

Un
éclairage raisonné
pour des **Parcs étoilés**

GUIDE DE PRÉCONISATIONS
pour un éclairage de qualité

en Chartreuse



SOMMAIRE

✦✦ UN GUIDE, POUR QUOI FAIRE ? / P4

✦✦ LES ENJEUX DE L'ÉCLAIRAGE NOCTURNE / P6

Un développement de l'éclairage nocturne très rapide à l'échelle de la vie humaine / P6

Une volonté d'assurer la sécurité / P6

Une mise en lumière des espaces publics qui participe à la qualité de vie / P8

Des enjeux d'économies énergétiques et financières / P9

Un éclairage artificiel qui perturbe la biodiversité / P10

Un éclairage artificiel qui impacte aussi notre santé / P13

✦✦ RÉGLEMENTATION ET RECOMMANDATIONS TECHNIQUES / P14

Rappel de la réglementation et évolutions / P15

Les principes de base d'un éclairage sobre et intelligent / P16

> La qualité spectrale de la source

> La distribution du flux lumineux

> L'optimisation de la surface éclairée

> La gestion temporelle de l'éclairage (*par extinction ou gradation lumineuse*)

> La hauteur du dispositif d'éclairage

> La consommation d'énergie

Réglementation et recommandations spécifiques pour l'éclairage public / P23

> Étude préalable à un projet de rénovation

> Cheminements piétons

> Voiries et routes

> Centres-villes, places et rues

> Mise en lumière du patrimoine

> Terrains de sport

Réglementations et recommandations spécifiques pour l'éclairage privé / P26

> Bureaux, bâtiments non résidentiels et magasins

> Stations de ski

> Enseignes

> Parkings et zones artisanales et commerciales

> Lotissements privés

> Éclairages domestiques extérieurs

> Éclairages temporaires

> Éclairages nomades des randonneurs

✦✦ CONCLUSION / P30

✦✦ GLOSSAIRE / P31

✦✦ TABLEAU DE COMPARAISON DES DIFFÉRENTS TYPES DE LAMPE / P32

✦✦ BIBLIOGRAPHIE / P33

UN GUIDE, POUR QUOI FAIRE ?

Depuis la popularisation de l'ampoule en 1879 par Thomas Edison, l'humain n'a cessé de développer et d'étendre l'éclairage artificiel (avec une expansion exponentielle dans les dernières décennies !). L'illumination des espaces est devenue un réflexe, une exigence et parfois même un marqueur social.

Historiquement, les astronomes sont les premiers à tirer la sonnette d'alarme de la pollution lumineuse. Plus l'éclairage se modernise et se généralise, plus les astronomes doivent s'éloigner des villes pour observer un ciel nocturne de qualité. L'accès à un ciel noir devient un luxe dans les pays dits « développés ». Aujourd'hui, 99 % de la population européenne vit sous un ciel entaché de pollution lumineuse et 60 % ne peut plus voir la voie lactée. Or, l'observation des étoiles fait partie de toutes les cultures du monde depuis des millénaires.

D'autre part, le contexte écologique actuel remet en question ce développement invasif de la lumière dans la nuit. En effet, depuis l'apparition de la vie, l'alternance jour/nuit fait partie du cycle naturel des espèces, et toute la vie sur Terre s'est développée autour de cette alternance. L'être humain vient modifier ce cycle naturel pour satisfaire de nouveaux besoins, il est donc naturel de s'interroger sur les conséquences et les impacts de ce changement sur la biodiversité. De plus, ce changement est brutal : à la fois très récent à l'échelle de la vie sur Terre, et intense par l'étendue de l'éclairage artificiel, alors même

que nous manquons encore d'informations sur son impact environnemental.

Il y a également de nombreux impacts sur la santé humaine, en particulier sur le système hormonal et la qualité du sommeil, qui sont perturbés par le dérèglement du cycle circadien via les lumières intrusives. L'impact de la part de lumière bleue des sources LED est particulièrement significatif, notamment sur la production de mélatonine, et est déjà bien documenté au niveau médical¹.



« Ce sont les étoiles,
les étoiles tout là-haut
qui gouvernent
notre existence »

William Shakespeare

Mais si la pollution lumineuse a l'inconvénient de se propager sur de longues distances, elle a aussi l'énorme avantage de disparaître dès l'extinction de la source lumineuse ! Bien sûr, cette affirmation motivante, qui doit nous pousser à agir, doit être nuancée par le fait que la biodiversité a besoin d'un temps plus ou moins long pour se reconstituer et retrouver ses équilibres naturels.

Enfin, l'éclairage public est également un sujet important pour les communes, car il représente une dépense conséquente de son budget², et cela est d'autant plus vrai pour les petites communes. En rénovant un patrimoine d'éclairage vétuste, il est aisé de diminuer significativement les dépenses annuelles liées à l'éclairage d'une commune³.

Pour reconnaître la qualité du ciel de la commune, des labels existent tels que « Villes et Villages Étoilés » ou bien « Réserve Internationale de Ciel Étoilé ».

« Il est grand temps
de rallumer les étoiles »

Guillaume Appolinaire



© Bruno Lavit

Les Parcs s'engagent

En 2019, les Parcs naturels régionaux de Chartreuse, du Pilat et du Massif des Bauges, se sont réunis autour du projet « Un éclairage raisonné pour des Parcs étoilés », dans le but d'engager une dynamique territoriale et d'accompagner la mise en place d'un éclairage plus juste et plus sobre, ainsi que la réduction de la pollution lumineuse, sur leurs territoires. Nous gagnons toutes et tous à ce que l'éclairage soit réfléchi à l'échelle du territoire car son impact ne se limite pas aux frontières d'une commune ou d'une zone d'activité. Une action coordonnée est nécessaire afin d'améliorer la qualité de notre ciel nocturne. Les enjeux sont multiples et se croisent. En cela, repenser son éclairage s'inscrit parfaitement dans une démarche de transition économique, écologique et sociale. Les recommandations identifiées dans ce guide ont pour but de s'adapter à un maximum de cas de figure possible. Les installations

publiques comme privées, industrielles ou domestiques, toutes sont concernées par la nécessité d'un éclairage plus sobre et plus intelligent !

D'autre part, les termes techniques associés à l'éclairage sont nombreux et il est parfois difficile de saisir tous les enjeux. Lorsqu'il s'agit de mener à bien un projet de rénovation, ou acteurs privés doivent concilier plusieurs aspects : coût financier, efficacité énergétique, rendu des couleurs, impacts sur la biodiversité et la santé... De plus, les unités fréquemment utilisées sont adaptées pour la vision humaine et ne sont pas pertinentes pour évaluer les autres impacts sur le vivant (impacts écologiques et santé humaine). Il s'agit donc d'un équilibre à définir et à obtenir, en maîtrisant quelques principes techniques de base.

1 • Rapport de l'ANSES « Effets sur la santé humaine et sur l'environnement (faune et flore) des diodes électroluminescentes (LED) » • avril 2019

2 • Environ 37 % du budget d'une commune • étude ADEME 2014

3 • Jusqu'à 75 % • selon l'Association Nationale de Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes - ANPCEN

Un développement de l'éclairage nocturne très rapide à l'échelle de la vie humaine

En France, l'éclairage public est né de la volonté de réduire les agressions à Paris. Après de nombreux échecs, c'est en 1667 que l'éclairage est réellement mis en place avec des lampes à bougie portant le blason du roi Louis XIV. L'éclairage électrique arrive deux siècles plus tard en 1879, mais ce n'est qu'au cours du XX^e siècle que l'éclairage se généralise en France⁽⁴⁾.

Longtemps synonyme de progrès, l'éclairage public est apparu dans les communes en France en même temps que l'électricité. Son développement dans les communes rurales a rarement été réfléchi, ce qui a conduit au cours des années et des mandats à l'installation de nombreux dispositifs hétéroclites. Le nombre de points lumineux d'éclairage public en France a augmenté de 89 % entre 1992 et 2012⁽⁵⁾. On en dénombre aujourd'hui près de 11 millions⁽⁶⁾.



Le nombre de points lumineux d'éclairage public en France a augmenté

de 89%

entre 1992 et 2012

(ADEME, 2014).

80 % des agressions et cambriolages ont lieu en plein jour et non la nuit

(ANPCEN, 2007).

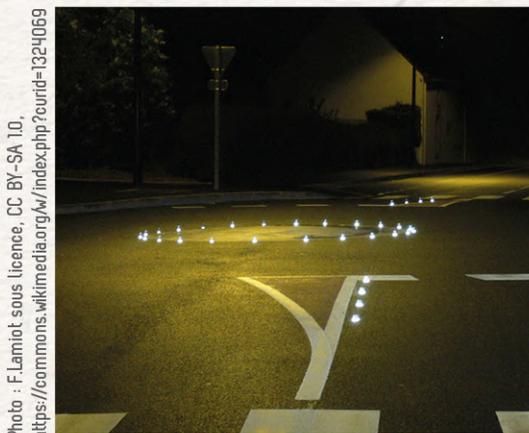


Photo : F.Lamiot sous licence, CC BY-SA 1.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?round=1324069>

Limiter l'insécurité est un autre élément mis en avant pour justifier l'éclairage public. En effet, l'éclairage augmente le sentiment de sécurité des usager·ère·s, cependant aucune étude n'a pu prouver que l'effet était réel. Au contraire, la majorité des agressions et cambriolages ont lieu en plein jour et non la nuit (80 % selon l'ANPCEN, 2007). De plus, un éclairage uniforme peut permettre aux malfrats éventuels d'avoir une meilleure vision.

Cependant, il peut être plus facile pour les services de police et de gendarmerie d'utiliser les images de vidéo-surveillance d'un lieu éclairé. Ces services recommandent parfois un éclairage commandé par détection de mouvement qui permet de repérer les activités problématiques, mais les nouvelles caméras peuvent aussi filmer en infrarouge sans éclairage.

Enfin, l'uniformité de l'éclairage est très importante pour le sentiment de sécurité. Une ruelle sombre au croisement d'une rue éclairée ne provoque pas le même sentiment que la même ruelle au croisement d'une rue non éclairée. Un éclairage trop puissant rendra d'autant plus obscurs les lieux non-éclairés alentours, ce qui peut accroître le sentiment d'insécurité.

Une volonté d'assurer la sécurité

Assurer la sécurité routière est la première motivation pour éclairer. Cependant, éclairer ne garantit pas la sécurité des automobilistes et des riverain·e·s. Plusieurs paramètres sont à prendre en compte. Un éclairage non uniforme fatigue l'oeil et n'est donc pas recommandé. Un éclairage puissant permet une très bonne visibilité pour les conducteur·rice·s mais peut masquer les abords plus sombres de la route. Les conducteur·rice·s se sentent en confiance et ils·elles ont tendance à rouler plus vite, augmentant le risque d'accident. Une solution est de n'éclairer que les zones les plus dangereuses et les obstacles, pour les mettre en valeur. Des dispositifs réfléchissants peuvent être mis en place pour les obstacles. Cela permet d'éviter l'installation d'un éclairage.

D'autre part, la qualité des éclairages autonomes des véhicules ainsi que celle des routes s'est fortement améliorée depuis la mise en oeuvre des premiers éclairages routiers, qui ne sont parfois plus nécessaires !



