

VOIR LA NUIT

**Guide d'éclairage et de réduction
de la pollution lumineuse**

TABLE DES MATIÈRES



3

INTRODUCTION

4

IMPACTS DE LA POLLUTION LUMINEUSE

- 4 Écosystèmes
- 5 Ciel étoilé
- 6 Sécurité
- 7 Économie et énergie

8

NORMES D'ÉCLAIRAGE À RESPECTER

- 10 Le besoin
- 11 L'orientation
- 13 La couleur
- 15 L'intensité
- 17 La période d'éclairage



18

AUTRES CONSIDÉRATIONS

- 18 Éclairage passif
- 19 Éclairage près des lacs et cours d'eau
- 20 Éclairage intérieur
- 21 Éclairage nocturne par les visiteurs

22

COMPLÉMENTS TECHNIQUES

- 22 Efficacité énergétique et consommation d'énergie
- 23 Classification *cutoff* et valeurs BUG de l'IESNA
- 25 Types de distribution de lumière au sol
- 26 Luminaires identifiés « *Dark Sky* »



27

CONCLUSION

28

ANNEXES

- 28 Unités de mesure
- 29 Types de sources lumineuses
- 30 Température de couleur et pourcentage de bleu des sources lumineuses
- 31 Fiches pratiques d'éclairage

RÉDACTION : Rémi Boucher, Léanne Lacroix-Turgeon
GRAPHISME : Emilie Tremblay
ILLUSTRATION : Rémi Boucher, Bob Crelin

VERSION 1.0
PUBLICATION : AVRIL 2021

INTRODUCTION

Voir la nuit

Ce guide d'éclairage et de réduction de la pollution lumineuse est destiné aux gestionnaires et aux employés des parcs nationaux et territoires protégés de la SÉPAQ, ainsi qu'aux contractants externes ayant un rôle à jouer dans l'éclairage artificiel de ces espaces. **L'objectif premier du guide est de favoriser l'utilisation d'un éclairage minimisant les impacts sur l'intégrité nocturne en identifiant et en expliquant les normes et principes à respecter.**

Un éclairage extérieur adéquat améliore la visibilité et la sécurité, diminue la pollution lumineuse et offre une expérience agréable et mémorable au public. En appliquant les meilleures pratiques et en utilisant les bonnes technologies, il est possible de réduire de manière très importante la quantité d'énergie consommée, sans faire de compromis sur la qualité de l'éclairage et les impacts sur l'environnement nocturne.

Longtemps associée à la qualité du ciel étoilé et aux menaces pour les observatoires astronomiques, la pollution lumineuse désigne toute utilisation excessive ou inappropriée de la lumière artificielle. La modification de l'environnement lumineux naturel et toutes nuisances provoquées par la lumière artificielle sur la visibilité du ciel, la faune, la flore, les écosystèmes et la santé en sont différentes manifestations.

En tant que gestionnaire de nombreux territoires protégés au Québec, la SÉPAQ possède une responsabilité importante dans la conservation de ces milieux. En ce sens, les installations donnant au public un accès à ces territoires doivent respecter les plus hauts standards en termes de diminution des impacts liés à la lumière artificielle nocturne. Heureusement, la pollution lumineuse est l'une des formes de pollution environnementale les plus faciles à atténuer. **En utilisant la lumière de la bonne manière, au bon endroit et au bon moment, il est possible de minimiser les effets négatifs de la pollution lumineuse de manière immédiate, tout en améliorant la visibilité et la sécurité.**

Les dispositions de ce guide se basent sur les meilleures pratiques d'éclairage pour réduire la pollution lumineuse et minimiser les impacts sur les milieux protégés. Les dispositions et caractéristiques d'éclairage qui s'y trouvent ont été inspirées des recommandations et normes de l'*International Dark-Sky Association (IDA)*, de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), de la Réserve internationale de ciel étoilé du Mont-Mégantic (RICEMM), de Parcs Canada, de la Société Royale d'Astronomie du Canada (SRAC), du U.S. National Park Service (NPS), ainsi que du Bureau de Normalisation du Québec (BNQ).

A large, bright sun setting over a body of water, with a moth in the foreground. The sun is a large, glowing orb in the upper left, casting a warm, golden light across the scene. The water in the background is slightly blurred, reflecting the light. In the foreground, a moth is perched on a textured surface, its wings spread, silhouetted against the bright light. The overall mood is serene yet somber, highlighting the impact of artificial light on nature.

IMPACTS DE LA POLLUTION LUMINEUSE

Écosystèmes

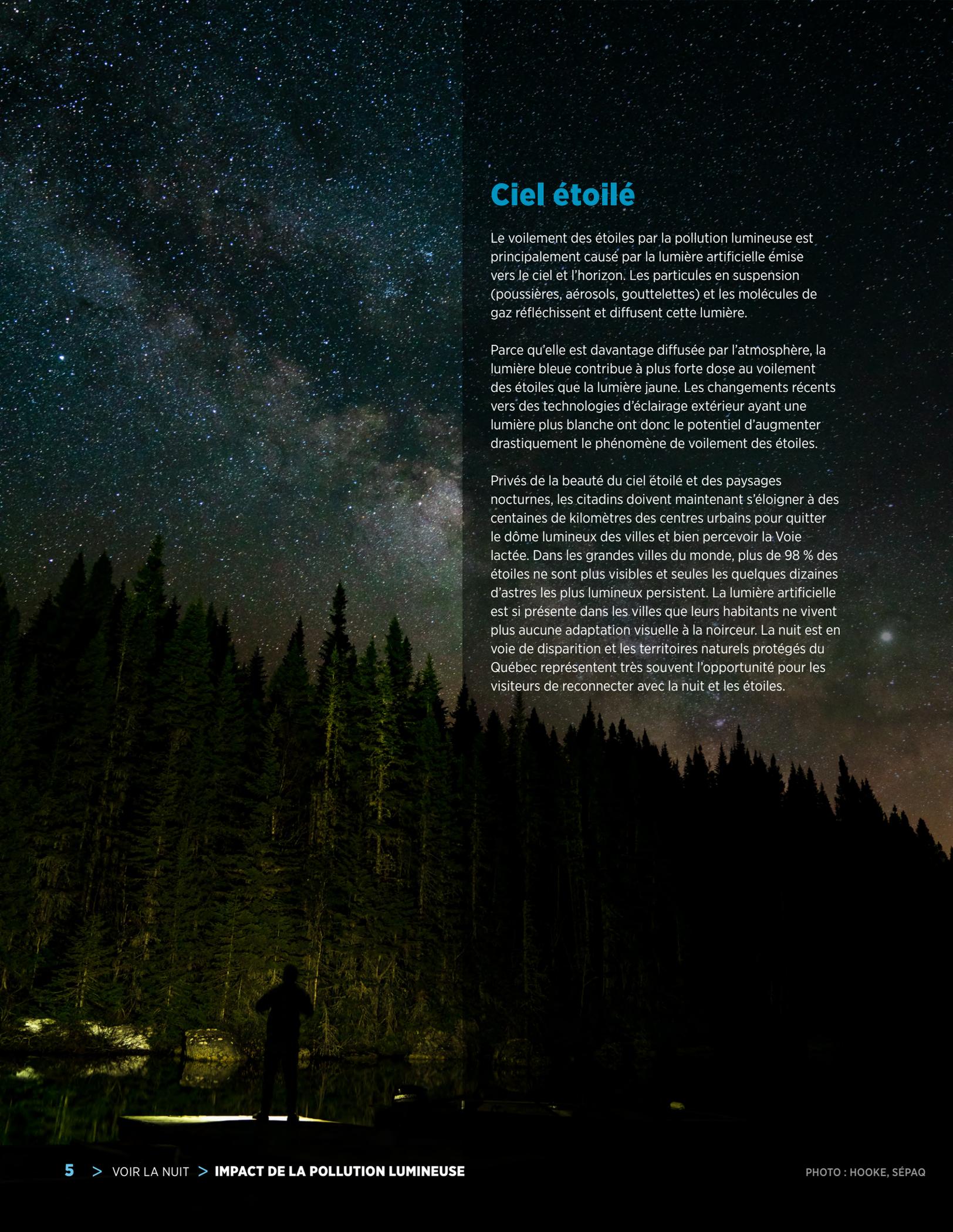
Avec l'augmentation de la pollution lumineuse et une emprise de plus en plus grande sur les écosystèmes, de nombreuses espèces vivantes sont affectées par la lumière artificielle nocturne. La recherche scientifique continue de révéler comment l'exposition à la lumière et la modification des cycles de noirceur et de clarté influencent les espèces diurnes et nocturnes.

Certaines perturbations dues à la présence d'éclairages sont bien visibles, comme l'attraction des insectes autour des lumières qui entraîne souvent leur mort par prédation, par épuisement ou par la chaleur. D'autres sont plus subtiles à voir, mais potentiellement beaucoup plus graves, comme la modification des relations entre plantes et pollinisateurs ou entre les proies et leurs prédateurs.

En changeant la durée apparente du jour et de la nuit, la lumière artificielle désynchronise les rythmes biologiques naturels et les périodes d'activités des animaux. Dans les endroits les plus lumineux, le cycle lunaire peut devenir complètement invisible et les changements saisonniers sont altérés, affectant la recherche de nourriture et la reproduction. Certaines de ces modifications influencent les migrations et affectent la dynamique de populations entières. Non seulement la quantité et la durée de l'éclairage sont en cause, mais la couleur et la composition spectrale de la lumière ont aussi un rôle important à jouer dans la gravité de ces impacts.

