

LA TRAME LUMINEUSE, UN NOUVEAU CONCEPT AU SERVICE D'UN ENVIRONNEMENT NOCTURNE APAISÉ

24,6 lux

NIVEAU DE LUMINOSITÉ ARTIFICIELLE NOCTURNE INDUISANT UNE CHUTE DE 50 % DE LA PRODUCTION DE MÉLATONINE¹ (CORRESPONDANT À UN NIVEAU LUMINEUX COURAMMENT UTILISÉ POUR L'ÉCLAIRAGE DES VOIRIES)

33 %

DES USAGERS DÉCLARENT MOINS BIEN DORMIR EN RAISON D'UNE LUMIÈRE INTRUSIVE DANS LEUR CHAMBRE À COUCHER (VOIR NR N° 921)

LA RÉGLEMENTATION FRANÇAISE EST L'UNE DES PLUS AVANCÉES EN EUROPE EN MATIÈRE D'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL NOCTURNE. DES OUTILS EXISTENT POUR ALLER PLUS LOIN ET FAIRE ÉMERGER DES PROJETS DE TERRITOIRE QUALITATIFS, COMME LA TRAME NOIRE ET LE SCHÉMA DIRECTEUR D'AMÉNAGEMENT LUMIÈRE (SDAL). LA SANTÉ EST CEPENDANT LA GRANDE OUBLIÉE DE CES DÉMARCHES. CETTE *NOTE RAPIDE* REVIENT SUR CES DEUX PIERRES ANGULAIRES DE L'ENVIRONNEMENT NOCTURNE ET PROPOSE LE CONCEPT DE « TRAME LUMINEUSE » AFIN DE PLACER LA SANTÉ DE L'USAGER AU CŒUR DU DISPOSITIF POUR UNE APPROCHE GLOBALE DE L'ENVIRONNEMENT NOCTURNE.

Depuis l'arrivée des lanternes à gaz, à Paris, au début du XIX^e siècle, l'éclairage n'a cessé de gagner du terrain. La lumière artificielle nocturne, initialement censée apporter confort et sécurité, est désormais indissociable de la notion de pollution lumineuse. En l'espace de 25 ans, cette pollution a doublé (+94 %). L'arrivée des diodes électroluminescentes (LED), au rendement énergétique exceptionnel, couplée à une grande souplesse d'utilisation, révolutionne le monde de l'éclairage et induit une nouvelle augmentation de la pollution lumineuse. Dans ce contexte, l'écologie et l'urbanisme lumière proposent des outils spécialisés pour encadrer les pratiques. Cependant, tandis que la trame noire des écologues, invitant à une grande sobriété lumineuse, se heurte rapidement à l'acceptabilité sociale des usagers, les mises en lumière proposées dans les Sdal peuvent induire de nouvelles formes de pollution lumineuse. D'autre part, en urbanisme lumière comme en écologie, les impacts de la lumière sur la santé sont mentionnés, mais ne servent pas de guide pour les décisions. Ces deux disciplines, garantes de la qualité de l'environnement nocturne, ne parviennent pas à infléchir la pollution lumineuse. Considérer la dimension biologique de l'être humain permettrait de faire sauter des verrous liés à l'acceptabilité sociale des mesures tout en garantissant l'innocuité des mises en lumière. Une telle démarche s'inscrit en synergie avec les autres cibles de développement durable liées à l'éclairage (sobriété énergétique, économie financière, préservation du ciel étoilé et sécurité).



Nicolas Cornez/L'Institut Paris Region



Nicolas Cornez/L'Institut Paris Region

- 1. Lever de soleil...
- 2. ... coucher de soleil...

