

## Doctrines techniques de l'AFE en éclairage urbain

L'éclairage urbain ne fait pas l'objet d'une section particulière dans les recommandations de l'AFE. Certains aspects spécifiquement urbains sont traités au fil des sections, notamment au chapitre 9 (éclairage des points spéciaux). Les fondements de la doctrine d'éclairage public sont exposés au chapitre 6 (généralités, principes fondamentaux).

### 1. Eclairage des points de conflit

L'objectif de l'éclairage public est de permettre à l'automobiliste d'anticiper l'existence d'un point de conflit (carrefour, dos d'âne, etc.) de manière à adapter sa conduite. Pour cela, les notions essentielles sont le guidage visuel, le balisage des éléments remarquables (îlots séparateurs, giratoire), et la visibilité des usagers accidentogènes.

En **carrefour**, on recherche un éclairage vertical élevé au carrefour, afin de bien voir un éventuel véhicule arrêté. On recherche une bonne visibilité pour les usagers tournant à gauche, de la voie dans laquelle ils s'engagent (cet objectif se matérialise notamment, dans le cas d'un éclairage unilatéral, par le changement de côté de l'éclairage au passage du carrefour). La nécessité de bien identifier le carrefour fait qu'il est exclu de n'éclairer qu'un seul itinéraire : c'est tout ou rien, au moins au voisinage du carrefour. On est attentif aux risques d'accident que présentent les supports d'éclairage. On évite notamment de placer des foyers lumineux sur les îlots, lorsqu'il y en a. L'élévation du niveau lumineux au carrefour par rapport aux sections droites est recommandé. Concernant l'identification lointaine des giratoires, leur « signalisation » par une rupture visuelle dans l'alignement est envisagée (butte, dispositif rétro-réfléchissant, etc.). L'implantation des foyers sur le terre-plein central n'est tolérée que pour un rayon supérieur à 15 m. Dans ce cas, l'éblouissement des automobilistes entrant sur le carrefour doit être minimisé.

Les carrefours **dénivelés** sont éclairés avec l'objectif que l'éclairage de la voie supérieure ne risque pas d'éblouir la voie inférieure (mâts de faible hauteur, flux lumineux concentré). La visibilité de l'échangeur ou du diffuseur à 300 m. doit être un objectif prioritaire. Les entrées de **ponts** doivent bénéficier d'un éclairage accentué, et les bordures de trottoir doivent être bien visibles.

L'éclairage spécifique des **passages piétons** est déconseillé si les abords sont éclairés conformément aux recommandations. Si ce n'est pas le cas, on peut les éclairer de manière à faire ressortir le marquage au sol, mais les piétons qui traversent hors du passage clouté sont pénalisés par rapport à une situation sans éclairage spécifique (les automobilistes s'adaptent visuellement à la zone éclairée). Cet type d'éclairage doit donc systématiquement être complété par un aménagement de guidage des piétons, qui leur impose de traverser dans les clous. Cet type de dispositif n'a de sens qu'en section courante, pas en carrefour. Un balisage lumineux spécifique des passages piétons est envisageable, dans la mesure où il alerte le conducteur sans dégrader ses performances visuelles au-delà du passage piétons.

### 2. buts de l'éclairage public

Les recommandations distinguent un éclairage « fonctionnel » (amélioration de la visibilité), d'une part, et trois usages de l'éclairage spécifiques au milieu urbain : l'aspect paysager (perception de l'espace, continuité visuelle, esthétique), l'ambiance lumineuse, et le guidage visuel. L'amélioration de la visibilité permet, selon les recommandations :

- de favoriser la sécurité des déplacements ;
- de diminuer l'éblouissement du aux feux de véhicules ;
- d'améliorer l'estimation des distances ;
- de favoriser la sécurité des personnes et des biens ;
- de permettre une vie urbaine nocturne ;
- de valoriser les espaces publics.

### 3. conditions de vision

Les paramètres principaux de la perception visuelle sont l'acuité visuelle, la sensibilité aux contrastes, le champ visuel, le sens chromatique, le sens de la profondeur. Ces différents paramètres dépendent du niveau lumineux, à travers la « luminance d'adaptation ». Dans le domaine mésopique, on constate une baisse de l'ensemble des performances visuelles. Ce sont ces considérations qui ont conduit à proposer un niveau de 2 cd/m<sup>2</sup> sur la chaussée (acuité de 7,5/10 pour une acuité de 10/10 en photopique).

Les enjeux visuels doivent être adaptés à la tâche visuelle des différentes catégories d'usagers : automobilistes et piétons. Elles sont différentes, du fait des vitesses de déplacement différentes et de la canalisation du flux de véhicules, opposé au caractère imprévisible des flux piétons. Cette asymétrie a pour conséquence, pour l'automobiliste :

- L'importance du contrôle de la situation du véhicule sur la chaussée et dans le flux ;
- La nécessité de réactions rapides.

Parallèlement, on note l'importance pour le piéton d'une bonne évaluation de la vitesse et de la distance des véhicules du flux.