Les effets de toutes ces distorsions se répercutent à travers les écosystèmes et de nombreuses études permettent aujourd'hui de mieux comprendre les impacts sur l'environnement. Que ce soit au niveau des mammifères, des oiseaux, des insectes, des plantes, des poissons, des amphibiens ou par rapport à la production de gaz à effet de serre pour l'électricité, l'impact de la pollution lumineuse se fait sentir dans la nature et une chose demeure claire : la nuit est essentielle à la vie.

PHOTO : A_WERDAN, PIXABAY



Ciel étoilé

Le voilement des étoiles par la pollution lumineuse est principalement causé par la lumière artificielle émise vers le ciel et l'horizon. Les particules en suspension (poussières, aérosols, gouttelettes) et les molécules de gaz réfléchissent et diffusent cette lumière.

Parce qu'elle est davantage diffusée par l'atmosphère, la lumière bleue contribue à plus forte dose au voilement des étoiles que la lumière jaune. Les changements récents vers des technologies d'éclairage extérieur ayant une lumière plus blanche ont donc le potentiel d'augmenter drastiquement le phénomène de voilement des étoiles.

Privés de la beauté du ciel étoilé et des paysages nocturnes, les citoyens doivent maintenant s'éloigner à des centaines de kilomètres des centres urbains pour quitter le dôme lumineux des villes et bien percevoir la Voie lactée. Dans les grandes villes du monde, plus de 98 % des étoiles ne sont plus visibles et seules les quelques dizaines d'astres les plus lumineux persistent. La lumière artificielle est si présente dans les villes que leurs habitants ne vivent plus aucune adaptation visuelle à la noirceur. La nuit est en voie de disparition et les territoires naturels protégés du Québec représentent très souvent l'opportunité pour les visiteurs de reconnecter avec la nuit et les étoiles.

Sécurité

Un bon éclairage nocturne permet de bien voir et d'être bien vu, assurant ainsi la sécurité de tous ceux qui circulent la nuit. Par contre, il est erroné d'associer un éclairage intense à une plus grande sécurité ou un éclairage plus faible au danger.

L'éclairage artificiel peut contribuer à créer un faux sentiment de sécurité sans réellement l'accroître. Par exemple, des études ont démontré que l'extinction d'éclairage routier n'avait pas d'effet significatif sur le nombre de collisions nocturnes et que l'éclairage nocturne n'avait pas non plus d'impact sur la criminalité d'un lieu. Il est aussi faux de croire que la simple présence d'un éclairage a un effet dissuasif contre le vol ou le vandalisme.

Par contre, l'éblouissement est une conséquence fâcheuse et même dangereuse d'un éclairage intense ou mal dirigé. La lumière blanche, qui contient une grande quantité de lumière bleue, est d'ailleurs plus éblouissante et aveuglante. Ainsi, les systèmes d'éclairage mal conçus ou trop forts diminuent la visibilité et augmentent les désagréments ainsi que les risques d'accident. L'ajout de luminaires puissants a aussi la conséquence de créer des zones très éclairées avec de forts contrastes, ce qui nuit grandement à la visibilité des zones naturellement plus sombres aux alentours, car l'œil n'a jamais la possibilité de s'adapter.

L'utilisation de systèmes de contrôle comme un détecteur de mouvement ou une minuterie permet aussi d'utiliser l'éclairage uniquement au moment où la présence humaine le justifie.





PHOTO : MATHIEU DUPUIS, SÉPAQ

Économie et énergie

Puissances inadéquates, éclairage en dehors des heures d'utilisation, installation de lumières inutiles, lumière perdue vers le ciel et lumière envoyée en dehors de la zone à éclairer, les sources de gaspillage énergétique sont multiples et les économies potentielles liées à la pollution lumineuse sont énormes.

Bien que l'avènement de nouvelles technologies plus efficaces permet théoriquement de diminuer les coûts d'électricité, le manque de connaissances dans le domaine fait qu'il n'est pas rare que les conversions soient faites en augmentant l'intensité de la lumière plutôt que de réduire la consommation électrique. De plus, l'emphase mise sur cette efficacité est souvent faite sans considération pour les autres impacts négatifs de la lumière artificielle nocturne.

Les dépenses en lien avec l'éclairage artificiel sont aussi très souvent sous-estimées. Au-delà de la consommation électrique, il y a le coût d'achat de nouveaux dispositifs d'éclairages, l'installation, le raccordement du câblage électrique ainsi que l'entretien. Toutes ces dépenses peuvent être réduites à la source si une bonne analyse du besoin est faite dès le départ.

Et bien qu'il soit possible de bien éclairer avec des solutions peu dispendieuses, plusieurs appareils disponibles dans les magasins à grande surface sont souvent de moins bonne qualité et ne permettent pas un contrôle adéquat de l'éclairage nocturne. Malheureusement, comme elles sont souvent faites en fin de projet, les nouvelles installations d'éclairages subissent fréquemment des coupes budgétaires et des appareils de moins bonne qualité sont alors installés.

Malgré son caractère immatériel, il est important de garder en tête que la lumière crée de la pollution lumineuse et est un gaspillage important et inutile.

NORMES D'ÉCLAIRAGE À RESPECTER

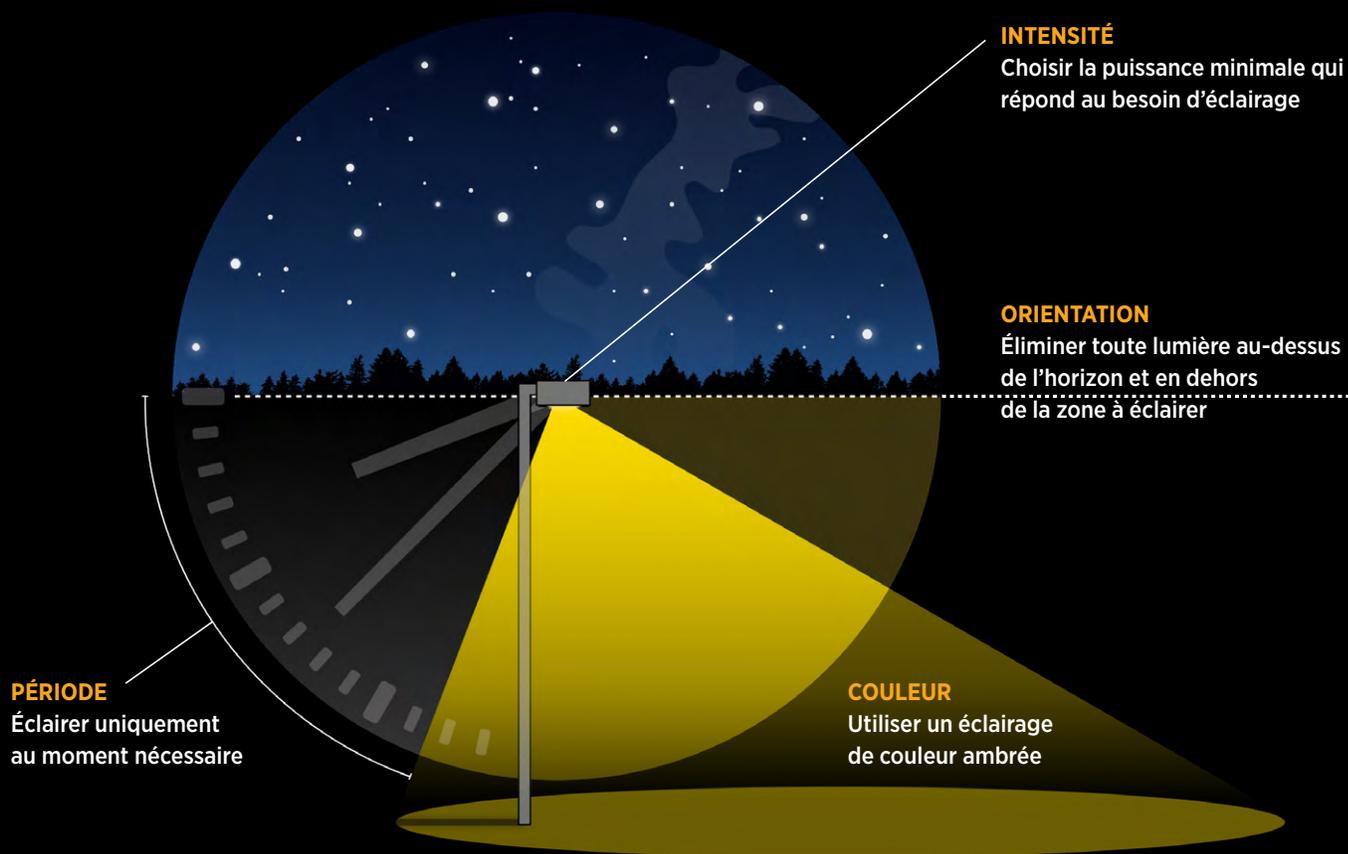


ILLUSTRATION : RÉMI BOUCHER, SÉPAQ

Dispositions générales pour l'éclairage extérieur

Tout d'abord, **chaque dispositif d'éclairage extérieur doit répondre à un BESOIN réel**. L'analyse du besoin est primordiale afin de préserver l'environnement nocturne des milieux protégés et devrait être la première étape de tout processus de planification. La lumière extérieure ne doit ainsi être utilisée que là où elle est strictement nécessaire durant la nuit.

Dans le but de minimiser les effets néfastes de la pollution lumineuse, l'installation ou le remplacement de tout dispositif d'éclairage extérieur doit contrôler les 4 principes suivants :

- > **L'ORIENTATION du flux lumineux**, de manière à éliminer la lumière émise vers le ciel et près de l'horizon en concentrant la lumière vers le sol et la zone à éclairer ;
- > **La COULEUR et le spectre de la lumière**, de manière à limiter la quantité de lumière bleue dans l'environnement nocturne par l'usage d'éclairage de couleur ambrée ;
- > **L'INTENSITÉ et la quantité de lumière**, de manière à minimiser les impacts négatifs et s'harmoniser avec le milieu naturel en éliminant le suréclairage ;
- > **La PÉRIODE d'éclairage**, de manière à favoriser l'extinction totale ou partielle des dispositifs d'éclairage en dehors des moments jugés nécessaires.

