

NF X90-006-5, NF EN 13201-5

MARS 2016

norme française

NF EN 13201-5

10 Mars 2016

Indice de classement : X 90-006-5

ICS : 93.080.40

Éclairage public — Partie 5 : Indicateurs de performance énergétique

E : Road lighting — Part 5: Energy performance indicators

D : Straßenbeleuchtung — Teil 5: Energieeffizienzindikatoren

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR.

Correspondance

La Norme européenne EN 13201-5:2015 a le statut d'une norme française.

Résumé

Le présent document définit comment calculer les indicateurs de performance énergétique pour les installations d'éclairage public en utilisant l'indicateur de densité de puissance (PDI) D_P calculé et l'indicateur de consommation annuelle d'énergie (AECI) D_E calculé. L'indicateur de densité de puissance (D_P) démontre l'énergie nécessaire pour une installation d'éclairage public, tout en satisfaisant aux exigences d'éclairage pertinentes spécifiées dans la NF EN 13201-2. L'indicateur de consommation annuelle d'énergie (D_E) détermine la consommation électrique pendant l'année, même si les exigences d'éclairage pertinentes changent au cours de la nuit ou des saisons.

Ces indicateurs peuvent être utilisés pour comparer la performance énergétique de différentes solutions et technologies d'éclairage public pour le même projet d'éclairage public. Il n'est pas possible de comparer directement la performance énergétique des systèmes d'éclairage public de différentes géométries de routes ou différentes exigences d'éclairage les unes aux autres, car la performance énergétique est entre autres influencée par la géométrie de la zone à éclairer, ainsi que par les exigences d'éclairage. L'indicateur de densité de puissance (D_P) et l'indicateur de consommation annuelle d'énergie (D_E) s'appliquent à toutes les zones de circulation couvertes par les séries de classes d'éclairage M, C et P définies dans la NF EN 13201-2.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : éclairage, éclairage des voies publiques, voie de circulation, chaussée, installation, caractéristique, énergie, puissance électrique, consommation d'énergie, consommation d'électricité, calcul, efficacité, flux lumineux, éclairement lumineux, économie d'énergie.

Modifications

Corrections

La norme

La norme est destinée à servir de base dans les relations entre partenaires économiques, scientifiques, techniques et sociaux.

La norme par nature est d'application volontaire. Référencée dans un contrat, elle s'impose aux parties. Une réglementation peut rendre d'application obligatoire tout ou partie d'une norme.

La norme est un document élaboré par consensus au sein d'un organisme de normalisation par sollicitation des représentants de toutes les parties intéressées. Son adoption est précédée d'une enquête publique.

La norme fait l'objet d'un examen régulier pour évaluer sa pertinence dans le temps.

Toute norme est réputée en vigueur à partir de la date présente sur la première page.

Pour comprendre les normes

L'attention du lecteur est attirée sur les points suivants :

Seules les formes verbales **doit et doivent** sont utilisées pour exprimer une ou des exigences qui doivent être respectées pour se conformer au présent document. Ces exigences peuvent se trouver dans le corps de la norme ou en annexe qualifiée de «normative». Pour les méthodes d'essai, l'utilisation de l'infinitif correspond à une exigence.

Les expressions telles que, **il convient et il est recommandé** sont utilisées pour exprimer une possibilité préférée mais non exigée pour se conformer au présent document. Les formes verbales **peut et peuvent** sont utilisées pour exprimer une suggestion ou un conseil utiles mais non obligatoires, ou une autorisation.

En outre, le présent document peut fournir des renseignements supplémentaires destinés à faciliter la compréhension ou l'utilisation de certains éléments ou à en clarifier l'application, sans énoncer d'exigence à respecter. Ces éléments sont présentés sous forme de **notes ou d'annexes informatives**.

Commission de normalisation

Une commission de normalisation réunit, dans un domaine d'activité donné, les expertises nécessaires à l'élaboration des normes françaises et des positions françaises sur les projets de norme européenne ou internationale. Elle peut également préparer des normes expérimentales et des fascicules de documentation.

Si vous souhaitez commenter ce texte, faire des propositions d'évolution ou participer à sa révision, adressez-vous à <norminfo@afnor.org>.

La composition de la commission de normalisation qui a élaboré le présent document est donnée ci-après. Lorsqu'un expert représente un organisme différent de son organisme d'appartenance, cette information apparaît sous la forme : organisme d'appartenance (organisme représenté).

Lumière et éclairage

AFNOR X90X

Composition de la commission de normalisation

Président : M PIERRET

Secrétariat : M TRABELSI — AFNOR

MME	ALEXANDRE	AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE
M	AZAÏS	AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE
M	BESSOLAZ	ASS NAT POUR LA PROTECTION CIEL NOCTURNE
M	BIGAND	SAMMODE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	BOUCHET	SIEIL — SYND INTERCOM ENERGIE INDRE LOIRE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	BOUDOU	IGNES — INDUST GENIE NUMER ENERGET SECURITAIRE
M	CAEL	NATURE ET CONFORT (UFME — UNION FABRICANTS MENUISERIES EXTERIEURES)
M	CHAIN	CEREMA DTTV
MME	COURSIERE	LEGRAND FRANCE (IGNES — INDUST GENIE NUMER ENERGET SECURITAIRE)
M	CRAMAN	LEGRAND FRANCE (IGNES — INDUST GENIE NUMER ENERGET SECURITAIRE)
M	DENIEL	INRS
MME	DUCROUX	ASS NAT POUR LA PROTECTION CIEL NOCTURNE
M	DUPIN	VELUX FRANCE (UFME — UNION FABRICANTS MENUISERIES EXTERIEURES)
M	DUVAL	AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE
M	FILLOUX	SERCE — SYND ENTREPRISES DE GENIE ELECTRIQUE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	FLET REITZ	SYNDICAT DE L'ECLAIRAGE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
MME	FORESTIER	DGT — DION GENERALE DU TRAVAIL
M	GANDON-LÉGER	COMATELEC SCHREDER (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
MME	GINESTY	DGT — DION GENERALE DU TRAVAIL
M	GOBEAU	LEGRAND (IGNES — INDUST GENIE NUMER ENERGET SECURITAIRE)
M	GUILLAUME	DSCR — DION SECURITE & CIRCULATION ROUTIERES
MME	HUAMAN	PHILIPS FRANCE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	JACQUES	INRS
M	JANNIN	GIL — GRPT INTERPROFESSIONNEL DU LUMINAIRE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
MME	LAC-BATEL	PHILIPS FRANCE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	LAHAYE	DGT — DION GENERALE DU TRAVAIL
M	LE LEUCH	SDEM — SYND DEPT D ENERGIES MORBIHAN (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	LEPAGE	HEXADOME (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	LORGE	THORN EUROPHANE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)

MME	LOUD	SAINT GOBAIN GLASS FRANCE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	MACQUART	UFME — UNION FABRICANTS MENUISERIES EXTERIEURES
M	MANUGUERRA	CETU — CENTRE D'ETUDE DES TUNNELS
M	MARCAUT	CABINET MARCAUT (AITF)
M	MARTINSONS	CSTB
MME	MENEZ	UFME — UNION FABRICANTS MENUISERIES EXTERIEURES
M	MEUNIER	CITELUM (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	PAGE	PHILIPS FRANCE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	PARISSIER	FFIE — FEDER FRAN DES ENTREPRISES DE GENIE ELEC (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	PETIOT	CEREMA DTTV
M	PIERRET	COMATELEC SCHREDER (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
MME	RAIMBAULT	SYNAFEL
M	REMANDE	AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE
M	ROCARD	THORN EUROPHANE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	SANSELME	AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE
MME	SOK	SAINT GOBAIN GLASS FRANCE (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	SUTTER	LUMIBIEN (AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE)
M	VALENTIN	DGPR — DION GENERALE PREVENTION RISQUES
M	WAKS	DGPR — DION GENERALE PREVENTION RISQUES

Groupe de travail ayant participé à l'élaboration du présent document : AFNOR X90X GTB « Performances en éclairage public »

M	BESSOLAZ	ASS NAT POUR LA PROTECTION CIEL NOCTURNE
M	BOUCHET	SIEIL — SYND INTERCOM ENERGIE INDRE LOIRE (AFE — CIE FRANCE/COMITE SCIENTIFIQUE)
M	CEREUIL	SDEM — SYND DEPT D ENERGIES MORBIHAN (AFE — CIE FRANCE/COMITE SCIENTIFIQUE)
M	CHAIN	CEREMA DTTV
MME	DUCROUX	ASS NAT POUR LA PROTECTION CIEL NOCTURNE
M	DUVAL	AFE — CIE FRANCE/COMITE SCIENTIFIQUE
M	GANDON-LEGER	COMATELEC SCHREDER AFE — CIE FRANCE/COMITE SCIENTIFIQUE
MME	HUAMAN	PHILIPS France (AFE — CIE FRANCE/COMITE SCIENTIFIQUE)
MME	LAC-BATEL	PHILIPS France (AFE — CIE FRANCE/COMITE SCIENTIFIQUE)
M	LECOCQ	THORN EUROPHANE (AFE — CIE FRANCE/COMITE SCIENTIFIQUE)
M	LOUIS-ROSE	AFNOR
M	PIERRET	COMATELEC SCHREDER AFE — CIE FRANCE/COMITE SCIENTIFIQUE)
M	REMANDE	AFE — CIE FRANCE/COMITE SCIENTIFIQUE)
M	TRABELSI	AFNOR

NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD

EN 13201-5

Décembre 2015

ICS 93.080.40

Version Française

**Éclairage public - Partie 5: Indicateurs de performance
énergétique**

Straßenbeleuchtung - Teil 5:
Energieeffizienzindikatoren

Road lighting - Part 5: Energy performance indicators

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 6 juin 2015.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne. Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion du CEN-CENELEC ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion du CEN-CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Ancienne République yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos européen.....	3
Introduction	4
1 Domaine d'application	5
2 Références normatives	5
3 Termes, définitions, symboles et abréviations	5
3.1 Termes et définitions	5
3.2 Symboles et abréviations	6
4 Indicateur de densité de puissance (PDI)	8
4.1 Calcul de l'indicateur de densité de puissance	8
4.2 Éclairage horizontal moyen à utiliser pour le calcul de l'indicateur de densité de puissance.....	8
4.3 Puissance système (<i>P</i>) à utiliser pour le calcul de l'indicateur de densité de puissance	9
4.4 Zone (<i>A</i>) à utiliser pour le calcul de l'indicateur de densité de puissance	10
5 Indicateur de consommation annuelle d'énergie (AECI)	10
Annexe A (informative) Exemples de calcul et valeurs types des indicateurs de performance énergétique	12
A.1 Exemples de profils opérationnels	12
A.1.1 Généralités	12
A.1.2 Fonctionnement à pleine puissance	12
A.1.3 Fonctionnement à plusieurs puissances	13
A.1.4 Fonctionnement avec des détecteurs de véhicules et de présence	13
A.2 Exemple de calcul	14
A.3 Valeurs types des indicateurs de performance énergétique	15
A.3.1 Généralités	15
A.3.2 Chaussée à deux voies pour le trafic motorisé (profil routier A)	16
A.3.3 Chaussée à circulation mixte (véhicules et piétons) sans trottoirs (profil routier B)	17
A.3.4 Chaussée et trottoir sur le côté de l'implantation d'éclairage (profil routier C)	18
A.3.5 Chaussée et trottoir sur le côté opposé à l'implantation d'éclairage (profil routier D)	19
A.3.6 Chaussée et trottoirs des deux côtés (profil routier E)	19
A.3.7 Chaussée et deux trottoirs sur les deux côtés séparés de la chaussée par des bandes engazonnées (profil routier F)	20
A.3.8 Valeurs types de l'AECI pour différents profils nocturnes	21
Annexe B (informative) Efficacité lumineuse d'installation	22
B.1 Généralités	22
B.2 Calcul du facteur de correction	22
B.3 Calcul de l'utilance	23
B.4 Calcul de l'efficacité des luminaires	23
Annexe C (informative) Facteur d'éclairage d'une installation	24
C.1 Facteur d'éclairage d'installation q_{inst}	24
C.2 Rôle de q_{inst} dans la conception de l'éclairage public dans le but d'effectuer des économies d'énergie	24
C.3 Valeurs types de q_{inst}	25
Annexe D (informative) Présentation des indicateurs de performance énergétique	26
Bibliographie	27

Avant-propos européen

Le présent document (EN 13201-5:2015) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 169 "Lumière et éclairagisme", dont le secrétariat est tenu par DIN.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en juin 2016, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en juin 2016.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CEN et/ou le CENELEC ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'EN 13201 *Éclairage public*, est une série de documents qui comprend les parties suivantes :

Partie 1 : Sélection des classes d'éclairage

Partie 2 : Exigences de performance

Partie 3 : Calcul des performances

Partie 4 : Méthodes de mesure des performances photométriques

Partie 5 : Indicateurs de performance énergétique

Selon le Règlement Intérieur du CEN-CENELEC les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Ancienne République Yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

Introduction

L'objectif de la présente Norme européenne est de définir des indicateurs de performance énergétique pour les installations d'éclairage public. La norme introduit deux paramètres de mesure : l'indicateur de densité de puissance (PDI) D_P et l'indicateur de consommation annuelle d'énergie (AECI) D_E qu'il convient de toujours utiliser ensemble.

Pour quantifier les économies pouvant potentiellement être obtenues par l'intermédiaire d'une performance énergétique accrue et d'un impact environnemental réduit, il est nécessaire de calculer l'indicateur de densité de puissance (D_P) ainsi que l'indicateur de consommation annuelle d'énergie (D_E). Par ailleurs, l'efficacité lumineuse d'une installation (η_{inst}) peut être utilisée pour comparer la performance énergétique d'autres installations d'éclairage public.

Un choix approprié de la ou des classes d'éclairage pendant la phase de conception et de spécification aidera à maximiser les économies d'énergie en assurant les niveaux d'éclairement seulement nécessaires aux heures adéquates et pendant les périodes minimales nécessaires. Des recommandations supplémentaires sont données dans le CEN/TR 13201-1 concernant les besoins visuels des usagers de la route, par exemple dans le cas de variation du trafic pendant certaines heures de la nuit ou dans conditions atmosphériques différentes.

Pendant la phase de conception d'une installation d'éclairage public, il convient de veiller à garantir que les critères de conception spécifiés dans l'EN 13201-2 sont atteints mais aussi que l'éclairage excessif est réduit au minimum selon les possibilités techniques. Il est possible de minimiser l'éclairage excessif en sélectionnant soigneusement le luminaire et la source lumineuse, selon la classe d'éclairage spécifiée, l'interdistance des points d'éclairage prévus et les facteurs d'uniformité sont tous des facteurs déterminants du flux lumineux émis par la source lumineuse et donc de la puissance de la source lumineuse requise. Il est toutefois possible que ce flux lumineux n'existe pas en réalité. Lorsque le flux lumineux de la source lumineuse est supérieur à celui requis, le concepteur peut utiliser un appareillage à gradation continue pour compenser cet effet en réduisant le flux lumineux de la source lumineuse au niveau requis, conduisant ainsi à une faible consommation d'énergie. Les mêmes principes et appareillage peuvent être utilisés pour compenser les variations du flux lumineux émis tout au long de la vie des sources lumineuses.

Il convient de ne pas utiliser les niveaux d'énergie calculés sur la base de la présente norme comme entrée directe dans le calcul de la charge sur le réseau de distribution d'électricité. De tels calculs s'appuient normalement sur l'exigence énergétique directement déduite de la conception de l'éclairage et de la conception électrique.

Des exemples de profils opérationnels et des exemples de calcul des indicateurs de performance énergétique sont fournis à l'Annexe A. Les valeurs types des indicateurs de performance énergétique sont fournies pour illustrer la performance énergétique des luminaires et des installations avec un niveau technologique récent.

L'Annexe B présente l'efficacité lumineuse de l'installation et ses facteurs en tant que mesure de l'influence de différentes pertes lumineuses et d'autres paramètres.

Le facteur d'éclairage d'une installation, tel qu'il est présenté à l'Annexe C, peut aussi être utilisé pour caractériser la performance énergétique des installations d'éclairage public indépendamment des composants d'éclairage utilisés. D'autres facteurs et paramètres ayant une influence sur la performance énergétique, tels que le facteur de maintenance (voir CIE 154), peuvent être reconnus mais ne sont pas traités dans la présente norme.

Des recommandations relatives à la présentation des indicateurs de performance énergétique sont fournies à l'Annexe D.

1 Domaine d'application

Cette partie de la Norme européenne définit comment calculer les indicateurs de performance énergétique pour les installations d'éclairage public en utilisant l'indicateur de densité de puissance (PDI) D_P calculé et l'indicateur de consommation annuelle d'énergie (AECI) D_E calculé. L'indicateur de densité de puissance (D_P) démontre l'énergie nécessaire pour une installation d'éclairage public, tout en satisfaisant aux exigences d'éclairage pertinentes spécifiées dans l'EN 13201-2. L'indicateur de consommation annuelle d'énergie (D_E) détermine la consommation électrique pendant l'année, même si les exigences d'éclairage pertinentes changent au cours de la nuit ou des saisons.

Ces indicateurs peuvent être utilisés pour comparer la performance énergétique de différentes solutions et technologies d'éclairage public pour le même projet d'éclairage public. Il n'est pas possible de comparer directement la performance énergétique des systèmes d'éclairage public de différentes géométries de routes ou différentes exigences d'éclairage les unes aux autres, car la performance énergétique est entre autres influencée par la géométrie de la zone à éclairer, ainsi que par les exigences d'éclairage. L'indicateur de densité de puissance (D_P) et l'indicateur de consommation annuelle d'énergie (D_E) s'appliquent à toutes les zones de circulation couvertes par les séries de classes d'éclairage M, C et P définies dans l'EN 13201-2.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

EN 12665:2011, *Lumière et éclairage — Termes de base et critères pour la spécification des exigences en éclairage*.

