

**CONCOURS INTERNE ET DE 3^{ème} VOIE
DE TECHNICIEN TERRITORIAL**

SESSION 2020
REPORTÉE À 2021

ÉPREUVE DE RAPPORT TECHNIQUE

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Élaboration d'un rapport technique rédigé à l'aide des éléments contenus dans un dossier portant sur la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt.

Durée : 3 heures
Coefficient : 1

SPÉCIALITÉ : RÉSEAUX, VOIRIE, INFRASTRUCTURES
--

INDICATIONS DE CORRECTION

Vous êtes technicien territorial chargé de la voirie pour la commune de Technville, 80 000 habitants.

Soucieux de limiter la pollution lumineuse tout en assurant la sécurité des habitants, les élus souhaitent engager un travail de rénovation de l'éclairage public aujourd'hui trop énergivore et devenu vétuste.

Le directeur général des services techniques vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, un rapport technique sur l'éclairage durable.

Liste des documents :

- Document 1 :** « Vers un parc plus intelligent » - *Techni.Cités N° 320* - février 2019 - 6 pages
- Document 2 :** « Fiches pratiques. Éclairage dans les collectivités » (extraits) - *Association française de l'éclairage* - édition 2019/2020 - 6 pages
- Document 3 :** « Conjuguer éclairage public et biodiversité : l'expérience lilloise » - *Actu Environnement* - 5 mars 2019 - 2 pages
- Document 4 :** « Trame noire : un sujet qui « monte » dans les territoires » (extraits) - *Sciences Eaux et Territoires* - Article hors-série n°45 - 2018 - 3 pages
- Document 5 :** « Éclairage intelligent » - *Citelum. Groupe EDF* - 2016 - 2 pages
- Document 6 :** « Construire une trame noire : un enjeu complexe » - *laGazette.fr* - 29 mars 2018 - 2 pages
- Document 7 :** « L'éclairage public et le mobilier urbain intelligents » (extraits) - *Smart Grids-CRE* - consulté le 11 décembre 2019 - 5 pages
- Document 8 :** « Les nouvelles plages horaires de l'arrêté 2018 » - *Ministère de la transition écologique et solidaire* - juin 2019 - 1 page

Documents reproduits avec l'autorisation du CFC

Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.

1) Présentation du sujet

Les enjeux que recouvre l'éclairage public sont multiples. La croissance urbaine génère aujourd'hui une pollution lumineuse dont les conséquences sont multi-factorielles : augmentation de la consommation électrique, contribution aux émissions des gaz à effets de serre, moindre possibilité d'observer le ciel, mais aussi impacts sur les espèces nocturnes vivant en ville ou à proximité.

L'éclairage durable est dans cette perspective une manière de réfléchir aux besoins d'une population croissante tout en préservant l'environnement. Un tel sujet renvoie de fait aux innovations pour une meilleure maîtrise et une rationalisation de l'éclairage. Il appelle en outre à élargir le regard pour ne plus percevoir l'éclairage public uniquement sous l'angle utilitariste. Ses impacts diversifiés invitent plutôt à appréhender cet objet technique dans une approche systémique élargie prenant en compte la ville et son environnement.

2) Analyse de la mise en situation et du dossier

Le sujet s'articule autour de la notion d'éclairage durable. Il invite dès lors les candidats à mettre en perspective un domaine de voirie technique et assez classique avec les enjeux de développement durable d'une part, d'innovation d'autre part. Ainsi, plus que d'éclairage est-il ici question de la ville intelligente mobilisée pour faire face aux enjeux de pollution et de biodiversité.

On relèvera que la commande de la note de synthèse fait peu référence à la notion de trame noire, et encore moins à celle de biodiversité. Il s'agit pourtant d'une dimension essentielle du dossier, que les candidats devront par conséquent explorer substantiellement. La difficulté réside donc dans le souci de réaliser une synthèse étudiant concomitamment les trois idées clés que représentent l'éclairage public, la biodiversité et la ville intelligente. Les candidats qui se focaliseraient sur l'une de ces notions au détriment des autres s'écarteraient du cœur du sujet. C'est la raison pour laquelle les nouveaux services permis par les dispositifs d'éclairage intelligents, largement développés dans certains documents, ont au regard de la commande une importance secondaire.