Un ensemble de mesures

Ces principes d'éclairage ne sont pas présentés selon un ordre de priorité et chacun contribue à réduire la pollution lumineuse à sa manière. Le contrôle d'un seul de ces principes ne permet toutefois pas de régler l'ensemble des problèmes de la lumière nocturne.

Par exemple, le contrôle de la lumière envoyée vers le ciel et l'horizon peut réduire le voilement des étoiles et l'éblouissement, mais n'élimine pas la lumière envoyée dans l'environnement à proximité. Réduire l'intensité de la lumière permet une réduction directement proportionnelle des effets négatifs de la pollution lumineuse, mais l'humain a besoin d'un certain niveau d'éclairage minimal pour effectuer diverses tâches. Aussi, l'extinction des éclairages en dehors des périodes d'utilisation permet d'éliminer complètement la lumière artificielle pour une partie de la nuit, mais elle demeure présente en soirée. Et puis, une lumière jaune ou ambrée a moins d'impacts sur les espèces vivantes et le ciel étoilé qu'une lumière à fort contenu de lumière bleue, mais ses impacts ne sont toutefois pas nuls.

C'est pourquoi il est important que les dispositifs d'éclairage combinent ces principes de la meilleure manière possible. **Une réduction significative des effets néfastes de la pollution lumineuse se fait par la somme de ces 4 principes.**

Il est aussi important de garder en tête que toute lumière artificielle extérieure produit une certaine quantité de pollution lumineuse et, bien que ce guide vise à en réduire les impacts, **la manière la plus simple et la plus efficace est d'éviter d'installer des éclairages là où ils ne sont pas essentiels. L'analyse du besoin devrait être vue comme le « principe 0 », à appliquer avant les autres.** De plus, les économies les plus importantes sont faites en éliminant les dispositifs d'éclairages non essentiels. Sans présenter une liste exhaustive, vous trouverez dans ce guide des recommandations pour les endroits et les usages où des éclairages extérieurs peuvent être justifiés et où il est préférable de les éviter.



PHOTO : STEVE DESCHÊNES, SÉPAQ

Le BESOIN

Il est important d'**éclairer seulement aux endroits où cela est nécessaire** afin d'éviter le suréclairage et le gaspillage d'énergie. L'éclairage extérieur devrait donc être réservé pour les endroits où il peut y avoir un problème lié à la sécurité des visiteurs et des employés. Pour un bâtiment, un seul luminaire par entrée est généralement suffisant. Il faut absolument éviter d'éclairer les endroits qui n'ont aucune utilité la nuit. Il est inutile par exemple d'éclairer l'arrière des bâtiments où il n'y a pas d'entrée ni de fréquentation nocturne. Les stationnements qui ne sont utilisés que durant le jour n'ont pas besoin d'éclairage extérieur. Les routes d'un parc ne devraient pas non plus être entièrement éclairées. L'éclairage devrait plutôt cibler les intersections importantes et les traverses piétonnières achalandées.

Éclairage recommandé :

- Éclairage des **entrées principales** des centres de service, bâtiments administratifs, guérites, blocs sanitaires, chalets et autres bâtiments avec électricité. Un dispositif d'éclairage mural ou encastré par entrée est normalement suffisant.
- Éclairage des **escaliers et rampes d'accès** lorsque l'éclairage d'une entrée associée ne s'y rend pas.
- Éclairage des endroits où il peut y avoir un **conflit important entre véhicules et piétons** tels que les entrées et sorties d'un stationnement, les traverses piétonnières qui s'y trouvent ou une intersection importante.
- Un **éclairage de balisage ou aidant l'orientation**, tel que des bollards, est possible entre un stationnement et les bâtiments adjacents.
- Pour l'éclairage des endroits de **préparation de la nourriture et de lavage de la vaisselle** tels que les BBQ des hébergements et les éviers communs, un interrupteur ou une minuterie devrait être accessible aux visiteurs.

Éclairage non recommandé :

- Les sentiers de randonnées, les hébergements en prêt-à-camper, les refuges, les sites de camping et les toilettes sèches n'ont pas besoin d'éclairage extérieur.
- Tous les lieux qui ne sont pas fréquentés la nuit par les visiteurs et les employés ne devraient pas être éclairés.
- Les périmètres des bâtiments ne devraient pas être éclairés.
- Les sites fermés de manière saisonnière ne devraient pas être éclairés en dehors des dates d'ouverture.

Considérer les méthodes alternatives qui permettent de répondre au besoin de sécurité. La visibilité d'un trottoir ou d'un obstacle peut facilement être améliorée avec des réflecteurs, de la peinture claire ou de la phosphorescence par exemple. Très souvent, il est possible d'utiliser ces solutions comme alternatives à un éclairage artificiel.

L'ORIENTATION du flux lumineux

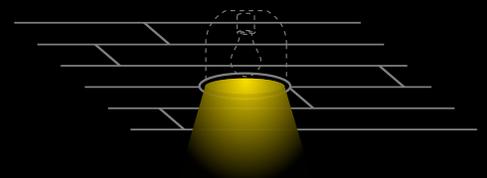
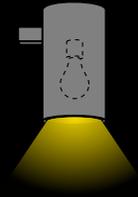
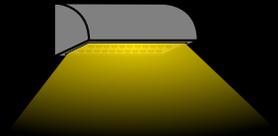
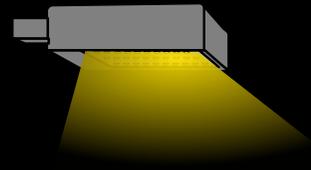
L'orientation du flux lumineux peut être évaluée par le pourcentage du flux lumineux émis au-dessus de l'horizon absolu, par les systèmes de classification « *cutoff* » et « BUG » de l'IESNA, ou par les caractéristiques physiques du luminaire. Afin de limiter l'éblouissement, le voilement des étoiles et les nuisances visuelles, les dispositifs d'éclairage ne doivent envoyer aucune lumière au-dessus de l'horizon.

Tout dispositif d'éclairage extérieur émettant plus de 500 lumens doit respecter au minimum l'une des exigences suivantes :

- **Émettre 0 % du flux lumineux au-dessus de l'horizon absolu**, tel que certifié par un rapport photométrique, et/ou ;
- **Posséder la classification IESNA « défilé absolu » (full cutoff) ou U0** (Uplight = 0 lumen, dans le système de valeurs BUG), et/ou ;
- **Posséder un abat-jour camouflant entièrement la source lumineuse** lorsque vu à l'horizontale et, le cas échéant, une lentille plate, et/ou ;
- **Être installé directement sous les parties saillantes d'un bâtiment** (avant-toit, marquise, corniche, etc.) de manière à éliminer toute lumière émise au-dessus de l'horizon.

Les dispositifs d'éclairage doivent aussi **être installés horizontalement afin que l'émission du flux lumineux respecte ces exigences**. Les différents types d'optiques disponibles sur les éclairages DEL sont conçus de manière à projeter la lumière vers l'avant et/ou les côtés du luminaire, lorsque celui-ci est installé en position horizontale. Plus d'information à ce sujet se trouve dans la section *Compléments techniques* de ce guide.

Bien que les dispositifs émettant moins de 500 lumens puissent déroger à ces exigences, il est toutefois recommandé de s'en inspirer autant que possible. Ils doivent aussi respecter les autres dispositions sur la couleur et la période.



Projecteurs

L'utilisation de luminaires de type projecteur est fortement **déconseillée** puisqu'ils peuvent envoyer une quantité importante de lumière en dehors des zones à éclairer et au-dessus de l'horizon.

Lorsque jugée nécessaire, leur utilisation est permise à condition de respecter les exigences suivantes :

- Être suffisamment incliné de manière à ce qu'aucune lumière ne soit projetée au-delà de la zone à éclairer et au-dessus de l'horizon, et ;
- Posséder des visières internes ou externes afin de n'émettre aucune lumière au-dessus de l'horizon.

Une manière facile de vérifier la bonne installation est d'observer le luminaire d'un point de vue suffisamment éloigné et de regarder si la source lumineuse est visible ou non. La source lumineuse devrait être complètement cachée.

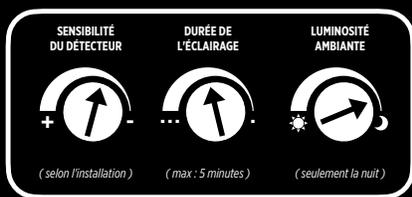
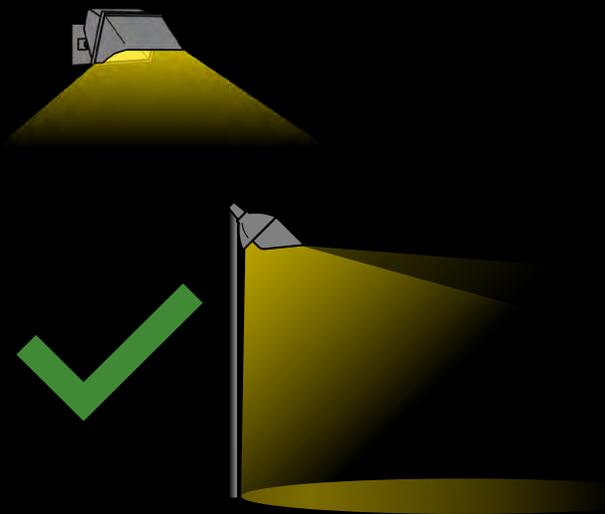


Si équipé d'un détecteur de mouvement

Un dispositif d'éclairage muni d'un détecteur de mouvement fonctionnel et émettant un **maximum de 2000 lumens** au total n'est pas obligé de répondre strictement aux exigences des paragraphes précédents sur l'orientation des flux lumineux, à condition de respecter les normes suivantes :

- Le détecteur de mouvement doit être programmé de manière à **s'éteindre moins de 5 minutes après l'activation**, et ;
- L'orientation des sources lumineuses doit être ajustée de manière à **minimiser l'éblouissement des usagers et l'émission de lumière au-dessus de l'horizon**, et ;
- Être utilisé uniquement pour les lieux suivants : **garage-atelier, entreposage, pompes à essence, entrées secondaires**.

