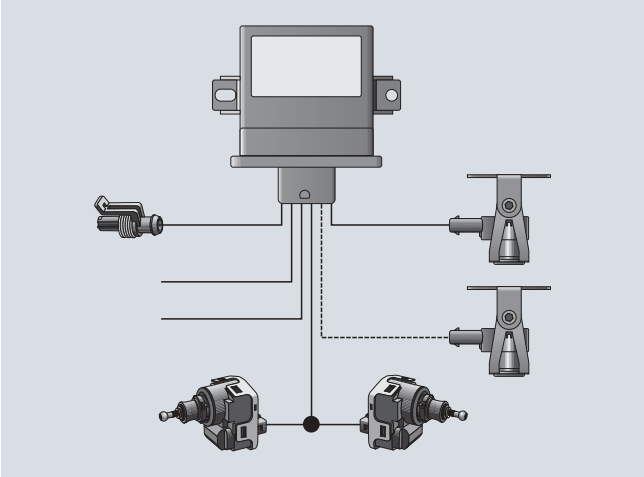


Schéma fonctionnel d'un système de correction de portée lumineuse à ultrasons

La correction de portée lumineuse quasi-statique

Ce système corrige uniquement les changements d'inclinaison liés à des modifications de charge. Un calculateur analyse les données des capteurs de train AV et AR, les compare aux données théoriques enregistrées et, le cas échéant, active en conséquence les servomoteurs sur les projecteurs. En règle générale, les mêmes servomoteurs que ceux utilisés avec la correction manuelle sont montés. Sur les véhicules compacts où le «dépassement latéral» des roues n'est pas excessif, ce dispositif offre la possibilité de renoncer au capteur de train AV étant donné que les changements d'inclinaison ne se produisent en majeure partie que sur le train AR. La correction de site quasi-statique fonctionne en outre avec un grand amortissement : elle ne régule que les inclinaisons de caisse de longue durée. Dans les kits de post-équipement «xénon» de HELLA, un système à base d'ultrasons est utilisé. Le capteur mesure alors l'écart direct par rapport à la chaussée.

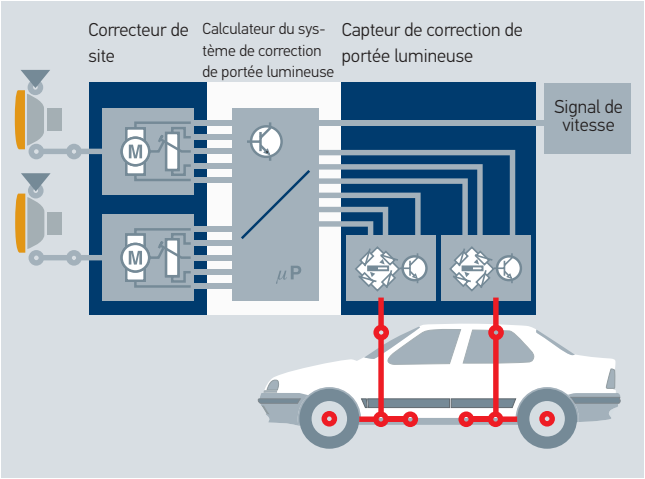
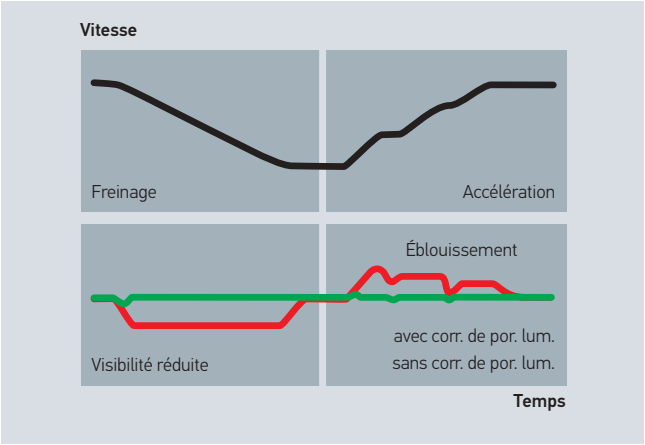


Schéma fonctionnel d'un système de correction dynamique



Projecteur avec et sans système de correction dynamique au freinage et à l'accélération

La correction de portée lumineuse dynamique

Aujourd'hui, les véhicules équipés de projecteurs xénon sont presque tous dotés de systèmes de correction dynamique qui réagissent aux changements d'inclinaison liés au roulage, comme par exemple l'accélération et le freinage. Le schéma fonctionnel montre la structure d'un système de correction dynamique. Le calculateur traite les données théoriques à partir des données de capteurs, en tenant compte des conditions de roulage. Contrairement à la correction de site quasi-statique, les servomoteurs sont ensuite activés en fractions de seconde. Pour obtenir ces temps de réaction rapides, on utilise principalement des moteurs pas à pas comme actionneurs des projecteurs.

Correcteur de portée lumineuse manuelle et automatique

Le correcteur de portée lumineuse manuelle et automatique
Dans les systèmes que l'on trouve actuellement sur le marché, ce sont les correcteurs de site électriques qui se sont imposés, et dont il existe aujourd'hui la 3ème génération, dotée de nouvelles optimisations (version 3i).

HELLA propose à chaque client des solutions systèmes personnalisées et optimales. Des correcteurs de site à intégrer dans les projecteurs ainsi que des correcteurs destinés à un montage extérieur avec et sans réglage de base manuel, en version 12 V ou 24 V, sont disponibles. Une fabrication entièrement automatisée s'appuyant sur des standards de qualité élevés garantit un volume de production de plus de 10 millions de correcteurs par an. Grâce à l'extension systématique de nos sites internationaux, nous pouvons également approvisionner nos clients en correcteurs en provenance de Corée, d'Inde et de Chine.

Le moteur pas à pas intelligent (ISM)
Le moteur pas à pas intelligent associe, dans une unité mécatronique, le moteur pas à pas bipolaire à l'électronique de puissance logée habituellement dans un calculateur séparé. Le composant central de l'ISM est un circuit intégré qui réalise la commande complète du moteur pas à pas, le diagnostic et l'interface avec le système supérieur via un module de communication à interface bus LIN.

Les principaux avantages fonctionnels du moteur pas à pas intelligent sont :
- → commande de micro-pas (fonctionnement peu bruyant et générant peu de résonances)
- → capacité de diagnostic
- → comportement CEM amélioré
- → traitement des défauts partiellement autonome
- → concept de câblage optimisé

HELLA s'appuie sur la technologie ISM surtout pour les systèmes de projecteurs variables. Outre le moteur pas à pas intelligent de la régulation dynamique de portée de lumineuse, l'éclairage de virage dynamique et le cylindre du module VARIOX® sont également équipés de moteurs pas à pas intelligents.

Calculateur pour correction de portée lumineuse dynamique

Capteur de niveau de véhicule inductif

Le calculateur de correction de portée lumineuse automatique et dynamique
Depuis 1995, des calculateurs HELLA de correction automatique et dynamique de portée lumineuse sont utilisés dans les véhicules à éclairage xénon.

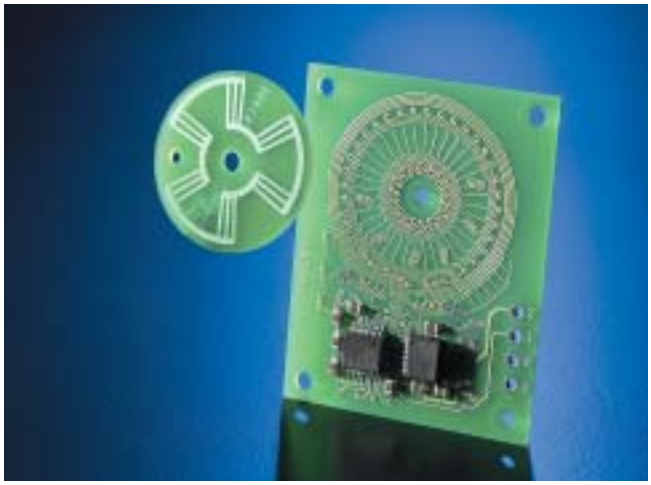
La nouvelle génération des calculateurs de correction de site se caractérise par une sortie bus LIN supplémentaire et se révèle donc être un composant standard universel. Les données de compression des capteurs de train sont traitées dans le calculateur et, à l'aide d'algorithmes ingénieux, sont converties en grandeurs de commande pour le réglage de la portée lumineuse. La structure modulaire des calculateurs permet de combiner les différents composants - comme par exemple le boîtier, le connecteur, le circuit imprimé ou le logiciel - de façon à pouvoir réaliser, au regard des différentes exigences des clients, un maximum de synergie de coûts et de flexibilité. Grâce à l'interface bus CAN, le calculateur peut, en fin de ligne de production du véhicule, être adapté aux différents types de véhicules par codage ou programmation des paramètres spécifiques.

Le capteur de niveau de véhicule inductif
Pour toute une série d'équipements favorisant la sécurité et le confort, comme la suspension active, les régulations de niveau ainsi que la correction de portée lumineuse, il est nécessaire d'enregistrer l'inclinaison du véhicule.

Sur le capteur de niveau inductif, plusieurs bobines conductrices qui génèrent un champ électromagnétique sont logées sur une carte de circuit imprimé. Cette carte de circuit imprimé permet de déplacer un rotor métallique relié au levier d'actionnement du capteur et qui influence le champ électromagnétique. D'autres bobines se trouvant sur la carte de circuit imprimé du capteur enregistrent, en fonction de la position du levier du capteur, une éventuelle variation du champ qui est analysée par un ASIC spécialement mis au point (voir ill. en bas à droite).

Ce capteur permet de réaliser différentes plages angulaires avec une linéarité élevée constante. Le capteur de train inductif fournit à la fois un signal analogique et un signal PWM (MLI). Le capteur garantit une précision optimale quelles que soient les conditions de température. La position zéro du capteur peut être modifiée de façon spécifique. Le nouveau capteur inductif, qui fournit sur la périphérie un signal PWM récurrent comprimé à 75%, constitue un perfectionnement de ce capteur. Ce capteur peut donc être utilisé sur de multiples plate-formes en tant que pièce identique. Les différentes positions d'installation et tolérances de montage sont nivelées grâce à un ajustement électronique dans le calculateur d'analyse.

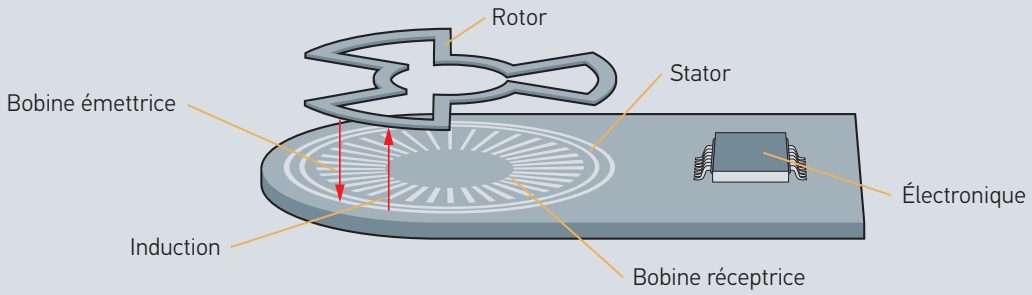
Prochains objectifs de développement : une nouvelle optimisation de l'encombrement et l'amélioration du signal de sortie pour les applications de châssis (capteur de niveau de véhicule 2ème génération).

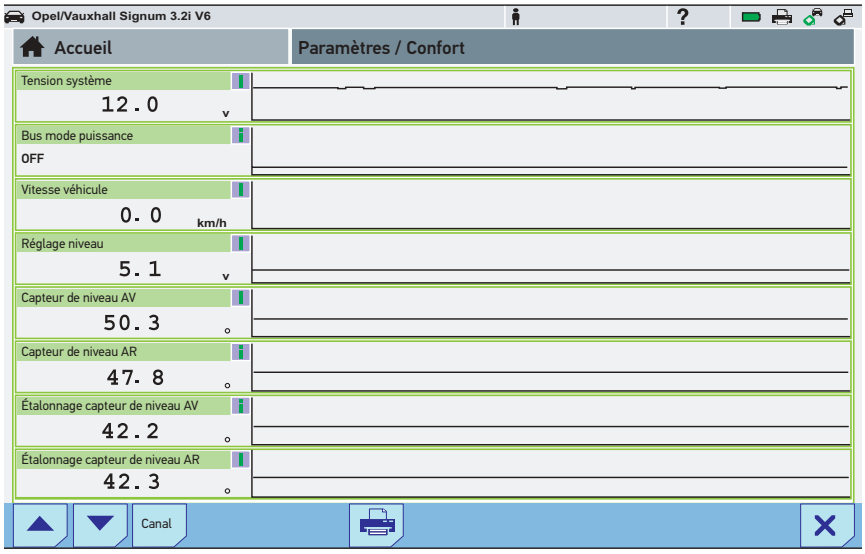


Le calculateur de portée lumineuse intégré au capteur
Pour mettre en oeuvre la correction de la portée lumineuse dans les véhicules compacts, on a intégré, dans le cadre d'une autre étape de développement, le calculateur séparé dans le capteur de train pour obtenir le SIECU (Sensor Integrated Electronic Control Unit).

La base du calculateur de portée lumineuse intégré au capteur est le capteur de niveau de véhicule inductif. Les interfaces mécaniques, comme la fixation et le levier de capteur, correspondent à celles des capteurs de train.

Cette solution avantageuse de correction de site, avec calculateur intégré au capteur sur le train arrière, s'avère non seulement idéale pour les véhicules à projecteurs au xénon, mais apporte également un gain de confort et de sécurité considérable en tant que système de remplacement du réglage manuel de portée lumineuse sur les véhicules à projecteurs halogènes.





Conseils de manipulation des systèmes de correction de portée lumineuse

En cas de défaut électrique dans le système pendant un trajet, les projecteurs restent dans la position en cours. Sur d'autres véhicules, en revanche, les projecteurs retournent dans leur position initiale et y restent. Mais dans tous les cas, l'automobiliste est averti du défaut par un témoin lumineux ou par un message d'avertissement dans le poste de conduite.

Une défaillance du système peut avoir les raisons suivantes

- → servomoteurs des projecteurs défectueux
- → capteur de correction de site pour le niveau véhicule défectueux
- → le calculateur a été remplacé et n'a pas été codé
- → les projecteurs n'ont pas été ajustés (réglage de base)
- → calculateur défectueux
- → ligne de transmission de données interrompue
- → pas de tension d'alimentation
- → endommagements mécaniques

Diagnostic des défauts

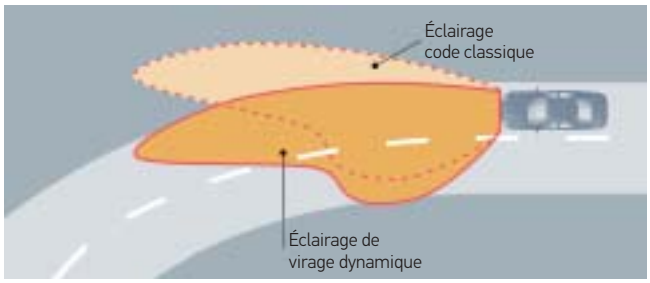
- → Avec un système de correction de portée lumineuse automatique, un outil de diagnostic est généralement nécessaire pour le réglage des projecteurs. Cet outil permet également d'effectuer le diagnostic du système. Et même sans cet outil, il est possible de contrôler le système de correction de portée lumineuse à l'aide d'un multimètre et d'un oscilloscope. Il est toutefois important de toujours avoir un schéma électrique du système à contrôler.

Contrôle du fonctionnement

- → Placer le véhicule non chargé sur une surface plane.
- → Ajuster l'appareil de réglage des projecteurs devant le véhicule et mettre les feux de croisement. Vérifier que la coupure clair-obscur est correcte.
- → Charger l'arrière du véhicule, par exemple en remplissant le coffre. Dans le cas d'une correction de portée lumineuse quasi-statique, la régulation des projecteurs s'effectue après quelques secondes et peut être surveillée avec l'appareil de réglage des projecteurs. Dans le cas d'une correction de portée lumineuse dynamique, la régulation s'effectue en un temps très court si bien que sur certains véhicules, l'opération de régulation ne peut être perçue que sous la forme d'un petit «scintillement» sur l'écran de l'appareil de réglage des projecteurs. Sur certains véhicules, cette régulation ne fonctionne toutefois que lorsque le véhicule roule.

Si aucune régulation n'est perceptible, les mesures suivantes doivent être réalisées :

- → Contrôler la tension d'alimentation des servomoteurs, du calculateur et du capteur de correction de portée lumineuse.
- → Contrôler l'absence d'endommagement mécanique et la bonne position de montage du capteur de correction de site et du câble de transmission de données.
- → Contrôler le signal du capteur avec l'oscilloscope.
- → Contrôler les paramètres et le valeurs réelles à l'aide d'un outil de diagnostic (voir ill. ci-dessus).

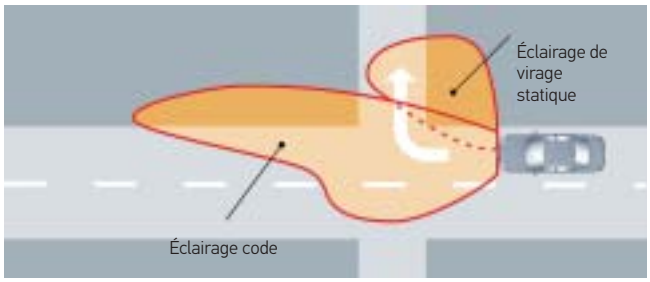


Éclairage de virage dynamique

L'éclairage de virage dynamique

L'éclairage de virage dynamique est réalisé par le pivotement des projecteurs code en fonction du rayon du virage précisément parcouru. Le projecteur est monté dans un cadre qui tourne autour d'un axe vertical. L'angle de pivotement dans une plage de +/- 15 degrés est prévu pour des rayons de virage allant jusqu'à environ 200 mètres. Si, à l'entrée d'un virage ayant un rayon de 190 mètres, la plage éclairée par le projecteur code est normalement de 30 mètres, elle se trouve allongée de 25 mètres grâce à la nouvelle technologie des projecteurs.