EN 13201-2, *Éclairage public — Partie 2 : Exigences de performance*.

EN 13201-3:2015, *Éclairage public — Partie 3 : Calcul des performances*.

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'EN 12665:2011 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1.1

puissance système (d'une installation d'éclairage dans un état de fonctionnement donné)

P

puissance totale de l'installation d'éclairage public nécessaire pour respecter les classes d'éclairage requises spécifiées dans l'EN 13201-2 dans toutes les sous-zones d'étude et pour faire fonctionner l'installation d'éclairage et la contrôler (unité : W)

3.1.2

indicateur de densité de puissance PDI (d'une installation d'éclairage dans un état de fonctionnement donné)

D_P

valeur de la puissance système divisée par la valeur du produit de la surface à éclairer et de la valeur d'éclairement moyen maintenu calculée sur cette surface conformément à l'EN 13201-3 (unité : $W \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$)

3.1.3

indicateur de consommation annuelle d'énergie AECI (d'une installation d'éclairage au cours d'une année spécifique)

D_E

consommation totale d'énergie électrique d'une installation d'éclairage le jour et la nuit tout au long d'une année déterminée par rapport à la zone totale à éclairer par l'installation d'éclairage (unité : $Wh \cdot m^{-2}$)

EN 13201-5:2015 (F)**3.1.4****efficacité lumineuse d'une installation** η_{inst}

flux lumineux minimal nécessaire pour fournir le niveau d'éclairage minimal à la zone spécifiée divisé par la consommation électrique moyenne totale de l'installation d'éclairage (unité : $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$)

3.1.5**flux lumineux constant CLO (d'une installation d'éclairage public)**

régulation de l'installation d'éclairage public dans le but de fournir un flux lumineux constant à partir des sources lumineuses

Note 1 à l'article : cette fonctionnalité vise à compenser la perte de lumière provoquée par le vieillissement des sources lumineuses

3.1.6**facteur d'éclairage d'une installation** q_{inst}

facteur sans dimension indiquant la relation de la luminance moyenne maintenue calculée de la surface de la route sur l'éclairement horizontal moyen maintenu calculé sur cette surface et le coefficient de luminance moyenne du tableau r adopté dans le calcul de la luminance

3.2 Symboles et abréviations**Tableau 1 — Symboles et abréviations (1 sur 2)**

Symbole ou abréviation	Nom ou description	Unité
A	Zone à éclairer	m^2
A_{FL}	Surface du trottoir de gauche	m^2
A_{FR}	Surface du trottoir de droite	m^2
A_R	Surface de la chaussée	m^2
AECI	Indicateur de consommation annuelle d'énergie	
C_L	Facteur de correction pour les conceptions d'éclairage basées sur la luminance ou l'éclairement hémisphérique	-
C_{op}	Coefficient de fonctionnement de l'éclairage	-
CLO	Flux lumineux constant	
D_E	Indicateur de consommation annuelle d'énergie (AECI)	$\text{Wh}\cdot\text{m}^{-2}$
D_P	Indicateur de densité de puissance (PDI)	$\text{W}\cdot\text{lx}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$
E	Éclairement horizontal moyen maintenu	lx
E_{FL}	Éclairement maintenu calculé sur le trottoir de gauche	lx
E_{FR}	Éclairement maintenu calculé sur le trottoir de droite	lx
E_{hs}	Éclairement hémisphérique	lx

Tableau 1 — Symboles et abréviations (2 sur 2)

Symbole ou abréviation	Nom ou description	Unité
E_{\min}	Éclairement moyen minimal requis	lx
E_R	Éclairement maintenu calculé sur la chaussée	lx
EIR	Rapport d'éclairement des abords	
f_M	Facteur de maintenance global (MF) de l'installation d'éclairage	-
k_{red}	Coefficient de réduction pour l'éclairement au niveau réduit	-
\bar{L}	Luminance moyenne maintenue	cd·m ⁻²
\bar{L}_{\min}	Luminance moyenne minimale requise	cd·m ⁻²
LOR	Rendement normalisé	
m	Nombre de périodes de fonctionnement pour différents niveaux de puissance consommée P	-
MF	Facteur de maintenance	
n	Nombre de sous-zones à éclairer	-
n_p	Nombre de points d'éclairage associés à l'installation d'éclairage ou à la section représentative	-
P	Puissance système de tous les luminaires utilisés pour éclairer la zone d'étude	W
P_{ad}	Puissance active totale de tous les dispositifs non pris en compte dans la puissance consommée P mais nécessaires au fonctionnement de l'installation d'éclairage public	W
P_F	Puissance système du luminaire utilisé pour éclairer le trottoir	W
P_{ls}	Puissance de la ou des sources lumineuses dans le luminaire	W
P_R	Puissance système du luminaire utilisé pour éclairer la chaussée	W
PDI	Indicateur de densité de puissance	
R_{LO}	Rendement optique des luminaires (LOR) utilisés dans l'installation d'éclairage	-
q_{inst}	Facteur d'éclairage d'une installation	-
Q_o	Coefficient de luminance moyenne	sr ⁻¹
t	Durée de fonctionnement pour une puissance système spécifique P sur une année	h
T_{pp}	Durée de fonctionnement annuelle de l'éclairement à pleine puissance	h
t_{red}	Durée de fonctionnement annuelle de l'éclairement au niveau réduit	h
U	Utilance de l'installation d'éclairage	-
Φ_A	Flux lumineux atteignant la zone à éclairer	lm
Φ_{ls}	Flux lumineux émis par la ou des sources lumineuses dans un luminaire	lm
η_{inst}	Efficacité lumineuse de l'installation	lm·W ⁻¹
η_{ls}	Efficacité lumineuse des sources lumineuses utilisées dans l'installation	lm·W ⁻¹
n_{lu}	Nombre de luminaires pris en compte dans le calcul	-
η_P	Efficiency énergétique des luminaires utilisés dans l'installation d'éclairage	-

4 Indicateur de densité de puissance (PDI)

4.1 Calcul de l'indicateur de densité de puissance

L'indicateur de densité de puissance pour une zone divisée en sous-zones pour un état de fonctionnement donné doit être calculé à l'aide de la formule suivante :

$$D_p = \frac{P}{\sum_{i=1}^n E_i \bar{A}_i} \quad (1)$$

où

D_p est l'indicateur de densité de puissance, $W \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$;

P est la puissance système de l'installation d'éclairage public utilisée pour éclairer les zones d'étude (voir 4.3), en W ;

\bar{E}_i est l'éclairement horizontal moyen maintenu de la sous-zone « i » déterminé conformément au 4.2, en lx ;

A_i est la taille de la sous-zone « i » éclairée par l'installation d'éclairage, en m^2 ;

n est le nombre de sous-zones à éclairer.

Si la classe d'éclairage requise varie au cours de la nuit et/ou des saisons (par exemple en cas de réductions de la classe d'éclairage dues à une baisse de la densité de circulation, à des changements de l'environnement visuel ou à tout autre paramètre pertinent), il convient de calculer séparément la densité de puissance (D_p) pour chacune des classes d'éclairage. Sinon, lorsque plusieurs classes d'éclairage sont utilisées pendant la nuit ou l'année, la densité de puissance (D_p) peut être calculée sous forme de moyenne au cours de cette période. Le calcul doit indiquer clairement les hypothèses utilisées pour le calcul de la densité de puissance (D_p) ainsi que la méthode d'évaluation de cette valeur.

Les valeurs de l'indicateur de densité de puissance (D_p) doivent toujours être présentées et utilisées conjointement avec l'indicateur de consommation annuelle d'énergie (D_E) pour l'évaluation de la performance énergétique d'un système d'éclairage spécifique.

4.2 Éclairement horizontal moyen à utiliser pour le calcul de l'indicateur de densité de puissance

Pour les classes d'éclairage (C et P) basées sur l'éclairement, l'éclairement horizontal moyen maintenu (\bar{E}) à utiliser pour le calcul de la densité de puissance (D_p) doit être calculé conformément à l'EN 13201-3.

Pour les classes d'éclairage (M) basées sur la luminance, l'éclairement horizontal moyen maintenu (\bar{E}) à utiliser pour le calcul de la densité de puissance (D_p) doit être la moyenne des valeurs d'éclairement calculées sur le même maillage des points qui sont utilisés pour le calcul de la luminance conformément à l'EN 13201-3.

Pour les classes d'éclairage (HS) basées sur l'éclairement hémisphérique, l'éclairement horizontal moyen maintenu (\bar{E}) à utiliser pour le calcul de la densité de puissance (D_p) doit être la moyenne des valeurs d'éclairement calculées sur le même maillage des points qui sont utilisés pour le calcul de l'éclairement hémisphérique conformément à l'EN 13201-3.

