

La norme Afnor expérimentale NF XP X90-013 « Nuisances lumineuses »

Le groupe de travail « Nuisances lumineuses » de l'Afnor a été créé en octobre 2009 afin de rédiger une norme expérimentale sur le sujet des « Nuisances lumineuses ». La lumière artificielle est essentielle puisqu'elle prend le relais de la lumière naturelle à la tombée de la nuit. L'amélioration des performances des installations d'éclairage public et d'éclairage extérieur par une meilleure maîtrise de la lumière, devenue prioritaire ces dernières années, mérite une évaluation, voire une action corrective, dès l'origine des projets d'éclairage. C'est l'objectif principal de cette norme expérimentale dont la publication est prévue par l'Afnor en début de cette année 2011.

PAR J. LECOCQ
CHEF DE PROJET
DE CETTE NORME
EXPERT AFE
APPLICATION
SUPPORT MANAGER
OUTDOOR LIGHTING
THORN

Chronologiquement, la Commission internationale de l'éclairage (CIE) s'est souciée des nuisances dues à la lumière dès les années 1990 en répondant en premier lieu aux attentes des astronomes qui s'alarmaient déjà du halo nocturne (en anglais : sky glow) s'étendant au-dessus des villes et bien au-delà. La publication CIE 126, centrée sur ce sujet, est sortie en 1997. Elle a donné lieu à une extension de son domaine d'application dans un autre groupe de travail de la CIE pour généraliser ce que nous traduisons en français par le terme générique de lumière indésirable (en anglais : obtrusive light), objet de la publication CIE 150. Mais tous ces développements publiés n'étaient pas encore matures pour donner naissance à une norme synthétique.

En effet, la lumière électrique est parfois une gêne reconnue pour les riverains ou les observateurs du ciel nocturne. Les nuisances lumineuses à proprement parler sont variées :

- éclairages directs débordant largement au-delà des limites des surfaces à éclairer, voire vers le ciel ;
- éclairages nuisibles et éblouissants diminuant la perception des obstacles, la qualité de l'environnement ou tout simplement le confort visuel des observateurs ;
- lumières intrusives dans les locaux privés ou encore ambiances lumineuses psychologiquement négatives.

La publication CIE 150, parue en 2003, a effectivement tenté de passer en revue tous ces aspects. Mais les exigences qui y apparaissent témoignent de difficultés d'application pratique et d'une simplification excessive attribuée au comportement des seuls luminaires. Il en ressort une méthodologie inadéquate et un manque d'appréciation objective de la qualité intrinsèque d'une installation d'éclairage dans cette échelle d'appréciation des nuisances dues à la lumière et, en fin de compte, un jugement discutable et perfectible sur ce qui gouverne leur réelle limitation.

Les éclairagistes français se sont émus de cette insuffisance qui a malheureusement été admise de fait, par consensus majoritaire, dans certaines normes européennes d'éclairage. Ils ont proposé une alternative pour la formulation et l'évaluation du flux lumineux potentiellement perdu vers la voûte céleste. Ce dernier comprend non seulement le flux direct, sortant des luminaires au-dessus de l'horizon, mais aussi le flux sortant des luminaires sous l'horizon qui déborde assez largement de la surface utile éclairée et est partiellement réfléchi vers le ciel.

Le Grenelle de l'environnement a poussé l'Afnor à créer le groupe de travail mentionné en introduction de cet article pour établir une norme française expérimentale décrite ici dans ses grands traits. Ce référentiel normatif donnera une méthode permettant de minimiser les nuisances dues à la lumière provenant des sources lumineuses ou par leur réflexion et celles dues à la lumière qui déborde anormalement des limites de la zone à éclairer au sol sur les zones environnantes proches et lointaines.