**SANTÉ, BIODIVERSITÉ ET ÉCLAIRAGE :
L'ÊTRE HUMAIN AUSSI EST UN ANIMAL**

En matière de lumière, les préconisations des écologues sont en adéquation avec celles des médecins. Ce qui est bon pour la santé (définie comme un état de complet bien-être physique, mental et social, qui ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité) est également favorable à la protection de la biodiversité. L'être humain fait partie intégrante du monde vivant : sa dimension de mammifère ayant co-évolué avec son environnement lui confère des aptitudes et des sensibilités à la lumière comme n'importe quelle autre espèce. Si les différentes températures de couleur ont des impacts variables d'une espèce à l'autre, les recommandations générales des écologues bénéficient à l'ensemble du vivant, y compris – sinon avant tout – à l'être humain. Pourquoi insister sur ce constat ? Tout d'abord, parce que les dommages de la lumière artificielle nocturne sur la santé sont sévères et n'impactent pas uniquement le sommeil. Même à faible intensité, elle porte atteinte aux fonctions

visuelle et non visuelle de la rétine (voir encadré ci-dessous), ainsi qu'au métabolisme global du corps humain, en rapport avec la bande bleue (380-500 nm) du spectre lumineux.

*« Presque tous les tissus de votre corps ont des rythmes circadiens, et quand ils sont perturbés, le système entier commence à s'effondrer. »
Dr Andrew J. K. Phillips, Turner Institute for Brain and Mental Health, Monash University*

Ensuite, parce que, lors du déploiement des trames noires, l'acceptabilité sociale² des mesures proposées (voir schéma p. 5) freine l'action. En résumé, la question posée aux usagers est la suivante : « Êtes-vous prêts à faire une concession sur votre confort lumineux pour préserver la biodiversité ? » Il y a là plusieurs idées implicites : l'éclairage actuel serait optimisé, toute modification serait directement perceptible par l'usager³ et ces changements

**LES DOMMAGES DE LA LUMIÈRE
ARTIFICIELLE NOCTURNE SUR LA SANTÉ**

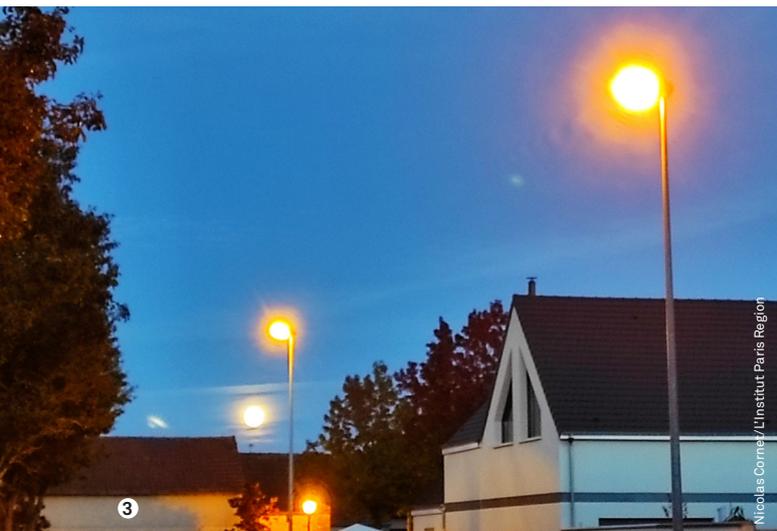
Fonction visuelle : dégénérescence de l'épithélium pigmentaire (tissus responsables de la vision). Les lésions induites sur les photorécepteurs sont dites « photochimiques » : à la différence des brûlures rétinienne aiguës provoquées par l'observation accidentelle d'une lumière très intense (éclipse, rayon laser...), elles ne sont pas visibles à l'examen du fond d'œil. Ces altérations se situent au niveau moléculaire. Elles sont induites par l'accumulation de la lipofuscine, substance qui sensibilise l'œil à la toxicité de la bande bleue. L'exposition à la lumière la nuit perturbe gravement le métabolisme des pigments visuels, qui sont consommés le jour et régénérés la nuit en condition d'obscurité totale. La photo-toxicité constitue, avec l'hérédité, un facteur majeur pour les maladies dégénératives de la rétine.