Certaines installations d'éclairage peuvent être trop éclairées, c'est-à-dire que leurs niveaux d'éclairage sont significativement plus élevés que ceux requis ou spécifiés. En cas d'éclairage excessif, il convient de déterminer si cela est lié à une mauvaise conception ou à une conséquence inévitable d'autres exigences. Du point de vue du rendement énergétique et de l'environnement, il est recommandé de mener une action corrective pour minimiser tout éclairage excessif.

Du point de vue du rendement énergétique et de l'environnement, il convient que le niveau d'éclairage calculé pour toute installation d'éclairage ne dépasse pas le niveau d'éclairage requis de la classe d'éclairage immédiatement supérieure (ou qu'il ne dépasse pas le niveau d'éclairage requis de 50 % dans le cas de la classe la plus élevée) sans envisager d'autres solutions de conception.

4.3 Puissance système (P) à utiliser pour le calcul de l'indicateur de densité de puissance

La puissance système (P) doit être calculée à partir de la somme de la puissance consommée des sources lumineuses, du ou des appareillages et de tous autres dispositifs électriques (unité(s) de commande des points d'éclairage, commutateur(s), cellule(s) photoélectrique(s) etc.) qui sont directement associés à l'éclairage de la zone à éclairer et installés afin de faire fonctionner l'installation ou de la réguler. Il convient de calculer la puissance système (P) pour l'installation d'éclairage complète ou la section représentative utilisée pendant la conception de l'éclairage conformément à la formule suivante :

$$P = n_p \sum_{k=1} P_k + P_{ad} \quad (2)$$

où

P est la puissance système totale de l'installation d'éclairage ou de la section représentative, en W ;

P_k est la puissance consommée du « $k^{\text{ième}}$ » point d'éclairage (source lumineuse, appareillage, tout autre dispositif tel que l'unité de commande des points d'éclairage, commutateur ou cellule photoélectrique et composant, qui sont associés au point d'éclairage et qui sont nécessaires à son fonctionnement), en W ;

P_{ad} est la puissance consommée totale de tous les dispositifs non pris en compte dans P_k mais nécessaires au fonctionnement de l'installation routière, tels qu'un commutateur à distance ou une cellule photoélectrique, un contrôleur du flux lumineux centralisé ou un système de gestion centralisé, etc., en W.

Si la puissance système est calculée pour une zone représentative, il convient que la puissance consommée totale P_{ad} soit proportionnelle au nombre de luminaires utilisés pour éclairer la zone sur le nombre total de luminaires fournis à partir des dispositifs représentés par P_{ad} .

n_p est le nombre de points d'éclairage associés à l'installation d'éclairage ou à la section représentative, quelle que soit celle utilisée dans le calcul.

Si des sources lumineuses (et d'autres dispositifs électriques) fonctionnent à puissance constante, cette puissance doit être utilisée dans le calcul de la puissance système (P).

Si la classe d'éclairage varie au cours de la nuit et/ou des saisons (par exemple en cas de réduction de la classe d'éclairage au cours de la nuit en raison d'une baisse de la densité de circulation, des changements dans l'environnement visuel ou d'autres paramètres pertinents), il convient de calculer la puissance système (P) correspondant à la classe d'éclairage requise dans cette période.

NOTE Le PDI peut être un nombre unique pour un fonctionnement à puissance constante à temps plein et pour un niveau de gradation à 100 % dans les systèmes régulés, ou il peut représenter différents nombres pour chaque état de fonctionnement pris en compte. Des exemples de calcul et un exemple de présentation des résultats figurent à l'Annexe A et à l'Annexe D, respectivement.

EN 13201-5:2015 (F)

Dans le cas où le flux lumineux de la source lumineuse varie pour compenser les changements de rendement lumineux tout au long de la durée de vie des sources lumineuses (par exemple les sources lumineuses utilisant des dispositifs à flux lumineux constant (CLO)), il convient d'utiliser la puissance système moyenne associée à ces variations pour le calcul de la densité de puissance (D_P).

Si le calcul pour la principale classe d'éclairage est basé sur un seul calcul pour une section de la route, c'est-à-dire pour une implantation et une interdistance types, le calcul de la puissance système (P) doit alors inclure la somme de la puissance de tous les luminaires et du ou des dispositifs électriques liés aux luminaires, points d'éclairage et segments compris dans la zone de calcul pertinente pour cette installation type et situés sur ses abords, conformément à l'EN 13201-3. Des exemples types sont présentés à l'Annexe A. Le nombre des luminaires et la dimension de la zone doivent être pertinents l'un par rapport à l'autre.

Si le calcul porte sur une zone de forme irrégulière, le calcul de la puissance système (P) doit inclure la somme de la puissance de chaque luminaire et du ou des dispositifs électriques liés aux luminaires, points et segments d'éclairage nécessaires pour éclairer la zone.

Il convient que la puissance système (P) n'inclue aucune puissance associée aux dispositifs qui ne sont pas utilisés pour remplir la fonction d'éclairage, même s'ils sont connectés au même réseau. Des exemples types sont les panneaux publicitaires éclairés et les illuminations festives.

4.4 Zone (A) à utiliser pour le calcul de l'indicateur de densité de puissance

La zone utilisée pour le calcul de l'indicateur de densité de puissance (D_P) doit être identique à la zone utilisée dans la conception de l'éclairage pour le calcul d'éclairage des paramètres conformément à l'EN 13201-2 et décrite à l'EN 13201-3.

Si la chaussée d'une route n'est pas entourée d'autres zones (par exemple une autre chaussée, une voie piétonne, une piste cyclable ou des aires de stationnement etc., ayant leurs propres exigences d'éclairage spécifiées individuelles) et que le rapport d'éclairement des abords (EIR) est calculé conformément à l'EN 13201-2, les zones environnantes utilisées pour calculer l'EIR ne sont pas incluses dans le calcul de l'indicateur de densité de puissance.

5 Indicateur de consommation annuelle d'énergie (AECI)

La consommation annuelle d'électricité d'une installation d'éclairage public dépend de :

la période pendant laquelle l'éclairage est actif ;

la classe d'éclairage pertinente spécifiée dans la norme d'éclairage pour chaque période d'éclairage ;

l'efficacité de l'installation d'éclairage, pour chaque période ;

la manière dont le système de gestion de l'éclairage suit les changements des besoins visuels des usagers de la route ;

la consommation d'énergie en veille des dispositifs d'éclairage pendant la période où l'éclairage n'est pas actif.

Pour la comparaison et la surveillance de la performance énergétique d'une installation d'éclairage, l'indicateur de consommation d'énergie doit tenir compte de l'utilisation d'énergie annuelle cumulée de l'éclairage public qui éclaire la rue ou l'espace public. Toutefois, les besoins d'éclairage réels peuvent varier au cours de l'année pour les raisons suivantes :

variations saisonnières des heures de la journée/de la nuit, en fonction de l'emplacement géographique de la zone ;

changement des conditions atmosphériques qui influence les performances visuelles perçues (par exemple surface de la route sèche ou mouillée) ;

changement de densité de la circulation sur la rue ou l'espace public pendant la nuit (par exemple un schéma temporel d'utilisation différent tel que l'utilisation accrue aux « heures de pointe ») ou suite aux fluctuations des activités sociales (par exemple trimestres scolaires, périodes de jours fériés) ;

changement de fonctionnalité de la rue ou de l'espace public (par exemple les routes sont fermées pendant une certaine période ou transformées en zones piétonnes pendant les périodes de fêtes).

L'indicateur de consommation annuelle d'énergie (AECI) doit être calculé à l'aide de la formule suivante :

$$D_E = \frac{\sum_{j=1}^m (P_j t_j)}{A} \quad (3)$$

où

D_E est l'indicateur de consommation annuelle d'énergie pour une installation d'éclairage public, en Wh·m⁻²;

P_j est la puissance consommée associée à la $j^{\text{ème}}$ période de fonctionnement, en W ;

t_j est la durée de la $j^{\text{ème}}$ période du profil considéré lorsque la puissance P_j est consommée, sur une année, en h ;

A est la surface de la zone éclairée par la même installation d'éclairage, en m² ;

m est le nombre de périodes avec une puissance consommée P_j différente. m doit également prendre en compte la période de consommation électrique de veille. Cette période correspondra généralement à la période pendant laquelle l'éclairage n'est pas actif, c'est à dire les heures du jour et les périodes nocturnes éventuelles pendant lesquelles l'éclairage n'est pas allumé.

Si l'on souhaite un flux lumineux constant, mais que la consommation électrique de cette source lumineuse (ou des autres dispositifs électriques) varie dans le temps (par exemple si des auxiliaires d'alimentations à flux lumineux constant (CLO) sont utilisés), la consommation électrique moyenne pendant la durée de vie prévue doit être incluse dans le calcul. Le calcul doit indiquer clairement les hypothèses de durée de vie utilisées pour le calcul de la consommation moyenne ainsi que la méthode d'évaluation de cette valeur.