► La norme concerne essentiellement les projets d'éclairage pour les nouvelles réalisations ou la rénovation des installations existantes. Par rapport aux publications CIE et aux normes européennes qui les ont reprises, application par application, cette norme expérimentale constitue, à elle seule, une synthèse et ouvre également son champ d'application aux éblouissements, à la publicité lumineuse et aux enseignes lumineuses en proposant des méthodes de mesure pour ces deux dernières.

Sans trop rentrer dans le détail de ce document de 40 pages, il est utile de publier les chapitres du sommaire qui cernent parfaitement son contenu et montre ses limites d'application ; ses annexes apportent en outre une information pédagogique et pratique.

Comme dans toute norme, il est important de fixer le domaine d'application et, en contrepartie, ce qui est exclu, soit par incapacité à respecter des règles ou bien quand le domaine est déjà soumis à des réglementations, soit encore par difficulté technique à trouver une approche méthodologique permettant une action corrective, soit enfin par méconnaissance scientifique ou manque de recherches éprouvées. Les 4 domaines d'exclusion cités ci-dessous cumulent pour certains ce statut et ces difficultés. Il s'agit :

Sommaire

- 1 Domaine d'application
- 2 Références normatives
- 3 Termes et définitions
- 4 Généralités
- 5 Application de la méthode UFR aux trois principaux types d'éclairage extérieur mentionnés

6 Nuisances liées aux éblouissements

7 Nuisances autour des installations sportives et autres grands espaces

8 Enseignes et publicités et autres dispositifs d'information lumineux

Annexe A (informative) UFR et extension de la surface de référence aux abords immédiats de la chaussée en éclairage public fonctionnel

Annexe B (informative) Généralisation de l'UFR et de l'extension de la surface de référence aux abords immédiats de la chaussée en éclairage public fonctionnel

Annexe C (normative) Évaluation du facteur de réflexion globale du sol

Annexe D (informative) Tableaux d'exigences de la publication CIE 150

Annexe E (informative) Introduction des équations mathématiques prouvant la convergence entre les économies d'énergie et la limitation d'UPF max et par conséquent du facteur UFR

Annexe F (informative) Exemple d'un projet d'éclairage public fonctionnel où trois solutions sont comparées par les nuisances et l'efficacité énergétique

Bibliographie

- des projecteurs des véhicules ;
- de l'éclairage intérieur provenant des bâtiments ;
- de la signalisation lumineuse des transports ;
- des effets biologiques (homme, faune, flore).

En revanche, pour repartir sur une note positive, voici le domaine d'application retenu, *in extenso* :

« Le présent document définit une méthode permettant de minimiser les nuisances nocturnes dues à la lumière qui émane directement des sources lumineuses vers la voûte céleste ou y est réfléchi par le sol, et celle qui déborde anormalement des limites de la zone à éclairer au sol sur les zones environnantes.

Il concerne essentiellement les projets d'éclairage pour les nouvelles réalisations ou la rénovation des installations existantes telles que :

- l'éclairage public fonctionnel de l'ensemble des voies qui doit contribuer à la sécurité des déplacements et à la protection des personnes et des biens ;
- l'éclairage d'ambiance, les aires de promenade, les centres historiques, les parcs et jardins ;
- les illuminations pour la mise en valeur du patrimoine et des espaces urbains (permanentes ou éphémères) ;
- les éclairages par mâts de moyenne et de grande hauteur pour les ensembles sportifs, les complexes commerciaux, industriels, routiers et ferroviaires et les parkings non couverts ;
- la publicité lumineuse ;
- les enseignes lumineuses. »

Une note fait également référence au Guide 2006 de l'AFE : « Éclairages extérieurs – Les nuisances dues à la lumière ». Ce guide ayant servi de base pour proposer les formulations du flux maximal potentiellement perdu *UPF* et son complément relatif *UFR*, pour apporter des exemples d'évaluation. Il donne par ailleurs, de façon inédite par l'AFE dans une recommandation, le point de vue de tous les acteurs ou usagers des installations d'éclairage.

Limitation du halo nocturne

Deux figures et trois formules suffisent à résumer l'approche spécifique française sur une section transversale de route ou de rue comportant un point lumineux ou « foyer ».