Il est fortement déconseillé d'utiliser des éclairages avec détecteur de mouvement à proximité des hébergements. Leur déclenchement peut être agressant pour les visiteurs, que ce soit par leur orientation, leur puissance ou en cas de mauvais fonctionnement.



La COULEUR et le spectre de la lumière

La conformité de la couleur d'une source lumineuse est évaluée à partir de la **température de couleur** proximale, exprimée en **kelvin (K)**. La température de couleur est utilisée pour désigner la teinte d'une source de lumière. Plus la valeur est basse, plus la teinte tend vers le rouge et l'orange. À l'inverse, une valeur élevée correspond à une teinte dominée par le bleu.

Sans être parfaitement corrélée à tous les effets négatifs d'une source lumineuse, la température de couleur est un assez bon indicateur de son impact sur de multiples espèces vivantes, sur le voilement du ciel étoilé et sur l'éblouissement visuel. De plus, la valeur de la température de couleur proximale est facilement accessible et se trouve habituellement sur l'emballage de la source lumineuse, dans la fiche technique d'un luminaire ou dans un rapport photométrique.

Pour tout dispositif d'éclairage extérieur :

Les sources lumineuses de 2000 K et moins sont permises pour l'ensemble des usages et des applications.

En termes pratiques, ceci inclut :

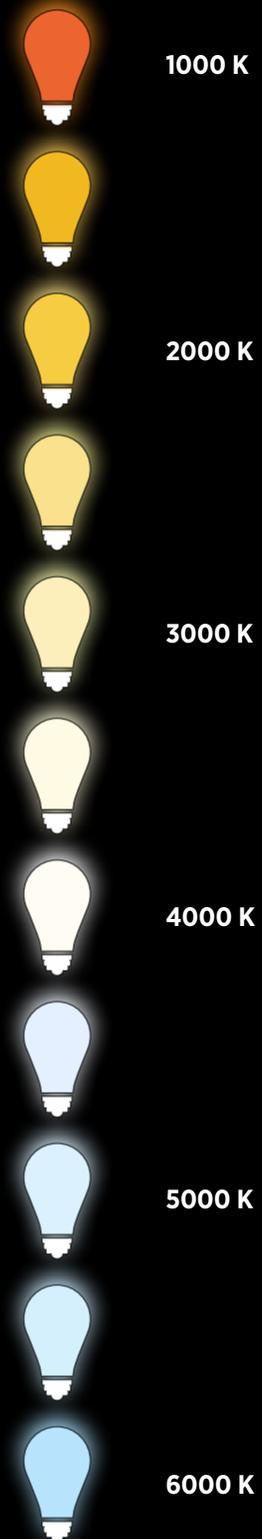
- les **DEL PC-Ambre** (« *phosphor-converted amber* »),
- les **DEL Ambre monochromatiques** (« *true amber* » ou « *narrowband amber* »),
- ainsi que les ampoules **DEL et fluocompactes jaunes** (« anti-insectes ») et rouges.

Les sources lumineuses allant jusqu'à 2700K ne sont permises uniquement que si elles émettent **moins de 1000 lumens** ou si elles sont équipées d'un **détecteur de mouvement**. Aucune de ces sources ne devrait être allumée de manière continue toute la nuit.

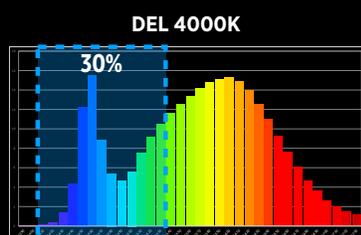
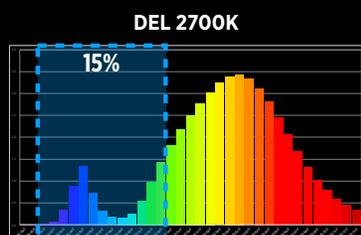
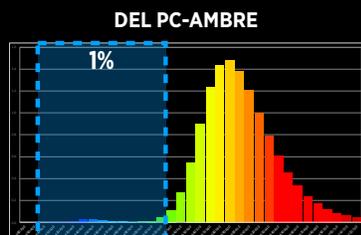
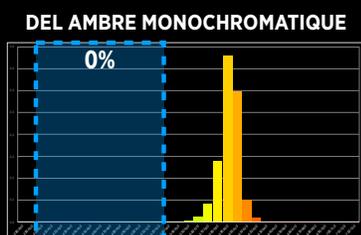
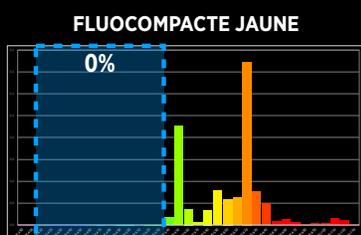
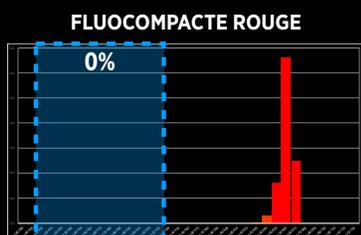
Ceci inclut :

- les **DEL 2200K, 2400K et 2700K,**
- les **fluocompactes 2700K,**
- les **ampoules incandescentes,**
- et toutes autres sources entre 2000K et 2700K.

Les sources lumineuses blanches ou avec une température de couleur supérieure à 2700K sont interdites, sauf si elles émettent moins de 50 lumens. Ceci pourrait inclure par exemple l'éclairage de signalisation lumineuse au sol ou de borne de paiement.



Spectres de différentes sources lumineuses et contenu en lumière bleue



Limiter la lumière bleue

Il est important de choisir des sources lumineuses avec une température de couleur basse en raison des effets négatifs de la lumière bleue (voir figure : *Spectres de différentes sources lumineuses et contenu en lumière bleue*) sur les écosystèmes, le voilement des étoiles, l'éblouissement et la santé humaine. Les sources lumineuses qui contiennent moins de 2 % de lumière bleue sont adéquates pour la majorité des usages extérieurs tels que l'éclairage des entrées et des stationnements.

L'utilisation de DEL Ambre et PC-Ambre devrait être privilégiée pour leur plus faible quantité de bleu, leur meilleur contrôle de l'orientation du flux lumineux et leur meilleure durée de vie. Les DEL PC-Ambre offrent une teinte d'aspect similaire à celles des sources au Sodium Haute Pression (SHp) mais avec un meilleur rendu de couleur.

Utilisées largement dans les dernières décennies, les sources SHp ont un contenu de lumière bleue moins élevé que les DEL blanches, mais émettent tout de même de 8 à 12 % de lumière bleue, ne sont pas disponibles en ampoule de petites puissances et ne sont pas compatibles avec des contrôles tels que des gradateurs et des détecteurs de mouvement.

Une liste de nombreux modèles de luminaires équipés de DEL Ambre et PC-Ambre est disponible sur le site internet de la Réserve internationale de ciel étoilé du Mont-Mégantic : www.cieletoitilemontmegantic.org/luminaires. Ces luminaires respectent aussi les exigences quant à l'orientation des flux lumineux.

RENDU DE COULEUR

L'indice de rendu de couleur (IRC) fait référence à la capacité d'une source lumineuse à restituer les couleurs et sa valeur est comprise entre 0 et 100. Plus l'IRC est élevé, plus l'éclairage permet de distinguer les couleurs entre elles. Un indice de 100 correspond à la lumière du Soleil tandis qu'un indice de 0 est associé à des sources monochromatiques qui ne permettent pas de différencier les couleurs. L'utilité de l'indice de rendu de couleur est très discutable dans le cas de l'éclairage extérieur et est plutôt associé à la qualité d'un éclairage intérieur ou pour une tâche où la reconnaissance des couleurs est nécessaire (cinéma, photographie, vente au détail). Les sources blanches ont généralement un IRC plus élevé, mais elles contiennent une forte proportion de bleu, ce qui implique un impact plus important en termes de pollution lumineuse. Il est donc préférable de considérer l'IRC de manière secondaire aux autres caractéristiques de la couleur d'une source.

Niveaux d'éclairage à la conception

Dans les cas de conception d'un projet, où un calcul photométrique point par point fait par un professionnel est possible, une valeur de l'éclairage moyen de la surface ainsi qu'une valeur de l'éclairage maximal en un point sont prescrites pour différentes applications. Les valeurs d'éclairage sont données en lux. Ce tableau n'est pas une indication qu'il faut éclairer systématiquement tous ces espaces. Il sert plutôt à identifier les valeurs d'éclairage moyen et maximum à appliquer après qu'il ait été déterminé que l'éclairage est nécessaire et en tenant compte du niveau d'activité nocturne.