TÉMOIGNAGE : PLUSIEURS VILLAGES DE L'AGGLOMÉRATION BORDELAISE

Les tests le démontrent, les villes de Bordeaux Métropole ayant éteint l'éclairage public n'ont pas eu affaire à une recrudescence de délits type cambriolages ou agressions qui souvent ont lieu en plein jour.

Si l'inquiétude peut apparaître parfois chez les administrés·e·s, les chiffres transmis par la police pour la commune de Pessac montrent qu'il n'y a pas eu d'augmentation des cambriolages ou agressions pendant la période de coupure.

Au contraire, à Mérignac cette fois, l'expérience d'extinction des réverbères le long de la rocade s'est accompagnée d'une réduction de la vitesse... et d'une baisse du nombre d'accidents !!

(4) Phozagora, 2007 - (5) Ademe, 2014 - (6) MEB et ANPCEN, 2015

Une mise en lumière des espaces publics qui participe à la qualité de vie

La mise en lumière des centres-villes est prévue pour faciliter les déplacements et les animations nocturnes, ceci pour le confort des usagers. L'éclairage d'une place ou d'un quartier n'est pas simple : il doit respecter l'unité et l'ambiance d'un lieu, s'adapter à ses usages et optimiser l'éclairage. L'intervention d'un éclairagiste au sein d'une équipe pluridisciplinaire d'urbanistes et de paysagistes peut être intéressante. L'éclairage doit être réfléchi selon la typologie du lieu à éclairer. Une place, un cheminement piéton, une zone d'activité, un élément du patrimoine ou une route n'ont pas les mêmes fonctions ni les mêmes enjeux et donc pas le même besoin en éclairage.

D'autre part, la mise en lumière de bâtiments ou autres éléments de patrimoine est de plus en plus utilisée pour mettre en valeur les éléments symboliques d'une ville. Eclairer de façon permanente peut finalement invisibiliser par l'habitude ces éléments uniques, en desservant leur mise en valeur. Dans les communes où peu de personnes circulent la nuit, surtout hors de la saison touristique, il peut être plus pertinent de n'allumer ces éléments du patrimoine qu'occasionnellement. D'autre part, depuis l'arrêt du 27 décembre 2018, l'éclairage de mise en valeur du patrimoine doit être éteint, au plus tard à 1 h du matin.

LA BUISSE

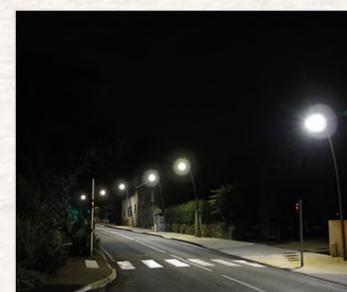


© Alain Dorcé

Des enjeux d'économies énergétiques et financières

Lorsqu'une commune rénove son parc d'éclairage, sa motivation est le plus souvent de réaliser des économies d'énergie. Et les bénéfices sont bien réels ! L'Association Française de l'Éclairage (AFE) indique que les communes peuvent économiser entre 40 et 75 % d'énergie en modernisant l'éclairage. Selon l'ANPCEN, 30 à 75 % d'économies budgétaires sont possibles quasiment sans coût en utilisant la gradation ou l'extinction de l'éclairage en milieu de nuit. Déjà plus de 12 000 communes en France pratiquent l'extinction partielle ou totale en cœur de nuit.

En Chartreuse, en 2019, plus d'une commune sur deux avait mis en place l'extinction. Les Syndicats d'Énergie Départementaux, Territoire d'Énergie 38 (anciennement SEDI) dans l'Isère, et SDES en Savoie, ont des retours d'expériences très intéressants pour les communes souhaitant rénover leur système d'éclairage ou réfléchir à son extinction.



ROUTE DÉPARTEMENTALE DE LA COMMUNE DE BERNIN AVANT / APRÈS MINUIT



© Hervé Lambert



TÉMOIGNAGE : LA COMMUNE DE BERNIN

3100 habitants, 700 points lumineux, et une volonté forte et soutenue de moderniser l'éclairage public : la commune de Bernin, après la réalisation d'un diagnostic approfondi, a modifié ses installations à partir de 2012 (horloges astronomiques, suppression des lampes à vapeur de mercure, diminution des puissances, migration vers la technologie LED).

Le choix a été fait, pour les nouvelles installations LED, d'une température de couleur de 3000 Kelvin (K) pour les secteurs « modernes » et 2600 K pour les secteurs « anciens ». La commune a également, après une concertation publique, mis en place une extinction nocturne expérimentale en 2013. Cette extinction (minuit - 6h) a ensuite été étendue à l'ensemble de la commune exceptée sur la route départementale RD1090, sur laquelle un flux lumineux de 20% est maintenu pendant la période d'extinction. Les deux motivations principales sont les économies d'énergie et la qualité du ciel nocturne.

Ces opérations ont généré, entre 2012 et 2019, une économie de 36% sur la facture, et une diminution de 55% de l'énergie consommée en kWh.

L'ÉCLAIRAGE PUBLIC REPRÉSENTE

- 21% des dépenses énergétiques des communes
- 32% de la consommation d'électricité des communes
- 1 point lumineux ≈ 50€/an en maintenance
- 4 200 heures d'éclairage par an dans les communes ne pratiquant pas l'extinction

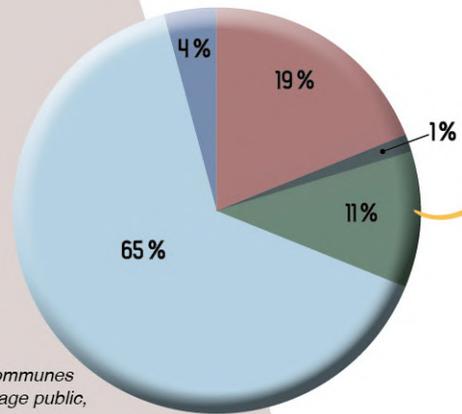


LES POLITIQUES D'EXTINCTION ET DE RÉNOVATION ONT ENTRAÎNÉ EN MOYENNE EN FRANCE

- 34% de baisse de consommation de l'éclairage public entre 2012 et 2017
- 2 818 heures éclairées par an en 2017 soit 690 heures de moins qu'en 2000.

RÉPARTITION DES TYPES DE LAMPES*

- TYPE DE TECHNOLOGIES
- BALLON FLUORESCENT - BF
 - COSMOWHITE - CPO
 - LED
 - IODURES METALLIQUES - IM
 - SODIUM HAUTE PRESSION - SHP



Les ballons fluos sont interdits à la vente depuis 2015, mais il en subsiste encore dans les communes rurales.

* données issues de TE38 (anciennement SEDI) sur 16 communes iséroises du Parc ayant transféré leur compétence éclairage public, pour un total de 4386 points lumineux, 2019

Pour les structures privées (entreprises, commerces, lotissements, etc.), le poids de l'éclairage dans la facture énergétique n'est pas non plus négligeable. Éclairer de manière pertinente - seulement les surfaces utiles et quand c'est nécessaire - permet de réaliser des économies énergétiques et financières. Au total, l'éclairage privé (intérieur et extérieur) représente 37 milliards de kWh soit 8% de la consommation annuelle d'électricité française (AFE).

Un éclairage artificiel qui perturbe la biodiversité

La lumière, diffuse sous forme de halos au-dessus des villes, ponctuelle comme les points lumineux des lampadaires ou éblouissante comme un phare de voiture, prend des formes multiples. L'éclairage artificiel impacte la biodiversité et les écosystèmes de manière très variée.

L'alternance du jour et de la nuit rythme les cycles biologiques pour la majorité des espèces. Diurnes ou nocturnes, aquatiques ou terrestres, vertébrés, insectes et végétaux, toutes les espèces sont concernées. La lumière artificielle dérègle ces cycles et perturbe notamment les migrations, la reproduction ou encore la chasse (Mission économie de la biodiversité - MEB, 2019).

À Marmande, Lot-et-Garonne, les autorités publiques ont décidé d'éteindre partiellement les lampadaires en août 2019 car la concentration d'éphémères attirés était dangereuse pour la sécurité : les cadavres d'insectes formaient un tapis glissant sur la route (SudOuest, 2019).

La majorité des animaux sont nocturnes : 28% des vertébrés et 64% des invertébrés.



INSECTES TOURNOYANT SOUS UN PROJECTEUR DE STADE (CHARLETY, PARIS)



CHIROPTÈRE VOLANT DANS LA LUMIÈRE D'UN LAMPADAIRE OÙ SE CONCENTRENT DES INSECTES

DU VERT, DU BLEU... ET DU NOIR

Focus sur notre environnement nocturne, pour lequel la luminosité artificielle peut être une composante importante.

L'éclairage artificiel génère une pollution qui influe sur les comportements des espèces animales (piégeage des insectes par la lumière, dérèglements biologiques, dérèglements hormonaux, éblouissement...), sur la croissance et la floraison des végétaux tout comme sur la santé humaine. C'est ce que l'on appelle la «pollution lumineuse», qui fera ainsi référence à la conséquence de l'éclairage artificiel nocturne sur la faune et la flore, les écosystèmes et la santé humaine.

Cette pollution constitue entre autres de réels obstacles aux déplacements d'espèces nocturnes particulièrement

sensibles à la lumière. Les effets sur la biodiversité, sur le fonctionnement des écosystèmes et des paysages sont tels que cette préoccupation s'ajoute au sujet de la Trame Verte et Bleue.

Il est possible d'agir pour réduire cette pollution lumineuse :

- réduire l'intensité des éclairages
- limiter la lumière «blanche» nocive pour la biodiversité
- orienter les éclairages vers le bas afin de limiter le halo de lumière
- réduire les points lumineux
- éteindre l'éclairage en cœur de nuit
- limiter les lumières éblouissantes



- 1 Selon les espèces, la lumière artificielle a un fort pouvoir d'attraction (espèces dites «photophiles») ou de répulsion (espèces dites «photophobes»)
- 2 La lumière artificielle peut créer de véritables barrières infranchissables par de nombreuses espèces, photophiles comme photophobes.
- 3 Piégés dans les faisceaux lumineux des réverbères, les insectes photophiles y volent jusqu'à épuisement.
- 4 Les plantes sont pollinisées à 90% par des insectes nocturnes et donc indirectement touchées par leur «piégeage» par l'éclairage artificiel.
- 5 Pour les espèces photophobes, la lumière artificielle morcelle et réduit les habitats disponibles.
- 6 La lumière artificielle perturbe le rythme nyctéméral (l'alternance jour/nuit) et la synchronisation de l'horloge interne de nombreuses espèces induisant des effets négatifs sur la croissance, la régulation hormonale, l'orientation, l'activité, le rapport proie prédateur.
- 7 La perturbation de l'alternance naturelle entre lumière, du jour, et obscurité, de la nuit, peut perturber la floraison et la croissance des plantes.
- 8 L'éclairage artificiel dirigé vers le ciel nuit fortement à la qualité environnementale nocturne, tant du point de vue de la biodiversité que du point de vue de l'observation de la voûte céleste et de l'expérience d'obscurité pour l'être humain.
- 9 Plusieurs espèces utilisent les étoiles, la Lune ou la luminosité naturelle du ciel pour se repérer lors de leurs déplacements. Il en est ainsi de certains oiseaux migrateurs, de certains scarabées ou encore des tortues marines.
- 10 Les forêts regorgent d'espèces nocturnes dont les comportements, les déplacements et les ressources alimentaires sont fortement perturbés par la présence de lumière artificielle. Il est donc primordial de réduire voire supprimer les éclairages à proximité immédiate des espaces.
- 11 La lumière artificielle a des effets négatifs sur les populations d'amphibiens. Par exemple, chez les grenouilles vertes, elle perturbe les vocalises et les comportements de déplacement, réduisant de fait leurs chances de reproduction.
- 12 L'attraction de leur partenaires par les espèces bioluminescentes est compliquée par l'éclairage artificiel qui rend la lumière qu'ils produisent moins perceptible que dans l'obscurité nocturne. Dans leur cas aussi, les chances de reproductions sont amoindries.