L'équation suivante, appliquée au foyer de la figure 1, traduit le bilan de flux :

$$UPF_{max} = F_{la} [ULOR_{\alpha+} \rho_1 u + \rho_2 (DLOR_{\alpha-u})] \quad (1)$$

où :

- *UPF* est le flux maximum potentiellement perdu vers le ciel, en lumens ;
- *F_{la}*, est le flux lumineux assigné des lampes impliquées, en lumens ;
- *ULOR_{α+}* et *DLOR_{α-u}*, les proportions de flux hémisphériques supérieur et inférieur définis dans la norme ;
- *ρ₁* et *ρ₂*, respectivement les facteurs de réflexion globale de la surface de référence et de ses abords ;
- *u*, le facteur d'utilisation de l'installation sur la surface de référence *S*.

La figure 2, où la notion de lumière nécessaire englobe non seulement la chaussée mais aussi les abords proches, permet d'appliquer des formules complémentaires définies dans les annexes A et B pour affiner l'approche exclusivement routière, cantonnée aux exigences principales.

UPF_{max} , défini par l'équation (1), comparé au flux minimum irréductible renvoyé par la seule surface de référence éclairée, soit UPF_{min} , permet d'introduire le « niveau de nuisance » :

$$UFR = \frac{UPF_{max}}{UPF_{min}}$$

dont l'équation explicite est la suivante :

$$UFR = \frac{\bar{E}_i}{E_m} \left[1 + \frac{ULOR \alpha}{\rho_1 u} + \frac{\rho_2}{\rho_1} \left(\frac{DLOR \alpha - u}{u} \right) \right]$$

où :