Les candidats ne devront pas occulter pour autant les visées premières de l'éclairage public : la visibilité et, comme le souligne la mise en contexte, la sécurité. Il y a donc nécessairement un aspect de concertation, en lien avec l'acceptabilité de nouvelles solutions par les citoyens, à traiter dans ce sujet.

Document 1 : « Vers un parc plus intelligent » - *techni.Cités* -

Cet article qui traite de l'éclairage intelligent est issu d'une revue technique. Il souligne en premier chef les enjeux économique et environnemental de l'éclairage public en raison de son importante consommation énergétique. Dans ce contexte, la dynamique de renouvellement avec les solutions LED représentent une opportunité certaine (économies estimées de 60%). Au-delà de leur faible consommation, les LED ouvrent la voie à une gestion intelligente de l'éclairage public, grâce à laquelle des économies d'énergie d'autant plus fortes sont envisageables. Le développement du « Smart lighting » reposant sur un pilotage centralisé et sur une télégestion à l'armoire ou au point lumineux, offre en effet de nombreux avantages : suivi des consommations en temps réel, optimisations des abonnements et contrôle des engagements contractuels des opérateurs. La supervision aux points lumineux permet quant à elle de programmer des scénarios d'éclairage fins. Le recours à la détection de présence constitue un autre levier d'optimisation de l'éclairage.

L'éclairage intelligent représente aussi une opportunité pour développer de nouveaux usages, la mise en réseau permettant d'intégrer des « objets connectés ». Plus encore, cela en serait selon certains la principale raison d'être : une supervision s'avère un investissement coûteux et n'aurait de fait d'intérêt (sur le plan économique) que si elle ouvre à d'autres services par la mise en communication de ces différents objets (wifi, vidéo protection, sonorisation, mise en lumière, panneaux à message variable, recharge véhicule électrique, éclairage selon détection de présence, supports de la smart city...). Certains professionnels doutent cependant du bénéfice réel de cette panoplie de services au regard des besoins actuels des collectivités et des usagers. D'aucuns mettent en outre en avant la complexité des solutions intelligentes, qui peuvent transformer l'éclairage public en une « usine à gaz » posant d'importantes contraintes quant au tarif de décompte.

Par ailleurs, compte tenu de l'émergence du marché, il y a aujourd'hui un fort enjeu d'interopérabilité des technologies usitées : il est essentiel que les divers capteurs déployés à l'avenir soient compatibles entre eux et avec l'infrastructure globale. On parle « d'innovation frugale » dans le sens où l'idée est de ne pas multiplier les solutions communicationnelles mais plutôt de mobiliser les existantes, comme par exemple le réseau de compteurs Linky. Il faut enfin souligner le caractère éminemment politique du dispositif intelligent : les détecteurs permettent par exemple de repérer des attroupements et des usages anormaux sur l'espace public ce qui vient à ouvrir des questions sociétales..

Les solutions d'éclairage intelligent doivent en définitive s'appréhender dans une approche globale (coût, environnement, évolutivité, sécurité, ...), et conduire à développer des services correspondant à une demande avérée des acteurs du territoire. Il convient au demeurant de relever que ces innovations font naître de nouveaux métiers dans le champ de la gestion urbaine.

Document 2 : « Fiches pratiques. Éclairage dans les collectivités » (extraits) – Association française de l'éclairage

Le document, élaboré par l'Association Française de l'Eclairage se compose d'un propos introductif et de deux « fiches pratiques ». Une première partie présente différents chiffres dans lesquels le candidat pourra puiser pour illustrer son propos (chiffre de consommation de l'éclairage public, d'émission de CO2 et de renouvellement du parc). On peut ici relever les éléments quant à la perception des français de l'éclairage public : 1 français sur 5 trouve que sa rue n'est pas assez éclairée ; pour 90% des français, l'éclairage public constitue un « enjeu central de sécurité ». Sachant que la notion de sécurité doit être entendue à la fois dans son sens de perception du comportement d'autrui (insécurité) et de visibilité de son environnement (sécurité routière).