Fonction non visuelle : désynchronisation de l'horloge interne. La période naturelle des rythmes corporels n'est pas égale exactement à 24 heures, mais comprise, selon les individus, entre 24,2 et 25,5 heures. La remise à l'heure de l'horloge, c'est-à-dire son calage sur 24 heures, fait appel

à des synchroniseurs externes, dont la lumière est l'élément majeur. Les cellules responsables de la fonction non visuelle de la rétine perçoivent le signal lumineux ou son absence et transmettent l'information au cerveau : la lumière inhibe la sécrétion de mélatonine. Les chercheurs recommandent de dormir dans une obscurité totale : une luminosité faible de 10 lux (correspondant à une faible liseuse) suffit à retarder l'endormissement et à diminuer la sécrétion de mélatonine. Une grande attention doit donc être portée sur les lumières intrusives créées par l'éclairage artificiel extérieur.

La mélatonine n'est pas uniquement l'hormone du sommeil, elle possède de nombreuses propriétés : piègeur de radicaux libres*, important antioxydant, régulateur de la température corporelle et du système immunitaire, et agent stabilisant des tumeurs. Par ailleurs, plusieurs études montrent une corrélation entre l'exposition à une lumière artificielle nocturne et une augmentation du risque de cancer de la thyroïde, de la prostate et du sein.

* Molécules impliquées notamment dans le vieillissement, car induisant un stress oxydatif, lui-même combattu par les antioxydants.



3. ... et lever de lune sous les lampadaires

4. Lumière intrusive.



provoqueraient une gêne. Pourtant, les exemples de pollution lumineuse à hauteur d’homme (éblouissement, lumières intrusives, halo lumineux...) sont légion. Le parc d’éclairage est vieillissant, souvent mal adapté aux besoins et non conforme aux dernières évolutions réglementaires. Il y a ainsi une marge de manœuvre importante pour l’adaptation de l’éclairage public au bénéfice de l’usager et du vivant.

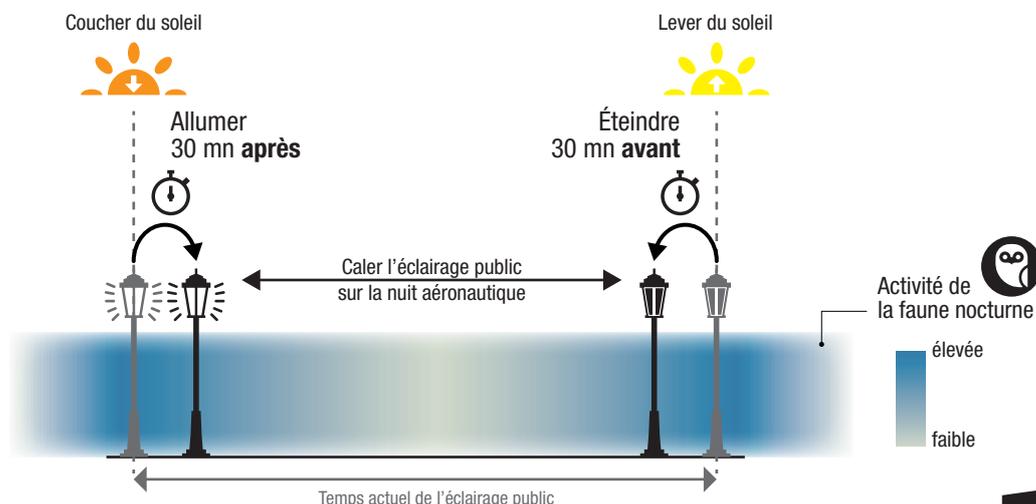
La connexion avec la nature contribue à une bonne santé mentale et physique. À ce titre, la préservation du ciel étoilé offre une motivation pour prémunir des secteurs de l’éclairage artificiel. L’aube et le crépuscule sont également des occasions de se reconnecter à la nature. Ces moments quotidiens ont, d’ailleurs, une richesse de couleurs et de lumière qui rejoint, dans un sens, les objectifs de certains plans lumière visant à « gommer l’effet de lassitude »⁴. Ces transitions entre le jour et la nuit correspondent aussi à des périodes de pic d’activité pour la faune en termes de déplacement, de prédation et de reproduction. Or, actuellement, l’allumage et l’extinction de la grande majorité du parc d’éclairage sont