Étant donné que la répartition de la lumière correspond à l'angle de direction en question, ce système permet à l'automobiliste de détecter à temps le tracé du virage lorsqu'il tourne son volant et d'adapter sa conduite en conséquence. L'éclairage de virage actif fonctionne aussi bien en mode éclairage code qu'en mode éclairage route et s'adapte continuellement à la vitesse du véhicule. Si à vitesse élevée, les projecteurs suivent à la seconde près l'angle de braquage du volant, le mécanisme de pivotement travaille plus lentement à faible vitesse afin de répartir la lumière en fonction des besoins de l'automobiliste.



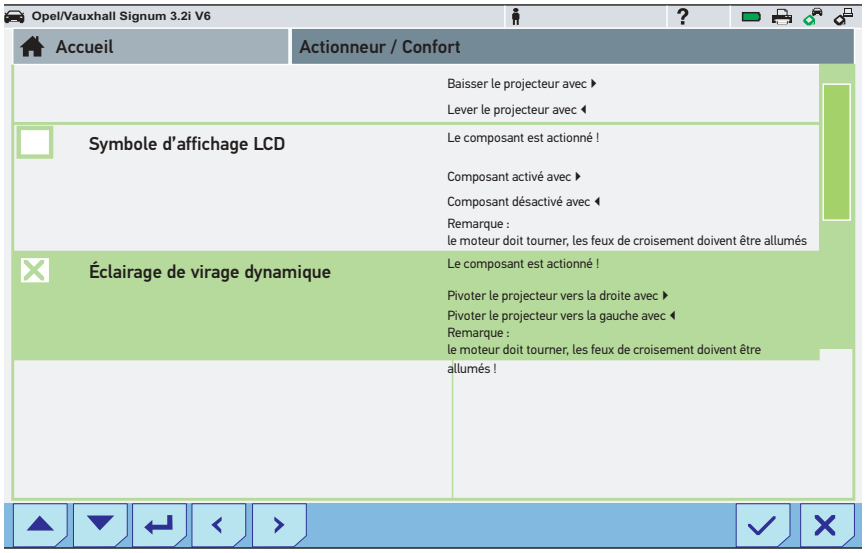
Eclairage de virage statique

L'éclairage de virage statique-dynamique combiné

Pour les très grands (par exemple sur autoroute) ou les très petits (par exemple sur route départementale) rayons de virage, il est possible d'assister l'éclairage de virage dynamique d'un éclairage de virage statique complémentaire. Il est automatiquement (et en fonction de la vitesse) couplé à l'éclairage code lorsque le conducteur met le clignotant pour tourner ou passe par des virages serrés. Pour cela, un calculateur analyse les paramètres vitesse, angle de braquage et signal de clignotement. Afin d'augmenter le confort de cette fonction d'éclairage, l'activation et la désactivation ne se fait pas de manière brusque, mais par variation progressive du réglage des systèmes d'après des paramètres de temps spécifiques.

Projecteur Opel-Signum

1 Module de pivotement bi-xénon
2 Éclairage de virage statique
3 Module de puissance d'éclairage
4 Calculateur
5 Ballast pour xénon



Conseils de manipulation de l'éclairage de virage

Conséquence en cas de panne

- → Pas d'éclairage des virages avec le système d'éclairage dynamique
- → Pas d'éclairage des virages avec le système d'éclairage statique
- → Allumage du voyant sur le tableau de bord

Diagnostic des défauts

- → Le fonctionnement de l'éclairage de virage dynamique peut être contrôlé à vitesse lente et par un léger braquage du volant.
- → Le fonctionnement de l'éclairage de virage statique peut être contrôlé en mettant le clignotant et en effectuant un mouvement giratoire alternatif (à une vitesse de 40 km/h maxi).
- → Pour certains véhicules, par exemple l'Opel Vectra C, il est également possible de diagnostiquer le système à l'aide d'un outil de diagnostic (voir ill. ci-dessus).

La diode électroluminescente dans le domaine automobile : efficace, puissante, durable

On trouve des diodes électroluminescentes dans presque chaque domaine de la vie quotidienne. Elles se caractérisent par une multitude de propriétés positives, raison pour laquelle elles prennent de plus en plus d'importance, notamment dans le secteur automobile. Chez certains constructeurs, les diodes électroluminescentes sont même déjà installées en série et servent de moyens d'éclairage intérieurs et extérieurs. L'histoire de la diode électroluminescente remonte à plus de 100 ans...

Quatre scientifiques ont participé de façon prépondérante à l'invention et au développement de la diode électroluminescente (LED). Le véritable inventeur est Henry Joseph Round. En 1907, il découvre que des matières inorganiques peuvent donner de la lumière grâce à une tension électrique. Le physicien russe Oleg Vladimirovich Losev étudie aussi, de son côté, le même phénomène en 1921. En 1935, le scientifique George Destriau découvre un peu par hasard un phénomène lumineux sur le sulfure de zinc, qu'il appelle la «lumière de Lossew». Diverses sources mentionnent Nick Holonyak comme inventeur de la diode électroluminescente.

Ce dernier n'étudiait toutefois pas les semi-conducteurs, mais plus particulièrement les diodes électroluminescentes organiques «OLEDs» (Organic Light Emitting Diode).

L'évolution de la diode électroluminescente

- → **1907** Henry Joseph Round découvre l'effet physique de l'électroluminescence.
- → **1951** Grande avancée dans la physique des semi-conducteurs grâce au développement du transistor, qui explique l'émission de lumière. Premiers essais avec des semi-conducteurs.
- → **1957** L'arséniure de gallium (GaAs) et le phosphure de gallium (GaP) sont étudiés de façon approfondie. Sous tension, les deux matériaux émettent une lumière rouge .
- → **1962** La première diode luminescente rouge de type GaAsP est disponible.
- → **1971** Des LED existent aussi maintenant en vert, orange et jaune.
- → **1992** Shuji Nakamura produit, à l'aide de SiC (carbure de silicium), de la lumière bleue. Un large spectre de couleurs est donc à disposition.
- → **1993** Des diodes InGaN efficaces, qui émettent dans un spectre bleu et vert, sont disponibles.
- → **1995** Lancement des premières LED à lumière blanche (par conversion de luminescence).

Du troisième feu stop au projecteur 100% LED

La technologie à LED n'est utilisée que depuis quelques années seulement pour l'éclairage extérieur des véhicules particuliers. Alors qu'au début, les diodes électroluminescentes étaient uniquement utilisées dans l'habitacle et pour les feux arrière, on les trouve également depuis peu en série à l'avant du véhicule. Grâce à leur évolution technique, elles constituent des moyens d'éclairage idéaux, notamment dans l'industrie automobile.

2011 Projecteur 100% LED disponible dans l'Audi A6 (avec fonction AFS)

2010 Projecteur 100% LED disponible au choix dans l'Audi A8 (avec fonction AFS)

2010 Projecteur 100% LED disponible dans l'Audi A7. Mercedes se décide également pour la technologie LED et l'introduit dans la CLS (Mercedes-Benz C 218) en option.

2008 HELLA introduit le projecteur 100% LED dans la Cadillac Escalade Platinum (lancement Etats-Unis 2009).

2006 La R8 (Audi/Automotive Lighting) est le premier véhicule de série équipé d'un projecteur 100% LED. Toutes les fonctions d'éclairage sont réalisées par LED (vente à partir de 2008). Dans la LS 600H, Lexus utilise des LED en série pour l'éclairage code (vente à partir de 2007).

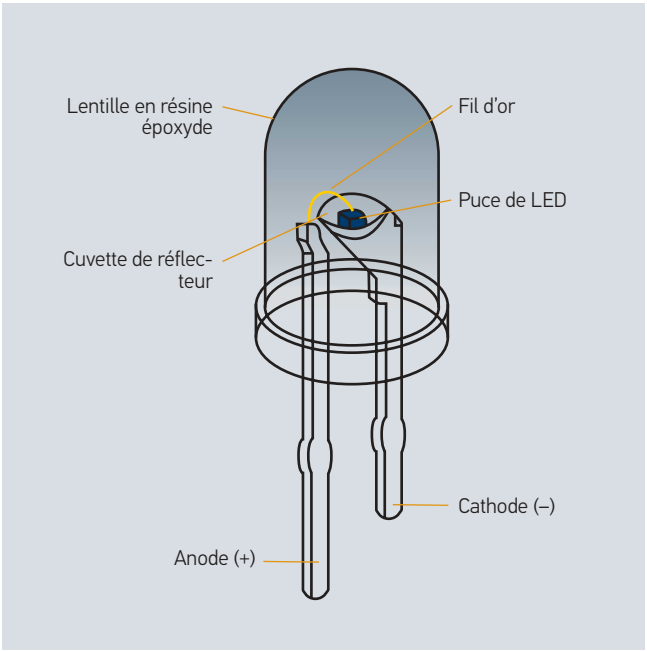
2005 HELLA présente le premier projecteur à LED bicolore au monde (prototype Golf V) et produit le feu arrière 100% LED (par exemple Golf V Plus).

2004 Les LED sont installées en série dans le bloc avant (projecteurs Audi A8 W12 ; comme module dans Audi S6 / Porsche 911).

2003 HELLA présente le premier projecteur principal 100% LED autorisé par la loi.

2000 Feux arrière de combinaison - feux de position arrière, clignotant et stop - disponibles (Cadillac DeVille). Feux arrière avec fonctions partielles à LED disponibles.

1992 Toute première utilisation de LED dans l'éclairage extérieur de véhicules (troisième feu stop)



Principes de base des LED – Définition, structure et fonctionnement

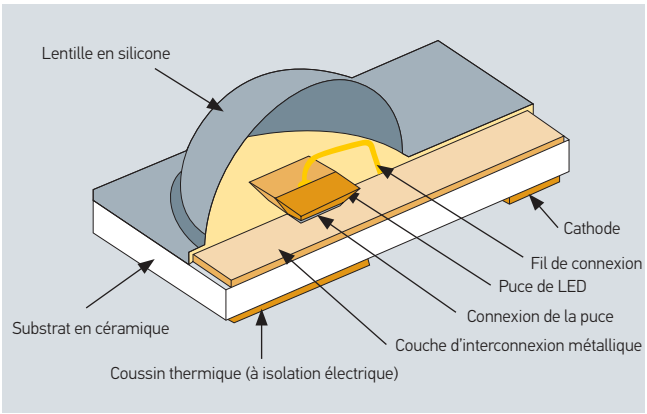
La diode électroluminescente est également appelée diode luminescente ou, en abrégé, LED. LED est l'abréviation de «Light Emitting Diode» (diode émettant un rayonnement lumineux), car elle transforme l'énergie électrique en lumière. D'un point de vue physique, elle est une source de lumière froide et un composant semi-conducteur électronique de l'opto-électronique dont la conductibilité se situe entre celle des conducteurs (par exemple métaux, eau, graphite) et des non-conducteurs (par exemple non-métaux, verre, bois).

Structure

Il existe des diodes électroluminescentes dans les tailles, les formes et les couleurs les plus diverses, adaptées à chaque besoin. La variante classique (LED standard) présente une forme similaire à un cylindre et est fermée par une hémisphère à l'endroit où la lumière sort.

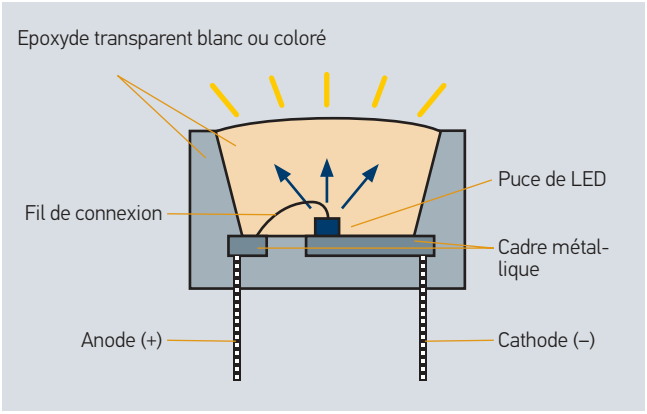
Les diodes électroluminescentes simples sont constituées des éléments suivants :

- → puce de LED
- → cuvette de réflecteur (avec contact avec la cathode)
- → fil d'or (contact avec l'anode)
- → lentille en plastique (unit et fixe les composants)



Peu encombrante et résistante : la diode à hautes performances

Les diodes à hautes performances présentent une grande pièce brute métallique qui assure une meilleure régulation thermique. Comme la chaleur est plus facilement dissipée, davantage de courant peut parcourir la diode, le rayonnement lumineux s'effectue sur une plus grande surface et la puissance lumineuse est plus élevée. Comparativement à une simple LED de 5 mm, la résistance thermique est réduite de dix fois. Dans la pratique, cela signifie qu'une diode à hautes performances, comme par exemple la Luxeon Rebel, présente une surface d'émission carrée d'approximativement 1 mm et un rendement d'environ 40-100 Lumen. Le contraste avec les propriétés d'une LED standard 5 mm normale est net : avec une taille de 0,25 mm et une puissance de moins de 0,1 W et 20-30 mA, celle-ci atteint seulement un rendement de 1-2 Lumen.



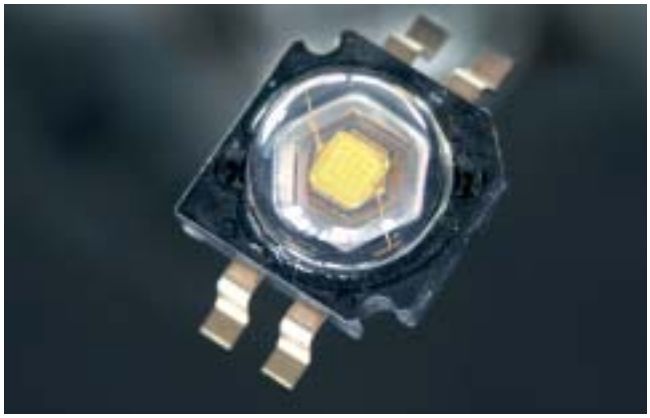
La forme des LED, petite et plate, offre un grande liberté de création pour la réalisation de designs de produit novateurs : par exemple les modules d'éclairage diurne «LEDayFlex» pour véhicules légers, poids lourds et caravanes.

Conceptions
Il existe différents types et différentes formes de diodes électroluminescentes. Selon le domaine d'utilisation, elles se distinguent de par leur structure, leur puissance et leur durée de vie. Parmi les principales LED, on trouve :

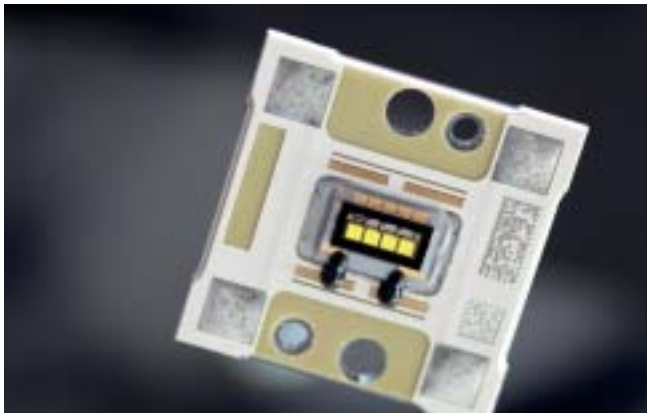
1. Diodes électroluminescentes à broches
Les précurseurs de toutes les LED sont les diodes électroluminescentes à broches, qui étaient prioritairement utilisées à des fins de contrôle. En combinaison avec plusieurs LED, on les utilise aujourd'hui pour les spots, les tubes fluorescents, les modules ou les tubes à LED. Elles sont disponibles dans les tailles 3, 5 et 10 mm. On reconnaît la cathode, le pôle négatif d'une LED à broches, au fait qu'elle est plus courte que l'anode (pôle positif) et que l'enrobage en plastique est aplati. L'angle de sortie de la lumière est défini par la forme de la lentille du boîtier.

2. SuperFlux
Les LED SuperFlux, qui possèdent jusqu'à quatre puces (cristaux semi-conducteurs), sont plus puissantes que les LED à broches simples. Les modèles «Piranha» et «Spider» font partie de ceux couramment utilisés. Elles se caractérisent par un important angle de rayonnement et sont notamment utilisées dans le domaine de l'éclairage de surface, étant donné que l'émission de la lumière est surfacique. Quatre contact pouvant être commandés séparément assurent une bonne dissipation de la chaleur. La structure de la «High Flux» garantit une durée de vie élevée et fait d'elle un moyen d'éclairage efficace pouvant être utilisé de façon universelle.