Fiche 14 : pollution lumineuse et biodiversité : des enjeux scientifiques à la trame sombre

Cette fiche liste les éléments à prendre en compte lorsque l'on s'intéresse à la pollution lumineuse : éclairage public, éclairage résidentiel et privé (fort enjeu), éclairage événementiel, enseignes lumineuses, sites industriels, aéroports, ... Elle mentionne en outre les effets de la lumière artificielle sur la biodiversité :

- faune (20% des vertébrés et 60% des invertébrés vivent la nuit) : la lumière attire certaines espèces, en repousse d'autres ; la lumière perturbe les déplacements de la faune et fragmente les habitats ; elle peut agir de manière « directe », « précise », « ambiante » ou « projetée », ou « diffuse ».
- flore : effets directs (perturbation rythme biologique des végétaux) et indirects (impact sur les espèces pollinisatrices qui perturbent la reproduction).

La fiche rappelle qu'il n'existe aucune méthodologie permettant de concilier besoins et sécurité des usagers tout en protégeant à 100 % la biodiversité, mais propose néanmoins 3 axes sur lesquels agir :

1. sur les points lumineux eux-mêmes : direction de l'éclairage, choix des sources lumineuses, plage de spectre lumineux,
2. sur l'organisation spatiale des points lumineux ; adapter cette organisation au contexte, et ne pas oublier que le dimensionnement de l'éclairage doit aussi prendre en compte le revêtement de sol.
3. sur la planification temporelle : réduction de la durée d'éclairement en fonction des besoins humains.

Les auteurs préconisent de conduire un diagnostic de la biodiversité à l'année et de façon périodique en amont de toute restructuration de l'éclairage public. Ils conseillent en outre la mise en œuvre de « trames noires », dans l'esprit des « trames vertes et bleues », en tant que continuités écologiques. Celles-ci reposent sur réseaux de réservoirs et de corridors caractérisés par leur obscurité. Deux démarches possibles pour définir une trame noire : approche déductive (TM définie selon la TVB) et approche intégrative (TM réalisée de manière ad hoc en fonction des espèces).

Fiche 15 : solutions pour la réduction des nuisances lumineuses et la protection de la biodiversité

La fiche relève que le pic d'activité biodiversité coïncide avec le pic demande en éclairage (début de nuit et avant l'aube). Elle indique par ailleurs que si le nombre de points lumineux a fortement augmenté depuis le début des années 90, la durée d'éclairage suit une courbe inverse, ce qui démontre une meilleure gestion de l'éclairage. La nuisance lumineuse la plus critiquée est un halo visible dans ciel nocturne. 84% des français se disent peu ou pas exposés aux nuisances lumineuses.

La fiche souligne l'importance de disposer d'outils de suivi adaptés, la pollution lumineuse ne se mesurant pas du ciel mais par des protocoles de relevés au sol. Elle cite en outre différents outils d'aide à la décision en plus de la connaissance des besoins des usagers : diagnostic du parc du territoire, norme expérimentale XP X90-013n connaissance de la biodiversité et de ses cycles, mise en place d'indicateurs spécifiques.

Selon ce document, 70% des métropoles prennent en compte la biodiversité dans leur politique d'éclairage. Celles-ci ont généralisé le recours à des températures de couleur inférieures à 3 000 K, réduit le flux lumineux en heures creuses, installé des luminaires n'émettant pas de lumière directe vers le ciel. Les principales actions pouvant être menées pour réduire les nuisances lumineuses sont les suivantes :

- réflexion sur l'existant et les besoins : sur le patrimoine, sur les caractéristiques de la faune et de la flore, sur l'existence de corridors pour le déplacement de la faune, gestion de la puissance installée et intensité de l'éclairage.
- action sur le matériel installé : sur la lampe, sur le luminaire, leur positionnement, les températures de couleur et la prise en compte du revêtement dans le choix d'installation.

La fiche cite plusieurs références : la charte de la Ville de Paris visant à réduire l'impact de l'éclairage sur la biodiversité, puis celui de Wuppertal en Allemagne où des corridors de protection de la biodiversité ont été mis en place.

Un tableau pointe les avancées permises par le renouvellement du parc.

Document 3 : « Conjuguer éclairage public et biodiversité : l'expérience lilloise » - *Actu Environnement*

Il s'agit d'un article relatant l'expérience lilloise pour réduire l'impact de l'éclairage sur la biodiversité, avec la mise en place d'une « trame noire » en plus des trames vertes et bleues. Un écologue de la Mairie précise que pour que cette trame soit fonctionnelle, il faut qu'elle fasse un rayon d'au moins 20 km de manière à ce que les différentes espèces puissent se rencontrer.