gérés par des horloges astronomiques calées sur les heures de lever et de coucher du soleil. Notons qu’en aéronautique, les vols à vue (dépendants de la capacité du pilote à voir correctement son environnement, autorisés uniquement de jour) sont calés sur la nuit aéronautique, qui commence, sous nos latitudes, 30 minutes après le coucher du soleil et se termine 30 minutes avant son lever⁵. Recaler l’allumage et l’extinction de l’éclairage public sur la nuit aéronautique offrirait un moyen supplémentaire de connexion à la nature, préserverait la faune au moment le plus judicieux, tout en permettant des économies, et ce, sans concessions sur le confort visuel des usagers.

ÉCOLOGIE ET URBANISME LUMIÈRE, DEUX LOGIQUES À METTRE EN RÉSONANCE

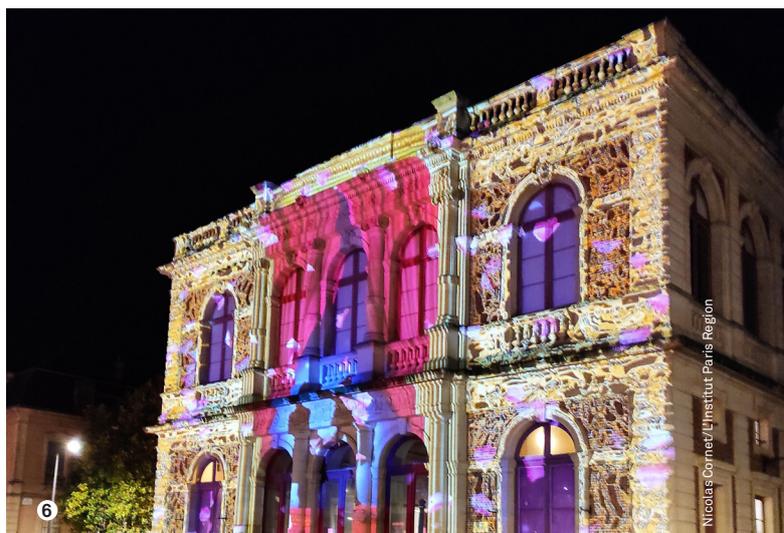
Les communes renouvellent leur mobilier d’éclairage à raison de 3 à 5 % du parc par an, souvent sans concertation avec la population. Seuls les territoires qui décident de se doter d’une stratégie lumière ou