TABEAU 1 Niveaux d'éclairage selon les applications

APPLICATIONS ET NIVEAUX D'ACTIVITÉS	Éclairage moyen (lux)	Éclairage maximum absolu (lux)	NOTES
ENTRÉES DE BÂTIMENTS			
Bâtiment public ou administratif	10	30	Valeurs pour aire sous la marquise et escaliers, ou 2 fois la largeur de la porte par 3 mètres devant.
Hébergement	5	10	Valeurs pour aire sous la marquise et escaliers, ou 2 fois la largeur de la porte par 2 mètres devant.
Bloc sanitaire (camping)	1	10	Valeurs pour aire sous la marquise et escaliers, ou 2 fois la largeur de la porte par 2 mètres devant
ALLÉES PIÉTONNES			
Activité nocturne élevée	0,5	5	Éclairage uniforme non requis. Pour balisage et orientation seulement.
Activité nocturne faible	0,1	0,5	Peu ou pas d'éclairage requis.
Escalier	1	5	Si l'allée associée est éclairée. Le niveau « moyen » doit être atteint au centre de chaque marche.
GARAGE ET OPÉRATIONS			
Entreposage extérieur	1	10	Uniquement si utilisé par les employés durant la nuit. Détecteur de mouvement.
Pompe à essence et aire de travail extérieure	10	50	Uniquement si utilisées par les employés durant la nuit. Favoriser l'uniformité. Interrupteur, minuterie et/ou détecteur de mouvement.
STATIONNEMENTS			
Activité nocturne très élevée	1	10	Favoriser l'uniformité.
Activité nocturne élevée	0,5	10	Éclairage pour certaines cases de stationnement, accès et trottoirs.
Activité nocturne faible	0,1	0,5	Peu ou pas d'éclairage requis
ROUTES			
Intersection et traverse	0,5	3	Uniquement pour endroit avec conflit véhicules-piétons élevé.

NIVEAUX D'ÉCLAIREMENT TIRÉS DE : *Grand Canyon International Dark Sky Park Lighscape Management Plan*
Yosemite National Park Lighting Guidelines

La PÉRIODE d'éclairage

Les niveaux d'éclairage artificiels utilisés par l'humain sont de loin supérieurs aux niveaux naturels. Même en contrôlant le mieux possible l'orientation, la couleur et l'intensité de la lumière, la simple présence de lumière artificielle perturbe le milieu naturel dans lequel elle se trouve. Il est donc important d'**utiliser l'éclairage uniquement aux moments où il est strictement nécessaire.**

De manière générale, la période d'éclairage devrait être déterminée selon sa fonction et en suivant ces principes :

- L'éclairage peut demeurer allumé **toute la nuit** lorsqu'il est utilisé **pour la sécurité des usagers ou pour des fins de repérage**. Ceci inclut les entrées des bâtiments importants, les blocs sanitaires, les guérites et les endroits avec un potentiel élevé de conflit véhicules-piétons.
- Les dispositifs d'éclairage de **lieux peu fréquentés la nuit** devraient être munis d'un **détecteur de mouvement** qui s'éteint moins de 5 minutes après l'activation. Ceci inclut les entrées secondaires, l'arrière des bâtiments, les lieux d'entreposage et les pompes à essence.
- Les **lieux fermés pendant plusieurs mois** tels que certains stationnements, bâtiments de campings et centres de location **ne devraient pas être éclairés** inutilement pendant la période de fermeture.

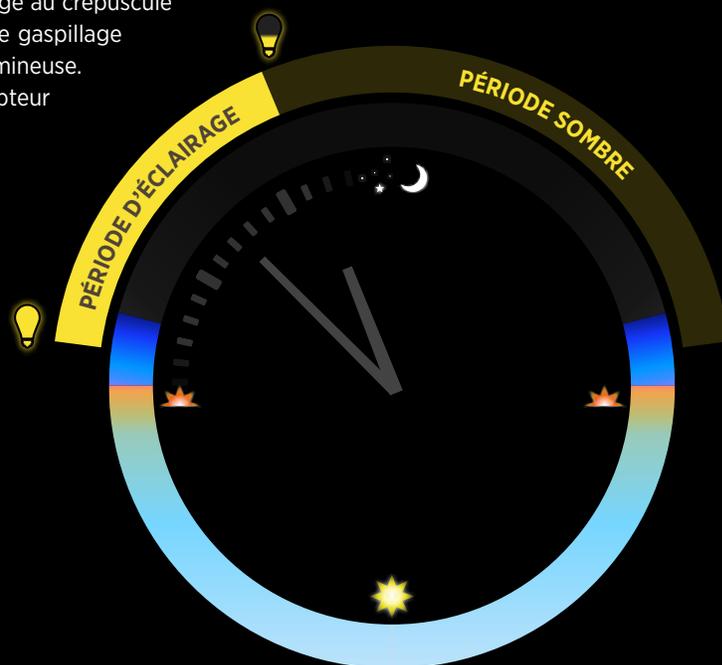
Dans tous les cas, un dispositif qui active le système d'éclairage au crépuscule et l'éteint à l'aube (cellule photoélectrique) permet d'éviter le gaspillage d'énergie durant le jour et l'usure prématurée de la source lumineuse. Dans les cas où un tel dispositif n'est pas installé, un interrupteur accessible aux employés et/ou aux visiteurs doit être présent.

L'utilisation de minuteries pour éteindre les éclairages en dehors des heures d'utilisations est recommandée lorsque possible. Certains luminaires DEL peuvent aussi être équipés d'un dispositif qui permet de diminuer l'intensité de l'éclairage lorsqu'aucune présence n'est détectée. Cette option devrait être réservée aux usages où la sécurité et le balisage sont nécessaires car il est généralement préférable d'éviter toute lumière en dehors des périodes d'utilisation.

DÉTECTEURS DE MOUVEMENT

Bien qu'ils permettent d'éclairer théoriquement au moment où la lumière est nécessaire, l'utilisation de détecteurs de mouvement n'est pas toujours la meilleure solution pour réduire la pollution lumineuse. La lumière intermittente peut être plus dérangeante pour les humains et les animaux qu'un éclairage faible et constant.

Il est particulièrement important de bien régler la sensibilité afin d'éviter qu'ils ne se déclenchent inutilement. L'angle de détection, la portée et la durée d'éclairage peuvent habituellement être réglés. Il est aussi préférable de ne pas les utiliser à proximité des hébergements.



AUTRES CONSIDÉRATIONS

Éclairage passif, réflexion et phosphorescence

Il n'est pas toujours essentiel d'utiliser un éclairage artificiel pour aider à l'orientation et au balisage d'un site. Il existe plusieurs techniques moins coûteuses et qui ne requièrent pas d'électricité pour faire du marquage, mieux montrer la voie à suivre et identifier un obstacle. Celles-ci aident à rendre la navigation dans l'obscurité beaucoup plus facile tout en préservant l'ambiance de la nuit. Les techniques passives réduisent aussi le besoin d'acheter et d'installer des luminaires ainsi que du câblage électrique.

Plutôt que d'utiliser de l'asphalte (qui ne réfléchit qu'une très faible quantité de lumière) pour une aire piétonnière, il est préférable d'**utiliser du béton ou de la pierre concassée pâle et réfléchissante**. L'éclairage de la Lune, d'une lampe frontale ou d'une lampe de poche devient alors suffisant pour se déplacer la nuit.

Une autre technique est de **peindre les bords des chemins d'asphalte en blanc ou en jaune** pour aider à refléter la lumière. Les lignes blanches sont aussi beaucoup plus faciles à voir lorsque l'œil est adapté à la vision nocturne.

L'utilisation de **réflecteurs** (autocollants, bandes, peinture, etc.) permet d'identifier de manière très efficace un obstacle ou un panneau lorsque le visiteur utilise une lampe de poche, une lampe frontale ou les phares d'un véhicule.

Un chemin ou une surface peuvent également être délimités par **phosphorescence**. Des pastilles phosphorescentes ou d'autres marqueurs similaires peuvent marquer de manière très efficace la voie à suivre ou les limites d'un espace, tout en laissant la chance à l'œil d'être parfaitement adapté à la vision nocturne et à l'observation du ciel étoilé. Il existe aussi sur le marché des revêtements de sols spécialisés qui utilisent la phosphorescence.



PHOTO : STEVE DESCHÊNES, SÉPAQ

Éclairage près des lacs et cours d'eau

Les lacs et les cours d'eau représentent des **endroits très sensibles à la lumière nocturne** et requièrent une attention particulière. Plusieurs études ont démontré que la lumière artificielle perturbe les déplacements, la reproduction, les relations trophiques et la dynamique des populations des poissons, amphibiens, insectes et oiseaux qui s'y trouvent.

De plus, non seulement de nombreuses espèces sensibles y vivent, mais la lumière peut aussi s'y propager sur de très longues distances et être visible de la rive opposée étant donné le manque d'obstacles naturels. Pour ces raisons, **la lumière d'un dispositif d'éclairage ne doit en aucun cas éclairer directement vers un lac ou un cours d'eau.**

Si une source doit absolument être installée à proximité d'un cours d'eau, elle doit être positionnée de manière à envoyer la lumière en direction opposée à l'eau et/ou utiliser des dispositifs de contrôle afin de n'être utilisée qu'au moment nécessaire.



PHOTO : MATHIEU DUPUIS, SÉPAQ

Éclairage intérieur

La lumière intérieure peut aussi avoir un impact important sur la pollution lumineuse. Lorsque la source lumineuse est trop forte et non défilée, la lumière peut éclairer abondamment vers l'extérieur à travers les fenêtres. Après le coucher du soleil, ces dispositifs d'éclairage peuvent produire de l'éblouissement pour les visiteurs, empêcher les pupilles de s'ajuster à la noirceur en plus d'impacter négativement les animaux. Le contraste entre l'éclairage intérieur et extérieur peut alors poser problème à la sécurité ou être un désagrément pour les visiteurs et les employés.

Avec une tendance grandissante à construire des bâtiments avec de grandes sections vitrées, autant pour les hébergements que pour les autres types de bâtiments, l'éclairage intérieur entraîne de plus en plus de pollution lumineuse. Cette situation est d'autant plus problématique dans les secteurs où plusieurs types d'hébergements sont construits à proximité, comme des chalets modernes près de sites de camping.