L'article présente notamment une expérimentation menée dans un des parcs proches du centre ville. Un recensement des impacts sur les différentes espèces a permis de cartographier les zones à enjeux. Sur cette base, différentes solutions sont testées :

- cœur de parc plongé dans l'obscurité la nuit pour protéger des espèces lucifuges,
- extinction de l'éclairage public traversant le parc dès 22h pour éviter de fractionner ces zones (grande majorité du parc plongée dans l'obscurité à partir de cette heure),
- expérimentation dans des zones spécifiques d'une lumière d'éclairage adaptée au cycle de vie des animaux,
- puissance de l'éclairage et rayonnement lumineux diminués en secteur périphérique du parc, mise en place de « détecteurs de présence » en certains points.

L'auteur insiste sur la complexité de mise en œuvre, liée notamment aux conflits d'usage : si certaines espèces sont particulièrement actives en début de nuit, c'est aussi un moment de fréquentation du parc. Eteindre l'éclairage entrainerait l'utilisation de lumières personnelles des usagers, ce qui ne résoudrait pas le problème. L'écologue indique néanmoins qu'il est possible de jouer sur les températures de couleur grâce aux solutions LED. Il relève en sus les limites du détecteur de présence sur un point qui reste très fréquenté jusqu'à 1h du matin. L'article rappelle que l'éclairage public ne fait pas tout, et qu'il est aussi important de jouer sur le milieu privé. Il indique par ailleurs qu'il est encore trop tôt pour avoir des résultats concrets de cette expérimentation, si ce n'est qu'elle aura eu un effet prégnant sur la facture d'électricité de la ville.

Document 4 : « Trame noire : un sujet qui « monte » dans les territoires » (extraits) - Sciences Eaux et Territoires

Ce document est un extrait d'article issu du site Actu-environnement. Il décrit les effets de la pollution lumineuse, qui touchent désormais tous les groupes biologiques et tous les milieux : désorientation et dégradation / disparition habitat chez certaines espèces, effet de barrières qui crée des fragmentations au sein d'une même population, modification de la relation proie / prédateurs et de la pollinisation / dispersion des graines, désynchronisation des horloges biologiques (faunes et flores). L'auteure souligne dans cet esprit l'importance de mettre en convergence la trame noire avec les trames vertes et bleues.

L'article présente la démarche lilloise (*NB : noter que l'extrait ne relate que l'expérience lilloise bien que l'article complet traite également d'un cas dans le Parc National des Pyrénées*). Le renouvellement du parc d'éclairage sur la métropole a été l'occasion de lancer un vaste programme de recherche sur la connectivité des espaces obscurs. La démarche est alimentée par un « consortium de recherche » pluridisciplinaire comprenant des universitaires, des experts, des représentants la ville et des associations. Elle est du reste soutenue par le Ministère. Trois questions centrales sont ressorties des réflexions collectives : les corridors existants sont-ils suffisants ? Quel est l'état de la connectivité nocturne dans l'état actuel de la Métropole ? Quelle amélioration de la connectivité peut-on obtenir avec la réduction de l'intensité lumineuse ?

La démarche s'appuie sur des inventaires nocturnes de chauves-souris dans différents secteurs de la Métropole à la configuration urbaine contrastée. En accompagnement est menée une étude sociologique sur l'acceptabilité sociale de l'évolution des modes d'éclairage. Celle-ci tend à montrer que les riverains comprennent les enjeux liés à la biodiversité et seraient prêts à renoncer à une part du confort de l'éclairage, ce bien que la notion de trame noire soit mal connue. Les auteurs soulignent néanmoins une certaine frilosité des élus pour démocratiser la trame noire.

Document 5 : « Éclairage intelligent » - Citelum. Groupe EDF

Ce document est une plaquette de l'entreprise CITE LUM présentant ses solutions d'éclairage intelligent. Celle-ci met en avant les avantages procurés par les LED : durée de vie allongée, meilleure efficacité énergétique, faibles coûts et empreinte carbone réduite.