Caler l’éclairage public sur la nuit aéronautique





Nicolas Cormez/L'Institut Paris Region



Nicolas Cormez/L'Institut Paris Region

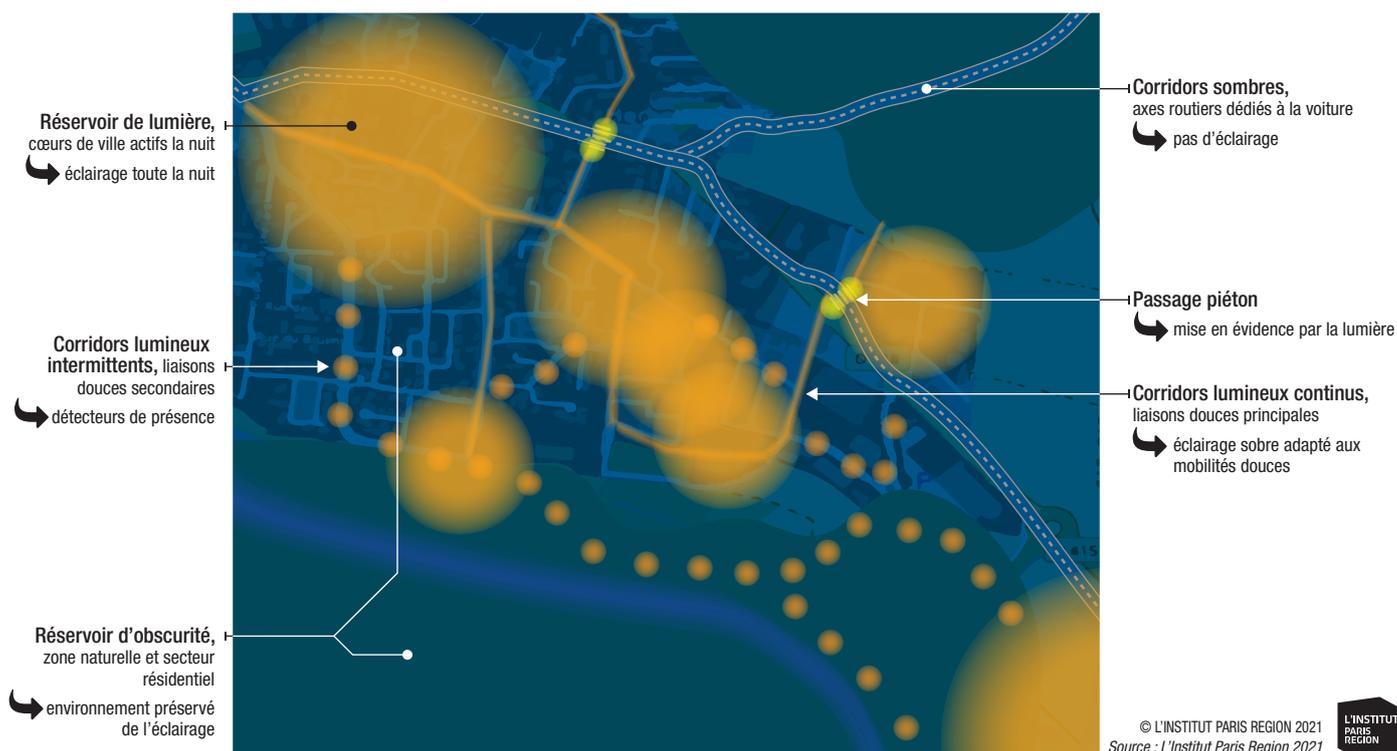
5. et 6. Chartres en lumière 2021.

d'une trame noire sont amenés à se tourner vers les habitants. Les écologues préconisent une grande sobriété d'éclairage. Leurs recommandations sont considérées comme simplistes par les concepteurs lumière, alors qu'elles reflètent une réalité biologique : toute lumière artificielle nocturne, quelle que soit la longueur d'onde ou l'intensité, représente une perturbation pour les espèces, y compris l'être humain. Les concepteurs lumière, de leur côté, proposent la lumière comme un moyen d'affirmer l'identité, l'histoire d'un territoire, et d'améliorer son attractivité et sa lisibilité. Les Sdal et plans lumière conduisent à de nouvelles pratiques d'éclairage : on constate la multiplication des supports de lumière, avec une nette progression de l'éclairage des façades, la mise en valeur d'éléments naturels

minéraux ou végétaux, l'utilisation de lumières texturées et changeantes, la modification globale des ambiances au cours de la semaine ou de l'année⁶... Ces pratiques innovantes répondent à un besoin légitime d'attractivité, voire de revitalisation de territoires. Les ambiances chatoyantes ou festives ainsi créées sont cependant susceptibles d'induire de nouvelles formes de pollution lumineuse, aux impacts encore inconnus.