L'indicateur de consommation annuelle d'énergie (D_E) doit toujours être présenté et utilisé conjointement avec les valeurs de l'indicateur de densité de puissance (D_P) pour l'évaluation de la performance énergétique d'un système d'éclairage spécifique.

Annexe A (informative)

Exemples de calcul et valeurs types des indicateurs de performance énergétique

A.1 Exemples de profils opérationnels

A.1.1 Généralités

Des exemples types de profils nocturnes pour l'éclairage public sont donnés ci-dessous. Les heures de début et de fin du fonctionnement varient tout au long de l'année et dépendent de la latitude géographique et des conditions locales. Il est conseillé d'établir une corrélation entre le fonctionnement de l'éclairage artificiel et l'éclairement de la lumière du jour par rapport à l'éclairement requis pour une classe d'éclairage spécifique conformément à l'EN 13201-2. Le niveau d'éclairement est considérablement élevé au moment du coucher du soleil mais il diminue rapidement. Au lever du soleil, la situation est inversée.

Les exemples de profils nocturnes types fournis dans cette annexe illustrent le cycle quotidien du niveau d'éclairage. Le niveau de puissance nécessaire pour le calcul de la performance énergétique est associé aux niveaux d'éclairage en fonction du type de source, de la puissance de la source et d'autres facteurs.

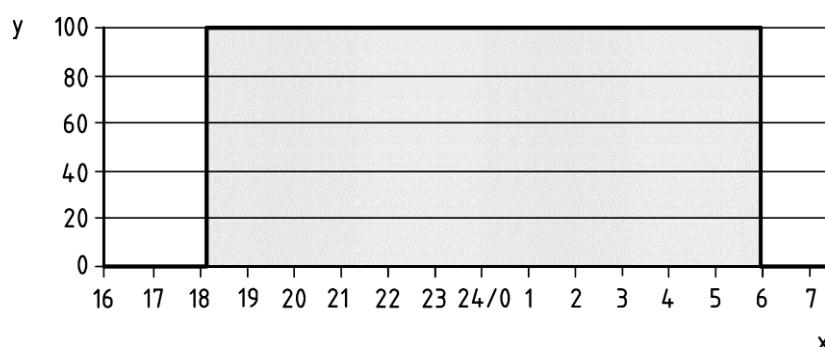
NOTE 1 Cette annexe ne traite pas de la relation spécifique entre le niveau d'éclairage et le niveau de puissance.

Pour le calcul de l'AECl, il est nécessaire d'additionner les heures de fonctionnement quotidiennes pour chacun des niveaux d'éclairage pendant une année entière.

NOTE 2 La puissance de veille n'est pas incluse dans les profils nocturnes présentés ci-dessous.

A.1.2 Fonctionnement à pleine puissance

Le profil présenté à la Figure A.1 est typique des installations d'éclairage avec des dispositifs à commutation simple tels que les minuteries ou les cellules photoélectriques. Les luminaires fonctionnent constamment à pleine puissance tous les jours pendant toute la nuit.



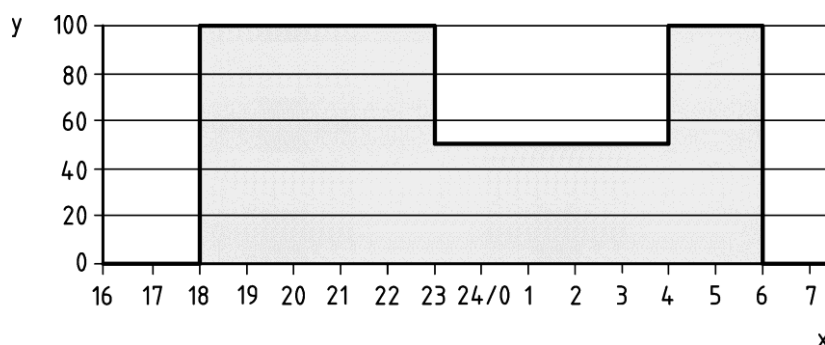
Légende

- x cycle de fonctionnement quotidien (h)
- y niveau d'éclairage (%)

Figure A.1 — Profil nocturne à pleine puissance

A.1.3 Fonctionnement à plusieurs puissances

Le profil à plusieurs puissances (par exemple le profil bi-puissance présenté à la Figure A.2) comprend deux périodes ou plus pendant le cycle quotidien lorsque les luminaires fonctionnent à une puissance différente associée aux différents niveaux d'éclairage fournis. Il convient que chacun des niveaux d'éclairage soient déduits de la classe d'éclairage conformément à l'EN 13201-2.



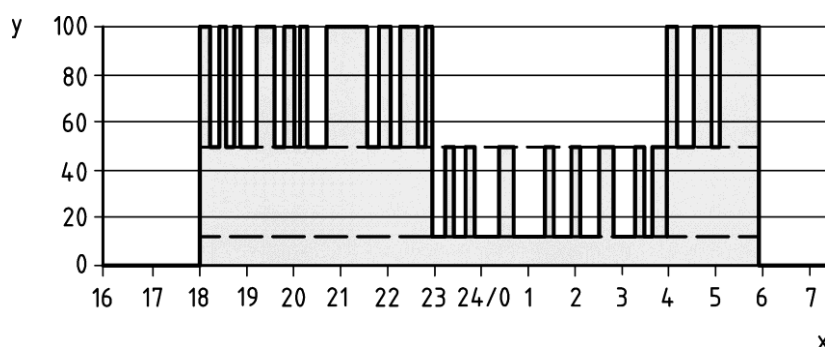
Légende

x cycle de fonctionnement quotidien (h)
y niveau d'éclairage (%)

Figure A.2 — Profil nocturne bi-puissance

A.1.4 Fonctionnement avec des détecteurs de véhicules et de présence

Si des détecteurs de véhicules et/ou de présence sont utilisés pour commander le système d'éclairage, les profils nocturnes à pleine puissance ou à plusieurs puissances sont tronqués par des périodes pendant lesquelles aucune circulation n'est détectée par les détecteurs associés et les luminaires fonctionnent aux niveaux réduits. La Figure A.3 présente un exemple de profil nocturne à trois puissances pour le pilotage de l'éclairage avec des détecteurs où au moins un niveau d'éclairage minimal est maintenu pendant toute la période nocturne. Les pics représentés sur la Figure A.3 dépendent de la détection et ne sont pas réguliers. Pour le calcul de l'AECl, il est nécessaire de supposer un paramètre de probabilité annuel pour chacun des niveaux d'éclairage.



Légende

x cycle de fonctionnement quotidien (h)
y niveau d'éclairage (%)

Figure A.3 — Profil nocturne commandé par détecteurs à trois puissances

A.2 Exemple de calcul

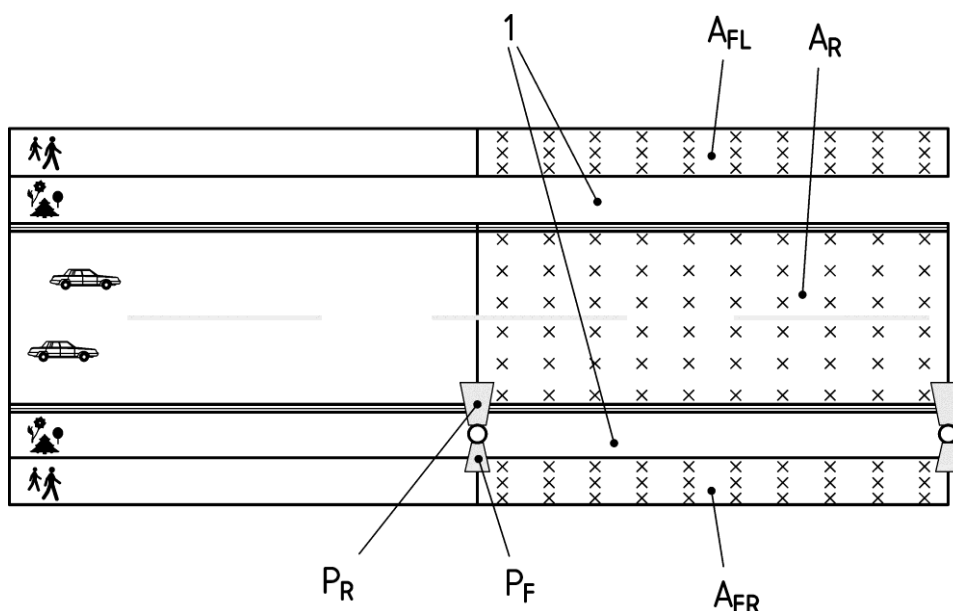
Le calcul des indicateurs de performance énergétique PDI (Article 4) et AECI (Article 5) est également expliqué à l'aide d'un exemple présenté sur la Figure A.4.

Un profil routier générique comprend une route à deux voies avec des trottoirs des deux côtés et séparées par des bandes engazonnées.