La lumière modifie aussi les relations inter-espèces comme la prédation, car les proies sont plus visibles et donc plus vulnérables, et la pollinisation puisque les insectes sont éliminés de la zone éclairée. La lumière, enfin, a un effet sur le paysage nocturne : elle fragmente les habitats pour les espèces nocturnes. Le long de chaque route éclairée, la lumière crée une barrière.



ZOOM SUR : LES CHAUVES-SOURIS

Également appelées chiroptères, elles fuient la lumière, à des degrés d'éclairement différents selon les espèces. Ainsi, l'éclairage nocturne est un des facteurs responsables de la réduction et de la fragmentation de leur habitat. Cela limite leur territoire de chasse, de reproduction et les rencontres entre individus, ce qui peut mettre en danger les populations. La lumière décale également l'heure de sortie des chauves-souris. De ce fait, elles peuvent manquer le pic d'activité des insectes qu'elles chassent. Les clochers d'église, comme d'autres bâtiments, sont également souvent des refuges de chiroptères. A ce titre, il convient de porter une attention particulière à leur éclairage (voir mise en lumière du patrimoine).



ZOOM SUR : LA TRAME NOIRE

Dans la lignée de la trame verte et bleue, qui constitue le maillage des réservoirs de biodiversité (habitats favorables) et des corridors écologiques (liens entre les réservoirs) sur le territoire national, la trame noire est l'ensemble des espaces qu'il est nécessaire de conserver à l'abri de la lumière artificielle, pour permettre à la faune nocturne de réaliser son cycle de vie. Il s'agit dans ce cas de caractériser un réseau écologique de réservoirs et de corridors en tenant compte de l'éclairage comme facteur de fragmentation des habitats. C'est une méthode similaire aux trames verte et bleue se basant sur l'obscurité, malheureusement souvent difficile à mettre en place, et encore peu documentée.

Dans le cadre du Contrat Vert et Bleu porté par le CISALB (Comité Intercommunautaire pour l'Assainissement du Lac du Bourget), une action spécifique en faveur de la trame noire a été identifiée, sur le corridor Bauges Chartreuse. A partir de fin 2020, les deux Parcs vont donc travailler sur une méthodologie visant à préserver la trame noire sur ce corridor. Le projet s'étend sur plusieurs années, et a pour but de croiser diagnostic éclairage et biodiversité, en étudiant spécifiquement les comportements d'une population de chiroptères puis de proposer aux communes concernées une programmation de travaux, et enfin d'évaluer l'impact de ces travaux sur la population de chiroptère étudiée. Sur la Chartreuse, les communes concernées sont Saint-Baldoph et Myans.

La courte période crépusculaire (tombée de la nuit) est cruciale pour les espèces nocturnes : tout éclairage artificiel est négativement impactant et en particulier à ce moment-là l'hiver : le pic d'activité humain est synchrone avec le pic d'activité des espèces nocturnes. L'idéal est donc l'absence d'éclairage lorsque le besoin n'est pas avéré.

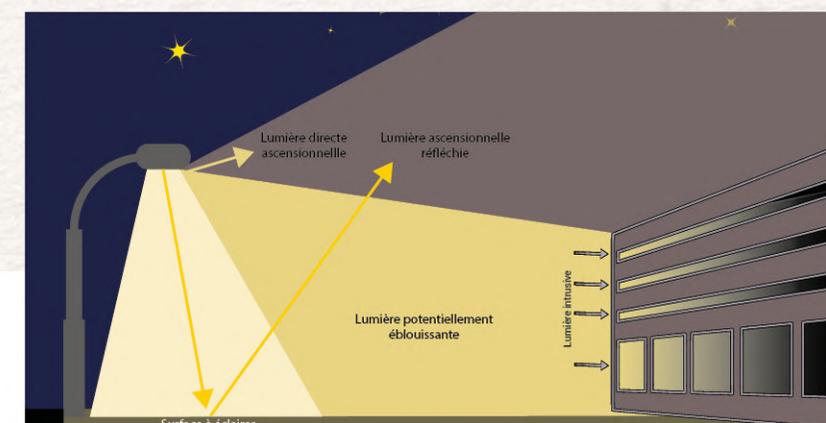


POUR PLUS D'INFORMATIONS SUR LES LIENS ENTRE ÉCLAIRAGE NOCTURNE ET BIODIVERSITÉ, NOUS RECOMMANDONS LA LECTURE DES OUVRAGES SUIVANTS :

- Sordello R., Paquier F. et Daloz A. 2020. « Trame noire, méthodologie d'élaboration et outil pour sa mise en œuvre ». Office français de la biodiversité/UMS PatriNat.
- CEREMA, 2020, Fiches de la série « AUBE » - Aménagement, Urbanisme, Biodiversité et Eclairage, « Intégrer la biodiversité dans la planification et la maintenance de l'éclairage » disponible sur www.cerema.fr

Un éclairage artificiel qui impacte aussi notre santé

Les êtres humains aussi sont sensibles à un éclairage inadapté ! La lumière intrusive, c'est-à-dire la lumière émise ou réfléchiée en direction des fenêtres des habitations, dégrade la qualité du sommeil, causant une gêne pour les habitant-e-s.



Lumière intrusive – ANPCEN 2007

En dessous de 500 nm⁽⁷⁾, la lumière peut être néfaste pour les espèces vivantes.

L'excès de lumière bleue, c'est-à-dire la partie du spectre de la lumière en-dessous de 500 nm, est néfaste pour les yeux et empêche la production de mélatonine, l'hormone qui régule l'endormissement. Les lumières bleues sont émises par les LEDs à température de couleur élevée et les écrans. (ANSES, 2019). Les lumières bleues sont aussi parmi les plus néfastes pour la biodiversité.

L'impact de la lumière artificielle chez l'homme, et le bon fonctionnement de la quasi-totalité de ses organismes, dépendent du respect du cycle circadien (cycle biochimique de 24h) basé sur l'alternance jour/nuit. La présence de lumières dans la nuit perturbe ce rythme et peut affecter notre santé. « Une exposition inappropriée à la lumière (insuffisance d'exposition diurne et/ou exposition nocturne) peut modifier l'organisation temporelle de l'ensemble des phénomènes physiologiques, contribuant à une désynchronisation interne. Cela pourrait contribuer à une altération de la santé physique et/ou mentale de l'homme et de façon plus générale à des perturbations rythmiques chez les êtres vivants » (MEB-ANPCEN, 2015). On constate de nombreux troubles : perturbation du sommeil, obésité, perte de densité osseuse et des muscles⁽⁸⁾, augmentation des cancers (notamment sein et prostate) selon l'étude d'A. Le Gue en 2009, Université de Toronto (Canada).

(7) Nanomètre

(8) Wyse, C., Does human evolution in different latitudes influence susceptibility to obesity via the circadian pacemaker ?, BioEssays, 2012.

Rappel de la réglementation et évolutions

La gestion de l'éclairage public et la pollution lumineuse sont des problématiques qui préoccupent : les premières réglementations à ce sujet sont **apparues en 1958**. Depuis, elles se sont démocratisées.

L'Etat a récemment fait évoluer sa réglementation avec la publication d'un arrêté le 27 décembre 2018, qui est entré en vigueur au premier janvier 2020, sur toutes les nouvelles opérations (y compris la rénovation).

- L'arrêté impose également une mise à niveau des installations existantes non conformes au 1^{er} janvier 2025 pour certains critères (*en particulier, les installations avec ULR > 50 % : typiquement les luminaires boule. ULR= Upward Light Ratio, voir glossaire*).
- L'arrêté impose des réglementations en fonction de différentes catégories d'éclairage : *pour chaque catégorie, l'arrêté définit des contraintes temporelles, techniques et technologiques à mettre en oeuvre.*
- Quelques cas particuliers ne sont pas soumis à ces restrictions (*éclairages de sécurité aéronautique, ferroviaire, maritime et fluvial, et également ceux des voitures et des tunnels*).
- En ce qui concerne les éclairages à moins de 10km des 11 sites astronomiques répertoriés, des règles plus strictes sont appliquées, **mais le Massif de la Chartreuse n'est pas concerné par ces exceptions.**
- Dans les Réserves Naturelles Nationales (RNN), des règles plus strictes sont également appliquées. **Dans la RNN de Hauts de Chartreuse, il n'y a pas d'éclairage.**
- L'arrêté précise également que dans les PNR, les prescriptions peuvent être plus strictes : Art. 4) : « *Le préfet peut, après consultation des communes classées en Parc naturel régional, du conseil de gestion du Parc naturel marin ou du conseil d'administration de l'établissement public du Parc national et après avis de la commission départementale visée à l'article R. 583-6 du même code, arrêter des prescriptions plus strictes.* »