La montée en puissance des stratégies lumière se met donc en porte-à-faux avec les démarches de trame noire et peut compliquer un peu plus leur acceptabilité sociale. Il faut cependant noter que les Sdal proposent de plus en plus souvent un volet « trame noire » s'inspirant de réalisations exemplaires, comme celui de Rennes (2012, Concepto),

Le concept de trame lumineuse



Propositions contradictoires faites aux habitants en matière de lumière

Objectifs affichés de 11 Sdal et de 8 plans lumière en France

Objectifs des trames noires selon le guide de l'Office français de la biodiversité (OFB)



© L'INSTITUT PARIS REGION 2021
Sources : Plans lumières, Sdal, OFB « Guide Trame noire » 2021



précurseur en la matière. Malgré tout, force est de constater que le monde de la lumière et celui de la pénombre sont encore simplement juxtaposés et non abordés de manière inclusive. D'un côté, les Sdal habillent la ville de lumière, tout en préservant parfois des secteurs plus sombres. De l'autre côté, les trames noires concentrent leurs actions au sein des zones à forts enjeux de biodiversité (trames vertes et bleues), sans réinterroger de manière globale l'ensemble du territoire. Ainsi, le citoyen est laissé face à des injonctions contradictoires (voir encadré).

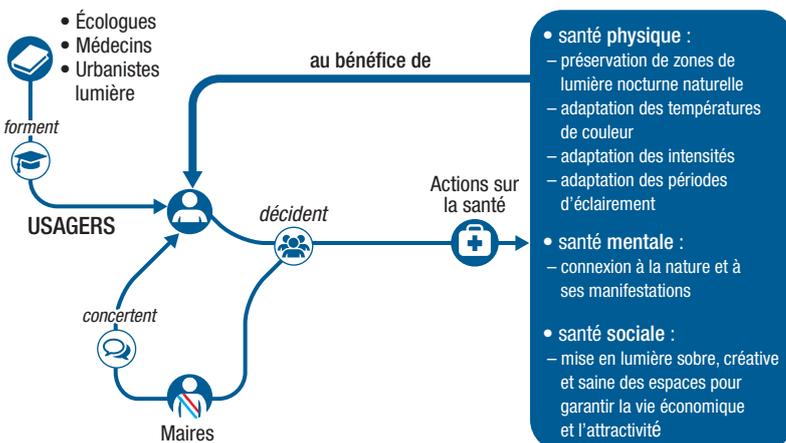
PORTER UN NOUVEAU REGARD SUR L'ÉCLAIRAGE : LE CONCEPT DE « TRAME LUMINEUSE »

Afin de prendre pleinement en compte la santé dans les choix d'éclairage, L'Institut Paris Region propose le concept de trame lumineuse. Il s'agit de réinterroger l'espace, avec comme point de départ un environnement sombre, correspondant à l'état naturel d'un territoire, et de définir les besoins de lumière en intégrant l'être humain parmi les espèces modèles utilisées en écologie (les chauves-souris, par exemple). L'objectif est de réunir les outils propres aux trames noires et aux Sdal pour répondre à la double exigence de l'humain : d'une part, le besoin de lumière nocturne pour permettre la vie sociale, et, d'autre part, les besoins biologiques d'obscurité pour le repos et la connexion à la nature. La prise en compte des besoins biologiques de l'être humain permet aussi de garantir l'innocuité de la lumière utilisée (température de couleur, intensité, temporalité, orientation, clignotement...), en synergie avec la protection de la faune et de la flore. Ainsi, la question de départ n'est pas « Quel point lumineux ou secteur faut-il éteindre ? », mais plutôt « Quel point lumineux ou secteur est-il nécessaire d'allumer, quand et comment ? ».