Des mâts d'éclairage sont installés dans la bande engazonnée entre la chaussée et le trottoir de droite. Deux luminaires sont installés par mât : le luminaire P_R pour éclairer la chaussée et le trottoir de l'autre côté (gauche) ; il éclaire aussi partiellement le trottoir de droite. Un luminaire supplémentaire P_F est installé pour compléter l'éclairage du trottoir de droite et est donc orienté vers ce trottoir. La puissance système des luminaires P_R et P_F est la puissance nominale généralement fournie par le fabricant des luminaires. Si le calcul de la performance énergétique est effectué pour une section type entre deux mâts d'éclairage consécutifs conformément à l'EN 13201-3, la puissance système P_R et P_F est incluse dans ce calcul une seule fois. Si le calcul de la performance énergétique est effectué sur toute la longueur de la route ou sa section dont la longueur est supérieure à une section type pour le calcul photométrique, tous les luminaires associés à la section de route sont inclus.

Les zones éclairées pour la chaussée A_R , le trottoir de gauche A_{FL} et le trottoir de droite A_{FR} peuvent être calculées à partir des largeurs correspondantes du profil routier et de la longueur considérée de l'installation (longueur de la route, section de route ou interdistance des luminaires). Il convient de calculer l'éclairement de la chaussée E_R , du trottoir de gauche E_{FL} et du trottoir de droite E_{FR} conformément à l'EN 13201-3. Les zones de bandes engazonnées et de bandes pour le calcul du rapport d'éclairement des abords sont exclues du calcul des indicateurs de performance énergétique.

Pour le calcul de l'AECI, il est nécessaire de tenir compte du profil de commande de l'éclairage appliqué au système d'éclairage sous forme de combinaison du coefficient de réduction et de la durée de fonctionnement annuelle pour chacun des régimes de fonctionnement et de la probabilité de détection de mouvement, le cas échéant. Par exemple, dans le cas du fonctionnement bi-puissance largement utilisé (voir A.1.3), la durée de fonctionnement annuelle totale est divisée par la durée de fonctionnement à pleine puissance et la durée de fonctionnement au niveau d'éclairage réduit t_{red} lorsque la puissance système est réduite du coefficient de réduction k_{red} .



Légende

1 exclu du calcul

Figure A.4 — Exemple de situation et de description des paramètres pour le calcul du PDI et de l'AECI

Lorsqu'elles sont appliquées à la situation présentée à la Figure A.4, et qu'elles respectent les hypothèses susmentionnées, les Formules (1) et (3) pour le calcul des indicateurs de performance énergétique deviennent :

$$D_P = \frac{P_R P_F}{E_{FL} A_{FL} E_R A_R E_{FR} A_{FR}} \quad (A.1)$$

$$D_E = \frac{\left(\frac{P_R}{A_{FL}} \frac{P_F}{A_R} \right) (t_{full} k_{red} t_{ed} l_{red})}{A_{FR}} \quad (A.2)$$

où

- P_R est la puissance système du luminaire principal dans l'installation d'éclairage, en W ;
- P_F est la puissance système du luminaire auxiliaire pour l'éclairage du trottoir de droite, en W ;
- A_R est la surface de la chaussée, en m² ;
- A_{FL} est la surface du trottoir de gauche, en m² ;
- A_{FR} est la surface du trottoir de droite, en m² ;
- E_R est l'éclairement maintenu calculé sur la chaussée, en lx ;
- E_{FL} est l'éclairement maintenu calculé sur le trottoir de gauche, en lx ;
- E_{FR} est l'éclairement maintenu calculé sur le trottoir de droite, en lx ;
- t_{pp} est la durée de fonctionnement annuelle de l'éclairement à pleine puissance, en h ;
- t_{red} est la durée de fonctionnement annuelle de l'éclairement au niveau réduit, en h ;
- k_{red} est le coefficient de réduction pour l'éclairement au niveau réduit.

Dans la Formule (A.2), le même profil de commande de l'éclairage est appliqué aux deux luminaires.

A.3 Valeurs types des indicateurs de performance énergétique

A.3.1 Généralités

Les valeurs des indicateurs de performance énergétique PDI et AECI dépendent de nombreux facteurs tels que la classe d'éclairage réelle, l'implantation le long de la route, la largeur de la chaussée et des trottoirs, le type de source lumineuse, la qualité des dispositifs optiques et la position de la source dans les luminaires (via les données photométriques des luminaires), etc. Dans le cas de l'AECI, le profil d'allumage et de pilotage peut considérablement affecter la valeur de cet indicateur. En partant de l'hypothèse que le système d'éclairage est optimisé pour cibler les paramètres photométriques, la performance énergétique des conceptions d'éclairage peut différer. Plus les valeurs du PDI et de l'AECI sont faibles, meilleure est la performance énergétique.

Les valeurs des indicateurs de performance énergétique PDI et AECI présentées dans cette annexe s'appuient sur de nombreux calculs de systèmes d'éclairage optimisés pour différentes combinaisons de profils routiers, de classes d'éclairage, de types de source lumineuse et de luminaires qui sont courants dans la pratique. Il convient de ne pas utiliser les valeurs comme références de comparaison, elles sont destinées à créer un scénario fictif pour les valeurs absolues des indicateurs et de leur variation et à aider à faire la distinction entre les solutions ayant une efficacité énergétique plus ou moins importante.

Les hypothèses formulées pour les calculs des exemples sont les suivantes :

- la largeur des trottoirs et des bandes engazonnées, le cas échéant, est égale à 2 m ;
- le facteur de maintenance est fixé à 0,80 pour tous les types de sources et de luminaires ;
- pour les propriétés de réflexion de la route, le tableau R3 est pris en compte ;
- la hauteur de feu est optimisée dans la plage de 5 m à 12 m (intervalle : nombres entiers) ;

EN 13201-5:2015 (F)

l'interdistance des poteaux d'éclairage est optimisée pour pouvoir être comprise entre 20 m et 60 m (intervalle : 1 m) ;

l'avancée de la crosse est comprise entre 0 m et 2 m (intervalle : 0,5 m) ;

les luminaires ne sont pas inclinés ;

la durée de fonctionnement annuelle est de 4 000 h à pleine puissance.

L'implantation du système d'éclairage est généralement unilatérale et dans certains cas, si la chaussée est plus large, une implantation bilatérale est choisie. Pour chaque calcul, la géométrie du système d'éclairage est optimisée en privilégiant l'interdistance afin d'élargir la zone éclairée autant que possible et d'avoir ainsi les indicateurs de performance énergétique les plus faibles possibles. La hauteur de feu et la hauteur de crosse n'ont qu'une influence indirecte sur les indicateurs.

Les luminaires utilisés dans les calculs couvrent les options possibles. Les luminaires économiques ou sophistiqués comprennent respectivement un diffuseur opale ou des réflecteurs à facettes ou lisses hautes performances. Les types de sources comprennent des lampes à vapeur de sodium ovoïdes ou tubulaires, des lampes à vapeur de mercure, des lampes aux iodures et des LED de différentes puissances. La position de la source dans le luminaire, si elle est réglable, est optimisée et n'est pas considérée comme une option.

NOTE Les calculs sont basés sur des produits d'éclairage (luminaires) disponibles au premier trimestre 2014.

A.3.2 Chaussée à deux voies pour le trafic motorisé (profil routier A)

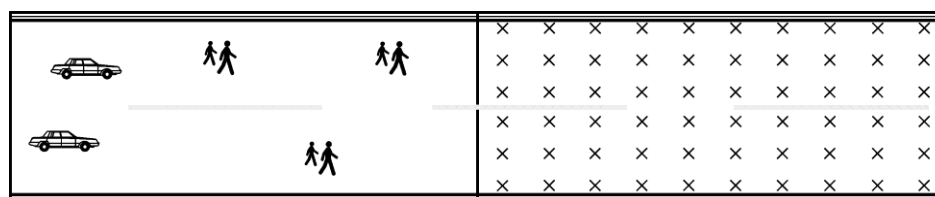
Tableau A.1 — Valeurs types de l'indicateur de densité de puissance D_P en $\text{mW}\cdot\text{lx}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ pour le profil routier A

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée <i>m</i>	Type de source				
		mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
M1	7		45		34 - 41	25 - 32
M2	7	100	50		31 - 40	24 - 27
M3	10	85	42	43	31 - 32	25 - 27
	8	83	42	40	30 - 33	27
	7	84	47	40	34 - 38	23 - 25
	6	103	51	43	40 - 44	25 - 28
M4	7	90	60	41 - 47	34 - 42	23
M5	7	86	30	47	38 - 45	24
	6	89	34	53	41 - 51	28
	5	97	41		53	38
	4	116	48		65	46
M6	7	85	37		45 - 49	20 - 27

Tableau A.2 — Valeurs types de l'indicateur de consommation annuelle d'énergie D_E en kWh·m⁻² pour le profil routier A