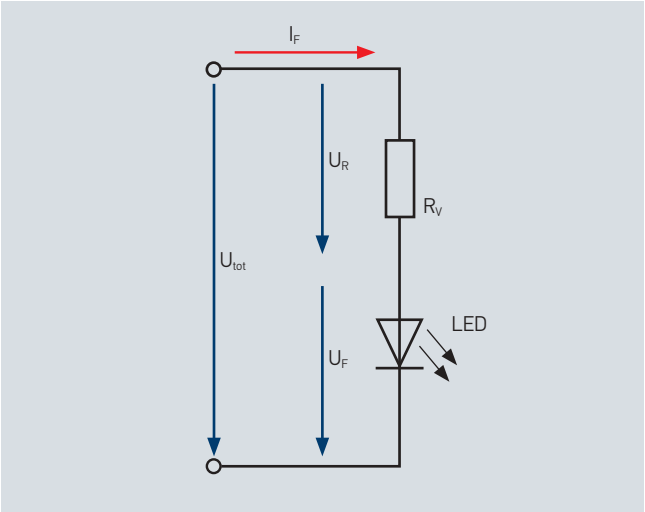
3. SMD
SMD est l'abréviation de «Surface Mounted Device» et signifie que cette diode est utilisée dans le domaine du montage en surface. Les LED SMD sont généralement composées de trois à quatre puces et possèdent des contacts à braser qui sont brasés sur le circuit imprimé ou la surface de connexion en question. Elles sont relativement insensibles aux fluctuations de la densité du courant et peuvent donc toujours assurer un éclairage intense. Les modèles de LED SMD sont très divers. Il existe de multiples possibilités de taille, de forme du boîtier et d'intensité du flux lumineux. En combinaison avec d'autres diodes SMD, on les utilise dans les tubes fluorescents ou les modules à LED. Dans l'industrie automobile, elles sont prioritairement utilisées pour les feux clignotants, stop ou diurnes.



4. High Power
Les LED High-Power sont des diodes électroluminescentes puissantes et résistantes qui, dans des conditions de service optimales, peuvent fonctionner avec des courants de 1000 mA. Elles sont la plupart du temps utilisées sur des circuits imprimés à âme métallique. Leur forme hors-norme nécessite des exigences de gestion thermique accrues.



5. COB
La LED «Chip On Board» (COB) est la diode électroluminescente la plus évoluée. Elle porte ce nom car elle est fixée directement sur la carte. Ceci s'effectue par «regroupement», les puces étant fixées sur le circuit imprimé dorée de façon entièrement automatique. Le contact avec le pôle opposé a lieu via un fil en or ou en aluminium. Comme les LED COB n'utilisent ni réflecteur, ni optique lenticulaire, l'angle de rayonnement de la lumière émise est très important. Les principaux avantages de la technologie COB se situent dans son puissant pouvoir d'éclairement, son éclairage homogène et ses nombreux domaines d'application possibles.



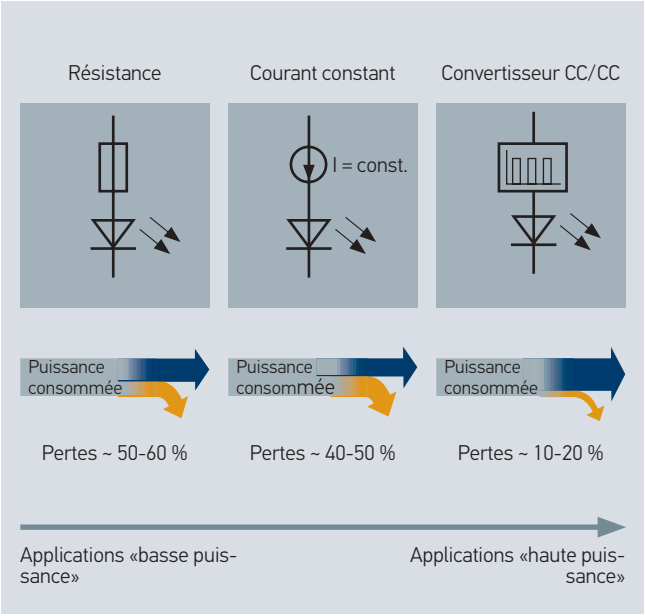
Propriétés électriques –
Pourquoi un courant trop important est préjudiciable

Lorsqu'une tension est appliquée à une diode électroluminescente, sa résistance descend à zéro. Les diodes électroluminescentes sont des composants extrêmement sensibles chez lesquels le moindre dépassement du niveau d'intensité de courant autorisé entraîne leur destruction. Il est donc impératif de veiller à ce que les diodes électroluminescentes ne soient jamais directement appliquées contre une source de tension. C'est seulement lorsqu'un limiteur de courant ou une résistance série est monté(e) dans le circuit électrique qu'elles peuvent être raccordées. Sur les LED à hautes performances, la commande s'effectue via une électronique de ballast qui fournit un courant constant.

Le graphique ci-contre montre le circuit électrique qui est nécessaire pour une puissance de fonctionnement optimale des LED. Dans le cas présent, une résistance série sert de limiteur, lequel contrôle le courant à l'état passant I_F qui parcourt la diode électroluminescente. Pour sélectionner la résistance en conséquence, il faut au préalable déterminer la tension à l'état passant U_F.

$$R_V = \frac{U_{tot} - U_F}{I_F}$$

Pour calculer la résistance série R_V, on a besoin de la tension totale, de la tension à l'état passant et du courant à l'état passant. Les valeurs sont ensuite appliquées dans la formule ci-contre :

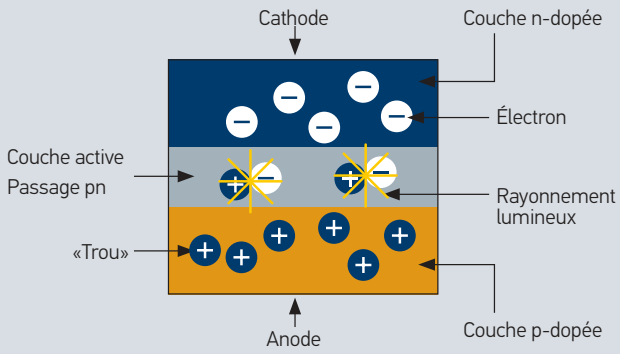


Trois possibilités de commande des LED

Commande des LED

Comme les LED n'ont besoin que de peu de courant, elles donnent de la lumière dès l'instant où elles reçoivent seulement une fraction (quelques mA) du courant à l'état passant autorisé. Cela suffit généralement à produire la lumière nécessaire. Comme déjà indiqué, il existe différentes possibilités d'utiliser les LED, selon l'application envisagée.

Trois de ces possibilités sont présentées ci-contre.



Mais de quoi est composée une LED ?
Une LED se compose essentiellement de plusieurs couches de composés semi-conducteurs. Les semi-conducteurs, comme par exemple le silicium, sont des matériaux qui, par leur conductibilité électrique, se situent entre les conducteurs - comme par exemple les métaux argent et cuivre - et les non-conducteurs (isolants) - comme par exemple le Téflon et le verre de quartz. La conductivité des semi-conducteurs peut être fortement influencée par un montage ciblé de corps étrangers électriquement actifs (dopage). Les différentes couches de semi-conducteurs forment ensemble la puce de LED. La manière dont sont assemblées ces couches (différents semi-conducteurs) détermine grandement l'efficacité lumineuse des LED et la couleur de la lumière. Cette puce de LED est enrobée d'un plastique (lentille de résine époxy), qui est responsable de la caractéristique d'émission de la LED - et qui sert en même temps à la protection de la diode.

Lorsqu'un courant parcourt la LED dans le sens de débit (de l'anode + à la cathode –), de la lumière est générée (émise).
Le principe de fonctionnement est expliqué dans la figure ci-contre : la couche n-dopée est préparée en incorporant des atomes étrangers pour obtenir un excès d'électrons Seul un petit nombre de ces porteurs de charge sont présents dans la couche p-dopée. Cela produit ce qu'il est convenu d'appeler des trous d'électron. Lorsqu'une tension électrique (+) est appliquée à la couche p-dopée et à la couche n-dopée (-), les porteurs de charge se dirigent les uns vers les autres. Au passage pn, cela aboutit à une recombinaison (réunification de particules de charge opposée pour former une entité neutre). Lors de ce processus, l'énergie est libérée sous forme de lumière.

Caractéristiques de base

Durée de vie : comment l'évolution de la température influe sur la durée de vie?
Lorsqu'on parle de la durée de vie ou encore de la dégénération de la lumière d'une LED, on pense à la durée pendant laquelle la diode éclaire avant que son pouvoir d'éclairage atteigne la moitié de la valeur d'intensité lumineuse initiale. Le bon fonctionnement d'une LED dépend de plusieurs facteurs. Le matériau semi-conducteur utilisé est tout aussi important que les conditions d'utilisation ou la dégénération du cristal de silicium.

On ne peut toutefois pas fixer de façon universelle la durée de vie effective d'une LED. Si les LED standard tiennent jusqu'à 100 000 heures, la durée d'utilisation des LED à hautes performances est environ deux à quatre fois moins longue (25 000 - 50 000). Si les deux types de diodes étaient allumés sans interruption, leur durée de fonctionnement continu pourrait être respectivement de onze années et de deux années.

La durée de vie dépend grandement du lieu d'utilisation et de la densité de courant délivrée. Car plus le flux de courant est élevé, plus la diode se réchauffe. Cela conduit à une réduction de la durée de vie. La température ambiante influe également sur la durée de vie, car plus il fait généralement chaud, plus la diode tombe en panne tôt. En principe, il est un fait pour toutes les diodes électroluminescentes que l'intensité du rayonnement lumineux diminue de façon continue au fil du temps. Ceci est un avantage car à la différence des lampes traditionnelles (ampoule, halogène), une LED permet de ne pas se retrouver soudainement dans l'obscurité. Même si son pouvoir d'éclairage décline, elle ne tombe jamais en panne d'un seul coup dans des circonstances normales. Enfin, avec le temps, les plastiques des lentilles habituellement utilisés sur la plupart des LED deviennent troubles, ce qui influe également négativement sur l'efficacité lumineuse.

Principaux facteurs ayant une influence sur la durée de vie
- → Température
- → Intensité du courant
- → Dégénération du cristal de silicium

La gestion thermique
La gestion thermique joue un rôle majeur dans le cadre de l'utilisation de diodes électroluminescentes dans la mesure où ces composants réagissent de manière très sensible à la chaleur.

Les diodes électroluminescentes sont des sources de lumière froide car elles émettent certes de la lumière, mais presque aucun rayonnement UV ou IR. La lumière émise agit froidement et ne réchauffe pas les objets irradiés. La LED est toutefois réchauffée par le processus de génération de lumière. Jusqu'à 85% de l'énergie est transformée en chaleur. Plus la température est faible, plus l'éclairage de la LED est clair et long. Un refroidissement adéquat doit donc impérativement être assuré. Et outre la chaleur produite elle-même, il faut également tenir compte des autres sources de chaleur à proximité des projecteurs ou des feux, comme par exemple la chaleur du moteur, le rayonnement solaire, etc. Différentes techniques destinées à augmenter la transmission ou la dissipation de la chaleur sont donc utilisées aujourd'hui, en fonction de la LED et de l'usage prévu.

Exemples
a) dissipateur thermique à ailettes (voir ill. à gauche)
b) dissipateur thermique à broches
c) dissipateur thermique avec «échangeur à tube»

Généralement, il est également possible de réguler le courant des LED. Dans des conditions extrêmes, la puissance des LED peut être réduite jusqu'à une certaine mesure afin de diminuer la production de chaleur.

Pour augmenter encore davantage le refroidissement, la circulation d'air est accrue grâce à des ventilateurs axiaux ou radiaux entre les éléments de refroidissement. Voici (ci-contre) le ventilateur axial de l'Audi A8.

Les avantages des LED

Les diodes électroluminescentes ont de quoi convaincre à bien des points de vue. A l'achat, elles sont certes plus chères que des lampes à incandescence ou halogènes normales, mais l'investissement devient très rapidement rentable. L'industrie automobile a su tirer profit des propriétés positives des LED, qu'elle introduit de plus en plus souvent dans les nouveaux véhicules au regard des avantages - mentionnés ci-après - qu'elles offrent :

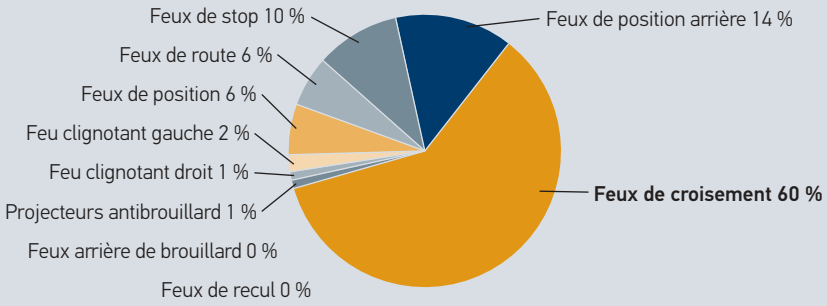
Source lumineuse	Flux lumineux [lm]	Efficacité [lm/W]	Température de couleur [K]	Luminance [Mcd/m²]
Lampe à incandescence classique W5W	~ 50	~ 8	~ 2700	~ 5
Lampe halogène H7	~ 1100	~ 25	~ 3200	~ 30
Lampe à décharge D2S	~ 3200	~ 90	~ 4000	~ 90
LED 2,5 Watt	~ 120 (2010) ~ 175 (2013)	~ 50 (2010) ~ 70 (2013)	~ 6500	~ 45 (2010) ~ 70 (2013)

Principaux avantages

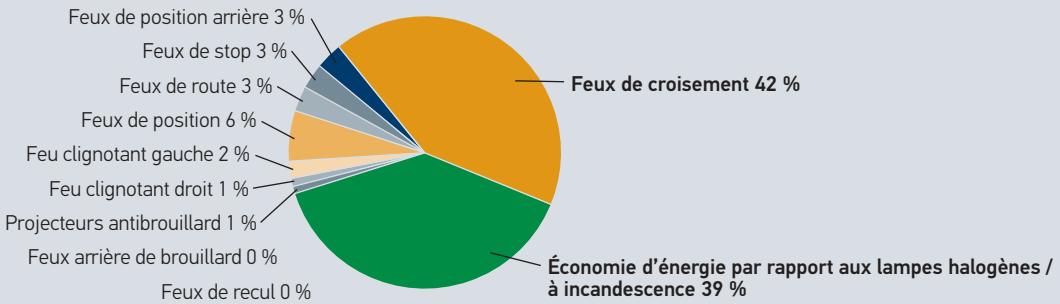
- → Faible consommation d'énergie
- → Longue durée de vie
- → Résistance aux chocs et aux vibrations
- → Dégagement de chaleur réduit
- → Pas de coûts de maintenance ou de nettoyage
- → Sans mercure
- → Bonne limitation de l'éblouissement
- → Commutables et modulables sans inertie
- → Restitution de lumière de haute qualité
- → Multiples formes (utilisables presque partout)
- → Agencement personnalisé du moyen d'éclairage
- → La température de lumière subsiste en cas de diminution de l'intensité de l'éclairage
- → Couleur de lumière réglable
- → Faibles coûts de production
- → Quantité de lumière/puce accrue
- → Extrêmement peu de défaillances prématurées
- → Très peu encombrantes
- → Pas de rayonnement UV ou IR
- → Faible puissance absorbée
- → Lumière orientée – émetteur de Lambert avec angle de rayonnement de 120°
- → Saturation de couleur élevée

Optimiser la consommation d'énergie et les potentiels d'économie grâce aux LED

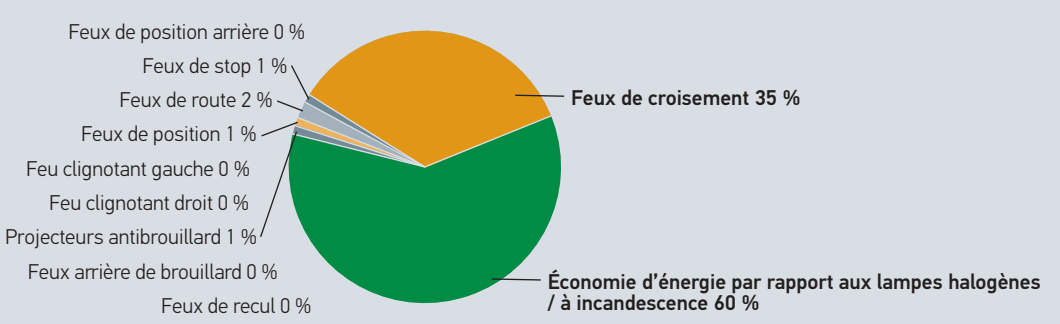
La protection de l'environnement et l'augmentation des prix du carburant sont les deux arguments les plus forts qui expliquent pourquoi le sujet des économies d'énergie est plus que jamais d'actualité. Aujourd'hui, le principal critère entrant en ligne de compte lors de l'achat d'un nouveau véhicule est clairement la consommation de carburant. Mais trop souvent, le potentiel d'économie relatif au besoin en énergie du système d'éclairage du véhicule est négligé.



Le graphique ci-dessus représente le besoin d'énergie (base 100%) d'un véhicule équipé d'une combinaison de lampes à incandescence (feux arrière) et de lampes halogènes (projecteurs). On voit facilement qui est le plus gros consommateur de courant. 60 % des dépenses d'énergie sont dédiées aux seuls feux de croisement.



Rien qu'en utilisant une combinaison de feux au xénon et de LED, on peut réduire de 39 % le besoin en énergie.



Si l'on table uniquement sur un éclairage à LED, la consommation d'énergie s'en trouve réduite de 60%.