TABLEAU : RÉCAPITULATIF DES CONTRAINTES TEMPORELLES ET TECHNIQUES DE L'ARRÊTÉ DU 27 DÉC 2018

TYPE D'INSTALLATION définie dans l'article 1	TEMPORALITÉ		RÉPARTITION LUMINEUSE	FLUX MAXIMUM	TEMPÉRATURE DE COULEUR
	ALLUMAGE	EXTINCTION			
a. Eclairage extérieur destiné à favoriser la sécurité des déplacements	/	/	Le fabricant produit un luminaire avec un ULR<1%. Sur son site, l'installateur garantit un ULR<4%. 95% du flux lumineux doit être contenu dans un cône de demi-angle de 75.5° (Code Flux CIE n°3).	35 lm/m ² en agglo 25 lm/m ² hors agglo	Maxi 3000 K
a. Eclairage extérieur public et privé lié à une activité économique	Au plus tôt 7 h du matin ou 1 h avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt	Au plus tard 1 h au après la cessation d'activité. Exception possible si détection.	Le fabricant produit un luminaire avec un ULR<1%. Sur son site, l'installateur garantit un ULR<4%. 95% du flux lumineux doit être contenu dans un cône de demi-angle de 75.5° (Code Flux CIE n°3).	35 lm/m ² en agglo 25 lm/m ² hors agglo	Maxi 3000 K
b. Mise en valeur du patrimoine	Au plus tôt au coucher du soleil	Au plus tard 1 h du matin (exception pour les illuminations de Noël ou événement local). Exception possible si détection.	/	/	/
b. Parcs et jardins	Au plus tôt au coucher du soleil	Au plus tard 1 h après fermeture. Exception possible si détection.	/	25 lm/m ² en agglo 10 lm/m ² hors agglo	/
c. Eclairage sportif	7 h du matin ou 1 h avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt	/	/	/	/
d. Bâtiments non résidentiels (locaux à usage professionnel)	Au plus tôt au coucher du soleil ou 7 h du matin ou 1 h avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt	Au plus tard 1 h du matin ou 1 h après la cessation d'activité si celle-ci est plus tardive. Exception possible si détection.	/	25 lm/m ² en agglo 20 lm/m ² hors agglo	Maxi 3000 K
d. Bâtiments non résidentiels (vitrines de magasins ou d'expositions)	Au plus tôt 7 h du matin ou 1 h avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt	Au plus tard 1 h du matin ou 1 h après la cessation d'activité. si celle-ci est plus tardive. Exception possible si détection.	/	25 lm/m ² en agglo 20 lm/m ² hors agglo	/
e. Parcs de stationnement	Au plus tôt au coucher du soleil ou 7 h du matin ou 1 h avant le début de l'activité	Au plus tard 2 h après la cessation d'activité. Exception possible si détection.	Le fabricant produit un luminaire avec un ULR<1%. Sur son site, l'installateur garantit un ULR<4%. 95% du flux lumineux doit être contenu dans un cône de demi-angle de 75.5° (Code Flux CIE n°3).	25 lm/m ² en agglo 20 lm/m ² hors agglo	Maxi 3000 K
f. Événementiel	/	/	/	/	/
g. Chantiers	Au plus tôt au coucher du soleil	Au plus tard 1 h après la cessation d'activité	/	/	/



★ Les principes de base d'un éclairage sobre et intelligent

Ces principes de bases pourraient se résumer dans la règle suivante :

Éclairer là où c'est nécessaire, quand c'est nécessaire en adaptant l'intensité aux besoins.».

De manière générale, on prendra en compte **six critères de qualité** de l'éclairage.

L'OPTIMISATION DE LA SURFACE ÉCLAIRÉE

Ce paramètre permet de caractériser la surface sur laquelle est envoyée la majorité du flux lumineux. Par exemple, pour éviter d'éclairer dans les propriétés des riverain·e·s ou les bas-côtés mais uniquement les zones où cela s'avère nécessaire.

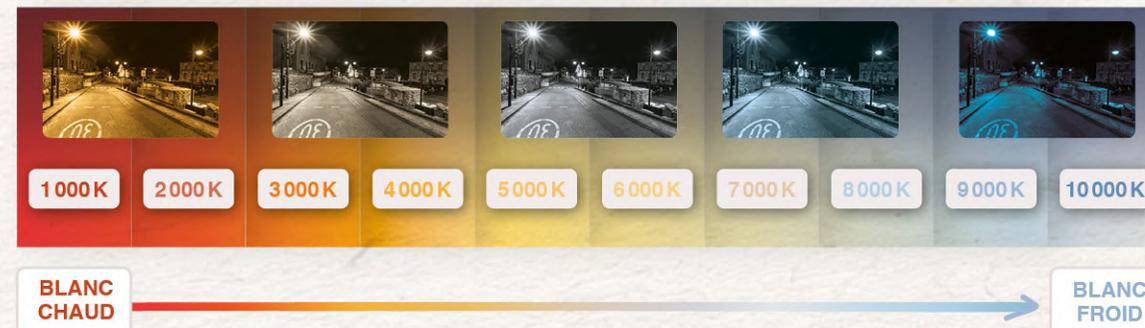
- **Réglementation (arrêté du 27 décembre 2018) :** Les installations d'éclairage ne doivent pas émettre de lumière intrusive excessive quelle que soit la source de la lumière. Il est interdit d'éclairer directement les plans d'eau, lacs et étangs, et les cours d'eau.
- **Recommandations :** Les luminaires doivent éclairer uniquement la surface où l'éclairage est utile, en faisant attention à ne pas éclairer les abords de champ, les jardins ou les lisières d'espaces naturels. Le nombre de points lumineux doit aussi être limité en passant par la suppression éventuelle des points lumineux redondants ou obsolètes. Enfin, en limitant l'étalement urbain et en renforçant la centralité des coeurs de communes, les surfaces éclairées peuvent être optimisées. Un éclairage public fonctionnel est seulement justifié pour les arrêts de bus, les places et espaces collectifs, les abords des ERP et les sites accidentogènes.

LA QUALITÉ SPECTRALE DE LA SOURCE

Deux notions sont à prendre en compte dans la qualité spectrale de la source : spectre d'émission et température de couleur. **La température de couleur permet de donner une valeur qui résume le spectre d'émission d'une lampe. Plus la température de couleur est élevée, plus le spectre contient des longueurs d'onde dites bleues.** Cette partie du spectre est celle qui perturbe le plus la biodiversité, qui a le plus d'impact sur la santé humaine et qui augmente de manière la plus importante le halo lumineux (voir en première partie du guide « Un éclairage artificiel qui perturbe la biodiversité »).

- **Réglementation (arrêté du 27 décembre 2018) :** La température de couleur des lampes des éclairages rénovés, remplacés ou nouveau ne doit pas excéder 3000K. Dans les Parcs nationaux : 2700K en agglomération, 2400K hors agglomération.
- **Recommandations :** Les lumières chaudes doivent être favorisées. Le Parc naturel régional de Chartreuse recommande une température de couleur inférieure ou égale à 2700K en agglomération et à 2400K (voire 2000K, afin d'avoir le moins d'impact écologique possible) hors agglomération.

TEMPÉRATURE DE COULEUR



TÉMOIGNAGE : LA COMMUNE DE SAINT PIERRE DE CHARTREUSE

La commune a démarré en 2018 des travaux de rénovation de son éclairage avec l'aide du syndicat TE38, et s'est posée la question d'installer une technologie la plus respectueuse possible de la biodiversité. Plusieurs choix possibles de luminaires étaient envisageables : la LED ambrée ou la SHP (Sodium Haute Pression).

En 2018, il n'y avait pas encore d'offre de LED ambrée du côté des constructeurs, la commune a donc installé des SHP, en 50 W (contre 150 W installés auparavant) et avec une température de couleur de 1800 K. En 2020, l'offre ayant évolué, la commune a installé, en test, deux luminaires de LED ambrée, en 1800 K et 2200 K. Grâce à une étude de spectre in situ, il s'est avéré que la LED ambrée 1800 K n'émet pratiquement pas dans le bleu, contrairement aux luminaires SHP et LED 2200 K testés. L'inconvénient est que les LED ambrées consomment plus du fait des filtres au phosphore permettant de changer la température de la source.

La réflexion suit son cours du côté de la commune. Tout est affaire de compromis entre l'impact sur la biodiversité, la performante énergétiquement et le coût des installations !

© Derek Hill

LA DISTRIBUTION DU FLUX LUMINEUX

Il s'agit de valoriser les éclairages qui n'éclairent que vers le bas pour limiter la lumière directement émise vers le ciel, la lumière intrusive et l'éblouissement (On utilise l'indicateur ULR = Upward Light Ratio, voir glossaire).

- Réglementation (arrêté du 27 décembre 2018) :** Tous les éclairages rénovés, remplacés ou nouveaux doivent utiliser des luminaires dont le taux d'émission de lumière au-dessus de l'horizontale est nul (ULR de 0%). Les contraintes techniques lors de la pose du luminaire peuvent entraîner un ULR plus élevé, mais il doit rester inférieur à 4%. Les luminaires ayant un ULR supérieur à 50% devront être changés avant le 1^{er} janvier 2025. Cela concerne particulièrement les luminaires équipés de luminaires boule⁽⁶⁾, déjà interdits à la vente depuis 2015. Pour les parkings et éclairages extérieurs destinés à sécuriser les déplacements et le confort des usagers, 95% du flux lumineux doit être émis dans un cône de demi-angle 75,5°.



- Recommandations :** Aucune lumière ne doit être directement émise vers le ciel, la lampe doit être encastrées dans le luminaire afin d'obtenir un ULR égal à 0% une fois posé et d'éviter l'éblouissement. Il peut être toléré un ULR entre 0% et 4% après la pose du luminaire dans les contextes où il est impossible techniquement de garantir un ULR nul.

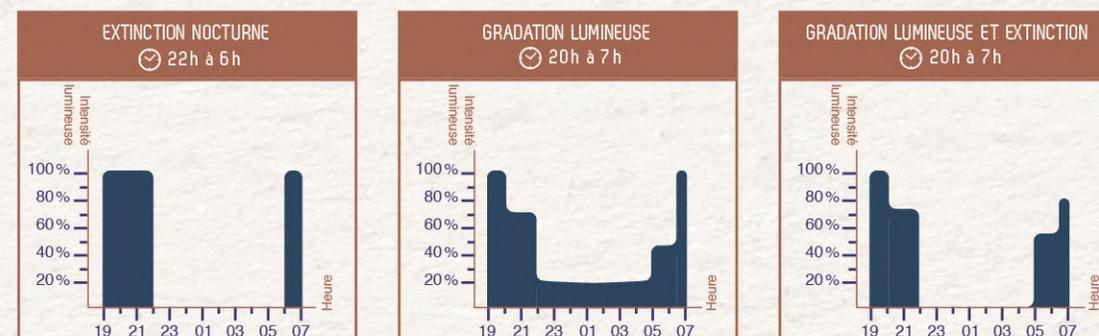


(6) Attention à la confusion entre ballon fluo (= lampes à vapeur de mercure) et luminaires boule. De nombreux ballons fluo actuellement en place sont dans des vieux luminaires avec un ULR < 15%.