En **ville**, la bonne compréhension de l'environnement (bâti, densité et diversité des usagers) est essentielle à une conduite adaptée. L'éclairage est un paramètre essentiel pour éviter les malentendus sur le bon usage de la voirie. Les sites urbains sont caractérisés par un risque d'éblouissement limité, et par la diversité des obstacles matériels qui doivent être vus. En milieu **périurbain**, la variété et l'intensité des sources d'éclairage privé peut poser des problèmes spécifiques. La lisibilité est particulièrement dégradée par la multiplication des panneaux directionnel (importance de la tâche de navigation) et des panneaux publicitaires. Il est rappelé que si le balisage peut être adapté pour assurer la lisibilité des itinéraires, il ne permet pas d'améliorer la visibilité.

**L'urbanisme lumière** s'impose progressivement en ville, parallèlement à l'évolution des rôles assignés à l'éclairage public : sécurité et confort des déplacements, perception de l'aménagement, guidage visuel, composition urbaine, ambiance nocturne. Les principaux outils de programmation et d'encadrement de la politique d'éclairage sont le **schéma directeur d'aménagement lumière** (à l'échelle de la ville, et sur le long terme), le plan lumière, et la charte lumière.

Les principes généraux de cette approche conduisent, dans un premier temps, à réaliser une analyse de l'existant. Il s'agit de rassembler les connaissances disponibles sur l'histoire, la géographie, le patrimoine, le paysage urbain, le PDU et les projets d'aménagement programmés, les enjeux économiques et touristiques, ainsi que l'usage des lieux. Ces éléments doivent permettre, idéalement, d'analyser les usages, de décrire la perception de l'éclairage par les usagers, en terme de satisfaction mais aussi d'ambiance lumineuse, et de faire l'inventaire des installations d'éclairage, en termes de matériel et de performances lumineuses. On peut alors proposer un diagnostic critique à destination des acteurs municipaux de l'éclairage public, diagnostic qui aidera les pouvoirs publics à établir des cahiers des charges tenant compte de l'ensemble des données disponibles. La réalisation de ces documents suppose dès le départ un travail pluridisciplinaire de tous les acteurs municipaux concernés. La définition d'une charte spécifique pour les illuminations, la publicité et les enseignes est recommandée.

Cinq fonctions de l'éclairage urbain sont recensées : l'éclairage de la **voirie** (sécurité et confort des déplacements, critères photométriques) ; l'éclairage **piétonnier** (ambiance nocturne) ; l'éclairage **paysager** ; l'éclairage **architectural** ; l'éclairage « **graphique** » (code sémantique).

Un projet d'éclairage doit être spécifié dans un cahier des charges contenant, notamment, les enjeux urbains, les objectifs du projet et les contraintes techniques. Les fonctions du site et ses usages doivent, autant que possible, être connus avant la réalisation du projet, de jour comme de nuit.

#### 4. paramètres influant sur les performances d'un éclairage public

Les installations conçues pour un éclairage par temps clair doivent voir leurs performances se dégrader le moins possible en cas de mauvaises conditions météo (pluie, brouillard).

Les paramètres photométriques fondamentaux de la visibilité sont le contraste de luminance, positif ou négatif, et le niveau de visibilité ( $VL$ , pour *Visibility Level*) qui en découle.  $VL=7$  constitue le seuil minimal pour détecter un objet sur la chaussée. Aux niveaux lumineux rencontrés en éclairage public, le contraste négatif (noir sur blanc) est plus facile à lire que le contraste positif. L'uniformité du « fond » a un impact positif sur la facilité à détecter un objet ; pour un environnement immédiat trop hétérogène, la notion de  $VL$  perd d'ailleurs sa pertinence. L'impact de l'éclairage sur le  $VL$  n'est pas simple, puisqu'une modification du niveau lumineux influe plus sur la luminance d'adaptation que sur le contraste. Les principaux paramètres à prendre en compte lors de la réalisation d'un projet d'éclairage restent donc la luminance moyenne et l'uniformité.

Le confort visuel est défini négativement, comme absence d'inconfort, c'est-à-dire de gêne visuelle. Le principal phénomène envisagé est l'éblouissement.

En éclairage routier, la luminance moyenne et l'uniformité de luminance de la chaussée sont les paramètres les plus pertinents (avec une géométrie d'observation correspondant à l'observateur de référence CIE), alors que l'éclairement moyen et l'uniformité d'éclairement sont plus pertinents dans les sites complexes (giratoire, milieu urbain, etc.), du fait de la multiplicité des angles d'observation. Les autres objectifs quantifiables des installations d'éclairage sont de limiter l'éblouissement et d'augmenter le temps pendant lequel les éléments visuels pertinents sont visibles (notamment dans la fonction de guidage visuel).

#### 5. éclairage des voies publiques

Deux méthodes de calcul sont proposées pour le calcul d'une installation d'éclairage sur une portion linéaire : la méthode des luminances ponctuelles, et la méthode du rapport  $R$  qui fait référence à une classification des propriétés photométriques des chaussées. Ces calculs donnent des valeurs à maintenir pendant la durée de vie de l'installation. Concernant l'uniformité, on distingue l'uniformité en luminance  $L_{\min}/L_{\max}$ , l'uniformité en éclairement  $E_{\min}/E_{\max}$ , et l'uniformité longitudinale en luminance  $[L_{\min}/L_{\max}]_{\min}$ . Le besoin d'uniformité est plus important pour les niveaux lumineux les plus bas.