Éclairage intérieur recommandé pour les hébergements avec électricité :

- Choisir une température de couleur moins élevée. **Privilégier des sources lumineuses de 3000K maximum.** Celles-ci offrent aussi une ambiance plus chaleureuse.
- Porter une attention à l'intensité de la source lumineuse. **Privilégier des sources de moins de 800 lumens.**
- Installer un **gradateur** pour permettre d'abaisser l'intensité en soirée, si compatible avec l'ampoule.
- Utiliser des **luminaires avec des abat-jours** qui vont cacher la source lumineuse plutôt que des ampoules nues. Selon leur orientation, des ampoules argentées peuvent parfois être utilisées pour limiter la lumière vers le haut ou pour diminuer l'éblouissement des usagers.
- Des stores, des rideaux ou des toiles devraient être installés dans les fenêtres de ces hébergements.

L'éclairage des lieux de travail intérieurs (bureau administratif, centre de découverte et de services, centre de location, garage-atelier, restaurant, dépanneur, etc.) **doit être éteint en dehors des heures de travail des employés.**

Pour ce faire, l'éclairage peut être directement éteint par les employés ou par une minuterie programmée en fonction des heures d'ouverture. Fermer les rideaux et les stores après le coucher du soleil est aussi un excellent moyen de réduire la quantité de lumière émise vers l'extérieur.

Dans le cas où des éclairages intérieurs demeurent allumés toute la nuit pour des raisons de sécurité ou d'accès, des toiles, des stores ou des pellicules autocollantes peuvent représenter une solution pour limiter l'excès de lumière émise vers l'extérieur.

Machines distributrices

L'éclairage des panneaux des machines distributrices doit être désactivé si elles ne sont pas à l'intérieur d'un bâtiment ou d'un espace clos, ou si l'éclairage des machines distributrices est visible à partir de l'extérieur. L'éclairage peut être désactivé en enlevant l'ampoule ou en déconnectant l'alimentation de la source lumineuse interne.



PHOTO : MATHIEU DUPUIS, SÉPAQ



PHOTO : STEVE DESCHÊNES, SÉPAQ

Éclairage nocturne par les visiteurs

Les aires de camping représentent des endroits de cohabitation entre les visiteurs et des conflits dus à l'éclairage peuvent survenir. **Une attention particulière à l'éclairage artificiel introduit par les visiteurs est donc non seulement importante pour la préservation de l'environnement nocturne, mais aussi pour gérer adéquatement les conflits potentiels.**

Les éclairages artificiels des visiteurs devraient donc être encadrés via la liste des activités autorisées par la direction en suivant les mêmes principes de base que ceux installés de manière permanente.

Ainsi, l'éclairage des visiteurs devrait demeurer sobre et limité à leur site individuel. Les éclairages d'ambiance inappropriés comme les guirlandes lumineuses et l'utilisation de projecteurs devraient être interdits. Le respect des heures de couvre-feu devrait aussi s'appliquer à l'éclairage extérieur. Les plaintes concernant l'éclairage extérieur des visiteurs peuvent donc être traitées de la même manière que les plaintes pour le bruit.

Cette exigence n'est en aucun cas destinée à compromettre la sécurité des visiteurs et l'éclairage requis en situation d'urgence est exempté de ces directives. De plus, la lumière des feux de camp n'est pas considérée comme artificielle et est aussi exemptée.

Comme pour toutes mesures coercitives, il est important de donner l'exemple en appliquant les bonnes pratiques d'éclairage sur les installations permanentes. Adopter un angle de sensibilisation et d'éducation permet aussi une meilleure adoption de ces mesures.

COMPLÉMENTS TECHNIQUES

PHOTO : RÉMI BOUCHER, SÉPAQ

Efficacité lumineuse et consommation d'énergie

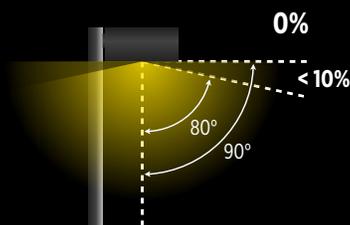
Le choix d'un dispositif d'éclairage est souvent influencé par le but de réduire la consommation d'énergie. La technologie DEL offre une excellente efficacité lumineuse et une très bonne durée de vie. Cependant, les impacts négatifs causés par la lumière blanche, notamment sur la faune, sont très importants et **l'efficacité lumineuse ne devrait pas être le facteur primordial dans le choix de l'éclairage**, particulièrement dans un contexte de milieux protégés. **Les DEL blanches sont donc à proscrire pour l'éclairage extérieur** et le choix d'un dispositif d'éclairage doit prioritairement se porter sur la couleur de la lumière, l'orientation des flux lumineux et la puissance nécessaire. L'efficacité lumineuse peut par la suite être incluse dans les facteurs influençant le choix.

Bien qu'un peu moins efficaces que les DEL blanches, **les DEL PC-Ambre constituent l'un des choix les plus intéressants pour réconcilier la protection de l'environnement nocturne, les besoins en éclairage et la durée de vie des dispositifs d'éclairage**. Elles consomment moins d'énergie que les autres technologies d'éclairage, offrent un meilleur rendu de couleur et une plus longue durée de vie que le sodium haute pression (SHP), tout en demeurant compatibles avec les dispositifs de contrôle et systèmes optiques performants des autres DEL.

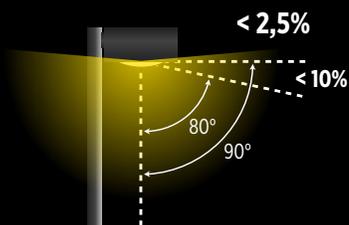
Lorsque l'efficacité d'un éclairage est analysée, il est important de tenir compte de toutes les parties du luminaire. Celles-ci incluent la source lumineuse, le luminaire lui-même et ses optiques, ainsi que le ballast ou le pilote (*driver*) des DEL. La valeur d'efficacité lumineuse de tout le luminaire est disponible dans la fiche technique de celui-ci et varie selon ses configurations possibles.

Plutôt que d'insister sur l'efficacité énergétique, le **meilleur moyen d'économiser de l'énergie est sans aucun doute de réduire le nombre de luminaires, leur puissance et leurs heures d'opérations**.

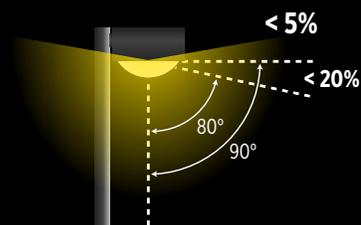
DÉFILÉ ABSOLU



DÉFILÉ



SEMI-DÉFILÉ



NON-DÉFILÉ

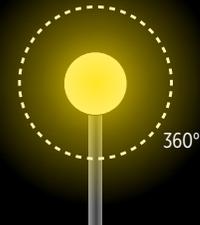


ILLUSTRATION : RÉMI BOUCHER, SÉPAQ

Classification *cutoff* et valeurs BUG de l'IESNA

L'Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) est une organisation à but non lucratif qui développe et publie des normes en matière d'éclairage en Amérique du Nord. Que ce soit pour l'éclairage des routes ou des terrains de sports, les normes de l'IESNA sont très utilisées en tant que références dans les domaines municipaux et professionnels. Par contre, ces normes consistent souvent en des niveaux d'éclairage minimums alors qu'une bonne partie du contrôle de la pollution lumineuse passe plutôt par des limites maximales. Il est important de spécifier que l'éclairage à l'intérieur des parcs nationaux et des territoires protégés ne devrait pas être conçu de la même manière que celui d'un milieu urbain. Toutefois, l'IESNA a aussi conçu des **systèmes de classification des performances optiques des luminaires** qui s'avèrent très utiles pour identifier et choisir des luminaires adéquats.

Classification *cutoff*

Cette classification de l'IESNA caractérise le défilement des luminaires en fonction de leur émission de lumière à angles élevés. La lumière émise dans la zone de 80° à 90° par rapport au nadir (c'est-à-dire l'angle qui pointe vers le bas) est plus susceptible de contribuer à l'éblouissement, et la lumière émise au-dessus de l'horizontale est plus susceptible de contribuer au voilement du ciel. La classification *cutoff* d'un luminaire est généralement disponible dans la fiche photométrique d'un luminaire. Les quatre classifications possibles sont définies comme suit :

- **Défilé absolu (*full cutoff*)** - Aucune lumière émise pour les angles de 90° et plus (c'est-à-dire au-dessus de l'horizon) et moins de 10 % de l'intensité lumineuse par rapport aux lumens totaux ne doit être émise dans les angles de 80° à 90°. **Elle est la seule qui convienne pour utilisation dans les parcs nationaux et espaces protégés.**
- **Défilé (*cutoff*)** - L'intensité lumineuse par rapport aux lumens totaux doit être de moins de 2,5 % pour les angles de 90° et plus, et de moins de 10 % pour les angles de 80° à 90°.
- **Semi-défilé (*semi-cutoff*)** - L'intensité lumineuse par rapport aux lumens totaux doit être de moins de 5 % pour les angles de 90° et plus, et de moins de 20 % pour les angles de 80° à 90°.
- **Non-défilé (*non-cutoff*)** - Aucune limite d'intensité lumineuse selon les angles. L'intensité lumineuse dans les angles de 90° et plus, et/ou dans les angles de 80° à 90°, dépasse les limites des autres classifications.