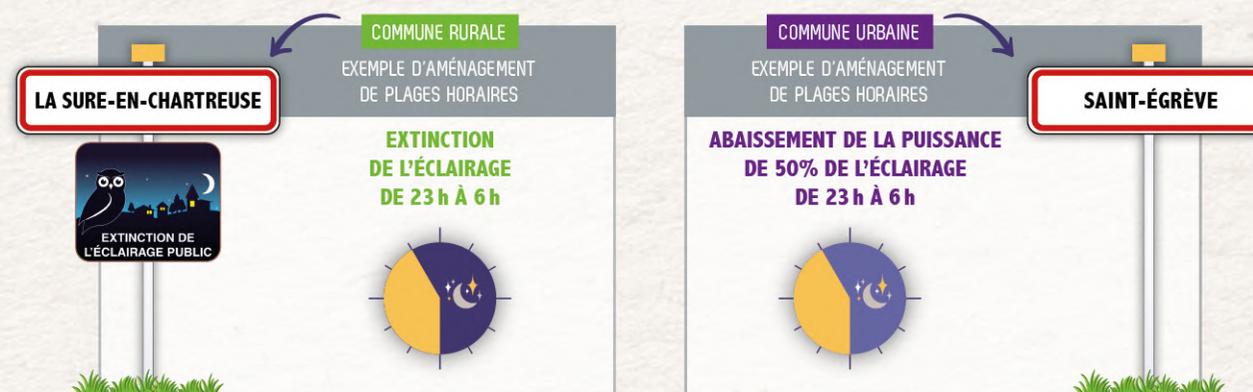
LA GESTION TEMPORELLE DE L'ÉCLAIRAGE (PAR EXTINCTION OU GRADATION LUMINEUSE)

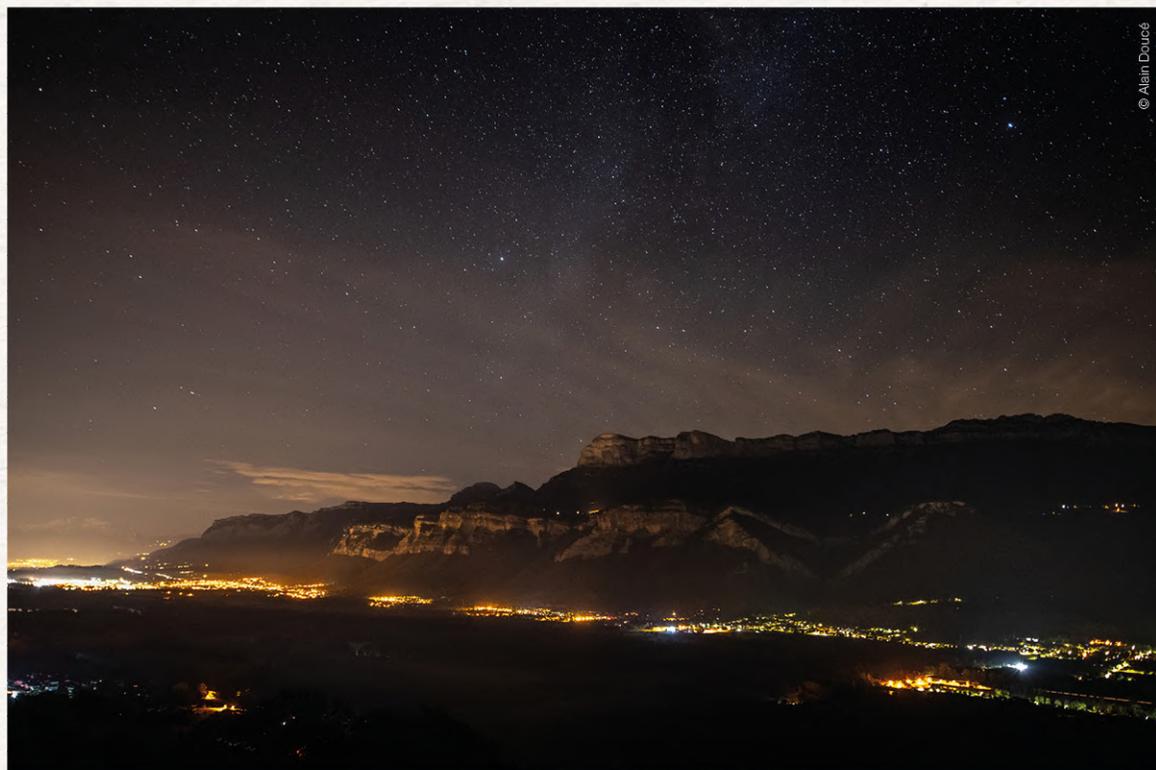
Jouer sur ce paramètre permet à la fois de limiter de façon significative la consommation d'énergie, et également de réduire la pollution lumineuse en creux de nuit.

- Réglementation (arrêté du 27 décembre 2018) :** L'arrêté préconise de réfléchir à l'extinction partout où c'est pertinent.
- Recommandations :** Le Parc naturel régional de Chartreuse préconise l'installation d'horloges astronomiques qui permettent une gestion temporelle efficace en adaptant l'allumage de l'éclairage aux horaires de coucher et de lever du jour. Le Parc recommande, dès que c'est possible, d'éteindre ou de diminuer la puissance lumineuse des lampes, que ce soit dans le domaine privé ou public. Il encourage également les communes à éteindre leur éclairage public en cœur de nuit c'est-à-dire au moins entre 23h et 5h, idéalement entre 22h et 6h, à moduler selon les cas. Pour les communes qui ne souhaitent pas éteindre complètement, il est recommandé de pratiquer au moins la gradation lumineuse.



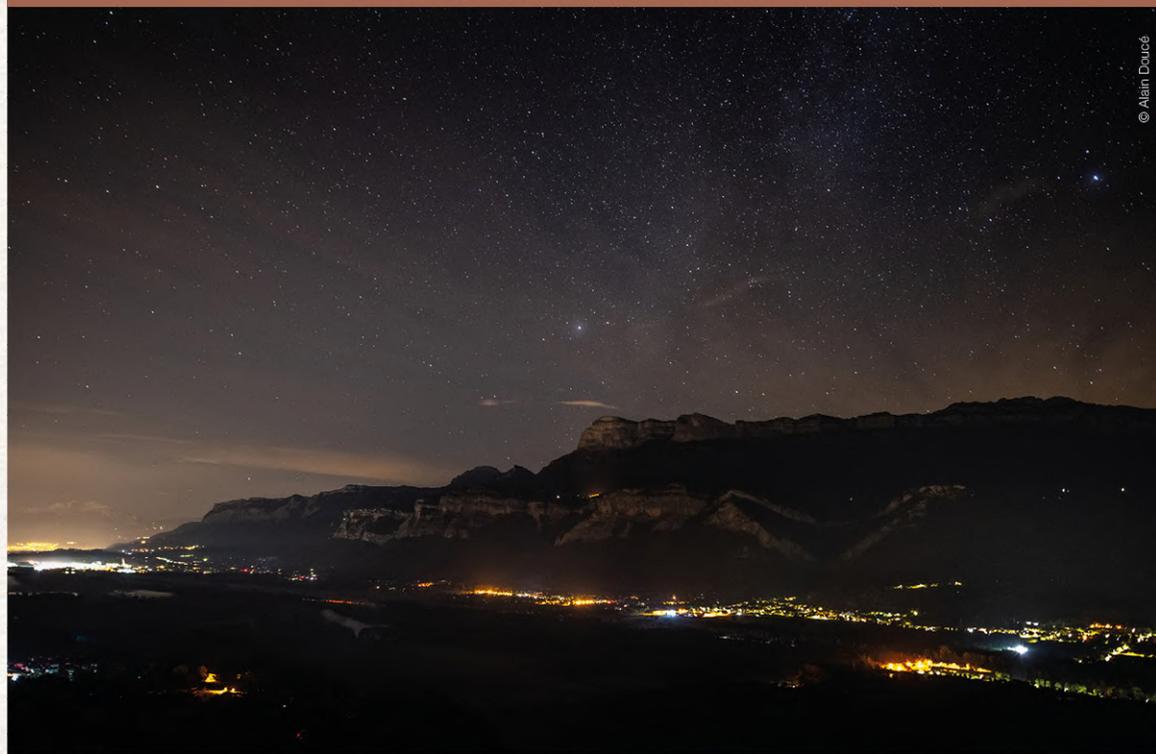
On dit souvent que la gradation lumineuse n'est possible qu'avec la technologie LED. En réalité, les sources à décharge type SHP (Sodium Haute Pression) et même IM (Iodures Métalliques) supportent la gradation lumineuse, mais dans une moindre mesure que la LED (jusqu'à -30% environ). L'extinction est possible pour tous les types d'ampoule et nécessite l'installation d'horloge astronomique.





© Alain Doucé

AVANT/APRÈS EXTINCTION : VALLÉE DU GRÉSIVAUDAN



© Alain Doucé



ZOOM SUR : L'HORLOGE ASTRONOMIQUE

La gestion de l'allumage et de l'extinction est faite traditionnellement par des cellules photoélectriques qui déclenchent l'éclairage dès que le seuil de lumière reçu est trop faible. L'idée d'un système adaptatif semble idéale, cependant on peut vite apercevoir les faiblesses de ce système. Le soleil se levant à l'est et se couchant à l'ouest, la lumière n'arrive pas sur la cellule en même temps pour une même luminosité à l'aube et au crépuscule. Ensuite, il y a un rapport de 1000 entre la luminosité au clair de lune et avec un ciel sans lune. Enfin, les cellules sont sensibles à leur environnement proche : si un arbre a poussé et fait de l'ombre à la cellule ou si de la poussière s'est déposée, la cellule n'aura pas le même comportement. Ainsi, pour de nombreuses raisons, l'éclairage peut être allumé alors que ce n'est pas encore nécessaire.

Les cellules peuvent être remplacées par des horloges astronomiques, qui intègrent les heures de lever et coucher de soleil en fonction des coordonnées géographiques. Ce calendrier « crépusculaire » est calculé par les trajectoires mathématiques des astres et est donc beaucoup plus fiable car indépendant d'un capteur. Une antenne radio permet simplement de synchroniser l'heure interne de l'horloge : élément essentiel puisque le programme crépusculaire interne déclenche les allumages et extinctions en fonction de l'heure.

Le passage de cellule à détection à horloges astronomique permet d'économiser jusqu'à 10% d'énergie sur une nuit. Le fait que les horloges astronomiques soient radiosynchronisées permet d'éviter la dérive temporelle de l'horloge dans le temps, et de synchroniser l'ensemble des allumages et extinctions à l'échelle d'une commune.



ZOOM SUR : L'EXTINCTION NOCTURNE



L'un des enjeux pour « éclairer juste » réside dans l'homogénéisation des horaires d'éclairage public sur l'ensemble du territoire. L'efficacité de la préservation de la biodiversité nocturne n'en sera que plus importante au regard des horaires de migration des espèces. Il s'agit aussi d'un enjeu de cohérence territoriale : l'adaptation des habitants d'une commune à l'extinction nocturne (ou à un allongement de sa durée) sera facilitée si toutes les communes environnantes la pratiquent également. Cela sous-entend une coopération renforcée entre les élu-e-s de communes voisines.

Les démarches d'extinction de l'éclairage public déjà bien développées sur le territoire du Parc participent à cet effort de réduction de la pollution lumineuse. Cependant, les périodes d'extinction les plus pratiquées (minuit- 5h) ne concernent pas celles où l'activité de nombreuses espèces est maximale soit en début et en fin de nuit (nourrissage, prédation, déplacements).

LA HAUTEUR DU DISPOSITIF D'ÉCLAIRAGE

Plus la hauteur du dispositif d'éclairage est grande, plus la superficie éclairée par le dispositif est importante. Ainsi, les risques d'éclairer les abords et les zones où cela n'est pas nécessaire sont également plus importants. À l'inverse, en diminuant la hauteur du dispositif, il faudra augmenter la densité de candélabres si l'on veut assurer une homogénéité de la zone éclairée. Il est donc nécessaire de trouver un compromis qui s'adapte à chaque situation. Il existe une interaction entre les différents paramètres : hauteur du point, optique du luminaire, flux lumineux et type de surfaces à éclairer. Ainsi, si l'optique retenue pour le luminaire est adaptée à la situation : nous pouvons « compenser » le fait que certaines hauteurs existantes ne sont pas idéales.

- **Réglementation** : Il n'existe pas de réglementation spécifique sur le sujet.
- **Recommandations** : De manière générale, on retiendra une hauteur de 4 à 6 m pour les cheminements piétons et de 6 à 8 m pour la voirie.

LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Les rénovations d'éclairage public permettent d'importantes économies (jusqu'à 75%) dès lors qu'une réflexion est menée sur la suppression de points lumineux, le changement des lampes impliquant une baisse de puissance ou un changement de technologie et la mise en place d'une extinction ou d'une gradation.

- **Réglementation** : Il n'y a pas de réglementation en matière de consommation d'énergie, mais il existe par contre des incitations et des aides financières (CEE, aides des Syndicats d'énergie, de la Région...).
- **Recommandations** : On recherchera toujours le meilleur compromis entre la réduction des consommations d'énergie et l'impact sur la biodiversité lors de changement de technologie de lampe. Les LED, par exemple, ont une meilleure efficacité énergétique dans les températures de couleur les plus élevées mais ont, en revanche, un effet délétère sur la biodiversité car une part importante du flux se situe dans le bleu. Un équilibre doit donc être trouvé. Le Parc naturel régional de Chartreuse recommande dans tous les cas l'utilisation de sources lumineuses de température de couleur inférieure ou égale à 2700K en agglomération, et 2400K voire 2000K hors agglomération. Il s'associe aux recommandations du Syndicat des Energies du Département de la Savoie concernant le rendement et la puissance :
 - > Efficacité ou rendement lumineux supérieur à 70 lm/W si la température de couleur est inférieure à 2400 K, et supérieur à 90 lm/W si la température de couleur est supérieure à 2400 K
 - > Puissance maximale recommandée en fonction de la hauteur de mât et de la température de couleur :

HAUTEUR DE FEU DU LUMINAIRE (en mètres)	PUISSANCE MAXIMALE POUR UNE TEMPÉRATURE DE COULEUR ≤ 2400 k (en Watt)	PUISSANCE MAXIMALE POUR UNE TEMPÉRATURE DE COULEUR > 2400 k et ≤ 4 000 k (en Watt)
H ≤ 5 m	P ≤ 50 W	P ≤ 40 W
5 m < H ≤ 7 m	P ≤ 70 W	P ≤ 60 W
7 m < H ≤ 9 m	P ≤ 90 W	P ≤ 80 W



UN TABLEAU COMPARATIF DES DIFFÉRENTS TYPES DE LAMPES EST DISPONIBLE EN ANNEXE.

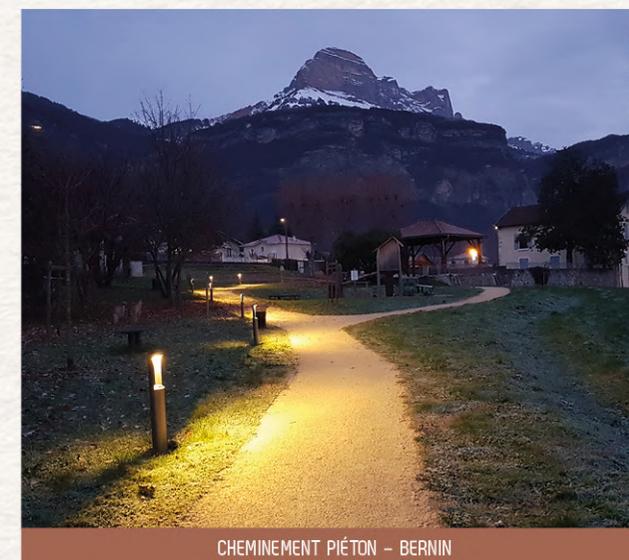
✦ Réglementation et recommandations spécifiques pour l'éclairage public

ÉTUDE PRÉALABLE À UN PROJET DE RÉNOVATION

- **Objectif** : Se poser la question du besoin avéré ou non d'éclairer, définir les besoins photométriques à atteindre : c'est-à-dire quel niveau d'éclairage/luminance et quelle uniformité (en zone rurale, lorsqu'il s'agit de hameaux dispersés, cette uniformité n'est peut-être pas aussi primordiale qu'en zone urbaine continue), dimensionner de manière pertinente le système d'éclairage en fonction des besoins.
- **Réglementation** : Il n'existe pas de réglementation spécifique sur le sujet.
- **Recommandations** : Faire réaliser une étude d'éclairage, afin d'identifier les points lumineux inutiles et la technologie à utiliser (passer en LED n'est pas forcément toujours utile. La LED est très pilotable, mais si une commune pratique l'extinction nocturne complète la nuit, cela peut être plus intéressant de rester en SHP, avec moins d'impacts environnementaux). L'étude d'éclairage doit être réalisée par un bureau d'études spécialisé, et devrait, dans l'idéal, associer une vision des impacts écologiques, via des compétences en interne ou la participation d'un bureau d'études spécialisé. Associer les habitant·e·s en les sensibilisant aux enjeux dans le cadre d'ateliers participatif et de promenades nocturnes sur la commune.

CHEMINEMENTS PIÉTONS

- **Objectif** : Sécuriser et signaler le cheminement.
- **Réglementation** : Il n'existe pas de réglementation spécifique sur le sujet, à part lorsque s'applique la réglementation spécifique aux personnes à mobilité réduite, zones sur lesquelles il doit y avoir un éclairage moyen de 20 lm/m².
- **Recommandations** : N'éclairer que les cheminements passants, en respectant les règles spécifiques aux personnes en situation de handicap lorsque cela s'applique : faire attention aux risques d'éblouissement dans cette configuration où les intensités lumineuses sont élevées. Choisir des équipements à faible intensité et des candélabres d'une hauteur réduite. Selon les cas, l'éclairage peut être totalement éteint en cœur de nuit, si la fréquentation est très faible, ou bien contrôlé par un détecteur de présence.



CHEMINEMENT PIÉTON - BERNIN

© Hervé Lambert

VOIRIES ET ROUTES

- **Objectif** : Assurer la sécurité des automobilistes et des riverain-e-s.
- **Réglementation (arrêté du 27 décembre 2018)** : L'éclairage, ou densité surfacique de flux lumineux installé, à respecter est de maximum 35lm/m² en agglomération, et 25lm/m² hors agglomération.
- **Recommandations** : Signaler les obstacles tels que les petites intersections ou les chicanes au moyen de dispositifs passifs réfléchissants (catadioptrés, poteaux phosphorescents). Éclairer uniquement si besoin les carrefours importants. Assurer l'uniformité de l'éclairage pour les zones éclairées. Ne pas éclairer hors de l'agglomération. Le Parc préconise de respecter un éclairage de 10lm/m² en agglomération et 8lm/m² hors agglomération (hameaux) là où le besoin d'éclairage est avéré. Un éclairage de 12lm/m² peut être appliqué pour les routes départementales qui traversent un village. Ces valeurs peuvent être adaptées à la hausse selon les contraintes techniques des différents projets d'éclairage, dans une fourchette de 2lm/m².

CENTRES-VILLES, PLACES ET RUES

- **Objectif** : Assurer la circulation, le confort des usagers, l'ambiance nocturne de la ville. Embellir la ville, être en cohérence avec le paysage urbain.
- **Réglementation (arrêté du 27 décembre 2018)** : L'éclairage, ou densité surfacique de flux lumineux installé, à respecter est de maximum 35lm/m² en agglomération, et 25lm/m² hors agglomération.
- **Recommandations** : Limiter le nombre de points lumineux ainsi que leur intensité. S'adresser à un éclairagiste qui a les compétences essentielles pour éclairer ces lieux de manière homogène, fonctionnelle et cohérente à l'esthétique du lieu. Utiliser des luminaires permettant l'encastrement des lampes. Éclairage de 10 lm/m² en agglomération et 8 lm/m² maximum hors agglomération (hameaux) là où le besoin d'éclairage est avéré.



NUIT À VOREPPE

© Alain Doucés

MISE EN LUMIÈRE DU PATRIMOINE

- **Objectif** : Embellir la ville et mettre en valeur son patrimoine et ses monuments.
- **Réglementation (arrêté du 27 décembre 2018)** : Extinction à une heure du matin au plus tard. Allumage au coucher du soleil, et extinction à une heure du matin. Exception possible pour les illuminations de Noël ou événement local.
- **Recommandations** : Ne pas allumer toute la nuit, ni tous les jours, plutôt « créer l'évènement » en éclairant à des occasions spéciales, telles qu'une fête de village ou une journée du patrimoine. Adapter l'éclairage à la saison touristique et au passage. Éviter l'éclairage du bas vers le haut, à moins de s'assurer que le cône d'éclairage est limité à la surface du bâtiment à éclairer. Adopter des intensités faibles et bannir les couleurs froides ou bleues. Limiter le nombre d'objets illuminés. En cas de nouveau projet d'éclairage, s'assurer qu'aucune colonie de chauves-souris n'habite dans le bâtiment à éclairer.



MONASTÈRE DE LA GRANDE CHARTREUSE

© Thomas Capelli

TERRAINS DE SPORT

- **Objectif** : Permettre les entraînements sportifs en soirée.
- **Recommandations** : Éteindre au plus tard à 23h et dès que l'activité est terminée, utiliser des lampes à flux dirigé de manière à ne pas éclairer en dehors du terrain.



LES OBLIGATIONS DU MAIRE EN TERMES D'ÉCLAIRAGE

La loi attribue au maire la mission du maintien du « bon ordre, sûreté, sécurité et salubrité publiques » ce qui comprend notamment « la sûreté et la commodité du passage dans les rues, quais, places et voies publiques » (AFE, 2019).
 Il incombe au maire de définir les lieux pouvant recevoir un éclairage artificiel « selon les règles de l'art ». Les seules obligations du maire portent sur l'existence, l'entretien et le fonctionnement des installations du maire portent sur l'existence, l'entretien et le fonctionnement des installations car elles engagent sa responsabilité. Dans certains cas, la responsabilité du maire peut être engagée en cas de sur-éclairage (AFE, 2019). Aucune loi n'oblige un-e maire à éclairer sa commune.
 Pour les maires souhaitant mettre en place une extinction de leur commune, il est recommandé d'agir en concertation avec les habitants. Une fois les modalités d'extinction décidées, un arrêté communal doit être pris ainsi qu'une signalisation en entrée d'agglomération.

✦ ✦ Réglementations et recommandations pour l'éclairage privé

BUREAUX, BÂTIMENTS NON RÉSIDENTIELS ET MAGASINS

- **Objectif** : Permettre l'activité après la fin du jour en toute sécurité et confort.
- **Réglementation (arrêté du 27 décembre 2018)** : Pour les éclairages extérieurs mais aussi intérieurs des bâtiments non résidentiels, l'allumage est permis à 7 h du matin ou 1 h avant le début de l'activité. L'extinction se fait au plus tard 1 h après la fin de l'occupation des locaux. L'allumage des éclairages des vitrines de magasin est permis à partir de 7 h du matin ou 1 h avant le début de l'activité, l'extinction est à 1 h du matin au plus tard ou 1 h après la fin de l'occupation des locaux. En termes de densité du flux lumineux, en agglomération, < 25lm/m² ; hors agglomération < 20lm/m².
- **Recommandations** : Éteindre si possible dès la fermeture du lieu et ne pas allumer pas avant l'ouverture. Éclairage de 8 lm/m² maximum (hors accès où l'éclairage doit respecter la réglementation spécifique aux personnes en situation de handicap soit un éclairage moyen au sol de 20lm/m²).