Économies de carburant réalisées avec la combinaison de différents moyens d'éclairage

Consommation de carburant et émissions de CO_2 pour une durée de fonctionnement moyenne de l'éclairage

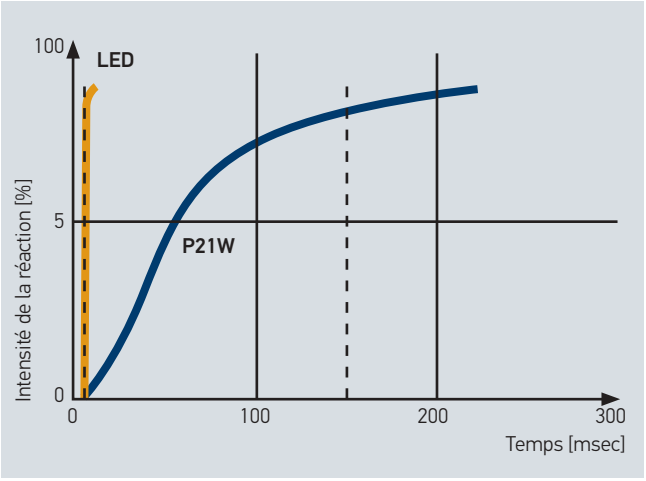
Configuration du véhicule (projecteur/feu arrière)	Consommation carburant [l/100 km]	Émissions de CO_2 [kg/100 km]	Réduction
Halogène / conventionnel	~ 0,126	~ 0,297	–
Xénon / LED	~ 0,077	~ 0,182	39 %
LED / LED (potentiel pour 2015)	~ 0,051	~ 0,12	60 %

Consommation de carburant supplémentaire et émissions de CO_2 pour éclairage diurne

Système d'éclairage diurne	Consommation carburant [l/100 km]	Émissions de CO_2 [kg/100 km]	Réduction
Projecteur halogène	~ 0,138	~ 0,326	–
LED (fonction éclairage dirune séparée)	~ 0,013	~ 0,031	91 %

Consommation de carburant selon la configuration de l'éclairage (véhicule d'origine)

Comparaison moyens d'éclairage	Consommation de carburant
Configuration halogène / lampe à incandescence	0,10 – 0,25 l /100 km
Configuration xénon / LED	0,05 – 0,15 l /100 km
Configuration 100% LED (potentiel 2015)	0,03 – 0,09 l /100 km



Réduction de la distance de freinage : la voie à suivre est celle des LED

Le nombre de véhicules immatriculés croît dans le monde entier. Et l'augmentation de la densité du trafic aboutit de plus en plus fréquemment à des collisions par l'arrière. Pour éviter ces accidents, il est très important que les signaux lumineux provenant du conducteur soient perçus rapidement. S'il faut jusqu'à 0,2 seconde à une lampe à incandescence normale pour s'allumer, une LED réagit directement. Elle n'a besoin d'aucune phase d'échauffement et s'allume dès l'instant où la pédale de frein a été actionnée. Le véhicule situé derrière peut ainsi réagir plus rapidement au freinage du véhicule situé devant.

Exemple

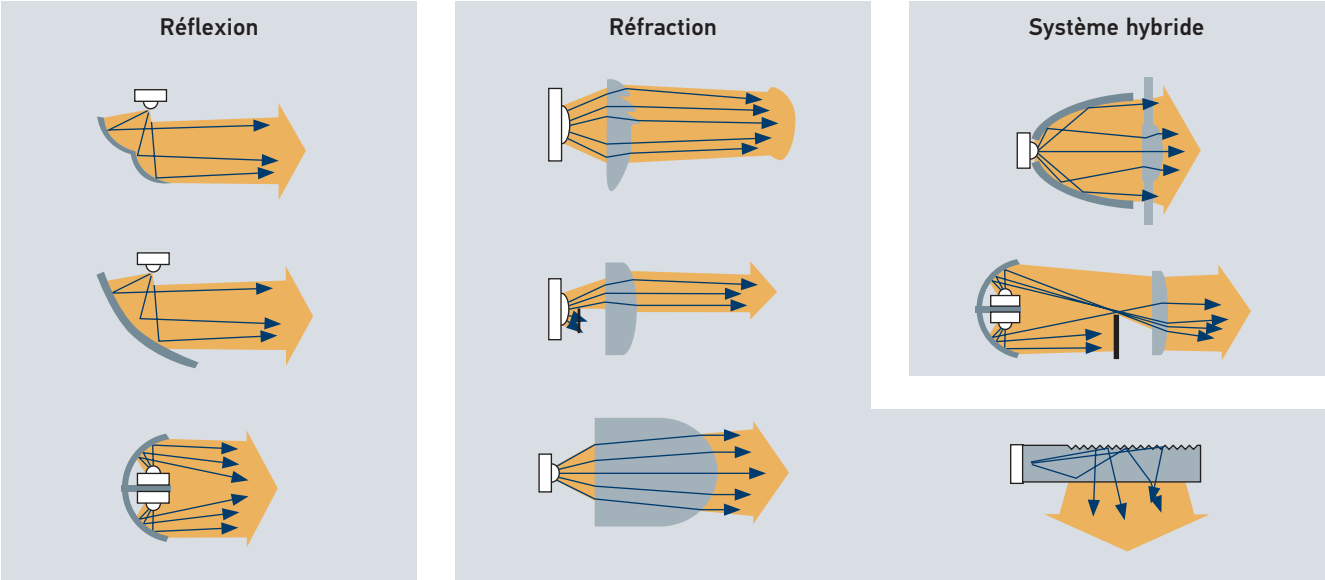
Deux voitures roulent à une vitesse de 100 km/h (distance de sécurité : 50 m) l'une derrière l'autre. Le véhicule situé devant freine ; le conducteur du véhicule situé derrière peut, grâce à l'allumage immédiat des LED, réagir quasiment au même moment et freiner. La distance de freinage est ainsi réduite de presque 5 mètres. La sécurité s'en trouve considérablement accrue.

L'avenir avec les LED, ce sont des conditions d'éclairage optimales à bord du véhicule
En raison de leurs coûts d'achat élevés, les LED ne sont certes jusqu'à maintenant utilisées que dans le segment haut de gamme de l'industrie automobile, mais à long terme, elles s'imposeront partout. Car outre les aspects économiques, il existe surtout des raisons techniques à passer à un montage en série des LED.

Les diodes électroluminescentes séduisent par leur fonctionnalité, leur performance technique et leurs excellents résultats d'éclairage. Elles permettent de ménager les ressources énergétiques et assurent une sécurité plus élevée dans le trafic routier. Leur couleur proche de la lumière du jour permet en outre une perception subjective agréable et améliorée de l'éclairage.

Le marché des LED pour les feux et projecteurs va se développer durablement dans deux directions : d'un côté, le segment haut de gamme, qui exige une fonctionnalité élevée et une excellente puissance d'éclairage, va gagner en importance. Et de l'autre côté, le secteur motivé par des critères économiques et écologiques, qui exige des solutions rentables en plus d'une faible consommation d'énergie, sera stimulé.
Sophistiquées, fonctionnelles, économiques : les LED offrent de multiples possibilités.

Une compétence optimale en matière d'éclairage
Depuis 2010, l'Audi A8 est, au choix, disponible avec un projecteur 100% LED. Dix lentilles de projection assurent un éclairage code hors pair. L'éclairage diurne présente également une caractéristique unique en son genre dans la mesure où il a été combiné à la fois avec les feux clignotants et les feux de position. Les fonctions de l'AFS permettent une adaptation individuelle des fonctions d'éclairage aux conditions du moment, étant donné que différentes LED peuvent être activées ou désactivées. En mode voyage, certaines LED sont désactivées dans les pays où la conduite se fait à gauche. La technologie à LED rend la conception d'un projecteur très complexe. Comparativement aux projecteurs antérieurs, le nombre de composants présents dans le projecteur est nettement plus élevé.



Exemples de techniques d'orientation de la lumière

Les optiques de LED dans l'automobile
Il existe différentes méthodes permettant d'orienter la lumière dans une certaine direction. Les principaux procédés d'orientation de la lumière dans l'éclairage automobile sont la réflexion, la réfraction et le système hybride (combinaison de la réflexion et de la réfraction).

Représentation des fonctions d'éclairage

Éclairage code

Éclairage route

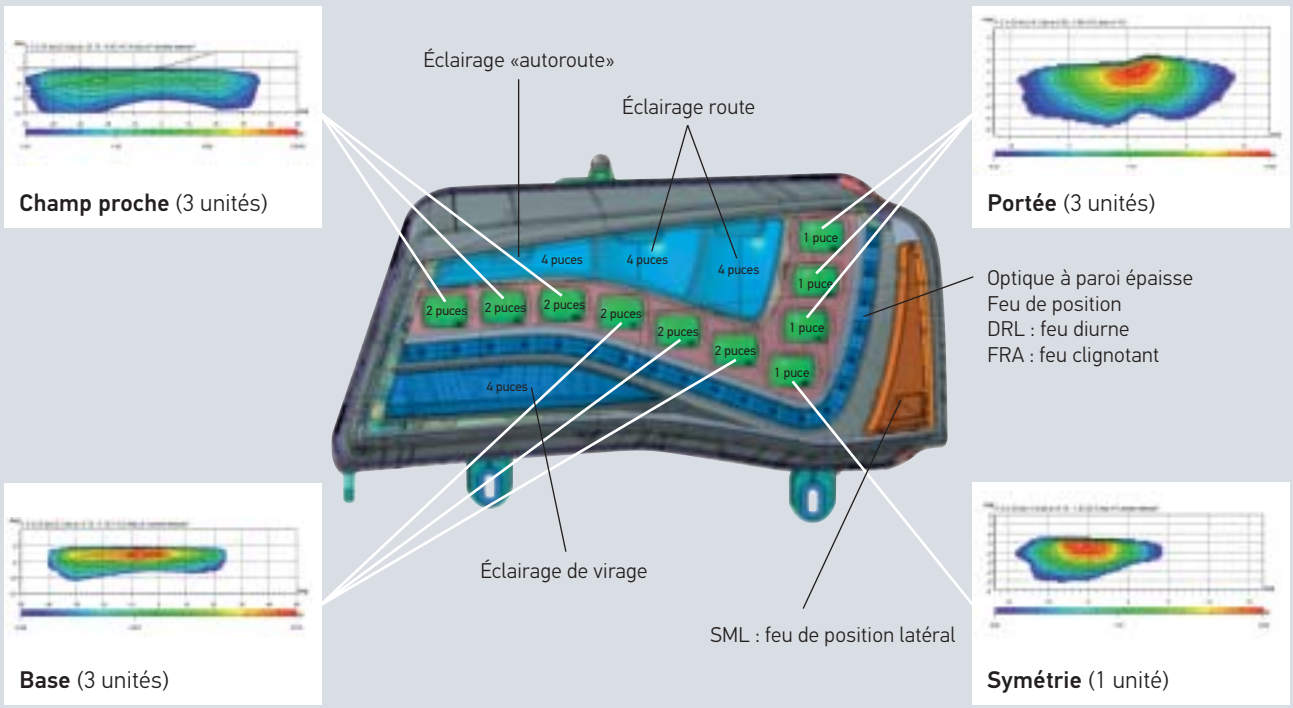
Éclairage «autoroute»

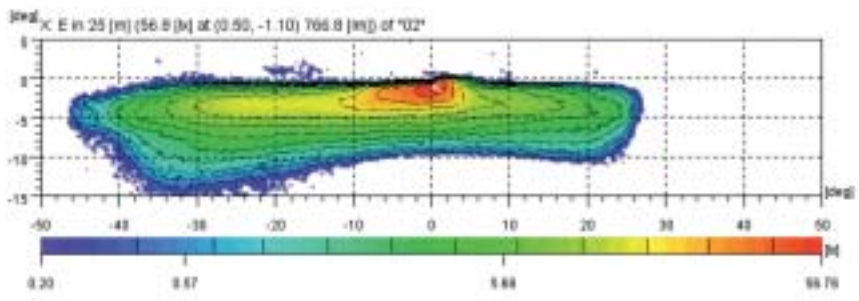
Éclairage «mauvais temps»

Éclairage diurne et fonction «appel de phares»

Feux clignotants

Sur le projecteur de l'Audi A8, divers modules à LED génèrent les différentes fonctions d'éclairage. Selon les conditions de circulation, celles-ci sont activées ou désactivées.





Éclairage code complet

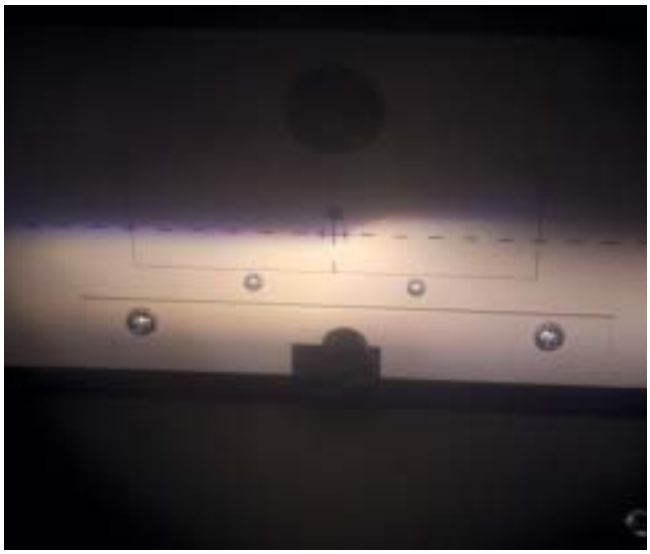
Des modules d'éclairage combinés génèrent la lumière

Le projecteur de l'Audi A8 possède dix modules à LED qui sont responsables de la fonction d'éclairage code. Chaque module est responsable d'un certain type d'éclairage de la chaussée. Tous les modules possèdent donc des lentilles optiques de différentes formes afin de remplir cette fonction de façon optimale. Ceci est expliqué dans le graphique ci-dessus. La répartition lumineuse typique est obtenue lorsque tous les modules sont allumés en même temps.

Réglage de l'éclairage du projecteur à LED suivant l'exemple de l'Audi A8

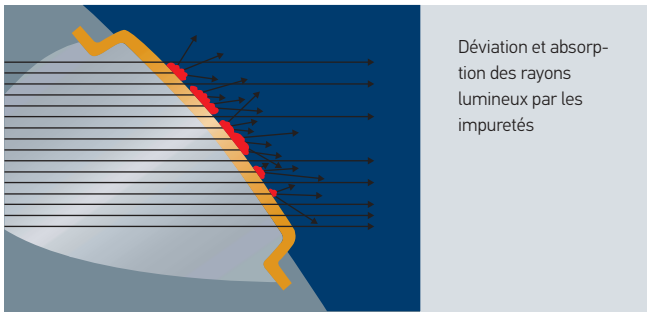
Tous les projecteurs à LED peuvent généralement être ajustés à l'aide d'un appareil de réglage des projecteurs normal. Lors du contrôle et du réglage de la répartition lumineuse, les projecteurs à LED dotés d'une seule lentille optique (éclairage code) sont traités de la même façon que tous les autres projecteurs dotés d'une seule source lumineuse. Sur certains projecteurs présentant plusieurs sources lumineuses, il faut tenir compte d'une spécificité. En raison de la forme de certains projecteurs, la lentille convergente de l'appareil de réglage est tout simplement trop petite pour collecter la lumière sortante (éclairage code) de toutes les LED. Dans ces cas-là, il est important de savoir quelle LED est responsable de quelle fonction d'éclairage.

Lors de la préparation du véhicule, il faut impérativement tenir compte des données du constructeur ! Ceci est expliqué avec les feux de croisement de l'Audi A8. Comme indiqué au préalable, trois LED disposées verticalement génèrent à la fois une part symétrique et une part asymétrique de l'éclairage code (voir ill.).

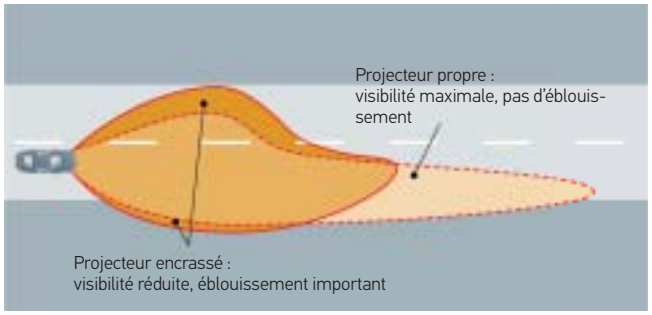


L'appareil de réglage doit donc être aligné sur ces lentilles.
Si l'appareil de réglage des projecteurs est orienté conformément aux spécifications, la répartition lumineuse peut être réglée comme d'habitude (voir ill.).

Les personnes qui se déplacent souvent en voiture connaissent bien le problème. Quand les projecteurs sont encrassés, la chaussée n'est plus éclairée suffisamment. Il faut donc nettoyer régulièrement la glace à la main. Mais les projecteurs s'encrassent rapidement de nouveau à cause de la poussière soulevée par les autres véhicules. Ceci provoque non seulement une réduction de la puissance lumineuse mais aussi un éblouissement des véhicules venant en sens inverse.



Déviation et absorption des rayons lumineux par les impuretés



Conséquences de l'encrassement des projecteurs pour la sécurité

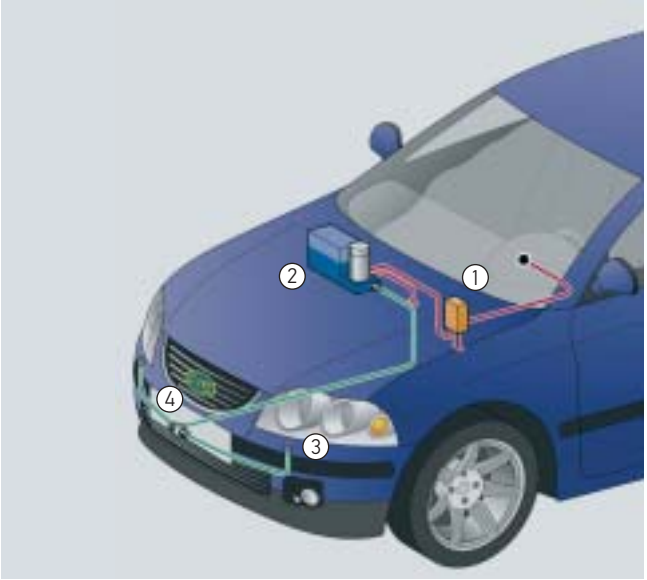
L'encrassement rend les projecteurs de grande intensité lumineuse plus sujets à l'éblouissement. En plus de la correction automatique de portée lumineuse, la législation a donc également imposé des lave-projecteurs pour ces types de projecteurs puissants. Pour le nettoyage des projecteurs, le principe «de projection d'eau» a depuis longtemps triomphé du principe «d'essuie-glace».