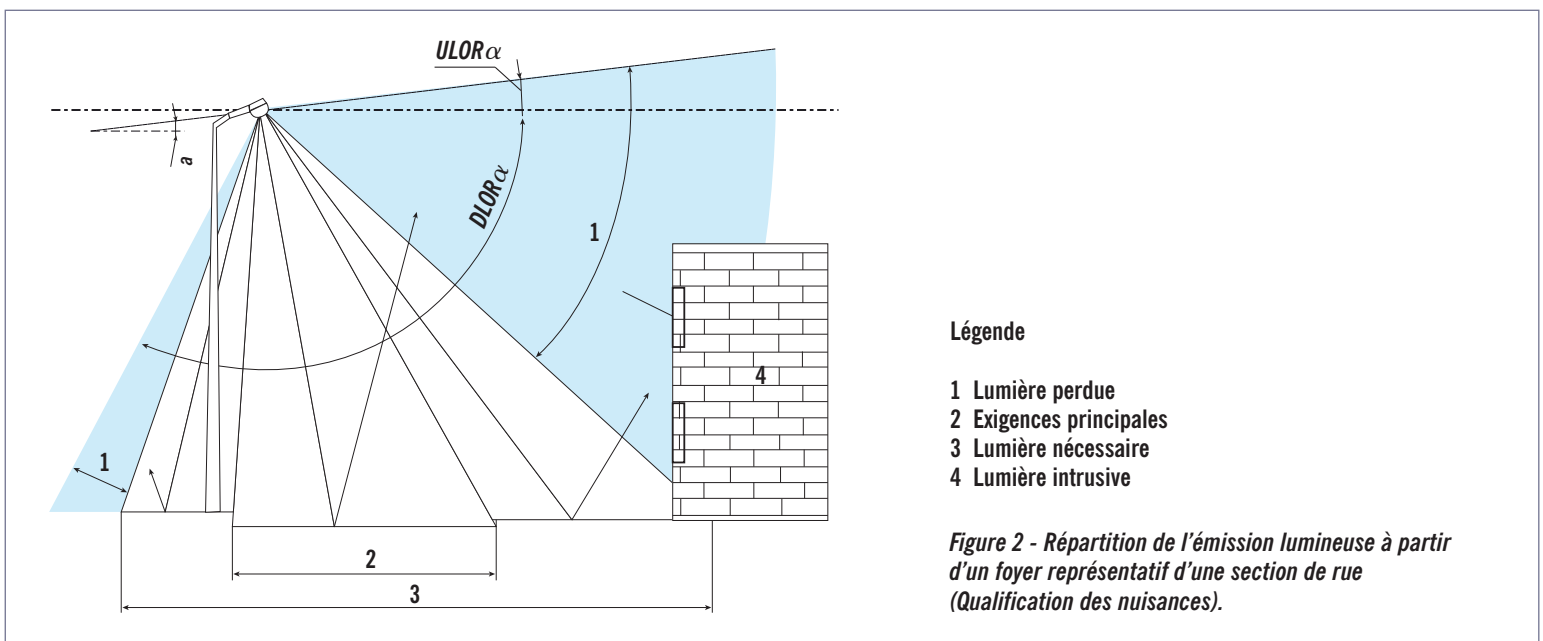
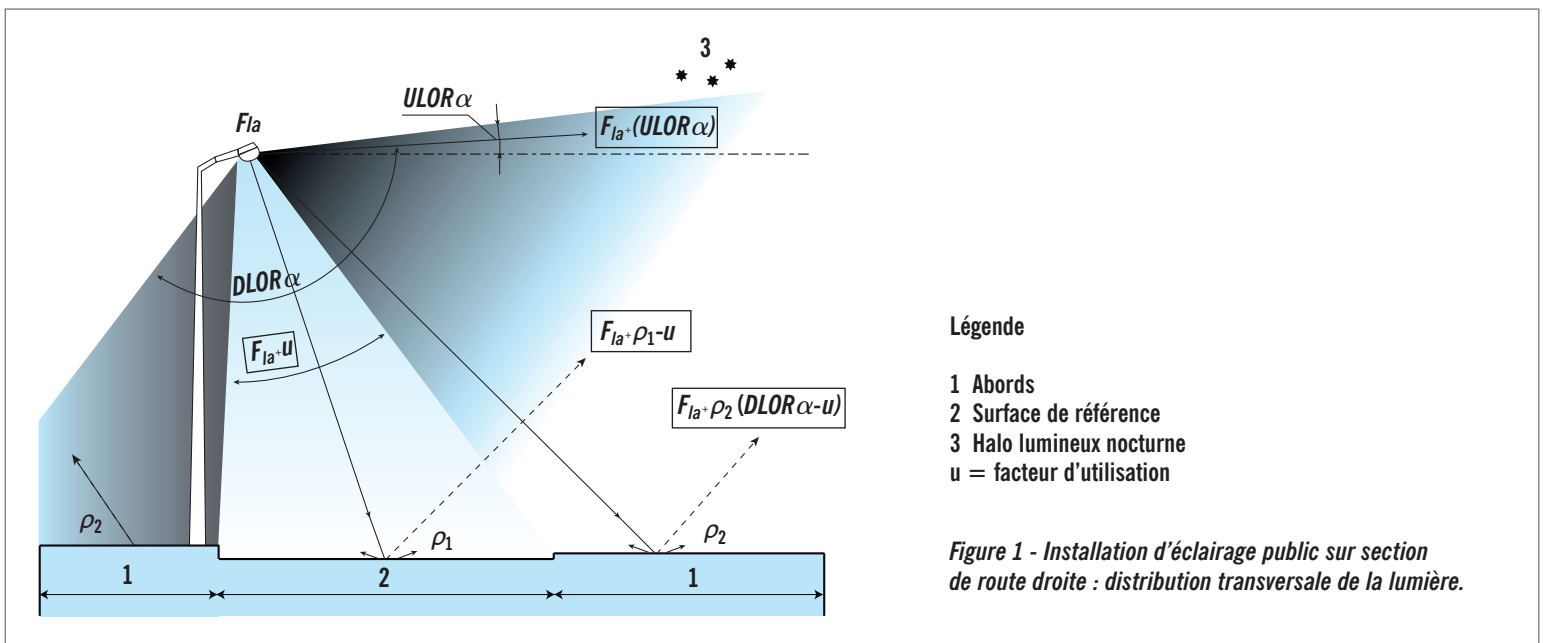
E_i est l'éclairement moyen (minimum) à la mise en service de l'installation sur la surface de référence S ;

E_m est l'éclairement moyen (minimum) à maintenir requis sur la surface de référence S.