STATIONS DE SKI

- **Objectif** : Prolonger l'activité le soir.
- **Recommandations** : Éviter absolument l'éclairage des pistes de ski, car l'effet de réflexion par la neige démultiplie la pollution lumineuse. Néanmoins, si la décision est prise d'éclairer, utiliser des lampes à flux dirigés, en limitant les puissances et en réduisant la surface éclairée. Un balisage lumineux pourrait être une alternative ayant un moindre impact. Des offres de ski nocturne sous les étoiles peuvent également s'envisager sans éclairage, dans le respect du ciel étoilé, par exemple les soirs de pleine lune pour créer l'évènement.

ENSEIGNES

- **Objectif** : Signaler un commerce.
- **Réglementation (décret du 30 janvier 2012)** : Extinction des enseignes lumineuses entre 1 h et 6 h du matin. Si l'activité cesse ou commence entre minuit et 7 h, l'extinction s'effectuera au plus tard une heure après la cessation d'activité et l'allumage au plus tôt une heure avant la reprise de cette activité. Les enseignes clignotantes sont interdites, à l'exception des enseignes de pharmacie ou de tout autre service d'urgence.
- **Recommandations** : Limiter la taille des enseignes lumineuses, suivre la réglementation propre au Parc naturel régional de Chartreuse et se limiter à 18,6m² maximum. L'éclairage est interdit entre une heure après le coucher du soleil et une heure avant le lever du soleil (sauf pour les dispositifs strictement requis pour trouver son chemin ou identifier les entreprises durant les horaires normales d'ouverture). Limiter leur nombre ainsi que leur intensité (luminescence inférieure à 100cd/m²). Privilégier les enseignes de couleur unie sur fond noir.

PARKINGS ET ZONES ARTISANALES ET COMMERCIALES

- **Objectif** : Permettre l'activité après la fin du jour en toute sécurité et confort.
- **Réglementation (arrêté du 27 décembre 2018)** : Pour les parkings, l'allumage doit s'effectuer au coucher du soleil et s'éteindre au plus tard 2 h après la fin de l'activité. Il peut s'allumer à nouveau le matin à 7 h ou 1 h avant le début de l'activité. En termes de densité de flux lumineux, en agglomération, < 25lm/m² ; hors agglomération < 20lm/m².
- **Recommandations** : Éteindre au plus vite après l'arrêt de l'activité pour permettre à tous de quitter la zone en sécurité et n'allumer que si l'activité démarre avant le lever du soleil et/ou finit après le coucher du soleil. Dans les zones artisanales et commerciales, aux abords des bâtiments, on peut recommander la détection de présence. Éclairage de 10lm/m² en agglomération et 8lm/m² maximum hors agglomération là où le besoin d'éclairage est avéré, en respectant les règles spécifiques aux personnes en situation de handicap lorsque cela s'applique (éclairage moyen au sol de 20lm/m²).

LOTISSEMENTS PRIVÉS

- **Objectif** : Compléter l'éclairage public dans les quartiers résidentiels privés.
- **Recommandations** : Respecter les prescriptions en termes de température de couleur, d'ULR et les fondamentaux de l'éclairage explicités dans ce guide (Voir : Les principes de base d'un éclairage sobre et intelligent). Utiliser des détecteurs de présence avec une minuterie courte. Limiter le nombre de points lumineux. Diminuer la puissance ou éteindre en milieu de nuit quand les passages sont très réduits. Faire particulièrement attention à la lumière intrusive dans les habitations. Éclairage de 10lm/m² maximum.

ÉCLAIRAGES DOMESTIQUES EXTÉRIEURS

- **Objectif** : Faciliter les allées et venues nocturnes ou l'activité extérieure nocturne.
- **Recommandations** : Utiliser des lampes de faible intensité. Privilégier l'allumage par télécommande ou interrupteur, en l'associant éventuellement à une minuterie (5min) plutôt que les détecteurs de mouvement, ou bien être attentif au réglage de la sensibilité pour éviter que la lampe s'allume inutilement. Utiliser des lampes ayant une température de couleur inférieure ou égale à 2700K, à flux dirigé et qui n'éclairent pas le ciel. Éviter l'illumination décorative permanente en façade.

Chez soi... ...il y a aussi des choses à faire :
PRIVILÉGIER LES LUMIÈRES DE COULEUR CHAUDE (< 2700 K), MEILLEURES POUR LA SANTÉ.

ÉCLAIRAGES TEMPORAIRES

- **Objectif** : Assurer les festivités nocturnes.
- **Recommandations** : Limiter la durée de l'éclairage à la durée de l'évènement et faire preuve de bon sens quant au nombre de points lumineux et à l'intensité du flux lumineux. Les règles de base de l'éclairage raisonné s'appliquent aussi pour les évènements temporaires. Pour les illuminations de Noël, il est conseillé d'en limiter le nombre, la taille et l'intensité lumineuse (extinction conseillée de 1 h à 6 h).

ÉCLAIRAGES NOMADES DES RANDONNEURS

- **Objectif** : Se promener la nuit ou camper sans gêner les autres utilisateurs.
- **Réglementation (arrêté du 27 décembre 2018)** : Les canons en lumière et les rayons lasers sont interdits dans les espaces naturels protégés, dont font partie les Parcs naturels régionaux. Il est interdit d'utiliser des projecteurs (light painting) et des sources de lumière trop intenses.
- **Recommandations** : Privilégier les lampes de couleur rouge. Faire preuve de bon sens sur l'intensité lumineuse nécessaire et la durée de l'éclairage.



PAS DE L'OEILLE

© Diventicimes

VALLÉE DE CHAMBÉRY DEPUIS LE GRANIER

Les recommandations en termes d'éclairage sont issues de plusieurs préconisations, à la fois des syndicats des énergies départementaux et des associations environnementales, ainsi que des exigences pour une Réserve Internationale de Ciel Étoilé, définies par l'International Dark Sky Association.

©Thomas Capelli



CONCLUSION

Les enjeux liés à l'éclairage nocturne sont multiples, et la démarche de sensibilisation du Parc naturel régional de Chartreuse s'inscrit dans une démarche plus globale de transitions, comme identifiée dans la nouvelle Charte du territoire (2020-2035).

Tous les acteurs du territoire sont concernés, communes, grand public et acteurs privés.

La gestion durable de notre éclairage est également un moyen de promouvoir de nouvelles activités sur le territoire, en valorisant une ressource de plus en plus rare, le ciel étoilé.

À nous toutes et tous d'en faire un atout pour le territoire !

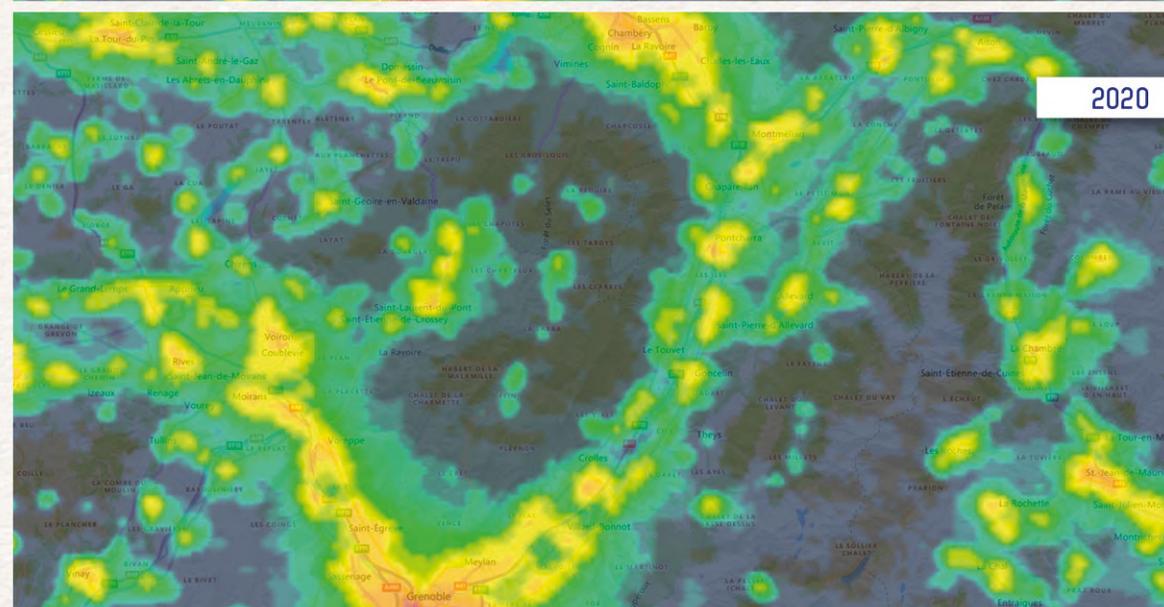
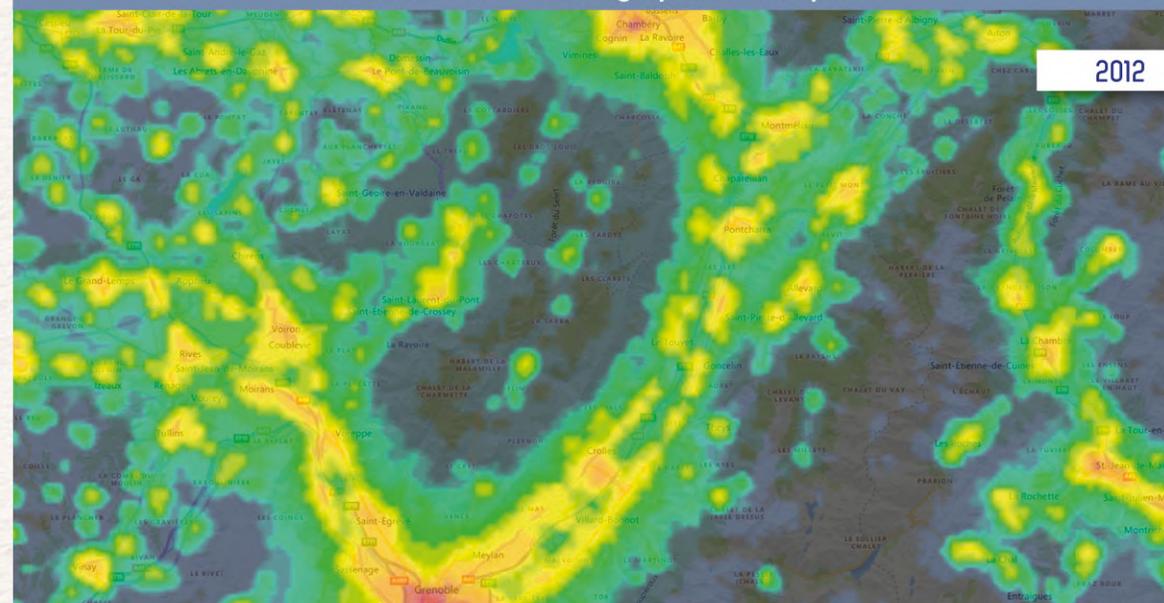
ÉVALUATION DE LA POLLUTION LUMINEUSE VIA LA RADIANCE OU LUMINANCE ÉNERGÉTIQUE, identifiée via le satellite VIIRS, exprimée en puissance par unité de surface du rayonnement passant ou étant émis en un point d'une surface et dans une direction donnée par unité d'angle solide (en $10^{-9} \text{ W/cm}^2 \cdot \text{sr}$).