Projecteur propre

→ visibilité maximale
→ pas d'éblouissement

Projecteur encrassé

→ visibilité réduite
→ éblouissement important



Architecture d'un lave-projecteurs

Un système lave-projecteurs HELLA complet est composé des éléments suivants :

- → Gicleurs à chambre de turbulence avec répartition variable de l'eau, dans des dispositifs de gicleurs fixes ou télescopiques
- → Valves de commande / valve centrale
- → Ensemble de tuyaux avec système de raccordement encliquetable
- → Réservoir d'eau avec pompe centrifuge
- → Commande : temporisateur électronique ou relais

Composants d'un système lave-projecteurs

1 temporisateur, **2** réservoir d'eau avec motopompe, **3** gicleurs ou gicleurs télescopiques **4** raccord en T ou valve centrale

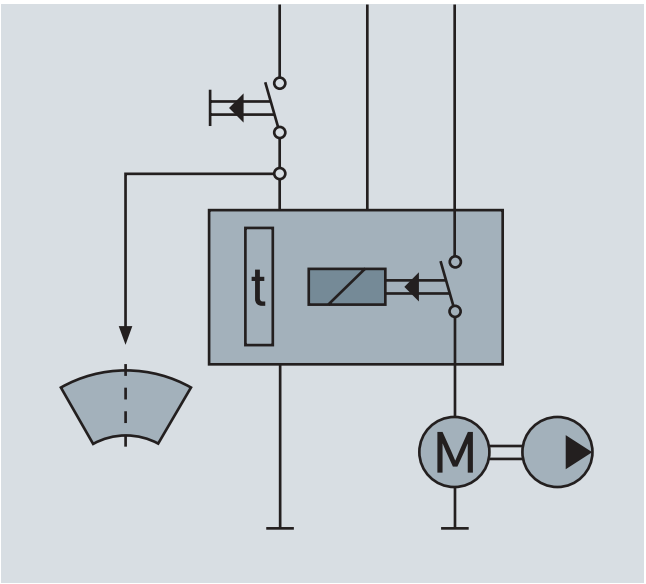
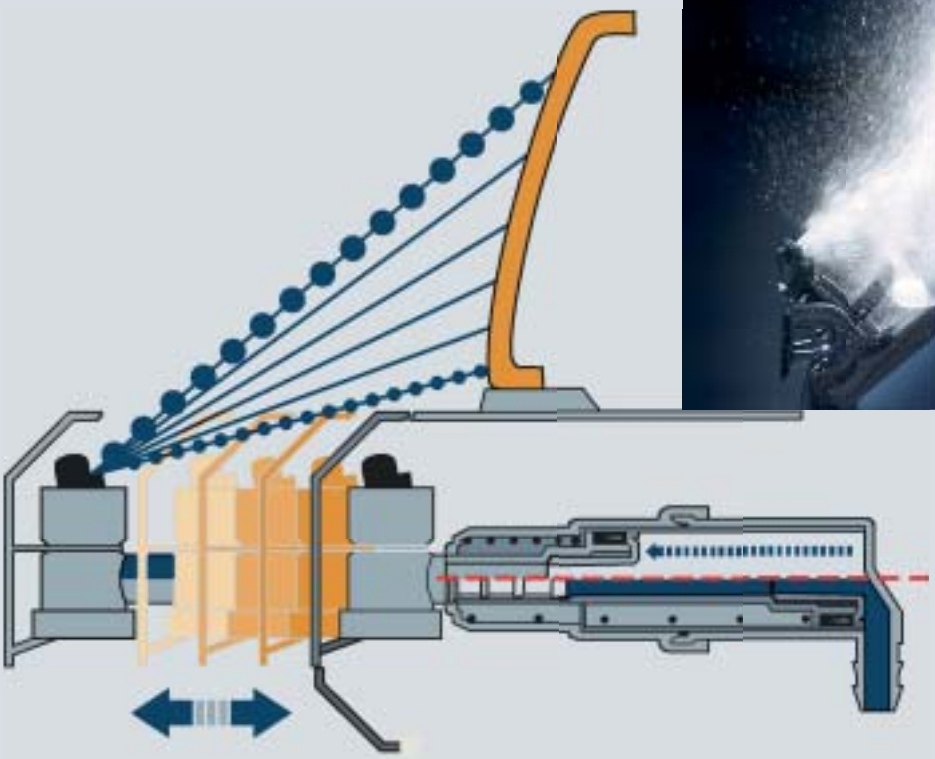


Schéma électrique d'un lave-projecteurs

Principe de nettoyage
Le liquide de nettoyage est pulvérisé à haute pression en forme de cône sur la glace du projecteur. Le cône formé par les gouttes est réalisé à l'aide de gicleurs spéciaux à chambre de turbulence.

L'impact des «micro-gouttes» sur la glace provoque l'enlèvement de l'encrassement et le rinçage.



Gicleur télescopique en fonctionnement

Exemple de fonctionnement d'un dispositif de gicleurs télescopiques
En règle générale, la commande du lave-projecteurs est liée au système de nettoyage du pare-brise. Chaque fois que le conducteur commande le lavage du pare-brise, les projecteurs sont nettoyés en même temps. Ce couplage n'a lieu que si les feux sont allumés. Lorsque la pompe centrifuge est actionnée, elle pousse l'eau dans un cylindre. Le piston de ce cylindre, avec la tête du gicleur, sort en comprimant un ressort et place les gicleurs en position de travail. Tant que les gicleurs ne sont pas en position de travail, une valve empêche l'eau de lavage de sortir des gicleurs. Une fois la position de travail atteinte, la valve s'ouvre et l'eau est pulvérisée sur les projecteurs. A l'arrêt de la pompe, le ressort de rappel replace le piston en position de repos. Dans un système à gicleurs fixes, une impulsion de lavage dure environ 0,5 sec. Avec des gicleurs télescopiques, une impulsion dure environ 0,8 sec (en raison du temps de sortie).

Conseils de manipulation des lave-projecteurs
Avec certains produits de nettoyage, il se peut qu'un moussage très important se produise en cas de dosage excessif, dans la mesure où cet effet est encore amplifié par les gicleurs à chambre de turbulence.

- → La mousse peut adhérer très longtemps au projecteur et gêner ainsi la répartition de la lumière.
- → Il faut donc toujours respecter le bon rapport de mélange entre l'eau et le produit de nettoyage.

Une défaillance du système peut avoir les raisons suivantes :

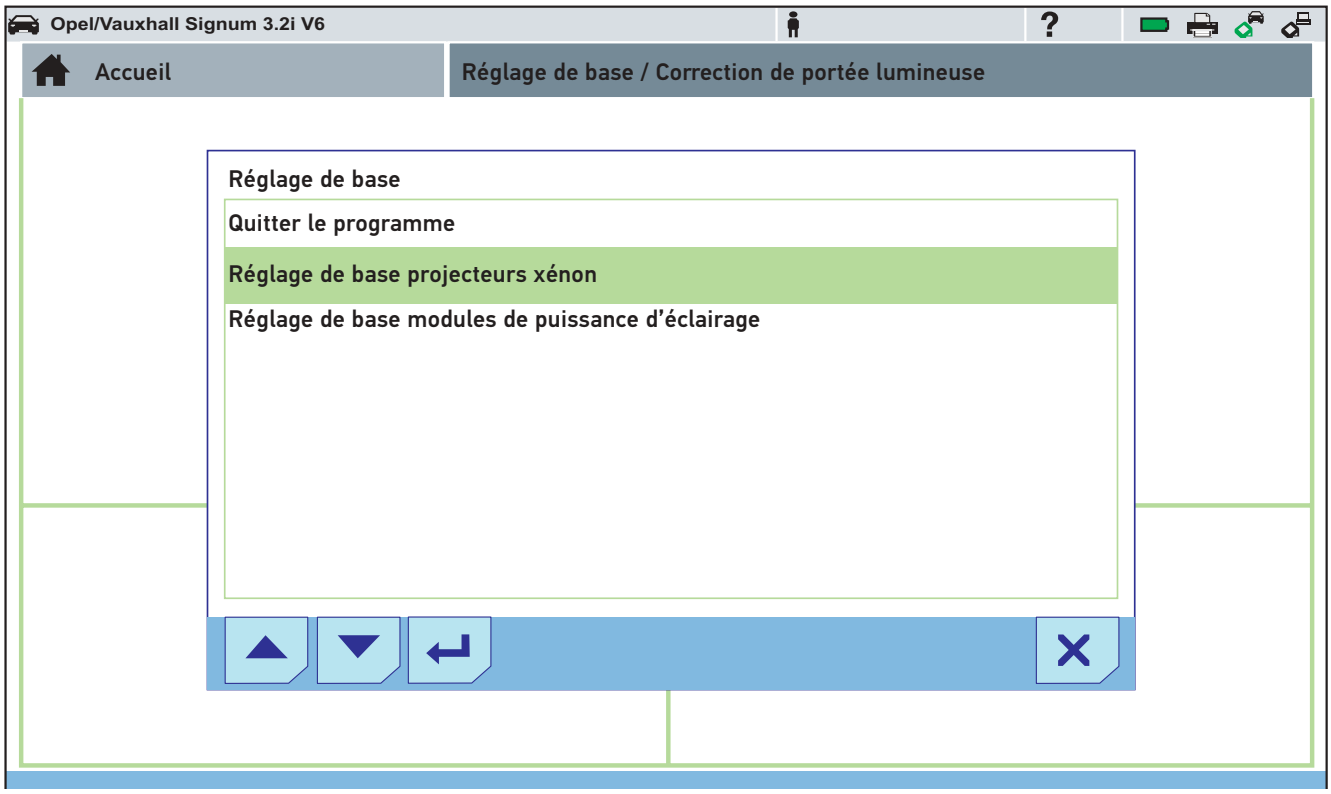
- → la pompe centrifuge ne fonctionne pas
- → tuyau non étanche
- → valve bouchée ou défectueuse
- → gicleur bouché
- → bras télescopique endommagé

Diagnostic des défauts
Si la pompe ne fonctionne pas lors de l'activation de la fonction lavage (fonctionnement clairement audible), vérifier l'alimentation en tension et le fusible.

Si le jet d'eau «conique» ne couvre qu'un côté ou s'il est très faible et que la pompe fonctionne, les causes suivantes sont possibles :

- → **Éventuelle inversion de polarité** de la motopompe : vérifier la polarité car les pompes centrifuges fonctionnent dans les deux sens ; seule la puissance hydraulique est différente.
- → **Système non purgé :** purger entièrement le système en l'activant plusieurs fois de suite sans interruption.
- → **Tuyau plié ou non étanche :** vérifier le cheminement du tuyau, modifier si besoin. Boucher les fuites ou réparer le tuyau.
- → **Gicleurs ou valves bouché(e)s :** rincer le système pour éliminer les corps étrangers.
- → **Composants gelés :** augmenter la quantité d'antigel. Cependant, le gel n'endommage pas les composants.

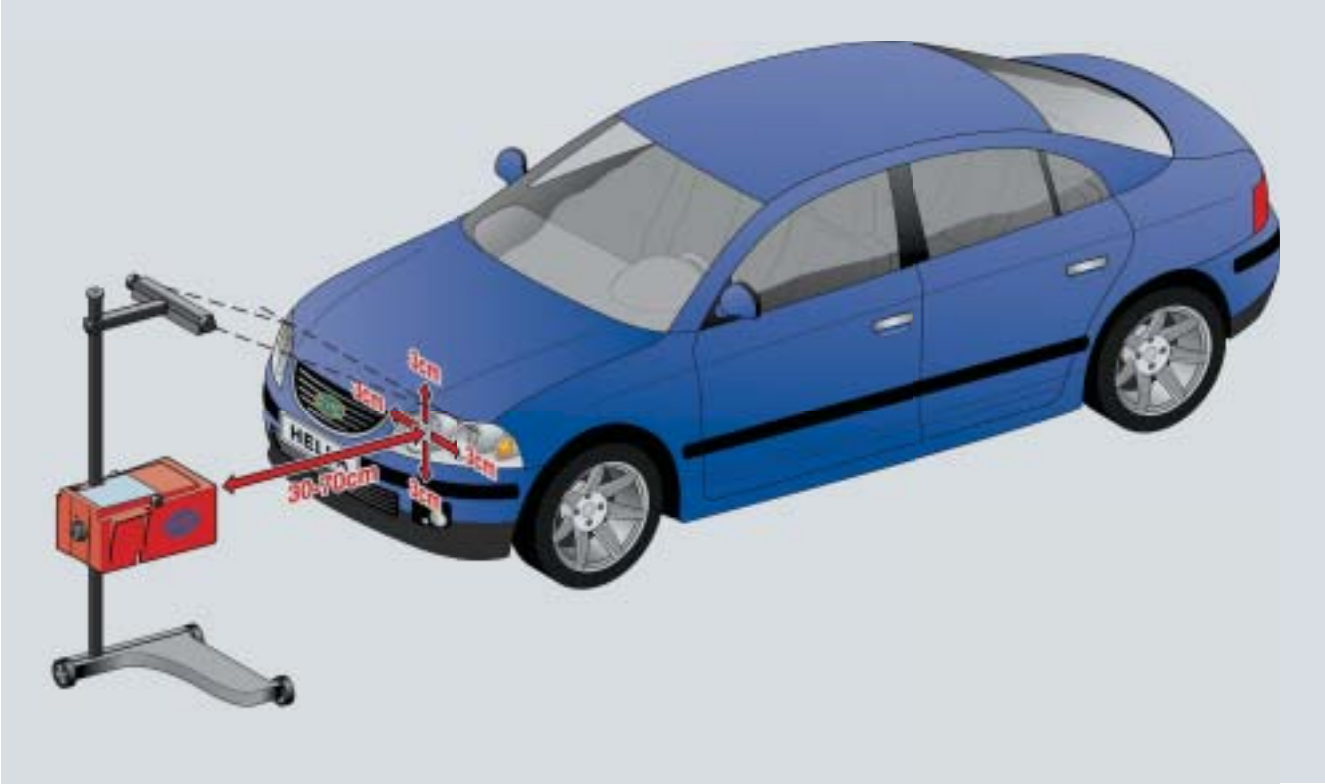
Si l'efficacité de nettoyage n'est toujours pas optimale, il faut contrôler le réglage des gicleurs et, le cas échéant, procéder à un ajustement d'après les indications du fabricant.



Le bon réglage des projecteurs est la condition sine qua non à un éclairage optimal de la chaussée et à la détection précoce des dangers. Le fonctionnement parfait et le réglage des projecteurs doivent donc être contrôlés une fois par an.

Lors du réglage des projecteurs, procéder comme suit :

- → Contrôler le fonctionnement des projecteurs.
- → Contrôler l'absence de traces de gravillons, d'éraflures et de ternissement sur la glace.
- → Placer le véhicule sur une surface plane (observer les directives nationales !) et préparer le véhicule comme spécifié, par exemple avec la bonne pression des pneus, etc.
- → Sur les véhicules à suspension hydraulique ou pneumatique, les recommandations du constructeur doivent être observées.
- → Sur de nombreux véhicules dotés d'un système de correction automatique de portée lumineuse, un outil de diagnostic est nécessaire pour le diagnostic des défauts et le réglage des projecteurs étant donné que le calculateur de correction de portée lumineuse doit se trouver en «mode réglage de base» pendant le réglage. Lorsque le réglage de la coupure clair-obscur est correct, la valeur correspondante est sauvegardée comme nouvelle consigne (voir ill. ci-dessus).