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée <i>m</i>	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
M1	7		5,0		4,0 - 5,3	3,0 - 3,8
M2	7	10,8	4,6		3,2 - 4,2	2,4 - 2,5
M3	10	6,0	3,4	3,0	2,3	1,6
	8	6,0	3,4	3,0	2,2 - 2,4	1,6
	7	6,0	3,6	2,8 - 3,1	2,5 - 2,6	1,5
	6	7,0	3,9	3,2	2,7 - 2,8	1,6
M4	7	5,0	3,1	2,3 - 2,5	1,8 - 2,4	1,1
M5	7	3,2	0,9	1,7	1,1 - 1,6	0,8
	6	3,4	1,0	2,0	1,2 - 1,7	0,9
	5	3,6 - 4,0	1,2		1,5 - 1,8	1,0
	4	4,1	1,5		1,7 - 2,3	1,3
M6	7	1,9	0,6		0,2 - 1,2	0,4 - 0,5

A.3.3 Chaussée à circulation mixte (véhicules et piétons) sans trottoirs (profil routier B)

Tableau A.3 — Valeurs types de l'indicateur de densité de puissance D_P en mW·lx⁻¹·m⁻² pour le profil routier B

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée <i>m</i>	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
C3	10	98	44	43	32	18 - 23
	7	92	51	39 - 45	35 - 41	24
	6	103	57	48	43	25 - 28
C5	7	95	29	60	44 - 53	27
	6	107	36	69	50 - 60	31
	5	110 - 125	43		53 - 59	41

Tableau A.4 — Valeurs types de l'indicateur de consommation annuelle d'énergie D_E en kWh·m⁻² pour le profil routier B

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée <i>m</i>	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
C3	10	6,0	2,7	3,1	1,9 - 2,0	1,1 - 1,4
	7	5,6	3,2	2,6 - 3,1	2,2 - 2,6	1,5 - 1,6
	6	6,3	3,8	3,0	2,6	1,6 - 1,8
C5	7	3,0	0,9	1,8	1,3 - 1,6	0,8
	6	3,3	1,1	2,1	1,6 - 1,8	1,0
	5	3,8	1,4		1,8 - 1,9	1,3

A.3.4 Chaussée et trottoir sur le côté de l'implantation d'éclairage (profil routier C)

Tableau A.5 — Valeurs types de l'indicateur de densité de puissance D_P en mW·lx⁻¹·m⁻² pour le profil routier C

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée <i>m</i>	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
M3/P3	7	68	38	33	30 - 43	20 - 21
M4/P4	7	73	50	35 - 38	30 - 34	20
M5/P5	7	71	25	39	33 - 37	21

Tableau A.6 — Valeurs types de l'indicateur de consommation annuelle d'énergie D_E en kWh·m⁻² pour le profil routier C

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée <i>m</i>	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
M3/P3	7	4,7	2,8	2,2 - 2,4	2,0	1,1
M4/P4	7	4,0	2,4	1,8 - 1,9	1,5 - 1,8	0,9
M5/P5	7	2,5	0,7	1,3	0,9 - 1,2	0,6

A.3.5 Chaussée et trottoir sur le côté opposé à l'implantation d'éclairage (profil routier D)




	x x x x x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x x x x x

Tableau A.7 — Valeurs types de l'indicateur de densité de puissance D_P en $\text{mW}\cdot\text{lx}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ pour le profil routier D

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée m	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
M3/P3	7	73	41	34 - 35	32	20
M4/P4	7	78	48	35 - 40	27 - 35	19
M5/P5	7	74	24	39	32 - 38	20

Tableau A.8 — Valeurs types de l'indicateur de consommation annuelle d'énergie D_E en $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ pour le profil routier D

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée m	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
M3/P3	7	4,7	2,8	2,2 - 2,4	2,0	1,2
M4/P4	7	4,0	2,4	1,8 - 1,9	1,4 - 1,8	0,9
M5/P5	7	2,5	0,7	1,3	0,9 - 1,2	0,6

A.3.6 Chaussée et trottoirs des deux côtés (profil routier E)





	x x x x x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x x x x x

Tableau A.9 — Valeurs types de l'indicateur de densité de puissance D_P en $\text{mW}\cdot\text{lx}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ pour le profil routier E

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée m	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
M3/P3	7	61	34	29	24 - 33	17 - 18
M4/P4	7	65	41	33 - 34	26 - 28	17
M5/P5	7	63	22	33	28 - 32	17

EN 13201-5:2015 (F)

Tableau A.10 — Valeurs types de l'indicateur de consommation annuelle d'énergie D_E en kWh·m⁻² pour le profil routier E

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée <i>m</i>	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
M3/P3	7	3,8	2,3	1,8 - 2,0	1,6	1,0
M4/P4	7	3,2	2,0	1,5	1,2 - 1,5	0,7
M5/P5	7	2,0	0,6	1,0	0,7 - 1	0,5

A.3.7 Chaussée et deux trottoirs sur les deux côtés séparés de la chaussée par des bandes engazonnées (profil routier F)







	x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x
	x x x x x x x x x x

Tableau A.11 — Valeurs types de l'indicateur de densité de puissance D_P en mW·lx⁻¹·m⁻² pour le profil routier F

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée <i>m</i>	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
M3/P3	7	76	40	34	27 - 33	25
M4/P4	7	71	45	34 - 36	28 - 32	23
M5/P5	7	70	25	37	31 - 35	22

Tableau A.12 — Valeurs types de l'indicateur de consommation annuelle d'énergie D_E en kWh·m⁻² pour le profil routier F

Classe d'éclairage	Largeur de la chaussée <i>m</i>	Type de source				
		Mercure	Iodures	Sodium, ovoïde	Sodium, tubulaire	LED
M3/P3	7	4,5	2,6	2,0	1,6 - 1,9	1,3
M4/P4	7	3,2	2,0	1,5	1,2 - 1,5	1,0
M5/P5	7	2,0	0,6	1,0	0,8 - 1,0	0,6

A.3.8 Valeurs types de l'AECI pour différents profils nocturnes

Les valeurs types de l'AECI présentées de A.3.2 à A.3.7 s'appliquent au profil nocturne à pleine puissance (voir A.1.2) avec une durée de fonctionnement annuelle de 4 000 h. Pour prendre en compte les différents profils nocturnes, il suffit généralement de combiner les durées de fonctionnement annuelles des niveaux d'éclairage individuels avec la puissance système associée et la probabilité de détection (dans les systèmes équipés de détecteurs) dans un seul coefficient de fonctionnement de l'éclairage c_{op} . Ce coefficient peut être utilisé pour multiplier l'AECI pour le fonctionnement à pleine puissance afin d'obtenir la valeur de l'AECI pour le profil nocturne réel.

Le Tableau A.13 indique les valeurs types du coefficient de fonctionnement de l'éclairage c_{op} pour différents profils nocturnes s'appuyant sur ces hypothèses :

Pleine puissance : 4 000 h de fonctionnement à pleine puissance P ;

Bi-puissance : 2 175 h à pleine puissance P et 1 825 h à puissance réduite $0,7 P$, avec un niveau d'éclairage réduit à 50 % ;

Trois puissances : 2 175 h de commande d'éclairage à deux niveaux 100 % et 60 % de la puissance système avec une probabilité de détection de 80 % et 1 825 h de commande d'éclairage à deux niveaux réduits 60 % et 20 % de la puissance système avec une probabilité de détection de 20 %.

Tableau A.13 — Valeurs types du coefficient de fonctionnement de l'éclairage c_{op} en % pour différents profils nocturnes

Profil nocturne	c_{op} %
Pleine puissance	100,0
Bi-puissance	86,3
Trois puissances, avec détecteurs	62,8

Annexe B (informative)

Efficacité lumineuse d'installation

B.1 Généralités

L'efficacité lumineuse d'installation est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\eta_{\text{inst}} = C_L f_M U R_{LO} \eta_{ls} \eta_P \quad (\text{B.1})$$

où

η_{inst} est l'efficacité lumineuse d'installation en $\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$;

C_L est le facteur de correction pour les projets d'éclairage basés sur la luminance ou l'éclairement hémisphérique ;

f_M est le facteur de maintenance global (MF) de l'installation d'éclairage ;

U est l'utilance de l'installation d'éclairage ;

R_{LO} est le rendement optique des luminaires utilisés dans l'installation d'éclairage ;

η_{ls} est l'efficacité lumineuse des sources lumineuses utilisées dans l'installation en $\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$;

η_P est l'efficacité énergétique des luminaires utilisés dans l'installation d'éclairage.

Il convient d'évaluer l'efficacité lumineuse d'installation η_{inst} en tenant compte des conditions de fonctionnement réelles de l'installation d'éclairage.

Il convient que le facteur de maintenance soit le même que celui utilisé pour le calcul des paramètres photométriques conformément à l'EN 13201-3.