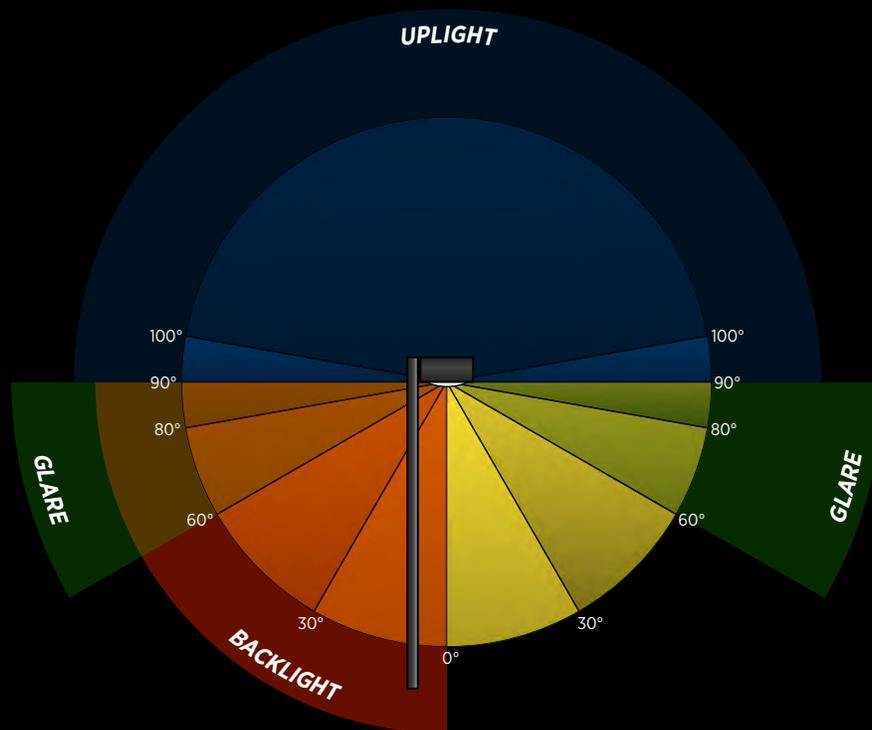


ILLUSTRATION : RÉMI BOUCHER, SÉPAQ

Valeurs BUG : Backlight, Uplight, Glare

Les valeurs BUG du plus récent *Luminaire classification system* visent à remplacer les anciennes classifications *cutoff* pour mieux caractériser un luminaire en utilisant la quantité de lumière émise en lumens dans de nombreuses zones d'angles précises, plutôt qu'un simple pourcentage sur le total. Les valeurs vont de 0 à 5 et les valeurs plus petites signifient une quantité de lumière plus faible. Ces valeurs sont disponibles dans la fiche technique d'un luminaire, généralement sous forme de tableaux pour les variantes d'un même modèle (puissances, types de distribution, etc.).

- B Backlight (vers l'arrière)** : lumière dirigée à l'opposé de la zone à éclairer. Selon le cas, elle peut servir à éclairer un trottoir longeant une rue, mais peut aussi contribuer à la lumière intrusive et le gaspillage en dehors de la zone à éclairer.
- U Uplight (au-dessus de l'horizon)** : lumière dirigée vers le ciel. Elle contribue directement à la pollution lumineuse et constitue un important gaspillage. **La valeur de U0 est la seule qui convienne pour utilisation dans les parcs nationaux et espaces protégés.**
- G Glare (zone d'éblouissement)** : lumière dirigée près de l'horizon. Elle est une nuisance importante et affecte grandement la sécurité des usagers, crée de la lumière intrusive et contribue à la pollution lumineuse. **Les valeurs les plus faibles possible (G0 et G1) devraient être utilisées**, avec une attention particulière pour les luminaires installés en hauteur.



PHOTO : RÉMI BOUCHER, SÉPAQ

Types de distribution de lumière au sol

Plusieurs luminaires conçus pour l'éclairage de rues ou de surfaces extérieures sont disponibles dans une variété de distributions de flux lumineux. **Ces types de distribution permettent d'éclairer efficacement la surface selon l'emplacement du luminaire.** Par exemple, un éclairage situé en bordure d'une rue étroite utilisera une distribution favorisant l'éclairage devant le luminaire et sur les côtés alors qu'un éclairage situé au centre d'un stationnement aura une distribution plus uniforme tout autour du luminaire. L'utilisation de ces optiques asymétriques permet aussi d'améliorer l'uniformité de l'éclairage au sol.

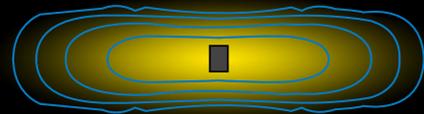
Type I : Distribution latérale étroite. Installation centrale. Idéale pour éclairer les trottoirs et les voies piétonnes.

Type II : Distribution latérale asymétrique. Installation en bordure. Convient pour les rues moins larges et les pistes cyclables.

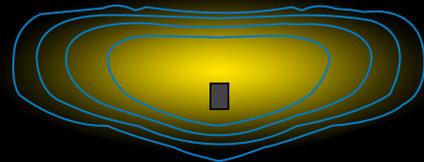
Type III : Distribution latérale et vers l'avant. Installation en bordure. Destinée à l'éclairage des routes plus larges, des stationnements et des aires où une plus grande couverture d'éclairage est nécessaire.

Type IV : Distribution asymétrique projetée vers l'avant. Installation en bordure. Idéale pour l'éclairage de stationnements ou de périmètres de bâtiments avec montage mural.

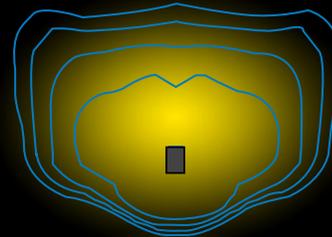
Type V : Distribution symétrique (ronde ou carrée). Installation centrale. Destinée à l'éclairage central des routes ou de stationnements.



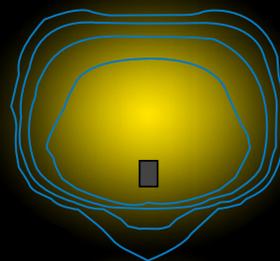
TYPE I



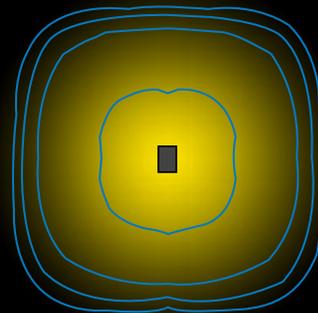
TYPE II



TYPE III



TYPE IV



TYPE V

ILLUSTRATION : RÉMI BOUCHER, SÉPAQ

Luminaire identifiés « Dark Sky »

Plusieurs compagnies arborent des logos ou des certifications de style « *Dark Sky Friendly* » ou « *Nighttime Friendly* ». Toutefois, plusieurs de ces identifiants sont donnés par les compagnies elles-mêmes et ne réfèrent à aucune norme précise. Ils doivent donc être interprétés avec prudence. **Un éclairage dit « Dark Sky » n'est pas adéquat pour répondre aux normes de ce guide si sa température de couleur est trop élevée.** Très souvent, les fabricants de luminaires vont donner ces appellations à tout luminaire qui n'envoie pas de lumière au-dessus de l'horizon (donc pour tout luminaire avec défilé absolu ou U0) mais sans tenir compte de la couleur et du spectre de la lumière. En 2014, l'*International Dark-Sky Association (IDA)* a ajouté la limite maximale de 3000K pour son programme de certification de luminaires « *Dark Sky Approved* »¹, mais cette limite demeure trop élevée selon plusieurs experts, en particulier pour des milieux sensibles comme les aires protégées. Plus récemment, même si elle conserve la limite de 3000K pour sa certification de luminaires, l'IDA a revu ses directives et recommande maintenant les éclairages de 2200K et moins pour la majorité des usages et l'élimination de la lumière bleue pour les milieux sensibles.

Les identifiants et certifications de type « *Wildlife Lighting* » et « *Turtle Friendly* »² permettent de reconnaître les éclairages qui n'émettent aucune lumière dans la portion spectrale en dessous de 560 nanomètres et qui dirigent leur lumière entièrement vers le bas. Il s'agit principalement d'éclairages avec DEL ambre monochromatique et ils sont un choix intéressant pour les milieux protégés, quoique leur efficacité énergétique est moindre. Les éclairages avec DEL PC-Ambre (1800K-1900K) ne rencontrent habituellement pas les normes strictes pour les tortues, car ils émettent une petite partie de leur lumière en-dessous de 560nm. **Les DEL PC-Ambre représentent toutefois l'une des options les plus intéressantes et durables** pour réduire les impacts sur l'environnement et le ciel étoilé, tout en profitant d'une meilleure économie d'énergie, d'une meilleure durée de vie et d'un meilleur rendu de couleur.

1 <https://www.darksky.org/our-work/lighting/lighting-for-industry/fsa/>

2 <https://myfwc.com/wildlifehabitats/wildlife/sea-turtle/lighting/>



CONCLUSION

Les retombées

Adopter les meilleures pratiques en éclairage et diminuer la pollution lumineuse engendrent plusieurs retombées positives. En diminuant l'impact de la lumière artificielle, un éclairage adéquat permet la préservation de l'environnement nocturne des écosystèmes; un point particulièrement sensible pour les parcs nationaux et les espaces protégés où le milieu naturel domine, mais cohabite avec la présence humaine.

De plus, ces pratiques permettent de diminuer l'éblouissement pour les visiteurs et les employés, tout en créant une ambiance lumineuse chaleureuse. Cette diminution de l'éblouissement ainsi que l'utilisation de niveaux d'éclairage en harmonie avec l'environnement nocturne permettent d'améliorer grandement la visibilité et d'avoir un effet positif sur la sécurité des lieux.