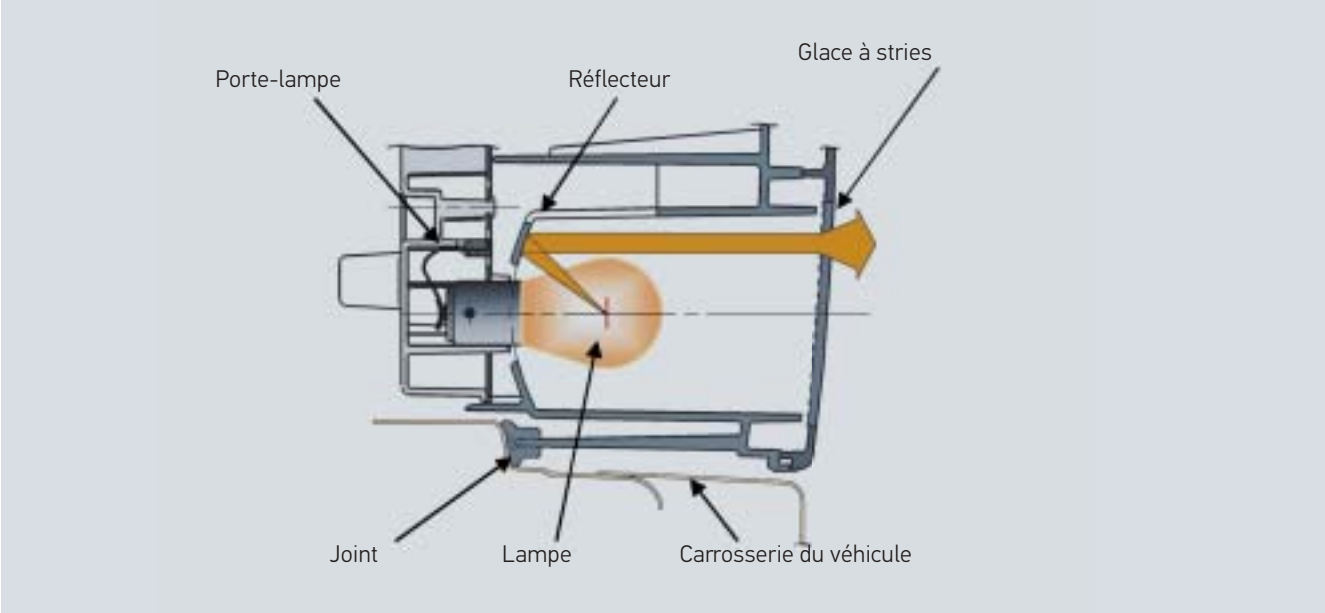
- → En cas de système de correction de portée lumineuse à réglage manuel, le commutateur doit être réglé en position initiale.
- → L'appareil de réglage des projecteurs doit être ajusté devant le véhicule à l'aide d'un viseur à large bande (voir illustration).
- → Régler l'écran de l'appareil de réglage de projecteurs au bon rabattement à l'aide du cadran. Cela correspond à l'angle d'inclinaison de la coupure clair-obscur du projecteur. La valeur requise pour l'éclairage route et code est située à proximité du projecteur ou directement dessus, par exemple 1,2 % = 12 cm d'inclinaison sur une portée de 10 m.
- → Contrôler et ajuster si nécessaire la coupure clair-obscur du projecteur.
- → A l'aide du luxmètre, contrôler si la valeur d'éblouissement maxi admise de l'éclairage code n'est pas dépassée.
  ≤ 1,0 lux pour lumière halogène
  ≤ 1,2 % pour lumière xénon

FEUX DE SIGNALISATION

→ Structure d'un feu de signalisation dans un véhicule particulier 63
→ Conseils de manipulation des feux de signalisation 64
→ ASIGNIS® – Système de Signalisation Adaptable 65

Les feux extérieurs - qu'ils soient montés à l'avant, sur le côté ou à l'arrière du véhicule - informent les autres usagers de la route grâce à leurs signaux et contribuent donc grandement à la sécurité routière.

FEUX DE SIGNALISATION Structure d'un feu de signalisation dans un véhicule particulier



Vue en coupe d'un feu de véhicule

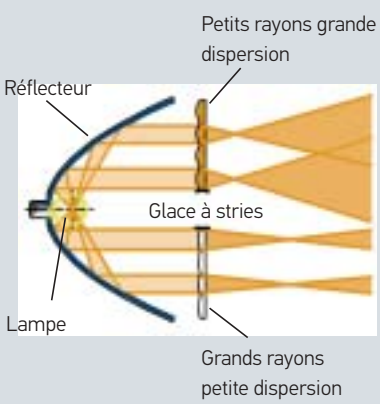
Un feu de signalisation conventionnel de véhciule particulier est en principe composé de trois éléments : le porte-lampe, le boîtier et le voyant.

- → Le porte-lampe positionne correctement une ou plusieurs source(s) lumineuse(s) par rapport au système optique du feu.
- → Le boîtier contient les réflecteurs qui sont généralement moulés.
- → La glace garantit la répartition de la lumière grâce à des structures optiques supplémentaires.

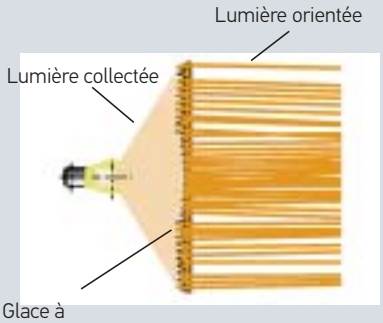
Pour respecter les exigences photométriques, la lumière de la source lumineuse doit être collectée, orientée, déviée et répartie. Pour cela, différents éléments optiques sont utilisés.

Feux de signalisation avec lampes

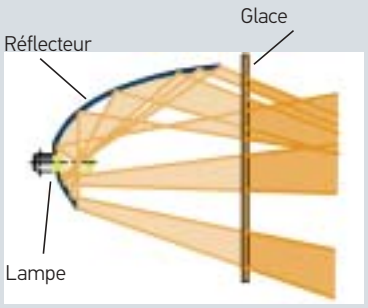
Optique à stries



Optique prismatique



Optique à réflecteur



FEUX DE SIGNALISATION — Conseils de manipulation des feux de signalisation

Sur de nombreux véhicules, les moyens d'éclairage sont commandés par modulation de largeur d'impulsions (MLI). Cette technique apporte également plusieurs avantages pour l'éclairage du véhicule. Les mêmes lampes peuvent d'une part être utilisées pour diverses fonctions et la durée de vie des lampes est d'autre part allongée. On trouve également une MLI sur les feux arrière de la Golf V. Grâce à la MLI, il est possible d'utiliser une lampe 21 W aussi bien pour le feu de stop que pour le feu de position arrière. La largeur d'impulsion est modifiée de telle sorte que la lampe 21 W possède approximativement le même flux lumineux qu'une lampe 5 W. Mais si on appuie maintenant sur le frein, le temps d'activation devient tellement long qu'on a 13,5 V au feu de stop et que la lampe 21 W dégage le flux lumineux total (voir ill.). Lorsqu'on relâche à nouveau le frein, la tension repasse à 5,74 V.

Conséquences en cas de panne ou de dysfonctionnements

- → Pas d'émission de signal dans les différentes fonctions, comme par exemple le feu stop ; cela signifie des risques plus importants au niveau de la sécurité, notamment de nuit
- → Allumage du témoin sur le tableau de bord (contrôle de panne, si existant)
- → Allumage de deux fonctions d'éclairage, par exemple le clignotant et le feu de position arrière

Diagnostic des défauts

- → Contrôler la lampe, la remplacer le cas échéant
- → Contrôler l'absence de corrosion et de pertes de contact au niveau du porte-lampe
- → Contrôler l'alimentation, y compris les fusibles
- → Contrôler l'absence de corrosion et de détérioration mécanique au niveau du connecteur
- → Sur les véhicules à modulation de largeur d'impulsions, contrôler les signaux à l'aide d'un oscilloscope/outil de diagnostic.

FEUX DE SIGNALISATION ASIGNIS® – Système de Signalisation Adaptable

Dans un feu arrière, toutes les fonctions de signalisation fonctionnent toujours au même niveau (d'éclairage), que l'automobiliste conduise de jour, de nuit ou par un matin clair mais brumeux. Il n'existe actuellement qu'une seule possibilité d'adaptation au mauvais temps : le feu arrière de brouillard. Celui-ci est toutefois souvent mal utilisé et trouble ainsi les autres automobilistes. D'autres informations, comme par exemple un freinage léger ou un freinage d'urgence, ne sont pas transmises.

Grâce à ASIGNIS®, l'effet de signalisation des différentes fonctions d'un feu arrière (frein, clignotant, etc.) peut être adapté aux circonstances du moment. L'intensité lumineuse des signaux (par exemple plus clair de jour et plus sombre de nuit ou en cas de signal de freinage) peut varier selon les conditions météorologiques et la visibilité..

Il est possible d'obtenir des signaux de freinage différenciables par exemple grâce à une surface de signalisation plus grande, une augmentation de la luminosité ou l'introduction d'une fréquence de clignotement plus élevée. Le feu stop est activé en trois étapes en fonction de la décélération : plus elle est forte, plus les LED sont nombreuses à s'allumer. Lors d'un freinage d'urgence, une zone du feu stop rouge clignote et assure une fonction d'avertissement supplémentaire.

SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE INTELLIGENTS

→ Système d'aide à la conduite

Un des premiers systèmes d'aide à la conduite basés sur l'éclairage fut l'éclairage de virage dynamique, dont le lancement eut lieu en 2003. Avec ce système, les modules d'éclairage pivotent en fonction de l'angle de braquage. Le champ de vision dans les virages s'en trouve quasiment doublé.

Le système d'éclairage frontal avancé (AFS) constitue un perfectionnement de l'éclairage de virage dynamique. Ici, outre l'angle de braquage, on se sert également de la vitesse comme paramètre pour l'éclairage de la chaussée. D'après ces données internes au véhicule, différentes répartitions lumineuses - par exemple pour l'éclairage «ville» ou «routes départementales», l'éclairage «mauvais temps» ou «autoroute» - peuvent être générées à l'aide du cylindre du module VarioX®.

Le développement de la coupure clair-obscur adaptative (aHDG) est un pas de plus en avant. Pour générer les répartitions lumineuses, on fait ici appel à des données de l'environnement du véhicule. Une caméra détecte les véhicules circulant en sens inverse et circulant devant et, à l'aide d'un moteur pas à pas, le cylindre du module VarioX® est pivoté dans la position requise en quelques millisecondes. De cette manière, le cône lumineux s'arrête toujours juste devant les véhicules circulant en sens inverse ou juste derrière les véhicules circulant devant.

Avec l'éclairage route sans éblouissement, l'automobiliste peut rouler en permanence avec ses feux de route allumés. Si la caméra détecte d'autres usagers de la route, ceux-ci sont «épargnés» par la répartition lumineuse de l'éclairage route.

Les LED offrent désormais la possibilité inverse. Étant donné qu'elles peuvent être commandées individuellement, il est possible d'éclairer des objets de façon ciblée, par exemple des enfants jouant au bord de la route. Le conducteur voit donc son attention portée en temps utile sur ces sources de danger, ce qui lui permet de réagir plus tôt.

SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE INTELLIGENTS

Système d'aide à la conduite

Les fonctions d'éclairage assistées par caméra

Assurer un éclairage optimal de l'espace de circulation est une question qui est au coeur des techniques d'éclairage de l'automobile depuis de nombreuses années. D'une part, la route et son environnement doivent être éclairées le plus clairement possible pour que le conducteur puisse détecter de façon sûre les objets présents dans l'espace de circulation. Et d'autre part, les autres usagers de la route et le conducteur lui-même ne doivent pas être éblouis. La principale tâche de nos experts en technologie d'éclairage est de trouver le meilleur compromis possible, ou même une solution, à ce confit d'objectifs entre éclairage, auto-éblouissement et éblouissement des autres usagers de la route.

La solution classique consiste à basculer entre feux de route et feux de croisement. Si l'éclairage route garantit une répartition lumineuse optimisée pour bien éclairer la chaussée, l'éclairage code est pour ainsi dire la solution de compromis pour éviter tout éblouissement. Pour la sécurité lors des trajets de nuit, l'éclairage route et l'éclairage code ne constituent donc pas la solution optimale selon l'état de la technique. L'amélioration simple et évidente pouvant être apportée pour faire face aux conditions atmosphériques défavorables consiste à équiper le véhicule de projecteurs de complément spéciaux, comme par exemple des projecteurs antibrouillard, que le conducteur peut activer ou désactiver selon la situation. L'étape suivante consiste à réaliser ces fonctions d'éclairage supplémentaires non pas dans des projecteurs de complément indépendants, mais à les intégrer dans les projecteurs principaux et à assurer un basculement automatique entre les répartitions lumineuses respectives. C'est le concept de base des systèmes de projecteurs AFS (Advanced Frontlighting System).

Le système d'éclairage frontal avancé (AFS, Advanced Frontlighting System)

Les feux de croisement représentent uniquement un compromis de toutes les répartitions lumineuses partielles. Avec le système d'éclairage frontal avancé, on a donc mis au point un système d'éclairage dynamique qui permet le meilleur éclairage possible de la chaussée en fonction de la vitesse et de l'angle de braquage. La mise en oeuvre ce système requiert un module de projection VarioX® doté d'un cylindre rotatif entre la source lumineuse et la lentielle. Ce qui caractérise le cylindre, c'est qu'il est d'une part plus ou moins profilé et qu'il peut d'autre part être pivoté autour de son propre axe longitudinal. A l'aide d'un moteur pas à pas, le cylindre est pivoté dans la position requise en l'espace de quelques millisecondes.

- Avec **l'éclairage «ville»**, qui est activé à des vitesses allant jusqu'à 55 km/h, la coupure clair-obscur horizontale empêche l'éblouissement des autres usagers de la route. L'éclairage de champ proche du véhicule permet également de détecter suffisamment tôt les piétons au bord de la route.*
- Entre 55 et 100 km/h, c'est **l'éclairage «routes départementales»** qui est activé, comparable à la réparation lumineuse classique des feux de croisement. Le module VarioX® génère une répartition lumineuse asymétrique, ce qui permet d'éviter tout éblouissement des véhicules circulant en sens inverse. La coupure clair-obscur est relevée, afin de mieux éclairer le bord gauche de la chaussée et d'obtenir une plus grande portée.*
- A des vitesses de plus de 100 km/h, c'est **l'éclairage «autoroute»** qui est activé. La portée de la répartition lumineuse est adaptée à de grands rayons de virage à des vitesses élevées.*
- **L'éclairage route** de l'AFS correspond aux feux de route classiques. Aucune suppression de l'éblouissement des autres usagers de la route n'est ici nécessaire.
- **L'éclairage de virage** dynamique fait également partie intégrante du système d'éclairage frontal avancé. En fonction du braquage du volant, les projecteurs pivotent jusqu'à 15° et permettent un éclairage optimal du virage.
- Avec **l'éclairage «mauvais temps»**, on produit une dispersion plus large de la lumière, ce qui permet d'améliorer la visibilité en cas de pluie, de brouillard ou de neige. Mais pour également diminuer l'auto-éblouissement, l'éclairage de longue portée est réduit.

* Les vitesses mentionnées peuvent varier selon le constructeur.

Les systèmes de projecteurs AFS permettent de générer discrètement des répartitions lumineuses prédéfinies. La répartition lumineuse est adaptée en fonction de la vitesse du véhicule, du type de route et des conditions météorologiques, ce qui constitue une amélioration considérable de la technologie d'éclairage classique des véhicules à moteur.

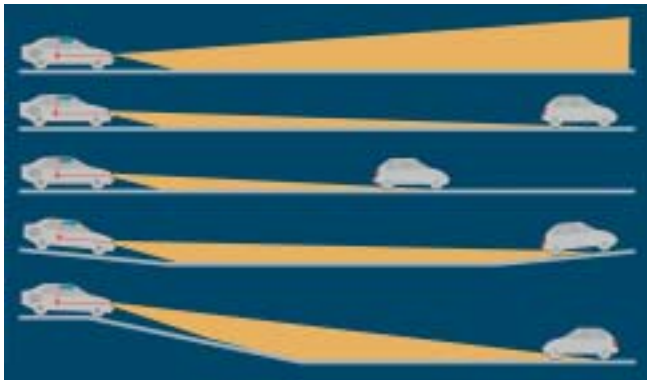
Nos ingénieurs HELLA sont unanimes sur ce point : une manière on ne peut plus appropriée de réaliser un tel système de projecteur automatique s'adaptant à la situation de roulage est de mettre en oeuvre ce qu'il est convenu d'appeler le module VarioX®. Ce dernier permet de générer jusqu'à cinq répartitions lumineuses différentes avec seulement une source lumineuse au xénon : outre les classiques éclairages code et route, on peut également réaliser l'éclairage «ville», «autoroute» et «mauvais temps» avec le même module de projecteur.

Cylindre à surfaces libres

La technologie VarioX® est basée sur le principe de projection. Entre la source lumineuse et la lentille se trouve un cylindre rotatif à surfaces libres qui peut tourner autour de son propre axe longitudinal. L'enveloppe du cylindre possède différents contours grâce auxquels différentes répartitions lumineuses peuvent être projetées sur la route. Ces contours ainsi que la géométrie du cylindre peuvent être adaptés spécifiquement aux constructeurs. Pour réaliser les systèmes AFS et les fonctions d'éclairage assistées par caméra, le module VarioX® est combiné à un module de pivotement spécial. Celui-ci fonctionne de façon particulièrement silencieuse et présente, outre une vitesse de pivotement et une précision de positionnement élevées, un encombrement réduit et une faible masse.

La coupure clair-obscur adaptative
Un perfectionnement du système AFS doté de répartitions lumineuses statiques est la combinaison de ce système avec une caméra et un traitement d'images correspondant. La coupure clair-obscur adaptative (aHDG) constitue un premier pas sur le chemin de sa mise en œuvre.

A l'aide d'une caméra placée sur le pare-brise, les véhicules circulant devant et arrivant en sens inverse sont détectés et les projecteurs sont commandés de telle façon que le cône lumineux s'arrête juste devant les autres véhicules. La portée des feux de croisement, d'environ 65 m actuellement, peut de ce fait être augmentée jusqu'à 200 m (ligne 3 Lux). Si la voie est libre, le système bascule en feux de route, si bien qu'une visibilité optimale est tout le temps garantie au conducteur. En outre, grâce à l'information d'angle verticale des objets importants dans le champ de vision de la caméra, il est possible d'obtenir des informations sur la topographie, de sorte que l'éclairage est également amélioré sur un terrain présentant des élévations et des profondeurs. Le réglage de la portée des projecteurs est basé sur le contrôle du niveau d'éblouissement des autres usagers de la route. Tout éblouissement gênant est donc exclu et la répartition lumineuse optimale de l'éclairage code est offerte.