LA SANTÉ, THÈME LE MOINS ABORDÉ PAR LA PRESSE AU SUJET DE L'ÉCLAIRAGE PUBLIC

Une veille médiatique a été menée d'août 2020 à août 2021 dans la presse généraliste nationale et régionale sur la base de 30 sources (quotidiens, hebdomadaires et médias en ligne). Il s'agissait de repérer les sujets mis en avant par la presse et, ainsi, d'obtenir un aperçu du niveau de sensibilisation de la population sur ces questions. Sur un an, 110 articles ont été recensés : 65 en lien avec les mots-clés « éclairage public » et 45 en lien avec les termes « pollution lumineuse ». Cinq sujets ressortent de cette analyse : ceux relatifs aux économies d'énergie et à la protection de la biodiversité sont, de loin, les plus mis en avant. Ces deux cibles représentent respectivement 28 % et 25 % des occurrences. Viennent ensuite, dans une moindre mesure, les économies financières (19 % des occurrences), la sécurité (15 %) et enfin la santé (13 %). À noter : bien souvent, la santé est simplement citée en marge des articles, comme une ouverture ou une notion complémentaire.

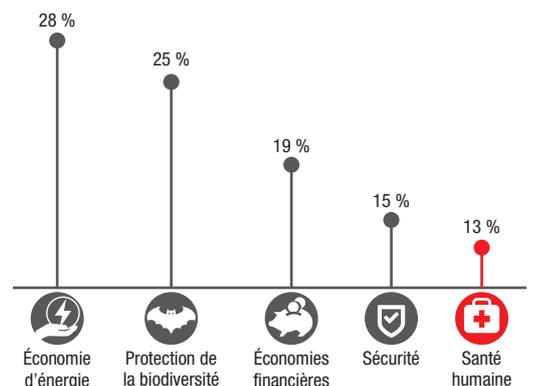
Vers un nouveau mode de concertation



© L'INSTITUT PARIS REGION 2021
Source : L'Institut Paris Region 2021



La santé, sujet le moins abordé dans la presse en lien avec la pollution lumineuse et l'éclairage public



© L'INSTITUT PARIS REGION 2021
Source : L'Institut Paris Region 2021



Cet exercice nécessite la réunion des compétences de médecins, d'écologues et de concepteurs lumière autour d'un outil fédérateur, en concertation avec un public formé et informé (voir *Note rapide* n° 921). La trame (verte, bleue, brune, noire, arborée, herbacée...) désigne les espaces favorables à un groupe d'espèces donné. Pour l'être humain, de nuit, les espaces de mobilité et d'activité sont tributaires de la lumière. Il s'agit, tout comme pour la trame verte et bleue, d'identifier des réservoirs et des corridors, classés cette fois-ci en fonction de la nature et des propriétés de leur lumière (luminosité naturelle ou artificielle, intermittente ou continue, niveau d'intensité lumineuse...). Les « réservoirs d'obscurité », non éclairés ou associés à des extinctions plus ou moins longues, sont constitués des espaces naturels, mais aussi de secteurs urbains de taille variable (villages, îlots, rue...), à large dominante résidentielle, associés à de faibles enjeux touristiques ou économiques, tandis que les cœurs de ville, actifs de nuit, constituent les « réservoirs de lumière ». Les corridors sont de trois types : « corridors lumineux », « corridors à éclairage intermittent » et « corridors sombres », en fonction de la mobilité et de l'usage considérés (voir schéma).

Une cohérence globale de la trame lumineuse permet de soigner les transitions d'une zone éclairée à une zone sombre (et inversement) pour faciliter l'adaptation des yeux à l'obscurité (effets de rupture, de contraste, d'éblouissement...) et limiter le sentiment d'insécurité. Dans les réservoirs de lumière, le diagnostic prend notamment en compte la luminosité au niveau des façades des habitations. Il s'agit de prémunir les habitants d'une lumière intrusive. Des mesures complémentaires d'atténuation (pose de volets ou d'occultations aux fenêtres des logements) sont à envisager après consultation des architectes des bâtiments de France pour les secteurs historiques. Deux valeurs clés sont associées à la trame lumineuse : sobriété globale et créativité pour déployer des mises en lumière en toute innocuité.