Map legend

Radiance $10^{-9} \text{ W / cm}^2 \cdot \text{sr}$

0,00 - 0,15	1,50 - 10,0
0,15 - 0,25	10,0 - 50,0
0,25 - 0,50	50,0 - 75,0
0,50 - 1,50	> 75,0

Cartes issues de : www.lightpollutionmap.info



La diminution observée entre 2012 et 2020 peut avoir plusieurs raisons :

- la meilleure serait l'extinction nocturne car le satellite passe vers 1h à 2h du matin
- la plus probable, mais moins optimiste, serait la conversion vers les LED car le satellite VIIRS ne voit pas les courtes longueurs d'ondes <500nm (les plus nocives pour le vivant)

D'autre part, la lumière vue par les satellites ne représente qu'une partie de la pollution lumineuse (celle de la lumière qui monte vers le haut).

Éclairement : Flux lumineux (voir définition ci-dessous) reçu par une surface. On le mesure en lumen/m² (lm/m²).

Efficacité énergétique : Energie nécessaire pour fournir un service. Une efficacité énergétique plus élevée signifie qu'on obtient le même service pour une consommation moindre en énergie.

Efficacité lumineuse ou rendement lumineux : Flux lumineux émis pour une certaine puissance électrique. S'exprime en lumen/Watt (lm/W). Pour une lampe d'une efficacité de 110 lumens par watt (typiquement une lampe sodium haute pression), une puissance électrique de 70 W fournit un flux de 7 700 lumens. Plus ce rendement est élevé moins la puissance devra être forte pour maintenir le même niveau d'éclairement.

Flux lumineux : Grandeur photométrique qui caractérise la puissance lumineuse d'une source, telle qu'elle est perçue par l'œil humain. L'unité de mesure du flux lumineux est le lumen (lm).

Intensité lumineuse : Il s'agit de l'éclat perçu par l'œil humain d'une source lumineuse. L'unité de mesure de l'intensité lumineuse est le candela (cd).

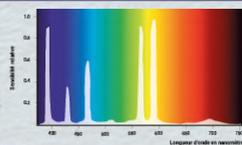
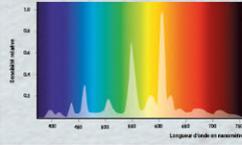
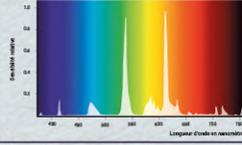
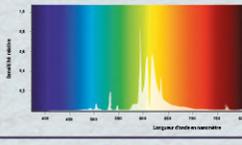
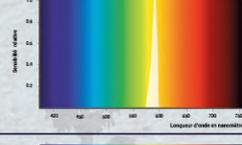
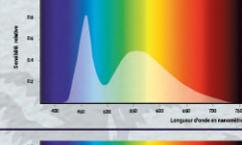
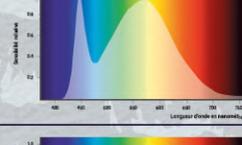
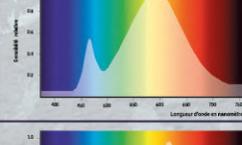
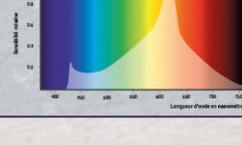
IRC : Indice de Rendu des Couleurs. Il est calculé par rapport à une source lumineuse de référence, le « corps noir ». Il indique si la lumière émise par une lampe modifie ou non la couleur des objets éclairés, par rapport à un corps noir de même température de couleur. Plus l'indice est élevé, meilleure est la perception des couleurs pour l'œil humain.

Luminance : Grandeur qui représente la lumière qui atteint l'œil à partir d'une multitude de sources (plusieurs luminaires, réflexion sur le sol...). S'exprime en candela par m² (cd/ m²).

Spectre d'émission : La lumière est formée d'ondes électromagnétiques qui sont chacune caractérisées par une longueur d'onde qui se traduit pour l'œil par une couleur particulière. Le spectre d'émission d'une lampe représente toutes les ondes que dégage cette lampe. En fonction de la part d'ondes de chaque couleur, la lumière émise semblera plus ou moins naturelle. Par exemple, les ampoules Sodium Basse Pression émettent principalement une longueur d'onde qui est orange, c'est pourquoi leur lumière ne paraît pas naturelle (éclairage des tunnels). Les humains et les animaux ou insectes ne perçoivent pas de la même manière toutes les ondes. Les humains ne perçoivent qu'une petite partie du spectre de la lumière, que l'on appelle spectre du visible.

Température de couleur : La température de couleur d'une lampe se mesure en Kelvin (K), il s'agit de la couleur que prendrait un corps noir chauffé à cette température. Cette valeur indique si la lampe émet une lumière plutôt bleue (T > 3 000 K) ou rouge (T < 3 000 K). Par exemple une LED blanche aura une température de couleur élevée tandis qu'une LED ambrée aura une température de couleur faible. **La température de couleur permet de donner une valeur qui résume le spectre d'émission d'une lampe.** Mais attention, cela est réducteur, par exemple, les longueurs d'onde inférieures à 380 nm n'influent pas sur la température de couleur car elles ne sont pas visibles par l'œil humain ; en revanche elles sont cruciales pour beaucoup d'espèces.

ULR : Upward Light Ratio, il s'agit de la part du flux lumineux émis par une installation d'éclairage au-dessus de l'horizontale. En France, on utilise souvent l'acronyme ULOR pour désigner cette caractéristique.

FAMILLE	IRC (Indice de rendu des couleurs)	EFFICACITÉ LUMINEUSE (lm/W)	TEINTE (ET T° de couleur)	DISTRIBUTION SPECTRALE
VAPEUR DE MERCURE TYPE BALLON FLUO	50 - 60	40 - 60	BLANC (3 000 K)	
FLUO COMPACTE	80 - 90	60 - 80	BLANC FROID À CHAUD	
TUBE FLUORESCENT	80 - 90	85 - 90	BLANC FROID À CHAUD	
SODIUM HAUTE PRESSION	25	90 - 150	JAUNE ORANGÉ (<2 100 K)	
SODIUM BASSE PRESSION	< 10	120 - 180	ORANGE (1 800 K)	
LED BLANCHES FROIDES	70 - 75	100 - 125	> 6 000 K	
LED BLANCHES NEUTRES	75	90 - 110	4 000 K	
LED BLANCHES CHAUDES	75 - 80	90 - 110	> 3 000 K	
LED AMBRÉES	50	45	ENTRE 1800 K ET 2000 K	

BIODIVERSITÉ

- Sordello, R. 2019, Enjeux de préservation de la biodiversité, trames noires. Présentation dans le cadre du séminaire éclairage public 2019 à Beaufort sur Gervanne.
- MEB-ANPCEN., 2015. Éclairage du 21^{ème} siècle et biodiversité - Pour une meilleure prise en compte des externalités de l'éclairage extérieur sur notre environnement. Les cahiers de BIODIV'2050 : Comprendre. Mission Économie de la Biodiversité et Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturne.
- SudOuest.fr, 2019, Marmande : l'éclairage d'un quartier coupé pendant un mois pour éviter des nuées de mannes.
- Société française pour l'étude et la protection des mammifères (SFEPM), 2020, Présentation des chauves-souris, disponible sur www.sfepm.org
- Sordello R., Paquier F. et Daloz A. 2020. Trame noire, méthodologie d'élaboration et outil pour sa mise en oeuvre. Office français de la biodiversité/UMS PatriNat.
- CEREMA, 2020, Fiches de la série «AUBE» - Aménagement, Urbanisme, Biodiversité et Eclairage, «Intégrer la biodiversité dans la planification et la maintenance de l'éclairage», disponible sur www.cerema.fr

ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

- Association Française de l'Eclairage (AFE), 2011, Fiche n°1 Éclairage public : les chiffres clés.
- Biovallée, 2019, Présentation lors du Séminaire Éclairage public de Beaufort sur Gervanne
- Service public des énergies dans la Drôme (SDED), 2019, Présentation lors du Séminaire Éclairage public de Beaufort sur Gervanne.
- ADEME, Janvier 2019, Dépenses énergétiques des collectivités locales – État des lieux en 2017, disponible sur : www.ademe.fr
- ADEME, 2014, Bilan d'une opération de soutien aux petites communes issue de la Table Ronde Nationale sur l'Efficacité Énergétique. Rénovation de l'éclairage public

SÉCURITÉ

- ANCPEN, 2007, Dossier La pollution lumineuse, origines, causes, conséquences, comment lutter.
- Ville de Bouliac, Extinction de l'éclairage public, disponible sur le site de la ville de Bouliac

SANTÉ

- ANSES, 2019, Effets sur la santé humaine et sur l'environnement (faune et flore) des diodes électroluminescentes (LED), disponible sur : www.anses.fr
- Parc national des Cévennes, 2018, Guide de l'éclairage, Réserve Internationale de Ciel Étoilé du Parc national des Cévennes.

PATRIMOINE ET PHILOSOPHIE

- Parc national des Cévennes, 2018, Guide de l'éclairage, Réserve Internationale de Ciel Étoilé du Parc national des Cévennes.
- Samuel Challéat et Michaël Foessel dans Arrêt sur image, 2019, Pollution Lumineuse : « Contempler les étoiles, un autre rapport au monde ».

RÈGLEMENTATION

- Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2019, Pollution lumineuse et Nuisances lumineuses, de nouvelles obligations, article et plaquette d'information en ligne, disponibles sur : www.ecologique-solidaire.gouv.fr/pollution-lumineuse
- Légifrance, 2020a, Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses, disponible sur : www.legifrance.gouv.fr
- Légifrance, 2020b, Décret n° 2012-118 du 30 janvier 2012 relatif à la publicité extérieure, aux enseignes et aux préenseignes, disponible sur : www.legifrance.gouv.fr
- Association Française de l'Éclairage (AFE), 2019, Guide AFE _ Fiche 4 : Éclairage public : à quoi le Maire est-il tenu ? disponible sur : www.afe-eclairage.com.fr

GLOSSAIRE ET TABLEAU COMPARATIF

- Thievent, P., 2015. Éclairage du 21^{ème} siècle et biodiversité – Pour une meilleure prise en compte des externalités de l'éclairage extérieur sur notre environnement.
- Les cahiers de BIODIV'2050 : Comprendre. Mission Économie de la Biodiversité et Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturne.



Un éclaireage raisonné pour des Parcs étoilés



Dans le cadre du projet de coopération LEADER
pilote par les Parcs de Chartreuse, Massif des Bauges, Pilat,
de décembre 2019 à mars 2022

Avec l'aide précieuse du Parc naturel régional du Vercors

Nous remercions chaleureusement nos partenaires,
les Syndicats d'Energie des Départements de la Savoie (SDS),
de l'Isère (TE38), de la Haute-Savoie (SYANE), de la Loire (SIEL),
et du Rhône (SYDER), l'ANPCEN, ainsi que Christian Fleury de l'ASDER,
Guillaume Vieu du bureau d'études Ombres et Lumières,
et Hélène Foglar du bureau d'Etudes Athena-lum.eu,
pour leur relecture attentive.