Ainsi, grâce à un couplage de l'éclairage LED avec un dispositif de télégestion et de capteurs de présence, l'entreprise propose des solutions permettant d'optimiser la gestion de l'éclairage : gestion à distance de l'allumage / extinction, adaptation en temps réel de l'éclairage en fonction des activités de la ville, création de scénarios lumière prédéfinis, luminosité plus naturelle, ...

Document 6 : « Construire une trame noire : un enjeu complexe » - la gazette.fr

Pour cet article de la Gazette des communes, la trame noire constitue un corridor écologique nocturne. Le document insiste sur la nouveauté d'un tel concept : il n'y a pas aujourd'hui de méthodologie ou de recommandation nationale pour construire sa trame noire, mais différents retours d'expérience. La notion même est encore en discussion. Deux approches peuvent être adoptées pour construire une trame noire :

- intégrative (Lille) : recenser les éléments de pollution lumineuse pour identifier les réservoirs et corridors écologiques,
- déductive (parc régional des Causses du Quercy) : croisement des zones lumineuses avec les différentes sous-trames de la trame verte et bleue pour identifier des zones en conflit.

L'article rappelle au travers du cas du Quercy qu'il ne faut pas se restreindre à une stricte approche environnementale, mais aussi étudier les aspects économiques et sociaux. L'éducation à l'environnement et la valorisation touristique font aussi partie des leviers de succès d'une trame noire. Le document au travers des RICE (Réserve International de Ciel Etoilé) revient sur les LED : cette solution peut poser des problèmes en raison du spectre de lumière bleue qu'elles utilisent, qui crée des nuisances sur les rythmes biologiques des animaux et des humains. Les LED présentent néanmoins de nombreux avantages palliant cet inconvénient : télé-détection et télégestion permettant une adaptation de

l'éclairage aux usages. Par ailleurs, il existe désormais des solutions en teinte ambrée pour les sites à fort enjeu de biodiversité. Il serait donc possible aujourd'hui de concilier « qualité du ciel étoilé, préservation de la biodiversité et économie d'énergie. »

L'article précise enfin les recommandations émises par le MNHN (Musée National d'Histoire Naturel) suite aux différentes expérimentations de trame noire : recourir au spectre lumineux le plus étroit possible, à des températures de couleur inférieure à 3000 K, et des ULOR inférieur à 1%. Il est enfin rappelé l'importance d'agir sur les bâtiments non résidentiels. Le Maire doit aussi veiller au respect de l'obligation réglementaire d'extinction de nuit (au moins entre 1h et 6h).

Document 7 : « L'éclairage public et le mobilier urbain intelligent » (extraits) - *Smart Grids*

Ce document est issu du site Internet smartgrids-cre.fr, élaboré en partenariat avec la Commission de régulation de l'énergie, Il rappelle en préambule des repères réglementaires :

- l'Arrêté du 1^{er} juillet 2013 rendant obligatoire l'extinction des vitrines, des bureaux, et des façades de bâtiments la nuit rentrée en vigueur,
- la Loi Grenelle 2 qui a introduit la notion de pollution lumineuse, et vise à prévenir ces nuisances ; elle se donne pour objectif de réduire les émissions inutiles de lumière artificielle sans nuire à la sécurité publique ou à la sûreté d'installations et d'ouvrages sensibles.

Le document rappelle les enjeux recouverts par l'éclairage public :

- enjeux en matière de sécurité (perception nocturne des espaces publics : identification des différents usagers, perception de leur comportement, détection des obstacles éventuels de la voirie), de convivialité, d'embellissement des espaces publics (mise en valeur du patrimoine et création d'ambiances nocturnes agréables),
- enjeux économiques : remplacement d'un matériel aujourd'hui largement obsolète permettrait de réduire de 63,7 % la consommation d'énergie de l'éclairage public.

Ainsi, l'éclairage public devient un lieu de confrontation d'enjeux socio-culturels et environnementaux : d'un côté il renvoie à des aspects de sécurité (immédiate et de long terme) et de qualité de vie ; de l'autre à des aspects économiques et écologiques fixés par les collectivités gestionnaires (meilleure maîtrise de la consommation, réduction des nuisances lumineuses, ...) La « gestion intelligente » grâce aux NTIC est une manière de concilier ces différents aspects. Le déploiement des nouvelles technologies sur le réseau d'éclairage public et le mobilier urbain ouvrent en outre des voies pour améliorer l'efficacité des réseaux électriques pour l'ensemble du territoire et pour développer de nouveaux services.