Ce cadre conceptuel peut constituer le creuset de nouvelles manières d'innover, non pas technologiques, mais collectives, avec à la clé la redécouverte d'un environnement nocturne apaisé et de multiples bénéfiques collatéraux pour la santé, la biodiversité, la voûte céleste et l'atténuation du changement climatique. L'intégration toute récente de la pollution lumineuse en lien avec l'éclairage public dans le quatrième Plan national santé environnement (PNSE4), en avril 2021, offre un contexte très favorable pour une approche renouvelée des stratégies dédiées à la nuit. ■

Nicolas Cornet, écologue, et Laetitia Touzain, étudiante géographe, département Environnement (*Christian Thibault, directeur*) avec Virginie Palisse, documentaliste, Médiathèque (*Linda Gallet, cheffe du service*)

LEXIQUE

Halo lumineux : propagation de la pollution lumineuse de manière diffuse et à large échelle autour des zones éclairées.

Indice de rendu des couleurs (IRC) : capacité d'une lumière (naturelle ou artificielle) à restituer fidèlement les couleurs telles qu'elles seraient vues en plein jour.

Température de couleur : exprimée en Kelvin (K), cette mesure traduit la proportion de bleu et de rouge dans le spectre lumineux. Plus la lumière est chaude (forte proportion de rouge), plus la température de couleur est basse, et inversement.

Trame noire : réseau écologique propice à la biodiversité nocturne.

Trame verte et bleue : outil d'aménagement du territoire visant à préserver et à restaurer les continuités écologiques.

Urbanisme lumière : étude architecturale et urbaine visant à planifier l'éclairage pour améliorer la lisibilité des paysages et mettre en valeur le patrimoine.

1. A.J.K. Philips et al., 2019 : High sensitivity and interindividual variability in the response of the human circadian system to evening light.
2. Voir notamment « Acceptabilité sociale de la trame noire : exemple de la métropole européenne de Lille ».
3. Une étude faite à Tucson (Texas) montre que les habitants n'ont pas remarqué de différence lorsque la puissance de l'éclairage a été réduite de 70 % par rapport au niveau habituel.
4. Voir les plans lumière de Mulhouse et de Vernon, notamment : www.lyum-concept.com.
5. https://federation.ffvl.fr/sites/ffvl.fr/files/RDA_complet.pdf.
6. Voir notamment les plans lumière de Vernon et de Mulhouse.

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Fouad Awada

DIRECTRICE DE LA COMMUNICATION

Sophie Roquelle

RÉDACTION EN CHEF

Laurène Champalle

MAQUETTE

Jean-Eudes Tilloy

INFOGRAPHIE/CARTOGRAPHIE

Laetitia Pigato

MÉDIATHÈQUE/PHOTOTHÈQUE

Inès Le Meledo, Julie Sarris

FABRICATION

Sylvie Coulomb

RELATIONS PRESSE

Sandrine Kocki

33 (0)1 77 49 75 78

L'Institut Paris Region

15, rue Falguière
75740 Paris cedex 15
33 (0)1 77 49 77 49

ISSN 2724-928X
ISSN ressource en ligne
2725-6839



institutparisregion.fr



RESSOURCES

- Pollution lumineuse et santé publique, Académie nationale de médecine, 29 juin 2021.
- Narboni R., Guérard F, *Les défis de l'éclairage public. Contexte, acteurs, stratégies et outils*, Territorial édition, 2021.
- « Trame noire – Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre », OFB, 2021.
- Site de l'Association nationale pour la protection du ciel et de l'environnement nocturne : www.anpcen.fr.
- Cour des comptes, rapport public annuel 2021 – Tome II. La nécessaire optimisation de la gestion des éclairages publics : l'exemple de communes d'Auvergne-Rhône-Alpes.
- Cerema : « Décryptage : l'arrêté ministériel "nuisances lumineuses" – Contexte ».

Sites internet

- www.afe-eclairage.fr
- www.institutparisregion.fr/environnement/redecouvrons-la-nuit/