Toutes les autres grandeurs étant déjà définies dans la légende de l'équation (1). Cette nouvelle présentation intègre le facteur de maintenance, déjà détaillé dans une autre expression de UPF_{max} , par le rapport E_i sur E_m .

Pour une même installation (même dimensions de la surface de référence et mêmes facteurs de réflexion globale), UPF_{max} et UFR sont évidemment proportionnels et interchangeables.

UPF_{max} donne une valeur de flux en lumen. UFR donne un rapport, comparatif entre plusieurs solutions, dont la valeur minimale est l'unité. Valeur idéale vers laquelle on doit tendre pour limiter au mieux les nuisances dues à la lumière, mais également l'énergie nécessaire pour atteindre les exigences d'éclairage, comme le démontre l'annexe E avec UPF_{max} .



► Nuisances liées aux éblouissements

Ce chapitre rappelle la nuance qui existe entre gêne (inconfort) et incapacité (diminution de la visibilité) qui ont été étudiées séparément pour des raisons pratiques, mais qui souvent se superposent pour les usagers d'une installation d'éclairage. Les formulations expérimentales relativement empiriques sont explicitées : ce sont celles utilisées à l'heure actuelle, dans les projets d'éclairage, dans les logiciels spécialisés intégrant l'éblouissement d'incapacité. Le respect des normes européennes implique déjà le respect de ces notions psychophysiques en y ajoutant d'ailleurs désormais l'âge des observateurs pour ce qui concerne ce dernier éblouissement d'incapacité.

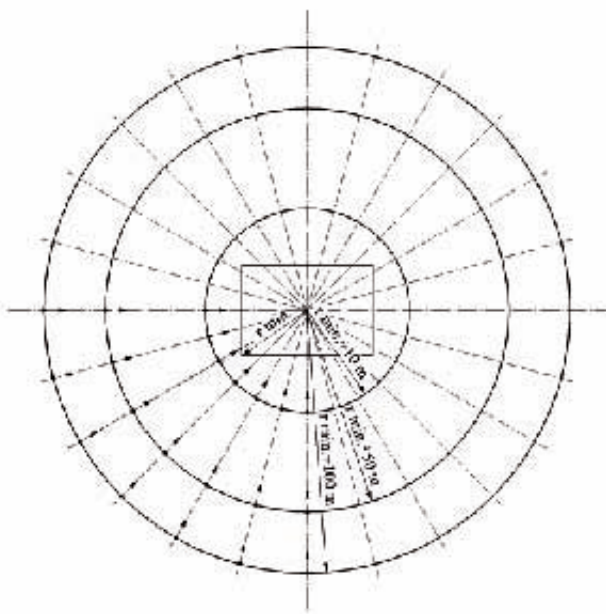


Figure 3 - Points de référence pour l'évaluation de E_v , L_v et Tl .

Nuisances autour des installations sportives et autres grands espaces

Pour partie, il s'agit ici d'une extension de l'éblouissement d'incapacité calculé par la formule du Tl .