Le document liste les nouvelles technologies mises en œuvre sur l'éclairage public : le dimming, la télégestion, la télémaintenance, les capteurs de mouvement, les lampadaires auto-alimentés.

L'importance matérielle de l'éclairage public, son maillage territorial, le réseau électrique autour duquel il est structuré, qui s'avère sous-exploité, en font un potentiel considérable pour le développement de nouveaux équipements « intelligents ». Les « extensions » doivent cependant respecter un certain nombre de pré-requis :

- compatibilité avec la préservation des ressources de la planète, les économies d'énergie et la réduction des émissions de CO₂,
- les exigences de sécurité, de continuité et de qualité de l'espace public,
- la maîtrise de la dépense publique,
- l'appropriation éventuelle du dispositif par la collectivité.

Les LED et la télégestion des points lumineux, couplées à des solutions informatiques de maintenance ouvrent un large champ des possibles. L'intérêt est de mobiliser ces outils en amont du système pour l'élaboration de stratégies globales de gestion ou dans le cadre d'un SDAL (Schéma Directeur d'Aménagement Lumière). On peut utiliser en outre cette infrastructure pour créer une plate-forme d'équipements à la fois alimentés et mis en communication. Le recours à la télégestion permet par ailleurs une gestion en temps réel de ces services annexes. Le document cite l'exemple de la communauté du Pays d'Aix qui a utilisé le réseau d'éclairage public pour expérimenter une solution de charge normale des véhicules.

Autres exemples d'éclairage public et de mobilier urbain intelligents en France cités :

- Nice : création d'un « boulevard connecté » : capteurs sur voirie pour guider les automobilistes à leur place de stationnement, capteurs sur les lampadaires pour ajuster la luminosité en fonction de la présence des passants, capteurs dans benne à ordures pour adapter la tournée des camions-poubelles,
- Toulouse : éclairage dynamique basé sur des détecteurs de présence et de diodes électroluminescentes, système de trottoir produisant de l'électricité au passage des passants, gestion du stationnement intelligente grâce à des sondes placées dans la chaussée,
- Vif : gestion du niveau d'éclairage autonome sur les voies cyclables et piétonnes grâce à des détecteurs installés sur les lampadaires.

Document 8 : « Les nouvelles plages horaires de l'arrêté 2018 » - *Ministère de la transition écologique et solidaire*

Il s'agit d'un document de présentation grand public de l'arrêté de 2018. Celui-ci intègre deux nouveautés techniques :

- Il est désormais interdit ou fortement déconseillé dans certains cas d'envoyer de la lumière vers le ciel ; l'arrêté introduit la notion de « lumière intrusive ».
- il fixe également des seuils de température de couleur à respecter.

On peut également citer des évolutions sur les plages horaires d'allumage des parkings et sur l'éclairage du patrimoine. Les règles de l'arrêté de 2013, qui concernent l'éclairage des bâtiments non résidentiels, des façades et des vitrines de magasin, restent en vigueur. La mise en œuvre des nouvelles mesures est progressive.

3) Proposition de plan détaillé

Avertissement : il s'agit d'une proposition de plan, et non d'un plan type.

En-tête

Comme indiqué dans la note de cadrage de l'épreuve, il est attendu une présentation du rapport sous la forme suivante :

Ville de TECHNIVILLE

RAPPORT

à l'attention du Directeur général des services techniques de TECHNIVILLE

Objet : L'éclairage durable

Introduction

Rappel du cadrage : Le rapport doit comporter **une unique introduction** d'une vingtaine de lignes rappelant le contexte et comprenant impérativement **une annonce du plan suivi**.

Éléments pouvant être abordés en introduction :

- La pluralité d'enjeux qui touche l'éclairage public : la pollution lumineuse, les économies d'énergie, la biodiversité mais aussi la sécurité.
- Les nouvelles perspectives ouvertes par l'éclairage intelligent.
- Les dernières évolutions réglementaires, notamment l'arrêté de 2018.