On observe plusieurs causes d'éblouissement : les feux de véhicules, les éclairages privés (notamment commerciaux), et l'éclairage public. Le rôle positif de l'éclairage public consiste à augmenter la luminance d'adaptation, pour diminuer l'éblouissement dû aux autres sources. La luminance de voile équivalente due à un éblouissement ( $TI$ , pour *Threshold Increment*) est expliquée à titre indicatif, mais le concept n'a pas reçu l'agrément de l'ensemble des experts ayant participé aux recommandations. L'éblouissement d'inconfort  $G$  est également présenté, mais son utilisation n'est pas recommandée, le  $TI$  étant jugé préférable.

L'utilisation de l'éclairage public pour le guidage visuel, et notamment pour la lisibilité des points singuliers, est recommandée, par exemple en utilisant les modifications de l'alignement, de la température de couleur ou des éclairements pour annoncer un carrefour. Ce type de mesure n'a de sens que si l'éclairage est homogène et l'alignement respecté sur les portions linéaires.

L'indicateur *SR* (pour *Surround Ratio*) décrit le rapport d'éclairage entre la voie et ses abords immédiats. C'est une variable pertinente si on s'intéresse à la visibilité des piétons, vélos, etc. qui peuvent survenir sur la chaussée à partir de ses abords. Un projet de norme européenne propose une valeur minimale de  $SR=0,5$ .

## 6. classification et principes d'éclairage par type de voies

Les principaux paramètres géométriques d'une installation sont la largeur de la chaussée, la hauteur de feu, l'espacement des luminaires, l'inclinaison du système optique, l'avancée du luminaire et la saillie de la crosse.

Sur chaussée simple, les implantations standard sont l'implantation unilatérale, l'implantation bilatérale (à proscrire dans les courbes), en quinconce ou en vis-à-vis, et l'implantation axiale (rarissime). Sur chaussée double, les implantations standard sont l'implantation sur terre-plein central rétro-bilatéral, l'implantation bilatérale en vis-à-vis, et l'implantation simultanée sur terre-plein central et sur les accotement (pour les chaussées très larges). En courbe, il est nécessaire de rapprocher les luminaire de 20 à 30% par rapport à l'espacement sur le linéaire.

Trois types de voies sont identifiés, selon la nature du trafic : voies motorisées (autoroutes, VRU), voies mixtes (rues ou avenues), espaces prioritairement piétonniers. On résume ci-dessous les principes d'éclairage correspondant aux principales sous-catégories :

- *Voies mixtes* : Le « vélum lumineux » est défini comme le volume virtuel formé par les sources lumineuses. C'est un paramètre de l'aménagement qui peut orienter le choix du projet, en fonction des connotations que l'on veut donner à une avenue. Un projet doit tenir compte à la fois de la hauteur et de la qualité architecturale du bâti, de la présence éventuelle d'arbres et d'enseignes lumineuses, et de la nature des différents quartiers traversés.
- *Voies piétonnes* : La priorité est la création d'une ambiance « agréable ». La visibilité et l'absence d'éblouissement sont des critères importants, ainsi que la lisibilité des lieux, notamment les transitions avec le réseau à dominante automobile. On recommande d'éclairer les façades, de manière à agrandir le « vélum ». On recommande également de contractualiser ou de réglementer l'éclairage commercial, de manière à l'intégrer aux projets.
- *Promenades et espaces verts* : L'éclairage de cheminements « proposés » est un outil important à la disposition des concepteurs. Le respect de zones d'ombres et l'utilisation judicieuse du balisage lumineux apparaissent également comme des principes directeurs utiles. L'éclairage paysager des parcs doit tenir compte de l'aspect qu'ils présentent, de l'extérieur, pendant les heures de fermeture.
- *Voies plantées* : L'ombre portée des arbres, en été, impose la disposition des luminaires (entre deux arbres, avec une crosse qui tient compte du volume du feuillage), et le plus souvent l'éclairage spécifique des trottoirs. Des régimes d'éclairage différents selon la saison doivent être envisagés.
- *Places* : L'essentiel est de hiérarchiser les priorités visuelles et les ambiances nocturnes, en concordance avec les différentes voies accédant à la place.
- *Carrefours* : L'objectif principal est d'assurer la lisibilité du carrefour, donc de créer une rupture pour les axes accédant au carrefour, tout en insérant celui-ci dans l'espace urbain. En ville, l'utilisation d'un candélabre central n'est pas conseillé.
- *Entrées d'agglomération* : Même si la sécurité de la circulation doit rester l'objectif prioritaire, notamment à travers une incitation à réduire la vitesse, d'autres paramètres doivent être intégrés au projet : la lisibilité de la ville et de ses accès, le repérage et l'orientation.