Cette fois-ci, on s'intéresse aux riverains des installations, et il est proposé d'évaluer les paramètres participant aux nuisances dues à la lumière sur un maillage régulier de points entourant une installation de forme rectangulaire (figure 3). Ce rectangle, vue du ciel d'une installation et son infrastructure rappelant les limites extérieures d'un terrain de sport ou d'une enceinte ou encore une zone de grand espace extérieur. Le centre du rectangle est aussi celui de trois cercles concentriques de rayon croissant entre les abords immédiats et les abords plus lointains auxquels sont attachés les points. On y propose ainsi des calculs d'éclairages verticaux au droit des points du maillage pour deux altitudes différentes : celle d'un usager piéton debout ou automobiliste au niveau du sol et celle d'un habitant à sa fenêtre, au premier étage d'un logement en site urbain tourné vers l'installation d'éclairage. En ces mêmes points, on calcule la luminance de voile oculaire due aux luminaires éclairant la surface de référence et, moyennant une hypothèse sur ce qu'on nomme la luminance d'adaptation de l'œil (qui n'est plus la luminance de la chaussée qu'on choisit pour un conducteur sur

une route ou une rue), on calcule le Tl étendu aux observateurs plus lointains. On peut aussi évaluer en ces points l'effet de brillance excessive des sources, et par conséquent leur inconfort, en distinguant les intensités lumineuses provenant des luminaires, utilisées pour calculer les luminances de voile oculaire.

Il n'est pas question, dans cette norme expérimentale, de cautionner « aveuglement » les valeurs limites attribuées dans les tableaux d'exigences de la publication CIE 150 partiellement reproduites dans l'annexe informative D. Tout au plus celles-ci permettront de fonder en France notre appréciation sur ces valeurs proposées sans expériences pratiques. La notion de couvre-feu a été évacuée parce que non pratiquée et porteuse d'une connotation guerrière encore trop sensible. On ne rejette pas, pour autant, la notion d'éclairage adaptatif qui fera son apparition dans la norme EN 13201 révisée pour qualifier des niveaux d'éclairage réduits aux heures creuses de la nuit et qui, en conséquence, diminueront d'autant les « nuisances lumineuses ».

Enseignes et publicités et autres dispositifs d'information lumineux

Le chapitre se propose de décrire une méthodologie d'évaluation fondée sur les mesures de luminance. Il n'est pas question ici de proposer des valeurs limites à ne pas dépasser, mais plutôt de préciser un scénario de mesure et un maillage défini sur les panneaux, en particulier, par deux méthodes standardisées. On y distingue en effet deux dispositifs de mesure : le luminancemètre traditionnel de type analogique et le luminancemètre CCD (vidéo luminancemètre numérique ou appareil photo numérique). Ces deux dispositifs étant destinés à définir la luminance moyenne des surfaces apparentes lumineuses et la luminance maximale des panneaux ou autres systèmes d'informations. L'utilisation d'un luminancemètre numérique, fourni avec un logiciel adapté, permet une délimitation plus aisée des surfaces apparentes lumineuses. Le respect de la réglementation reste l'objectif de cette méthode d'évaluation.

Enfin, pour revenir aux installations d'éclairage, on notera en annexe C :

- d'une part une méthode d'évaluation simplifiée sur site des facteurs de réflexion globale de la surface de référence à éclairer et des alentours proches ;
- d'autre part deux tableaux de facteurs de réflexion globale. Un propre à quelques exemples de revêtements de chaussées utilisés en France. L'autre, reprenant les facteurs de réflexion diffuse de matériaux utilisés en extérieur qui servaient jusqu'à présent de base aux projets d'illuminations. On peut désormais aussi les utiliser comme facteurs de réflexion globale approchés dans les projets d'installations d'éclairage en milieu urbain pour en déduire UPF_{max} et UFR décrits dans les formules précédentes. ■

Note : la terminologie « pollution lumineuse », même si elle n'est pas proscrite au niveau international, est à éviter : il n'y a pas de salissure irréversible de la nature ou de toxicité pour les populations. Par ailleurs, qualifier de « pollution » la gêne due à la vision directe des sources lumineuses est tout simplement impropre et entretient la confusion avec l'éblouissement.

Le prochain Cahier Technique
dévoilera la norme

"ECLAIRAGE INTERIEUR DES LIEUX DE TRAVAIL"