Plan détaillé

Rappel du cadrage : Le développement est organisé en parties et en sous-parties. Le plan est matérialisé par des titres comportant des numérotations en début des parties et sous-parties.

I. L'ECLAIRAGE PUBLIC AU CŒUR D'ENJEUX SOCIAUX, CULTURELS, ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

A. L'éclairage public comme service public prégnant (d'importance)

- Rappel de l'utilité première de l'éclairage public : contribuer à la perception nocturne des espaces publics (enjeu de sécurité), à leur convivialité, ainsi qu'à la valorisation du patrimoine (doc 2 et 7).
- Un service qui pèse en matière d'intervention publique (cf chiffres doc 2).

B. Une rénovation qui soulève des enjeux multiples

- Un fort enjeu économique et énergétique : réduction de la facture d'électricité, de la consommation d'énergie et par voie de conséquence des émissions de GES (doc 2 et 7).
- Une problématique environnementale : éclosion de la notion de « pollution lumineuse » (doc 2 et 7) impactant notamment la biodiversité (doc 2, 3, 4 et 6).

- Des évolutions réglementaires en la matière, avec notamment les arrêtés de 2013 et 2018 ; un cadre qui désormais tend au-delà des intensités, à limiter les émissions vers le ciel (doc 2, 7 et 8).

II. COMMENT EVOLUER VERS UN ECLAIRAGE PLUS DURABLE ?

A. Des solutions intelligentes ouvrant de nouvelles perspectives

- Les multiples avantages de la solution LED : baisse de consommation, gestion dynamique de l'intensité et des teintes d'éclairage (doc 1, 2, 6) ; la mise en place d'une télégestion permettant une gestion centralisée du parc jusqu'au point lumineux (doc 1, 2, 5 et 7) ; le recours aux détecteurs de présence pour optimiser les temps d'éclairage (doc 1, 2, 5 et 7).
- Dans un même temps, reconnaître les limites de l'éclairage intelligent : potentielle « usine à gaz », incertitudes quant à l'interopérabilité future des systèmes, et surtout viabilité économique liée au développement des services annexes dont l'utilité est encore sujet à débat (doc 1).

B. La « trame noire » pour mieux prendre en compte la biodiversité

- La trame noire comme outil de lutte contre la pollution lumineuse : définition, méthodologie de mise en œuvre (inductive et intégrative) et complémentarité avec les trames vertes et bleues (doc 2, 3 et 4).
- Limites du concept : difficulté de satisfaire l'ensemble des espèces en raison des conflits d'usage : besoin minimum de lumière dans les zones urbanisées, cycle biologique d'un nombre important d'espèces synchrones avec celui des humains (sortie en début et en fin de nuit), données importantes à recueillir (doc 3, 4 et 6).
- Des exemples de bonnes pratiques : Lille, Wuppertal (Allemagne), Parc des Causses du Quercy, Paris (doc 2, 3, 4 et 6).

C. Adopter une démarche systémique, expérimentale et apprenante

- Le sujet de la biodiversité est complexe ; il nécessite d'adopter une démarche expérimentale (doc 3 et 6) et globale au moment du renouvellement du parc d'éclairage public (doc 1, 2, 4 et 7) ; exemple de Lille qui avance espèce par espèce, avec un « consortium de chercheurs » qui mêle études écologiques et sociologiques (doc 4).
- Nécessité de travailler à l'acceptabilité des solutions, et d'associer le plus en amont possible les citoyens (doc 3, 4, 6 et 7)
- Noter que la pollution lumineuse provient aussi d'autres sources et en large part de l'éclairage privé, sur lequel le Maire peut jouer par les derniers arrêtés et son pouvoir de police (doc 6).

***Rappel du cadrage :** la conclusion est facultative. Elle peut toutefois utilement souligner l'essentiel, sans jamais valoriser les informations oubliées dans le développement.*

La section II. C peut faire office de conclusion. Il est en tout état de cause intéressant de mentionner à la fin du propos qu'il n'existe pas de méthodologie prescrite pour déployer un éclairage durable. Le sujet est complexe, et même les approches considérées a priori vertueuses ne sont pas dénuées de contraintes. Ce n'est en définitive qu'en avançant pas à pas en tenant compte des caractéristiques propres au territoire que l'on peut tendre vers le déploiement de solutions plus respectueuses de l'environnement.