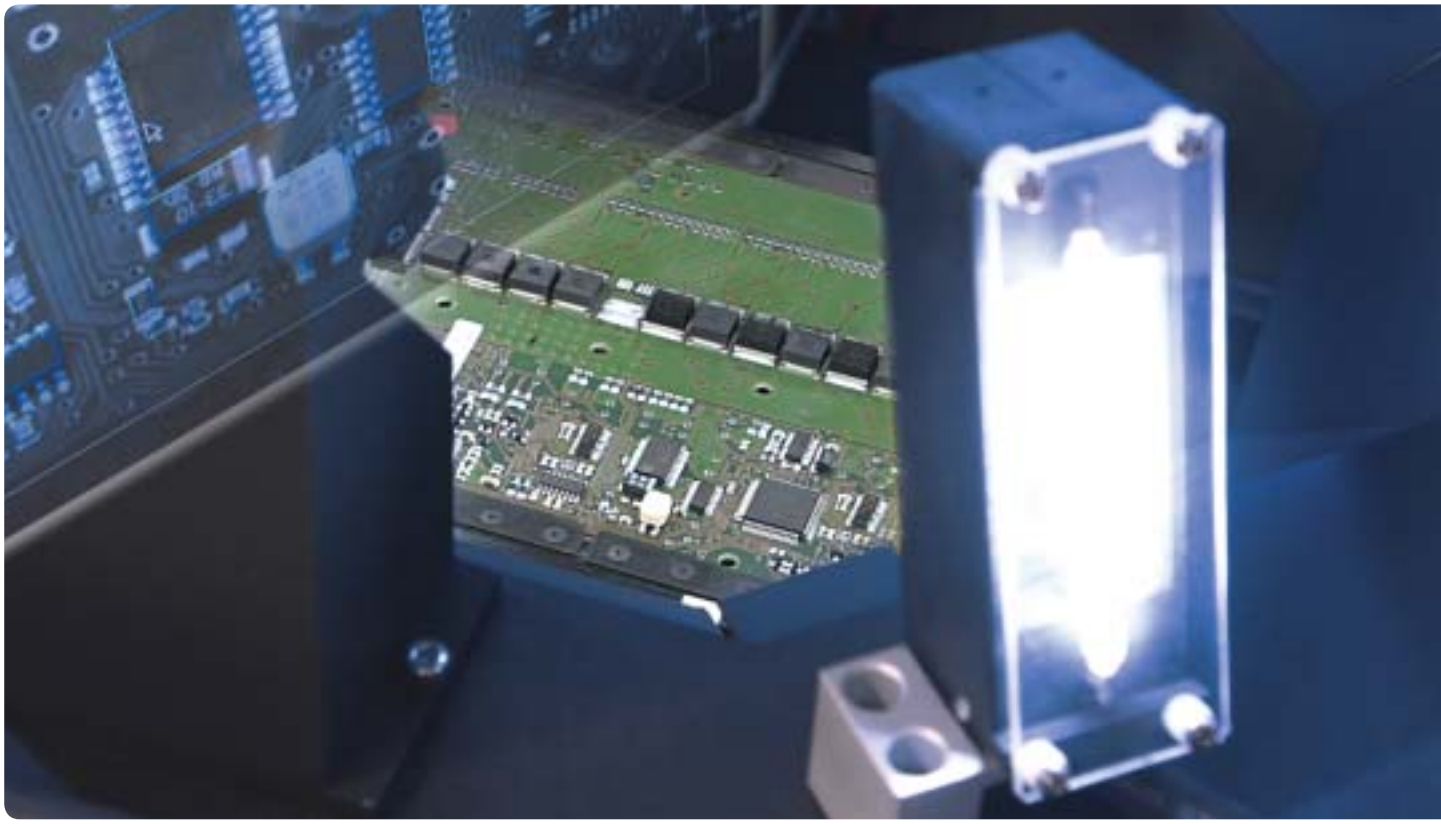


La coupure clair-obscur verticale
L'objectif des feux de croisement est d'offrir au conducteur la meilleure visibilité possible et d'exclure dans le même temps tout éblouissement des autres usagers de la route. Mais notamment à vitesses relativement élevées et sur des tracés non rectilignes, ils ne sont souvent pas suffisants. Néanmoins, nombreux sont les automobilistes à ne pas utiliser les feux de route, car ils craignent de ne pas pouvoir réagir suffisamment tôt en présence de véhicules arrivant en sens inverse et d'éblouir ainsi d'autres usagers de la route.

L'éclairage route sans éblouissement est basé sur le principe des feux de route allumés en permanence, mais qui empêchent cependant tout éblouissement des autres usagers de la route. Le système, composé d'une caméra frontale, d'un logiciel performant et d'une technologie d'éclairage intelligente, exclut automatiquement de la répartition de l'éclairage route les zones de l'espace de circulation qui gêneraient les autres usagers. Cela permet d'augmenter sensiblement l'utilisation des feux de route de nuit.

L'éclairage route sans éblouissement est entre autres utilisé sur le VW Touareg.

Lorsque, dans l'espace de circulation, la caméra détecte des usagers de la route menacés d'éblouissement, la zone dans laquelle se trouve le véhicule détecté par la caméra est automatiquement exclue de la répartition lumineuse de l'éclairage route. Ce secteur «masqué» peut même suivre de façon dynamique l'usager de la route détecté. La zone située directement devant le véhicule est éclairée en permanence par une répartition lumineuse standard, comparable au niveau actuel de l'éclairage code. La luminosité de la zone variable située au-delà de la coupure clair-obscur peut être adaptée localement. Il est possible de réaliser l'éclairage route sans éblouissement à l'aide d'une enveloppe spéciale du cylindre rotatif dans le module de projection VarioX®. Sur la base du traitement d'images et grâce aux réglages intelligents du module VarioX®, les véhicules arrivant en sens inverse ne sont pas inclus dans la répartition lumineuse de l'éclairage route du fait de la suppression des zones critiques en matière d'éblouissement. La répartition lumineuse «route» est bien évidemment maintenue pour le conducteur, ce qui est synonyme pour lui, par rapport aux systèmes traditionnels, d'une augmentation considérable de la portée visuelle.



Les fonctions d'éclairage dynamiques à LED
Dans la technologie classique, on utilise déjà des répartitions lumineuses spécifiques à l'environnement et à la circulation, comme par exemple l'AFS (système d'éclairage frontal avancé). Depuis 2008, il existe également divers systèmes novateurs permettant d'optimiser davantage l'éclairage de l'espace de circulation. La mise en oeuvre de fonctions d'éclairage dynamiques à l'aide de sources lumineuses à LED constitue aujourd'hui un défi technique. L'attention est principalement portée au développement de modules adéquats qui, conjointement, génèrent des fonctions d'éclairage AFS à LED. La répartition lumineuse d'un projecteur à LED, qui se compose généralement de différents modules, pose notamment des exigences spécifiques en matière de précision des composants mécatroniques.

L'autre objectif des fonctions d'éclairage à LED actives est d'améliorer l'éclairage aux intersections et dans les virages à emprunter lentement. Grâce à une variation de l'intensité des LED, les virages et les intersections peuvent être éclairés «en douceur», l'éclairage d'un virage s'adaptant aux rayons de ceux-ci. L'utilisation de sources lumineuses à LED pourra donc bientôt constituer la variante économe en énergie de l'éclairage de virage statique.

En résumé : les possibilités offertes par les fonctions d'éclairage à LED sont extrêmement prometteuses et permettront à l'avenir de réaliser des approches plus approfondies concernant l'optimisation de l'éclairage de l'espace de circulation.

Des ensembles de LED, qu'il est convenu d'appeler «LED-Arrays», servent de source lumineuse pour chaque forme de systèmes de projecteurs «actifs». Ils sont composés d'une multitude (> 10) de LED à hautes performances blanches, pouvant être commandées individuellement. La commande des puces de LED par modulation de largeur d'impulsions permet non seulement l'activation et la désactivation ciblée de différentes puces et par conséquent la modulation de la géométrie de la coupure clair-obscur, mais aussi une modulation de l'intensité de la répartition lumineuse. Outre la mise en oeuvre de fonctions d'éclairage AFS ne nécessitant aucun mécanisme, les matrices de LED offrent également la possibilité, avec une sensorique proactive, de réaliser des répartitions lumineuses «actives», comme par exemple un éclairage route sans éblouissement.

DISPOSITIONS LÉGALES

→ Projecteurs (Véhicules légers et utilitaires) 73
→ Correction de portée lumineuse 77
→ Lave-projecteurs 78
→ Feux de signalisation 78

Pour équiper un véhicule de façon optimale en première monte ou en post-équipement, il faut tenir compte des dispositions légales. Dans ce chapitre, nous vous présentons les prescriptions légales en vigueur.

Dans la brochure HELLA «Dispositions légales - Eclairage ECE R48», vous trouverez des informations détaillées concernant les dispositions légales suivant le règlement ECE 48 pour le montage de systèmes d'éclairage avant, latéraux et arrière.

Par expérience, on sait que les dispositions légales peuvent changer facilement. C'est pourquoi, nous ne pouvons nous porter garants de ces prescriptions d'équipement dans la durée.

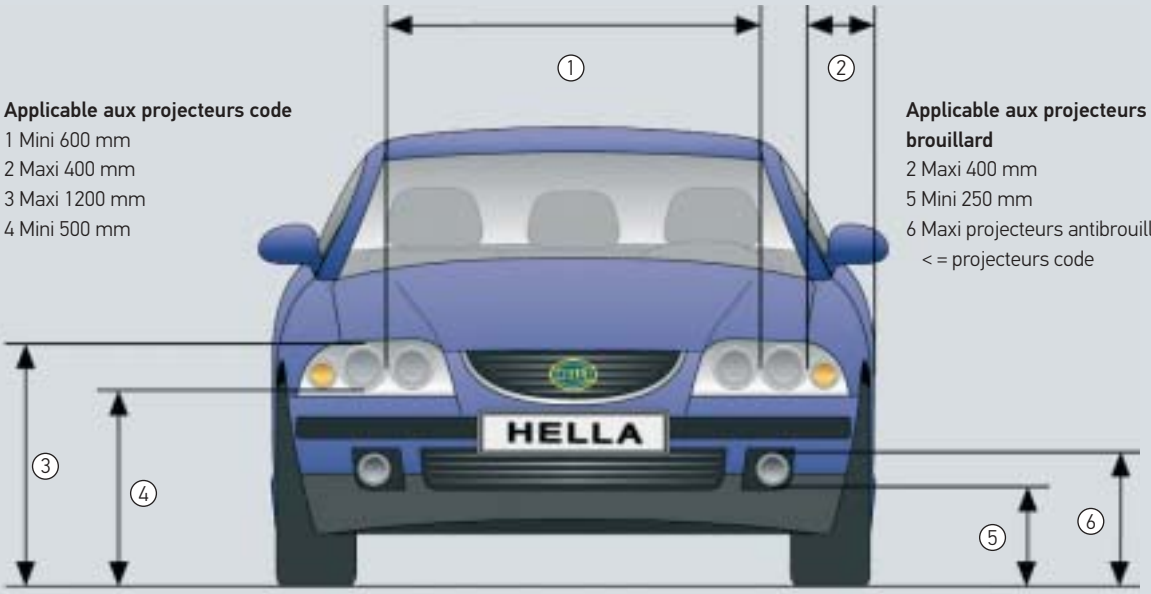
DISPOSITIONS LÉGALES Projecteurs (Véhicules légers et utilitaires)

En raison du volume des dispositions légales, seules les réglementations les plus importantes sont indiquées ci-après. Dans les directives suivantes figurent toutefois tous les éléments essentiels relatifs aux projecteurs principaux, à leurs caractéristiques et leurs utilisations.

- → **76/761/CEE et ECE-R1 et -R2**
  Projecteurs pour éclairage route et code ainsi que leurs lampes
- → **ECE-R8**
  Projecteurs avec lampes H1 à H11 (sauf H4), HB3 et HB4
- → **ECE-R20**
  Projecteurs avec lampes H4
- → **StVZO § 50**
  Projecteurs pour éclairage route et code
- → **76/756/CEE et ECE-R48**
  Pour montage en applique et utilisation
- → **ECE-R98/99**
  Projecteurs avec lampe à décharge
- → **ECE-R112**
  Projecteurs avec éclairage code asymétrique (également LED)
- → **ECE-R 119**
  Feu de virage
- → **ECE-R123**
  Advanced Frontlighting System (AFS)

Spécifications de montage, vue de face

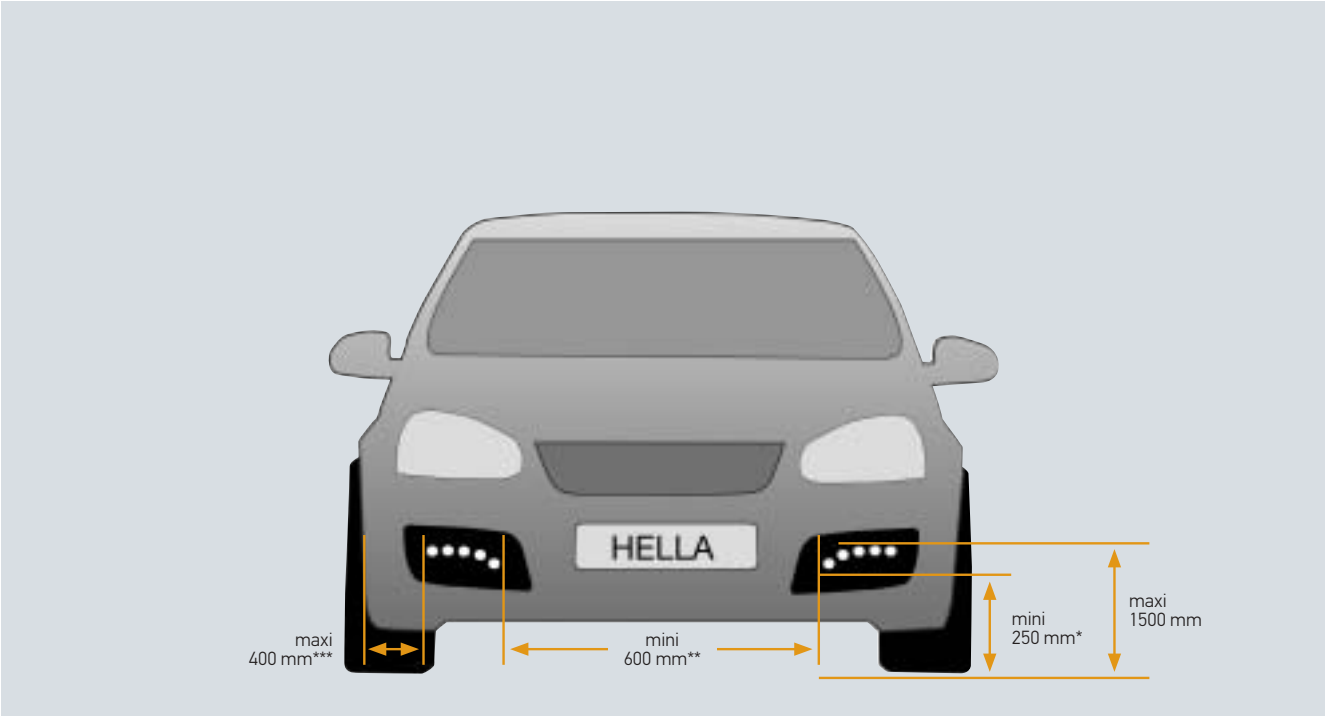
Applicable aux projecteurs code
1 Mini 600 mm
2 Maxi 400 mm
3 Maxi 1200 mm
4 Mini 500 mm



Applicable aux projecteurs anti-brouillard
2 Maxi 400 mm
5 Mini 250 mm
6 Maxi projecteurs antibrouillard
< = projecteurs code

Projecteurs pour éclairage code	
Nombre	Deux
En largeur	400 mm maxi du point le plus extérieur
En hauteur	500 à 1200 mm admis
Branchement électrique	Une mise en circuit par paires de projecteurs supplémentaires en plus des feux de croisement et/ou de route est admise. Lors du passage en feux de croisement, tous les projecteurs route doivent s'éteindre simultanément.
Témoin d'enclenchement	Voyant vert
Autres prescriptions	Si les projecteurs sont dotés de lampes à décharge (feux de route et de croisement), un système de correction automatique de portée lumineuse et un lave-projecteurs doivent être montés. Ces exigences s'appliquent également en cas de conversion après le 1er avril 2000 de véhicules déjà en circulation.

Projecteurs pour éclairage route	
Nombre	Deux ou quatre
En largeur	Pas de prescriptions particulières, mais disposés de manière à ce que le conducteur ne soit pas gêné par les réflexions.
En hauteur	Pas de directives spécifiques
Branchement électrique	Une mise en circuit par paires de projecteurs route supplémentaires en plus des feux de croisement et de route est admise. Lors du passage en feux de croisement, tous les projecteurs route doivent s'éteindre simultanément.
Témoin d'enclenchement	Témoin bleu
Autres prescriptions	L'intensité lumineuse de tous les projecteurs route activables ne doit pas dépasser 300 000 candela. La somme des chiffres de référence ne doit pas être supérieure à 100.



Projecteurs antibrouillard (en option)	
Nombre	Deux, blanc ou jaune clair
En largeur	Pas de directives spécifiques
En hauteur	Ne doivent pas être situés au dessus des projecteurs code, mais mini 250 mm d'après ECE.
Branchement électrique	Avec feux de croisement et de route. Également possible avec feux de gabarit si la surface de sortie de lumière des projecteurs antibrouillard est à moins de 400 mm du point le plus extérieur de la largeur.

Éclairage diurne

Le législateur autorise différentes variantes de montage. Les écarts et angles de rayonnement à respecter sont toutefois prescrits.

- → * En cas d'utilisation comme feu de position, la hauteur minimum de montage doit être de 350 mm et la distance maximum avec l'extérieur de 400 mm.
- → ** Sur les véhicules d'une largeur < 1 300 mm, l'écart doit être d'au moins 400 mm.
- → *** En cas d'utilisation comme feu de position, maxi 400 mm. Si le feu n'est utilisé que pour la fonction d'éclairage diurne, cette limitation disparaît.
- → En cas d'utilisation du feu diurne comme feu de position, les feux de position de série doivent être désactivés en permanence selon le règlement ECE-R48.