En tant que symboles importants de conservation, les parcs et les espaces protégés sensibilisent les visiteurs à la dimension nocturne de l'environnement naturel. Le thème de la nuit renferme un potentiel éducatif souvent inexploré et des ajouts au niveau de l'offre en éducation sont possibles avec des thèmes tels que la faune nocturne, l'astronomie et la lumière. L'astrotourisme est d'ailleurs un excellent moyen de bonifier l'offre touristique d'un lieu éloigné et d'attirer des visiteurs de partout dans le monde.

Finalement, des économies substantielles sont réalisées en optant pour des solutions d'éclairage plus efficaces, qui limitent les pertes de lumière au-dessus de l'horizon et diminuent la puissance pour l'adapter aux besoins réels.

Longtemps sous-estimée en tant que polluant, il est aujourd'hui bien établi que la lumière artificielle nocturne a de nombreux effets négatifs. Heureusement, elle est aussi l'une des formes de pollution parmi les plus faciles à diminuer et dont les effets négatifs sont rapidement réversibles.

ANNEXES

PHOTO : MIKAËL RONDEAU, SÉPAQ

Unités de mesure

Flux lumineux – Lumen (lm) : Grandeur photométrique mesurant la quantité totale de lumière émise dans toutes les directions par une source lumineuse. Le flux lumineux se mesure en lumens (lm).

Éclairement – lux : Quantité photométrique de lumière qui arrive sur une surface. L'éclairement se mesure en lux (lumens/mètre carré) ou en foot-candle (lumens/pied carré). 1 foot-candle = 10,76 lux.

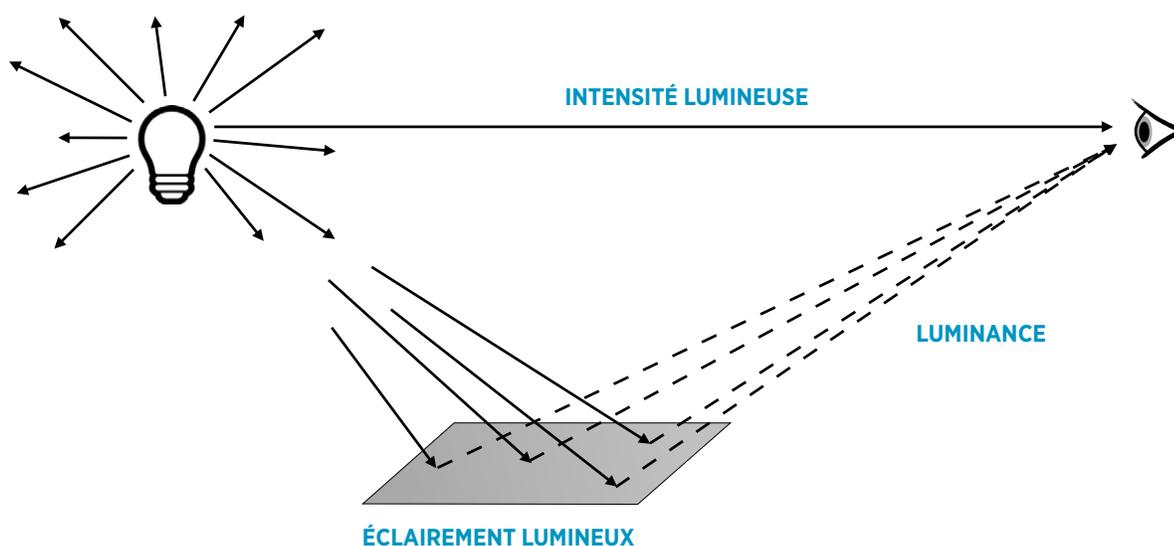
Luminance – (cd/m²) : Grandeur photométrique correspondant à la sensation visuelle de luminosité d'une surface. Elle dépend de la sensibilité de l'œil humain et se mesure en candela par mètre carré (cd/m²) ou en nit. 1 cd/m² = 1 nit

Intensité lumineuse – Candela (cd) : Grandeur photométrique de l'éclat d'une source lumineuse tel qu'il est perçu par l'œil humain. Son unité, le candela, est pondérée en fonction de la sensibilité spectrale de l'œil humain et mesure l'intensité lumineuse dans une direction donnée.

Température de couleur – Kelvin (K) : Unité désignant la couleur d'une source lumineuse. Elle correspond à la valeur de la température proximale d'un corps noir dont l'apparence visuelle serait la plus proche de la source de lumière. La température de couleur se mesure en kelvins (K).

Pourcentage de bleu (%) : Proportion du flux énergétique émis dans la plage de longueurs d'onde allant de 405 nm à 530 nm par rapport au flux énergétique émis dans la plage de longueurs d'onde allant de 380 nm à 730 nm. Cette proportion est mesurée en pourcentage de bleu (%).

FLUX LUMINEUX



Types de sources lumineuses



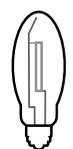
Incandescente : La plus vieille source de lumière électrique. L'ampoule incandescente émet de la lumière en faisant circuler un courant électrique dans un filament de tungstène qui chauffe et devient ainsi lumineux. Sa faible efficacité et sa durée de vie limitée font qu'elle est de moins en moins utilisée. Elle demeure appréciée pour son excellent rendu de couleur et son ambiance chaleureuse.



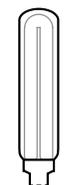
Halogène : Variante plus efficace de l'ampoule incandescente. Le filament est encapsulé dans une petite ampoule contenant des gaz halogénés. La durée de vie est ainsi améliorée par rapport à l'ampoule incandescente.



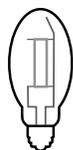
Fluorescent : Disponible sous formes linéaire ou fluocompacte. Fonctionne à l'aide du principe de fluorescence. Des électrodes produisent une décharge dans un gaz contenant du mercure. Cette décharge émet un rayonnement ultraviolet qui est converti en lumière visible par une poudre fluorescente déposée sur la paroi intérieure du tube. Très efficace pour l'éclairage intérieur.



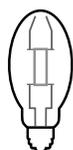
Sodium haute pression : Une des sources les plus répandues dans l'éclairage routier et public des dernières décennies. Elle a une bonne efficacité lumineuse et une bonne durée de vie, mais un rendu de couleur plus limité. À cause de son allumage lent, elle n'est pas compatible avec la majorité des contrôles intelligents.



Sodium basse pression : De plus en plus rare malgré son efficacité lumineuse impressionnante. D'un point de vue pratique, ses principaux inconvénients sont sa forme allongée nécessitant de gros luminaires ainsi qu'une couleur monochromatique avec un rendu de couleur nul. Boudée pour les applications commerciales, sa couleur en fait par contre une source préférée dans les zones avec brouillard et autour des observatoires astronomiques.



Vapeur de mercure : La moins efficace des lampes à décharge, elle émet beaucoup de lumière bleue. Aucun avantage comparativement aux autres sources lumineuses semblables. Parfois encore vendue dans les éclairages de type « sentinelles de ferme ».



Halogénure métallique : Version améliorée de la lampe à vapeur de mercure. Son efficacité et son rendu de couleur plus élevés en font un choix intéressant pour les applications avec un grand besoin en intensité – comme l'éclairage sportif et l'éclairage intérieur des entrepôts et des magasins à grandes surfaces. Elle émet une forte proportion de lumière bleue.



DEL – Diode électroluminescente : Dispositif optoélectronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Selon le type de DEL, elle peut émettre une couleur monochromatique ou un spectre plus large grâce à la conversion lumineuse du bleu ou du violet par des phosphores. Sa grande efficacité lumineuse en a fait une source de choix dans les dernières années. Par contre, ses variantes blanches émettent une forte proportion de lumière bleue.



DEL PC-Ambre : De l'anglais *Phosphor-converted amber*, cette variante de DEL convertie l'ensemble de sa lumière bleue vers des teintes ambrées. Cette conversion lui donne une efficacité lumineuse moins grande qu'une DEL blanche, mais réussie à éliminer presque complètement ses émissions de lumière bleue tout en lui donnant un meilleur rendu de couleur qu'une DEL ambre monochromatique.

TABLEAU 1A

Température de couleur (K) et pourcentage de bleu des sources lumineuses

	SOURCE LUMINEUSE	TEMPÉRATURE DE COULEUR	POURCENTAGE DE BLEU
AUTORISÉES ET RECOMMANDÉES POUR TOUS LES USAGES (meilleures pratiques)	Sodium basse pression	1700K	0%
	DEL ambre monochromatique	1800K	0%
	DEL PC-ambre	1800K - 1900K	1 % - 2 %
	DEL 2000K	2000K	5 % - 9 %
	Ampoule DEL jaune	n.d.	2 % - 9 %
	Ampoule DEL rouge	n.d.	0 %
	Fluocompacte jaune	n.d.	0 %
	Fluocompacte rouge	n.d.	0 %
AUTORISÉES SI : <1000 lumens/source ou détecteur de mouvement	DEL 2200K	2200K	10 %
	DEL blanc-chaud	2700K	16 %
	Fluorescent blanc-chaud	2700K	16 %
	Incandescent	2700K	13 %
INTERDITES (sauf si <150 lumens)	DEL blanc	3000K	20 %
	DEL blanc	4000K	30 %
	DEL blanc	5000K	37 %
	Fluorescent blanc	3000K	20 %
	Fluorescent blanc	4000K	30 %
	Fluorescent blanc	5000K	37 %
	Halogène	3000K	16 %
INTERDITES	Sodium haute pression* (SHP)	2100K	8 % - 12 %
	Halogénures métalliques	4000K	35 %
	Vapeur de mercure	4000K	27 %

* Les sources SHP sont dans la catégorie « interdites » car elles ne sont pas disponibles avec des puissances inférieures à la limite de 1000 lumens et ne sont pas compatibles avec les détecteurs de mouvement.