B.2 Calcul du facteur de correction

Lorsque l'exigence minimale pour une ou plusieurs zones est exprimée en luminance de la surface de la chaussée, la capacité de l'installation d'éclairage à produire la luminance peut être relativement élevée ou faible si la valeur du coefficient de luminance moyenne de la surface de la chaussée Q_0 s'écarte de la valeur normalement supposée de $0,07 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ ou en raison d'une directivité spécifique de l'éclairage. Le facteur de correction tenant compte de ces deux aspects est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$C_L = \left(\frac{\bar{E}_{i,\min}}{A_i} \right) / A \quad (\text{B.2})$$

où

$\bar{E}_{i,\min}$ est l'éclairement moyen minimal requis ;

A_i est la zone à laquelle l'éclairement moyen minimal requis s'applique ;

Φ_A est le flux lumineux atteignant la zone à éclairer ;

n est le nombre de zones à éclairer.

Pour une zone A_i où le critère de conception de l'éclairage est la luminance minimale de la surface de la chaussée $\bar{L}_{i,\min}$, la valeur de l'éclairement moyen minimal requis est fixée à :

$$\bar{E}_{i,\min} = \bar{L}_{i,\min} / 0,07 \quad (\text{B.3})$$

Pour une zone A_i où le critère de conception de l'installation est l'éclairement hémisphérique E_{hs} , la valeur de l'éclairement moyen minimal requis est fixée à :

$$\bar{E}_{i,\min} = E_{hs} / 0,65 \quad (\text{B.4})$$

NOTE La valeur de 0,65 est empirique et représente une valeur moyenne pour différentes installations d'éclairage.

B.3 Calcul de l'utilance

L'utilance (U) est définie comme le rapport entre le flux lumineux reçu par la surface de référence et la somme des flux totaux individuels des luminaires de l'installation :

$$U = \frac{\Phi_A}{n_{lu} \Phi_{ls} R_{LO}} \quad (\text{B.5})$$

où

Φ_A est le flux lumineux atteignant la zone à éclairer, en lm ;

Φ_{ls} est le flux lumineux émis par la ou les sources lumineuses dans un luminaire, en lm ;

R_{LO} est le rendement optique des luminaires utilisés dans l'installation d'éclairage ;

n_{lu} est le nombre de luminaires de l'installation.

B.4 Calcul de l'efficacité des luminaires

L'efficacité lumineuse d'un luminaire est inférieure à l'efficacité lumineuse de la ou des sources dans le luminaire en raison des pertes optiques et de la consommation de l'appareillage. Le rendement optique R_{LO} , désigné par LOR (Light Output Ratio - rendement normalisé du luminaire) est le rapport entre le flux lumineux sortant d'un luminaire et le flux lumineux de la ou des sources dans ce luminaire. Il peut être calculé à partir des données photométriques des luminaires et est généralement fourni par les fabricants de luminaires.

L'efficacité énergétique d'un luminaire est le rapport entre la puissance de la ou des sources et la puissance système du luminaire :

$$\eta_P = P_{ls} / P \quad (\text{B.6})$$

où

P_{ls} est la puissance de la ou des sources dans le luminaire, en W ;

P est la puissance système du luminaire, en W.

NOTE 1 Pour certains luminaires à LED, les valeurs pour P_{ls} , η_{ls} et R_{LO} ne sont pas disponibles et il est nécessaire de les remplacer par l'efficacité lumineuse globale du luminaire.

NOTE 2 En général, la puissance système P peut aussi inclure d'autres dispositifs qui sont extérieurs au luminaire mais qui sont directement associés à la zone à éclairer.

Annexe C (informative)

Facteur d'éclairage d'une installation

C.1 Facteur d'éclairage d'installation q_{inst}

L'EN 13201-2 prescrit la conception et la réalisation des installations d'éclairage pour les routes à trafic motorisé conformément aux niveaux de luminance moyenne de la route (classes d'éclairage M). Toutefois, l'indicateur de densité de puissance (D_P), la puissance système (P) et l'indicateur de consommation annuelle d'énergie (D_E) dépendent de l'éclairement horizontal moyen (\bar{E}).

Lorsque les classes d'éclairage M sont utilisées, il convient que le concepteur de l'éclairage sélectionne les luminaires qui produisent la luminance de la route \bar{L} telle que définie dans l'EN 13201-2 avec l'éclairement de route le plus faible \bar{E} . Dans ce but, il est essentiel d'utiliser un paramètre simple pour permettre d'effectuer une comparaison facile et rapide de la performance énergétique obtenue avec différents luminaires et/ou dans différentes installations. Il est pour cela possible d'utiliser le facteur de luminance d'installation q_{inst} , défini comme :

$$q_{inst} = \frac{\bar{L}}{Q_0 \bar{E}} \quad (C.1)$$

où

\bar{L} est la luminance moyenne maintenue calculée de la chaussée conformément à l'EN 13201-3:2015, 7.1 et 8.2, en cd.m^{-2} ;

\bar{E} est l'éclairement horizontal moyen maintenu calculé de la surface de la chaussée lorsque la luminance de la surface de la chaussée est \bar{L} , en lx ;

Q_0 , est le coefficient de luminance moyenne du tableau r adopté dans le calcul de la luminance, en sr^{-1} .

NOTE Il s'agit d'un paramètre de normalisation, qui donne un caractère sans dimension à q_{inst} en faisant référence à une propriété photométrique normalisée de la surface de la chaussée.

C.2 Rôle de q_{inst} dans la conception de l'éclairage public dans le but d'effectuer des économies d'énergie

Le facteur q_{inst} proposé ici suit les recommandations de la publication CIE 144 pour une prise en compte attentive du quotient luminance/éclairement dans l'éclairage public. Le facteur q_{inst} , dont la plage type est comprise entre 0,8 et 1,3, est étroitement corrélé aux consommations d'énergie et à la compatibilité environnementale. Ainsi, l'augmentation des valeurs de q_{inst} dans ladite plage correspond à une baisse de 40 % de l'indicateur de densité de puissance D_P , ce qui ne peut pas être négligé.

Le facteur q_{inst} caractérise la performance énergétique des installations d'éclairage public indépendamment des composants d'éclairage utilisés pour leur réalisation réelle ; la luminance de la chaussée et l'éclairement peuvent être obtenus à partir du projet d'éclairage ou mesurés sur la chaussée. La performance énergétique peut donc être évaluée dans tous les cas, même si aucune donnée concernant la source lumineuse, les luminaires, etc. n'est connue. De plus, à la phase de conception, les performances relatives aux consommations d'énergie peuvent être évaluées immédiatement, sans aucun calcul supplémentaire. Dans tous les cas, q_{inst} permet de comparer facilement l'efficacité de différents types d'installations, en particulier entre les installations anciennes et les installations de la toute dernière technologie.

C.3 Valeurs types de q_{inst}

L'expérience montre que les meilleurs résultats pour les consommations d'énergie et la compatibilité environnementale peuvent être obtenus avec $q_{inst} > 1$ avec une conception minutieuse.

Annexe D (informative)

Présentation des indicateurs de performance énergétique

Les deux indicateurs de performance énergétique, l'indicateur de densité de puissance (PDI) et l'indicateur de consommation annuelle d'énergie (AECI), sont des paramètres indissociables, il convient donc de toujours les présenter ensemble. Il convient aussi d'afficher clairement toutes les valeurs et les hypothèses utilisées pour le calcul des indicateurs de performance énergétique conjointement avec les indicateurs. Le Tableau D.1 donne un exemple. Dans certains cas, l'interprétation graphique du profil nocturne peut constituer un mode de représentation adapté.

Tableau D.1 — Exemple d'informations à présenter conjointement avec les indicateurs de performance énergétique

Puissance système					
	Luminaire 1	Luminaire 2	Luminaire 3	Luminaire 4	Luminaire 5
Puissance consommée P (W)					
Puissance supplémentaire P_{ad} (W)					
Zone éclairée					
	Sous-zone 1	Sous-zone 2	Sous-zone 3	Sous-zone 4	Sous-zone 5
Zone à éclairer A (m ²)					
Éclairement calculé E (lx)					
Profil nocturne					
	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Période 5
Heures de fonctionnement annuelles (h)					
Coefficient de réduction (%)					
Probabilité de détection (%)					
Indicateurs de performance énergétique					
	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Période 5
Indicateur de densité de puissance D_p (W·lx ⁻¹ ·m ⁻²)					
Indicateur de consommation annuelle d'énergie D_E (Wh·m ⁻²)					

NOTE Si nécessaire, des luminaires, zones ou périodes de temps supplémentaires peuvent être rajoutées dans le tableau.

Bibliographie

- [1] CEN/TR 13201-1, *Éclairage public — Partie 1 : Sélection des classes d'éclairage.*
- [2] EN 13201-4, *Éclairage public — Partie 4 : Méthodes de mesure des performances photométriques.*
- [3] CIE S 017/E: 2011, *ILV, Vocabulaire international de l'éclairage.*
- [4] CIE 115:2010, *Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic.*
- [5] CIE 144:2001, *Road Surface and Road Marking Reflection Characteristics.*
- [6] CIE 154:2003, *The Maintenance of Outdoor Lighting Systems.*