Pour plus d'informations sur les dispositions légales et les prescriptions de montage, vous pouvez vous renseigner sur Internet ou auprès d'un garage qualifié. Vous trouverez des informations détaillées dans la notice de montage.

Numéros d'homologation sur projecteur
Pour les dispositifs d'éclairage de véhicules, il existe des directives de construction et de fonctionnement d'après lesquelles les dispositifs doivent être fabriqués et testés. Pour les projecteurs, il existe des marques d'homologation spécifiques devant figurer sur la glace ou le boîtier.

Exemple
Sur une glace, on peut lire **HC/R 25 E1 02 A 44457:**

- La désignation HC/R a la signification suivante : halogène pour H, éclairage code pour C et éclairage route pour R.
- La **barre transversale** entre le C et le R signifie que les feux de croisement et de route ne peuvent pas être activés en même temps (projecteurs principaux H4).
- Le **chiffre de référence** suivant indique l'intensité lumineuse du projecteur route.
- La marque **E1** indique que le projecteur a été homologué en Allemagne.
- **02 A** indique que le projecteur comporte un feu de gabarit (feu de position) (A) dont la directive a été modifiée pour la deuxième fois depuis son apparition (02).
- Le **numéro d'homologation** à cinq chiffres forme l'élément final ; il est délivré individuellement pour chaque homologation de projecteur.

Comment décoder les chiffres et les combinaisons de caractères sur les projecteurs
Sur le boîtier (voir illustration ci-dessus), tous les types de projecteurs utilisés dans un véhicule sont mentionnés.

Types de projecteurs

Règlement ECE 1

A Feux de gabarit
B Feux de brouillard
C Feux de croisement
R Feux de route
CR Feux de route et de croisement
C/R Feux de route ou de croisement

Règlement ECE 8, 20 (uniquement H4)

HC Feux de croisement aux halogènes
HCR Feux de route et de croisement aux halogènes
HC/R Feux de route ou de croisement aux halogènes

Règlement ECE 98

DC Feux de croisement au xénon
DR Feux de route au xénon
DC/R Feux de route ou de croisement au xénon
Fonctionnement simultané interdit.

Règlement ECE 123

X Advanced Frontlighting System

Marquage intensité lumineuse / chiffres de référence

Éclairage route
7,5; 10; 12,5; 17,5; 20; 25; 27,5; 30; 37,5; 40; 45; 50
par projecteur (en Allemagne, il est possible d'allumer simultanément jusqu'à 4 projecteurs route et le chiffre de référence de 100, soit 480 lx, équivaut à la valeur maximum à ne pas dépasser)

Type de circulation pour laquelle est prévu pour le projecteur

Circulation à gauche
Pas de flèche : circulation à droite

Circulation à gauche et à droite

DISPOSITIONS LÉGALES Correction de portée lumineuse

Depuis 1993, la législation impose un système de correction de portée lumineuse pour les véhicules neufs. Les dispositions figurent dans les directives 76/756/CEE et ECE-R48.

DISPOSITIONS LÉGALES Lave-projecteurs

Pour l'Europe, les principales exigences sont les suivantes :

- → Les systèmes de nettoyage sont soumis, concernant leur efficacité de nettoyage, à un essai de type suivant ECE R45.
- → Depuis 1996, il existe une obligation d'équipement en cas d'utilisation de projecteurs à lampes à décharge conformément à l'ECE-R48.
- → Réserve d'eau pour 25 ou 50 cycles de nettoyage (classe 25, classe 50)
- → Efficacité de nettoyage > 70 % sur un projecteur dont l'encrassement a réduit le flux lumineux à 20% de la valeur d'origine
- → Fonctionnement garanti jusqu'à 130 km/h et de
- → –10 °C à +35 °C

DISPOSITIONS LÉGALES Feux de signalisation

En raison du volume des dispositions légales, seules les réglementations les plus importantes sont indiquées ci-après. Dans les directives suivantes figurent toutefois tous les éléments essentiels relatifs aux feux de signalisation, à leurs caractéristiques et leurs utilisations.

76/759/CEE, ECE-R6, StVZO § 54
- → Feux clignotants avant, arrière et latéraux

76/758/CEE, ECE-R7, StVZO §§ 51 et 53
- → Feux de gabarit avant et arrière et feux de position arrière

77/540/CEE, ECE-R77, StVZO § 51
- → Feux de stationnement avant et arrière

ECE-R87
- → Feux diurnes

77/539/CEE, ECE-R23, StVZO § 52
- → Feux de recul

76/758/CEE, ECE-R7, StVZO § 53
- → Feux stop

77/538/CEE, ECE-R38, StVZO § 53d
- → Feux de brouillard arrière

76/760/CEE, ECE-R4, StVZO § 60
- → Feux éclaireurs de plaque

ECE-R3
- → Catadioptres

Feux clignotants avant, arrière et latéraux	
Nombre à l'avant	Deux
Nombre à l'arrière	Deux ou quatre
Nombre sur le côté (en option)	Un par côté
Couleur	Jaune
En hauteur	Entre 350 mm et 1500 mm admis
En largeur	400 mm maxi du point le plus extérieur de la carrosserie, au moins 600 mm l'un par rapport à l'autre
Sur le côté	Hauteur de montage entre 350 mm et 1500 mm et distance maxi de 1800 mm par rapport au contour avant du véhicule.
Branchement électrique	Une centrale clignotante électronique est composée d'un générateur de cadence qui active des lampes par un relais. Elle dispose en outre d'un circuit de contrôle qui fonctionne en fonction du courant et qui modifie la fréquence d'éclat de clignotement en cas de panne d'une lampe. La fréquence des signaux clignotants se situe entre 60 et 120 par minute. Tous les feux clignotants d'un côté doivent fonctionner de manière synchrone.
Témoin d'enclen-chement	Voyant vert
Autres prescriptions	Pour la surveillance des clignotants, il existe différents contrôles fonctionnels selon l'exigence (contrôle monocircuit, deux circuits).

Feux de gabarit (véhicules légers) avant	
Nombre	Deux ou quatre
Couleurs	Blanc ; orange en cas de projecteurs principaux orange
Montage en applique	La disposition est la même que pour les feux clignotants avant.
Autres prescriptions	Les véhicules et remorques de plus de 1600 mm de large nécessitent des feux de gabarit (à l'avant).

Feux de position arrière	
Nombre	Deux ou quatre
Couleur	Rouge
En hauteur	Entre 350 mm et 1500 mm admis
En largeur	400 mm maxi du point le plus extérieur de la carrosserie, au moins 600 mm l'un par rapport à l'autre.
Branchement électrique	Pas de directives spécifiques
Autres prescriptions	En cas de fonction double (feu de stop, de position AR), le rapport d'intensité lumineuse entre chacune des fonctions doit être au moins de 5/1.

Feux stop	
Nombre	Deux de la catégorie S1 ou S2 et un de la catégorie S3
Couleur	Rouge
En hauteur	Entre 350 mm et 1 500 mm admis, feu stop central mini 850 mm, mais 150 mm maxi au-dessous de la ligne de référence la plus haute du véhicule
En largeur	400 mm maxi du point le plus extérieur de la carrosserie, au moins 600 mm l'un par rapport à l'autre.
Branchement électrique	Un contacteur sur la pédale de frein permet d'activer les feux.
Autres prescriptions	Le feu stop de la catégorie S3 (feu stop central) ne doit en aucun cas être monté avec un autre feu.

Feux de brouillard arrière	
Nombre	Un ou deux
Couleur	Rouge
En hauteur	Entre 250 mm et 1000 mm admis
En largeur	La distance par rapport au feu stop doit être au moins de 100 mm.
Branchement électrique	Les feux de brouillard arrière ne doivent fonctionner que si les projecteurs code, route ou antibrouillard sont activés. Ils doivent pouvoir être éteints indépendamment des projecteurs antibrouillard.
Témoin d'enclenchement	Jaune ; pour les véhicules homologués avant 1981, également vert
Autres prescriptions	La surface éclairante visible ne doit pas être supérieure à 140 cm^2. Le feu ne doit être allumé que si la distance de visibilité est inférieure à 50 m

Feux éclaireurs de plaque	
Nombre	Selon l'exigence, un à deux feu(x)
Couleur	Blanc
Montage en applique	Pas de directives spécifiques
Branchement électrique	Pas de directives spécifiques
Autres prescriptions	La plaque arrière doit être éclairée de manière à être lisible à une distance de 25 m. La luminance minimale sur la surface totale doit être d'au moins 2,5 cd/m^2.

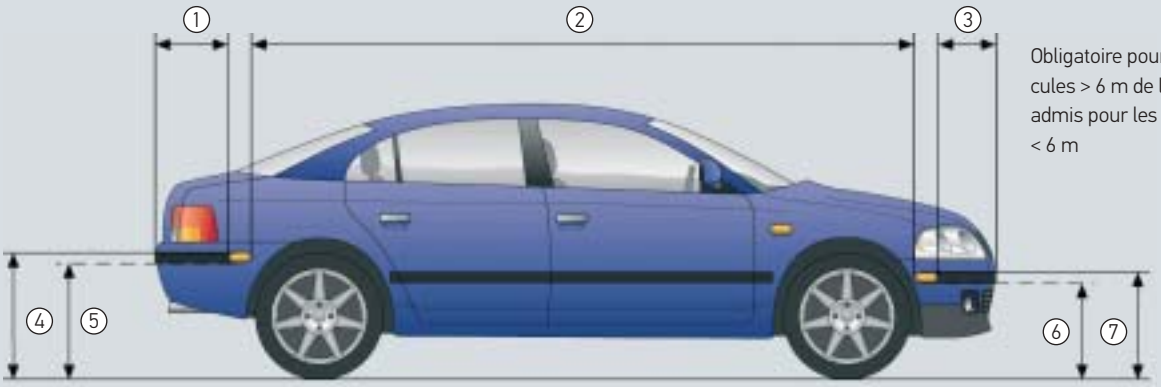
Feux de recul	
Nombre	Un ou deux
Couleur	Blanc
En hauteur	250 mm à 1200 mm admis
En largeur	Pas de directives spécifiques
Branchement électrique	La connexion ne fonctionne que si le contact est mis et la marche arrière enclenchée.

Feux de stationnement	
Nombre	Selon l'exigence, deux à l'avant et deux à l'arrière ou un de chaque côté
Couleur	Blanc
En hauteur	Entre 350 mm et 1500 mm admis
En largeur	400 mm maxi du point le plus extérieur de la carrosserie, au moins 600 mm l'un par rapport à l'autre
Branchement électrique	Les feux de stationnement doivent également fonctionner sans que les autres feux soient activés.
Autres prescriptions	En règle générale, la fonction de feu de stationnement est assurée par les feux de position AR.

Feux de position latéraux	
Nombre	Selon la longueur du véhicule
Couleur	Jaune
En hauteur	Entre 250 mm et 1500 mm admis
Sur le côté	3 000 mm maxi par rapport au contour avant du véhicule et 1 000 mm maxi par rapport au contour arrière du véhicule
Branchement électrique	Pas de directives spécifiques

Feux diurnes	
Nombre	Deux à l'avant
Couleur	Blanc
En hauteur	Entre 250 mm et 1500 mm admis
En largeur	400 mm maxi du point le plus extérieur de la carrosserie, au moins 600 mm l'un par rapport à l'autre.
Branchement électrique	Les feux diurnes doivent s'éteindre automatiquement lorsque les projecteurs code sont allumés.

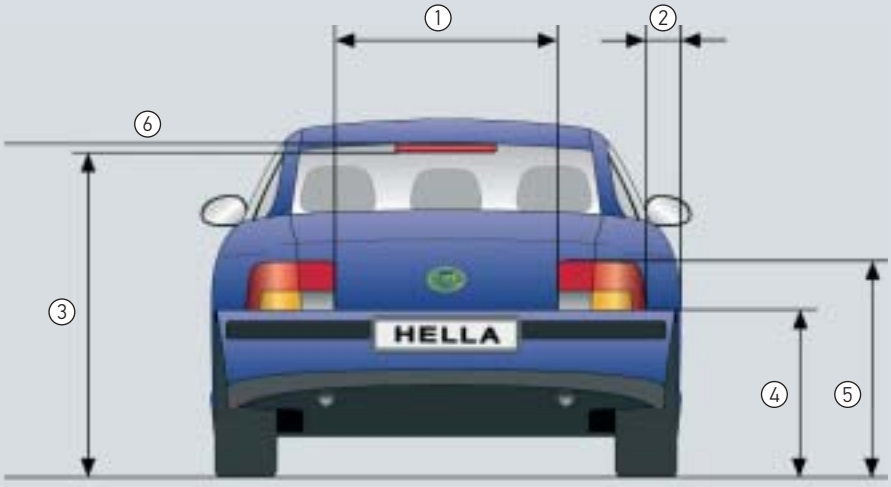
Spécifications de montage, vue latérale
Feux de position latéraux (SML)
Feux de position latéraux à catadioptre (SMR)



Obligatoire pour les véhicules > 6 m de longueur, admis pour les véhicules < 6 m

1 SML/SMR : 1 000 maxi (par rapport au contour arrière du véhicule)
2 Tous : 3 000 mm maxi
3 Indicateurs de direction : 1800 mm maxi
SML/SMR : 3000 mm maxi (par rapport au contour avant du véhicule)
4 SMR : 900 mm maxi, SML : 1500 mm
5 SML/SMR : 250 mm mini
6 SMR/SML : 250 mm mini, indicateurs de direction : 350 mm
7 SMR : 900 mm maxi, SML/indicateurs de direction : 1500 mm

Spécifications de montage, vue arrière
Feux de position latéraux (SML)
Feux de position latéraux à catadioptre (SMR)



1 S'applique uniquement aux indicateurs de direction / feux stop / feux de position AR / catadioptres : 600 mm maxi
2 S'applique uniquement aux indicateurs de direction / feux de position AR / catadioptres
3 Troisième feu stop : 850 mm mini
4 Feu arrière : 350 mm mini
5 Feu arrière : 1500 mm maxi
6 Troisième feu stop : 150 mm maxi sous le feu arrière ou 3

Marquages normalisés d'homologation sur les feux de signalisation

Pour les dispositifs d'éclairage de véhicules, il existe des directives de construction et de fonctionnement d'après lesquelles les dispositifs doivent être fabriqués et testés. Pour les feux de signalisation, il existe des marquages normalisés d'homologation devant figurer sur le feu.

Exemple

Sur un feu, on peut lire RS1 IAF 02 E1 Æ 31483:

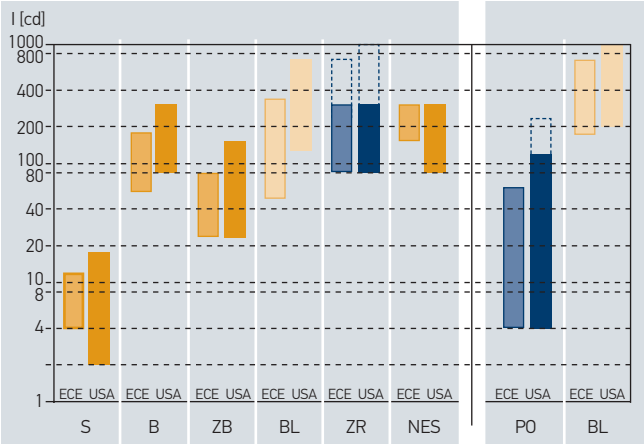
- → R correspond au feu de position arrière,
- → S1 correspond au feu stop,
- → IA correspond au catadioptre,
- → F correspond au feu arrière de brouillard et 02 signifie que la directive a été modifiée pour la deuxième fois depuis son apparition.

Les caractéristiques suivantes sont intégrées dans le feu arrière :

- → La marque E1 indique que le feu a été homologué en Allemagne.
- → La flèche indique le sens de montage du feu et est donc toujours orientée vers l'extérieur du véhicule. S'il n'y a pas de flèche, le feu peut être monté à l'arrière à droite ou à gauche.
- → Le numéro d'homologation à cinq chiffres forme l'élément final.

Comment décoder les chiffres et les combinaisons de caractères des feux de signalisation

A	Feu de gabarit
AR	Feu de recul
F	Feu de brouillard arrière
IA	Catadioptre
R	Feu de position arrière
S1	Feu de stop
1	Feu clignotant avant (conception technique différente)
1a	Feu clignotant avant (conception technique différente)
1b	Feu clignotant avant (conception technique différente)
2a	Feu clignotant arrière
5	Répétiteur de clignotant latéral (pour véhicules jusqu'à 6 m de long)
6	Répétiteur de clignotant latéral (pour véhicules de plus de 6 m de long)
SM1	Feu de position latéral (pour tous véhicules)
SM2	Feu de position latéral (pour véhicules jusqu'à 6 m de long)



Les valeurs d'intensité lumineuse sont liées aux fonctions d'éclairage.
Les signaux lumineux indiquant le changement de direction ou le freinage (feux de stop = 60 cd) sont plus puissants que ceux indiquant la position (feux de position arrière = 4 cd).

S feu de position arrière
B feu stop
ZB 3e feu stop
BL feu clignotant
ZR feu de recul
NES feu arrière de brouillard
P0 feu de position

HELLA S.A.S.
B.P. 7
11 av Albert Einstein
93151 Le Blanc Mesnil Cedex
Téléphone: 0149395959
Télécopie: 0148674052
E-Mail: infofrance@hella.com
Internet: www.hella.fr

HELLA sa
Langlaarsteenweg 168
2630 Aartselaar
T 03-887 97 21
F 03-887 56 18
E be.info@hella.com
I www.hella.be

© HELLA KGaA Hueck & Co., Lippstadt
9Z2 999 231-332 SCH/10.11/2.2
Printed in Germany